



COURTOIS Blandine  
Année universitaire  
2000-2001

135, rue du Faubourg Bannier  
45 000 Orléans  
Email : [www.ligair.fr](http://www.ligair.fr)

# Première quantification des hydrocarbures aromatiques monocycliques sur les villes de Bourges et St-Jean-de-Braye

*Stage du 2 Avril au 15 Août 2001  
Maître de stage : Mr COLIN Patrice*

*Université de Clermont-Ferrand  
Maîtrise de physique  
Option physique de l'environnement atmosphérique*

## SOMMAIRE

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introduction</b> -----                                               | <b>2</b>  |
| <b>Première partie : Les réseaux et la qualité de l'air</b> -----       | <b>3</b>  |
| I    Lig'Air-----                                                       | 3         |
| II   Les polluants mesurés-----                                         | 3         |
| III  Les différentes stations de mesure-----                            | 5         |
| IV   L'acquisition des données-----                                     | 6         |
| V    L'Indice ATMO-----                                                 | 6         |
| VI   Les tubes à diffusion passive-----                                 | 7         |
| VI.1 Principes et définitions-----                                      | 7         |
| VI.2 Les différents types de tubes-----                                 | 7         |
| VI.3 Plan d'échantillonnage-----                                        | 8         |
| VI.4 L'analyse des tubes-----                                           | 8         |
| <b>Deuxième partie : Les campagnes de mesure des HAM</b> -----          | <b>9</b>  |
| <b>par tubes à diffusion de type Radiello</b>                           |           |
| I    Le plan d'échantillonnage sur Bourges-----                         | 9         |
| II   Le plan d'échantillonnage sur Saint Jean-de-Braye-----             | 10        |
| III  Procédure de mise en place-----                                    | 11        |
| <b>Troisième partie : Résultats et discussions</b> -----                | <b>11</b> |
| I    Répartition spatiale des BTEX sur Bourges-----                     | 11        |
| I.1 Caractérisation des périodes d'échantillonnage-----                 | 11        |
| I.2 Concentrations mesurées-----                                        | 12        |
| I.3 Discussion-----                                                     | 17        |
| II   Répartition spatiale des BTEX et du styrène sur St Jean-de-Braye-- | 18        |
| II.1 Caractérisation des périodes d'échantillonnage-----                | 18        |
| II.2 Concentrations mesurées-----                                       | 19        |
| II.3 Discussion-----                                                    | 27        |
| III  Avantages et limites des tubes passifs-----                        | 29        |
| <b>Conclusion</b> -----                                                 | <b>30</b> |
| <b>Bibliographie</b> -----                                              | <b>31</b> |
| <b>Annexes</b> -----                                                    | <b>32</b> |

## **INTRODUCTION**

La pollution de l'air est responsable d'affections graves (*troubles respiratoires, asthme, affections pulmonaires*). Hors mis les problèmes de santé, elle est également néfaste pour l'environnement (*pluies acides, effet de serre, pollution photochimique*).

Cette pollution est engendrée par les sources de poussière, de gaz et de fumée ; elle est surtout le fait d'activités humaines mais peut également résulter de phénomènes naturels (*éruption volcanique...*).

L'analyse de la qualité de l'air, devient une préoccupation importante des pouvoirs publics.

C'est pourquoi, afin de mieux gérer la pollution atmosphérique et de pouvoir fixer des objectifs de qualité, des seuils d'alerte et des valeurs limites, la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 Décembre 1996, a mis en place un réseau de surveillance. 39 associations de surveillance de la qualité de l'air agréées, constituant le réseau ATMO, sont donc réparties sur l'ensemble du territoire. Chacune a en charge la surveillance de la qualité de l'air d'une ville, d'un département ou d'une région.

La surveillance de la pollution atmosphérique de la région Centre est gérée par Lig'Air, l'association dans laquelle j'ai effectué mon stage.

Classiquement cette surveillance s'effectue à l'aide d'analyseurs qui mesurent en continu des indicateurs de pollution industrielle ( $\text{SO}_2$ ), automobile ( $\text{NO}_x$ ), ou photochimique ( $\text{O}_3$ ).

Cependant, il existe une technique, qui permet de spatialiser les mesures d'un polluant.

Cette spatialisation se réalise à l'aide de tubes à diffusion passive, une méthode d'échantillonnage simple assurant le captage des polluants sur une zone étendue. En particulier, les tubes à diffusion de type Radiello sont les plus utilisés pour le piégeage des hydrocarbures aromatiques monocycliques.

Ces HAM tels que le benzène, toluène, éthylbenzène, xylène font partie de la famille des composés organiques volatils. Ces polluants présentent des caractères toxiques, en particulier le benzène qui peut avoir des effets cancérogènes. L'analyse de ces nouveaux polluants est rendue obligatoire par de nouvelles directives. Depuis mi- février 2001, Lig'Air les mesure en continu à l'aide d'un analyseur de BTEX. Le benzène est pour l'instant le seul normé, à posséder une valeur de qualité et une valeur limite.

L'objectif de mon stage a été d'étudier la répartition de ces hydrocarbures aromatiques monocycliques sur Bourges (*Cher*) et Saint Jean de Braye (*Loiret*), deux communes de la région Centre. Deux campagnes de mesure, chacune divisée en deux périodes de quinze jours environ, ont été effectuées sur le terrain par des tubes à diffusion passive. Les concentrations enregistrées dans chaque ville sur les différents sites de mesure ont permis la réalisation de cartographies d'exposition. Les secteurs les plus pollués ont ainsi pu être mis en évidence. De plus les conditions météorologiques observées sur chaque période d'échantillonnage ont permis l'analyse de la pollution diffuse sur ces deux communes.

## **Première partie :Les réseaux et la qualité de l'air**

### **I Lig'Air**

Lig'Air est une association régionale, de type Loi de 1901, créée le 27 novembre 1996. Elle appartient au réseau national de surveillance et d'information sur l'air (A<sub>t</sub>mo), regroupant 39 réseaux de mesures agréés par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Lig'Air est constituée de 4 collèges :

- ◆ L'Etat et les établissements publics
- ◆ Les collectivités locales et leur groupement
- ◆ Les industries émettrices de polluants
- ◆ Les organismes qualifiés et les associations

L'association est chargée de surveiller la qualité de l'air sur 6 départements de la région Centre (Cher, Eure-et-Loir, Indre, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, et Loiret), d'informer et de diffuser ses résultats.

Pour remplir ces missions, Lig'Air dispose actuellement d'un laboratoire mobile et de 16 stations fixes de mesure réparties sur les agglomérations de Bourges, Châteauroux, Orléans, Tours et Chartres ainsi que dans le parc de Chambord.

Afin de couvrir l'ensemble des préfectures de la région, des études sont en cours pour l'implantation de 2 stations dans la ville de Blois. De plus, prochainement, Lig'Air devrait installer une station à Oysonville (Eure-et-Loir) afin de surveiller la teneur en ozone de fond.

Enfin, depuis le 11 août 1998, Lig'Air s'est vue confier la maintenance et le suivi permanent des données recueillies par une balise de mesure de la radioactivité, située à la Source (Orléans). Cette balise permet la surveillance des taux de radioactivité artificielle (alpha, bêta et iode 131) et naturelle (radon).

Les polluants mesurés actuellement sont les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>), l'ozone, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone ainsi que les particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm.

Depuis cette année, Lig'Air mesure aussi les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) et les métaux toxiques (cadmium, arsenic, nickel et plomb). Enfin, une étude sur la mesure des pesticides dans l'air est actuellement en cours.

### **II Les polluants mesurés**

Les indicateurs de la pollution automobile, industrielle, photochimique sont donc mesurés en continu par des appareils automatiques installés dans les stations d'analyse. Quatre (SO<sub>2</sub>, Ps, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) seulement sont pris en compte dans le calcul de l'indice A<sub>t</sub>mo, un indice journalier de la qualité de l'air (voir paragraphe V). Il existe deux catégories de polluants, les primaires et les secondaires.

**a) Les polluants primaires**

Ils sont émis directement dans l'atmosphère. Ils sont concentrés près des sources d'émission.

|                            | Dioxyde de soufre                                                                                                                                                   | Dioxyde d'azote                                                                                                                                            | Particules en suspension                                                                                                                                       | Monoxyde de carbone                                                                                                                               |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Origines</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Essentiellement de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre : fuels, charbon</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Essentiellement des véhicules ( ~ 75%) et des installations de combustion ( centrales énergétique,...)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Origine naturelle ( volcan)</li> <li>▪ origine anthropique (combustion industrielle, chauffage, véhicules)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Combustion Incomplète de combustibles et des carburants(véhicules automobiles, chaudière...)</li> </ul>  |
| <b>Pollutions générées</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pluies acides en présence d'eau</li> <li>▪ Dégradation de la pierre et des matériaux de certaines constructions</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère</li> <li>▪ pluies acides.</li> </ul>                      | Les particules les plus fines peuvent transporter des composés toxiques dans les voies respiratoires inférieures.                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les chaudières mal réglées dans les Habitations provoquent de nombreux décès pendant l'hiver.</li> </ul> |

Depuis peu, de nouvelles directives rendent obligatoire l'analyse de nouveaux polluants:

✓ *BTEX ( benzène, toluène, éthylbenzène, xylène(o-xylène, m+p-xylène) )*

Ces hydrocarbures aromatiques monocycliques entrent dans la composition des carburants mais également des produits courants (peinture, encres, détachants...). Ils sont émis lors de la combustion des combustibles, de l'évaporation des carburants automobiles, des activités industrielles variées. Ils sont également émis par le milieu naturel et certaines aires cultivées.

Ils participent au processus de formation d'ozone. Les effets sur la santé sont très variables d'un polluant à l'autre. Ils peuvent provoquer des gênes olfactives, des irritations diverses, une diminution de la capacité respiratoire. Certains ont même des effets mutagènes et cancérogènes.

Le benzène est pour l'instant le seul normé, à posséder une valeur limite de 5 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur l'année et un objectif de qualité de 2 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur l'année.

✓ *Les métaux toxiques(Arsenic, Nickel, Cadmium,plomb)*

Ces métaux ont diverses origines ( incinération des ordures ménagères, trafic automobile, les usines métallurgiques ...).

## **b) Les polluants secondaires**

Ils sont formés à partir des polluants primaires, sous l'effet du rayonnement ultra-violet du soleil, qui évoluent chimiquement dans l'atmosphère. Ils s'accumulent en périphérie des villes et dans les zones rurales. L'ozone, par exemple, est en faible concentration à proximité des sources d'émission en particulier celles des oxydes d'azote (puits chimiques). Les niveaux les plus importants de l'ozone sont observés en périphérie des grandes agglomérations, là où sa consommation est relativement faible (peu d'émission des oxydes d'azote).

L'ozone est le seul polluant secondaire pris en compte dans le calcul de l'indice **A<sub>imo</sub>**.

|                | <b>Origine</b>                                                                                                                                                                  | <b>Pollutions générées</b>                                                                                                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>L'ozone</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>Transformation photochimique de certains polluants dans l'atmosphère (NO<sub>x</sub> et COV) en présence du rayonnement solaire</li></ul> | <p>Principal polluant de la pollution "photo-oxydante"</p> <ul style="list-style-type: none"><li>contribue aux pluies acides et à l'effet de serre</li></ul> |

⇒ A fortes doses, ces polluants primaires et secondaires ont un impact sanitaire. Ils provoquent en général des troubles respiratoires (toux, altération pulmonaire...), des allergies. Ils peuvent avoir des effets mutagènes et cancérogènes.

## **III Les différentes stations de mesures**

Les réseaux gèrent sur chacune des agglomérations qu'ils surveillent plusieurs stations d'analyses. Les polluants gazeux, mesurés par les analyseurs sont spécifiques à la morphologie des sites d'implantation des stations.

### **✓ Stations urbaines denses**

Elles sont installées dans les quartiers éloignés de toute source de pollution et densément peuplés. Ce sont des stations de fond dans lesquelles le risque "le plus fréquent" auquel est soumise la population est le mieux évalué.

Les polluants surveillés dans ce type de station sont : le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le monoxyde d'azote (NO), les particules en suspension (Ps), l'ozone (O<sub>3</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

*Lig'Air gère 10 stations de ce type sur la région centre (voir carte en annexe) dont une installée depuis novembre 2000 à Châteauroux.*

### **✓ Stations périurbaines**

Elles sont implantées dans la périphérie des grandes villes. Elles permettent d'estimer l'impact du centre urbain sur la périphérie de l'agglomération. L'ozone (O<sub>3</sub>) est le principal polluant mesuré.

*Lig'Air en possède 3 sur la région (Bourges, St Jean de Braye, Tours).*

### ✓ Stations de proximité automobile

Elles sont implantées à proximité (moins de 10 mètres) d'un gros trafic routier. Elles permettent d'évaluer le risque "maximal" auquel est soumise la population à la pollution automobile. Les polluants mesurés sont : NO<sub>x</sub> (NO+NO<sub>2</sub>), Ps, le monoxyde de carbone (CO).

*Lig'Air dispose de deux stations une à Tours et une à Orléans.*

### ✓ Stations rurales

Elles sont implantées dans des zones de faible densité de population, loin de toute source de pollution. Transporté par les masses d'air l'ozone (O<sub>3</sub>) est le seul polluant mesuré.

*La seule station de ce type installée par Lig'Air se situe à Chambord.*

### ✓ Le laboratoire mobile

Il est équipé d'analyseurs qui permettent la mesure des différents polluants. Les paramètres météorologiques (température, humidité, direction et force du vent) sont également évalués. Il permet surtout d'estimer la qualité de l'air dans des zones non munies de stations fixes.

En effet, à partir de 2000, la loi sur l'air exige que l'ensemble du territoire français soit surveillé.

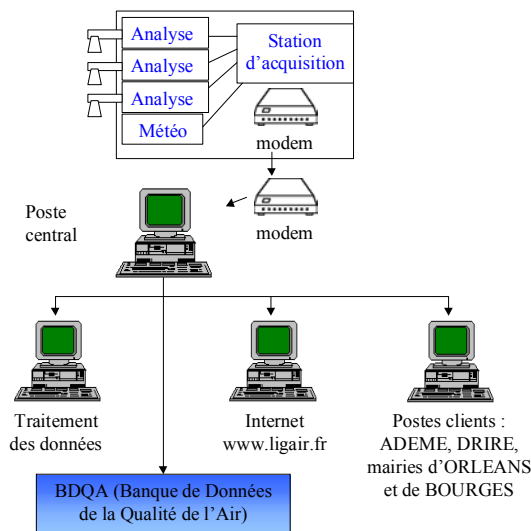
## IV L'acquisition des données

Chaque polluant gazeux atmosphérique est mesuré en continu et automatiquement par un analyseur autonome qui en détermine la concentration.

Les mesures sont ensuite acheminées jusqu'à une station d'acquisition, par connexion numérique, qui les enregistre et les moyenne tous les quarts d'heures.

Ces mesures une fois transmises au poste central et validées par un personnel compétent, permettent entre autre de calculer l'indice

**A<sub>t</sub>mo**.



## V L'indice ATMO

L'indice **A<sub>t</sub>mo** est un indicateur journalier de la qualité de l'air, créé pour synthétiser les données mesurées dans les agglomérations. Il permet d'informer quotidiennement les citoyens. Chaque soir les réseaux le calculent à partir des différents polluants mesurés en continu dans la journée. Cet indice est donc calculé à partir de la concentration de 4 de ces polluants. Les stations prises en compte pour le calcul sont les stations périurbaines et urbaines. Pour chaque station de l'agglomération on détermine :

- La concentration horaire maximale du jour pour le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, l'ozone.

- La concentration journalière pour les poussières de diamètre inférieur à 10 µm.

Pour chaque polluant, on calcule la moyenne des concentrations maximales de toutes les stations.

Ces valeurs moyennes sont ensuite classées sur une échelle allant de 1 à 10, spécifique à chacun des polluants. Ce classement permet de déterminer pour chaque polluant un sous indice. A chaque chiffre correspond un qualitatif de la qualité de l'air. L'indice **Atmo** de la journée, de l'agglomération considérée, est le plus élevé de ces quatre sous indices.



## VI Les tubes à diffusion passive

Ce mode d'échantillonnage, léger (tubes et abris), est de plus en plus utilisé par les réseaux. Contrairement aux analyseurs, cette méthode, assez approximative et sensible aux conditions météorologiques, ne donne pas la concentration en temps réel en raison d'une durée d'exposition nécessairement longue ainsi que du besoin d'une analyse en différé. Elle permet de connaître, grâce aux nombreux points de mesure, la répartition spatiale de la pollution sur une zone étendue.

### VI.1 principes et définitions

L'échantillonnage passif est basé sur le transfert de matières d'une zone à une autre sans mouvement actif de l'air. Le contact de l'air à analyser avec le milieu de captage est dans ce cas induit par convection naturelle et diffusion.

Le principe consiste en un capteur contenant un adsorbant (support solide imprégné d'un réactif chimique) adapté au piégeage spécifique d'un polluant gazeux. Ce polluant est transporté par diffusion moléculaire à travers la colonne d'air formée par le tube jusqu'à la zone de piégeage où il est accumulé sous la forme d'un ou plusieurs produits d'adsorption.

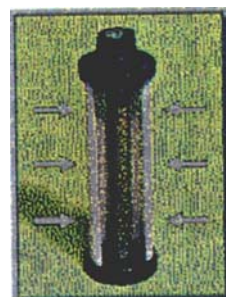
### VI.2 Les différents types de tubes

#### ➤ Les tubes à diffusion de type radiello

Il s'agit de tubes à géométrie radiale. Le cylindre diffusif est une membrane micro poreuse. La diffusion est optimale car la surface en contact avec l'air est maximale. A l'intérieur du corps diffusif est introduit une cartouche adsorbante imprégnée d'un réactif spécifique au polluant à piéger.



Dans le cas des hydrocarbures aromatiques monocycliques, l'adsorbant utilisé est le charbon actif.



Le tube est ensuite fixé sur un socle triangulaire (voir photo ci-contre). Ce dernier est fixé à son tour dans une boîte semi-ouverte afin de protéger l'ensemble des intempéries, du vent, et du rayonnement solaire direct.



### ➤ Les tubes à diffusion de type passam

Il s'agit de tubes à géométrie axiale. Ces tubes verticaux sont ouverts à leur partie inférieure et contiennent en leur partie interne un support solide imprégné d'une substance chimique adaptée à l'adsorption spécifique du polluant recherché qui diffuse naturellement dans le tube.

Ce type de tube est essentiellement utilisé pour le piégeage du dioxyde d'azote et de l'ozone.

## VI.3 Plan d'échantillonnage

### a) Maillage

La première étape consiste en un découpage de la zone d'étude. La réalisation du maillage dépend de la morphologie des sites de l'agglomération étudiée.

□ Les zones en centre ville, étant plus hétérogènes (densité de population et trafic routier élevés), le maillage à appliquer doit être fin, afin de bien pouvoir représenter les multiples micro-environnements présents dans la zone.

□ Les zones périphériques en revanche plus homogènes (sources d'émission moins nombreuses et mieux réparties) nécessitent un maillage plus large.

### b) Choix des sites de mesure

Cette recherche de sites pour le choix des points par maille s'effectue sur le terrain.

Les deux principaux sites recherchés sont :

- Sites de pollution de "fond"

Ces sites permettent de réaliser une cartographie de la répartition spatiale de la pollution. Des rues à faible trafic et à forte densité de population (quartiers résidentiels, écoles...) sont des sites privilégiés pour l'implantation des tubes (éloignés de toute source de pollution).

- Quelques sites de proximité

Quelques tubes sont placés à proximité de grands axes de circulation afin d'avoir une évaluation des concentrations maximales.

## VI.4 L'analyse des tubes

Ces échantillonneurs sont donc exposés dans l'air ambiant, puis envoyés le plus rapidement possible dans les laboratoires (fabricants des tubes) qui extraient et analysent les produits d'adsorption pour en déterminer la concentration. Plusieurs méthodes sont utilisées à partir des masses échantillonnées.

- ◆ *Méthode par colorimétrie.*
- ◆ *Méthode par calcul : Loi de diffusion (Loi de Fick).*

## Deuxième partie : Les campagnes de mesure des HAM par tubes à diffusion de type Radiello

### I Le plan d'échantillonnage sur Bourges

La zone d'étude se répartie horizontalement sur environ 5 km (voir figure 1). Les zones visées sont essentiellement en centre ville. 31 tubes ont été placés dans un quadrillage moyen d'un tube tous les :

- 500m dans les parties urbaines (16 sites).
- 1km dans les parties suburbaines (10 sites).

3 tubes ont été installés à proximité des stations d'analyse.

Quelques sites ont été rajoutés à la limite du découpage pour optimiser la zone d'étude.



Deux séries de mesures ont été réalisées pendant le mois d'avril.

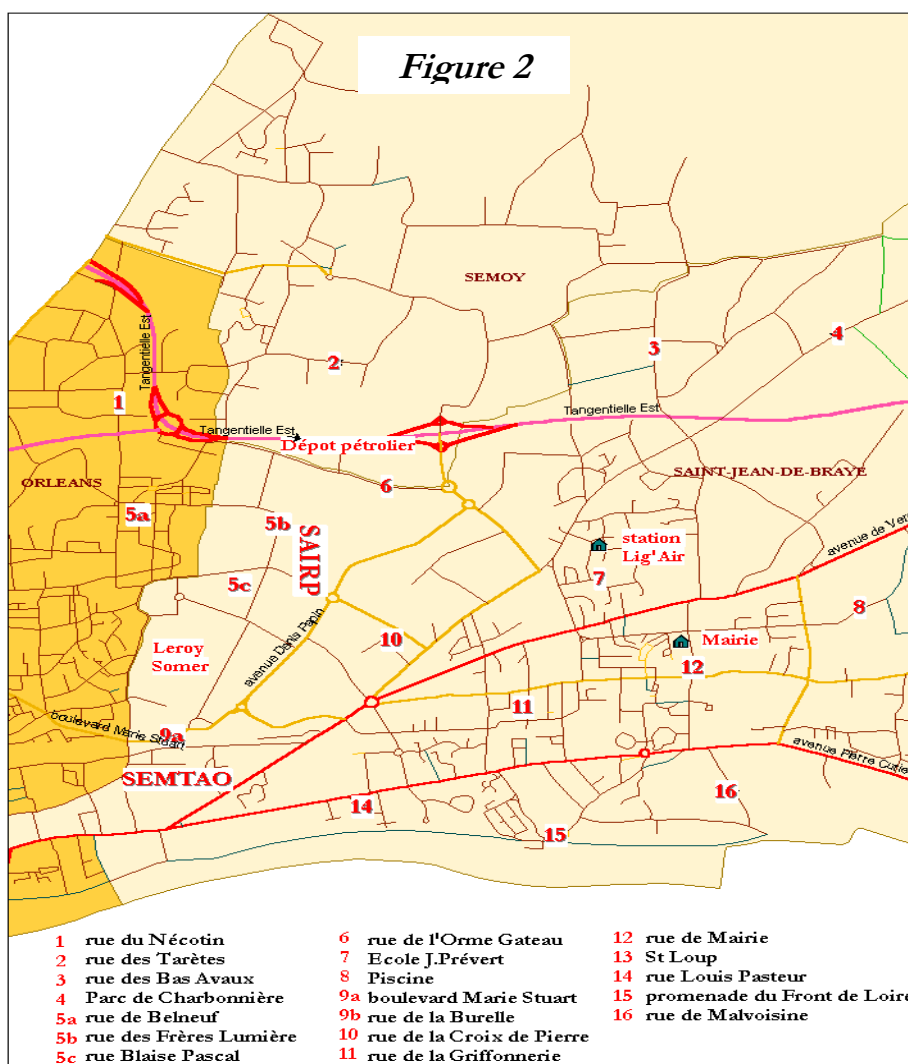
|         | Début d'échantillonnage | Fin d'échantillonnage | durée d'exposition |
|---------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| Série 1 | 12/04/01                | 25/04/01              | 13 jours           |
| Série 2 | 25/04/01                | 10/05/01              | 15 jours           |

## II Le plan d'échantillonnage sur Saint Jean-de-Braye

La zone d'étude s'étend sur 4 km<sup>2</sup>. 19 tubes ont été répartis dans un quadrillage moyen d'un tube tous les 500 mètres (voir figure 2).

La zone industrielle à l'Ouest de la commune (à l'est de l'agglomération d'Orléans) est suspectée d'émettre dans l'atmosphère du styrène, un polluant jugé responsable de l'odeur sentie par les riverains. Afin d'affiner les mesures de ce composé, le maillage autour de ce secteur a donc été plus fin.

Un tube a été installé en parallèle à l'analyseur de la station fixe de la ville afin de comparer les résultats obtenus par les deux méthodes.



Une première série de mesure a été effectuée à partir de la mi-mars. La deuxième période d'échantillonnage a eu lieu pendant le mois d'avril.

|         | Début d'échantillonnage | Fin d'échantillonnage | durée d'exposition |
|---------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| Série 1 | 12/03/01                | 26/03/01              | 14 jours           |
| Série 2 | 9/04/01                 | 26/04/01              | 17 jours           |

### III Procédure de mise en place

Pour chaque campagne de mesure, les tubes ont donc été placés dans des endroits ouverts, essentiellement dans des rues à faible trafic de façon à mesurer la pollution de fond. Ces tubes une fois munis de leur cartouche adsorbante, ont été mis en place dans les abris attachés à des poteaux à une hauteur, représentative de l'air respiré par l'ensemble de la population, d'environ 2 mètres ce qui permet également d'éviter les actes de vandalisme.

Chaque tube est identifié par une étiquette, insérée dans l'encoche du socle, sur laquelle est notée la référence du tube, la date et l'heure de début et de fin d'échantillonnage indispensables pour le calcul de la durée d'exposition.



Tube à diffusion passive dans sa boîte de protection

A la fin de chaque série les cartouches adsorbantes, une fois remplacées, ont été introduites dans les tubes en verre étiquetés et envoyés rapidement au fabricant des tubes *Radiello*, accompagnés de la fiche de renseignement sur laquelle figurait les références des tubes, les durées d'exposition nécessaires pour la détermination des concentrations.

Les résultats des analyses effectuées par le fabricant ont été transmis à Lig'Air par courrier électronique.

## Troisième partie : Résultats et discussions

### I Répartition spatiale des BTEX sur Bourges

#### I.1 Caractérisation des périodes d'échantillonnage

##### □ Première période d'échantillonnage

La rose des vents sur l'agglomération de Bourges pendant la première période d'échantillonnage, montre que les masses d'air ont atteint la ville essentiellement par les secteurs *Ouest* (~25% des cas) et *Nord* (~25% des cas).

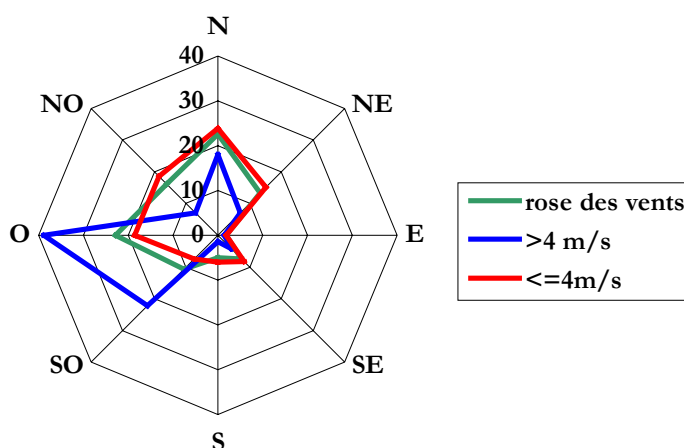


figure 3 : fréquence d'apparition(%) des vitesses et des classes du vent

Les vents des secteurs Nord sont des vents relativement faibles tandis que les vents des secteurs *Ouest* sont associés à des vents forts permettant une bonne dispersion des polluants. La température moyenne journalière a été de 6,8 °C. L'humidité durant cette période a été relativement élevée avec beaucoup de jours pluvieux.

Les conditions météorologiques ont donc été plutôt dispersives, ne favorisant pas l'accumulation des polluants.

## I.2 Concentrations mesurées

Seuls les résultats d'analyse de la première période d'échantillonnage ont pu être étudiés. Les résultats du deuxième jeu de mesures ne sont pas arrivés à temps pour être exploités dans ce rapport.

Sur l'ensemble des sites, le peu de perte (un seul tube (18) a disparu.) a permis d'obtenir un maximum de mesures.

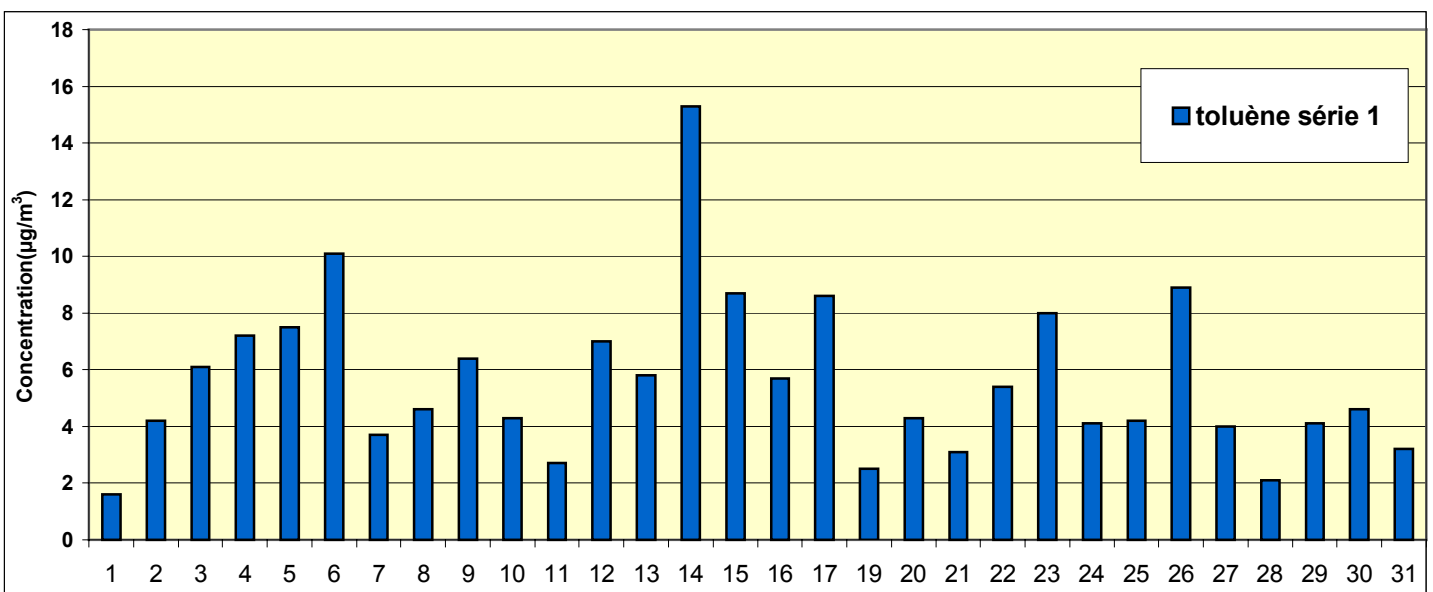
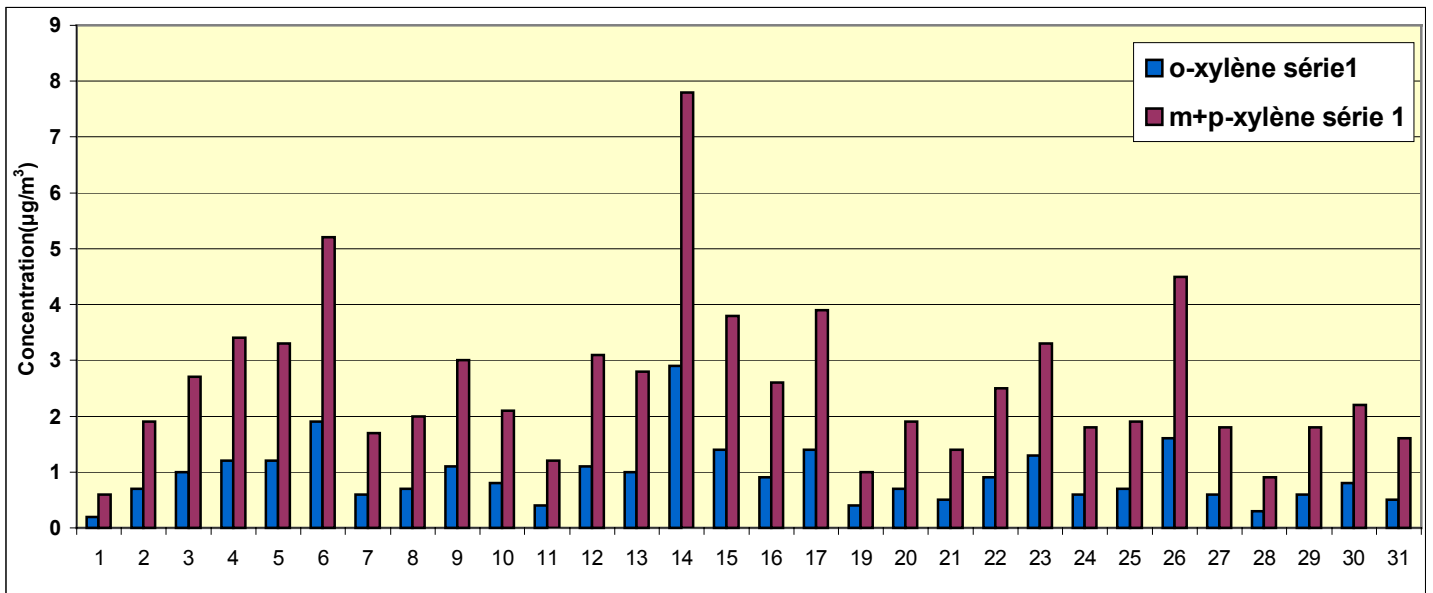
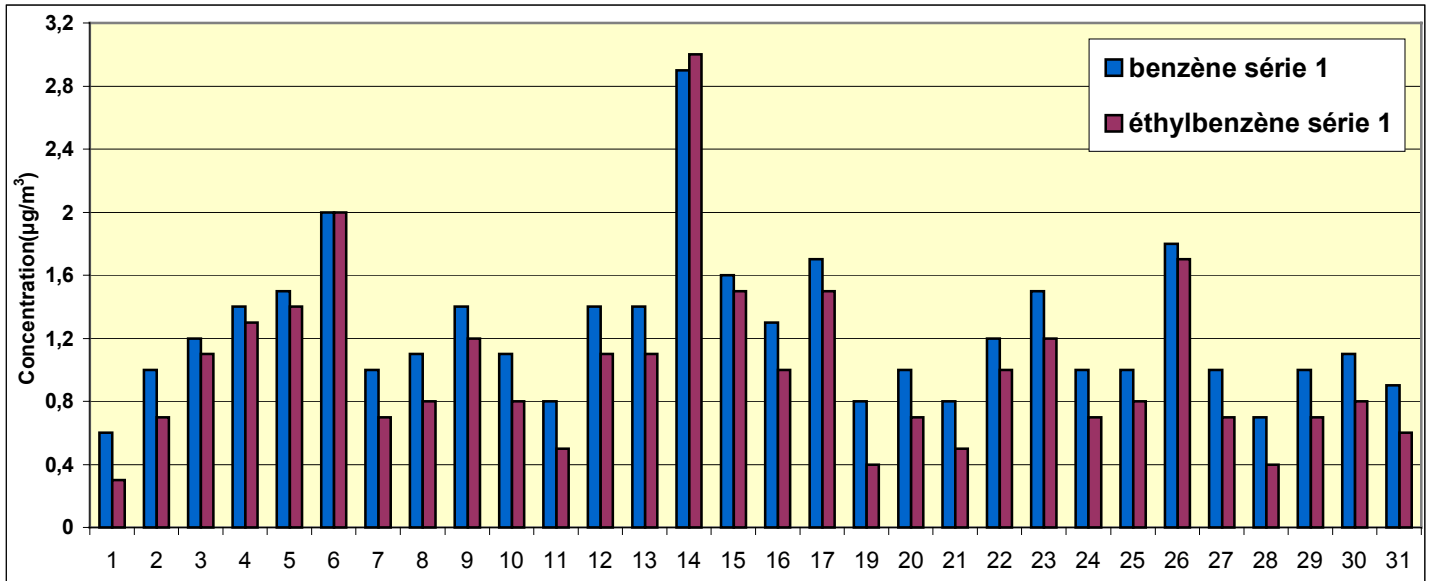
| sites de mesure                    | réf.tube | Benzène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |             | Toluène                  | Ethylbenzène             | o-xylène                 | M+p-xylène               |
|------------------------------------|----------|----------------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                    |          | Série 1                          | VL<br>année | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Météo France                       | 1        | 0,60                             | 5           | 1,60                     | 0,30                     | 0,20                     | 0,60                     |
| ru Lathan                          | 2        | 1,00                             | 5           | 4,20                     | 0,70                     | 0,70                     | 1,90                     |
| rue Diderot                        | 3        | 1,20                             | 5           | 6,10                     | 1,10                     | 1,00                     | 2,70                     |
| rue La Fontaine                    | 4        | 1,40                             | 5           | 7,20                     | 1,30                     | 1,20                     | 3,40                     |
| rue Vieil Castel                   | 5        | 1,50                             | 5           | 7,50                     | 1,40                     | 1,20                     | 3,30                     |
| boulevard de l' Industrie*         | 6        | 2,00                             | 5           | 10,10                    | 2,00                     | 1,90                     | 5,20                     |
| rue Racine                         | 7        | 1,00                             | 5           | 3,70                     | 0,70                     | 0,60                     | 1,70                     |
| rue Florentin Labbé                | 8        | 1,10                             | 5           | 4,60                     | 0,80                     | 0,70                     | 2,00                     |
| rue Carolus                        | 9        | 1,40                             | 5           | 6,40                     | 1,20                     | 1,10                     | 3,00                     |
| rue Robespierre                    | 10       | 1,10                             | 5           | 4,30                     | 0,80                     | 0,80                     | 2,10                     |
| rue Nicolas Leblanc                | 11       | 0,80                             | 5           | 2,70                     | 0,50                     | 0,40                     | 1,20                     |
| place Montaigne                    | 12       | 1,40                             | 5           | 7,00                     | 1,10                     | 1,10                     | 3,10                     |
| rue Victor Hugo                    | 13       | 1,40                             | 5           | 5,80                     | 1,10                     | 1,00                     | 2,80                     |
| boulevard de Juranville *          | 14       | 2,90                             | 5           | 15,30                    | 3,00                     | 2,90                     | 7,80                     |
| rue du Pré-Doulet                  | 15       | 1,60                             | 5           | 8,70                     | 1,50                     | 1,40                     | 3,80                     |
| rue du Pont Merlan                 | 16       | 1,30                             | 5           | 5,70                     | 1,00                     | 0,90                     | 2,60                     |
| rue Voltaire                       | 17       | 1,70                             | 5           | 8,60                     | 1,50                     | 1,40                     | 3,90                     |
| rue de Babylone                    | 19       | 0,80                             | 5           | 2,50                     | 0,40                     | 0,40                     | 1,00                     |
| rue de Babylone                    | 20       | 1                                | 5           | 4,3                      | 0,7                      | 0,7                      | 1,9                      |
| Cours Beauvoir                     | 21       | 0,8                              | 5           | 3,1                      | 0,5                      | 0,5                      | 1,4                      |
| rue du Pré-d' Eau                  | 22       | 1,2                              | 5           | 5,4                      | 1                        | 0,9                      | 2,5                      |
| chemin des Prés-Saulnier           | 23       | 1,5                              | 5           | 8                        | 1,2                      | 1,3                      | 3,3                      |
| rue de la Gare des<br>Marchandises | 24       | 1                                | 5           | 4,1                      | 0,7                      | 0,6                      | 1,8                      |
| rue Lavoisier                      | 25       | 1                                | 5           | 4,2                      | 0,8                      | 0,7                      | 1,9                      |
| avenue du Général de<br>Gaulle *   | 26       | 1,8                              | 5           | 8,9                      | 1,7                      | 1,6                      | 4,5                      |
| rue Albert Camus                   | 27       | 1                                | 5           | 4                        | 0,7                      | 0,6                      | 1,8                      |
| Parc paysager des<br>Gibjongs      | 28       | 0,7                              | 5           | 2,1                      | 0,4                      | 0,3                      | 0,9                      |
| allée d' Augsburg                  | 29       | 1                                | 5           | 4,1                      | 0,7                      | 0,6                      | 1,8                      |
| rue du Paradis                     | 30       | 1,1                              | 5           | 4,6                      | 0,8                      | 0,8                      | 2,2                      |
| chemin du Clos du Chat             | 31       | 0,9                              | 5           | 3,2                      | 0,6                      | 0,5                      | 1,6                      |

\* : site de proximité automobile

VL :valeur limite annuelle

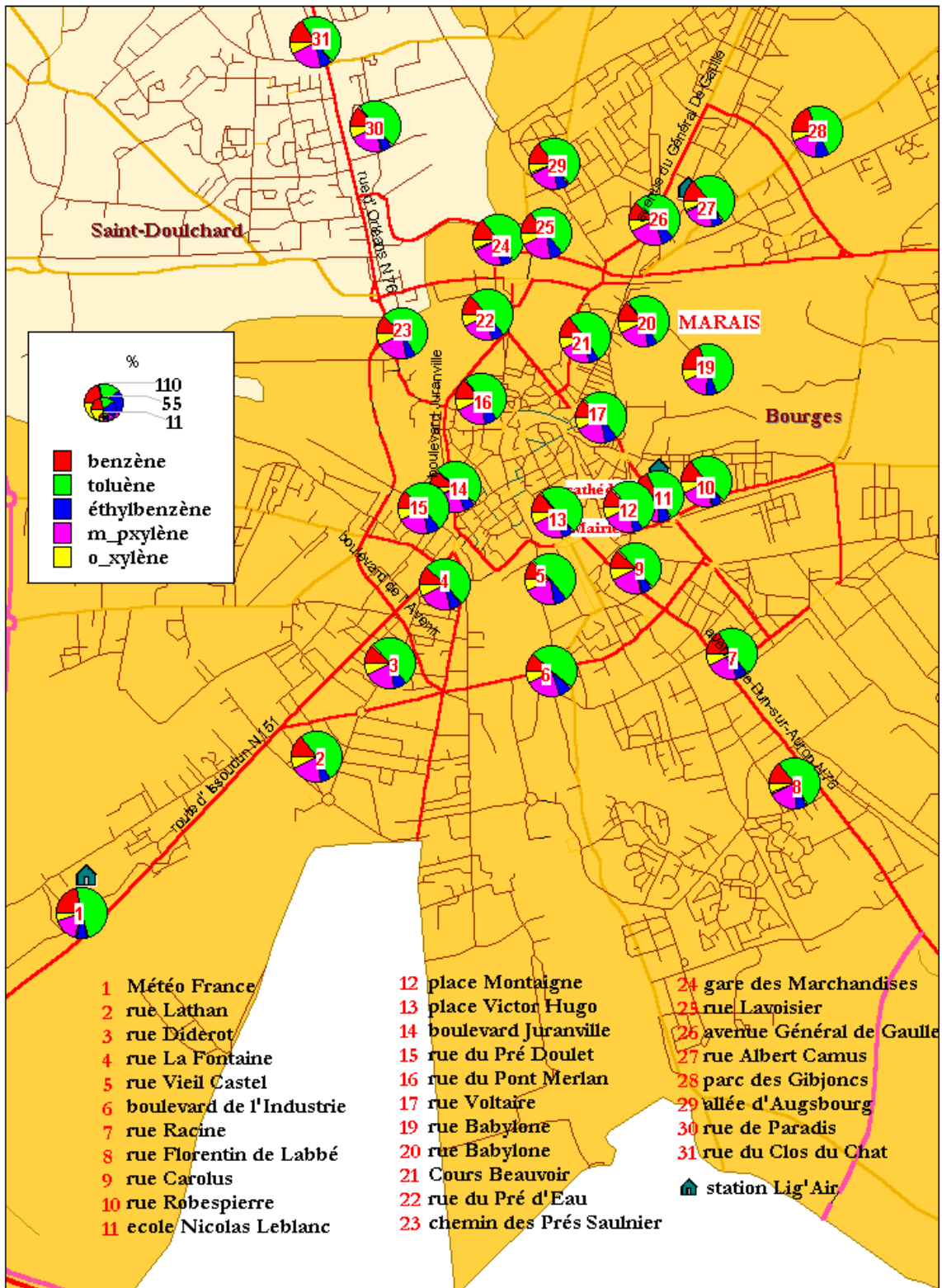
Les valeurs enregistrées (voir Tab ci-dessus et histogrammes page 12) ont oscillé entre 0.6 et 2.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le benzène, entre 1.6 et 15.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le toluène, entre 0.3 et 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'éthylbenzène, entre 0.2 et 2.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'o-xylène, entre 0.6 et 3.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le m+p-xylène. Les plus fortes concentrations ont été enregistrées sur les trois sites de proximité automobiles.

- Ces données ont été transférées dans le logiciel MapInfo afin de réaliser une cartographie de la répartition spatiale du benzène et du toluène.



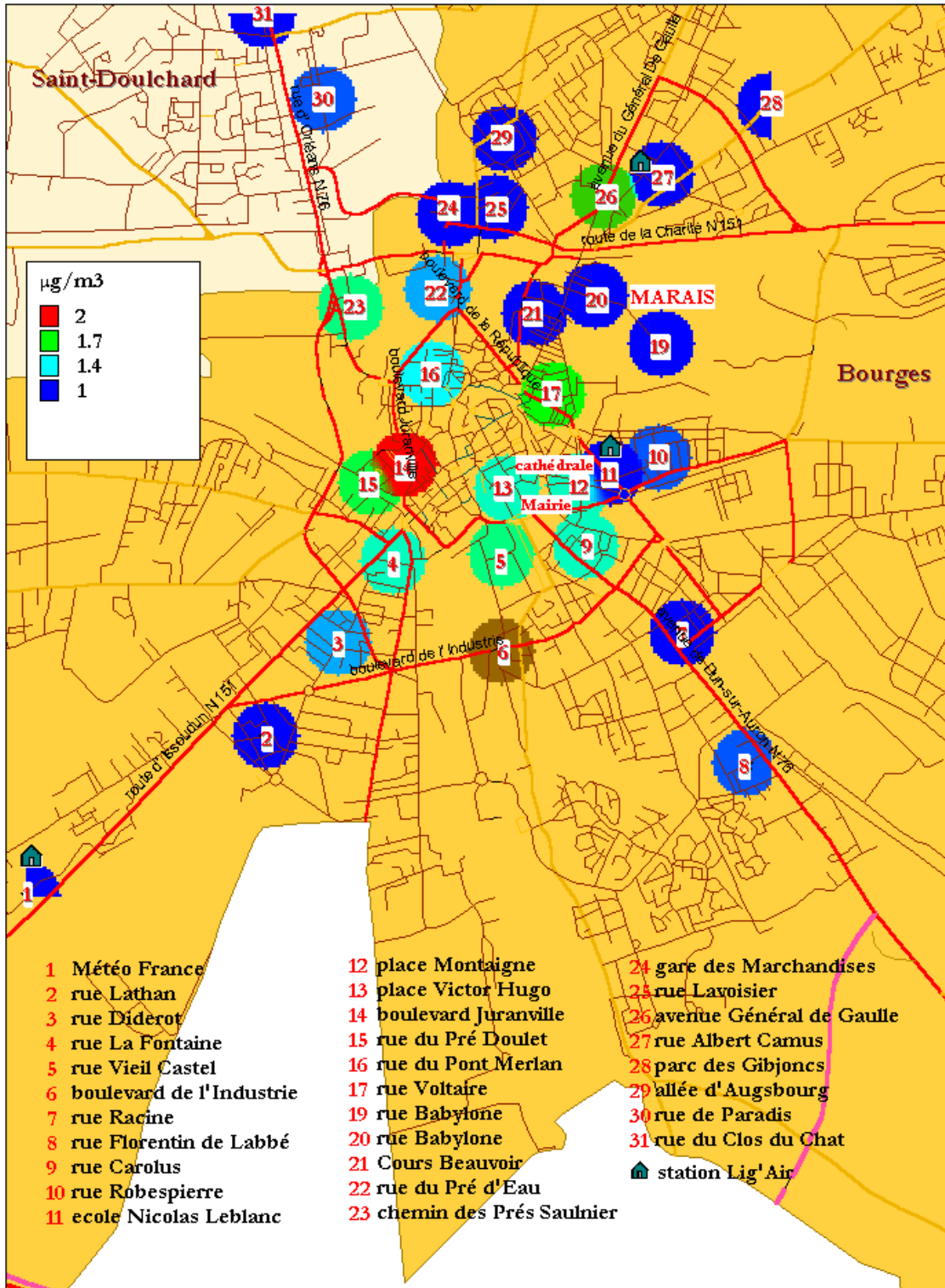
**Concentrations des BTEX sur BOURGES première série**

## Fréquence d'apparition de chacun des BTEX sur Bourges



Cartographie n° 1

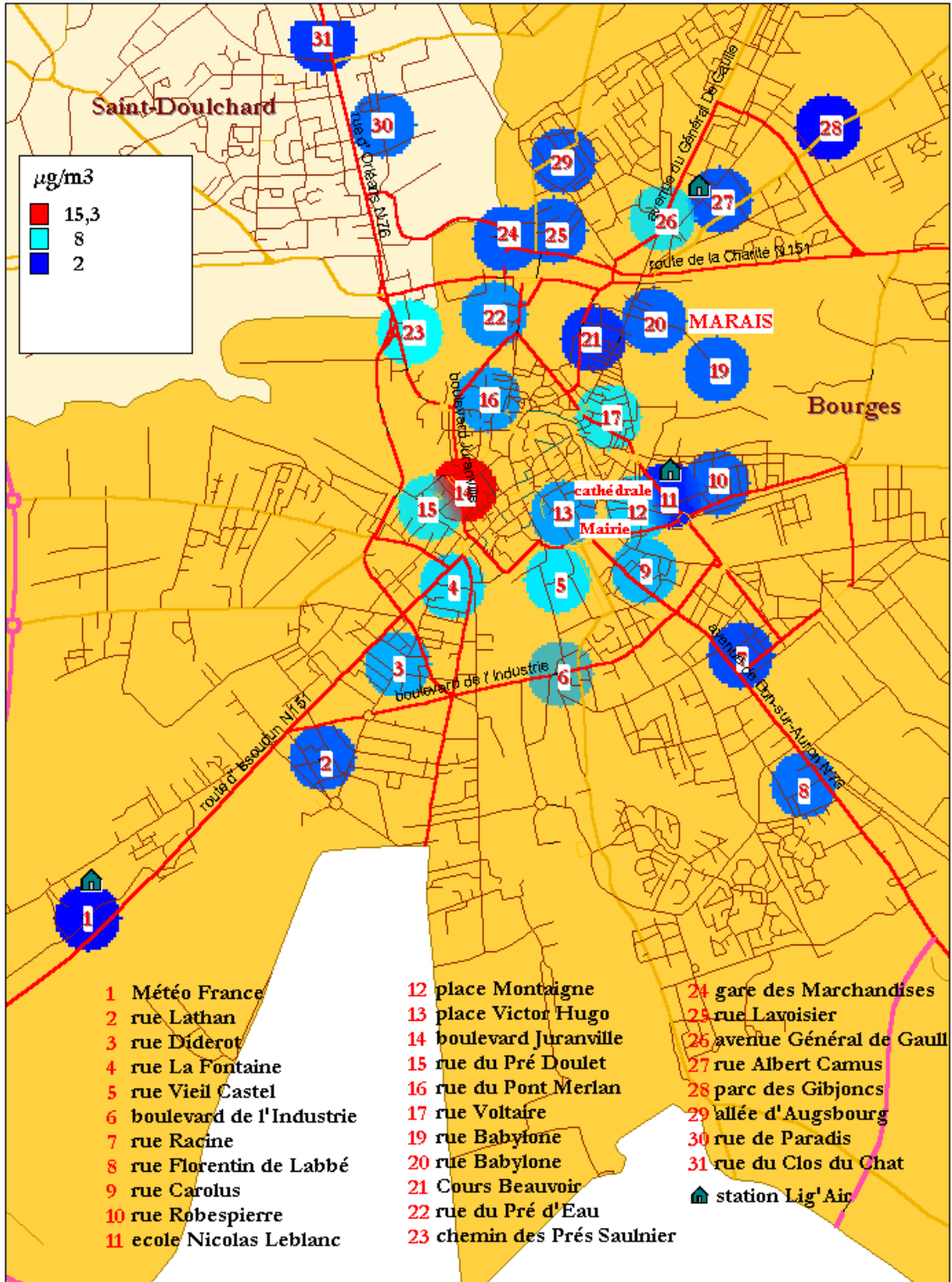
## Répartition spatiale du Benzène sur Bourges première période d'échantillonnage



Cartographie n°2



## Répartition spatiale du toluène sur Bourges première période d'échantillonnage



Cartographie n°3

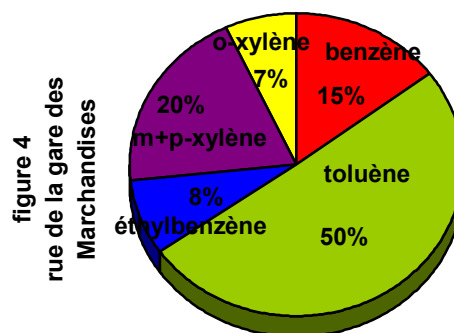
### I.3 Discussion

Pour cette étude, les concentrations obtenues sont restées relativement faibles.

La concentration maximale du benzène, seul polluant normé, mesurée sur quinze jours d'échantillonnage est de  $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette valeur reste inférieure à la valeur limite ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mais supérieure à l'objectif qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) calculé sur une année. A noter que les BTEX sont des polluants primaires qui possèdent une variation annuelle caractérisée par un maximum hivernale et un minimum estival (oxydation par les radicaux OH plus présents dans l'atmosphère en été). L'étude ayant été effectuée durant la saison estivale, on peut s'attendre à des concentrations supérieures l'hiver impliquant une augmentation de la moyenne annuelle qui se rapprocherait ainsi de la valeur limite.

La cartographie n° 1 représentant les fréquences d'apparition de chaque polluant montre que la fraction de concentration de chacun des composés par rapport à la somme des BTEX est restée constante sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette homogénéité suggère la présence d'une source prépondérante de ces composés dans la zone étudiée.

En prenant comme exemple le secteur du site 24 (figure 4), le toluène est le polluant le plus abondant près des sources d'émission (50% des BTEX se trouvent sous la forme de toluène, le benzène ne représentant qu'une petite proportion).



La cartographie n° 2 de la répartition des concentrations du benzène ainsi que celle de la répartition spatiale du toluène (cartographie n°3), montre l'existence d'un gradient de concentrations négatif du centre de la ville vers la périphérie. En effet, plus on s'éloigne des sources, moins ces polluants sont abondants.

Elle montre aussi que les niveaux les plus importants sont observés à proximité des axes à grandes circulations (boulevard de l'Industrie, boulevard de Juranville, avenue du Général de Gaulle).

L'absence de sources d'émission fixes au centre de la ville suggère que les concentrations des BTEX sont largement gouvernées par la source automobile.

Les conditions dispersives (vent fort du secteur *Ouest*) observées durant cette étude, expliquent les faibles concentrations des BTEX.

C'est pourquoi, afin d'observer de plus fortes concentrations et une exposition de la population à ces BTEX, il serait nécessaire de réaliser des mesures dans des conditions plus stables. L'hiver serait la saison la plus propice pour la réalisation d'une campagne en raison de la faible oxydation de ces composés dans l'atmosphère (diminution des puits chimique), des faibles températures et du peu de vent qui favoriseraient l'accumulation des polluants.

## II Répartition spatiale des BTEX et du styrène sur St Jean-de-Braye

### II.1 Caractérisation des période d'échantillonnage

#### □ Première période d'échantillonnage

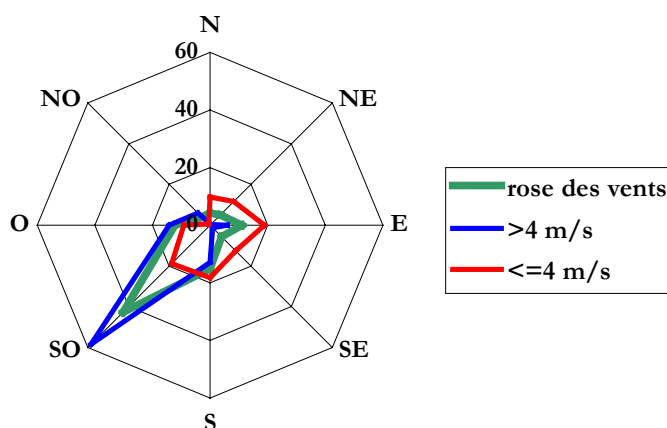


figure 5 : fréquence d'apparition (%) des vitesses et des classes de vent

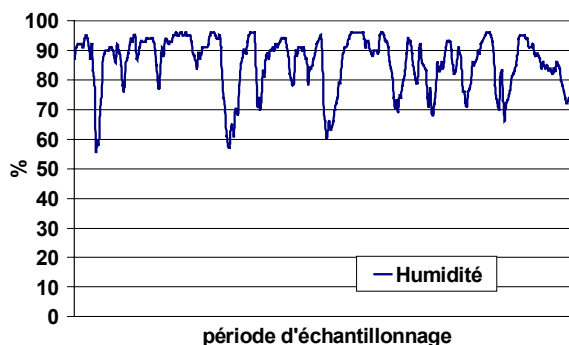
La rose des vents de la figure 5, montre que du 12 au 26 mars 2001, les masses d'air ont atteint St Jean de Braye principalement par le secteur *Sud-Ouest* (60 % des cas). Cette période a été dominée par des vents forts arrivant par ce secteur et assurant une bonne dispersion des polluants.

La température moyenne a été de 9,5 °C.

Le temps durant cette période a été relativement pluvieux.

Les conditions particulièrement dispersives, durant cette période, n'ont pas permis l'accumulation des polluants.

figure 6



#### □ Deuxième période d'échantillonnage

Cette deuxième période a été gouvernée par des vents provenant du secteur *Sud-Ouest* (~30% des cas) et surtout du secteur *Nord* (~35% des cas), favorable à l'installation d'un temps plus froid et sec.

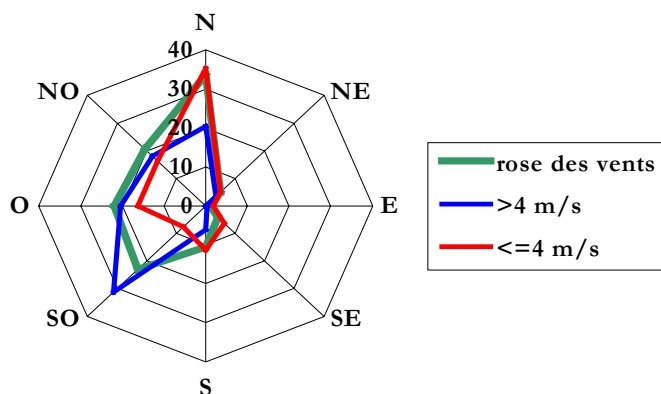


figure 7 : fréquence d'apparition(%) des vitesses et des classes du vent

Les vents dominants ont atteint l'agglomération par le secteur *Sud-Ouest*. La figure ci-contre montre que les vents faibles proviennent du secteur *Nord*, cette période a donc été plus propice à l'accumulation des polluants.

## II.2 Les concentrations mesurées

### ◆ Par les tubes

Sur l'ensemble des 19 tubes posés, seul 2 n'ont pas été retrouvés ( tubes 13 et 14 pour la série 1, tubes 13 et 9b pour la série 2). Pour chaque site, de la première à la deuxième période d'échantillonnage les concentrations enregistrées sont quasi constantes. ( voir tableau ci-dessous ).

| Site de mesure                  | réf.tube | Benzène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |         |          | Toluène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |         | Ethylbenzène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |         | o-xylène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |         | M+p-xylène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |         | Styrène $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |         | Tclo sur 8 heures |
|---------------------------------|----------|----------------------------------|---------|----------|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|----------------------------------|---------|-------------------|
|                                 |          | série 1                          | série 2 | VL année | série 1                          | série 2 | série 1                               | série 2 | série 1                           | série 2 | série 1                             | série 2 | série 1                          | série 2 |                   |
| Rue du Nicotin                  | 1        | 1,18                             | 1,2     | 5        | 5,14                             | 4,50    | 1,02                                  | 0,90    | 0,92                              | 0,80    | 2,53                                | 2,30    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Rue des Tarètes                 | 2        | 0,77                             | 0,8     | 5        | 2,60                             | 2,70    | 0,49                                  | 0,50    | 0,42                              | 0,40    | 1,26                                | 1,40    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Rue des Bas Avaux               | 3        | 0,69                             | 0,7     | 5        | 2,10                             | 2,10    | 0,38                                  | 0,40    | 0,37                              | 0,30    | 0,99                                | 1,00    | <1,5                             | 0,90    | 1591200           |
| parc de Charbonnière            | 4        | 0,55                             | 0,6     | 5        | 1,34                             | 1,40    | 0,21                                  | 0,30    | 0,23                              | 0,20    | 0,56                                | 0,60    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Rue de Belneuf                  | 5a       | 1,16                             | 1,2     | 5        | 5,46                             | 5,30    | 1,03                                  | 1,10    | 0,99                              | 0,90    | 2,70                                | 2,70    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Rue des Frères Lumière          | 5b       | 0,96                             | 1,0     | 5        | 4,98                             | 4,40    | 1,08                                  | 0,80    | 1,09                              | 0,70    | 3,17                                | 2,10    | 25,83                            | 25,70   | 1591200           |
| Rue Blaise Pascal               | 5c       | 0,77                             | 0,8     | 5        | 3,80                             | 3,10    | 0,71                                  | 0,70    | 0,69                              | 0,70    | 1,98                                | 1,90    | <1,5                             | 3,20    | 1591200           |
| Rue de l'Orme Gateau            | 6        | 1,35                             | 1,1     | 5        | 5,82                             | 4,50    | 1,56                                  | 1,10    | 1,57                              | 1,10    | 3,99                                | 2,80    | 3,98                             | 3,20    | 1591200           |
| école J.Prévert                 | 7        | 0,77                             | 0,9     | 5        | 2,46                             | 2,90    | 0,46                                  | 0,60    | 0,43                              | 0,50    | 1,11                                | 1,40    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Piscine                         | 8        | 0,74                             | 0,8     | 5        | 2,09                             | 2,20    | 0,37                                  | 0,50    | 0,35                              | 0,40    | 0,96                                | 1,10    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Bd Marie Stuart                 | 9a       | 1,69                             | 1,4     | 5        | 8,57                             | 7,20    | 1,70                                  | 1,70    | 1,57                              | 1,70    | 4,10                                | 4,90    | 1,46                             | 6,30    | 1591200           |
| Rue de la Burelle               | 9b       | 1,05                             |         | 5        | 5,34                             |         | 1,15                                  |         | 0,89                              |         | 2,55                                |         | <1,5                             |         | 1591200           |
| Rue de la Croix de Pierre       | 10       | 0,83                             | 0,9     | 5        | 3,14                             | 8,60    | 0,57                                  | 1,20    | 0,70                              | 2,30    | 1,56                                | 3,50    | 1,81                             | 4,60    | 1591200           |
| Rue de la Griffonnerie          | 11       | 0,90                             | 1,0     | 5        | 3,61                             | 4,00    | 0,64                                  | 0,80    | 0,59                              | 0,70    | 1,60                                | 1,90    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Mairie                          | 12       | 0,95                             | 0,8     | 5        | 3,85                             | 3,00    | 0,65                                  | 0,60    | 0,63                              | 0,50    | 1,65                                | 1,40    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| St Loup                         | 13       |                                  |         |          |                                  |         |                                       |         |                                   |         |                                     |         |                                  |         |                   |
| rue Louis pasteur               | 14       |                                  | 0,9     | 5        |                                  | 3,60    |                                       | 0,70    |                                   | 0,70    |                                     | 1,90    |                                  | 1,10    | 1591200           |
| Rue Promenade du Front de Loire | 15       | 0,72                             | 0,8     | 5        | 2,13                             | 3,00    | 0,39                                  | 0,60    | 0,34                              | 0,50    | 0,94                                | 1,40    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |
| Rue Malvoisine                  | 16       | 0,61                             | 0,8     | 5        | 1,47                             | 2,40    | 0,25                                  | 0,40    | 0,24                              | 0,40    | 0,61                                | 1,10    | <1,5                             | <0,8    | 1591200           |

Tclo :dose toxique par inhalation la plus basse déterminée chez l'homme.

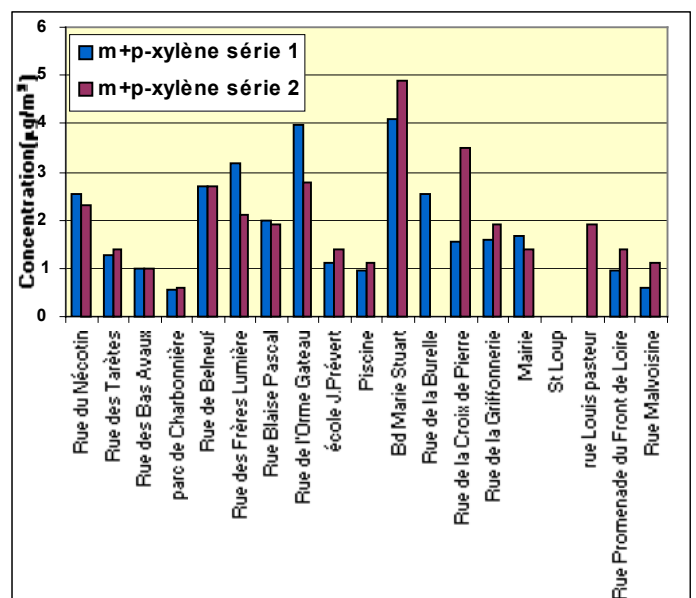
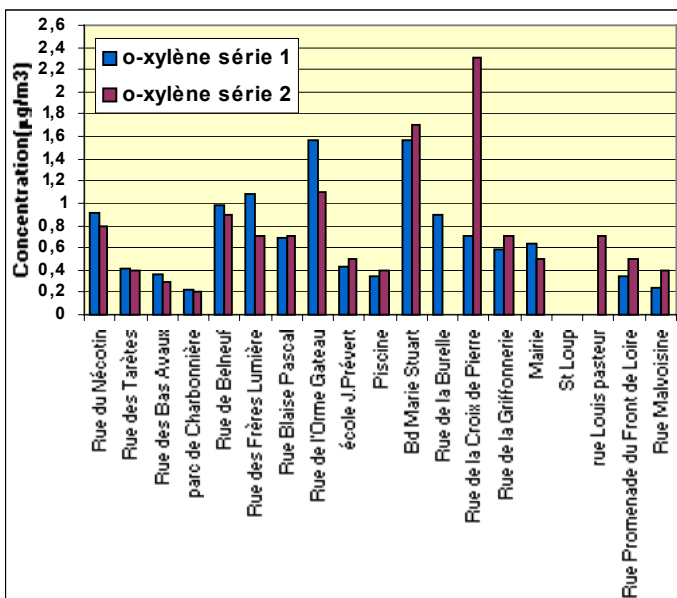
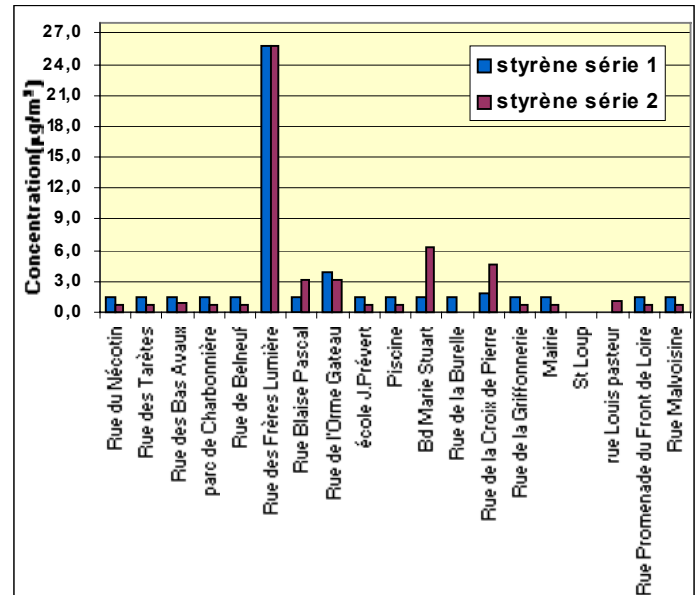
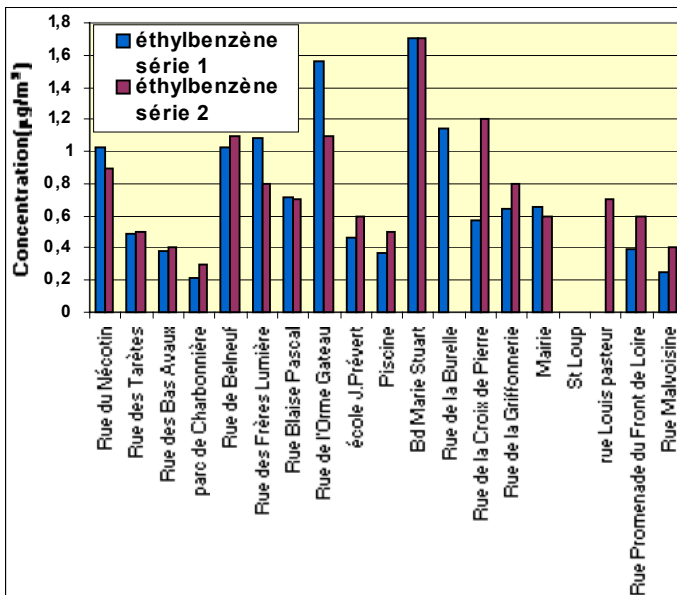
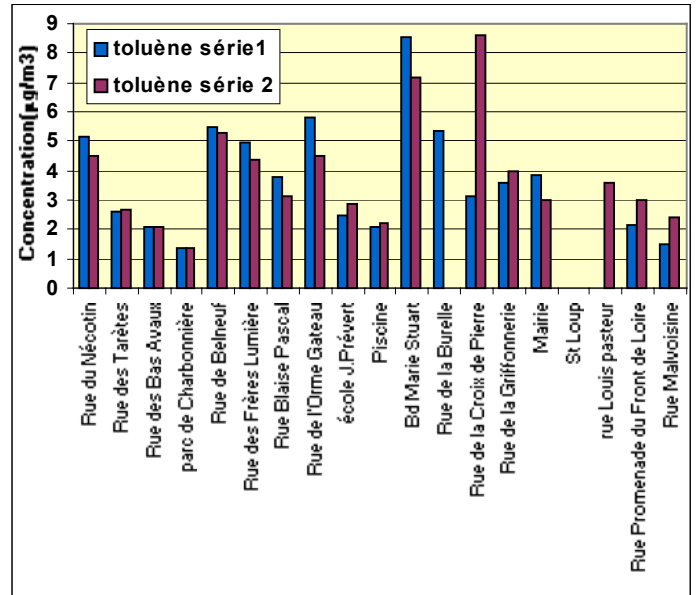
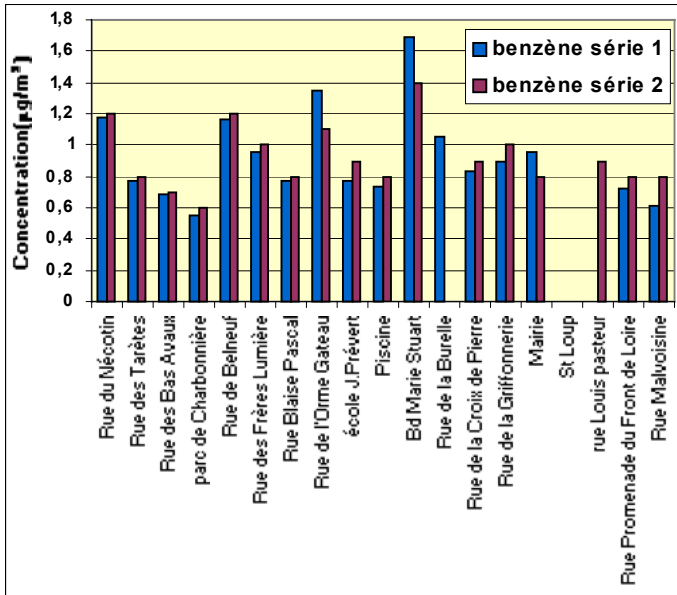
Les niveaux de la majorité des polluants ont cependant doublé sur le site 10 (rue de la Croix de Pierre).

Egalement, une nette différence est à noter entre les deux périodes de mesure sur les concentrations de styrène sur le site 9a (boulevard Marie Stuart).

Le toluène est le polluant qui a enregistré les plus fortes concentrations.

Pour le styrène, pour la première période d'échantillonnage, 13 sites sur 19 ont mesuré des valeurs inférieures à la limite de détection ( $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La deuxième période analysée a obtenu plus de résultats, 10 sites sont inférieurs à la limite de détection ( $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

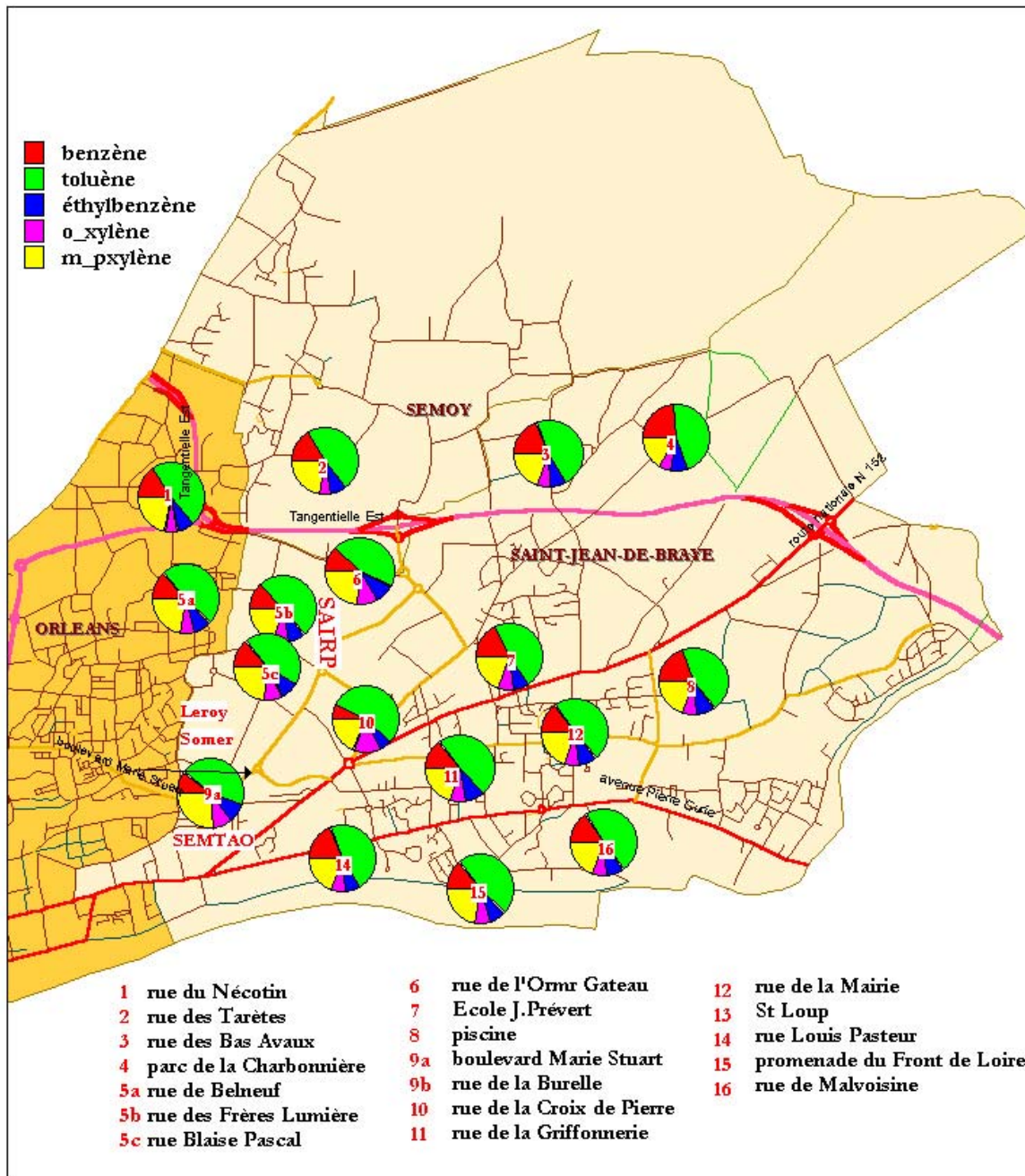
➤ Les données des concentrations ont été transférées dans le logiciel MapInfo qui a permis de réaliser une cartographie de la répartition spatiale du benzène et du styrène.



**Concentrations des BTEX et du Styrene sur St Jean de Braye**

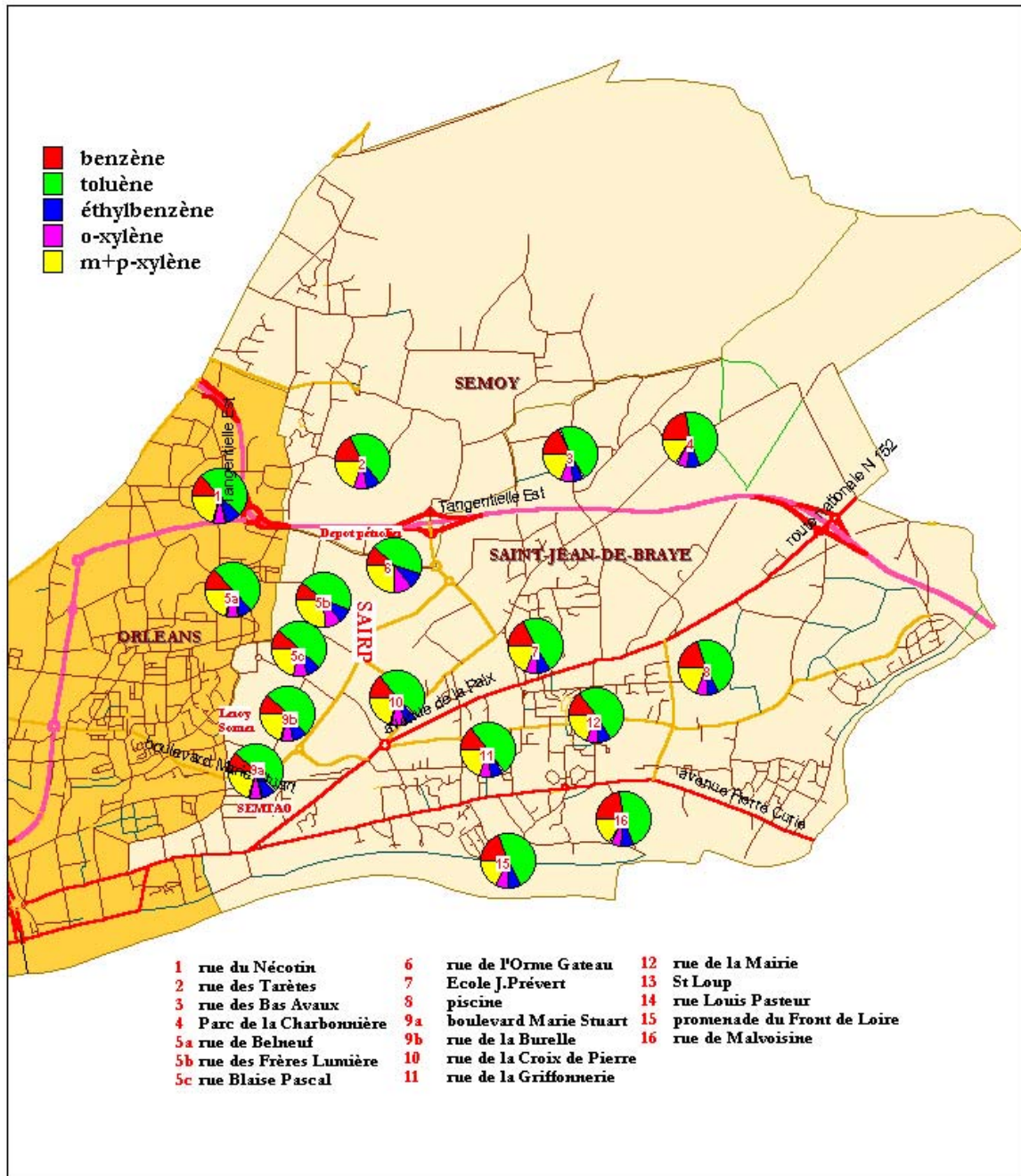
## Fréquence d'apparition (%) de chacun des BTEX sur St Jean de Braye

### Deuxième période d'échantillonnage



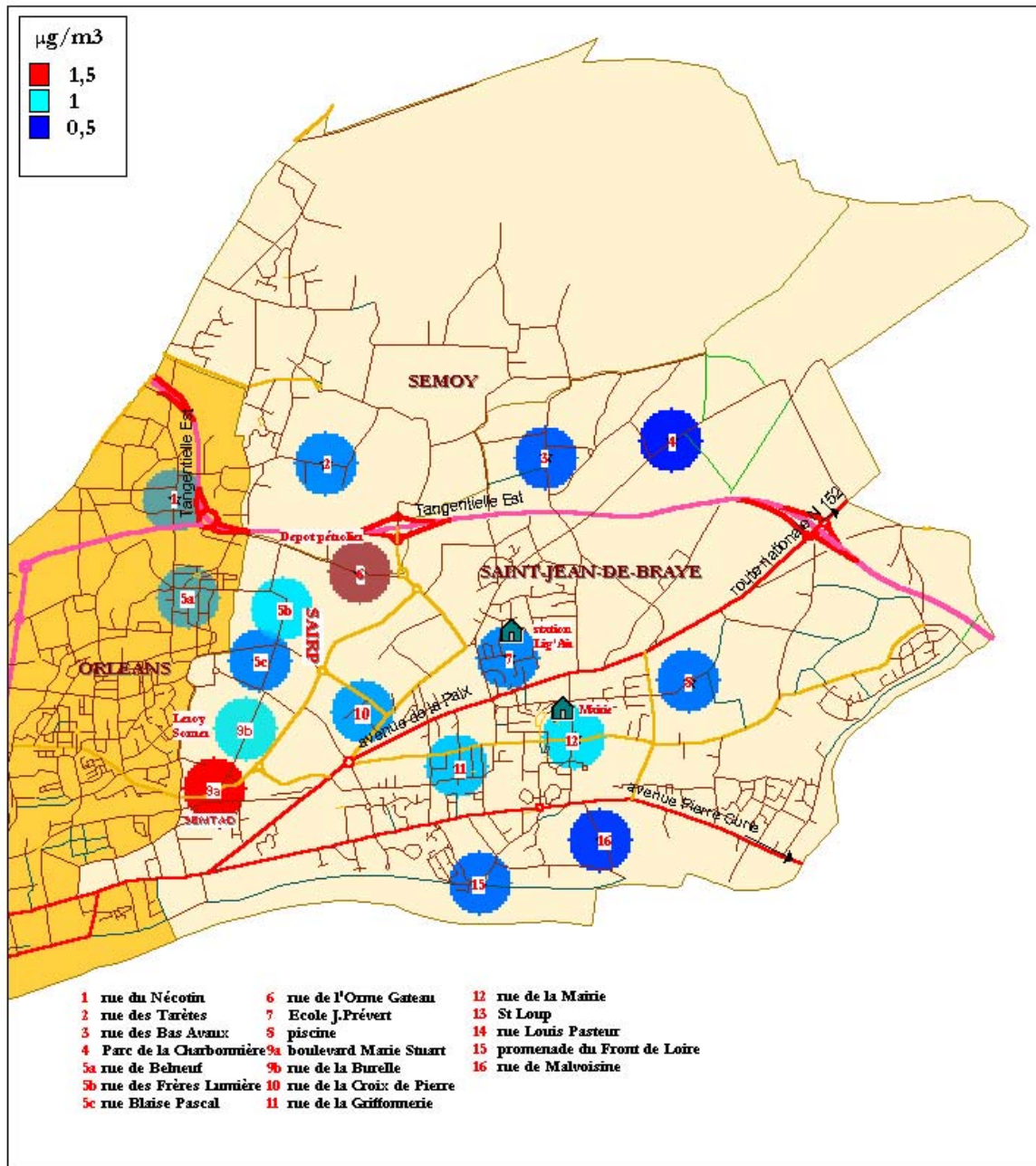
*Cartographie n° 4*

## Fréquence d'apparition (%) de chacun des BTEX sur St Jean de Braye première période d'échantillonnage



Cartographie n ° 5

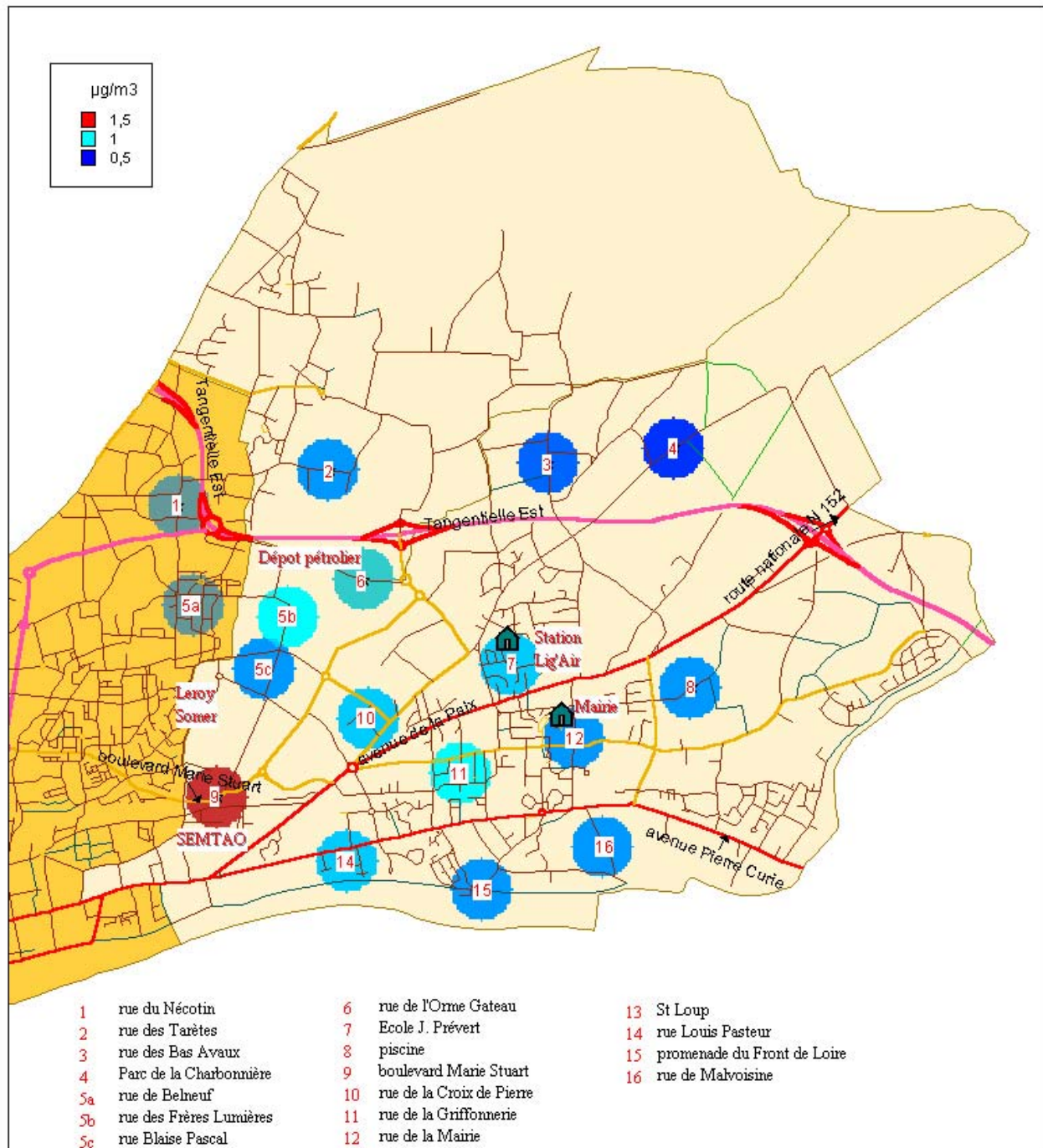
## Répartition du Benzène sur St Jean de Braye Première période d'échantillonnage



*Cartographie n ° 6*

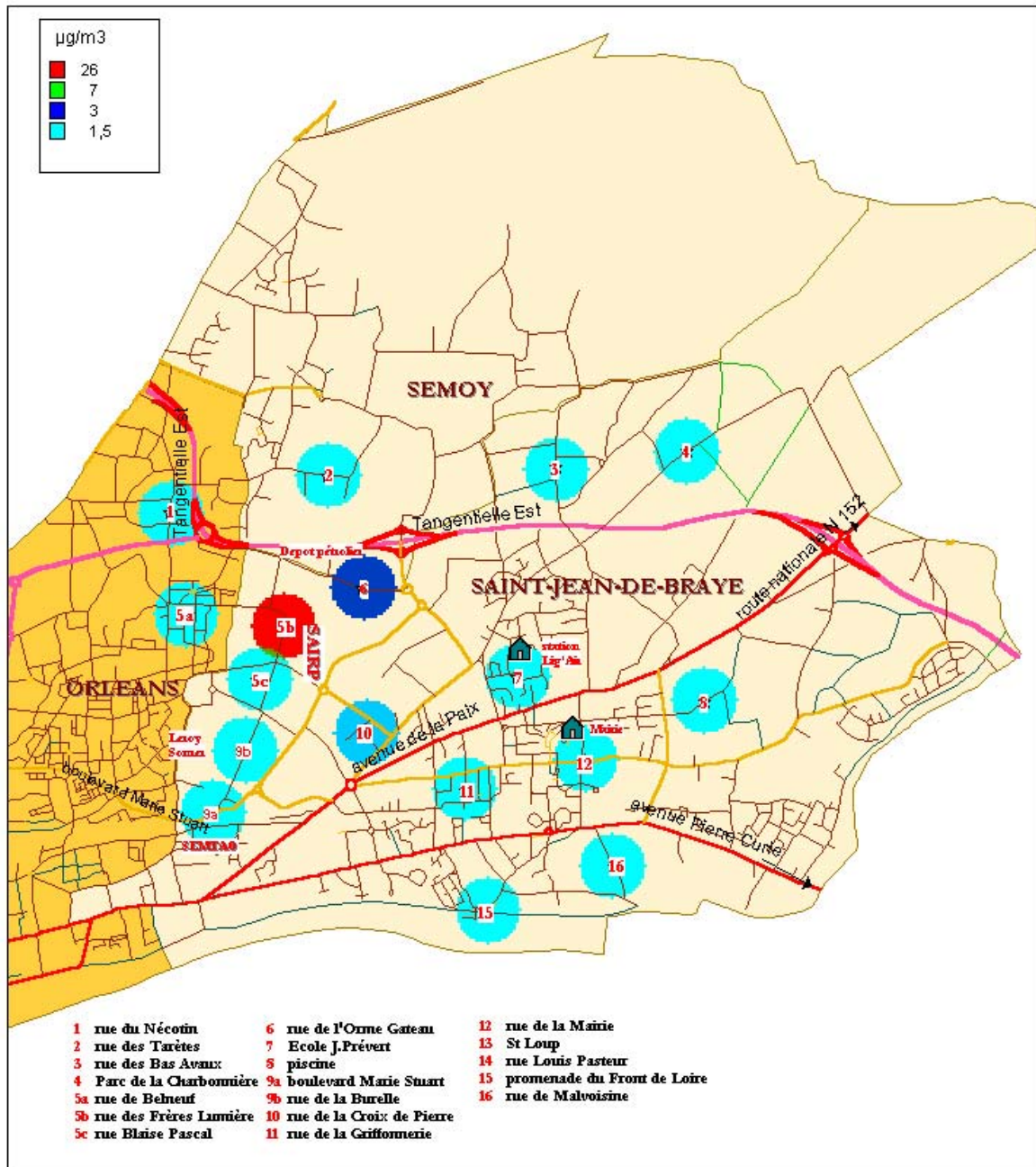


## Répartition du Benzène sur Saint-Jean-de-Braye Seconde période d'échantillonnage



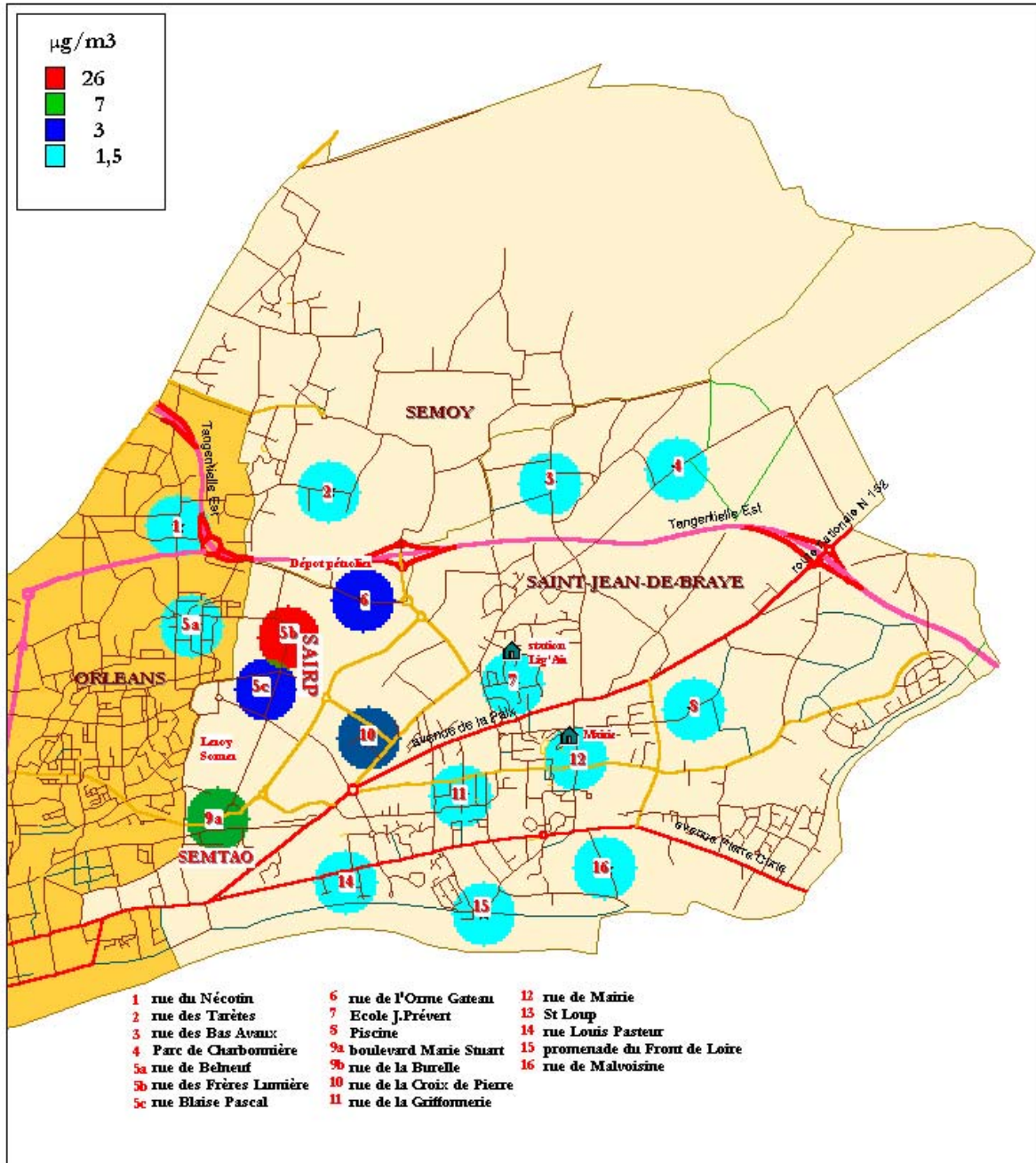
*Cartographie n° 7*

## Répartition spatiale du Styrène sur St Jean de Braye première période d'échantillonnage



*Cartographie n° 8*

## Répartition spatiale du styrène sur St Jean de Braye Deuxième période d'échantillonnage



*Cartographie n° 9*

## II.3 Discussion

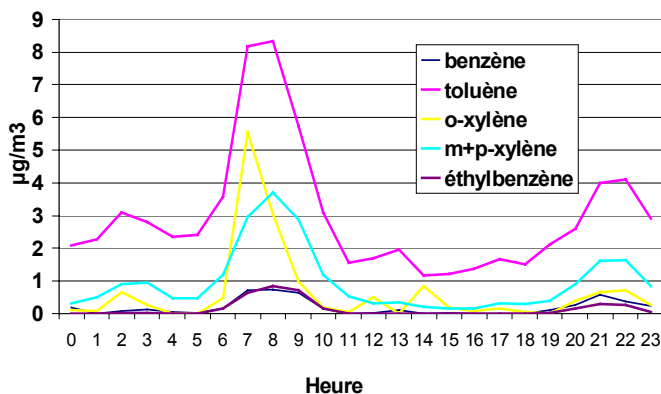
### ❖ Les BTEX

Sur les deux périodes d'échantillonnage, les concentrations des polluants sur les différents sites de mesures sont peu élevées.

Les valeurs horaires mesurées, durant l'étude, par l'analyseur de BTEX placé en parallèle au tube 7 (école J.Prévert) sont également relativement faibles. La moyenne des concentrations du benzène, sur la totalité de la période analysée a été de  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette valeur reste nettement inférieure à la valeur qualité annuelle ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

En ce qui concerne la fraction de chacun des polluants par rapport à la somme des BTEX, cette étude est similaire à celle de Bourges. En effet la fraction de chaque polluant est restée constante sur l'ensemble de l'agglomération laissant suggérer l'existence d'une source prédominante (circulation automobile) des BTEX.

Pour confirmer cette observation, le profil moyen journalier des polluants (figure 8), a été tracé, à partir des valeurs horaires mesurées par l'analyseur de la station.



Ce profil suit le même cycle que celui de la circulation automobile caractérisée par un maxima journalier correspondant à l'heure de pointe du matin.

figure 8: profil moyen journalier des BTEX

Les mesures du benzène (cartographie n° 6 et n° 7) se répartissent de façon homogène sur l'ensemble de l'agglomération.

Le tube 9b (boulevard Marie Stuart) a été placé à proximité d'une société de transports urbains et d'un feu de signalisation sur un grand axe routier ralentissant la circulation automobile. Les caractéristiques de ce site peuvent expliquer en partie le pic de concentration de benzène observé sur ce point de prélèvement.

Le pic du benzène observé sur le site 6 (rue de l'Orme Gateau près du dépôt pétrolier), peut être expliqué par la présence du dépôt pétrolier mais aussi par une circulation relativement intense en particulier des poids lourds dans ce secteur.

Une légère différence est à noter entre les deux cartographies de la répartition du benzène. Les conditions dispersives de la première période d'échantillonnage n'ont pas été favorables à l'obtention de concentrations très élevées. En revanche les conditions plus stables du mois d'avril ont permis d'observer un léger accroissement des concentrations à l'exception de deux sites (9a et 6, les deux sites les plus exposés au trafic routier). En raison de l'installation de ce temps plus stable et d'une période d'échantillonnage plus longue, les concentrations attendues pour le deuxième jeu de mesure auraient dû être plus importantes. Seulement les vacances de Pâques du 15 au 30 avril provoquant une diminution notable de la circulation automobile peuvent expliquer la faible augmentation, voir la régression des concentrations sur la deuxième période.

### ❖ Le styrène

Les cartographies 8 et 9 du styrène montrent que les valeurs se répartissent suivant un gradient de concentrations négatif à partir du site 5b (rue des Frères Lumière) vers le *Nord-est* et *Sud-ouest* de la ville. Le vent dominant du secteur *Sud-Ouest/Nord-est* explique en partie ce profil.

La forte concentration de styrène mesurée sur le site 5b suggère l'existence d'une source d'émission de ce polluant dans ce secteur.

Cette source de styrène est différente des BTEX ( la répartition spatiale des BTEX est plus homogène que celle du styrène). Il pourrait donc s'agir d'une source industrielle.

### ♦ Localisation de la source d'émission du styrène

Le profil journalier des polluants mesurés par l'analyseur a mis en évidence des pics d'o-xylène. En regardant plus en détail le profil horaire de ce composé sur trois jours ( non inclus dans les périodes d'échantillonnage ) représentatifs de ces pics, on s'aperçoit que ses valeurs enregistrées sont négligeables à l'exception de deux maxima qui dépassent ceux du toluène, le composé le plus présent près des sources d'émission.

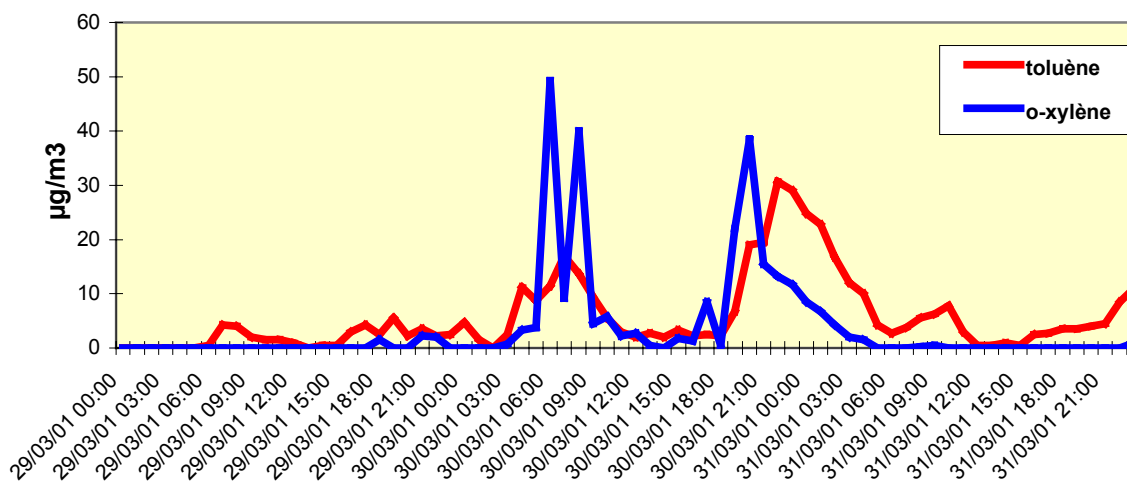


figure 9: profil horaire du toluène et de l'o-xylène du 29 au 31 mars 2001

Ces pics de concentrations se produisant souvent la nuit, apparaissent de façon aléatoire d'un jour à l'autre et même au sein d'une même journée. Ceci suggère la présence d'une autre source de ce composé sur la ville de St Jean de Braye.

Cependant, une étude menée par l'école des mines de Douai par le type d'analyseur utilisé par Lig'Air pour cette étude, montre que le pic chromatographique de l'o-xylène sort en même temps que celui du styrène. Par conséquent, les concentrations enregistrées durant cette étude peuvent être considérées comme étant la somme de celles de l'o-xylène et du styrène.

Pour mieux comprendre ce phénomène, la direction du vent et les concentrations d'o-xylène (additionnées éventuellement à celles du styrène) ont été mises en parallèles. Une corrélation est mise en évidence entre les deux paramètres.

En effet les valeurs les plus élevées ont été enregistrées lorsque les masses d'air provenaient des secteurs *sud-ouest* à *Nord-ouest* (entre 225° et 315°).

A noter que les secteurs *Est* correspondent à : 0-180° et que Les secteurs *Ouest* correspondent à : 180-360°.

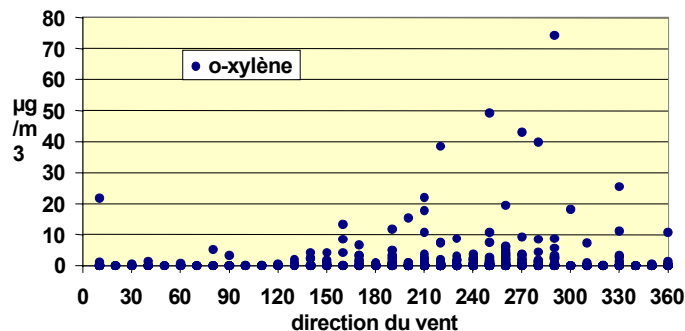


figure 10: répartition de l'o-xylène en fonction de la direction du vent

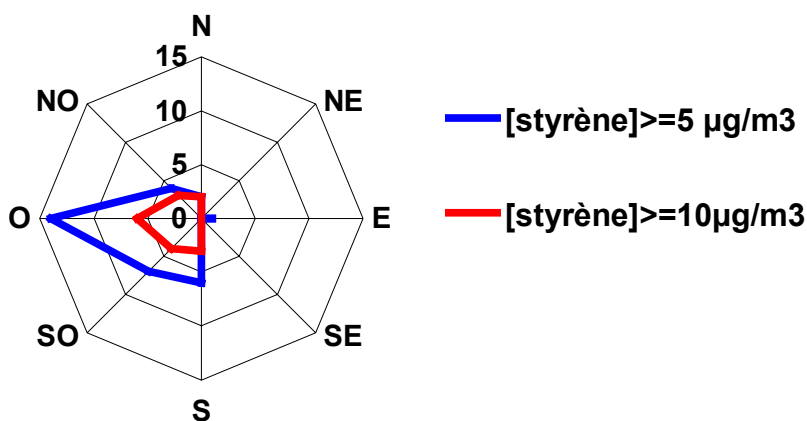


figure 11: rose effectuée sur 1104 données horaires

Remarquons que la station d'analyse est installée à l'est de la zone industrielle de St Jean de Braye. Elle se trouve sous le panache de la source d'émission du styrène, lors du déplacement des masses d'air provenant des secteurs SO à NO comme nous pouvons le constater sur la rose des vents ci- contre.

Même si ces fortes concentrations ne représentent que 3% des observations (34 valeurs  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et 18 valeurs  $\geq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 1104 valeurs), cette étude permet donc d'affirmer que la zone industrielle, située à l'ouest de l'agglomération de St Jean de Braye est la source d'émission du styrène. En effet une entreprise dans ce secteur rejette du styrène dans l'air, ce polluant étant utilisé dans ses processus industriels.

Lors de leur déplacement, les masses d'air, poussées par le vent dominant du *Sud-ouest*, ont transporté dans le panache de la source d'émission, le polluant.

Durant la première période d'échantillonnage, la turbulence atmosphérique fut importante. Les vents forts, du *Sud-Ouest* assurant un bon brassage de l'air, ont accru la dispersion et la dilution du styrène. En revanche les conditions moins dispersives de la deuxième période, notamment grâce au faible vent provenant du secteur Nord ont été favorables à l'accumulation du polluant engendrant ainsi des niveaux de concentrations plus élevés.

### III avantages et limites des tubes passifs

Cette technique d'échantillonnage est un moyen intéressant pour spatialiser la présence d'un polluant sur une ville ou une agglomération voir une région. Les concentrations restent relatives les unes par rapport aux autres, permettant d'identifier les zones les plus polluées. Ils caractérisent une pollution moyenne.

#### ▪ Limites de la méthode

La précision de la méthode reste incertaine et sensible aux conditions météorologiques (vitesse du vent, humidité, température). Ils ne permettent pas le suivi en continu d'un polluant et par conséquent la mise en évidence d'épisodes de pollution aiguës (comme pour l'ozone).

## **CONCLUSION**

Ce stage effectué à Lig'Air m'a permis d'être au cœur d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air et de découvrir ainsi son fonctionnement au quotidien.

Les études réalisées par la méthode de l'échantillonnage passif sur les deux villes de la région Centre ont mis en évidence l'avantage de cette technique pour spatialiser la pollution.

L'analyse des cartographies du benzène et du styrène sur la commune de Saint-Jean-de-Braye a notamment permis de distinguer une répartition spatiale de type industrielle (styrène) d'une répartition de type trafic (BTEX) plus homogène. L'étude réalisée pour le styrène et en particulier l'analyse de cette pollution diffuse par rapport aux conditions météorologiques, suggère une mise en application de nouvelles campagnes de mesure de ce composé dans des conditions météorologiques plus favorables à l'accumulation des polluants.

L'influence de ces conditions plus ou moins dispersives sur les niveaux de concentration est en effet un paramètre à prendre en compte pour la détermination des périodes de mesure.

Les faibles quantités de benzène adsorbé par les tubes sur quinze jours d'échantillonnages sur les deux communes de la région Centre, en raison de conditions météorologiques trop dispersives, suggèrent que la saison hivernale, d'après quelques observations, devrait être une saison plus propice pour spatialiser la pollution diffuse sur ces deux villes.

Même si les incertitudes sur la précision des mesures demeurent importantes l'utilisation des tubes à diffusion passive sera de plus en plus développée par les réseaux. Prochainement deux campagnes de mesure des BTEX par cette technique sont d'ailleurs programmées sur les villes d'Orléans et Tours. Les études réalisées sur Bourges et Saint-Jean-de-Braye, ont permis de mettre en évidence qu'une période plus hivernale serait donc plus favorable à la mise en œuvre de ces campagnes à venir.

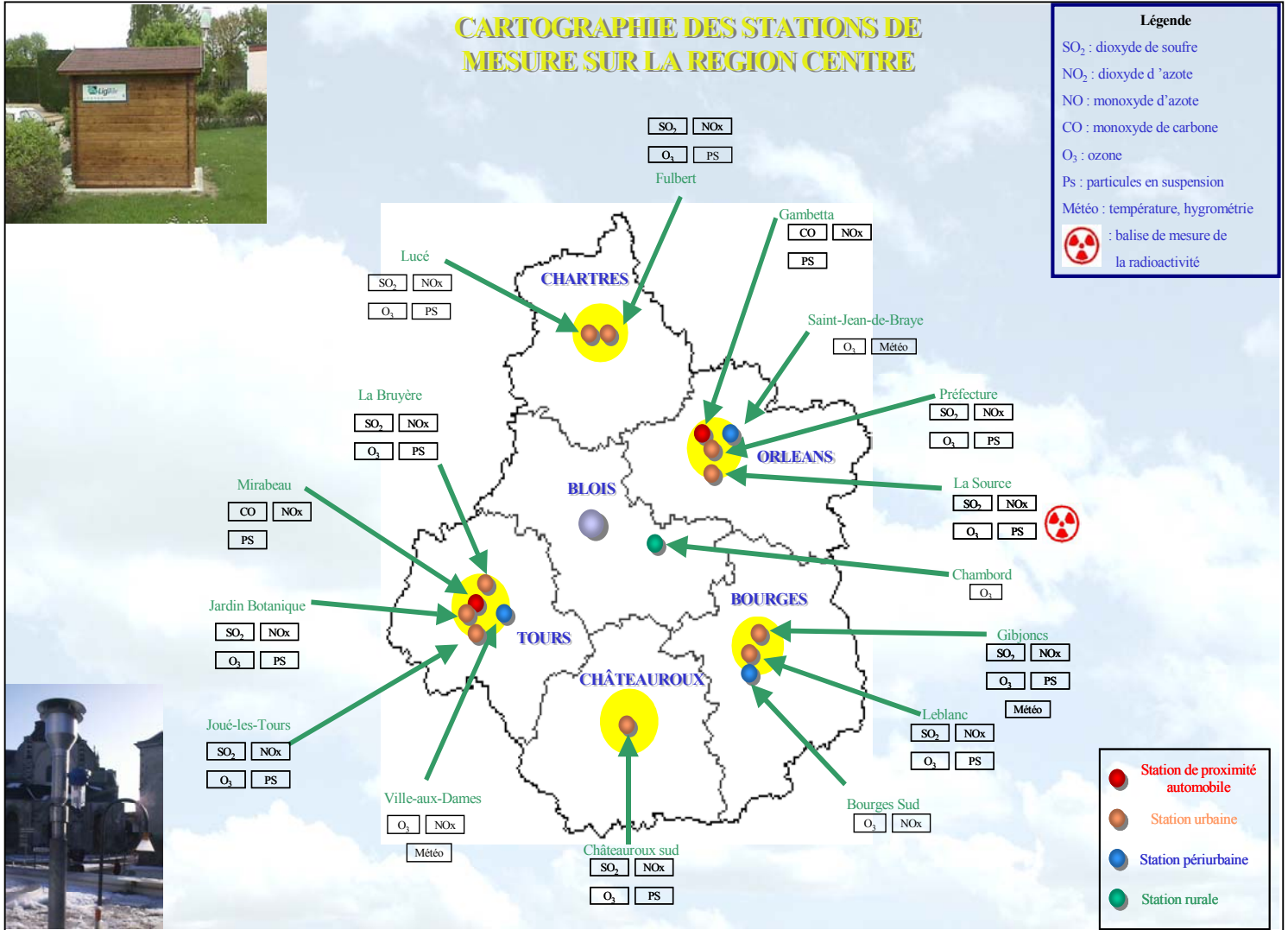
## **BIBLIOGRAPHIE**

- Rapport d'activité des écoles de mine de Douai- *synthèse de l'expérience acquise par les réseaux par l'échantillonnage passif du NO2*- Segunda GARCIA-FOUQUE, Jean-Luc HOUDRET, Hervé PLAISANCE Mai 2000.
- Rapport d'activité de l'école des mines de Douai- *Echantillonnage passif par tube à diffusion application au dioxyde d'azote NO2*- Jean Luc HOUDRET Novembre 1997.
- Environment Institue- *Validation of Radiello Diffusive Sampler for Monitoring Ozone in Ambient Air*- F.Detimmerman, E. De Saeger, M.Gerboles, L.Amantini 2000.
- Internet http : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- Internet http : [www.erudit.org/erudit/gpq/v52no2/marcoux/marcoux.html](http://www.erudit.org/erudit/gpq/v52no2/marcoux/marcoux.html).





## ANNEXES



## Les Seuils de pollutions

Pour chaque polluant surveillé par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air agréés, est fixé des seuils d'alerte et des valeurs limites qui ne doivent pas être dépassés.

En cas de dépassement, des mesures d'urgence doivent être mises en application afin de diffuser l'information auprès de la population.

*Niveaux d'information* : le public doit être informé par l'intermédiaire de la préfecture (risque sanitaire...).

*Niveaux d'alerte* : la population est alertée. Le préfet peut prendre la décision par exemple de restreindre la circulation automobile.

| Polluant<br>(moyenne horaire<br>en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Niveaux de pollution     |                 |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|
|                                                               | Niveau<br>d'information* | Niveau d'alerte |
| SO <sub>2</sub>                                               | 300                      | 600             |
| NO <sub>2</sub>                                               | 200                      | 400             |
| O <sub>3</sub>                                                | 180                      | 360             |

\* L'un des polluants doit être dépassé sur au moins 2 stations urbaines de fond.

