

# Etat initial de la qualité de l'air du Boulevard Urbain de Saint-Etienne secteur de Châteaureux



**Septembre - octobre 2003**



Association de Mesure de la Pollution  
Atmosphérique de Saint-Etienne et  
du département de la Loire

2, Rue Chanoine Ploton  
42 000 Saint-Etienne  
Tél. : 04.77.91.18.80 / Fax : 04.77.91.18.84

Internet : [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org)

**AMPASEL**  
**E-03.09/2**





Étude réalisée à la demande de Saint-Etienne Métropole  
dans le cadre de l'aménagement du Boulevard Urbain  
dans le secteur de Châteaureux à Saint-Etienne.

Remerciements au Lycée Claude Fauriel et à la société CASINO  
de nous avoir permis d'implanter des stations de mesures ponctuelles  
dans l'enceinte de leurs établissements.

### **Conditions de diffusion des données**

- ❖ Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données à conditions que l'utilisation partielle ou totale de ce document fasse référence à l'Association AMPASEL.
- ❖ Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- ❖ Sur demande, AMPASEL met à disposition les caractéristiques techniques de mesure et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre.



## SOMMAIRE

<b>CONTEXTE</b>	<b>5</b>
<b>1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE</b>	<b>6</b>
<b>A - LES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES</b>	<b>6</b>
<b>B - MOYENS TECHNIQUES MIS EN ŒUVRE</b>	<b>8</b>
A - ANALYSEURS AUTOMATIQUES	8
B - ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS	9
<b>C - STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE</b>	<b>10</b>
A - EMPLACEMENTS DES STATIONS AUTOMATIQUES D'AMPASEL	11
B - EMPLACEMENTS DES ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS	11
<b>2. BILAN DE LA CAMPAGNE DE MESURE</b>	<b>1</b>
<b>A - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES</b>	<b>1</b>
<b>B - INDICE ATMO DE SAINT-ÉTIENNE</b>	<b>1</b>
<b>C - NIVEAUX DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES MESURÉS</b>	<b>2</b>
A - OXYDES D'AZOTE	2
B - MONOXYDE DE CARBONE	5
C - PARTICULES EN SUSPENSION	7
<b>D- RÉPARTITION SPATIALE DES POLLUANTS</b>	<b>9</b>
A - RÉPARTITION MENSUELLE DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE	10
B - RÉPARTITION DES CONCENTRATIONS MOYENNES EN BENZÈNE	11
C - RÉPARTITION DES CONCENTRATIONS MOYENNES EN BENZÈNE, TOLUÈNE, XYLÈNES	12
D - TRANSECTS DE POLLUTION	14
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>27</b>
ANNEXE 1 : LE CADRE RÉGLEMENTAIRE DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT	17
ANNEXE 2 : DESCRIPTION DES SITES DE MESURE PONCTUELS	18
ANNEXE 3 : RÉSULTATS DE MESURES (PÉRIODE 23 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2003)	20
ANNEXE 4 : PROFILS HORAIRES RUE ETIENNE MIMARD ET MONTAT DU 23/09 AU 3/11/2003	21
ANNEXE 5 : VALIDATION DES MESURES PAR ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS	24
ANNEXE 6 : REPRÉSENTATION SPATIALE DES CONCENTRATIONS DE DIOXYDE D'AZOTE PAR CAMPAGNE	26
ANNEXE 7 : REPRÉSENTATION SPATIALE DES CONCENTRATIONS DE BENZÈNE PAR CAMPAGNE	28

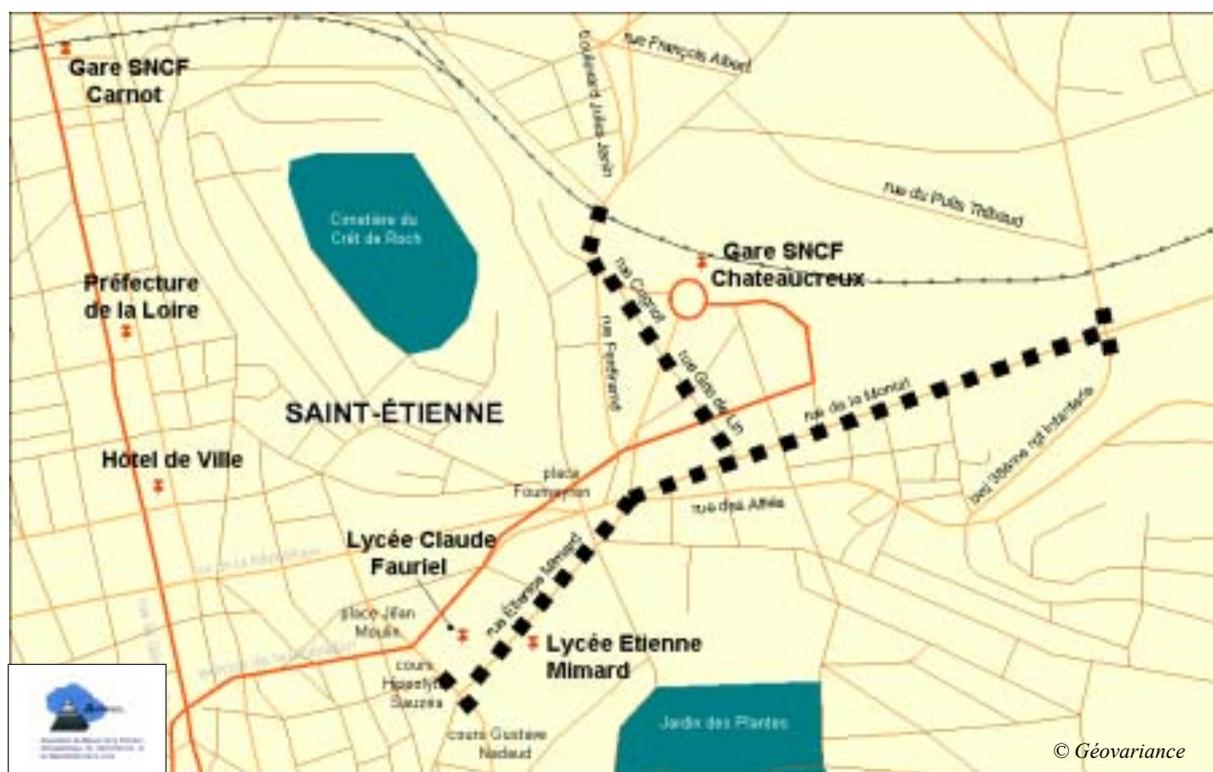


## CONTEXTE

La création pour 2006 d'une seconde ligne de Transports en Commun en Site Propre et l'aménagement d'un pôle d'échange à Châteaueux, définis par les orientations du Plan de Déplacement Urbain de l'agglomération stéphanoise nécessitent pour une bonne gestion des flux de circulation dans ce secteur un réaménagement du boulevard urbain.

Les modifications d'itinéraires engendrés par cet aménagement sur les rues de la Montat, Etienne Mimard et Gris de Lin (pointillés noirs sur la carte) auront un impact direct en terme de qualité de l'air sur les quartiers traversés par le boulevard urbain et les voies périphériques de délestage.

Afin de connaître l'incidence de ce nouveau plan de circulation sur la pollution atmosphérique d'origine automobile, Saint-Etienne Métropole a sollicité AMPASEL pour mettre en place un dispositif de surveillance ponctuel, localisé le long de ce tracé urbain ainsi qu'en sa proche périphérie.



Pour se faire, une campagne de mesure de 6 semaines a été organisée du 22 septembre au 3 novembre 2003 afin d'évaluer les niveaux de 4 indicateurs de la pollution automobile, à savoir les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les particules en suspension et les composés organiques volatils.

L'image à un instant donné de ces niveaux de pollution doit apporter une information précise sur le degré d'exposition le long de chacun de ces axes afin d'intégrer concrètement la problématique de la qualité de l'air et tendre à réduire les nuisances occasionnées.

## 1. PRESENTATION DE L'ETUDE

### A - Les polluants atmosphériques

L'air pollué en zone urbaine contient des centaines de composés gazeux et particulaires. Seuls quelques-uns sont mesurés comme indicateurs caractéristiques des sources d'émission et réglementés en raison de leurs effets nuisibles sur la santé et l'environnement.

Le décret français n° 2002-213 du 15 février 2002 fixe les seuils pour ces polluants dans l'air ambiant (cf. annexe 1).

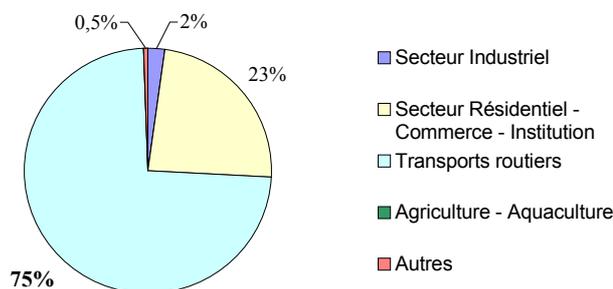
Dans le cadre de cette étude, quatre polluants ont été choisis pour quantifier l'importance de la pollution d'origine automobile le long des axes routiers du secteur Châteaureux.

#### Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone résulte de la combustion incomplète des carburants et combustibles notamment dans les moteurs et les chauffages individuels au gaz. Quelques procédés industriels en émettent des quantités notables.

✕ L'inventaire d'émission du CITEPA<sup>1</sup> de 1994 sur le département de la Loire a comptabilisé un rejet annuel de monoxyde de carbone de 120 650 tonnes, dont plus d'un tiers proviennent des transports routiers sur l'agglomération stéphanoise (unité urbaine INSEE).

Unité urbaine de Saint-Etienne  
45 530 t/an de CO



#### Les oxydes d'azote (NOx)

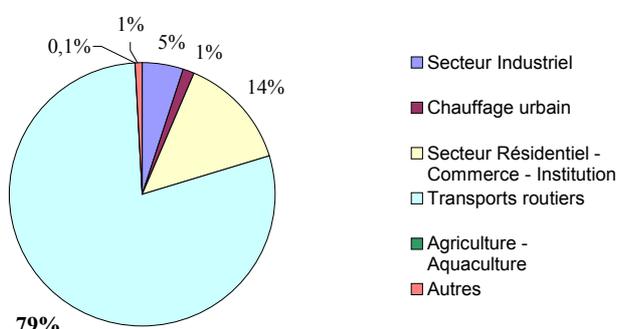
Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>) résultent principalement de la combinaison entre l'oxygène et l'azote de l'air sous l'effet des hautes températures lors des processus de combustion. Ils sont émis par les moteurs de véhicules automobiles et par les installations fixes (installations de combustion de toute taille et certains procédés industriels).

Le monoxyde d'azote NO, émis directement dans l'atmosphère par les véhicules à moteur, convient parfaitement pour évaluer la proximité d'un site à la pollution automobile. Il s'oxyde ensuite rapidement dans l'atmosphère pour former le NO<sub>2</sub>.

<sup>1</sup> CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique, mandaté par le Ministère de l'environnement pour réaliser des inventaires régionaux nécessaires à l'élaboration des PRQA. Les inventaires d'émission sont des outils permettant de faire un bilan précis des émissions de polluants atmosphériques sur un secteur donné.

- ✕ L'inventaire d'émission de 1994 indique que le rejet d'oxydes d'azote représente 15 790 tonnes pour le département de la Loire, soit 10% des émissions de Rhône-Alpes.

**Unité urbaine de Saint-Etienne**  
3 580 t/an de NOx émis



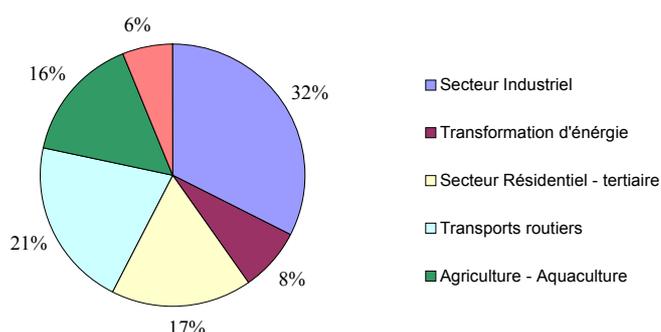
L'agglomération stéphanoise est responsable de 22% de ces émissions induites à 79 % par les transports routiers.

▲ Les oxydes d'azote sont considérés comme de très bons traceurs de la pollution du trafic routier.

### Les particules en suspension

Elles constituent un complexe de substances organiques ou minérales. Elles sont émises par certains procédés industriels (sidérurgie, fabrication du ciment, fabrication des engrais, minerais et matériaux), par les installations de combustion et par les véhicules automobiles, notamment ceux fonctionnant au gasoil. Au contraire des autres indicateurs, les sources de poussières sont très hétérogènes.

**Emmissions de particules inférieures à 10 µm en France**  
361 tonnes de PM10 émis en 1998



Les particules représentent cependant un indicateur majeur de la qualité de l'air au point de vue sanitaire. L'essentiel des effets sur la santé est le fait des particules de petite taille PM10 (diamètre < 10µm) et surtout les très fines PM2,5 (diamètre < 2,5µm).

### Les composés organiques volatils

Les composés organiques volatils (COV) entrent dans la composition des carburants mais aussi de nombreux produits courants : peintures, encres, colles, détachants, cosmétiques, solvants... pour des usages ménagers, professionnels ou industriels. Ils sont émis lors de la combustion de combustibles (notamment dans les gaz d'échappement) ou par évaporation lors de leur fabrication et de leur stockage.

Cette famille chimique regroupe de nombreux composés mais seul le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) est réglementé à l'air ambiant : indicateur des émissions automobiles avec le toluène et les xylènes (o-xylène, m+p-xylène et éthylbenzène).

## B - Moyens techniques mis en œuvre

Deux techniques de mesure complémentaires ont été mises en place pour répondre aux objectifs de cette étude :

- ♦ La méthode de référence par **analyseurs automatiques** en station mobile: la précision des données recueillies permet de vérifier le respect des normes réglementaires, de comparer les résultats aux stations fixes d'AMPASEL, d'observer l'évolution temporelle des polluants atmosphériques et de mieux appréhender les phénomènes ponctuels de pollution.
- ♦ Les **échantillonneurs passifs** qui permettent de multiplier les points de mesure sans contraintes techniques afin d'évaluer la répartition spatiale des polluants sous formes de cartographies.

### a - Analyseurs automatiques

La surveillance de la qualité de l'air en France est réalisée à partir d'analyseurs automatiques normalisés pour l'ensemble des polluants réglementés. Leur principe de détection est basé sur des méthodes optiques spécifiques pour chaque polluant. Utilisés en routine par le réseau AMPASEL sur le département de la Loire, ils sont contrôlés régulièrement dans le cadre d'une démarche qualité par des gaz étalons certifiés COFRAC.

AMPASEL a engagé cinq analyseurs répartis dans deux stations mobiles. Le prélèvement de l'air ambiant est positionné entre 2 et 3 mètres de haut à proximité de la voie circulée et pour des besoins métrologiques, ils sont maintenus dans des ambiances climatisées.



- ← analyseur d'oxydes d'azote
- ← station d'acquisition
- ← analyseur monoxyde de carbone
- ← climatisation

Station mobile rue Etienne Mimard



préleveur de poussières

**Paramètres mesurés :**

Polluants	symbole	Paramètres météorologiques
Monoxyde de carbone	CO	Température
Oxydes d'azote	NO / NO <sub>2</sub>	Humidité relative
Poussières en suspension	PM10	Pression

## b - Échantillonneurs passifs

L'échantillonnage passif est une technique de mesure basée sur le principe de la diffusion moléculaire d'un polluant spécifique piégé à travers un milieu absorbant ou adsorbant.

La concentration de polluants mesurés par l'échantillonneur passif est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement, rapportée à sa période d'exposition. Cette période peut varier de 8 heures à 15 jours selon les composants étudiés.

### - Dioxyde d'azote

Les capteurs passifs fournis par le laboratoire suisse Passam Ag se présentent sous forme de tubes cylindriques de 8 cm de long :

Les capteurs NO<sub>2</sub> sont constitués d'une grille imprégnée d'une substance absorbante : la triéthanolamine.

Au contact du NO<sub>2</sub> présent dans l'air ambiant, une réaction chimique spécifique se produit avec l'absorbât. La quantité de NO<sub>2</sub> échantillonnée est déterminée en laboratoire par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzman.

A la fin de la période d'exposition de 15 jours, les capteurs sont récupérés puis envoyés pour analyse au laboratoire environnemental en suisse.

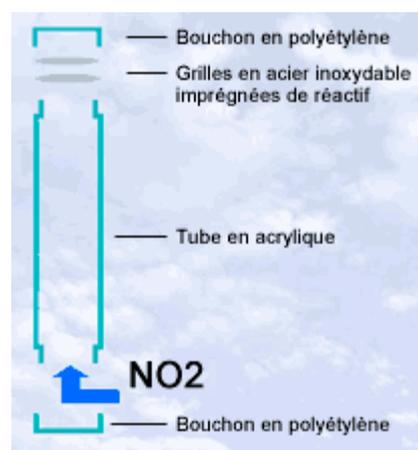


Schéma d'un tube NO<sub>2</sub>

Pour limiter l'influence des paramètres extérieurs comme la température ambiante, l'humidité ou le vent sur les résultats, une correction est apportée sur les valeurs à partir d'une inter-comparaison avec les analyseurs automatiques, définie selon le guide méthodologique sur "les échantillonneurs passifs au dioxyde d'azote" et dont le détail figure à l'annexe 5.

### - Composés organiques volatils

La Fondation de recherche italienne Salvatore Maugeri conçoit les échantillonneurs spécifiques à ces composés et plus particulièrement aux BTX (benzène, toluène, xylènes).

Le principe de mesure est basé sur l'adsorption des polluants sur une cartouche de charbon actif graphité. La cartouche composée d'un filet d'acier inoxydable rempli de charbon actif est logée dans un corps diffusif radial à travers lequel passent uniquement les polluants gazeux.

Le prélèvement optimum est de 8 jours en zone urbaine pour éviter la saturation du charbon actif.

L'analyse des composés s'effectue ensuite au laboratoire italien par désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse.

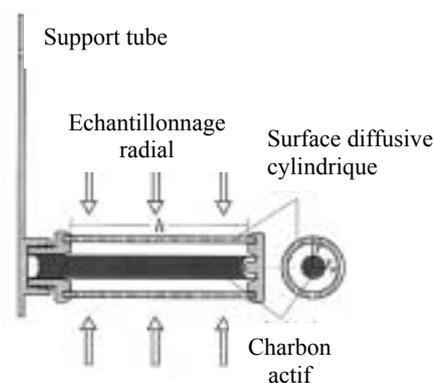


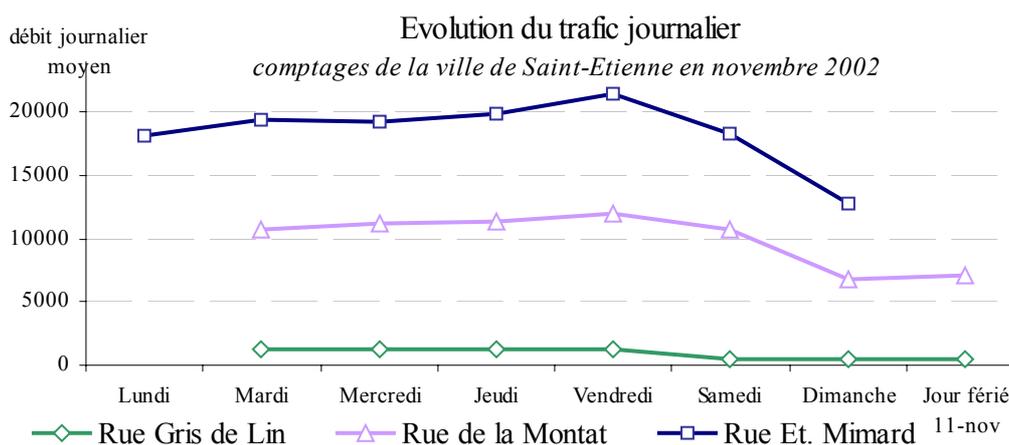
Schéma tube BTX avec son support

## C - Stratégie d'échantillonnage

Les aménagements futurs du boulevard urbain concernent les secteurs suivants :

- Transformation des rues Etienne Mimard, Montat, Gris de Lin et Cugnot en voies à double sens pour devenir le futur boulevard urbain entre le cours Nadaud et le boulevard Jules Janin,
- Réduction des voies de circulation de l'Avenue de la Libération et du début de l'avenue Denfert-Rochereau suite à la mise en place du tramway,
- Changement de sens de la rue Ferdinand qui ne sera plus intégrée au boulevard urbain au même titre que l'avenue Denfert-Rochereau,
- Report modal prévu sur les rues du puits Thibault et François Albert pour réduire les flux sur le boulevard urbain liés au transit entre les quartiers Monthieu et Plaine Achille.

- 1- La priorité des mesures a été attribuée aux rues Etienne Mimard et Montat pour y implanter les deux stations mobiles (Cf. Annexe 2), en concertation avec Saint-Etienne Métropole, en raison des flux de circulation importants actuellement de 18 000 et 10 000 véhicules jours en moyenne auxquels viendront s'ajouter progressivement le report modal des voies empruntées par la seconde ligne de tramway.



- 2- L'évaluation du niveau de pollution des 13 autres voies identifiées, représentant une distance d'environ 5 kms, ne pouvait être assurée par des moyens de mesures équivalents. Toutefois, pour connaître le degré d'exposition de chacune d'elles, des sites représentatifs de ces tronçons ont été choisis pour y installer des échantillonneurs passifs (poteaux d'éclairage public ou de la STAS à 3 mètres de hauteur).

### Typologie des sites de mesure

Selon les critères nationaux d'implantation des stations de mesure définies par l'Ademe<sup>2</sup>, la typologie de l'ensemble des sites étudiés correspond aux caractéristiques des stations trafic :

- ◆ zone représentative en terme de trafic et de population exposée (piétons, riverains,...),
- ◆ les transports routiers doivent être la catégorie d'émetteur prédominante,
- ◆ la voirie doit comprendre un trafic supérieur à 10 000 véhicules par jour,
- ◆ la distance aux voies de circulation doit être de moins de 5 mètres,

<sup>2</sup> Ademe : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, coordinateur technique de la surveillance de la qualité de l'air en France.

a - Emplacements des stations automatiques d'AMPASEL



Station urbaine



Station trafic

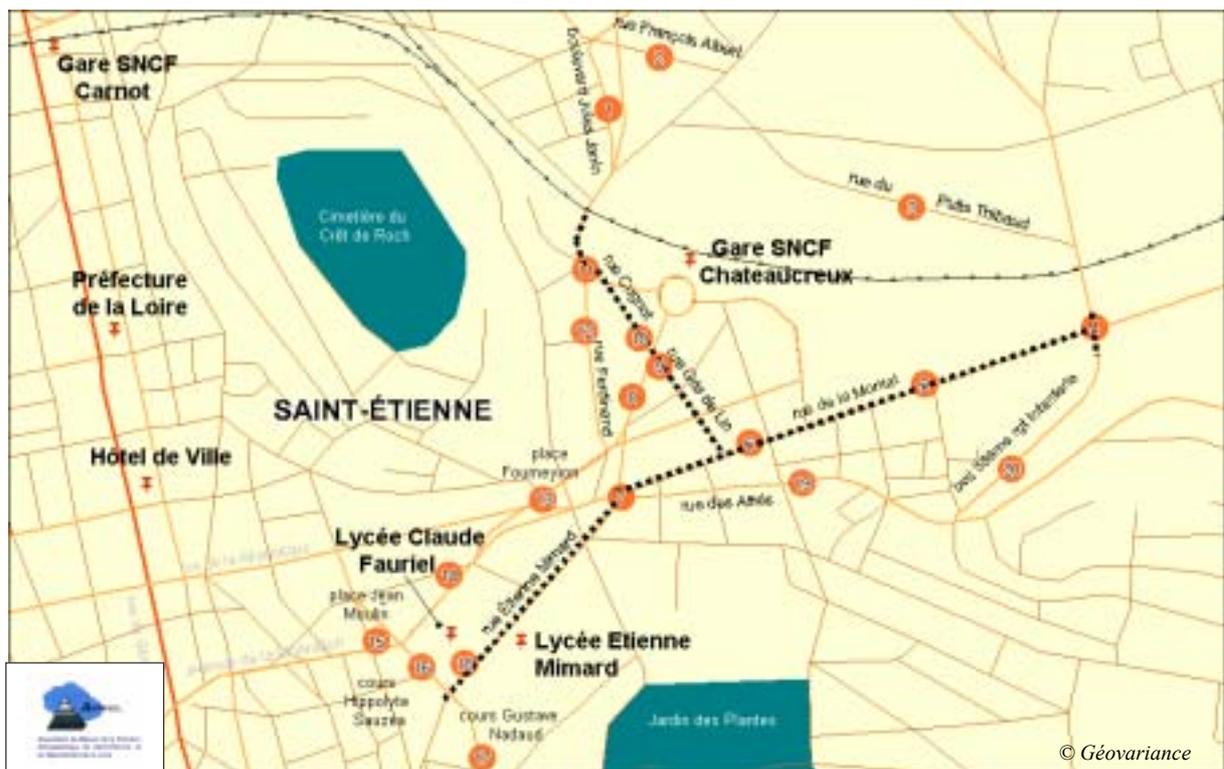


Station péri-urbaine



Station mobile trafic (n°6 et 18)

b - Emplacements des échantillonneurs passifs



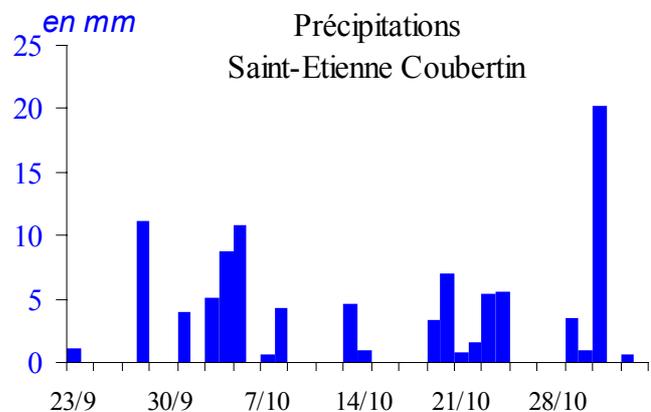
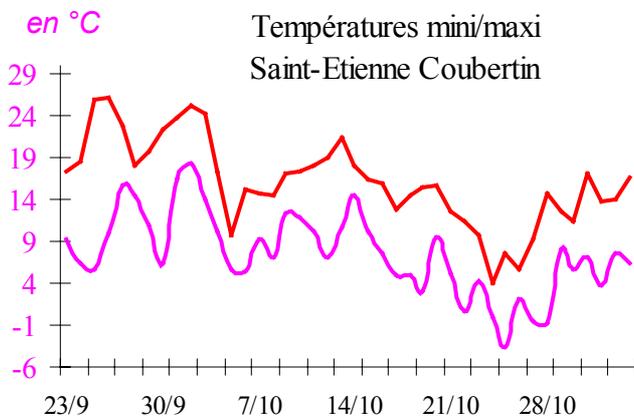
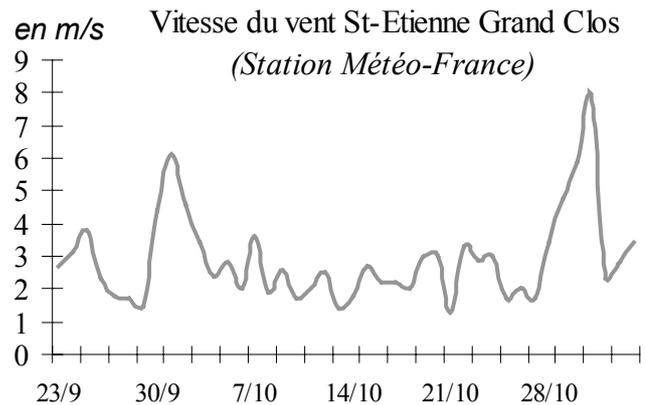
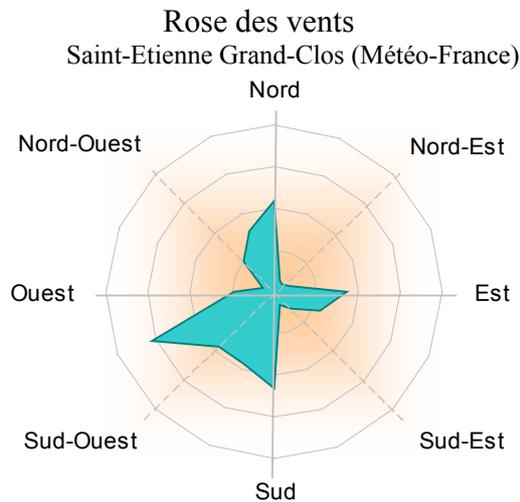
## 2. BILAN DE LA CAMPAGNE DE MESURE

### A - Conditions météorologiques

Données générales du 23 septembre au 3 novembre 2003

"Données météorologiques de la station Saint-Etienne Coubertin "

	T° moyenne	T° maxi	T° Mini	Humidité relative (%)	Précipitations (mm)
<b>Durée totale</b>	<b>11,5</b>	<b>26,2</b>	<b>-3,5</b>	<b>72</b>	<b>98,4 mm</b>
3 <sup>e</sup> décade septembre	15,9	26,2	5,8	66	12
1 <sup>ère</sup> décade octobre	14,3	25,2	5,5	70	32,6
2 <sup>e</sup> décade octobre	11,7	21,5	3	77	15,2
3 <sup>e</sup> décade octobre	6,1	17,1	-3,5	73	37,2



Les conditions météorologiques rencontrées en période hivernale concourent à une augmentation plus rapide de la concentration des polluants primaires au niveau du sol. C'est donc une période intéressante pour observer les situations les plus défavorables de pollution d'origine automobile.

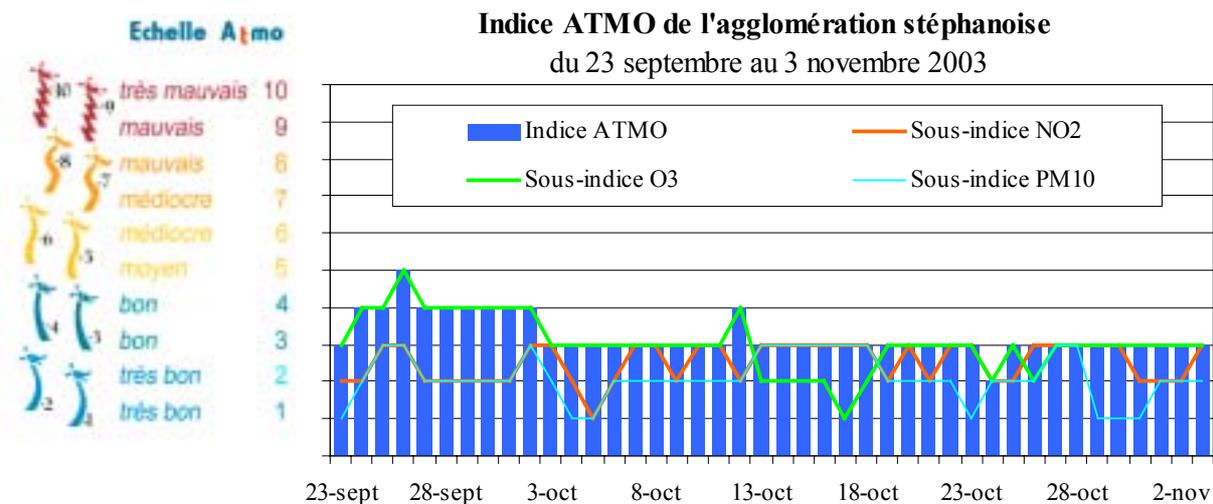
Compte tenu du planning de réalisation des travaux, cette étude s'est déroulée sur une période intermédiaire du 22 septembre au 3 novembre 2003 au cours de laquelle il a été possible d'observer trois situations météorologiques différentes, très enrichissantes pour l'analyse de l'évolution des polluants :

- Une période encore estivale de la fin du mois de septembre au 4 octobre, bien ensoleillée avec des températures de 26,2° en pointe et peu de jours de pluie.
- Une période de transition, du 4 au 20 octobre caractérisée par des températures moyennes de saison proche de 11°C, un temps d'alternance perturbé et pluvieux bien que toujours inférieur aux normales.
- Enfin, à partir du 21 octobre, c'est un temps plus frais, typique d'un mois de novembre-décembre, notamment du 25 au 29 octobre où les conditions anticycloniques et froides (T° min de -3,5°C) associées à des inversions thermiques, ont été particulièrement défavorables à la dispersion des masses d'air.

## B - Indice ATMO de Saint-Etienne

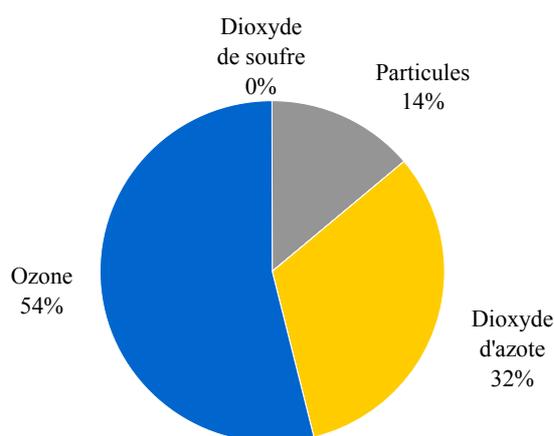
L'indice ATMO est un indicateur journalier de la qualité de l'air conçu pour disposer d'une information synthétique de la pollution atmosphérique dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Calculé depuis 1997 sur Saint-Etienne à partir des 4 polluants typiques des phénomènes de pollution atmosphérique en zone urbaine (dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, ozone O<sub>3</sub> et particules en suspension PM10), il permet de visualiser rapidement la tendance des niveaux moyens au cours de cette campagne de mesure.



La qualité de l'air des sites urbains de fond de l'agglomération est qualifiée de bonne (indice 3-4) la majorité du temps et de moyenne le 26 septembre à cause de l'ozone estival.

## Polluants responsables de l'indice ATMO



L'ozone demeure prédominant sur la pollution de fond urbaine même en dehors de la période estivale.

Toutefois, le dioxyde d'azote et les poussières prennent une importance croissante dès lors que les conditions météorologiques deviennent automnales voir même majoritaires en situation hivernale.

C'est le cas au mois d'octobre dès l'apparition du temps de transition.

## C - Niveaux des polluants atmosphériques mesurés

Les concentrations mesurées sur les deux sites ponctuels sont systématiquement comparées avec celles enregistrées sur les stations permanentes d'AMPASEL sur Saint-Etienne. La synthèse de ces résultats et les profils horaires figurent aux annexes 3 et 4 de ce document.

### a - Oxydes d'azote

Référence aux normes réglementaires (selon décret n°2002-213 du 15 février 2002)

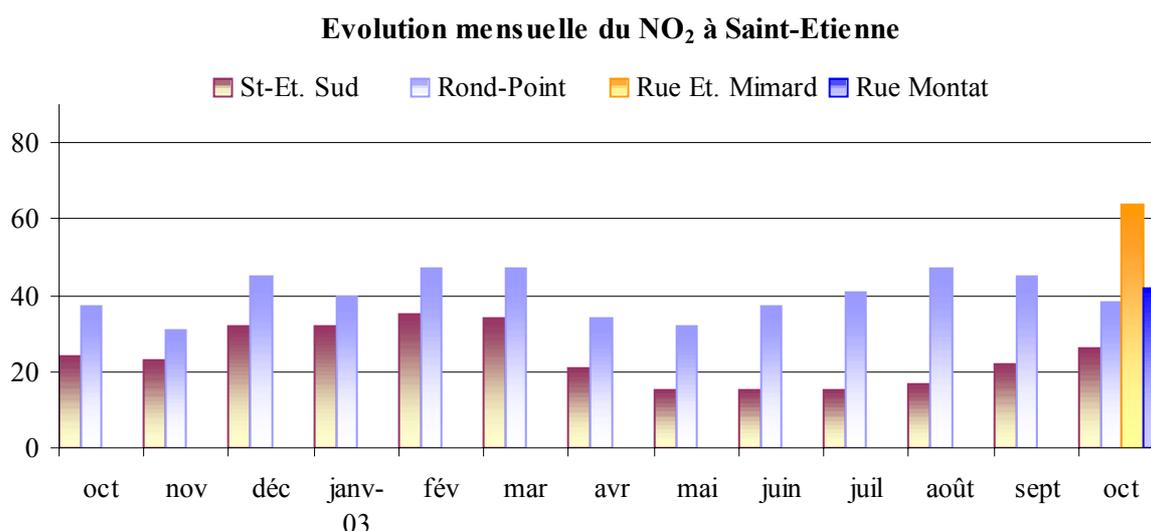
Période du 23 septembre au 3 novembre 2003

Normes NO <sub>2</sub>	Seuils (µg/m <sup>3</sup> )	Période de référence	Rue Mimard	Rue Montat	Dépassements
Objectif de qualité	<b>40</b>	Moyenne annuelle			-
Valeur limite	<b>200</b>	Valeur horaire à ne pas dépasser plus de 175 heures par an	Aucun dépassement	Aucun dépassement	
Seuil de recommandation	<b>200</b>	Moyenne horaire	Maxi. horaire <b>171 µg/m<sup>3</sup></b>	Maxi. horaire <b>172 µg/m<sup>3</sup></b>	Aucun dépassement
Seuil d'alerte	<b>400</b>	Moyenne horaire	Maxi. horaire <b>171 µg/m<sup>3</sup></b>	Maxi. horaire <b>172 µg/m<sup>3</sup></b>	Aucun dépassement

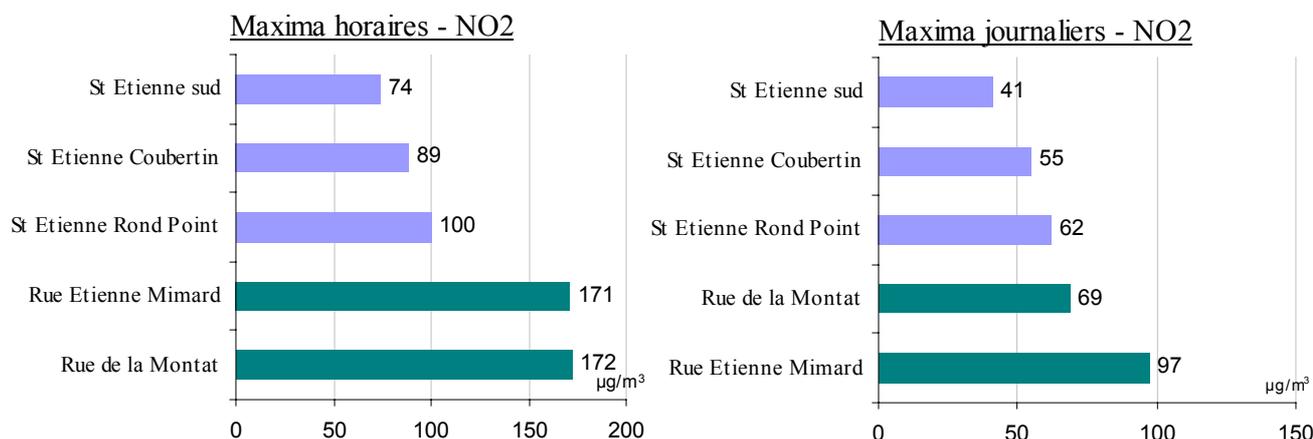
Au cours de cette période, il n'a pas été relevé de dépassement des seuils réglementaires pour le NO<sub>2</sub> sur les sites du Boulevard Urbain ainsi que sur les autres stations de mesure de l'agglomération stéphanoise (cf. Annexe 3).

A noter que le seuil d'objectif de qualité du NO<sub>2</sub>, fixé sur une concentration moyenne annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup>, ne peut être calculé en raison de la période de mesure trop courte de cette étude (6 semaines). De même, les informations correspondantes aux valeurs limites sont présentées à titre indicatif mais ne peuvent être utilisées comme valeurs de références.

### Évolution mensuelle du NO<sub>2</sub> à Saint-Etienne en 2002-2003



### Comparaison des maxima horaires et journaliers



En comparaison avec les stations permanentes, on s'aperçoit que l'ensemble des mesures d'oxydes d'azote à proximité des rues Mimard et Montat sont supérieures à celles obtenues sur la même période auprès des 3 stations de Saint-Etienne.

Parmi celles-ci, la station trafic du Rond-Point située à proximité de la RN88 est la plus exposée aux émissions automobiles et la seule à avoir dépasser le seuil d'objectif de qualité en 2001 avec 41 µg/m<sup>3</sup>. De typologie similaire et sous l'influence du même type d'émissions, il est probable que les deux sites ponctuels dépassent eux aussi ce seuil d'objectif de qualité fixé à 40 µg/m<sup>3</sup> sur une année voir même le risque d'atteindre sur le tronçon Etienne Mimard la valeur limite annuelle de 54 µg/m<sup>3</sup>, au vu de la surestimation de sa teneur mensuelle de 70 % à celle du Rond-Point.

Les variations saisonnières jouent un rôle important sur la répartition de ce polluant en favorisant ou non sa dispersion dans les masses d'air. Il s'observe très bien sur les sites urbains peu exposés comme Saint-Etienne Sud avec des teneurs plus fortes d'octobre à mars à l'opposé de la période estivale, d'avril à septembre. Cependant, ce phénomène est moins marqué sur les sites trafic où la densité de la circulation routière prédomine. Les mesures effectuées au cours de ce mois d'octobre sont par conséquent représentatives des niveaux d'oxydes d'azote présent à proximité de ces axes tout au long de l'année.

Les valeurs de pointe de 171 et 172  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 1 heure relevées sur les sites ponctuels ont été enregistrées à des jours différents mais à chaque fois en soirée. Ces teneurs bien plus fortes que toutes les autres stations confondues mettent en évidence la rapidité accrue du dioxyde d'azote à s'accumuler au cours de la journée, avantagé dans un environnement urbain dense par la forte congestion des voies aux heures de pointe et le manque de dispersion lié au bâti.

Le risque d'atteindre le seuil horaire de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  est donc élevé sur ces sites de proximité automobile d'hyper-centre ville en situation de diffusion atmosphérique médiocre.

### Rapport NO/NO<sub>2</sub>

Ce rapport annuel permet de qualifier l'influence directe du trafic automobile sur un site donné. Plus ce rapport est élevé et plus le site est exposé à cette pollution :

- ◆ Supérieur à 2, c'est un site trafic
- ◆ Inférieur à 1,5, il est assimilable à un site urbain moins exposé

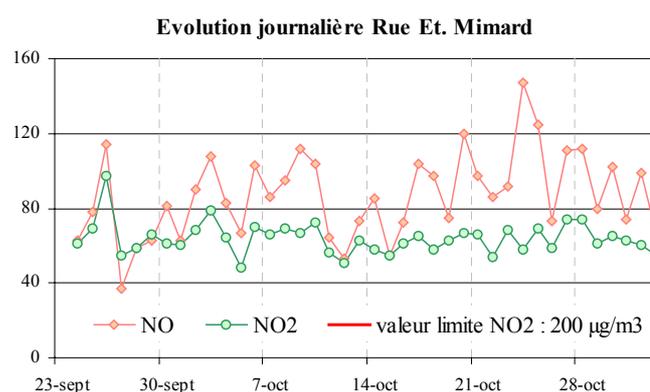
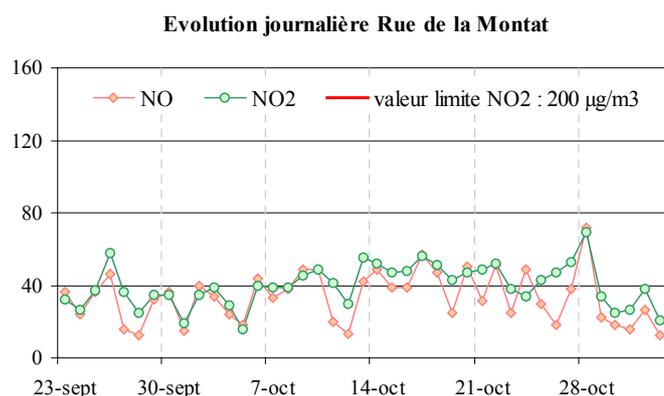
	Typologie station	NO/NO <sub>2</sub> * en ppb	NO/NO <sub>2</sub> en 2002
<b>Et. Mimard</b>	<b>Trafic</b>	<b>2,1</b>	-
<b>Montat</b>	<b>Trafic</b>	<b>1,3</b>	-
Rond Point	Trafic	1,5	1,6
St-Et. Coubertin	Périurbaine	1,1	1,4
St-Et. Sud	Urbaine	0,4	0,5

(\* rapport calculé sur les 6 semaines de mesure)

Cet indicateur confirme l'omniprésence de la pollution automobile rue Etienne Mimard, au même titre que la Place Jean Moulin qui avait été étudiée en 2002 (cf. rapport d'étude AMPASEL E-02.08/3).

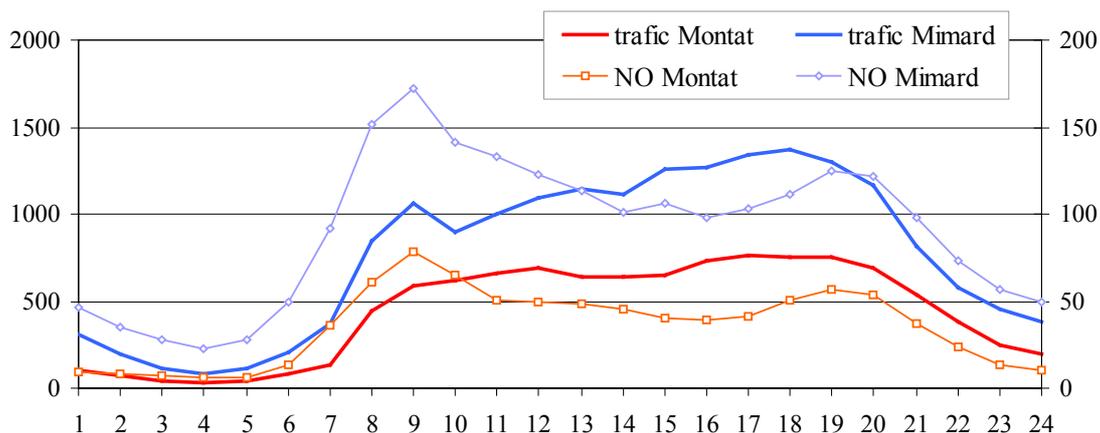
La rue de la Montat semble moins exposée et se rapproche plus des niveaux observés sur la station du Rond-Point. Ce rapport calculé sur 6 semaines est légèrement inférieur à celui obtenu pour l'année 2002 sur les sites permanents : il est donc possible que le rapport des 2 sites ponctuels soit légèrement supérieur sur une année entière.

### Profils journaliers par stations



Bien qu'implantées dans les mêmes conditions, on s'aperçoit que les profils journaliers de ces 2 stations mobiles sont différents et plus particulièrement pour le monoxyde d'azote NO. Ceci résulte de la combinaison de plusieurs facteurs : la principale concerne la densité du trafic quasiment 2 fois plus forte rue Et. Mimard que sur la rue de la Montat avec 18 000 véh/jour et la seconde, la présence d'autres sources d'émissions automobiles importantes en périphérie de Mimard (cours Nadaud, cours Sauzée, Avenue de la Libération) et d'un environnement urbain moins aéré que pour la rue de la Montat.

**Corrélation des profils journaliers entre le trafic moyen (nov 2002) et les concentrations de NO en 2003**



Les comptages routiers réalisés par la ville de Saint-Etienne et les teneurs en monoxyde d'azote ne correspondent pas aux mêmes périodes. Malgré tout, ce graphique permet d'illustrer la bonne corrélation entre ces 2 paramètres et de mieux comprendre l'écart de concentrations entre les 2 sites.

**b - Monoxyde de carbone**

Référence aux normes réglementaires (selon décret n°2002-213 du 15 février 2002)

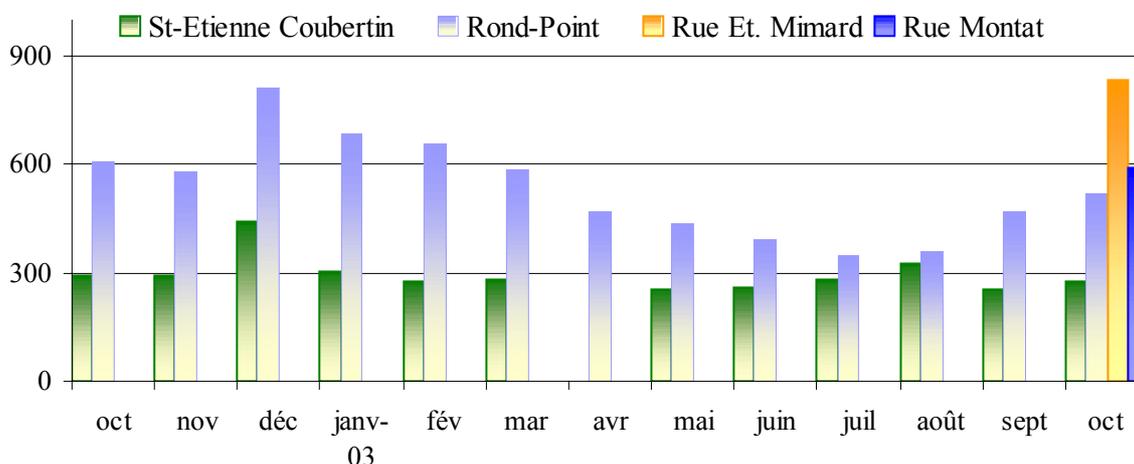
Période du 23 septembre au 3 novembre 2003

Normes CO	Seuils (µg/m <sup>3</sup> )	Période de référence	Et. Mimard	Montat	Dépassements
Valeur limite pour la protection de la santé	10 000	Moyenne glissante sur 8 heures	maxi sur 8h <b>1744 µg/m<sup>3</sup></b>	Maxi sur 8h <b>1785 µg/m<sup>3</sup></b>	aucun

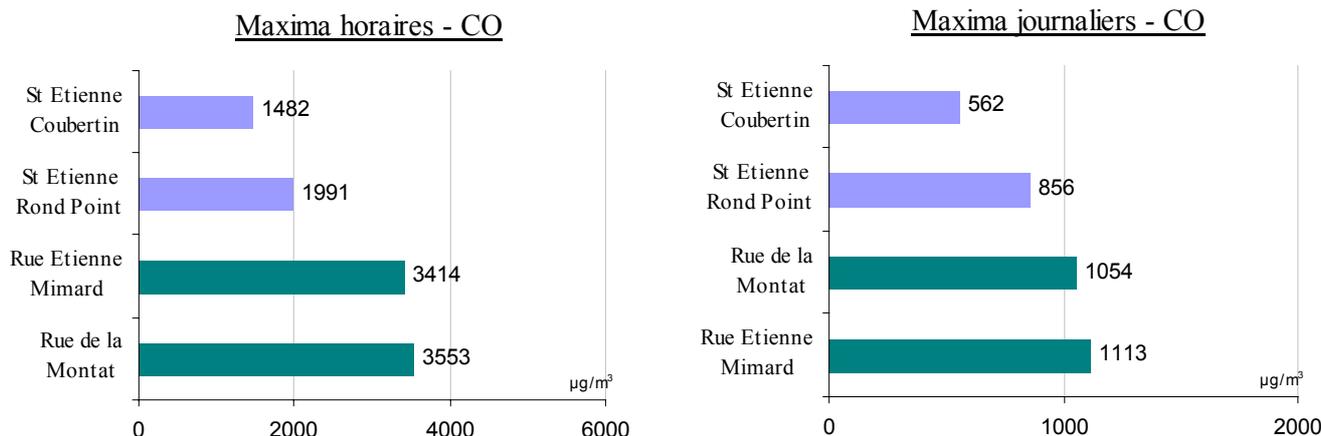
Ce seuil n'a pas été dépassé ni sur les sites du boulevard urbain, ni sur les autres stations trafic de l'agglomération. Ces valeurs de pointe demeurent toutefois 2 fois plus importantes sur les sites ponctuels du Boulevard Urbain, rues Mimard et Montat (cf. Annexe 2).

Évolution mensuelle du CO à Saint-Etienne en 2002-2003

**Evolution mensuelle du CO à Saint-Etienne**



Comparaison des maxima horaires et journaliers

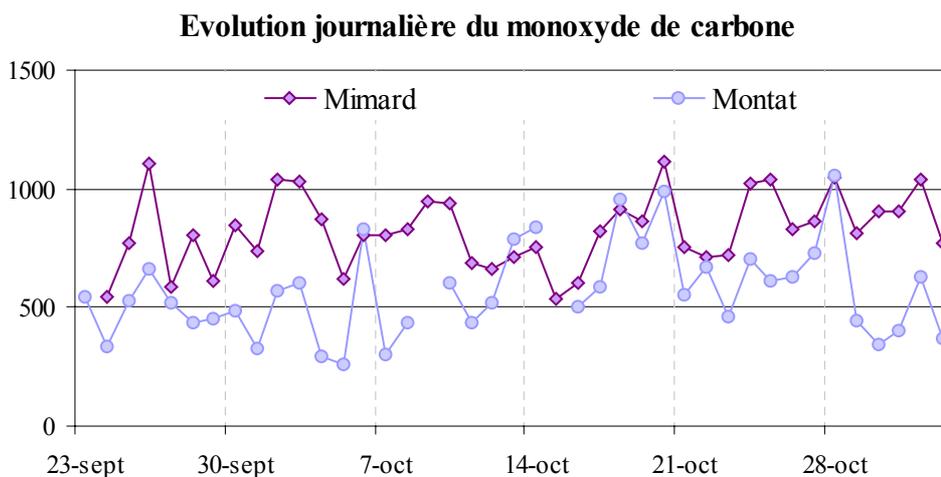


La supériorité des niveaux d'oxydes d'azote observés sur les 2 sites du Boulevard Urbain se retrouve logiquement pour le monoxyde de carbone. La rue Etienne Mimard présente la concentration mensuelle la plus élevée avec 821 µg/m³ au mois d'octobre contre 566 et 520 µg/m³ pour la Montat et le Rond-Point. Par contre, les valeurs maxi sont semblables et peu élevées au niveau du boulevard urbain.

Pour indication, la campagne de mesure hivernale de 2002 place Jean Moulin a montré des niveaux de CO deux fois plus importants en pointe (7691 µg/m³ en maxi horaire et 2642 µg/m³ en maxi journalier) par rapport à ceux du Boulevard Urbain. La vitesse de circulation est à l'origine de cet écart car le CO est émis davantage lorsque le trafic est peu fluide avec des régimes moteurs faibles (véhicules à l'arrêt, redémarrages successifs aux feux de signalisation) plutôt que sur les secteurs surveillés de Mimard et Montat où l'allure des voitures est plus homogène et fluide.

Le risque de dépasser la norme réglementaire de ce polluant est peu probable sur les deux sites du Boulevard Urbain.

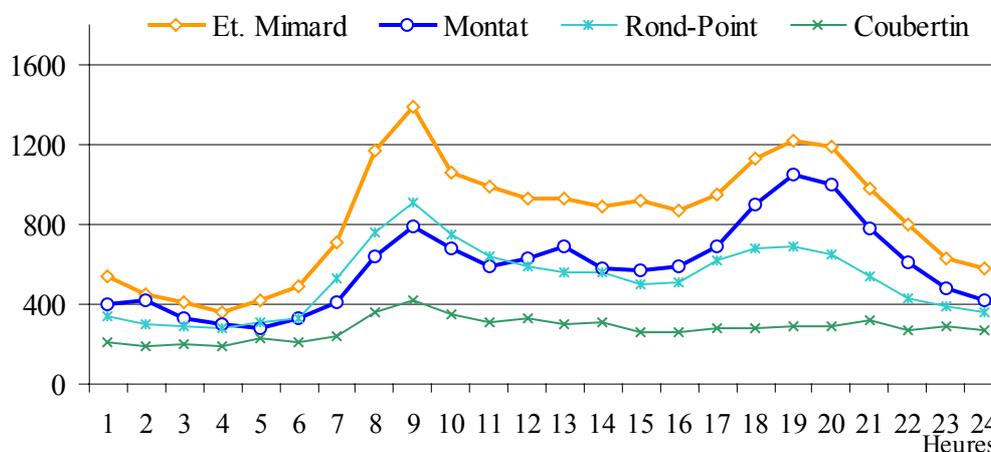
Profils journaliers par stations



On constate une baisse récurrente du CO le dimanche par rapport aux autres jours de la semaine car le trafic routier chute de 30 à 40 % ce jour là. Par contre, les conditions météorologiques, changeantes au cours de cette période, semblent avoir beaucoup moins d'influence sur ce dernier.

## Profils journaliers types

Ce graphique reproduit l'évolution moyenne du monoxyde de carbone sur les 6 semaines de mesure.



Les profils des sites trafic montrent une forte variation au cours de la journée et désignent deux périodes particulièrement élevées sur Saint-Etienne, le matin de 7 à 9 heures et le soir à partir de 17 heures qui témoignent des heures de circulation les plus denses.

Le site de Coubertin, représentatif de la pollution de fond, montre au contraire une relative stabilité : c'est un phénomène très localisé, observé uniquement à proximité des grands axes.

## c - Particules en suspension

Référence aux normes réglementaires (selon décret n°2002-213 du 15 février 2002)

Période du 23 septembre au 3 novembre 2003

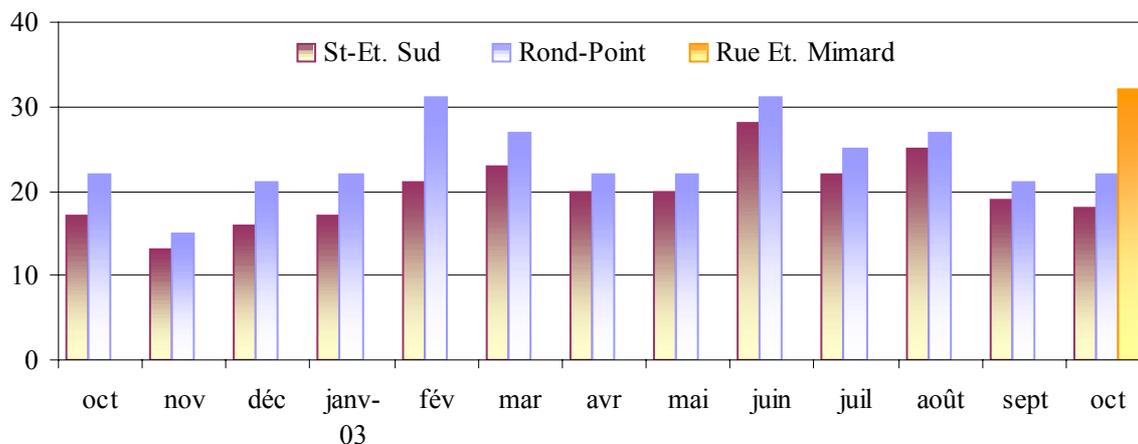
Normes PM10	Période de référence	Seuils ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Et. Mimard	Dépassements
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30	-	-
Valeur limite	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de <b>35 jours /an</b>	60	<b>53 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> maxi journalier	Aucun dépassement

La valeur limite journalière de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'a pas été dépassée ni sur le site du boulevard urbain rue Etienne Mimard, ni sur les autres stations fixes de l'agglomération. La station trafic du Rond-Point a atteint un pic d'une importance équivalente à  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mais 3 jours avant, le 14 octobre.

Les prélèvements journaliers effectués sur le site de la rue Mimard nous permettent de visualiser l'évolution journalière des particules en suspension définie comme le pas de temps de référence des normes réglementaires.

## Évolution mensuelle des Particules à Saint-Etienne en 2002-2003

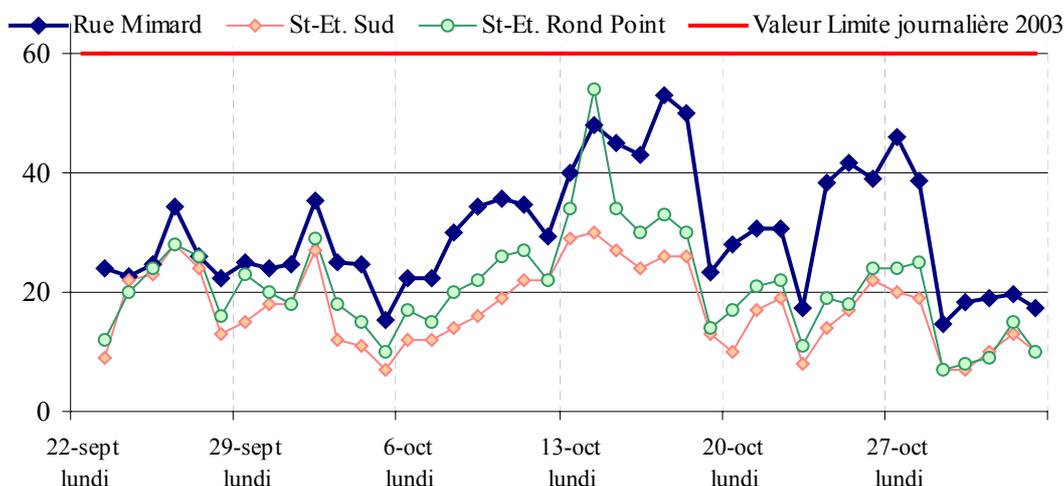
Evolution mensuelle des Particules à saint-Etienne



Les mesures relevées sur le site de Saint-Etienne Sud représentent le niveau de fond des poussières en suspension sur la ville de Saint-Etienne. Les émissions automobiles contribuent fortement à cette pollution comme le montre le site trafic du Rond-Point toujours plus exposé aux particules ainsi que la rue Etienne Mimard pour le mois d'octobre.

Les teneurs du site Mimard attestent d'une pollution plus importante de l'ordre de 30 % vis à vis du Rond-Point. Si cette tendance se confirmait sur toute une année, la norme annuelle de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'objectif de qualité pourrait alors être atteinte (seuil respecté actuellement sur l'ensemble des sites permanents d'AMPASEL).

### Profils journaliers



Sur l'intégralité de l'étude, on s'aperçoit que l'évolution des poussières sur ces trois sites est bien corrélée mais avec une amplitude différente. Durant les deux premières semaines de mesure dominées par un temps estival, les valeurs entre les sites urbains de fond et de proximité automobile sont restées proches, synonymes de bonnes conditions de dispersion atmosphériques avec une répartition homogène des poussières sur l'ensemble de la ville.

Dès lors que les conditions météorologiques se sont avérées moins favorables en octobre, les rejets automobiles à la hauteur du Rond-Point ont induit une augmentation du niveau de fond de 5 à  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tandis que sur la rue Etienne Mimard cette hausse s'est accentuée, pouvant atteindre 10 à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  localement.

## D- Répartition spatiale des polluants

### Résultats des mesures par tube passif

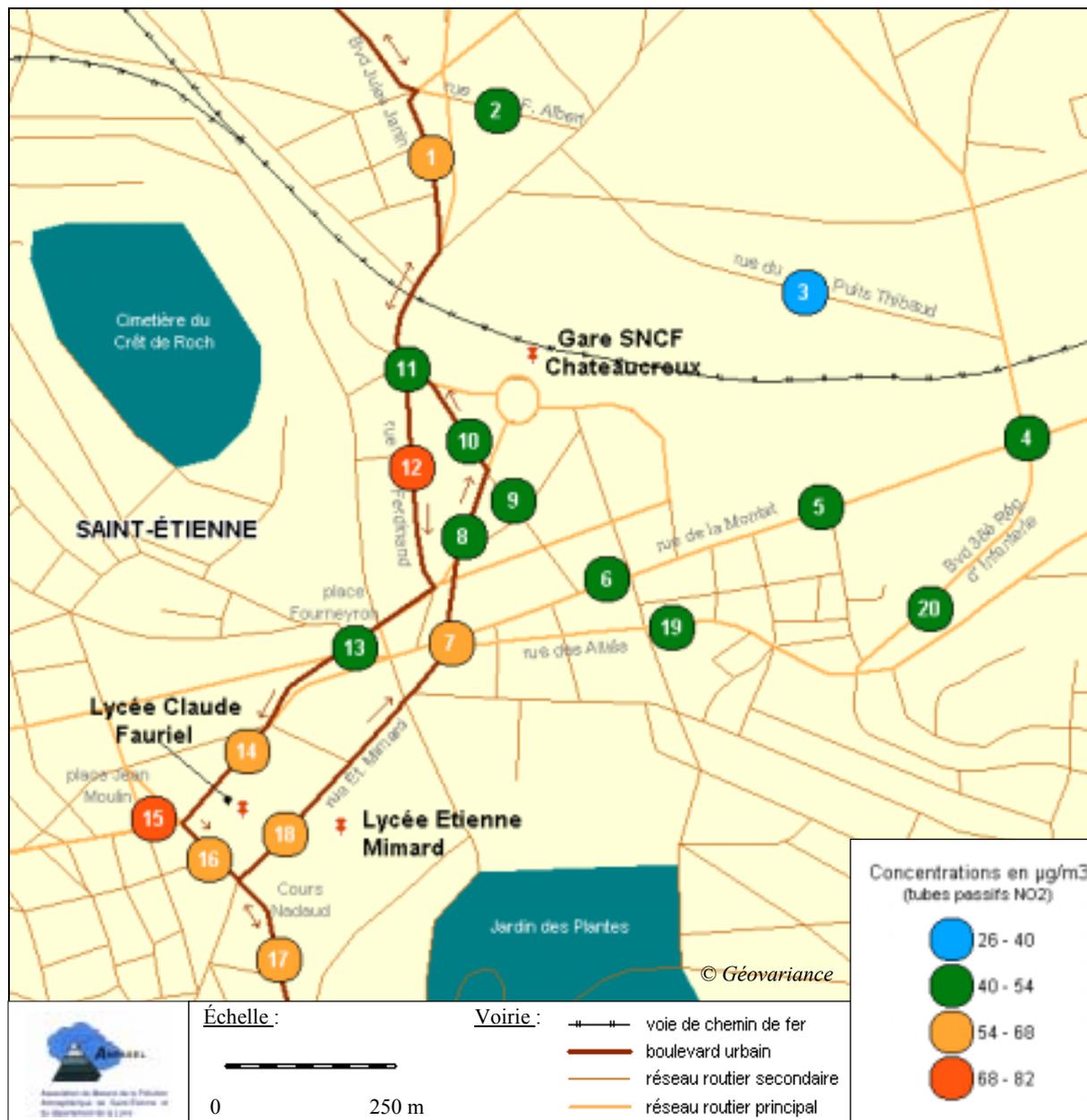
N° du site	Nom du site	Dioxyde d'azote	Benzène	Toluène	Xylènes
1	Boulevard Jules Janin	57	4	16	20
2	Rue François Albert	40	2	10	11
3	Rue du puits Thibault	37	-	-	-
4	Carrefour Montat-Fauriat	44	4	12	16
5	Rue de la Montat	52	3	9	11
6	Rue de la Montat (Casino)	46	2	8	10
7	Carrefour Montat-Mimard	64	3	12	16
8	Av. Denfert-Rochereau	51	4	14	17
9	Rue du gris de Lin	40	3	11	12
10	Rue Cugnot	44	3	11	14
11	Carrefour Ferdinand-Sgt Rivière	49	3	12	15
12	Rue Ferdinand	81	5	17	22
13	Place Fourneyron	51	4	14	17
14	Av. de la libération (DDE)	59	4	13	15
15	Place Jean Moulin	68	4	15	18
16	Cours H. Sauzée	64	4	14	16
17	Cours Gustave Nadaud	57	4	13	16
18	Rue Et. Mimard (Lycée Fauriel)	58	4	13	15
19	Rue des Alliés	42	3	13	11
20	Bvd 38 <sup>e</sup> régiment d'infanterie	48	3	11	14
21	Station fixe St-Etienne nord	37	2	6	6
22	Station fixe St-Etienne sud	27	2	5	6
23	Station fixe du Rond Point	35	2	8	8

Les résultats obtenus par les échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub> ont été validés et corrigés selon les modalités décrites à l'annexe 5 de ce document en application des recommandations du guide national.

Nous ne disposons pas de valeurs de BTX sur la rue du puits Thibault n° 3 en raison d'une anomalie du tube au moment de l'analyse chimique la première série et d'une dégradation du matériel la seconde série.

L'analyse statistique des mesures est réalisée à partir du logiciel de cartographie MapInfo 6.5. La représentation des résultats par campagne de mesure est accessible aux annexes 6 et 7.

a - Répartition mensuelle des concentrations en dioxyde d'azote (29/09 – 27/10)

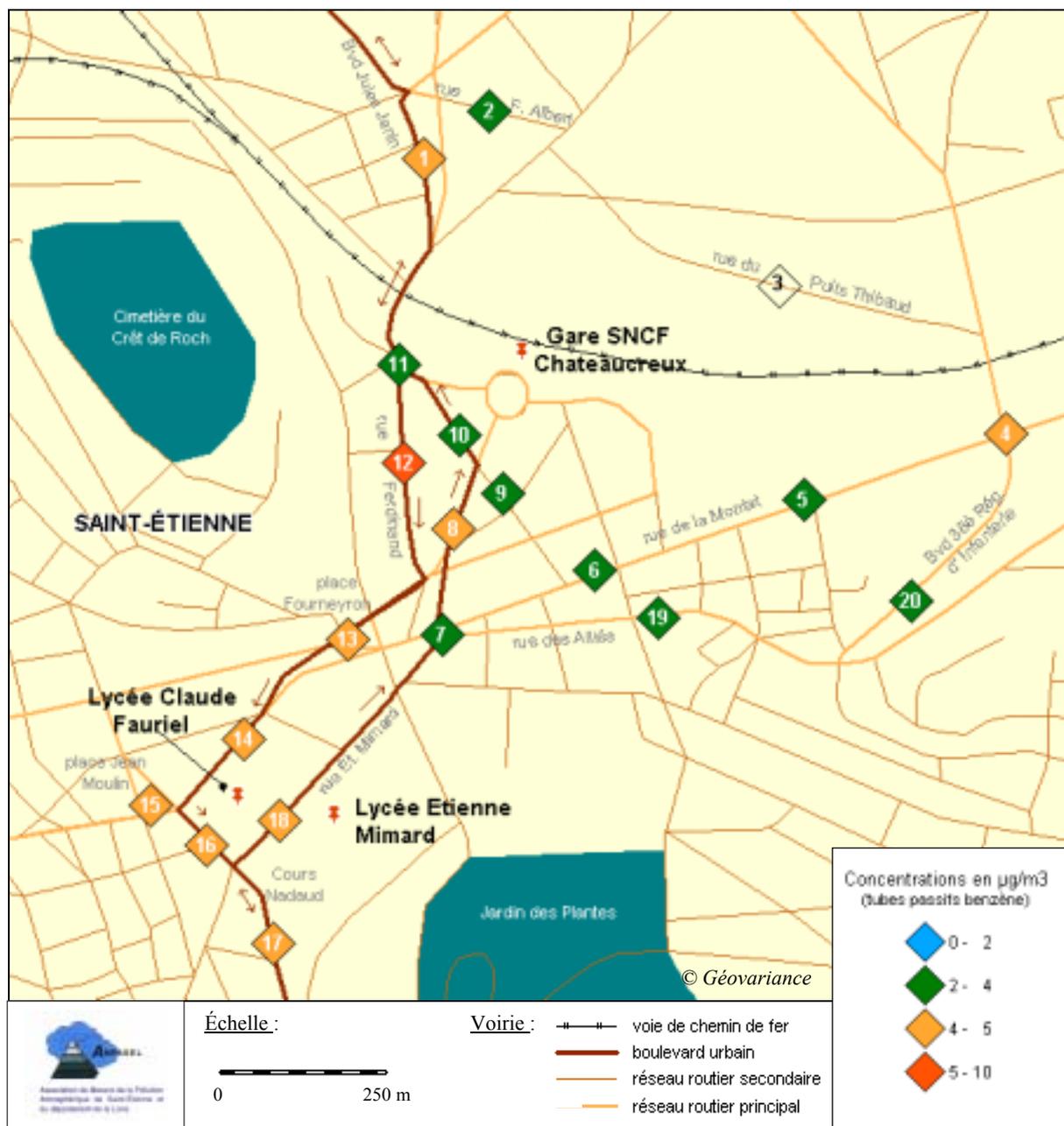


Les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> ont varié au cours de ces deux séries de mesure entre 86 µg/m<sup>3</sup> rue Ferdinand et 15 µg/m<sup>3</sup> place Préher (station urbaine de fond de Saint-Etienne). La deuxième quinzaine d'octobre affiche une hausse globale de 10 % de la pollution au NO<sub>2</sub>.

Au final, cette carte permet de classer les principaux axes du quartier de Châteaureux selon leur degré d'exposition au NO<sub>2</sub> défini d'après les seuils réglementaires en vigueur pour la protection de la santé :

- Un niveau **d'exposition très élevé** pour 2 sites : la place Jean Moulin qui confirme les mesures de 2002 et la rue Ferdinand en raison de la configuration des bâtiments typiques d'une rue "canyon" associée à sa forte pente qui nécessite un régime moteur supérieur pour maintenir la même vitesse des véhicules.
- Une **exposition moindre** mais qui demeure supérieure aux seuils pour 6 sites lors de cette période : ils sont logiquement situés sur le Boulevard Urbain au niveau des axes les plus circulés de 4 à 5 voies, de Sauzéria, Nadaud, Mimard, Avenue de la Libération et Jules Janin.
- 12 sites classés **moyens à faible** malgré leur proximité à la circulation et qui respectent les seuils réglementaires. La rue du puits Thibault est d'ailleurs proche des teneurs de fond urbain.

b - Répartition des concentrations moyennes en benzène (13/10 – 27/10)

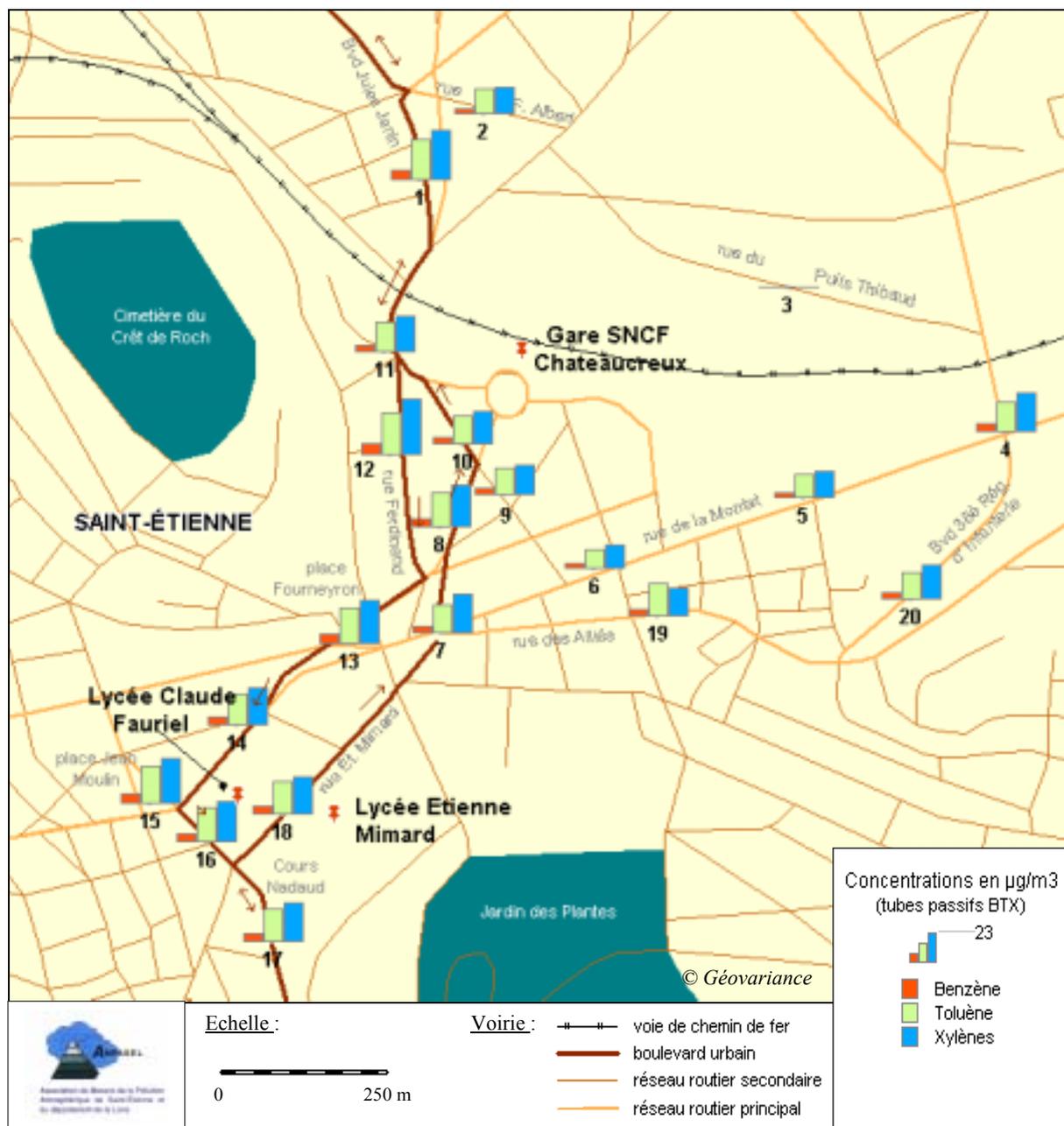


Le Benzène est présent dans l'air ambiant à de faibles concentrations mais sa forte toxicité explique l'application d'un seuil d'objectif de qualité bas à 2 µg/m<sup>3</sup> pour éviter tout risque sanitaire et de 5 µg/m<sup>3</sup> pour la valeur limite. Les niveaux de benzène, équivalents sur les 15 jours de mesure, ont varié entre 2 et 5 µg/m<sup>3</sup>. Ils correspondent à la 2<sup>nd</sup> série de prélèvement du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) où l'influence des émissions automobiles a été la plus importante.

Le benzène confirme le rôle prédominant du Boulevard Urbain sur l'origine de la pollution automobile dans le secteur Châteaureux par rapport aux axes secondaires moins circulés où il est présent mais à de faibles concentrations.

Ces mesures ont permis d'identifier 3 sites préoccupants en raison de leur dépassement de la valeur limite, même ponctuelle : la **rue Ferdinand** assimilée à une rue "canyon" où le benzène est davantage piégé et les grands **carrefours de Fourneyron et Jean Moulin**. Pour ces derniers, la présence accrue du benzène est connue résultat d'un plus fort congestionnement du trafic et d'une diminution des conditions de dispersion lorsque les véhicules sont à l'arrêt. Les polluants sont alors piégés au sol et voient leur concentration s'accroître rapidement.

C - Répartition des concentrations moyennes en benzène, toluène, xylènes (13 au 27/10)



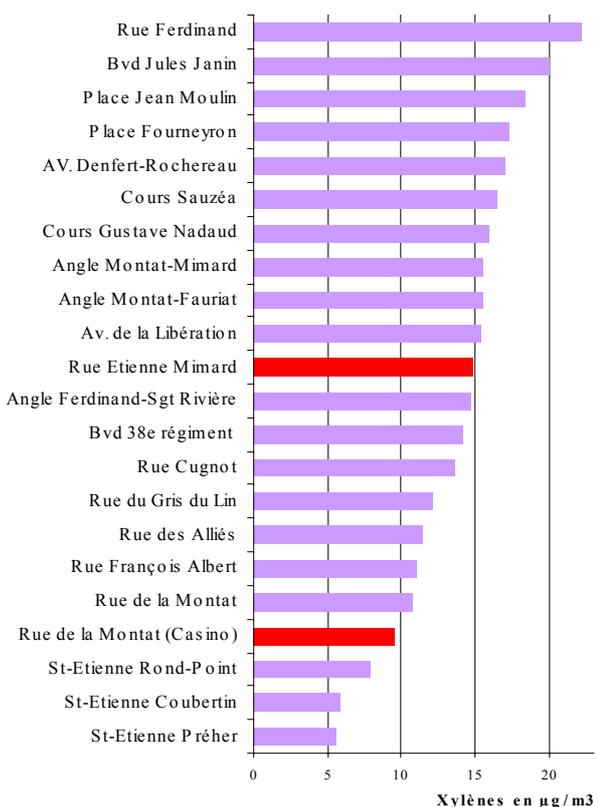
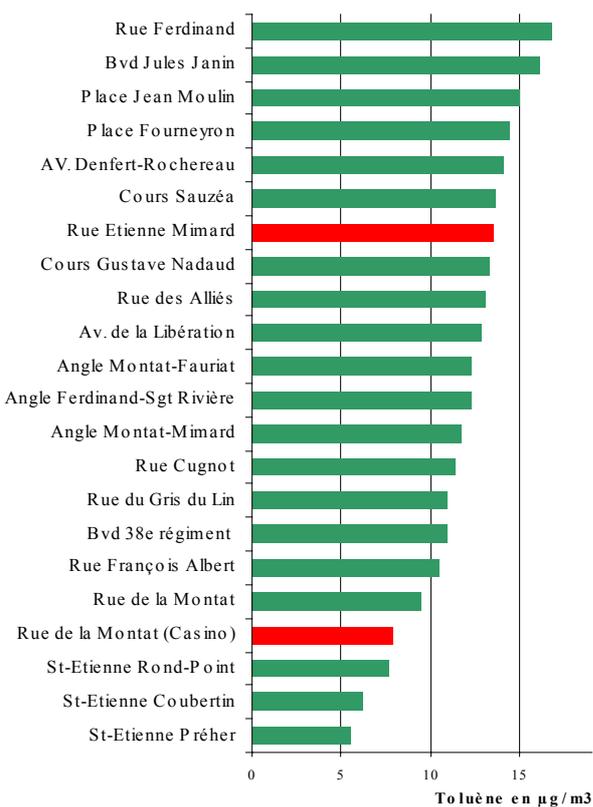
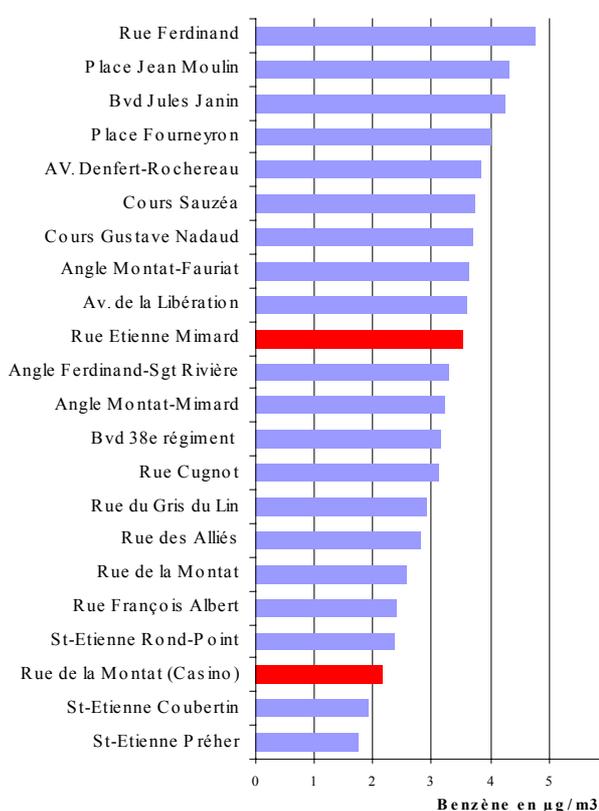
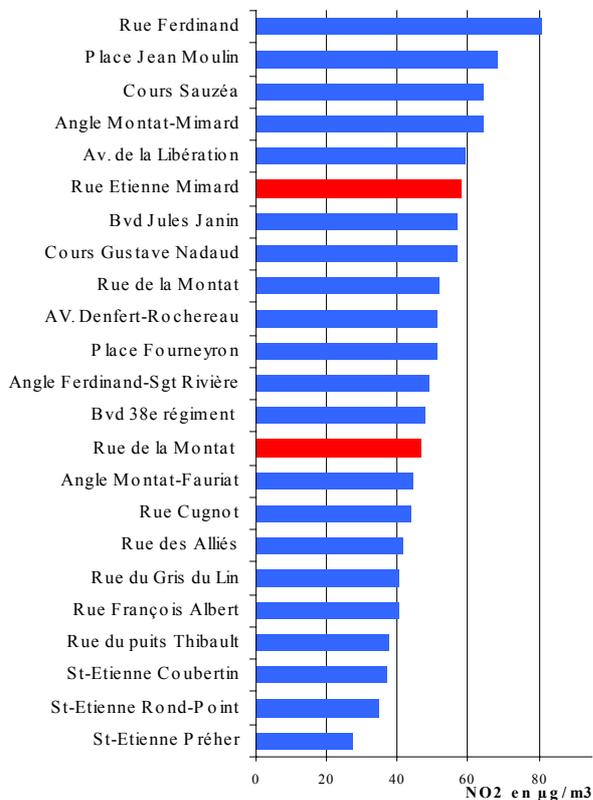
La répartition des concentrations des autres composés organiques volatils que sont le toluène et les xylènes, est similaire à celle du benzène au niveau du quartier de Châteaureux. Bien que ces composés ne soient pas soumis à des normes réglementaires à l'air ambiant, ce sont aussi de bons indicateurs de la pollution automobile.

Les teneurs ont fluctué de 19 à 4 µg/m<sup>3</sup> pour le toluène et de 23 à 4 µg/m<sup>3</sup> pour les xylènes. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées sur les sites de fond de Saint-Etienne Sud et Coubertin et permettent de quantifier concrètement les rejets automobiles en proximité des grands axes : cela représente une exposition 2 à 3 fois plus forte que pour les zones urbaines peu circulées.

Sur la zone étudiée, les xylènes sont généralement supérieurs aux teneurs de toluène de 4 à 5 µg/m<sup>3</sup> sauf pour les sites moins exposés comme la rue des Alliés ou la rue François Albert.

Ces graphiques récapitulent toutes les mesures obtenues lors de cette étude par polluant et permettent d'en déduire les voies les plus exposées à la pollution d'origine automobile.

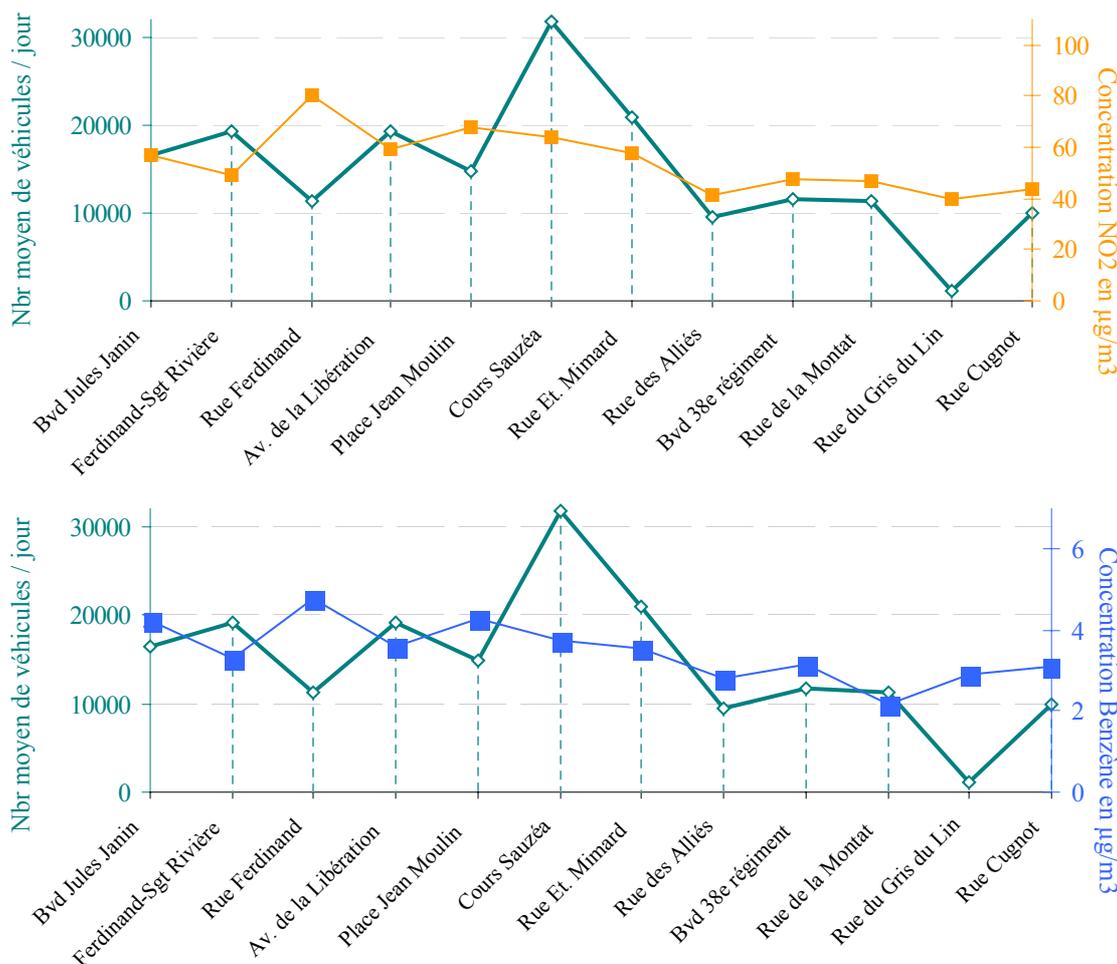
La rue Etienne Mimard fait partie de ces axes tandis que la rue de la Montat, pourtant bien circulée avec environ 10 000 véhicules par jour, se situe à des concentrations plus faibles notamment pour les BTX. On s'aperçoit qu'au-delà du facteur trafic routier, l'environnement urbain joue un rôle essentiel dans la distribution des polluants atmosphériques.



## d - Transects de pollution

Les graphiques ci-après reproduisent un parcours le long des principaux axes étudiés sur le secteur Châteaureux où sont précisés à chaque point la circulation moyenne et le niveau de pollution relevé. Le circuit part du boulevard Jules Janin pour aller place Jean Moulin, puis par le boulevard urbain à la rue des Alliés pour reprendre la rue de la Montat et revenir au point de départ par les rues Gris de lin et Cugnot.

Les distances entre chaque rue ne sont pas prises en compte car nous estimons que les valeurs de dioxyde d'azote et de benzène sont représentatives de chaque tronçon de route.



On peut observer dans un premier temps, la très bonne corrélation du dioxyde d'azote et du benzène sur l'ensemble du parcours qui ont une amplitude similaire quelle que soit la rue traversée.

L'effet "canyon" de la rue Ferdinand est bien mis en évidence : c'est le seul site qui présente des niveaux de polluants soutenus par rapport aux flux de trafic. Les bâtiments, denses et haut de part et d'autre de la voie, empêchent la dispersion de l'air et favorisent de ce fait, l'accumulation des polluants au niveau du sol.

A l'opposée, on remarque sur le cours Sauzée et rue Mimard, les plus circulés du parcours, des niveaux de polluants en deçà. Une meilleure dispersion des polluants doit en être à l'origine : l'importance de la fluidité de la circulation et de l'aération des infrastructures routières (pour Sauzée) est primordiale.

Enfin, des rues des Alliés à Cugnot, c'est la pollution de fond qui ressort plus que le trafic.

## CONCLUSIONS

Dans le cadre du réaménagement du Boulevard Urbain de Saint-Etienne prévu pour la création d'une seconde ligne de tramway au départ de la gare SNCF de Châteaureux, AMPASEL a réalisé à la demande de Saint-Etienne Métropole une évaluation de la qualité de l'air le long des voies concernées par ce projet.

Les mesures obtenues sur 20 tronçons de route, du 23 septembre au 3 novembre 2003, correspondent tous à des secteurs de proximité automobile spécifiques qui ne peuvent être extrapolés à d'autres lieux de Saint-Etienne.

Quatre indicateurs de la pollution automobile ont été suivis à l'aide d'échantillonneurs passif et de 2 stations mobiles : oxydes d'azote (NOx), monoxyde de carbone (CO), poussières en suspension (PM10) et les composés organiques volatils monocycliques (BTX).

Les enseignements obtenus à partir de ce travail sont les suivants :

- Dans la zone d'étude, il existe 3 sites très exposés aux émissions automobiles qui nécessitent de par les niveaux enregistrés des mesures immédiates pour les réduire. Cela concerne la rue Ferdinand et les carrefours Fourneyron et Jean Moulin.
- Le Boulevard Urbain, en raison des flux quotidiens de circulation, joue logiquement un rôle prépondérant sur la présence des différents traceurs de pollution automobile enregistrés. Les rues identifiées comme les plus sensibles sont le boulevard Jules Janin, le cours Sauzée, le cours Nadaud, l'avenue de la Libération, l'avenue Denfert-Rochereau et la rue Etienne Mimard.
- Les axes secondaires du quartier Châteaureux sont les moins exposés et génèrent peu de pollution par rapport au niveau de fond urbain.
- Les sites particuliers de Mimard et Montat ont présenté des teneurs supérieures à la station trafic de Saint-Etienne Rond-Point pour l'ensemble des polluants. Cependant, aucun dépassement des seuils réglementaires n'a été constaté lors de ces 6 semaines de mesure mais le risque de l'être est considéré comme élevé pour le dioxyde d'azote et le benzène en situation météorologique défavorable et dans la perspective de la hausse régulière du nombre de véhicules en circulation.

Toutefois, il faut tenir compte des mesures de plus en plus sévères engagées par l'Europe depuis 1972 concernant la réglementation sur les émissions de polluants automobiles et des carburants. Elles ont déjà permis de réduire d'un facteur 10 les émissions de véhicules particuliers à essence pour le CO, NOx et hydrocarbures en 30 ans.

A ce jour, l'efficacité de cette politique ambitieuse est cependant ralentie par la lenteur du renouvellement du parc automobile français estimé entre 7 et 10 ans, voir même masquée par la croissance régulière du nombre de véhicules circulant en France.

Mais, dans le cadre des normes EURO III et IV, la diminution des rejets automobiles sera accentuée avec l'objectif d'une réduction de 50 % de ces polluants à l'horizon 2005 et de 80% d'ici à 2020.

De même le programme européen Auto Oil a imposé une modification de la formulation des carburants dans le but de limiter les teneurs en benzène à 1% dans l'essence (au lieu de 5% en 1996), les composés aromatiques à 35% en 2005 ainsi que le soufre à 50 ppm contre 150 ppm actuellement.

Une simulation réalisée par le CITEPA a permis d'élaborer des projections à l'horizon 2010-2020 relatives à l'application de ces règles sur les émissions des polluants automobiles en fonction de la circulation routière estimée en augmentation de 1,9 % par an. Malgré cet élément très défavorable, il en ressort une forte baisse des NOx, COV, CO et particules tandis que le SO<sub>2</sub> et le CO<sub>2</sub> augmenteraient.

	Projection 2000-2010	Projection 2000-2020
<b>Circulation</b>	<b>+ 23 %</b>	<b>+ 48,8 %</b>
<b>NOx</b>	- 49 %	- 52 %
<b>CO</b>	- 70 %	- 76 %
<b>Particules</b>	- 59 %	- 73 %
<b>COV</b>	- 76 %	- 82 %
<b>SO<sub>2</sub></b>	+ 10 %	+ 15,5 %
<b>CO<sub>2</sub></b>	-	+ 24 % (1995 – 2020)

Source : scénario médian METL/DAEI/SES & CITEPA - 1998

Ces résultats confirment l'intérêt d'un changement de plan de circulation qui devra d'une part, privilégier la fluidité du trafic, notamment au niveau des grands carrefours et d'autre part définir des itinéraires de délestages pour contourner le centre ville et tendre vers une régulation et une optimisation des flux sur le Boulevard Urbain.

Une fois tous ces aménagements réalisés, la poursuite du suivi de la qualité de l'air sur ce secteur sera nécessaire pour quantifier l'impact réel de l'ensemble de ces mesures, tant sur les actions accomplies dans le développement de la politique des transports urbains, la gestion du trafic en ville que celles réalisées sur le parc automobile.

## ANNEXE 1 : Le cadre réglementaire de qualité de l'air ambiant

Le décret du 15 février 2002 fixe les valeurs seuils définies par les directives européennes, page suivante. Il existe 4 seuils différents :

**Objectif de qualité** : niveau de concentration d'un polluant atmosphérique à atteindre, au cours d'une période donnée, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de cette substance sur la santé humaine ou l'environnement.

**Valeur limite** : niveau maximal de concentration de polluant atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de cette substance sur la santé humaine ou l'environnement.

**Seuils de recommandations et seuils d'alerte** : niveaux de concentration d'un polluant donné pour une exposition de courte durée à partir desquels une information comportant des recommandations comportementales et sanitaires doit être délivrée à la population en raison des risques pour la santé humaine (personnes sensibles) et la dégradation de l'environnement.

Le niveau d'alerte est accompagné par des mesures d'urgences de réduction des rejets.

Polluant	SO <sub>2</sub> dioxyde de soufre	NO <sub>2</sub> dioxyde d'azote	PS particules en suspension	O <sub>3</sub> ozone	CO monoxyde carbone	Pb plomb	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> benzène
<b>objectif de qualité</b>	50 en moyenne annuelle	40 en moyenne annuelle	30 en moyenne annuelle	110 sur 8 heures		0,25 moyenne annuelle	2 moyenne annuelle
<b>valeur limite</b> en moyenne horaire	2001 2002 2003 2004 2005 470 440 410 380 350 valeur à ne pas dépasser plus de 24h par an	200 valeur à ne pas dépasser plus de 175h/an			10 000 sur 8 heures		
	2001 2002 2003 2004 2005 290 280 270 260 250 valeur à ne pas dépasser plus de 18h/an						
<b>valeur limite</b> en moyenne journalière	125 valeur à ne pas dépasser plus de 3jour/an		2001 2002 2003 2004 2005 70 65 60 55 50				
<b>valeur limite</b> en moyenne annuelle		2001 2002 2003 2004 2005 58 56 54 52 50	2001 2002 2003 2004 2005 46 44 43 42 41			2001 2002 0,8 0,5	jusqu'en 2005 10
<b>Seuil de recom- mandation du public</b>	300 en moyenne horaire	200 en moyenne horaire		180 en moyenne horaire			
<b>Seuil d'Alerte</b> en moyenne horaire	500 sur 3h consécutives	400  200 si valeur déclenchée la veille et jour même et risque d'être déclencher le lendemain		360  240 * directive européenne 2002/3/CE			

*L'unité de mesure de ces constituants est le microgramme par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1$  millionième de gramme par  $\text{m}^3$  d'air)*

## ANNEXE 2 : Description des sites de mesure ponctuels

### ◆ Rue Etienne Mimard

#### - Caractéristiques du site

Typologie du site : proximité automobile (trafic)

Localisation : Dans espace vert du lycée Fauriel en bordure de la rue Et. Mimard

Descriptif : environnement urbain dense, à moins de 5 mètres d'un axe de circulation à sens unique de 4 voies.



#### - Caractéristiques des appareils

Date d'installation : 22 septembre 2003

Date de fin : 03 novembre 2003

Modèle analyseur	Oxydes d'azote NOx 2000 G	Monoxyde de carbone CO 11 M	Particules en suspension Partisol
Constructeur	SERES	Environnement S.A.	R & P
N° de série	9120104	982	2025B2160S212
Principe de mesure	chimiluminescence	Absorption infra rouge	Prélèvement gravimétrique
Conditions de prélèvement	cabine mobile, climatisée Hauteur de prélèvement : 2,50 mètres		

## ♦ Rue de la Montat

### - Caractéristiques du site

Typologie site : proximité automobile (trafic)  
 Localisation : Espace vert devant le siège social CASINO au 24, rue de la Montat  
 Descriptif : environnement urbain dense, à moins de 5 mètres d'un axe de circulation en sens unique à 2 voies + 1 voie réservée au bus.



### - Caractéristiques des appareils

Date d'installation : 22 septembre 2003

Date de fin : 03 novembre 2003

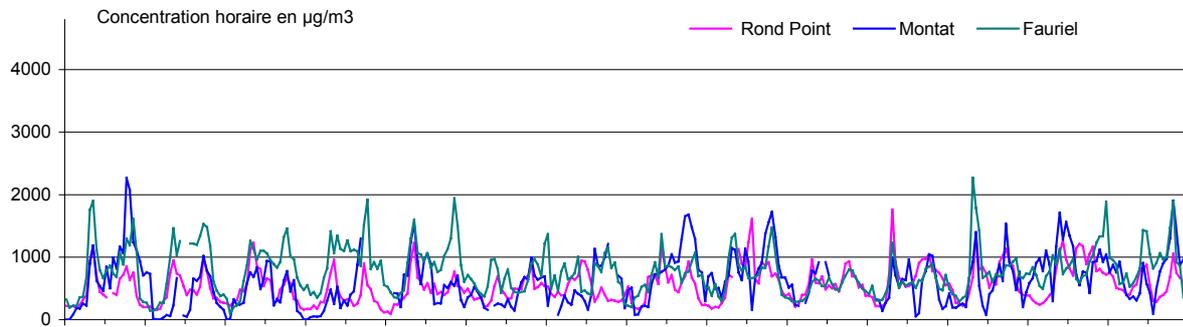
Modèle analyseur	Oxydes d'azote NO <sub>x</sub> 42C	Monoxyde de carbone CO 11 M
Constructeur	Thermo Environnemental	Environnement S.A.
Principe de mesure	Chimiluminescence	Absorption infra rouge
N° de série	67052356	950
Conditions de prélèvement	cabine mobile, climatisée Hauteur de prélèvement : 3,00 mètres	

## ANNEXE 3 : Résultats de mesures (période 23 septembre au 3 novembre 2003)

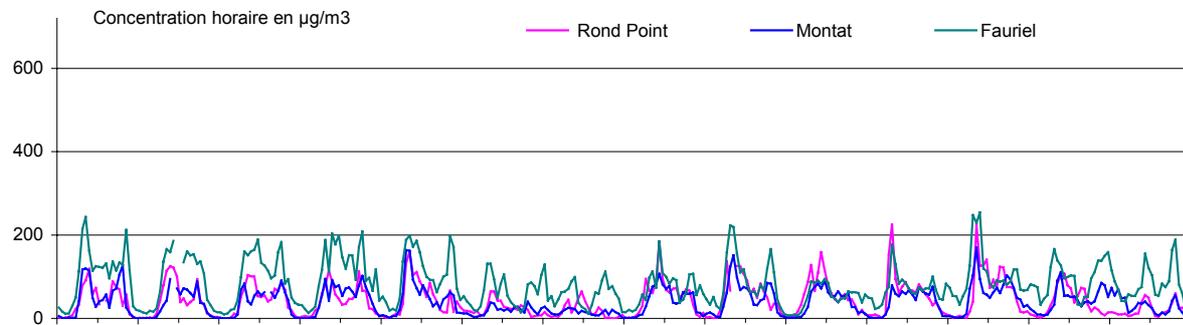
		Rue Etienne Mimard	Rue de la Montat	Saint-Etienne Coubertin	Saint-Etienne Rond Point	Saint-Etienne Sud
Typologie du site :		Trafic	Trafic	périurbaine	trafic	urbaine
NO	Moyenne	87	33	23	36	7
	Minimum horaire	0	0	0	0	0
	Maximum horaire	360	258	257	267	119
	Heure du maximum	20/10 à 9h	28/10 à 20h	28/10 à 8h	25/9 à 10h	2/10 à 9h
	Minimum journalier	37	12	0	5	1
	Maximum journalier	147	72	74	67	22
	Date du maxi. jour	24/10	28/10	28/10	28/10	14/10
NO <sub>2</sub>	Moyenne	64	40	33	38	25
	Minimum horaire	5	1	1	0	0
	Maximum horaire	171	172	89	100	74
	Heure du maximum	3/10 à 17h	28/10 à 20h	28/10 à 8h	26/10 à 9h	26/9 à 8h
	Minimum journalier	48	16	5	7	7
	Maximum journalier	97	69	55	62	41
	Date du maxi. jour	26/9	28/10	28/10	26/9	17/10
	Validité de fonctionnement	99.5	99.7	99.6	99.5	99.6
CO	Moyenne	821	566	276	520	-
	Minimum horaire	91	0	6	90	-
	Maximum horaire	3414	3553	1482	1991	-
	Heure du maximum	2/10 à 9h	28/10 à 20h	3/10 à 9h	22/10 à 9h	-
	Minimum journalier	535	257	117	256	-
	Maximum journalier	1113	1054	562	856	-
	Date du maxi. jour	20/10	28/10	27/10	28/10	-
	Validité de fonctionnement	99.5	96.4	99.1	99.5	-
PM10	Moyenne	30	-	15	21	18
	Minimum journalier	15	-	3	7	7
	Maximum journalier	53	-	30	54	30
	Date du maximum	17/10	-	13/10	14/10	14/10
	Validité de fonctionnement	100	-	99.9	99.1	97.7

## ANNEXE 4 : Profils horaires rue Etienne Mimard et Montat du 23/09 au 3/11/2003

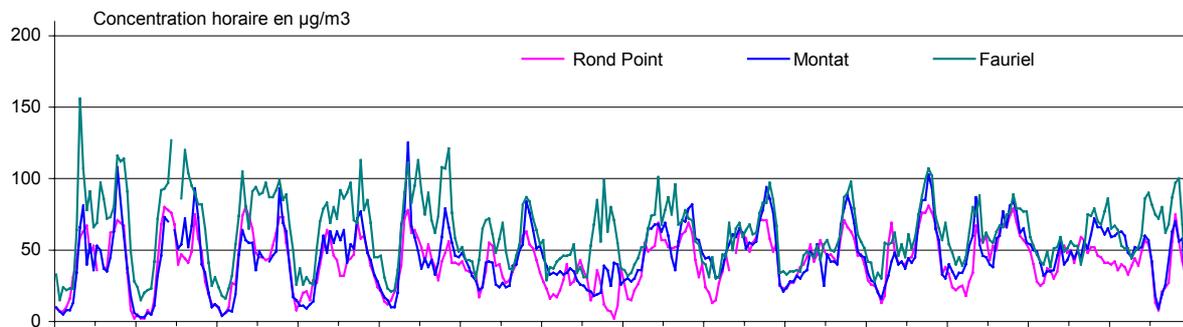
### Monoxyde de carbone



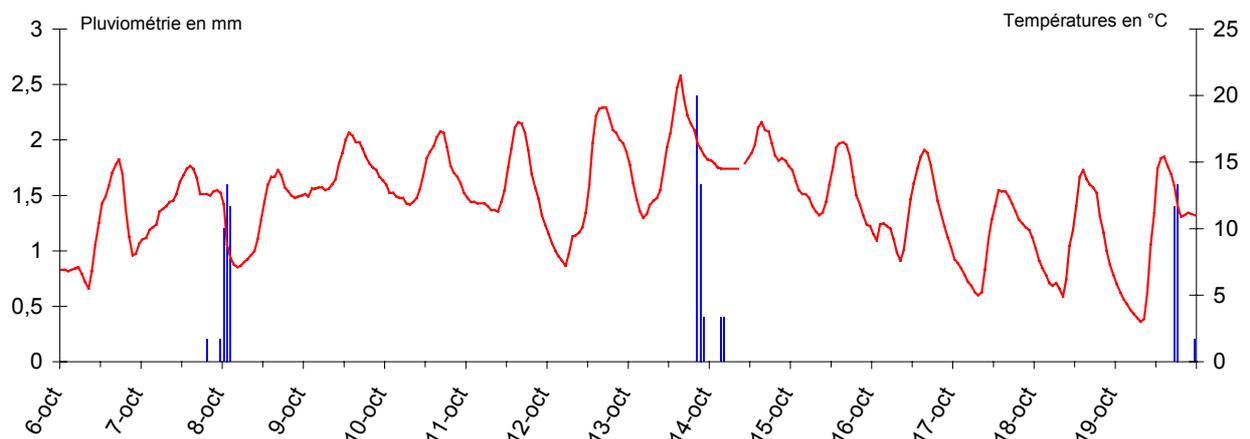
### Monoxyde d'azote



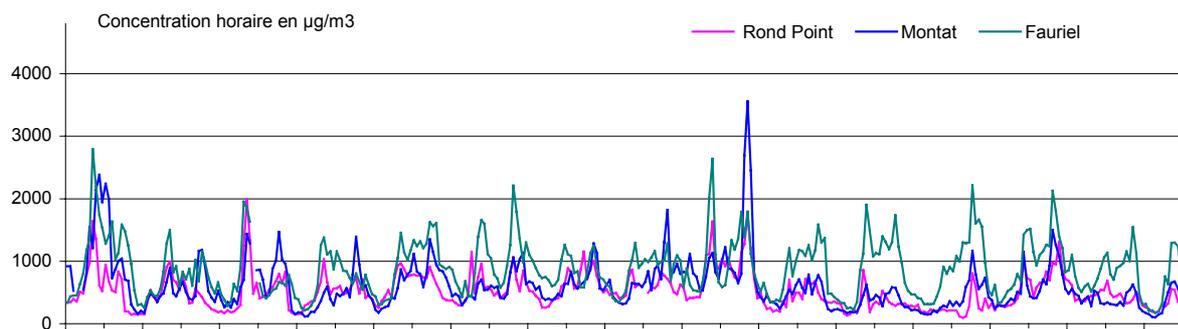
### Dioxyde d'azote



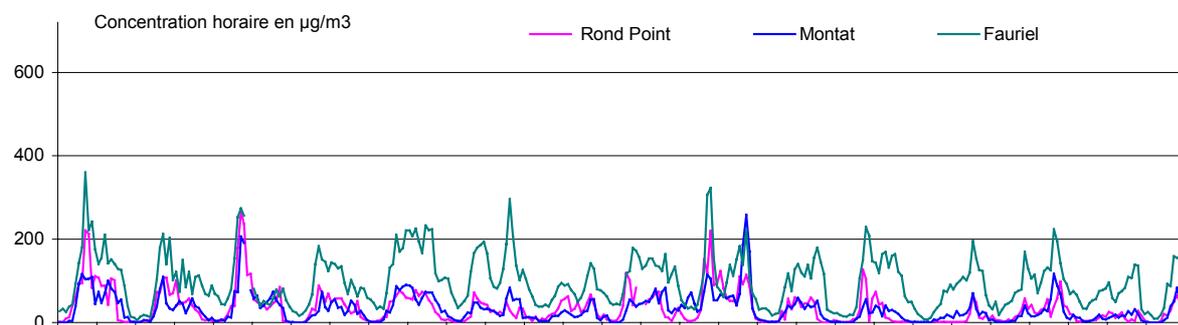
### Paramètres météorologiques



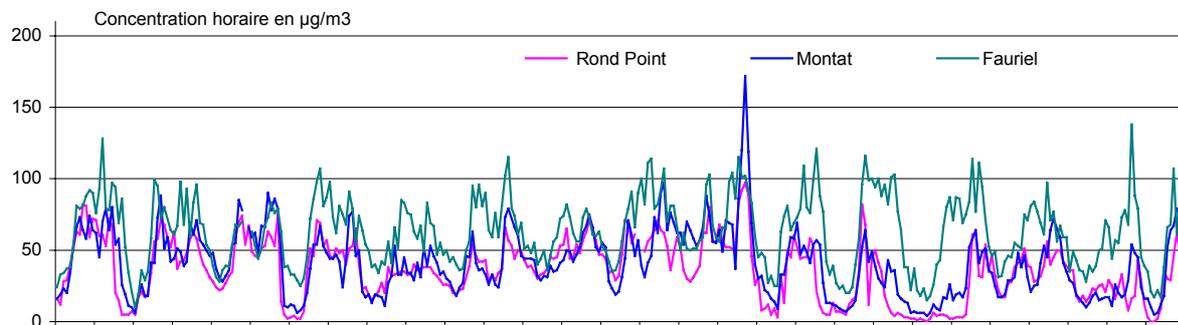
### Monoxyde de carbone



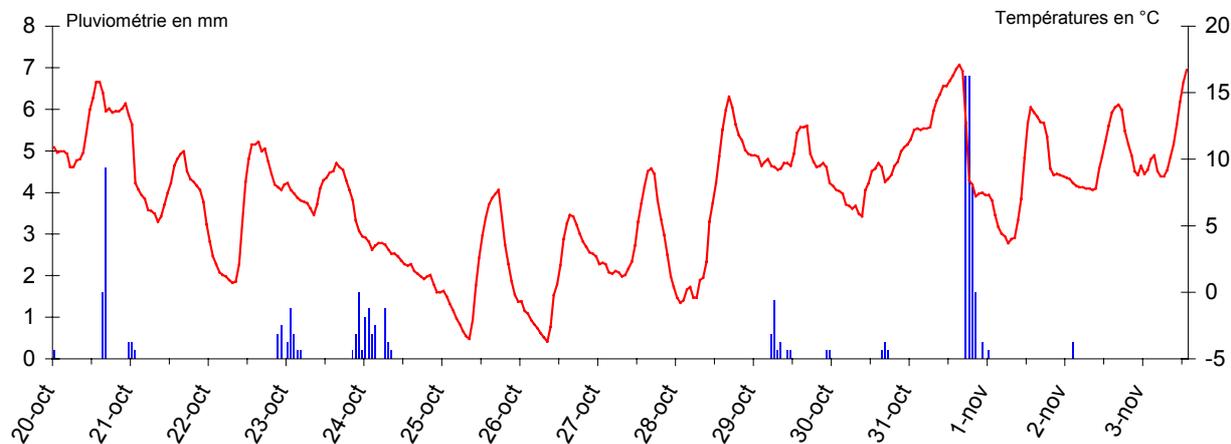
### Monoxyde d'azote



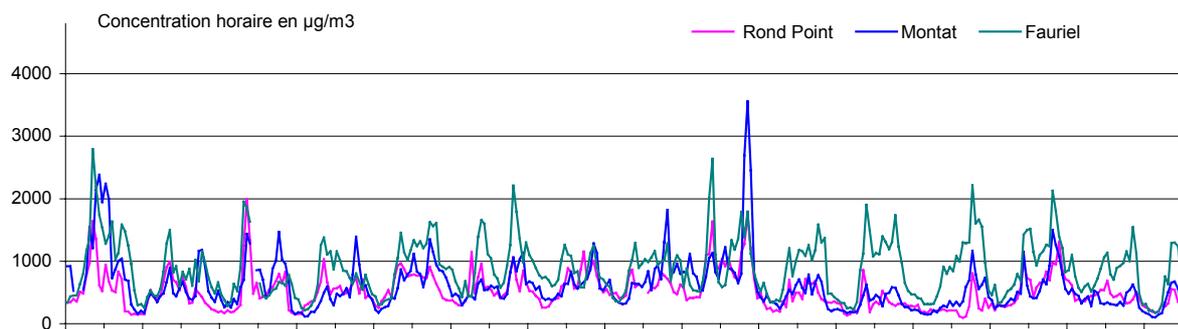
### Dioxyde d'azote



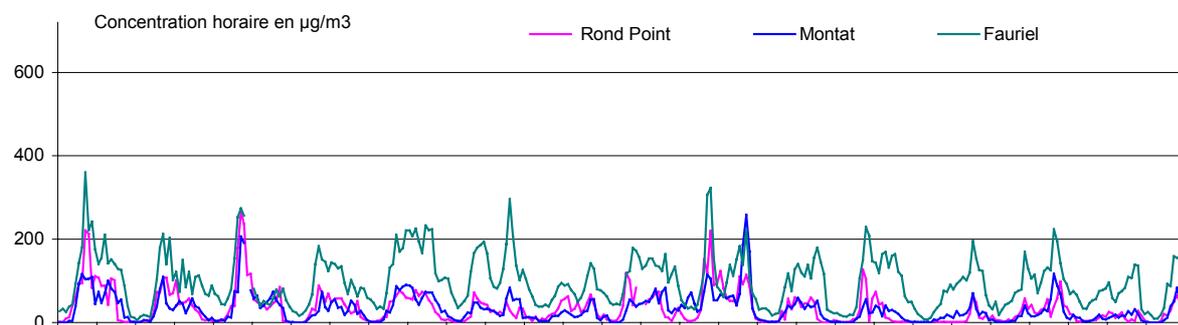
### Paramètres météorologiques



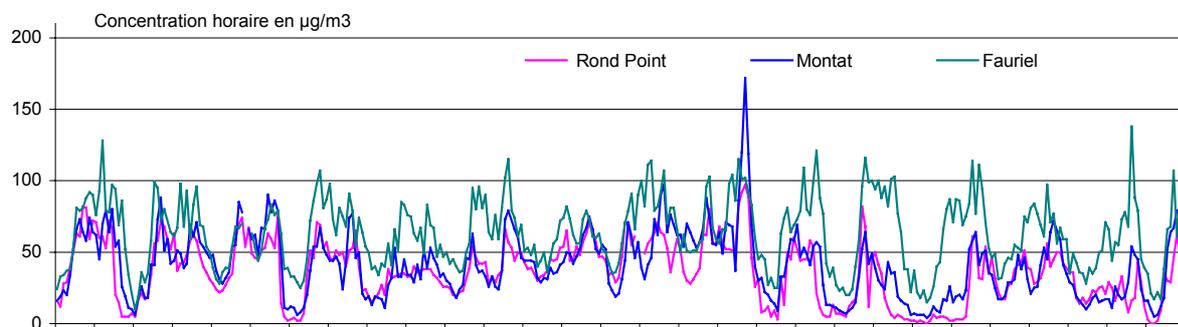
### Monoxyde de carbone



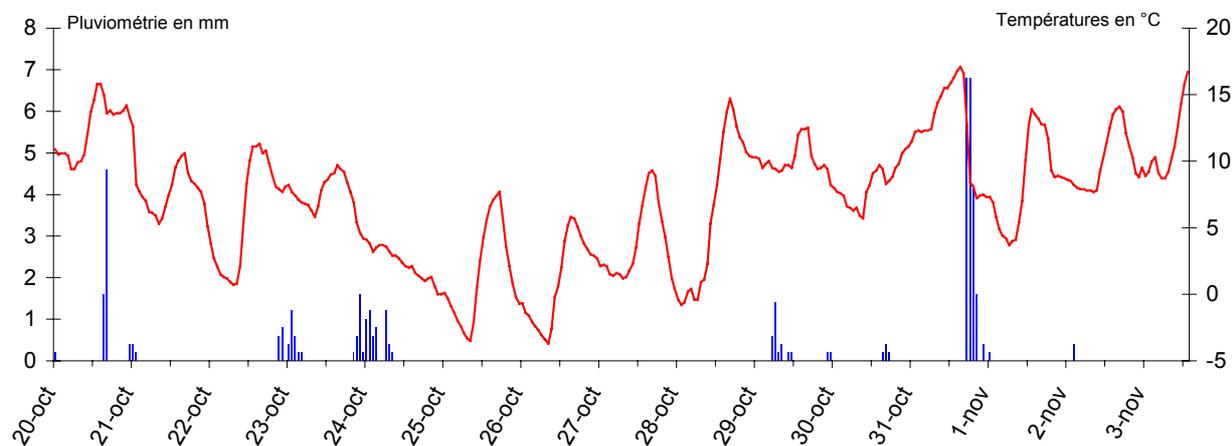
### Monoxyde d'azote



### Dioxyde d'azote



### Paramètres météorologiques



## ANNEXE 5 : Validation des mesures par échantillonneurs passifs

### – le dioxyde d'azote : réaction de Saltzman

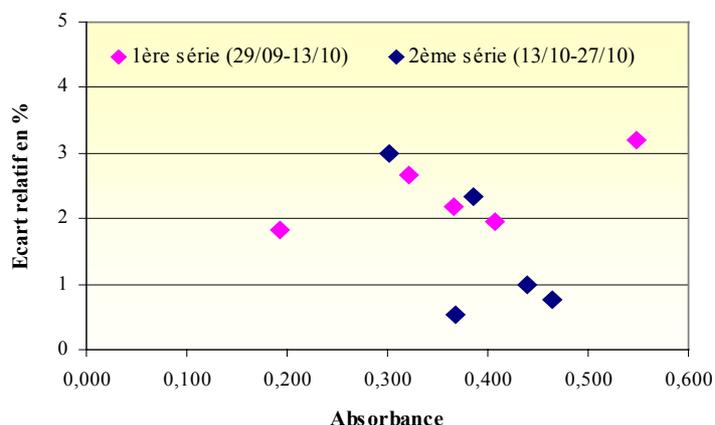
La technique d'échantillonnage passif au dioxyde d'azote est sensible aux variations climatiques, notamment à la température, l'humidité relative et au vent qui vont influencer sur la diffusion naturelle de l'air dans le tube définie par la loi de Fick.

Pour y remédier, les résultats obtenus à partir des échantillonneurs passifs sont validés selon la notion de répétabilité et corrigés en comparaison avec les analyseurs automatiques placés en parallèles sur les mêmes sites (5 au cours de cette étude).

#### 1 - Estimation de la répétabilité

Elle consiste à calculer l'écart de concentration entre 3 tubes placés sur un même site et de s'assurer de la précision de la mesure. Le fournisseur PASSAM AG garantit une répétabilité inférieure à 7 % en moyenne pour ce composé. Elle est estimée à l'aide du calcul de l'écart-type relatif :

$$ER = (\text{écart-type du multiplet} / \text{moyenne des absorbances}) * 100$$

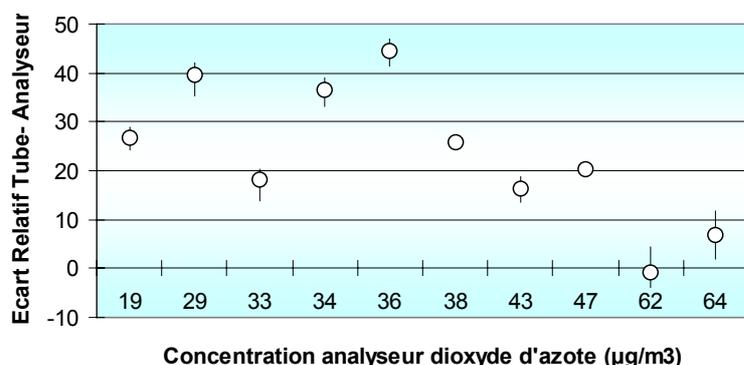


Les écarts relatifs de 0,5 et 3 % indiquent une bonne répétabilité des tubes NO<sub>2</sub>.

La précision de cette méthode de mesure s'améliore lorsque les teneurs en NO<sub>2</sub> augmentent : cas de la deuxième campagne de mesure avec des écarts inférieurs à 1%.

#### 2 - Comparaison tubes-analyseurs

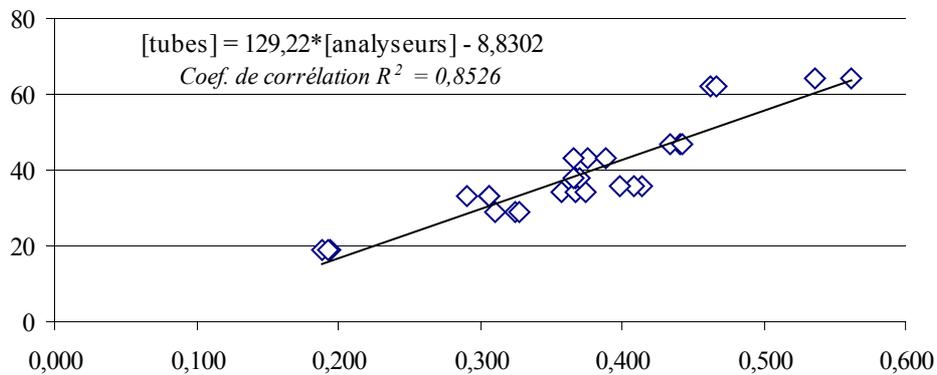
D'après le guide national sur "les échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote", une surestimation systématique des concentrations fournies par le laboratoire Passam Ag est observée lors de la conversion des mesures en µg/m<sup>3</sup> basée sur un débit d'échantillonnage inapproprié à une température ambiante de 9°C et la non prise en compte des facteurs environnementaux.



Les écarts observés sont de 30 à 45 % avec les analyseurs la 1<sup>ère</sup> quinzaine tandis qu'ils n'ont pas excédé 25 % à la seconde.

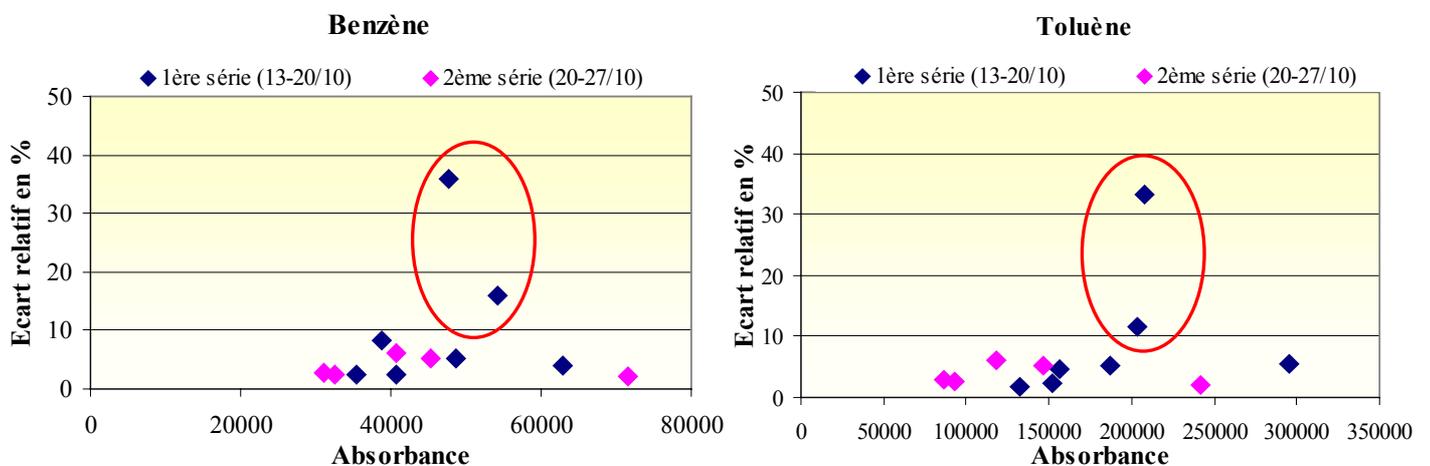
L'hétérogénéité des résultats s'explique par : une température moyenne de 14,1°C la première série contre 8,2°C ensuite et des teneurs en NO<sub>2</sub> plus fortes la 2<sup>nd</sup> quinzaine.

Afin de corriger ce biais important et supprimer les artefacts environnementaux, une relation de correspondance est définie entre l'absorbance des tubes NO<sub>2</sub> (valeur brute) et la concentration de référence mesurée par les analyseurs automatiques. Les données brutes d'absorbance ont été corrigées par le facteur correctif défini ci-dessous.



- les composés organiques volatils :

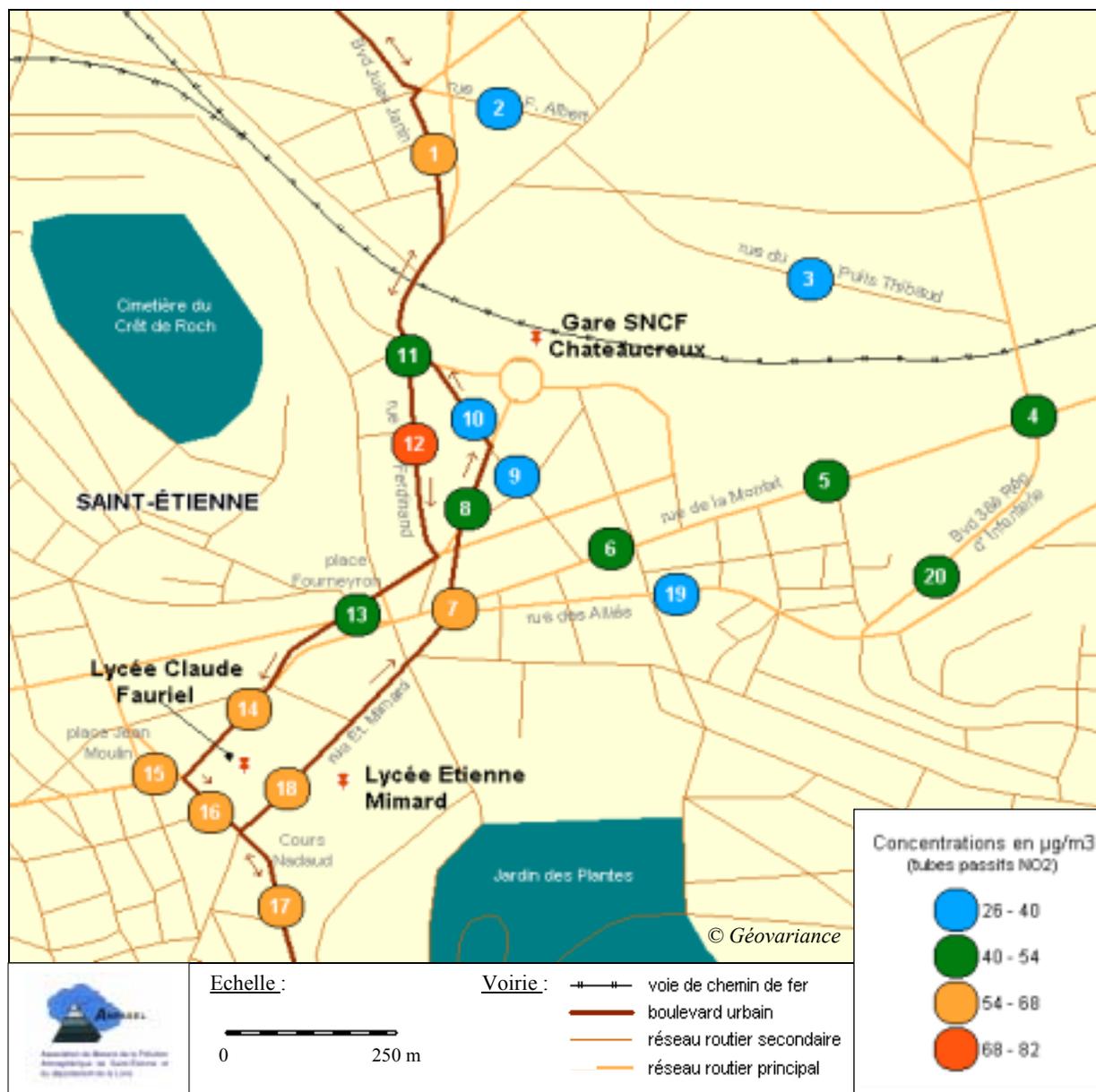
La technique de mesure normalisée utilisée pour les BTX ne nécessite pas de correction vis à vis d'une autre méthode de mesure. Les résultats ont été uniquement soumis au test de répétabilité.



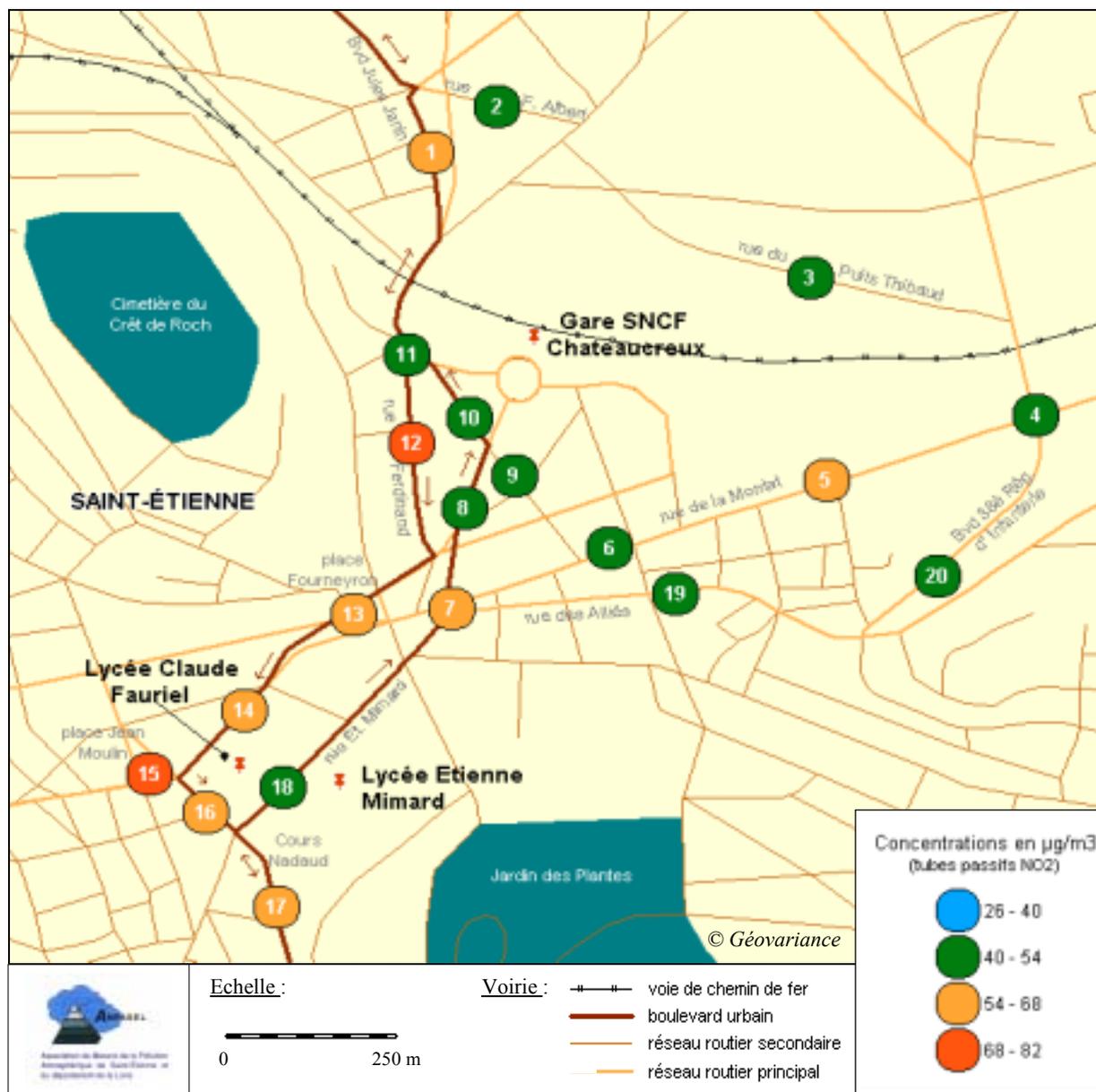
Au cours de la première série de mesure, deux sites ont présenté des écarts importants supérieurs à 10 % signifiant la présence de valeurs aberrantes. Ces valeurs de triplets douteuses ont été invalidées et ont permis d'obtenir des écarts relatifs acceptables pour l'élaboration de la cartographie.

## ANNEXE 6 : Représentation spatiale des concentrations de dioxyde d'azote par campagne

cartographie du 29 septembre au 13 octobre 2003

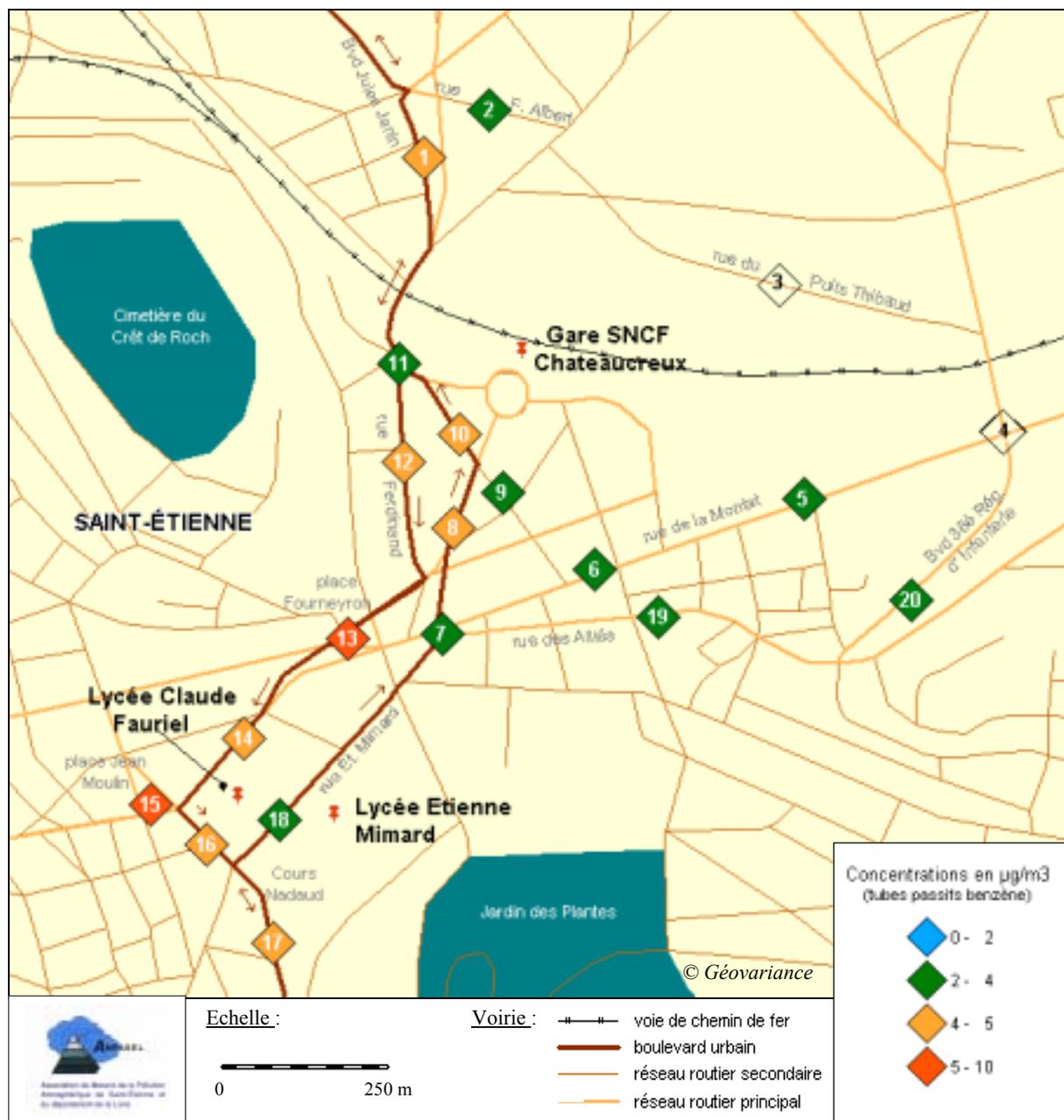


cartographie du 13 au 27 octobre 2003



## ANNEXE 7 : Représentation spatiale des concentrations de benzène par campagne

1<sup>ère</sup> campagne : du 13 au 20 octobre



2<sup>ème</sup> campagne : du 20 au 27 octobre 2003

