



# Etude de la qualité de l'air sur Le tracé de la ligne de tramway CC'

Automne & hiver 2002-2003



tram3



## Surveillance de la qualité de l'Air dans la Région Grenobloise

44 avenue Marcellin Berthelot – BP 2734  
38037 Grenoble Cedex 2  
Tél : 04 38 49 92 20  
Fax : 04 38 49 08 80

E-mail : [ascoparg@atmo-rhonealpes.org](mailto:ascoparg@atmo-rhonealpes.org)  
Internet : [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org)



Membre agréé du réseau **Atmo**

# ETUDE DE QUALITE DE L'AIR SUR LE TRACE ENVISAGE DE LA LIGNE DE TRAMWAY CC'

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE .....</b>	<b>3</b>
1.1 POLLUANTS PROSPECTES.....	3
1.2 EFFETS DES POLLUANTS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT .....	6
1.3 LA REGLEMENTATION.....	8
<b>2 METHODOLOGIE ADOPTÉE.....</b>	<b>10</b>
2.1 PERIODE DE MESURES.....	10
2.2 TECHNIQUES DE MESURES.....	13
<b>3 RÉSULTATS DES MESURES POUR L'ÉTAT INITIAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR LE LONG DU TRACÉ ENVISAGÉ DE LA LIGNE DE TRAMWAY CC' .....</b>	<b>21</b>
3.1 CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	21
3.2 COMPTAGES ROUTIERS.....	22
3.3 NIVEAUX DE POLLUTION MESURES.....	23
3.4 SYNTHÈSE DES MESURES.....	47
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>49</b>

## INTRODUCTION

Dans le cadre du **Plan de Déplacements Urbains (PDU)**, la mise en service d'une **troisième ligne de tramway, appelée CC'**, est prévue pour le printemps 2006 dans l'agglomération grenobloise.

Ce nouvel axe est/ouest contribuera ainsi à rééquilibrer et à améliorer l'attractivité des transports en commun. Ce projet d'infrastructure important aura un impact urbain sur l'ensemble de l'agglomération et plus particulièrement sur les cinq communes traversées par le tramway.

Dans le cadre de ce projet, le **Syndicat Mixte des Transports en Commun (SMTC)** a souhaité que soit réalisée une étude complémentaire sur la qualité de l'air.

L'objectif de cette étude est d'établir un **état initial de la qualité de l'air** le long du tracé envisagé de la ligne de tramway CC'.

L'ASCOPARG a réalisé, dans le cadre de cette étude trois campagnes d'évaluation de la qualité de l'air sur le tracé de la ligne de tramway à l'aide de moyens mobiles (camion laboratoire, remorque mobile) et d'une station fixe de surveillance de la qualité de l'air : une campagne pendant l'été 2001 (**juin – août 2001**), une autre pendant l'automne 2002 (**novembre 2002**) et une dernière pendant l'hiver 2003 (**février 2003**).

La première campagne de mesure (juin – août 2001) a déjà fait l'objet d'un rapport (C.Mignet, C.Chappaz, « Etude de la qualité de l'air sur le tracé envisagé de la ligne de tramway CC', 2001).

Ce rapport présente les résultats des 2 dernières campagnes de mesures (automne 2002 et hiver 2003), ainsi qu'une synthèse de l'évolution de la qualité de l'air pendant les 3 campagnes de mesures le long du tracé de la ligne CC'.

# 1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

## 1.1 Polluants prospectés

Dans le cadre de cette étude, les polluants mesurés sont uniquement des polluants primaires, directement émis par les sources de pollution, susceptibles de dépasser des niveaux réglementaires à proximité du tracé envisagé de la ligne de tram CC'.

Lors des deux dernières campagnes, des mesures complémentaires de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) ont été effectuées sur le site du Boulevard Foch.

Les composés étudiés sont donc les suivants :

- Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>)
- Les particules : Poussières en suspension de taille inférieure à 10 µm (appelées PM<sub>10</sub>)
- Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

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

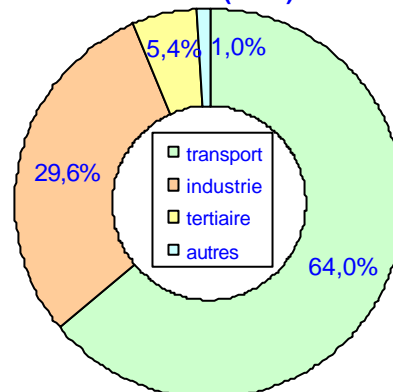
Le terme oxydes d'azote désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N<sub>2</sub>) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles.

Les oxydes d'azote, avec les composés organiques volatils, interviennent dans le processus de formation de la pollution photooxydante et de l'ozone dans la basse atmosphère.

En France, les transports représentent 75 % des émissions d'oxydes d'azote<sup>1</sup>. Les sources fixes (installations de combustion, industries, procédés industriels...) sont responsables de 18 % des émissions. Bien que l'équipement des automobiles par des pots catalytiques favorise une diminution unitaire des émissions d'oxydes d'azote, les concentrations dans l'air ne diminuent guère compte tenu de l'âge du parc automobile et de l'augmentation constante du trafic.

Le monoxyde d'azote, gaz incolore et inodore, est principalement émis par les véhicules à moteur thermique et se transforme rapidement par oxydation en dioxyde d'azote, gaz roux et odorant. La réaction est favorisée par le rayonnement Ultra Violet (UV).

Emissions de NOx sur l'unité urbaine de Grenoble (1994)



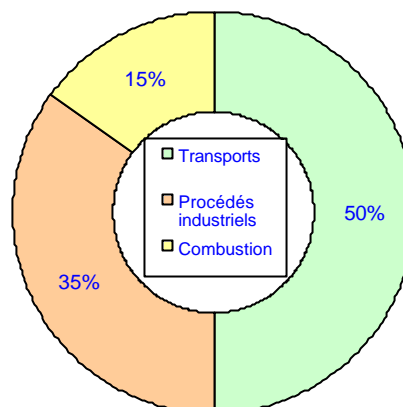
<sup>1</sup> Inventaire d'émission de l'année 1996 – CITEPA (données 1999)

### 1.1.2 Les particules en suspension (Ps)

Les poussières en suspension proviennent de certains procédés industriels (incinérations, carrières, cimenteries), des chauffages domestiques en hiver mais majoritairement du trafic automobile (particules diesel, usures de pièces mécaniques et des pneumatiques...) près des voiries. Les particules les plus fines (diamètre inférieur à 0,5 µm) sont essentiellement émises par les véhicules diesel alors que les plus grosses proviennent plutôt de frottements mécaniques sur les chaussées ou d'effluents industriels.

Les particules sont mesurées de deux manières : par la méthode des fumées noires (la plus ancienne) et par la méthode plus récente des «PM<sub>10</sub> », particules de diamètre dynamique inférieur à 10 microns.

Emissions nationales de poussières en 1995



### 1.1.3 Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) est un **Composé Organique Volatil (COV)**.

Les composés organiques volatils ( vapeurs d'hydrocarbures et de solvants divers) proviennent de sources mobiles (transport) et des procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockage et utilisation de solvants, application de peinture). Ils interviennent en tant que précurseurs dans le phénomène de la pollution photo-oxydante (formation d'ozone) en réagissant notamment avec les oxydes d'azote. La nature libère une quantité non négligeable de COV, notamment les terpènes et isoprènes, qui en présence d'oxydes d'azote en provenance des villes, peuvent former de l'ozone.

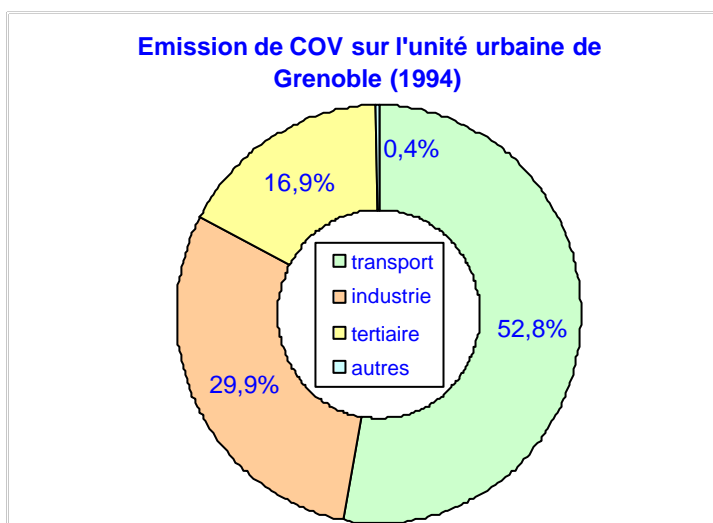
Le terme Composé Organique Volatil regroupe un grand nombre de composés : les Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM), les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les aldéhydes, les cétones ...

La suppression du plomb (anti-détonnant) dans la formulation des essences a entraîné en remplacement, l'utilisation de **benzène**.

Le benzène est :

- présent dans les produits pétroliers,
- produit par les processus de combustion (carburants, fumée de cigarette, ...),
- utilisé comme matière première en chimie de synthèse et comme solvant,
- présent dans les essences à hauteur de 1% à partir de janvier 2000. Il est donc à la fois présent dans le carburant et produit par la combustion du moteur,
- émis par certains matériaux à l'intérieur des locaux.

Emission de COV sur l'unité urbaine de Grenoble (1994)



La surveillance des Benzène, Toluène et Xylènes (BTX) commence dans certains réseaux français de surveillance de la pollution atmosphérique. Cette mesure est un bon indicateur de la pollution engendrée par le trafic automobile.

La directive européenne du 27 septembre 1996 demande la surveillance de 13 composés dont le benzène (HAM de formule C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) et les HAP.

### 1.1.4 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP sont des produits de la combustion de matières organiques, ils sont formés de plusieurs cycles benzéniques. Il existe plusieurs dizaines de HAP dont la toxicité est très variable ; certains sont faiblement toxiques, alors que d'autres comme le benzo[a]pyrène, sont des cancérigènes reconnus depuis plusieurs années.

L'ASCOPARG participe à un programme national de surveillance des HAP piloté par l'ADEME et l'INERIS ; des mesures régulières de HAP ont été effectuées depuis la fin 2001 sur le site fixe du Rondeau.

Dans la deuxième phase de cette étude, en plus des polluants prospectés lors de la première phase, des mesures de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) ont été réalisées sur le site de Foch qui apparaissait comme le site le plus pertinent pour réaliser ces mesures car il s'agit du site fixe de l'ASCOPARG où la pollution d'origine automobile est la plus forte et où le nombre d'habitants se situant à proximité du site est le plus élevé.

Il existe 4 grandes sources de HAP d'origine anthropique : le résidentiel/tertiaire, les transports, l'agriculture et les industries. Toutes sources confondues, les émissions totales de HAP en France ont été estimées à 324 tonnes en 2000 (rapport « Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – Format SECTEN », CITEPA, février 2002).

HAP	Formule	Sources principales <sup>1</sup>
Phénanthrène (PHE)	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	Diesel / Raffinerie pétrole
Anthracène (AN)	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	Raffinerie pétrole
Fluoranthène (FA)	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	Chauffage domestique / diesel
Pyrène (PY)	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	Chauffage domestique / diesel
Benzo[a]anthracène (BaA)	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	Chauffage domestique / fonderie
Chrysène (CHR)	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	Chauffage domestique / incinérateur de déchets
Benzo[b]fluranthène (BbFA)	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	Fonderie
Benzo[k]fluranthène (BbFA)	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	-
Benzo[a]pyrène (BaP)	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	Essence / fonderie
Indeno[123,cd]pyrène (IP)	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	Essence
Dibenzo[a,h]anthracène (DbahA)	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	-
Benzo[BghiP]pérylène (BghiP)	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	Essence

Tableau 1.1 HAP : formules, sources principales

(1) Identification des sources de HAP particulières dans l'atmosphère urbaine. Masclat P., Nikolau K. et Mouvier G. in Physico-Chemical behaviour of atmospheric pollutant. Proceeding of the third European Symposium held in Varese, Italie 10 – 12 avril 1984, 616-626

## 1.2 Effets des polluants sur la santé et l'environnement

Dans une population donnée, tous les individus ne sont pas égaux face aux effets de la pollution.

La sensibilité de chacun peut varier en fonction de l'âge, l'alimentation, les prédispositions génétiques, l'état de santé général.

D'autre part, l'effet des polluants n'est pas toujours complètement connu sur l'homme.

Pour certains, il existe une limite d'exposition au-dessous de laquelle il n'y a pas d'effet comme pour le dioxyde de soufre. Pour d'autres, il n'y a pas de seuil car certains effets peuvent apparaître, selon les personnes, dès les faibles niveaux d'exposition (par exemple le benzène). Il a été démontré que la combinaison de plusieurs polluants (comme le SO<sub>2</sub> et le NO<sub>2</sub>) pouvait abaisser les seuils de certains effets sur la santé.

Au niveau individuel, le risque lié à la pollution de l'air est beaucoup plus faible que celui lié à une tabagie active. Dans ce sens, les recherches sur les effets de la pollution distinguent souvent les populations de « fumeurs » et de « non-fumeurs ».

Le niveau d'exposition d'un homme varie également en fonction du temps passé à l'extérieur, des possibilités d'entrée des polluants dans l'atmosphère intérieure et du niveau de pollution généré à l'intérieur par les vapeurs de cuisine, les peintures, les vernis, les matériaux de construction.

L'évaluation des risques dus aux effets de la pollution est nécessaire chez les populations à haut risque comme les nourrissons, les enfants, les personnes âgées, les déficients respiratoires, les femmes enceintes et leur fœtus, les mal-nutris et les personnes malades. Ces personnes sont les premières touchées en cas de hausse de pollution.

L'influence de la pollution sur l'excès de mortalité est maintenant mieux connue sur l'homme. De récentes études sur l'impact de la santé en milieu urbain (Etude de l'Institut National de Veille Sanitaire<sup>2</sup>) ont montré le lien entre pollution et mortalité. Ce lien est davantage marqué en ce qui concerne la mortalité due aux problèmes respiratoires et cardiovasculaires.

Ces conclusions confirment les résultats d'autres études récentes<sup>3</sup> :

« Les variations journalières des indicateurs de pollution atmosphérique sont, en milieu urbain, associées à court terme à la survenue d'effets adverses pour la santé :

- pour des niveaux de pollution relativement faibles inférieurs aux valeurs limites d'exposition actuelles européennes
- sans effet de seuil (au niveau de la population)
- avec un niveau de sévérité comparable pour les différents indicateurs de santé (mortalité, admissions hospitalières, symptômes, fonction respiratoire) ».

<sup>2</sup> Etude INVS réalisée entre mars 1997 et mars 1999 (Quénel, 1999)

<sup>3</sup> Propos de l'épidémiologiste Quénel recueillis aux rencontres inter réseaux 1999

## 1.2.1 Les oxydes d'azote (NOx)

### 1.2.1.1 Santé



Seul le **dioxyde d'azote est considéré comme toxique** aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, dès  $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ , entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

### 1.2.1.2 Environnement



Les oxydes d'azote contribuent également au **phénomène du dépérissement forestier**.

## 1.2.2 Les particules en suspension (Ps)

### 1.2.2.1 Santé



L'action des particules est irritante et dépend de leurs diamètres. Les grosses particules (diamètre supérieur à  $10 \mu\text{m}$ ) sont retenues par les voies aériennes supérieures (muqueuses du naso-pharynx). Entre 5 et  $10 \mu\text{m}$ , elles restent au niveau des grosses voies aériennes (trachée, bronches). Les plus fines ( $< 5 \mu\text{m}$ ) pénètrent les alvéoles pulmonaires et peuvent, surtout chez l'enfant, **irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire**. Il existe une corrélation entre la teneur des particules et l'apparition de bronchites et de crises d'asthme. Les non-fumeurs perçoivent des effets à partir de  $200 \mu\text{g.m}^{-3}$  contre  $100 \mu\text{g.m}^{-3}$  pour les fumeurs (muqueuses irritées). Les particules mesurées en routine sont en général inférieures à  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) ou à  $2.5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ).

Certaines substances se fixent sur les particules (sulfates, nitrates, hydrocarbures, métaux lourds) dont certaines sont susceptibles d'accroître les risques de cancer comme les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Les micro-particules diesel provoquent des cancers de façon certaine chez les animaux de laboratoire. Le même effet sur l'homme est donc fortement probable : le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC, 1989) et l'agence américaine de l'environnement (US EPA, 1994) ont classé les émissions de diesel comme étant probablement cancérigènes (classe 2A du CIRC chez l'homme).

### 1.2.2.2 Environnement



Les bâtiments subissent également les effets de la pollution avec notamment le **noircissement des façades dû aux particules diesel**.

## 1.2.3 Le benzène ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )

### 1.2.3.1 Santé



Le benzène est considéré comme un des **composés organiques volatils les plus dangereux**.

Les recherches réalisées sur ce polluant montrent que la probabilité d'un **effet cancérigène** (leucémie et lymphome) n'est jamais nulle et augmente avec sa concentration (classé I par le Centre International de Recherche contre le Cancer « IARC »).

Le benzène induit également des effets systémiques conduisant à la **baisse des globules rouges dans le sang et à une diminution de la réponse immunitaire**.



Une élévation de la concentration en benzène de  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  durant une vie entière se traduirait, selon l'OMS, par une augmentation de leucémie de 6 sur une population de 1M d'habitants en 70 ans. Certaines professions comme les mécaniciens et les pompistes sont particulièrement exposées aux hydrocarbures benzéniques des carburants automobiles avec des expositions moyennes en benzène de l'ordre de  $3\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  d'air. Il a été démontré chez ces personnes un excès de décès par leucémie. Les concentrations rencontrées dans l'air ambiant sont heureusement bien moindres (environ 1000 fois inférieures).



### 1.2.3.2 Environnement

Le benzène, par sa grande toxicité, peut causer la **mort ou la réduction du rythme de croissance de la végétation**. Il peut causer des dommages aux membranes des feuilles dans diverses cultures agricoles.

## 1.2.4 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Actuellement, les effets toxicologiques des HAP sont imparfaitement connus. Plusieurs HAP sont classés comme probables ou possibles cancérigènes, pouvant en particulier provoquer l'apparition de cancer du poumon en cas d'inhalation (surtout en phase particulaire). Le benzo[a]pyrène (BaP) représente 40% de la toxicité globale des HAP. L'unité de risque dans le cas d'une exposition de la population à une concentration de  $1\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$  de BaP tout au long d'une vie a été estimé à  $9 \times 10^{-5}$  par l'OMS.

## 1.3 La réglementation

La stratégie de surveillance de la qualité de l'air doit répondre à plusieurs exigences réglementaires.

### ➤ La réglementation européenne et en particulier à :

- Directive cadre 96/62/CE du 27/09/96 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant.
- Directive fille 99/30/CE du 22 avril 1999 relative à la fixation de valeurs limites pour le  $\text{SO}_2$ , le  $\text{NO}_2$ , les  $\text{NO}_x$ , les particules et le plomb dans l'air ambiant.
- Directive fille 00/69/CE du 16 novembre 2000 relative à la fixation de valeurs limites pour le benzène et le CO.
- Directive 2002/3/CE du 12 février 2002 relative à l'ozone dans l'air ambiant.
- Directive 2003/4/CE concernant l'accès du public à l'information et en particulier en matière d'environnement.

### ➤ La réglementation française :

- La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie n°96-1236
- Le décret du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.
- Le décret du 15 février 2002 – transposition en droit français de la directive cadre européenne modifiant le décret 98-360 du 6 mai 1998.

### ➤ La réglementation locale :

- Arrêt préfectoral 2002-06795 – procédure de recommandation et alerte sur le territoire de l'Isère.

La directive européenne 96/62/CE du 27 septembre 1996, concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air, prévoit la prise en compte des HAP.

La commission européenne a publié en juillet 2001 un document qui pourrait servir de base à la directive fille HAP ( Ambient Air Pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Position paper, 27/07/2001). Le benzo[a]pyrène (BaP) représentant 40% de la toxicité des HAP, sa future valeur limite européenne pourrait être fixée à  $1\text{ng.m}^{-3}$  (la valeur  $0,5\text{ng.m}^{-3}$  est également envisagée).

Pour le  $\text{NO}_2$ , les  $\text{PM}_{10}$  et le benzène une comparaison à la réglementation a été effectuée par rapport aux **valeurs limites pour la protection de la santé humaine** définies dans le décret n°2002-213 du 15 février 2002 pour l'année **2002**.

Une **valeur limite** représente un niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.

Décret français 2002-213 du 15 février 2002		
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine en 2002		
Polluant	Valeur à respecter en 2002 en $\mu\text{g.m}^{-3}$	Périodes et statistiques pour le calcul
<b>NO<sub>2</sub></b>	200	Centile 98 (soit 175 heures de dépassement des $200\text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne horaire autorisés par année civile de 365 jours)
	280	Centile 99,8 (soit 18 heures de dépassement des $280\text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne horaire autorisés par année civile de 365 jours)
	56	Moyenne annuelle
<b>PM<sub>10</sub></b>	65	Centile 90,4 (soit 35 jours de dépassement des $65\text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne journalière autorisés par année civile de 365 jours)
	44	Moyenne annuelle
<b>Benzène</b>	10	Moyenne annuelle

Tableau 1.2. Valeurs limites pour la protection de la santé humaine (Décret français 2002-213 du 15 février 2002)

Un site de mesure temporaire est considéré en dépassement d'une valeur limite si cette valeur est dépassée pendant les campagnes d'investigation (prorata des jours quand la valeur limite est un percentile).

Le décret 2002-213 du 15 février 2002 définit aussi des **objectifs de qualité**.

Un **objectif de qualité** représente un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

Décret français 2002-213 du 15 février 2002		
Objectifs de qualité		
Polluant	Valeur à respecter en 2002 en $\mu\text{g.m}^{-3}$	Périodes et statistiques pour le calcul
<b>NO<sub>2</sub></b>	40	Moyenne annuelle
<b>PM<sub>10</sub></b>	30	Moyenne annuelle
<b>Benzène</b>	2	Moyenne annuelle

Tableau 1.3. Objectifs de qualité (Décret français 2002-213 du 15 février 2002)

## 2 METHODOLOGIE ADOPTEE

### 2.1 Période de mesures

#### 2.1.1 En règle générale

Le comportement des polluants atmosphériques locaux (transport et accumulation) est fortement lié aux conditions climatiques (pluviométrie, vent, température, ensoleillement).

En raison de la forte variabilité de la qualité de l'air dans l'espace, mais aussi dans le temps (le comportement des polluants atmosphériques locaux est fortement lié aux conditions climatiques), les mesures devraient être **également réparties dans l'année avec un minimum de 8 semaines de mesures** (directive européenne du 22 avril 1999) pour être considérées comme représentatives de la qualité de l'air d'un site donné et permettre une comparaison avec les normes en vigueur.

#### 2.1.2 Dans le cadre de l'étude

Dans le cadre de cette étude, l'ASCOPARG a été sollicitée fin mai 2001 pour réaliser des mesures sur le tracé de la future ligne de tramway CC'.

Lors d'une première phase, 8 semaines de mesures ont été effectuées sur l'été 2001. Les mesures ont débuté le 13 juin 2001 et se sont terminées le 6 août 2001 (tableau 1.2).

Cette période n'est pas la plus favorable à l'observation de concentrations élevées de polluants d'origine automobile. Par conséquent, les mesures obtenues ont été analysées en tenant compte de cette particularité de la période de l'étude. Les résultats de ces mesures et leur interprétation sont dans le premier rapport d'étude (C.Mignet, C.Chappaz, «Etude de la qualité de l'air sur le tracé envisagé de la ligne de tramway CC', 2001).

Dans la seconde phase, deux séries de mesures de 2 semaines chacune ont été effectuées : une caractéristique de l'automne (du 22 novembre 2002 au 6 décembre 2002) et l'autre de l'hiver (du 31 janvier 2003 au 14 février 2003) (tableau 1.4).

	Date début	Date fin	
1 <sup>ère</sup> phase	13/06/2001	06/08/2001	Eté
2 <sup>ème</sup> phase	22/11/2002	06/12/2002	Automne
	31/01/2003	14/02/2003	Hiver

Tableau 2.1. Date des différentes périodes de mesures

## 2.2 Nombre et choix des sites de mesure

Pour cette étude, trois moyens mobiles ont pu être utilisés : le camion laboratoire et les 2 cabines de l'ASCOPARG.

De plus, deux stations fixes de l'ASCOPARG ont pu servir de points de mesures pour cette étude. Il s'agit de la station fixe de Grenoble Foch, station trafic, se trouvant sur le tracé de la ligne C, et de la station fixe de Saint Martin d'Hères, station urbaine, se trouvant à proximité du passage de la ligne C'.

Ainsi, **cinq sites** de mesures ont pu être mis en place pour cette étude.

Le choix des sites de mesures est déterminant si on veut obtenir une vue d'ensemble précise de la qualité de l'air le long du tracé envisagé de la ligne de tramway CC'.

L'objectif est donc de choisir des sites dont les mesures vont représenter des tronçons homogènes de la future ligne de tramway CC' du point de vue de la qualité de l'air.

Par conséquent, la sélection des tronçons a été effectuée essentiellement à partir de deux critères :

- La densité du trafic routier
- La configuration des rues à proximité des axes de circulation (hauteur des bâtiments par exemple).

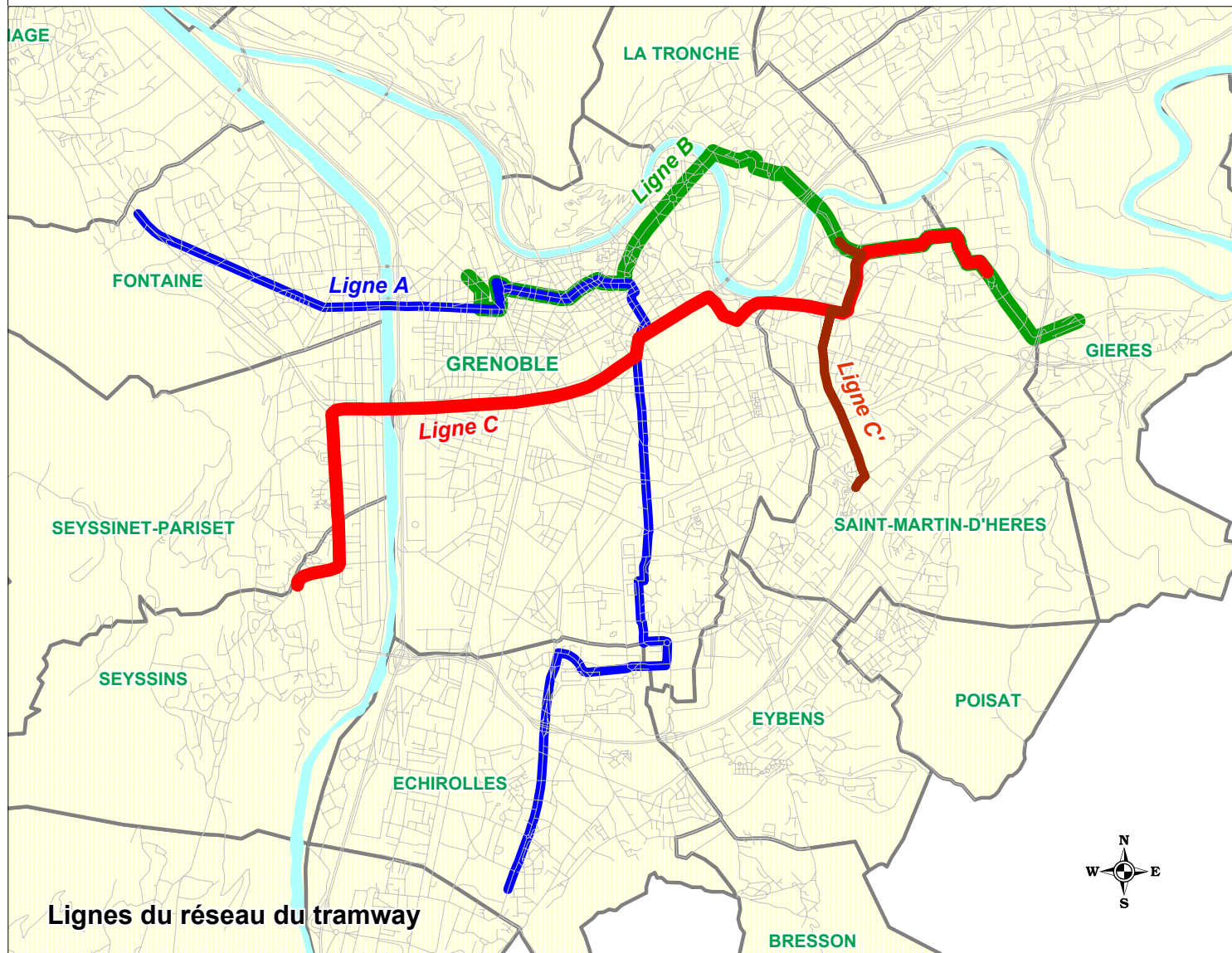
Les cinq sites de mesures retenus sont les suivants :

- **Site 1** : Cabine de mesure (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>) située au **rond point de l'étoile à Seyssinet Pariset**
- **Site 2** : Station fixe de trafic (FN, CO, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>) de l'ASCOPARG située au **46 Boulevard Foch** à Grenoble
- **Site 3** : Cabine de mesure (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>) située au feu rouge au niveau du boulevard Maréchal Joffre et de la **Place Pasteur** à Grenoble
- **Site 4** : Camion laboratoire (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>) **avenue Gabriel Péri – Saint Martin d'Hères**
- **Site 5** : Station fixe urbaine (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>) de l'ASCOPARG à **Saint Martin d'Hères**

Les 4 premiers sites (**Seyssinet Pariset, Boulevard Foch, Place Pasteur et Gabriel Péri**) sont situés à **proximité immédiate du trafic automobile** et représentent le **niveau maximum** d'exposition à la pollution liée au trafic automobile.

Le 5<sup>ème</sup> site, la **station fixe de Saint Martin d'Hères**, est une **station urbaine de fond** participant au calcul de l'indice ATMO pour l'agglomération de Grenoble; elle permet le suivi de **l'exposition moyenne** de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits «de fond» dans les centres urbains.

## Transports de l'agglomération grenobloise



13,5 km de lignes nouvelles

5 communes

26 stations et pôles d'échanges avec le réseau tramway/bus et avec le train à la gare de Gières

5 nouveaux parcs relais à proximité des entrées des villes

60 000 habitants

30 000 emplois

45 000 élèves ou étudiants desservis



Membre agréé du réseau **Ajmo**

Copyright 2004

## 2.3 Techniques de mesures

L'ASCOPARG est **certifiée ISO 9002** par l'organisme AFAQ et à ce titre, toute disposition prise pour le système assurance qualité de l'ASCOPARG est applicable pour la présente étude. Ainsi, certaines précautions sont prises pour assurer la qualité et la fiabilité des résultats.

### 2.3.1 Mesures en continu par analyseurs automatiques

Les mesures en continu par analyseurs automatiques sont effectuées pour les polluants suivants : les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les poussières en suspension (PM<sub>10</sub>), le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

Pour établir un bilan initial et estimer l'importance des dépassements de valeurs réglementaires, il est indispensable de disposer en parallèle de données précises, déclinées dans la mesure du possible de manière horaire. Les mesures doivent dans ce cas être réalisées avec le même type d'analyseurs que ceux utilisés sur le réseau fixe de l'ASCOPARG. Ces analyseurs sont étalonnés avec les mêmes gaz et soumis aux mêmes contrôles d'assurance qualité.

Pour réaliser les contrôles ponctuels de la qualité de l'air, l'ASCOPARG utilise depuis quelques années un camion laboratoire, et deux cabines de mesures déplaçables. Ces équipements sont climatisés en été et chauffés en hiver, afin de respecter les températures de consigne des appareils.

La maintenance du parc d'appareil de mesure est assurée par notre service technique. Les méthodes sont identiques à celles pratiquées sur le réseau fixe. Les analyseurs de qualité de l'air, notamment, sont calibrés tous les 15 jours à l'aide de gaz étalons reliés à la référence du Laboratoire National d'Essais (LNE).

### 2.3.2 Mesures par échantillonnage passif pour le benzène

Pour le benzène, qui fait l'objet d'une réglementation depuis peu de temps, il n'est pas possible d'utiliser un analyseur en continu compte tenu du nombre restreint d'appareils actuellement disponibles dans le réseau de surveillance de la qualité de l'air.

Une autre technique de mesures est donc utilisée : les **tubes à diffusion passive** analysés en laboratoire. Cette méthode, bien que moins précise que les analyseurs (puisque'elle permet d'estimer une moyenne sur une période et non pas des données heure par heure), présente l'avantage d'être moins onéreuse.

Afin de vérifier la qualité des prélèvements et l'influence de certains paramètres comme les transports, un « blanc » trajet (tube fermé) est conservé par les techniciens pendant la pose et le ramassage afin de vérifier l'étanchéité des tubes avant leur installation et l'éventuelle influence du transport sur les résultats.



### 2.3.3 Mesures par prélèvement pour les HAP

Les HAP ont été mesurés à l'aide d'un préleveur (DA -80, DIGITEL) qui piège les HAP en phase gazeuse à l'aide d'une mousse en polyuréthane et les HAP en phase solide sur un filtre. Les HAP sont échantillonnés de manière ponctuelle par des prélèvements d'une durée de 24 heures.





### 2.3.4 Matériel utilisé

#### 2.3.4.1 Site 1 : Seyssinet Pariset (proximité trafic automobile)

Cabine n°1 de mesures (Seyssinet-Pariset)	Type	Technique de mesure
Analyseur de monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO2)	AC31M Environnement SA	Chimiluminescence
Analyseur de poussières en suspension	Rupprech & Patashnick co – TEOM 1400 A	Microbalance



#### 2.3.4.2 Site 2 : Site fixe (trafic) Grenoble Foch (proximité trafic automobile)

Cette station fixe de mesures est implantée à deux niveaux. En effet, certains polluants sont mesurés au niveau de la chaussée et d'autres à 10 mètres de la chaussée.

A 10 mètres de la chaussée :

	Type	Technique de mesure
Analyseur de monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO2)	Megatec 42C	Chimiluminescence

Au niveau de la chaussée :

	Type	Technique de mesure
Analyseur de poussières en suspension	Rupprech & Patashnick co – TEOM 1400 A	Microbalance
Préleveur de HAP	Digitel DA-80	Prélèvement sur filtre et mousse

#### 2.3.4.3 Site 3 : Grenoble (Place Pasteur) (proximité trafic automobile)

Cabine n°2 de mesures (Place Pasteur – Grenoble)	Type	Technique de mesure
Analyseur de monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO2)	Megatec 42C	Chimiluminescence
Analyseur de poussières en suspension	Rupprech & Patashnick co – TEOM 1400 A	Microbalance



2.3.4.4 Site 4 : Gabriel Péri à St Martin d'Hères (proximité trafic automobile)

<b>Camion laboratoire (St Martin d'Hères)</b>	<b>Type</b>	<b>Technique de mesure</b>
Analyseur de monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO2)	AC31M Environnement SA	Chimiluminescence
Analyseur de poussières en suspension	Rupprech & Patashnick co – TEOM 1400 A	Microbalance



2.3.4.5 Site 5 : Site fixe (urbain) à St Martin d'Hères (station urbaine de fond)

	<b>Type</b>	<b>Technique de mesure</b>
Analyseur de monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO2)	AC31M Environnement SA	Chimiluminescence
Analyseur de poussières en suspension	Rupprech & Patashnick co – TEOM 1400 A	Microbalance



2.3.4.6 Mesures des BTX

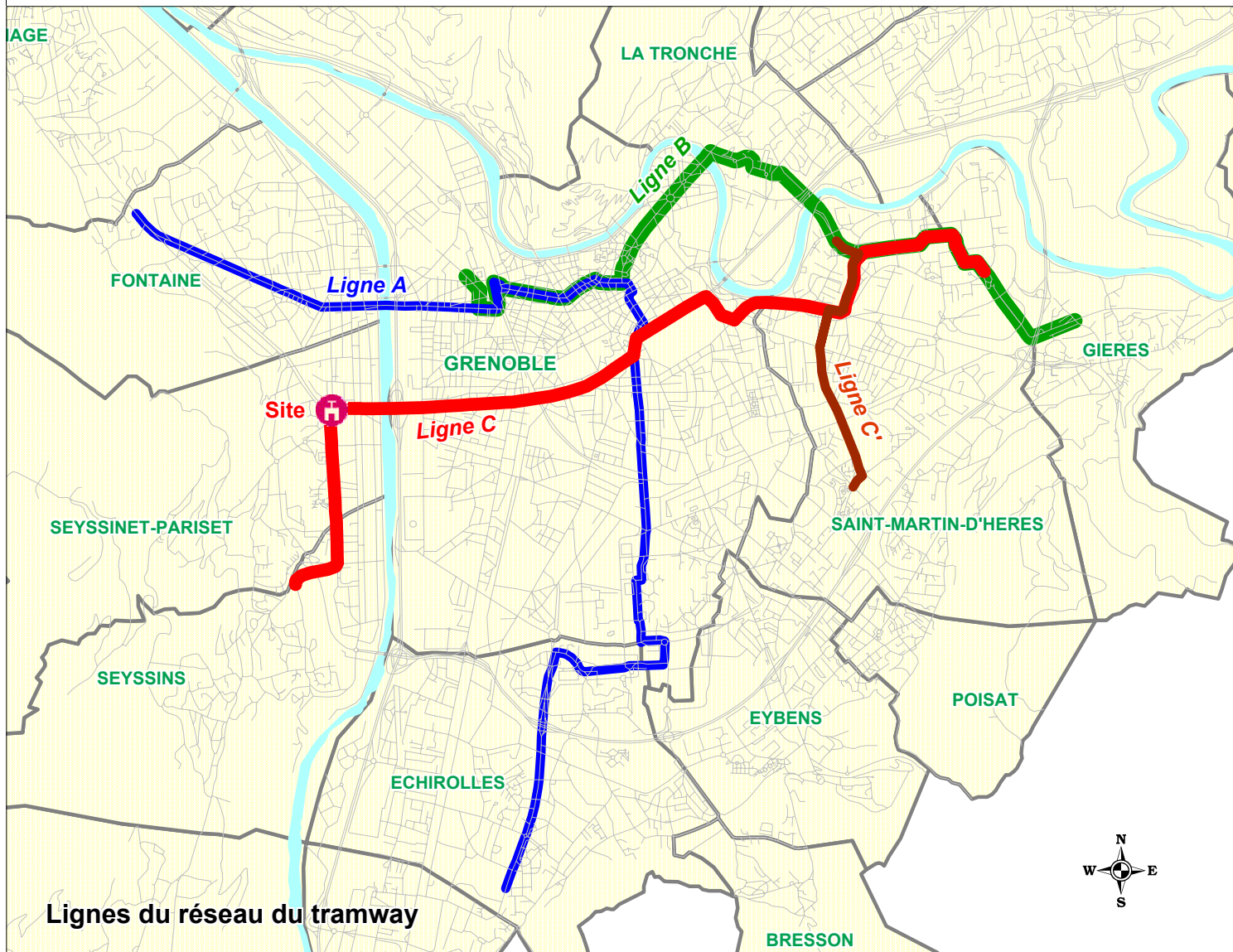
<b>Échantillonneurs passifs</b>	<b>Type</b>
BTX (benzène)	PASSAM



⇒ Une fiche complète a été réalisée pour chaque site de mesures. Ces fiches sont présentées ci-après.

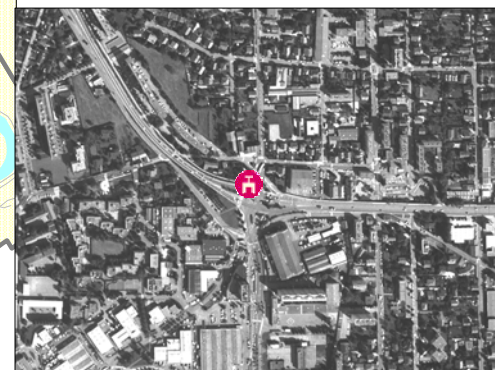


# Fiche signalétique: Seyssinet Pariset



 Cabine de mesures

Vue aérienne des environs du site



La cabine à Seyssinet Pariset



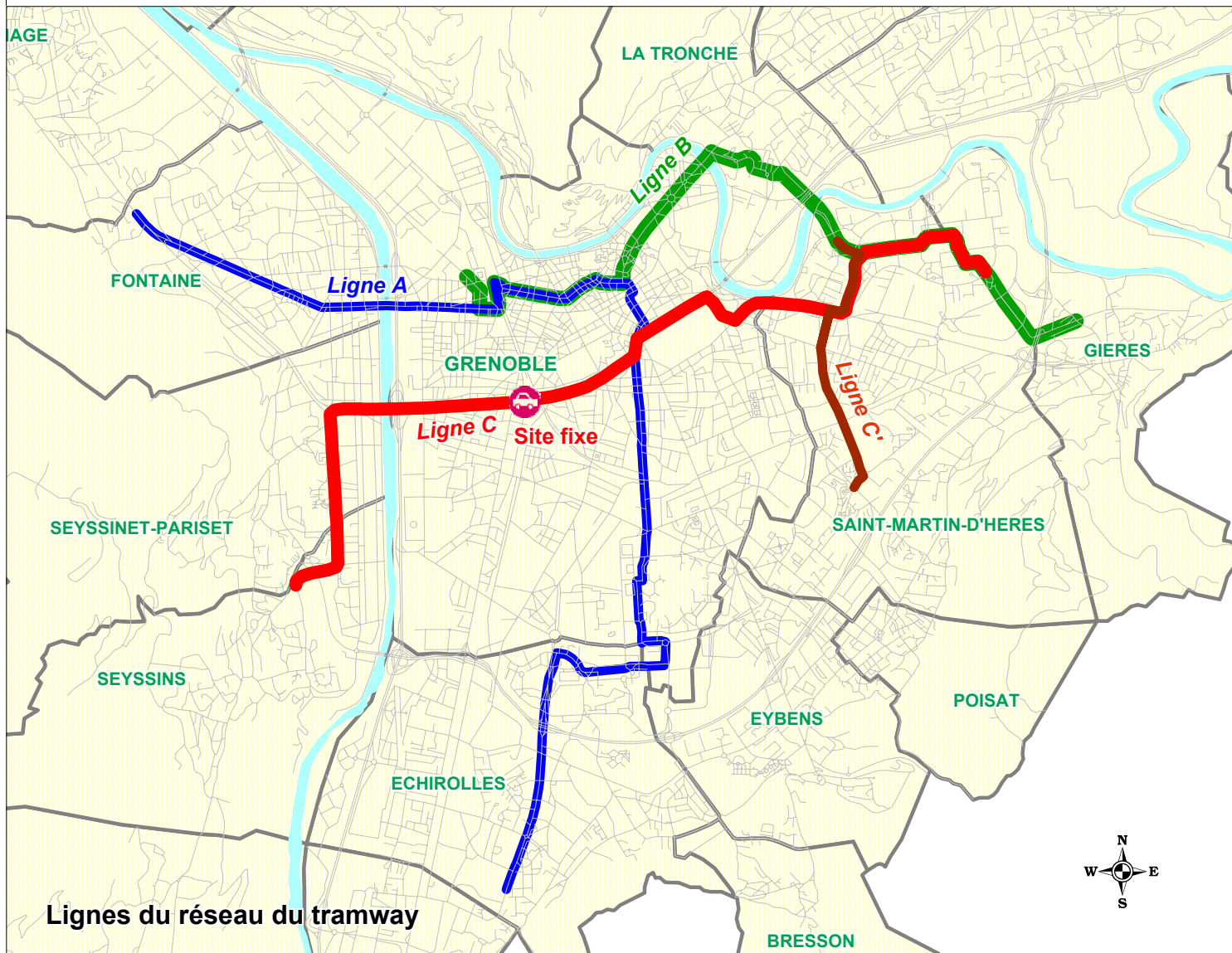
Copyright 2004



Membre agréé du réseau **Atmo**



# Fiche signalétique: Site fixe Grenoble



Vue aérienne des environs du site



L'implantation fixe de surveillance

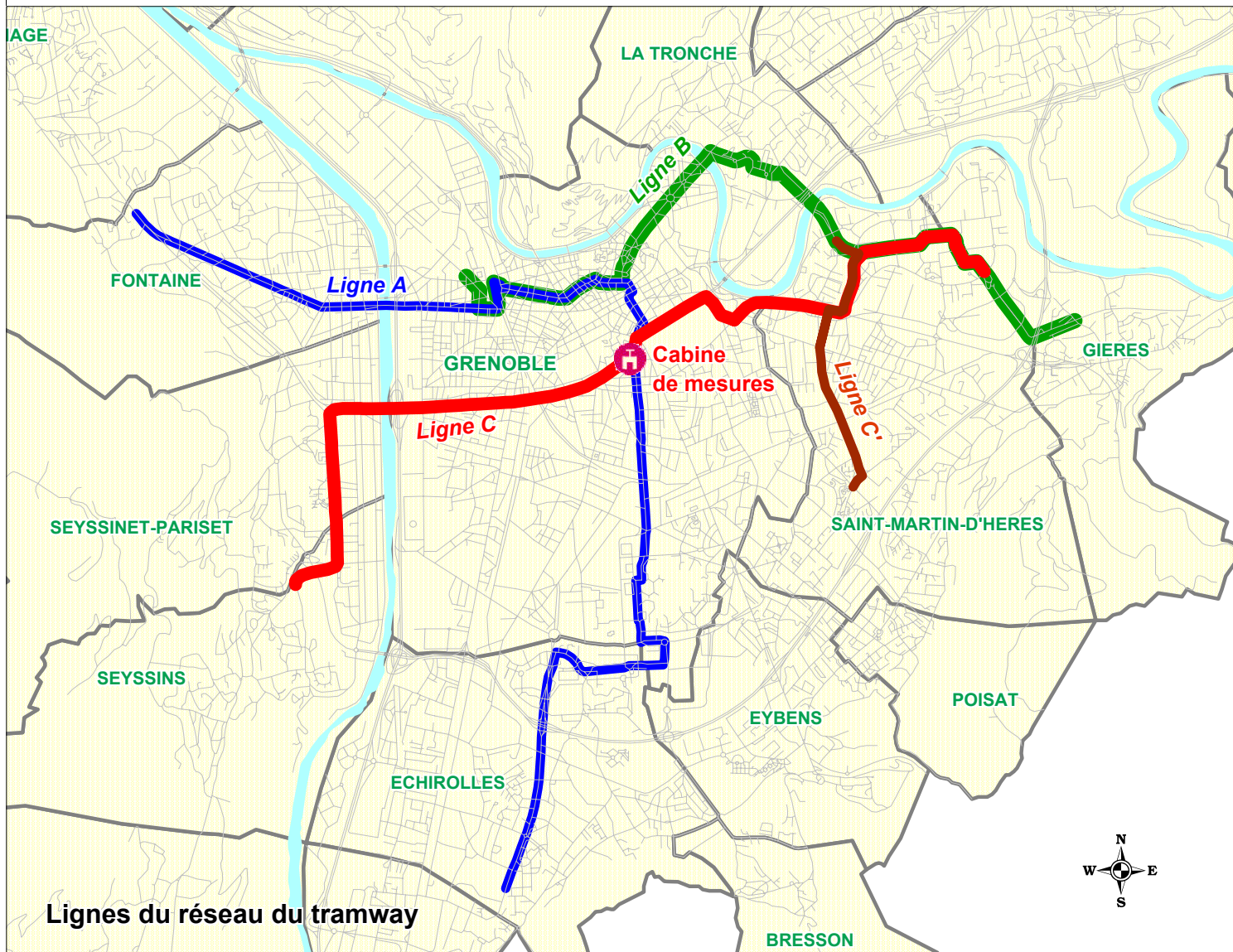


Copyright 2004





# Fiche signalétique: Place Pasteur



 Cabine de mesures

Vue aérienne des environs du site



La cabine (Place Pasteur)



Copyright 2004

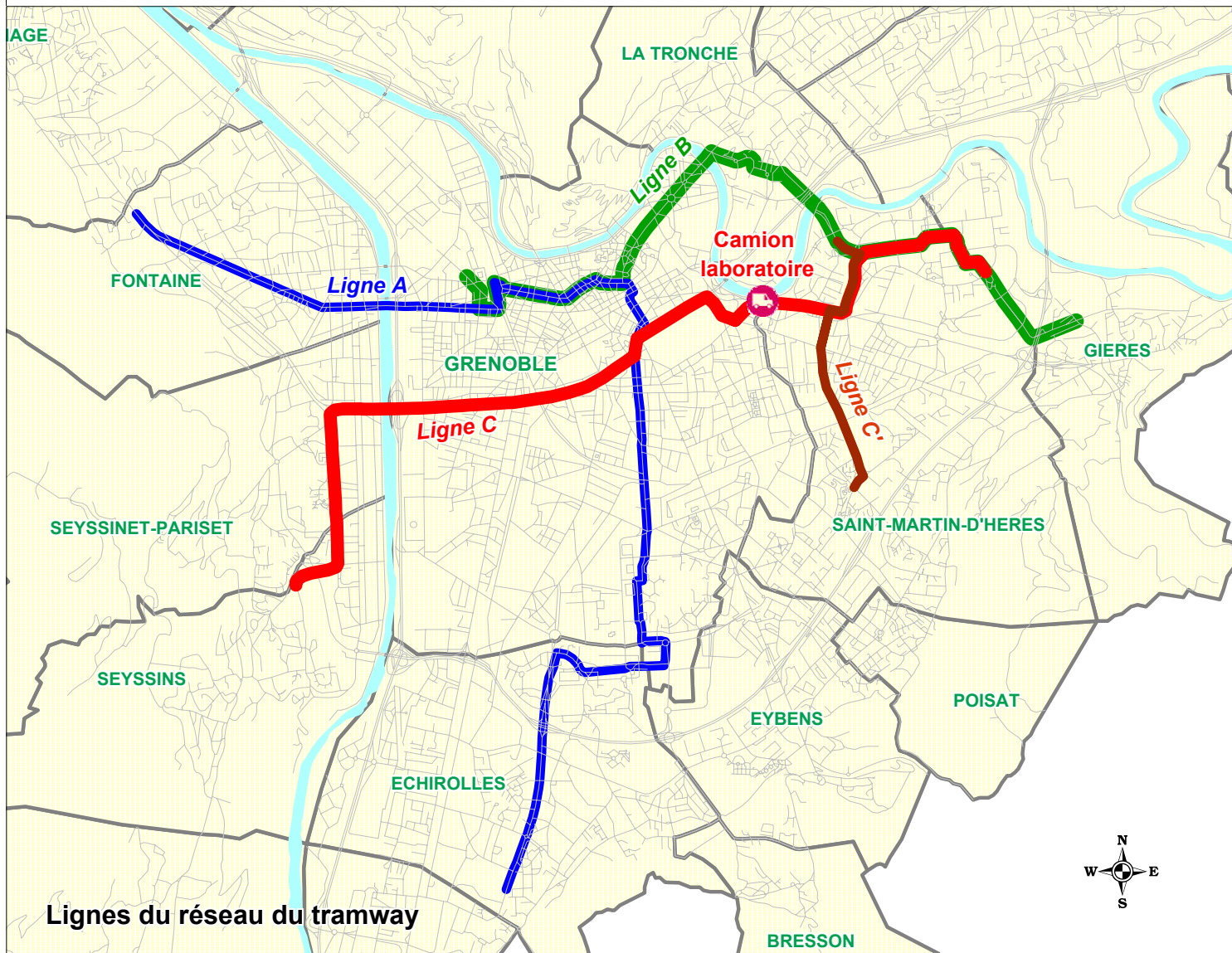


Membre agréé du réseau **Atmo**



Lignes du réseau du tramway

# Fiche signalétique: Saint Martin d'Hères (G.Péri)



Lignes du réseau du tramway

 Camion laboratoire

Vue aérienne des environs du site



Le camion laboratoire à Saint Martin d'Hères



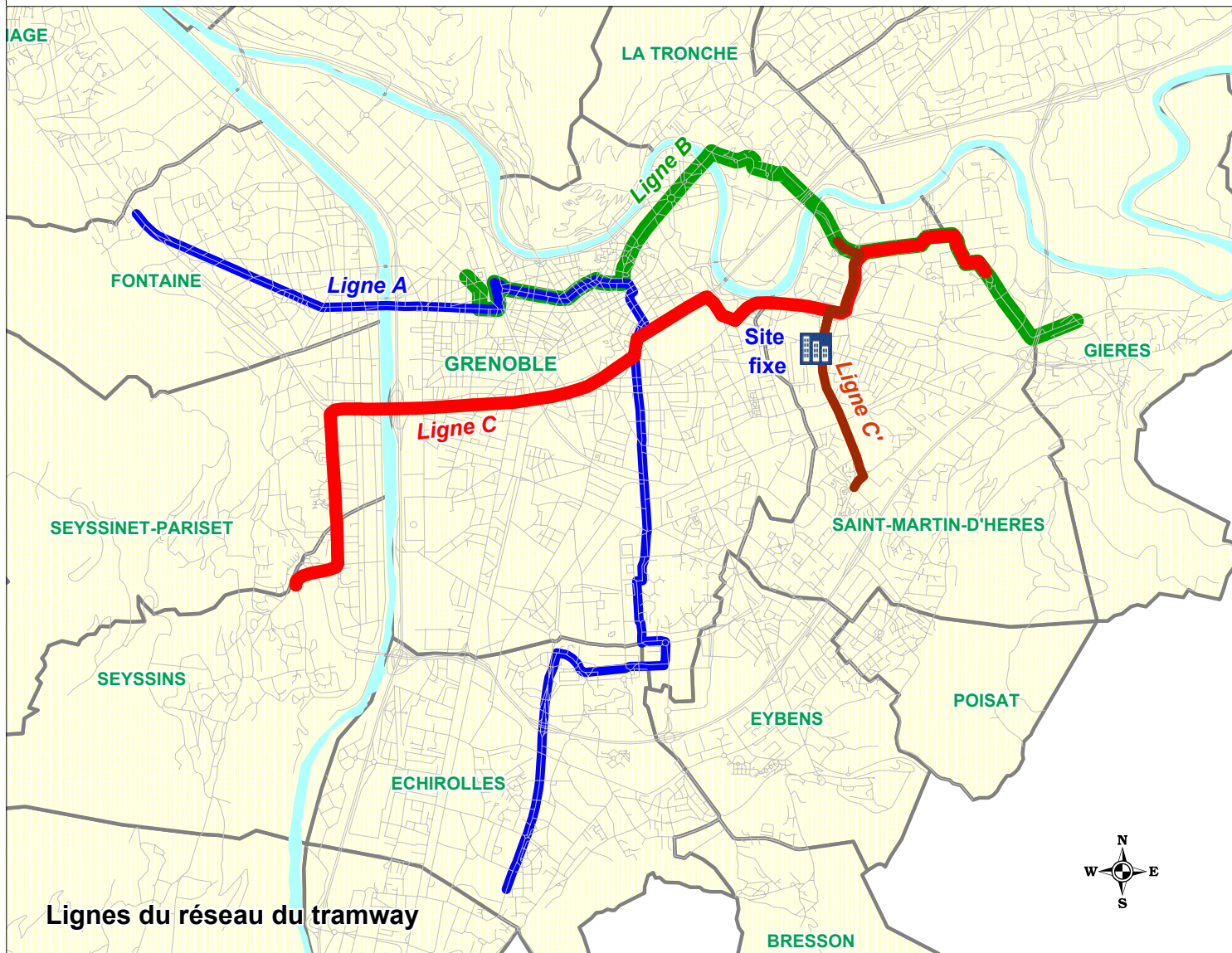
Copyright 2004



Membre agréé du réseau **Atmo**

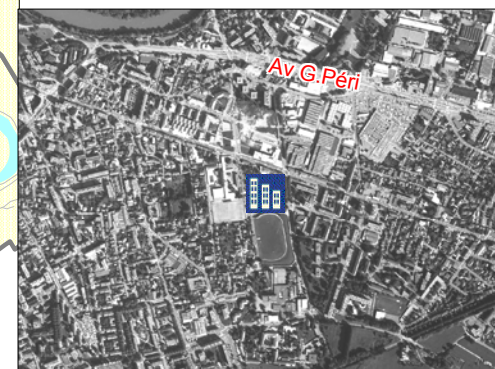


# Fiche signalétique: Site fixe Saint Martin d'Hères



 Site fixe (Saint Martin d'Hères)

Vue aérienne des environs du site



Le site fixe (St Martin d'Hères)



Copyright 2004



Membre agréé du réseau **Atmo**



### 3 RESULTATS DES MESURES POUR L'ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR LE LONG DU TRACE ENVISAGE DE LA LIGNE DE TRAMWAY CC'

#### 3.1 Conditions météorologiques

Les données utilisées dans le cadre de cette seconde phase sont celles de la station fixe de mesures du Versoud appartenant à l'ASCOPARG. En effet, la station de mesures de Météo France située à Saint Martin d'Hères a été déplacée sur le site du Versoud entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> phase.

Par ailleurs, pour chaque mois de mesures, une comparaison est réalisée avec les normales mensuelles calculées par Météo France sur 30 ans (Normale : moyenne sur 30 ans) pour la station de Saint Martin d'Hères (pas de normales pour la station du Versoud).

Les deux périodes de mesure sont très contrastées avec un automne plus chaud et pluvieux et un hiver plus froid et sec.

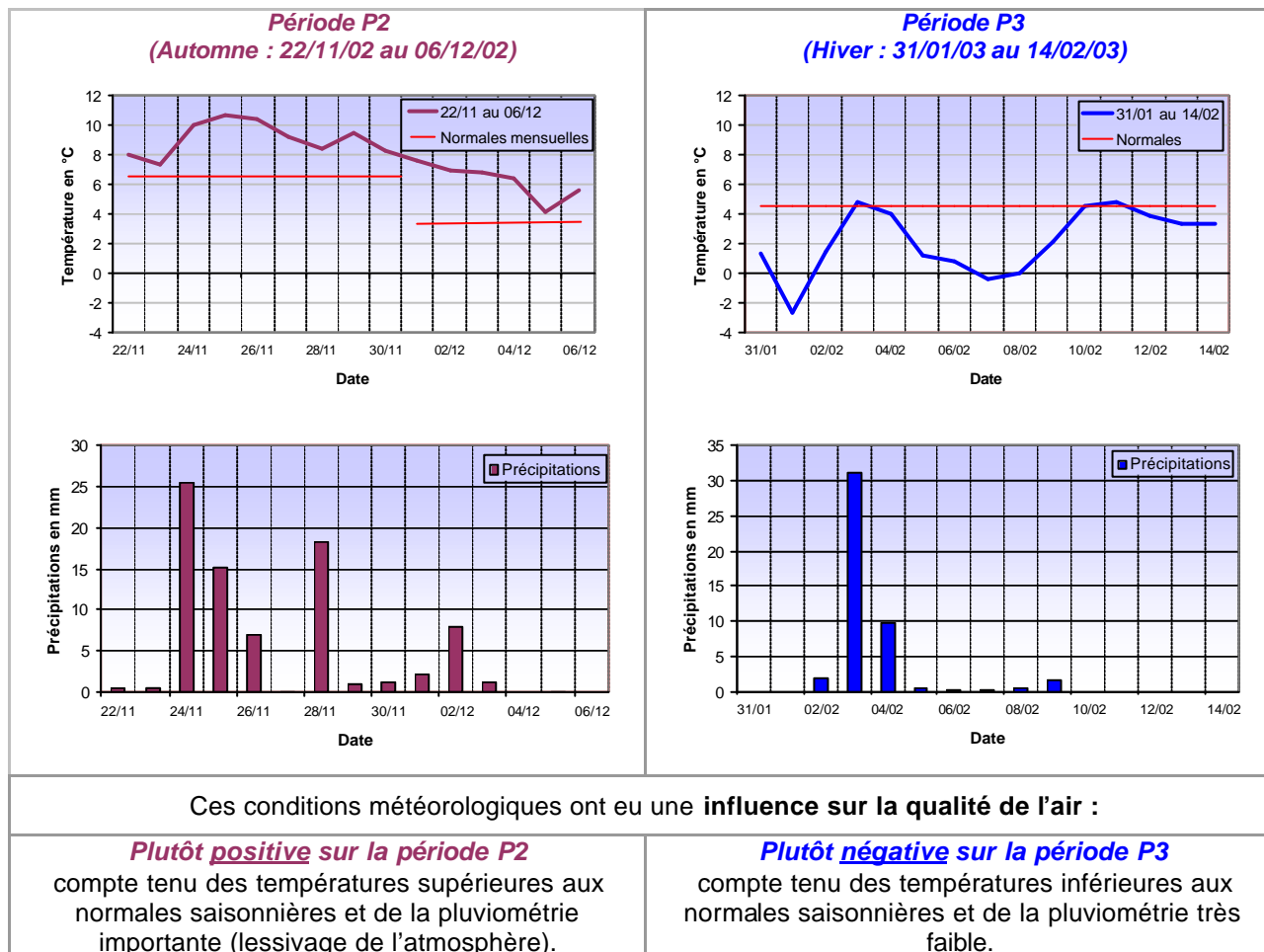


Figure 3.1. Températures moyennes et précipitations mesurées en automne (22/11/2002 au 06/12/02) et en hiver (31/01/2003 au 14/02/2003)

### 3.2 Comptages routiers

A la demande de la SMTC, des comptages routiers ont été réalisés sur plusieurs sites du tracé de la ligne de tramway CC' par le bureau d'études CPE (Chapelier Paul Etudes). Ces mesures devaient permettre de caractériser le trafic automobile sur plusieurs tronçons de la ligne de tramway.

Cependant, plusieurs dysfonctionnements ne permettent pas l'exploitation de ces mesures. Ces dysfonctionnements sont liés à la météorologie (formation de bouchon de glace dans les tubes pneumatiques de comptage), et aussi au fait que le trafic n'a été mesuré que sur 2 voies de chaque chaussée des grands boulevards (2x3 voies).

L'ASCOPARG dispose de boucles de comptage magnétiques sur le site du boulevard Foch. Ces boucles permettent de caractériser le trafic pendant les différentes périodes de mesure (figure 3.2).

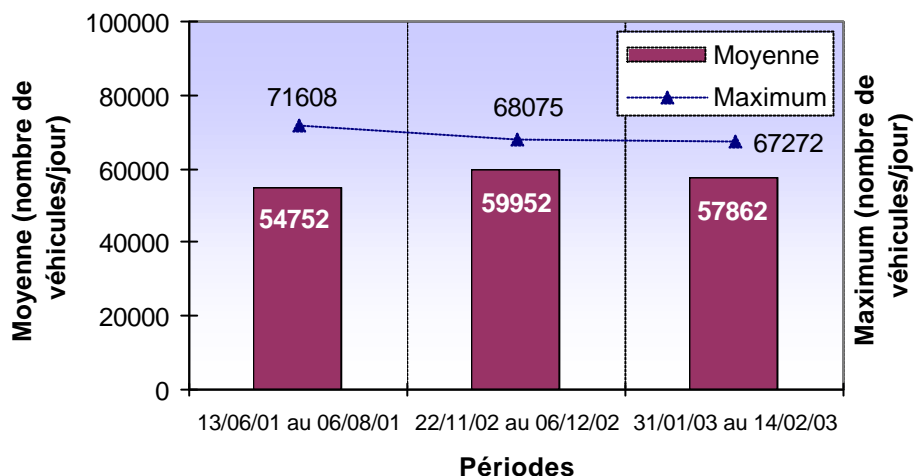
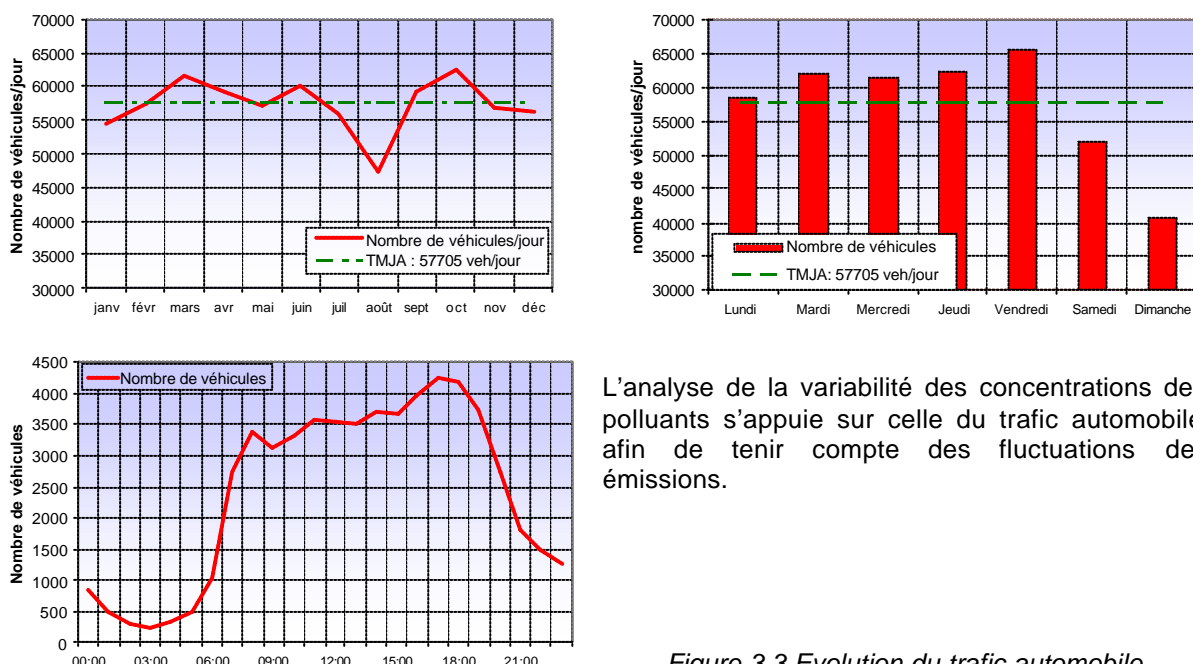


Figure 3.2. Evolution du nombre du trafic moyen journalier mesuré sur le site du Boulevard Foch (Mesures par boucles magnétiques de l'ASCOPARG)

Les différences de trafic automobile entre les périodes de mesure s'expliquent par des variations qui sont mensuelles, journalières et horaires, et qui sont liées à l'activité humaine (figure 3.3).



L'analyse de la variabilité des concentrations des polluants s'appuie sur celle du trafic automobile afin de tenir compte des fluctuations des émissions.

Figure 3.3 Evolution du trafic automobile

Les résultats du modèle DAVIS permettent d'avoir une estimation du trafic moyen journalier annuel à proximité des sites de mesures en 1997.

Le site du **boulevard Foch** est situé à proximité d'un axe de circulation important (supérieur à 50000 véhicules par jour).

Le site de la **Place Pasteur** se situe à la convergence d'axes importants :

- Boulevard Maréchal Joffre : 48890 véhicules par jour (DAVIS, 1997)
- Rue Jean Bistesi : 21310 véhicules par jour (DAVIS, 1997)
- Avenue Général Champon : 11740 véhicules par jour (DAVIS, 1997)

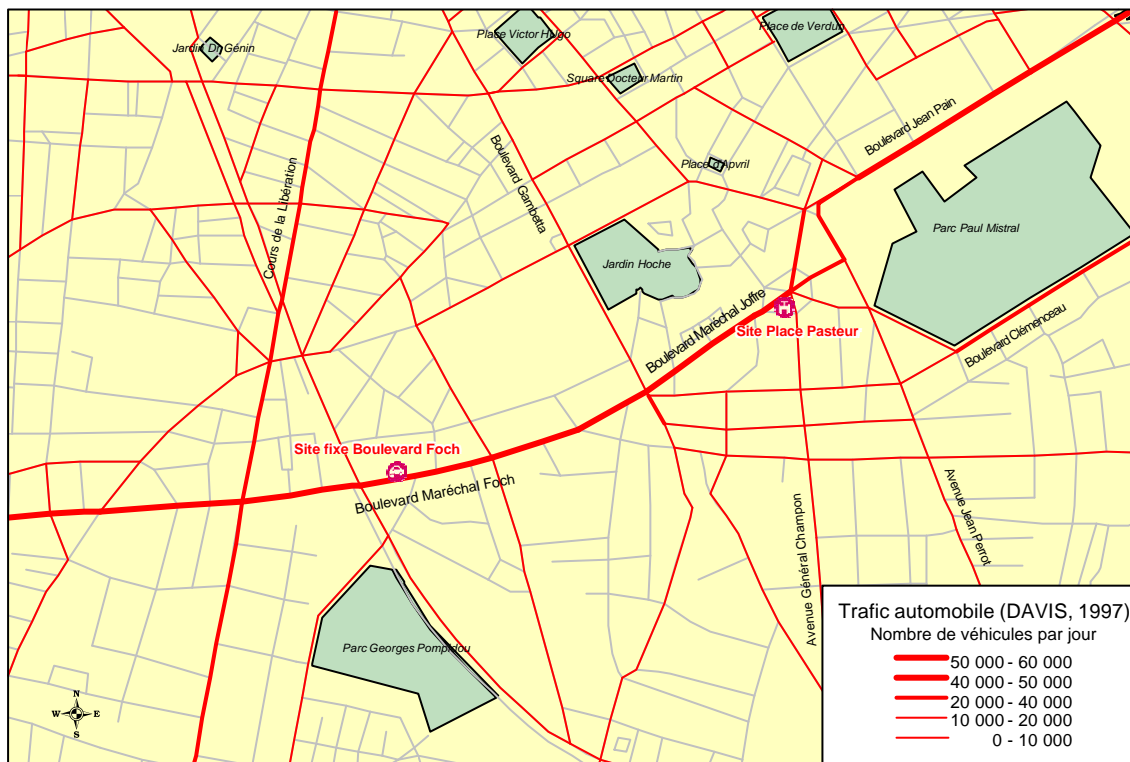


Figure 3.4. Trafic Moyen Journalier Annuel à proximité des sites du boulevard Foch et de la Place Pasteur (DAVIS, 1997)



### 3.3 Niveaux de pollution mesurés

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

Sur l'unité urbaine de Grenoble, les transports routiers représentent 64% des émissions d'oxydes d'azote. Les oxydes d'azote sont d'ailleurs utilisés comme marqueur de la pollution automobile.

On distingue :

- le **monoxyde d'azote (NO)**, polluant émis directement dans les gaz d'échappement, dont les niveaux sont donc directement liés à la proximité des axes de circulation
- le **dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)**, résultant de l'oxydation rapide du NO des gaz d'échappement par l'oxygène de l'air ambiant.

Les concentrations les plus fortes pour ces deux polluants sont mesurées en hiver lorsque les conditions météorologiques sont moins favorables à la dispersion des polluants.

##### 3.3.1.1 Le monoxyde d'azote (NO)

Les résultats statistiques, horaires et journaliers, observés ont été résumés dans les tableaux ci-dessous :

###### ➤ Statistiques horaires (automne)

NO	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	100%	100%	100%	99%	100%
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )	53	86	84	52	36
Percentile 98 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	235	286	264	179	166
Percentile 50 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	28	67	62	39	19
Minimum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	0	0	0	1	0
Maximum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	311	362	371	235	248

Tableau 3.1. Statistiques horaires (automne : 22/11/2002 au 06/12/2002)

###### ➤ Statistiques journalières (automne)

NO	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	100%	100%	93%	100%	100%
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )	58	90	76	52	38
Minimum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )	5	17	26	11	3
Maximum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )	123	146	146	85	80

Tableau 3.2. Statistiques journalières (automne : 22/11/2002 au 06/12/2002)

➤ Statistiques horaires (hiver)

NO	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	100%	100%	99%	100%	100%
Moyenne ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	56	61	<b>90</b>	40	29
Percentile 98 horaire ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	263	245	321	176	172
Percentile 50 horaire ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	25	51	73	29	12
Minimum horaire ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	0	0	1	1	0
Maximum horaire ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	304	433	459	269	210

Tableau 3.3. Statistiques horaires (hiver 31/01/2003 au 14/02/2003)

➤ Statistiques journalières (hiver)

NO	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	100%	100%	100%	100%	100%
Moyenne ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	55	62	<b>90</b>	40	28
Minimum journalier ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	5	29	46	13	3
Maximum journalier ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	137	161	206	116	85

Tableau 3.4. Statistiques journalières (hiver 31/01/2003 au 14/02/2003)

Pendant les trois périodes de mesure, les concentrations les plus importantes sont mesurées sur les sites de Foch et de Pasteur, les niveaux moyens mesurés sur le site de Pasteur étant globalement supérieurs à ceux mesurés sur le site de Foch. Ce sont d'ailleurs les deux sites qui sont les mieux corrélés.

Les niveaux plus élevés sur le site de la Place Pasteur s'expliquent notamment par la position de la cabine de mesures de la Place Pasteur plus proche de la chaussée que celle du Boulevard Foch pour la mesure des NOx.

Les niveaux plus élevés mesurés sur ces deux sites s'expliquent d'abord par le trafic automobile important et par l'effet « canyon » (hauteur des bâtiments importante par rapport à la largeur de la rue) qui ne favorise pas la dispersion des polluants.

Les niveaux les plus faibles sont mesurés sur le site fixe de Saint Martin d'Hères qui n'est pas situé à proximité immédiate du trafic automobile et qui, avec les autres stations participant au calcul de l'indice ATMO<sup>4</sup>, représente la pollution urbaine de fond pour l'agglomération de Grenoble.

<sup>4</sup> Indice ATMO : indice caractérisant la qualité de l'air sur une échelle noté de 1 (très bon) à 10 (très mauvais)

➤ Evolution de la concentration de NO

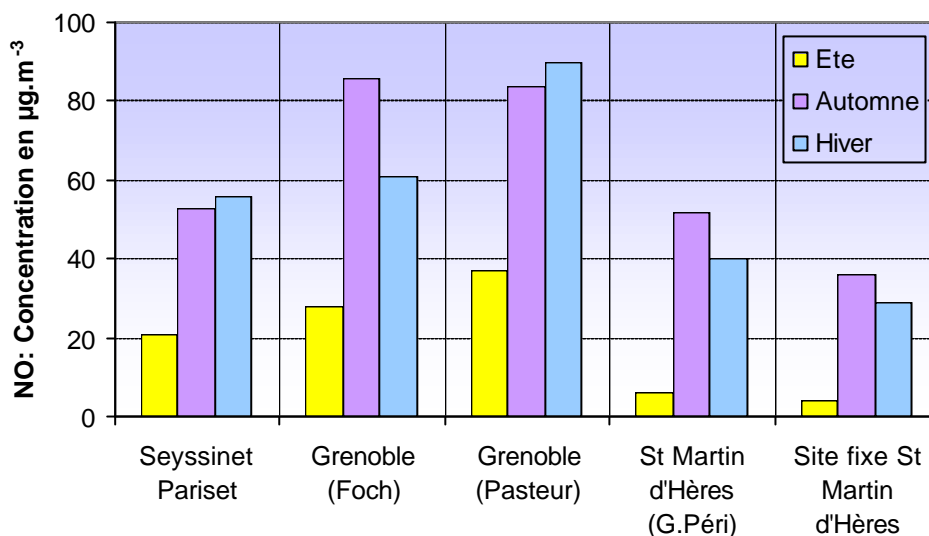


Figure 3.5. Evolution de la concentration de NO mesurée sur les différents sites de mesures

Dans le cas de site de proximité du trafic automobile, la concentration des polluants d'origine automobile est liée à l'intensité des émissions, et donc au trafic automobile, ainsi qu'aux conditions météorologiques (dispersion par le vent, lessivage de l'atmosphère par les pluies).

Globalement, les concentrations les plus faibles sont mesurées en été. En effet, cette saison est caractérisée par une diminution du trafic automobile (vacances estivales) et par de bonnes conditions pour la dispersion des polluants primaires et la transformation du NO en NO<sub>2</sub> (peu d'inversion de température et atmosphère moins stable).

Les plus fortes concentrations sont enregistrées en hiver lorsque les conditions atmosphériques sont peu favorables à la dispersion (conditions anticycloniques et stabilité de l'atmosphère). L'association des émissions importantes et d'une faible dispersion expliquent alors les niveaux plus importants mesurés en hiver.

La concentration annuelle peut être estimée selon la formule suivante :

$$C_{\text{annuelle}} = (C_{\text{été}} + 2 \times C_{\text{automne}} + C_{\text{hiver}})/4$$

NO	Eté	Automne	Hiver	Estimation de la Moyenne annuelle
Seyssinet Pariset	21	53	56	46
Site fixe Grenoble (Foch)	28	86	61	65
Place Pasteur	37	84	90	74
Saint Martin d'Hères (G.Péri)	6	52	40	37
Site fixe St Martin d'Hères	4	36	29	26

Tableau 3.5. Evolution de la concentration moyenne horaire de NO pendant les différentes périodes de mesure et estimation de la moyenne annuelle.

➤ Respect de la réglementation

Il n'existe pas de réglementation concernant les niveaux de NO dans l'air ambiant. Cependant, cette mesure traduit bien l'activité du trafic automobile.

**Concentrations horaires en monoxyde d'azote (NO) mesurées pendant la période d'automne (22/11/02 au 06/12/2002)**

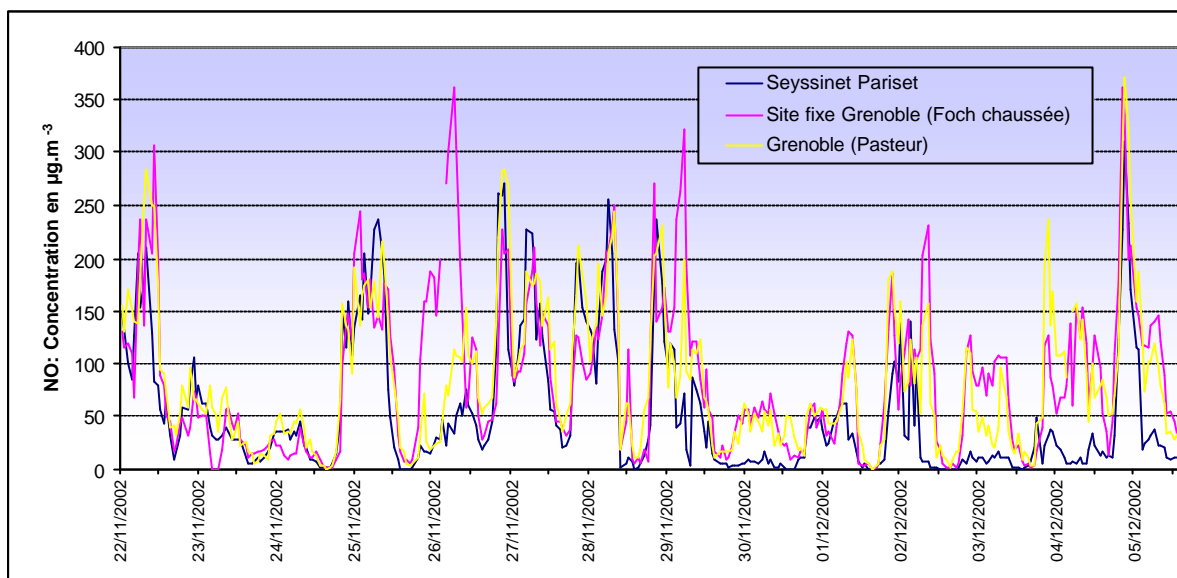


Figure. Concentrations horaires en monoxyde d'azote (NO) mesurées pendant la période d'automne sur les sites de Seyssinet Pariset, Grenoble Foch et Place Pasteur

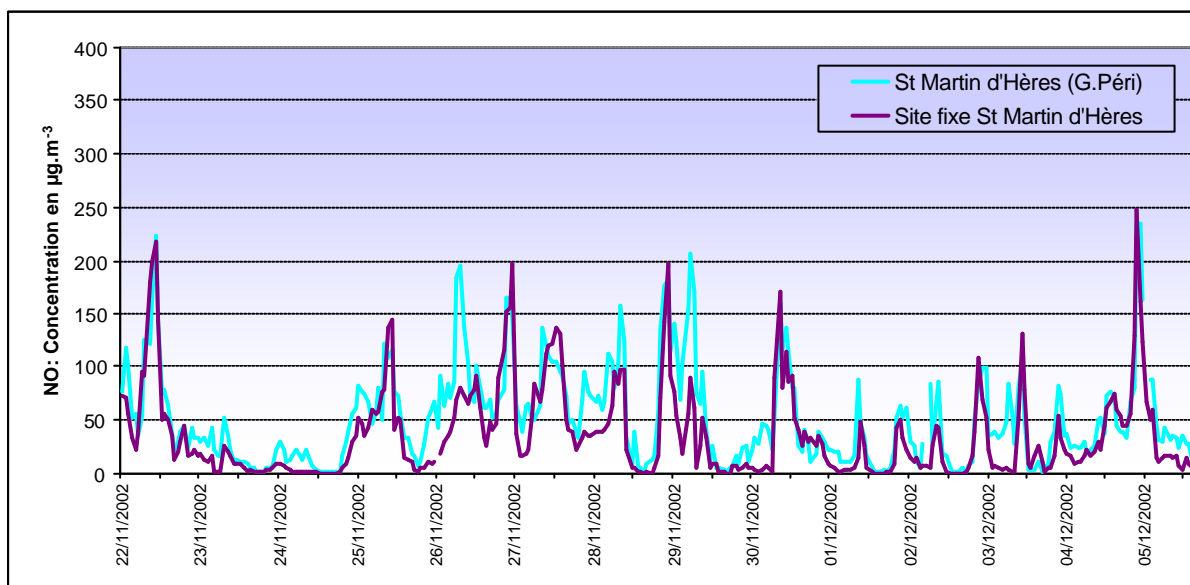


Figure. Concentrations horaires en monoxyde d'azote (NO) mesurées pendant la période d'automne sur les sites de Gabriel Péri et Station fixe de Saint Martin d'Hères

**Concentrations horaires en monoxyde d'azote (NO) mesurées pendant la période d'hiver (31/01/03 au 14/02/2003)**

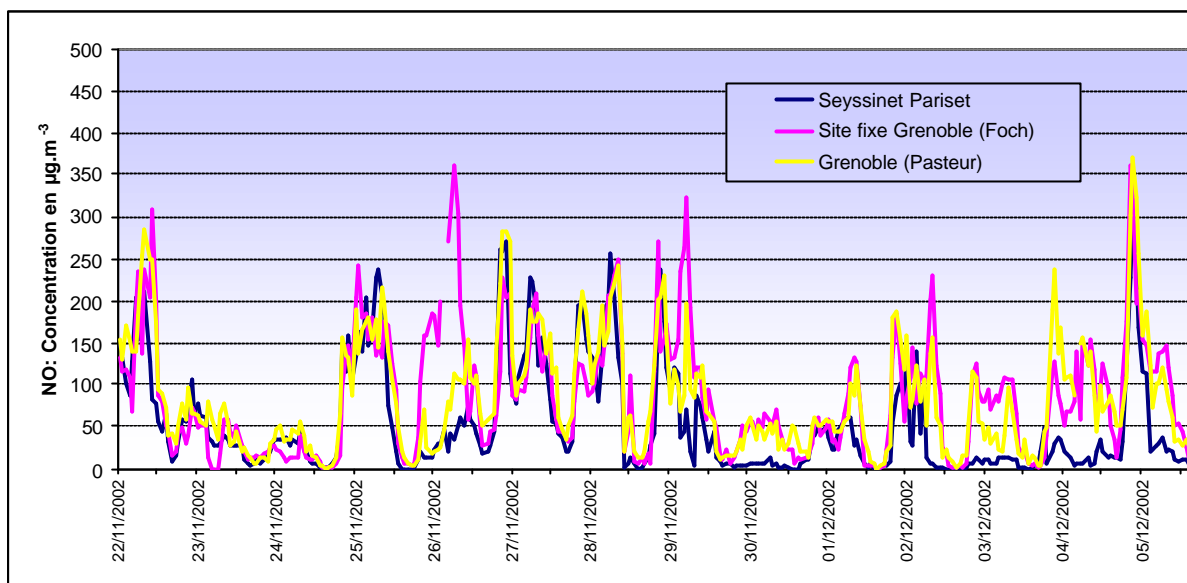


Figure. Concentrations horaires en monoxyde d'azote (NO) mesurées pendant la période d'hiver sur les sites de Seyssinet Pariset, Grenoble Foch et Place Pasteur

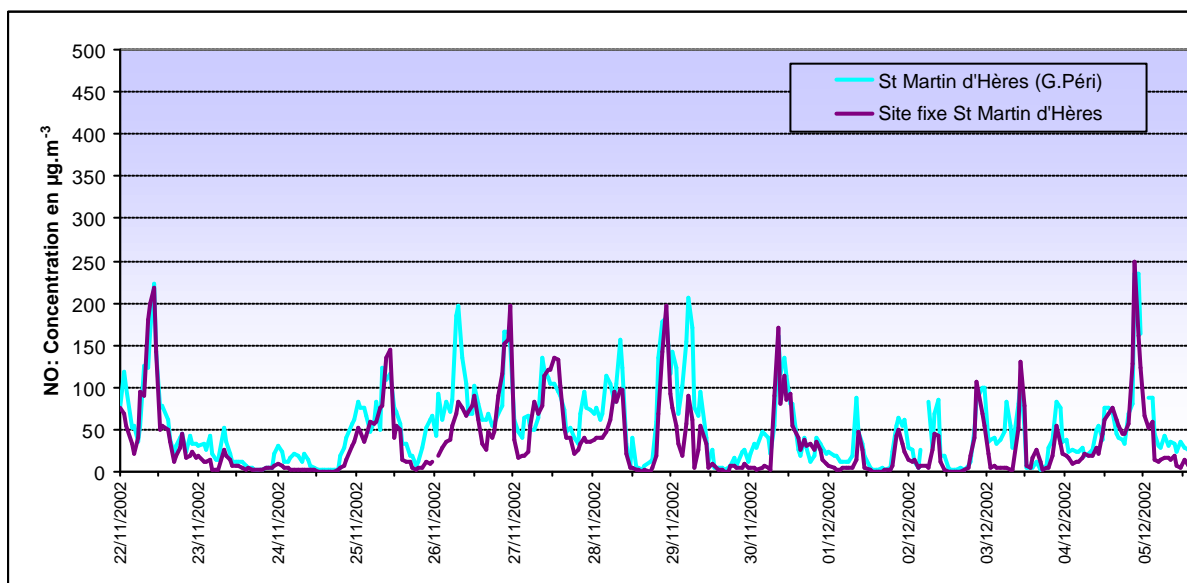


Figure. Concentrations horaires en monoxyde d'azote (NO) mesurées pendant la période d'hiver sur les sites de Gabriel Péri et Station fixe de Saint Martin d'Hères

### 3.3.1.2 Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Les résultats statistiques, horaires et journaliers, observés ont été résumés dans les tableaux ci-dessous :

➤ Statistiques horaires (automne)

NO <sub>2</sub>		Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures		trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)		100%	100%	100%	99%	100%
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )		65	58	65	43	39
Percentile 98 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		155	98	117	76	70
Percentile 50 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		54	56	58	41	37
Minimum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		0	17	15	12	10
Maximum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		233	104	129	95	74
Comparaison à la réglementation  Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	Centile 98 <sup>5</sup> Nbre d'heures supérieures à 200 µg.m <sup>-3</sup>	1	0	0	0	0
	Centile 99,8 <sup>6</sup> Nbre d'heures supérieures à 280 µg.m <sup>-3</sup>	0	0	0	0	0

Tableau 3.6. Statistiques horaires (automne : 22/11/2002 au 06/12/2002) et comparaison à la réglementation

➤ Statistiques journalières (automne)

NO <sub>2</sub>		Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures		trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)		100%	100%	93%	100%	100%
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )		70	59	61	43	40
Minimum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )		33	41	36	31	26
Maximum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )		123	77	89	62	53

Tableau 3.7. Statistiques journalières (automne : 22/11/2002 au 06/12/2002)

<sup>5</sup> Centile 98 (soit 175 heures de dépassement des 200 µg.m<sup>-3</sup> autorisés par année civile de 365 jours)

<sup>6</sup> Centile 99,8 (soit 18 heures de dépassement des 280 µg.m<sup>-3</sup> autorisés par année civile de 365 jours)

➤ Statistiques horaires (hiver)

NO <sub>2</sub>		Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures		trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)		100%	100%	99%	100%	100%
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )		58	72	68	55	53
Percentile 98 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		109	114	129	95	98
Percentile 50 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		58	73	67	56	52
Minimum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		0	16	15	10	11
Maximum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )		123	131	159	108	104
Comparaison à la réglementation  Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	<b>Centile 98<sup>7</sup></b> Nbre d'heures supérieures à <b>200 µg.m<sup>-3</sup></b>	0	0	0	0	0
	<b>Centile 99,8<sup>8</sup></b> Nbre d'heures supérieures à <b>280 µg.m<sup>-3</sup></b>	0	0	0	0	0

Tableau 3.8. Statistiques horaires (hiver : 31/01/2003 au 14/02/2003) et comparaison à la réglementation

➤ Statistiques journalières (hiver)

NO <sub>2</sub>		Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures		trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)		100%	100%	100%	100%	100%
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )		58	72	68	55	53
Minimum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )		25	60	44	32	33
Maximum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )		86	98	104	83	79

Tableau 3.9. Statistiques journalières (hiver : 31/01/2003 au 14/02/2003)

Comme pour le NO, les concentrations mesurées en NO<sub>2</sub> sont similaires sur les sites du boulevard Foch et de la Place Pasteur. Les concentrations les plus importantes sont mesurées sur ces deux sites alors que les concentrations les plus faibles sont mesurées sur le site fixe de Saint Martin d'Hères (site urbain de fond).

Pendant l'automne et l'hiver, il n'y a aucun dépassement des seuils horaires des valeurs limites pour la protection de la santé humaine (centile 98 : 200 µg.m<sup>-3</sup> et centile 99,8 : 280 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire).

<sup>7</sup> Centile 98 (soit 175 heures de dépassement des 200 µg.m<sup>-3</sup> autorisés par année civile de 365 jours)

<sup>8</sup> Centile 99,8 (soit 18 heures de dépassement des 280 µg.m<sup>-3</sup> autorisés par année civile de 365 jours)

➤ Evolution de la concentration de NO<sub>2</sub>

Comme pour le NO, les plus fortes concentrations de NO<sub>2</sub> sont mesurées en automne et en hiver (association des fortes émissions et d'une mauvaise dispersion) avec cependant un écart entre les valeurs maximales (hivernales) et les valeurs minimales (estivales) moins important que pour le NO du à l'oxydation du NO en NO<sub>2</sub> plus importante en été.

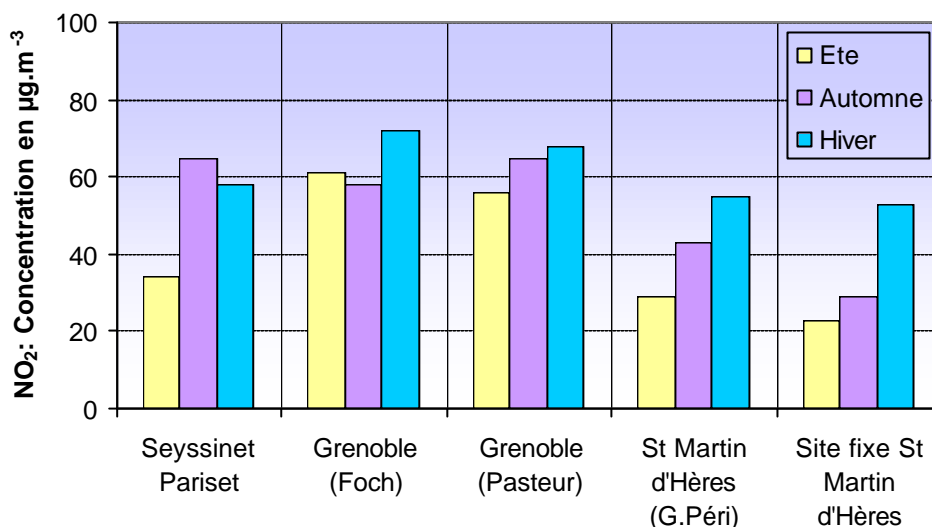


Figure 3.6. Evolution de la concentration de NO<sub>2</sub> mesurée sur les différents sites de mesures

A l'exception du site de saint Martin d'Hères (site urbain de fond) et du site de Gabriel Péri, la **valeur limite pour la protection de la santé humaine du NO<sub>2</sub> (56 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle)** ne serait pas respectée pour les autres sites.

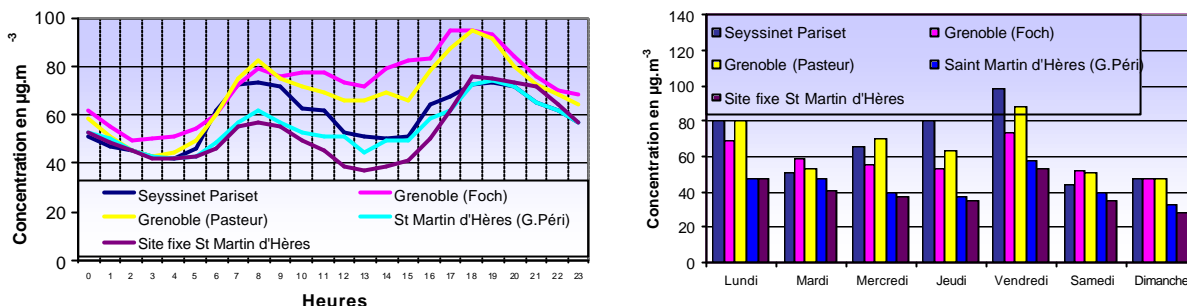
Seul le site de Saint Martin d'Hères qui n'est pas à proximité immédiate du trafic automobile respecterait l'**objectif de qualité (40 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle)**.

NO <sub>2</sub>	Ete	Automne	Hiver	Estimation de la moyenne annuelle
<b>Seyssinet Pariset</b>	34	65	58	<b>56</b>
<b>Site fixe Grenoble (Foch)</b>	61	58	72	<b>62</b>
<b>Place Pasteur</b>	56	65	68	<b>63</b>
<b>Saint Martin d'Hères (G.Péri)</b>	29	43	55	42
<b>Site fixe St Martin d'Hères</b>	23	39	53	38

Tableau 3.10. Evolution de la concentration moyenne horaire de NO<sub>2</sub> pendant les différentes périodes de mesure et estimation de la moyenne annuelle



Le profil moyen **horaire** des concentrations de NO<sub>2</sub> calculé pour la période du 31 janvier 2003 au 14 février 2003 montre une influence directe du trafic automobile sur les concentrations de NO<sub>2</sub>. En effet, les concentrations sont les plus importantes lors des deux heures de pointe du trafic automobile (le matin vers 08H00 et le soir vers 18H00). La nuit, les concentrations plus faibles sont liées à la diminution du trafic automobile. La journée, le vent et l'instabilité atmosphérique expliquent la diminution des concentrations entre les heures de pointe.



De même, le profil moyen **journalier** des concentrations de NO<sub>2</sub> pour la période du 22 novembre 2002 au 5 décembre 2002 montre encore une influence directe du trafic automobile. En effet, les concentrations mesurées sont plus importantes les jours de semaine correspondant aux jours ouvrés (lundi, mardi, mercredi, jeudi et vendredi). Le week-end (samedi et dimanche), les concentrations mesurées sont moins importantes que celles enregistrées la semaine.

Les concentrations de NO<sub>2</sub> sont caractérisées par une diminution le dimanche qui varie de -24% (Grenoble – Foch) à -38% (Seyssinet Pariset) selon les sites. Ainsi, pour le site de Grenoble Foch, une réduction de 35% du trafic automobile le dimanche s'accompagne d'une diminution de 24% des concentrations de NO<sub>2</sub> mesurées.

**Concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) mesurées pendant la période d'automne (22/11/02 au 06/12/2002)**

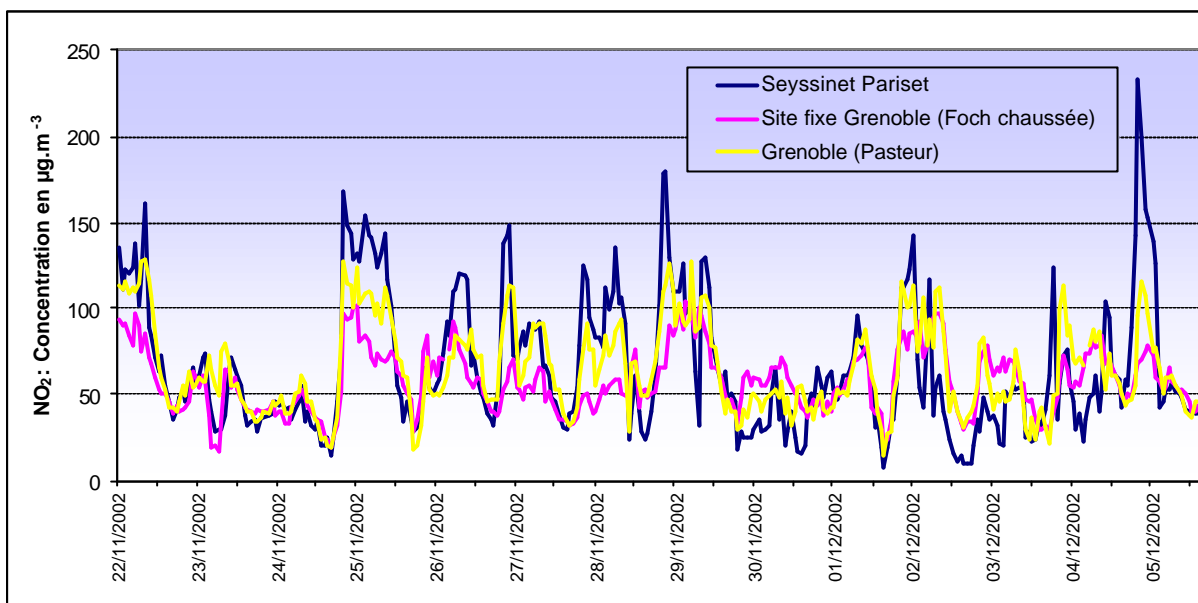


Figure. Concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) mesurées pendant la période d'automne sur les sites de Seyssinet Pariset, Grenoble Foch et Place Pasteur

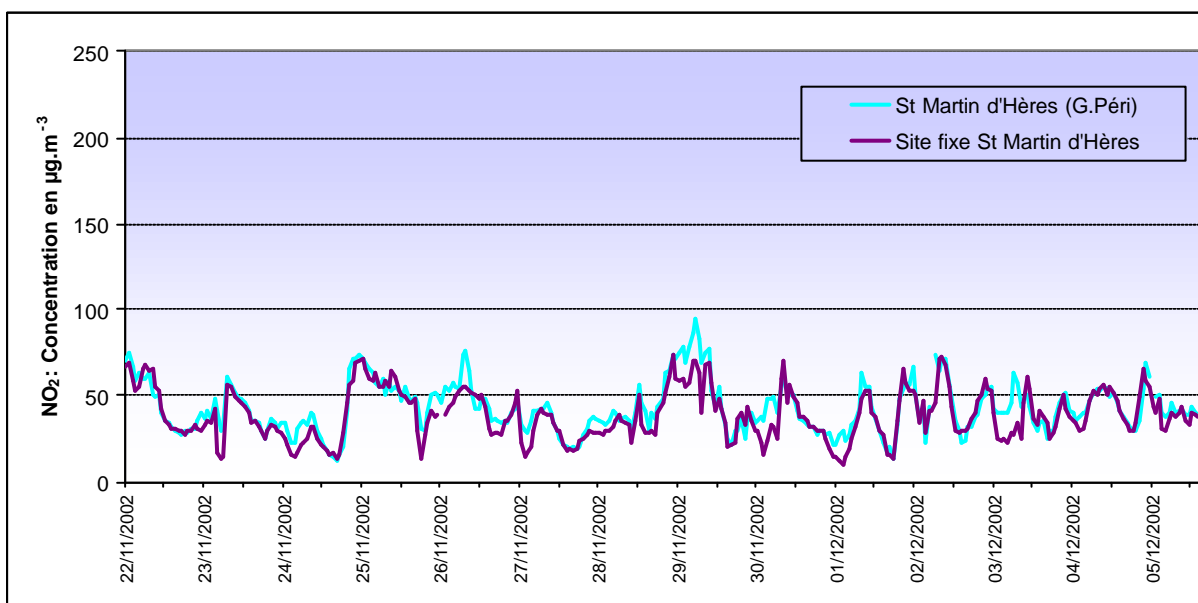


Figure. Concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) mesurées pendant la période d'automne sur les sites de Gabriel Péri et Station fixe de Saint Martin d'Hères

**Concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) mesurées pendant la période d'hiver (31/01/03 au 14/02/2003)**

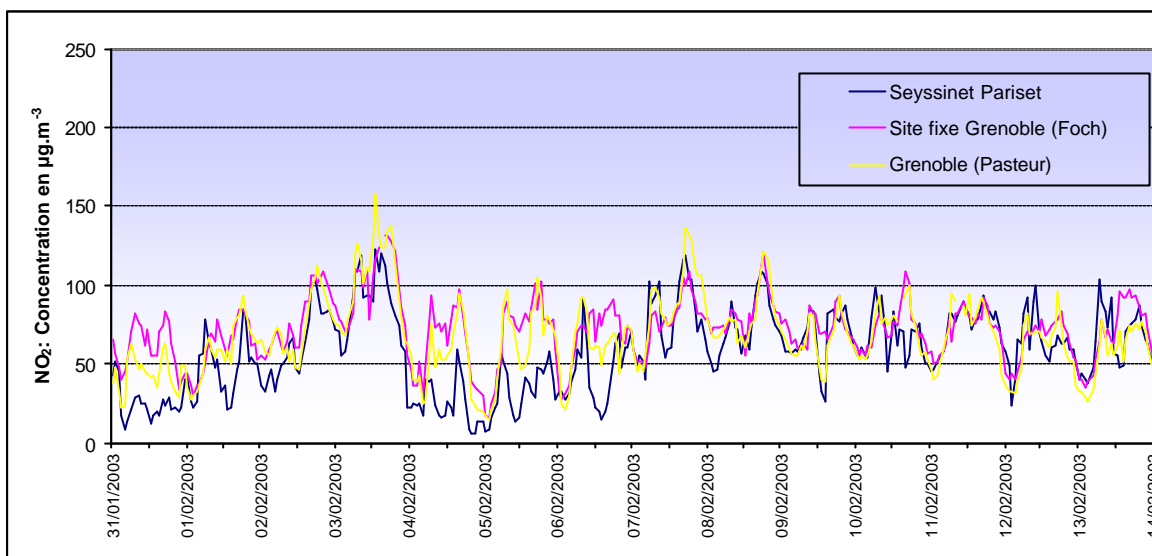


Figure. Concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) mesurées pendant la période d'hiver sur les sites de Seyssinet Pariset, Grenoble Foch et Place Pasteur

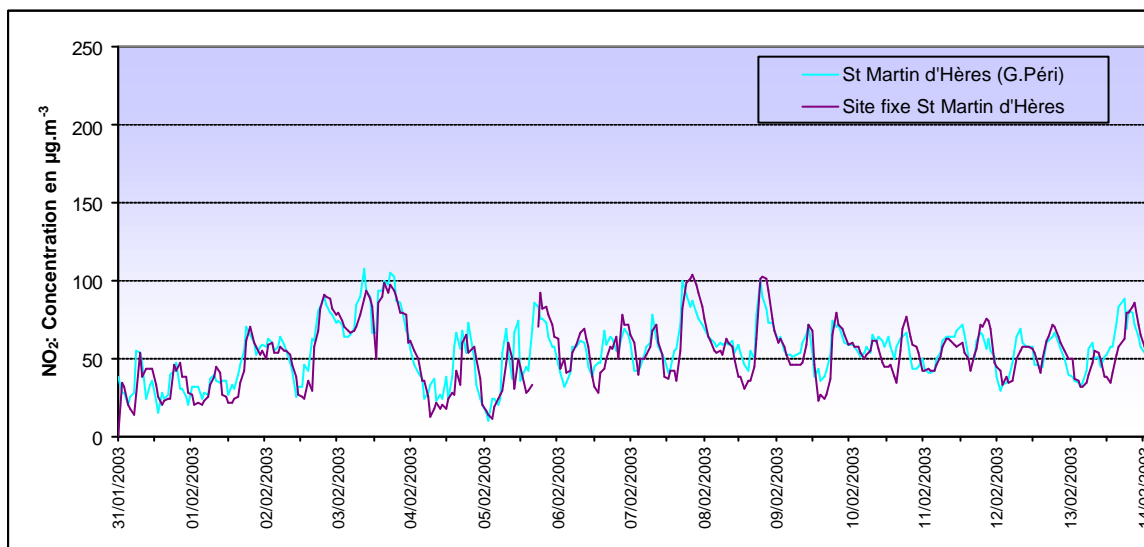


Figure. Concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) mesurées pendant la période d'hiver sur les sites de Gabriel Péri et Station fixe de Saint Martin d'Hères

### 3.3.1.3 Les poussières en suspension (PM<sub>10</sub>)

Les poussières en suspension proviennent majoritairement du trafic automobile (particules diesel, usures des pièces mécaniques et des pneumatiques...) près des voiries.

Les particules sont mesurées de deux manières :

- par la méthode plus récente des PM<sub>10</sub>, particules de diamètre dynamique inférieur à 10 microns.
- par la méthode des fumées noires (la plus ancienne)

Les résultats statistiques, horaires et journaliers, observés ont été résumés dans les tableaux ci-dessous :

#### ➤ Statistiques horaires (automne)

PM <sub>10</sub>	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch chaussée)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	100	99	100	100	100
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )	22	31	22	20	19
Percentile 98 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	61	76	56	48	46
Percentile 50 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	18	29	20	18	17
Minimum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	1	3	1	2	1
Maximum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	82	87	66	63	55

Tableau 3.11. Statistiques horaires (automne : 22/11/02 au 06/12/2002)

#### ➤ Statistiques journalières (automne)

PM <sub>10</sub>	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch chaussée)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	100	100	100	100	100
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )	24	33	22	21	20
Minimum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )	10	13	10	11	10
Maximum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )	46	57	39	35	38
Comparaison à la réglementation					
Valeur limite pour la protection de la santé humaine					
		<b>Centile 90,4<sup>9</sup></b> Nbre de jours supérieures à <b>65 µg.m<sup>-3</sup></b>			
	0	0	0	0	0

Tableau 3.12. Statistiques journalières (automne : 22/11/02 au 06/12/2002) et comparaison à la réglementation

<sup>9</sup> Centile 90,4 (soit 35 jours de dépassement des 65 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière autorisés par année civile de 365 jours).

➤ Statistiques horaires (hiver)

PM <sub>10</sub>	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch chaussée)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	99	99	100	74	100
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )	30	40	33	28	26
Percentile 98 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	69	83	71	53	64
Percentile 50 horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	28	39	33	28	25
Minimum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	2	1	0	2	0
Maximum horaire (µg.m <sup>-3</sup> )	94	114	91	71	74

Tableau 3.13. Statistiques horaires (hiver : 31/01/2003 au 14/02/2003)

➤ Statistiques journalières (hiver)

PM <sub>10</sub>	Seyssinet Pariset	Site fixe Grenoble (Foch chaussée)	Grenoble (Pasteur)	St Martin d'Hères (G.Péri)	Site fixe St Martin d'Hères
Type de station de mesures	trafic	trafic	trafic	trafic	urbaine
Taux de validité (%)	100	100	100	73	100
Moyenne (µg.m <sup>-3</sup> )	31	41	34	30	27
Minimum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )	7	15	9	7	5
Maximum journalier (µg.m <sup>-3</sup> )	45	56	47	38	42
Comparaison à la réglementation					
Valeur limite pour la protection de la santé humaine					
	<b>Centile 90,4<sup>10</sup></b> Nbre de jours supérieures à <b>65 µg.m<sup>-3</sup></b>	0	0	0	0

Tableau 3.14. Statistiques journalières (hiver : 31/01/2003 au 14/02/2003) et comparaison à la réglementation

Pour les PM<sub>10</sub>, comme pour le NO et le NO<sub>2</sub>, c'est également sur les sites du Boulevard Foch et de la Place Pasteur que sont enregistrées les concentrations les plus importantes. Cependant, à l'inverse des oxydes d'azote, les niveaux de PM<sub>10</sub> mesurés sur le site du boulevard Foch sont plus importants que ceux mesurés sur le site de la Place Pasteur. Ces niveaux de poussières plus élevés sur le site du boulevard Foch peuvent s'expliquer par la position de l'analyseur de poussières situé plus près de la chaussée que l'analyseur d'oxydes d'azote (~10 mètres).

<sup>10</sup> Centile 90,4 (soit 35 jours de dépassement des 65 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière autorisés par année civile de 365 jours).

➤ Evolution de la concentration moyenne horaire de PM<sub>10</sub>

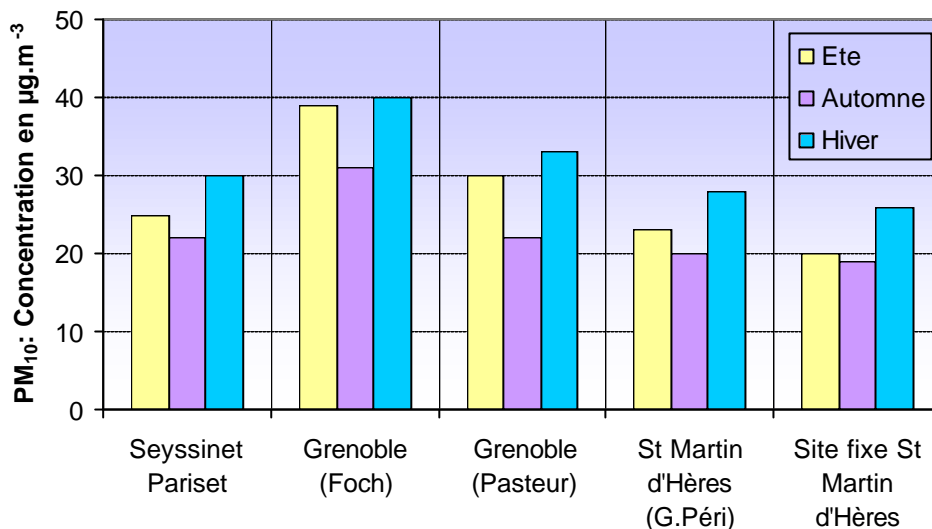


Figure 3.8. Evolution de la concentration moyenne horaire de PM<sub>10</sub> pendant les différentes périodes de mesure

Tous les sites de mesures respectent la valeur limite pour la protection de la santé humaine (44 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle).

Seul le site du Boulevard Foch ne respecterait pas l'objectif de qualité (30 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle) avec des niveaux constamment supérieurs à 30 µg.m<sup>-3</sup>.

PM <sub>10</sub>	Eté	Automne	Hiver	Estimation de la moyenne annuelle
Seyssinet Pariset	25	22	30	25
Site fixe Grenoble Foch	39	31	40	35
Place Pasteur	30	22	33	27
St Martin d'Hères (G.Péri)	23	20	28	23
Site fixe St Martin d'Hères	20	19	26	21

Tableau 3.15. Evolution de la concentration moyenne horaire de PM<sub>10</sub> pendant les différentes périodes de mesures et estimation de la moyenne annuelle

Comme tous les autres polluants primaires, les PM<sub>10</sub> présentent un profil moyen horaire caractérisé par deux pics aux heures de pointe et une diminution entre ces pics dues à la dispersion par le vent et à l'instabilité atmosphérique (figure) ainsi qu'un profil moyen journalier caractérisé par une baisse des concentrations mesurées le week-end, entre -31% (Site fixe Saint Martin d'Hères) et -48% (Grenoble Foch) (figure).

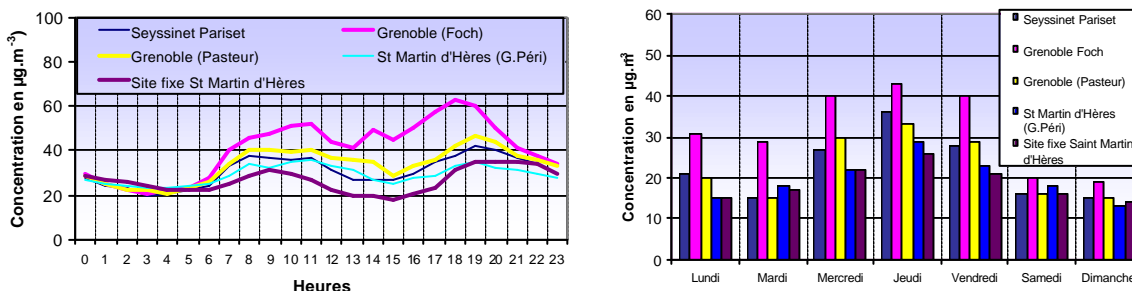


Figure 3.9. Profil moyen horaires et journalier des PM<sub>10</sub> calculé pour la période du 31/01/03 au 14/02/03

**Concentrations horaires en poussières (PM<sub>10</sub>) mesurées pendant la période d'automne (22/11/02 au 06/12/2002)**

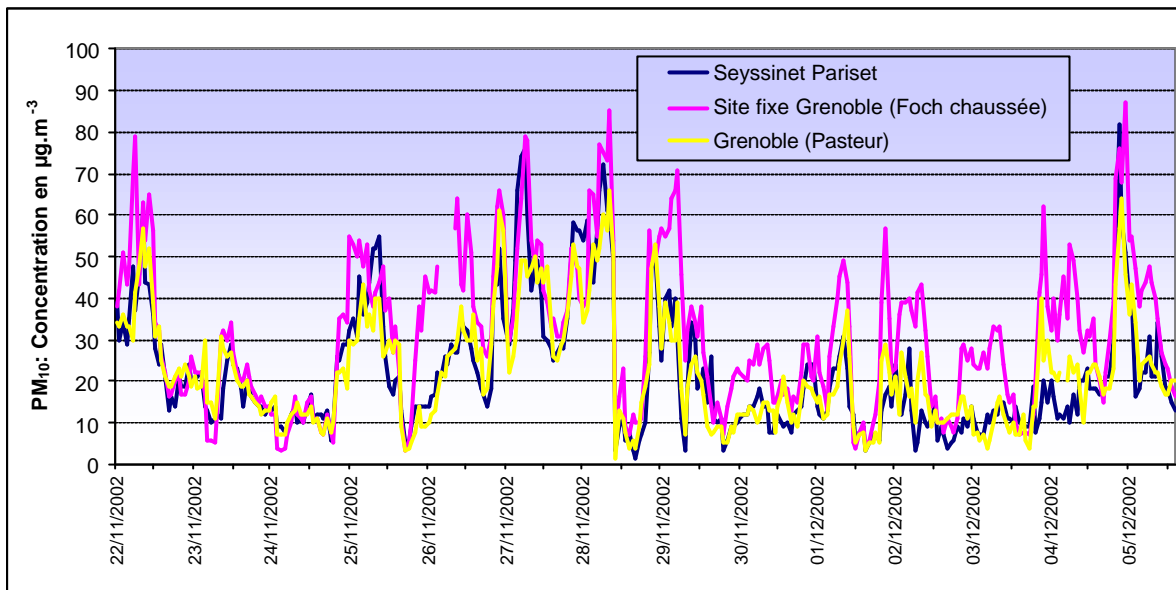


Figure. Concentrations horaires en poussières (PM<sub>10</sub>) mesurées pendant la période d'automne sur les sites de Seyssinet Pariset, Grenoble Foch et Place Pasteur

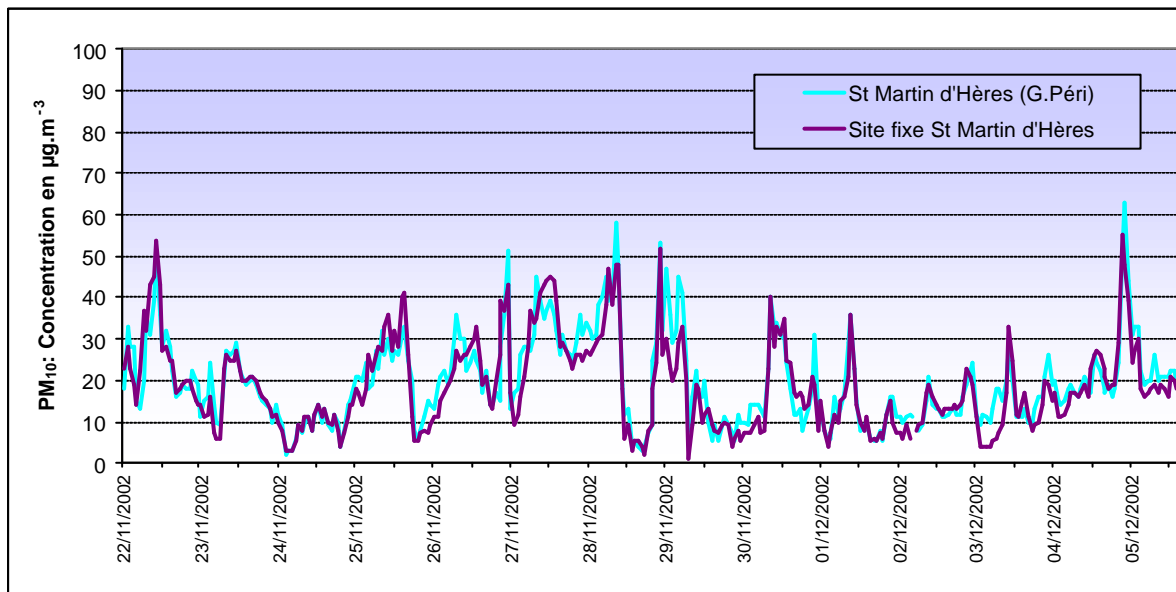


Figure. Concentrations horaires en poussières (PM<sub>10</sub>) mesurées pendant la période d'automne sur les sites de Gabriel Péri et Station fixe de Saint Martin d'Hères

**Concentrations horaires en poussières (PM<sub>10</sub>) mesurées pendant la période d'hiver (31/01/2003 au 14/02/2003)**

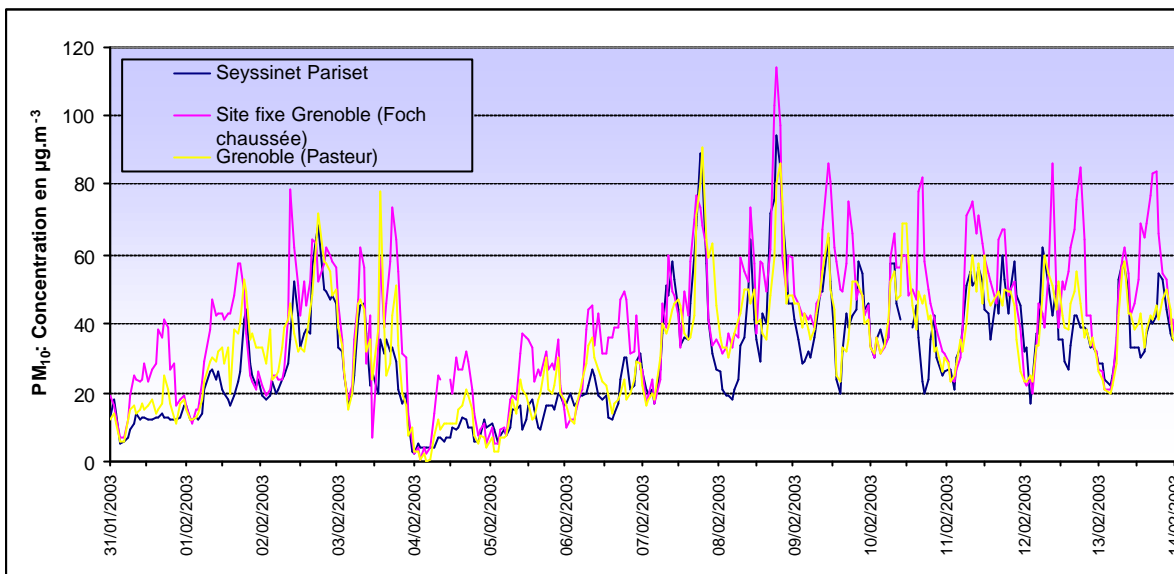


Figure. Concentrations horaires en poussières (PM<sub>10</sub>) mesurées pendant la période d'hiver sur les sites de Seyssinet Pariset, Grenoble Foch et Place Pasteur

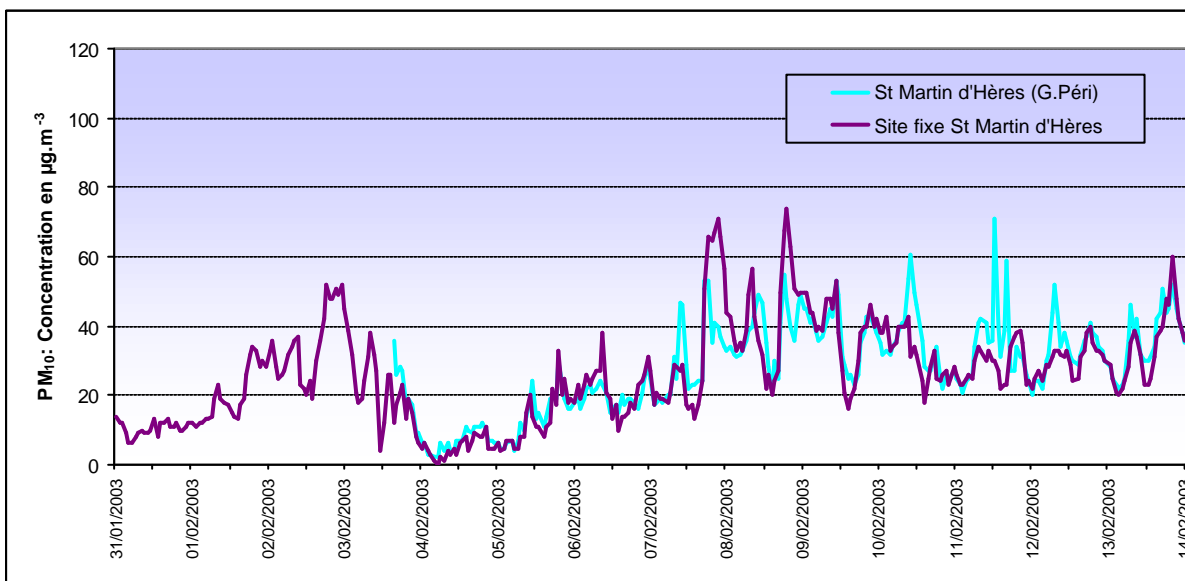


Figure. Concentrations horaires en poussières (PM<sub>10</sub>) mesurées pendant la période d'hiver sur les sites de Gabriel Péri et Station fixe de Saint Martin d'Hères



### 3.3.1.4 Les BTX (Benzène – Toluène – Xylène)

En bordure de chaussée, la principale source d'émission des BTX (Benzène-Toluène-Xylène) est principalement le trafic automobile. Le calcul des rapports toluène/benzène est révélateur de cette influence automobile : un rapport entre 3 et 6 traduit généralement une origine uniquement automobile. Un intérêt tout particulier est porté sur la mesure du benzène dont la toxicité est reconnue par les instances sanitaires mondiales. En France, **l'objectif de qualité annuel a été fixé par le conseil supérieur d'hygiène publique (sept 97) à  $2 \mu\text{g.m}^{-3}$** . La **valeur limite pour la protection de la santé humaine (moyenne annuelle de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ )** est fixée par la communauté européenne pour le 1<sup>er</sup> janvier 2002.

Les mesures ont été effectuées avec des tubes passifs. Cette technique de mesures permet de connaître une concentration moyenne sur une période, mais ne permet pas d'identifier les valeurs maximales. Le tableau ci après présente les concentrations moyennes des BTX mesurées par échantillonneurs passifs pendant les différentes périodes de mesure.

	Benzène [ $\mu\text{g.m}^{-3}$ ]	Toluène [ $\mu\text{g.m}^{-3}$ ]	Ethylbenzol [ $\mu\text{g.m}^{-3}$ ]	p-Xylène [ $\mu\text{g.m}^{-3}$ ]	m-Xylène [ $\mu\text{g.m}^{-3}$ ]	o-Xylène [ $\mu\text{g.m}^{-3}$ ]	Rapport toluène/benzène
<b>Seyssinet Pariset</b>							
Eté	<1,6	15,1	<0,8	<0,9	<2,7	<0,7	>9,5
Automne	4	22	5,3	4,5	10,6	4,3	5,5
Hiver	3,3	14,7	2,5	6,8	3,0	2,7	4,4
<b>Grenoble (Foch chaussée)</b>							
Eté	5,7	32,8	8,1	5,6	17,6	3,6	5,7
Automne	5,4	27,8	7,2	6,0	14,6	6,2	5,15
Hiver	7,4	29,9	6,6	17,7	7,87	6,94	4
<b>Grenoble (Pasteur)</b>							
Eté	4,2	20,3	<3,8	<2,1	9,3	<1,6	4,9
Automne	6,5	30,8	8,5	7	16,5	7,4	4,7
Hiver	5,3	20,3	4,1	11,3	5,1	4,5	3,8
<b>St Martin d'Hères (G.péri)</b>							
Eté	<0,9	8,4	<0,7	<0,7	<1,2	<0,7	>9,3
Automne	2,5	14,4	3	2,6	6,3	2,6	5,7
Hiver	2,6	12,5	1,83	4,8	2,2	2	4,8

Tableau 3.16. Evolution des concentrations moyennes en composés organiques volatils mesurées par échantillonneurs passifs pendant les 3 périodes de mesure.

Le site de Grenoble - Foch chaussée est encore le site où sont mesurées les concentrations les plus importantes, suivi du site de Pasteur (tableau 3.17). L'objectif de qualité ( $2\mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne annuelle) serait dépassé sur tous les sites de mesures.

	Benzène	Toluène	Ethylbenzol	p-Xylène	m-Xylène	o-Xylène	Rapport toluène/benzène
Seyssinet Pariset	3,2	18,5	3,5	4,2	6,7	3,0	6,2
Grenoble (Foch chaussée)	6,0	29,6	7,3	8,8	13,7	5,7	5,0
Grenoble (Pasteur)	5,6	25,6	6,2	6,9	11,9	5,2	4,6
St Martin d'Hères (G.Péri)	2,1	12,4	2,1	2,7	4,0	2,0	6,4

Tableau 3.17. Estimation de la moyenne annuelle des BTX (Benzène – Toluène – Xylène)

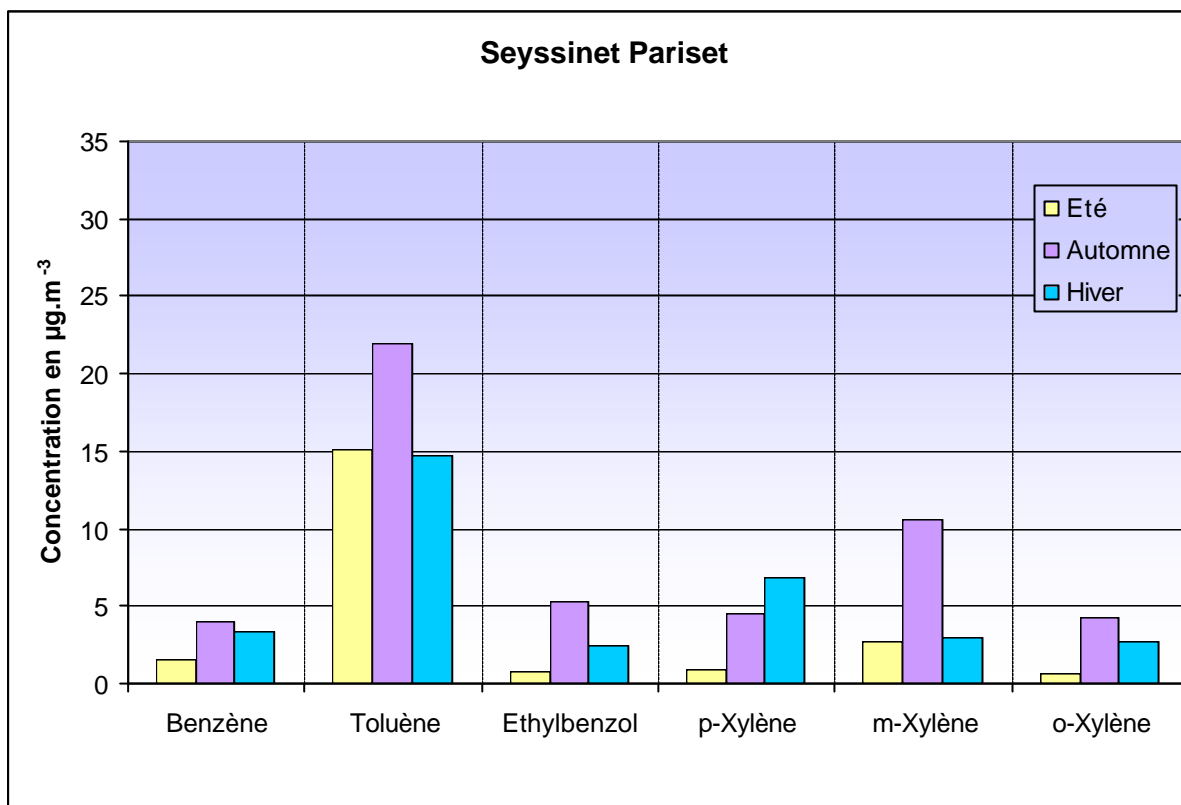


Figure 3.10. Evolution des concentrations moyennes en composés organiques volatils mesurées par échantillonneurs passifs pendant les 3 périodes de mesure sur le site de Seyssinet Pariset.

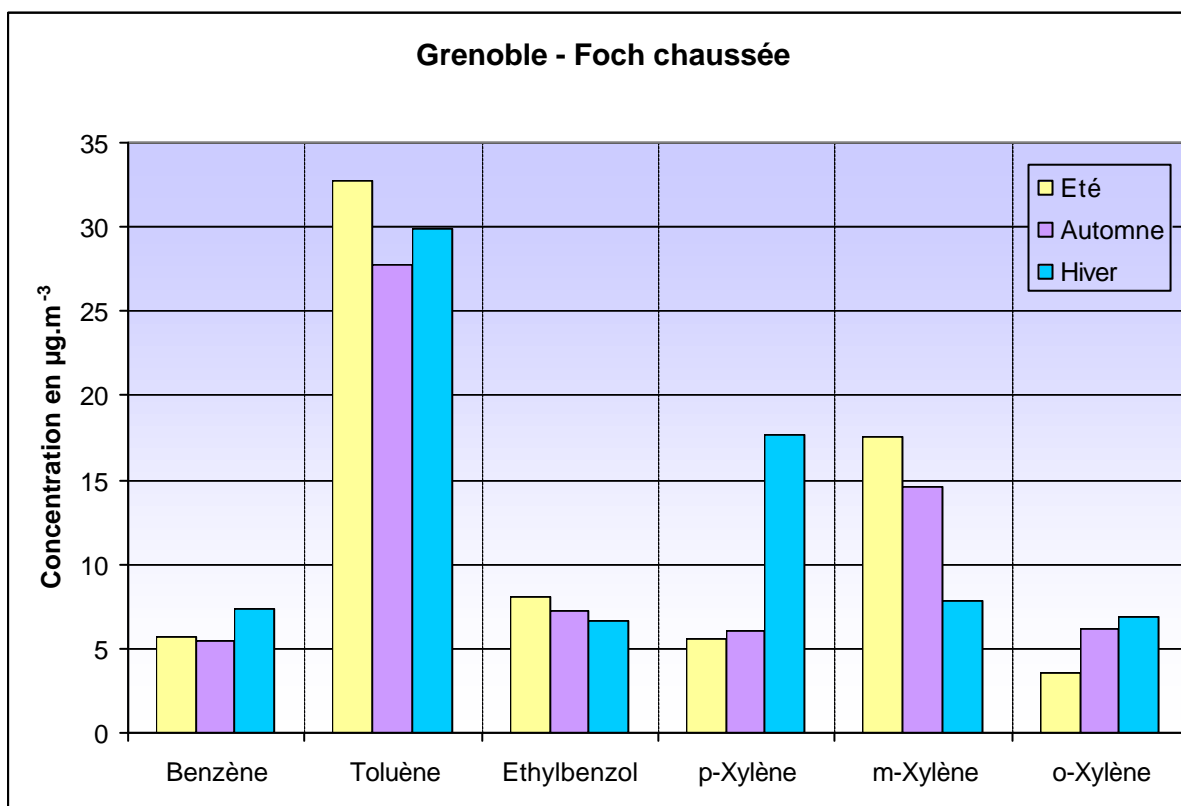


Figure 3.11. Evolution des concentrations moyennes en composés organiques volatils mesurées par échantillonneurs passifs pendant les 3 périodes de mesure sur le site de Grenoble – Foch chaussée.

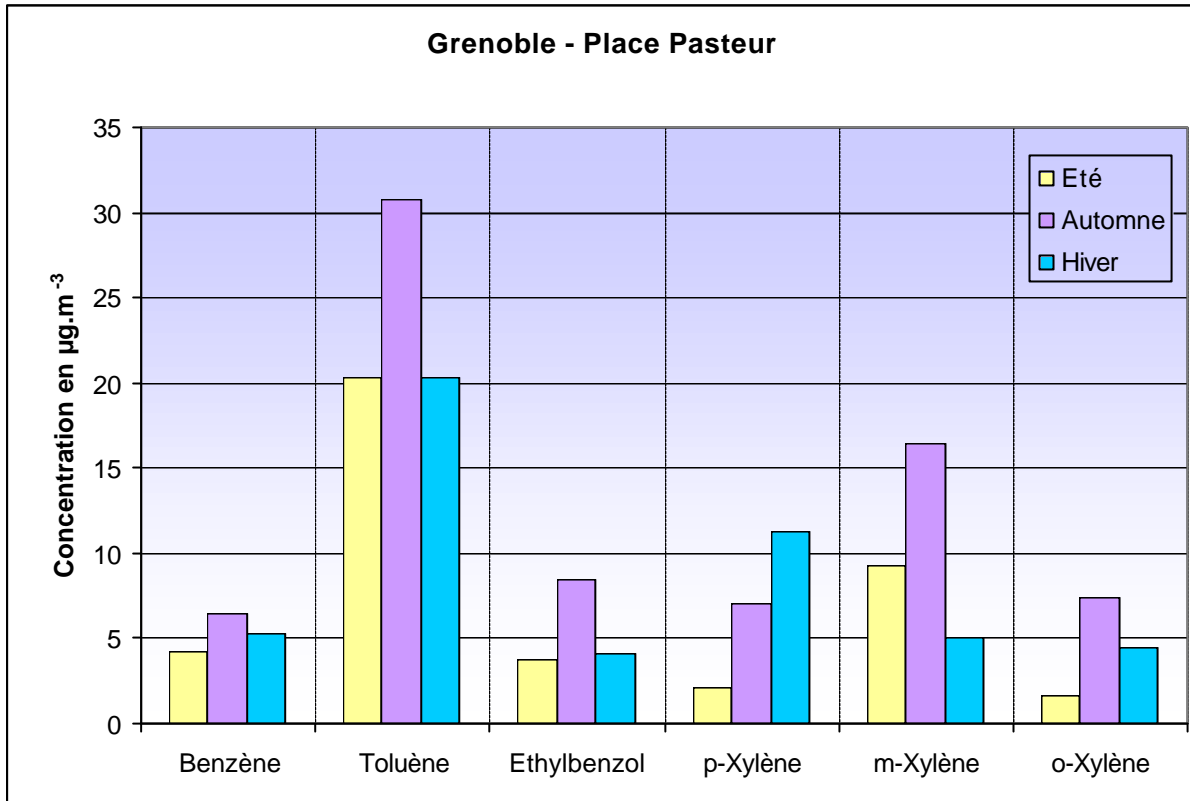


Figure 3.12. Evolution des concentrations moyennes en composés organiques volatils mesurées par échantillonneurs passifs pendant les 3 périodes de mesure sur le site de Grenoble – Place Pasteur.

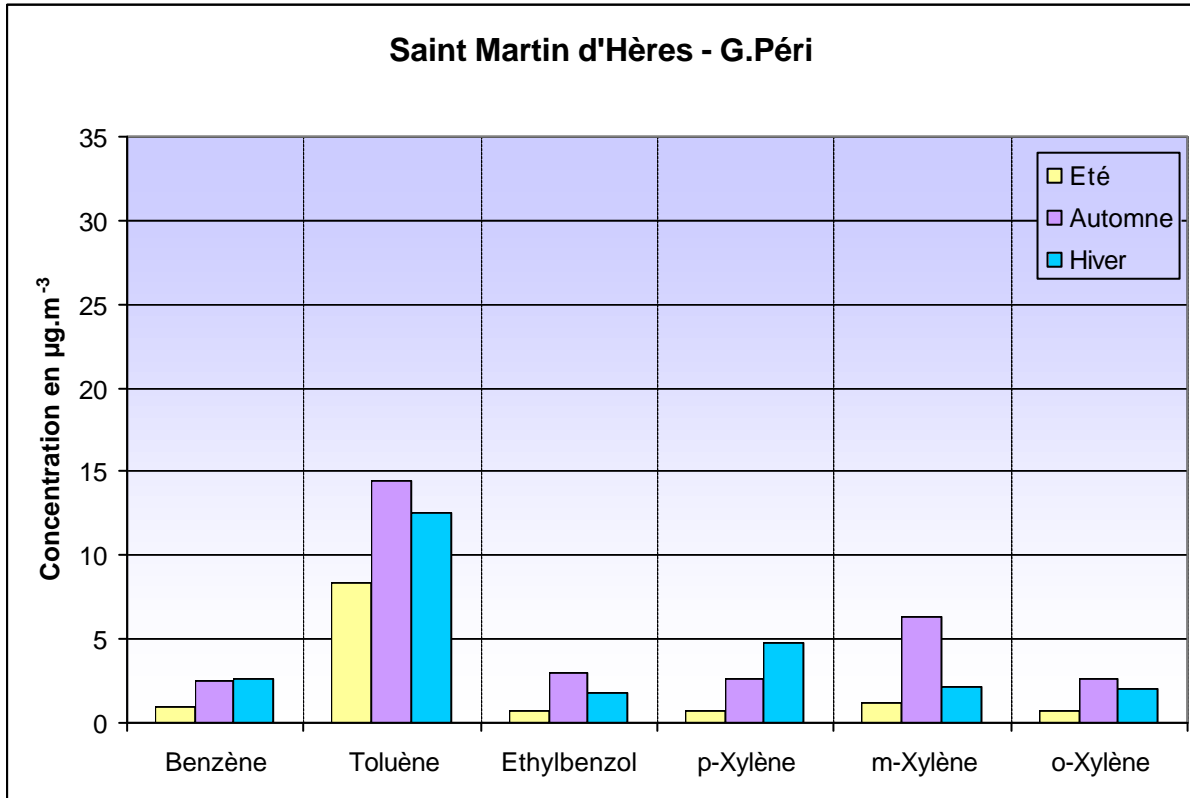


Figure 3.13. Evolution des concentrations moyennes en composés organiques volatils mesurées par échantillonneurs passifs pendant les 3 périodes de mesure sur le site de Saint Martin d'Hères.

### 3.3.1.5 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

La mesure des HAP s'effectue par des prélèvements de 24 heures ; l'air est aspiré à l'aide d'une pompe, puis passe sur un filtre et une mousse qui piègent les HAP (la phase particulaire par le filtre et la phase gazeuse par la mousse). Les HAP sont ensuite extraits et analysés en laboratoire par la technique HPLC (Chromatographie en phase liquide haute performance) en phase inverse.

Dans le cadre de cette étude, plusieurs mesures ont donc été effectuées sur le site du boulevard Foch. Certaines mesures ont été effectuées simultanément avec celles du site fixe du Rondeau (tableau 1.22).

Automne					
<b>Foch</b>	vendredi	jeudi	02/12/2002	04/12/2002	
<b>Rondeau</b>	22/11/2002	28/11/2002			11/12/2002
Hiver					
<b>Foch</b>		06/02/2002	08/02/2002	mercredi	vendredi
<b>Rondeau</b>	02/02/2002			11/02/2002	14/02/2002

Tableau 3.18. Date des différents prélèvements de HAP sur les sites du Rondeau et de Foch

Au niveau de la spéciation (nature des HAP), la répartition des HAP mesurés sur les sites du Rondeau et du boulevard Foch est similaire quelque soit la saison, avec une prédominance du phénanthrène (PHE, source : diesel/raffinerie) qui représente à lui seul pratiquement 30% des HAP mesurés. La spéciation des HAP sur le site de Foch est différente le 06/02/2003 et 08/02/2003 avec des plus grandes quantités de pyrène le 06/02/2003 et de naphtalène le 08/02/2003 alors que les quantités des autres HAP avaient peu évolué.

Les deux autres HAP les plus représentés sont le fluoranthène (FA, source : chauffage domestique/diesel) et le pyrène (PY, source : chauffage domestique/diesel) ~15%. On retrouve donc pour ces deux sites l'influence du trafic automobile et du chauffage urbain (en automne et en hiver).

Le benzo(a)pyrène (BaP, source : essence/fonderie), concerné par la future réglementation qui fixera sa valeur limite à 1000 pg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, représente moins de 3,5% des HAP sur les 2 sites de mesures de Foch et du Rondeau. Cependant, sa concentration est régulièrement supérieure à 1000 pg.m<sup>-3</sup> en automne et en hiver.

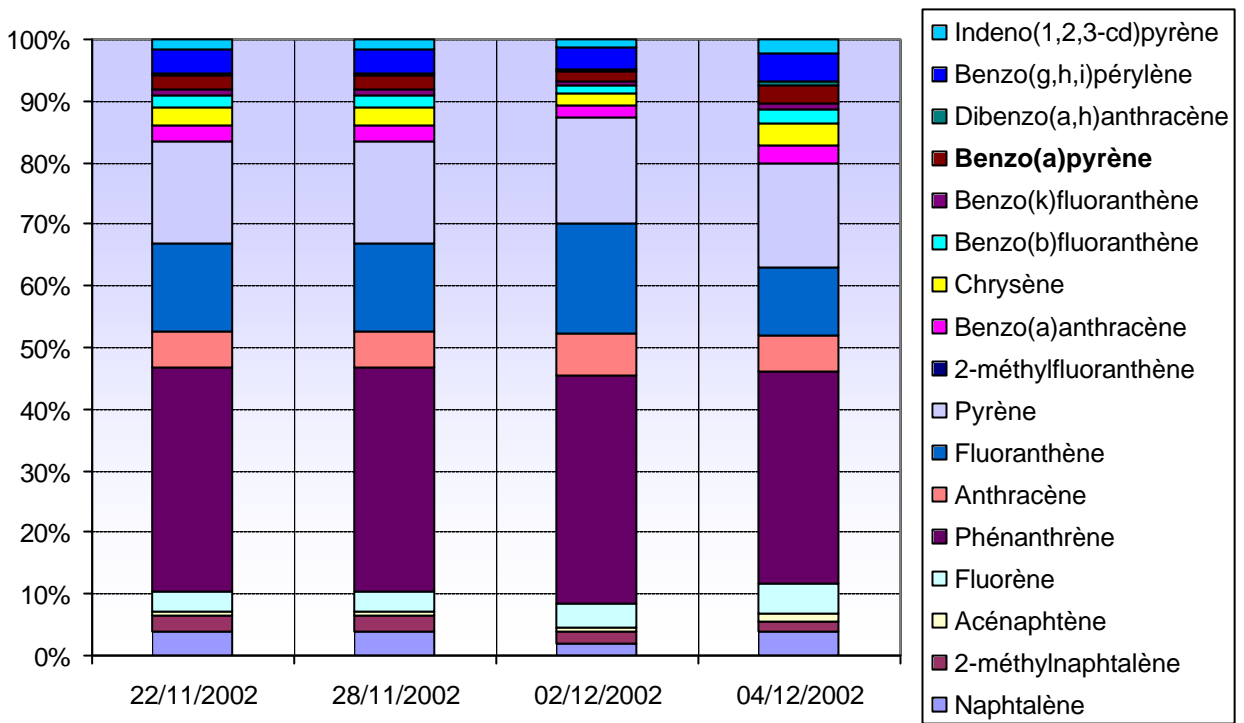


Figure 3.14. Profil des HAP mesurés sur le site du boulevard Foch en automne

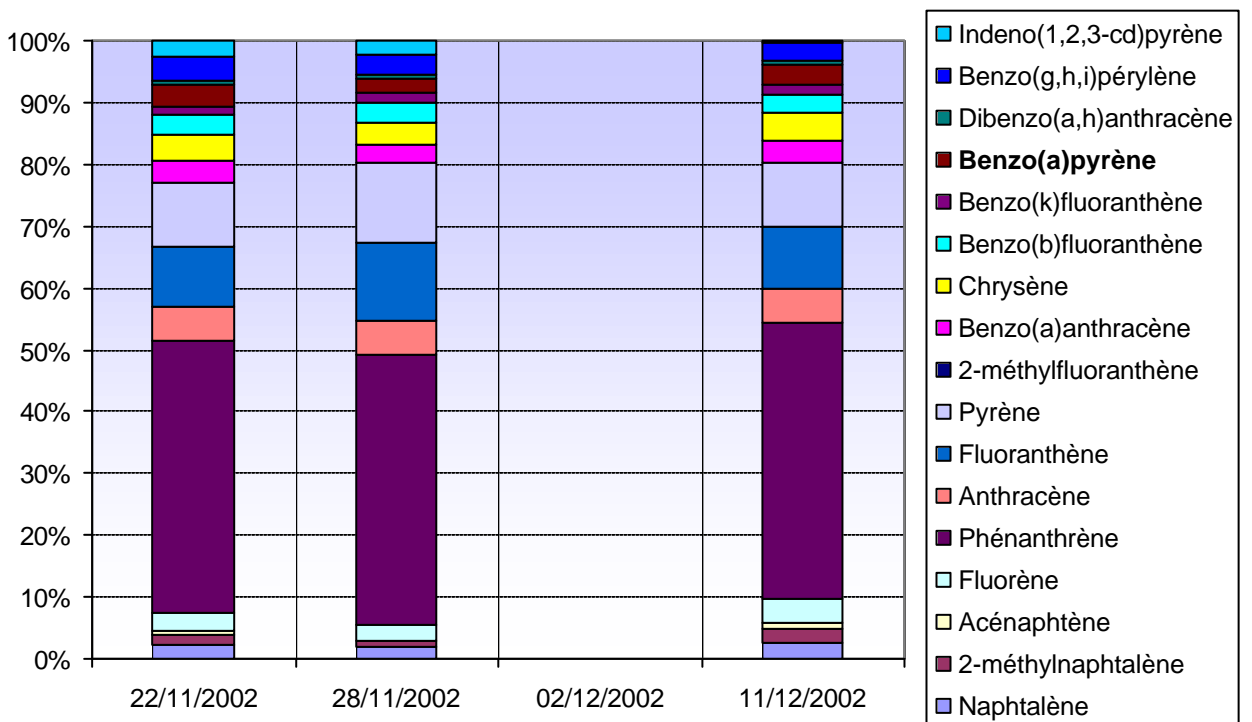


Figure 3.15. Profil des HAP mesurés sur le site du Rondeau en automne

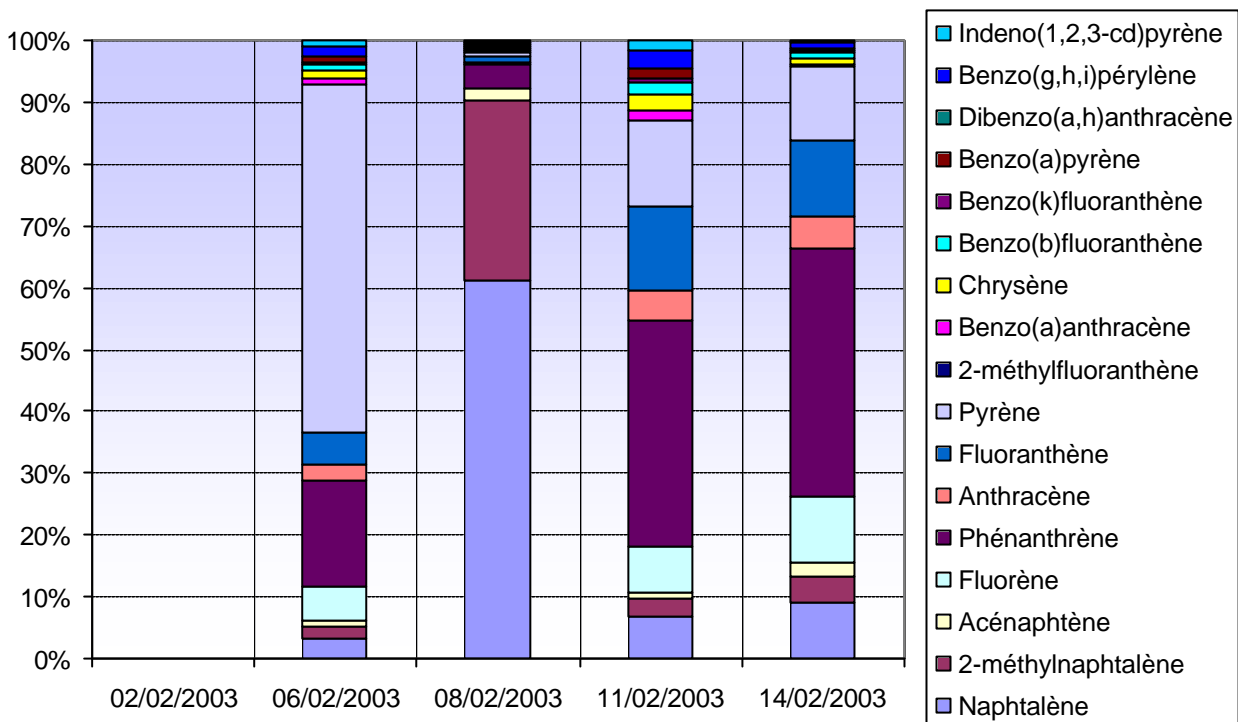


Figure 3.16. Profil des HAP mesurés sur le site de Foch en hiver

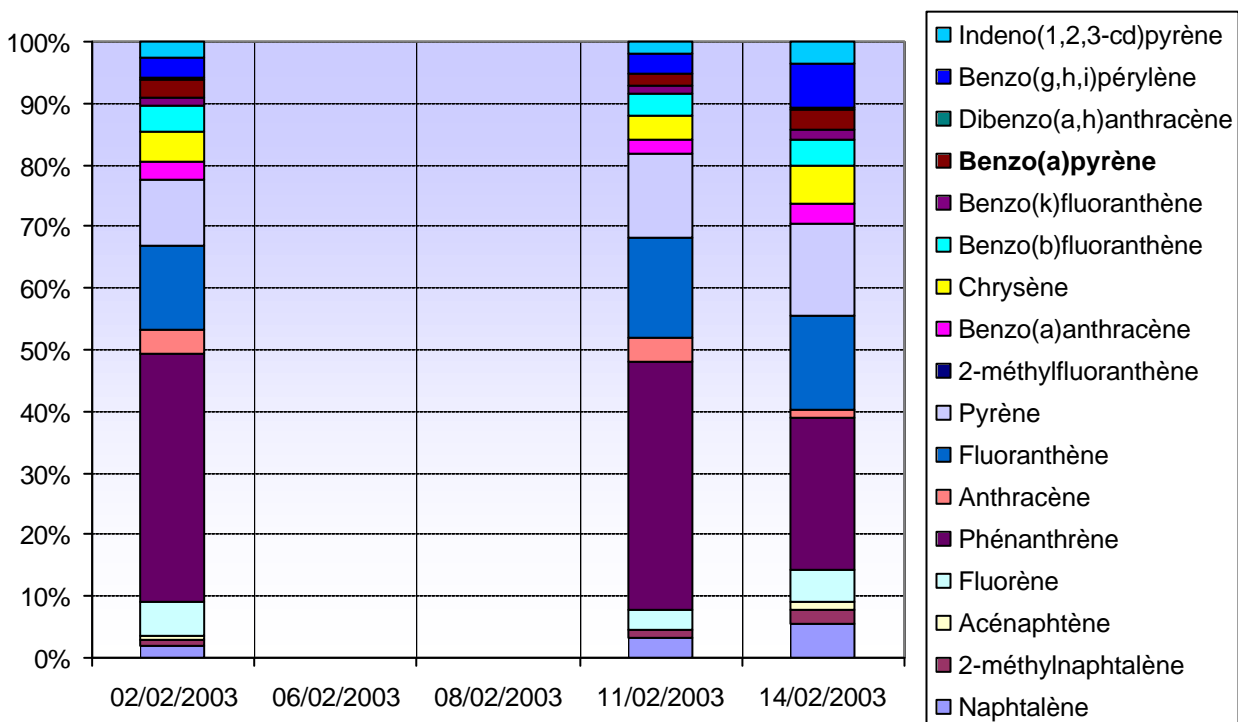


Figure 3.17. Profil des HAP mesurés sur le site du Rondeau en hiver

Il est difficile d'établir une variation annuelle des HAP avec quelques mesures. En effet, un temps stable et froid favorise la formation (augmentation des émissions de certaines sources comme les chauffages urbains en hiver) et l'accumulation des HAP (absence de phénomènes photochimiques responsables de pertes par réactivité). L'étude des HAP sur le site du Rondeau montre que les concentrations de HAP en hiver sont généralement 3 à 5 fois supérieures à celles mesurées en été.

La comparaison entre les deux sites de Foch et du Rondeau montre des concentrations de HAP mesurées plus importantes sur le site du Boulevard Foch en automne et en hiver.

Concernant le benzo(a)pyrène, sa concentration en hiver et en automne sur le site du boulevard Foch est très souvent supérieure à sa future valeur réglementaire (1000 pg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle), mais ne permet pas une extrapolation de sa moyenne annuelle. Sur le site du Rondeau, la moyenne annuelle du benzo(a)pyrène a été estimée à 770 pg.m<sup>-3</sup> en 2002; et, en 2003, elle a été supérieure à la valeur cible fixée dans le projet de décret européen (1270 pg.m<sup>-3</sup>).

		Concentrations en pg.m <sup>-3</sup> BaP / HAP total			
		Foch		Rondeau	
		BaP	HAP total	BaP	HAP total
Automne	22/11/2002	141	80169	1923	54767
	28/11/2002	2213	108246	1365	55100
	02/12/2002	1277	79384	-	-
	04/12/2002	3111	111449	-	-
	11/12/2002	-	-	3157	98255
Hiver	02/02/2002	-	-	-	-
	06/02/2002	2326	259442	-	-
	08/02/2002	4365	194987	-	-
	11/02/2002	1709	194987	900	45721
	14/02/2002	389	45255	1467	94935

Tableau 3.19. Évolution des concentrations de Benzo(a)pyrène et des quantités totales de HAP mesurées en pg.m<sup>-3</sup> sur les sites du boulevard Foch et du Rondeau.

Quelques mesures effectuées en automne ont été réalisées en distinguant les filtres et les mousses pour connaître la répartition des HAP. En effet, le pourcentage des HAP en phase particulaire dépend de la saison, la fraction particulaire des HAP diminuant en été.

Ces quelques mesures montrent une fraction particulaire similaire (~ 18-25% le 28/11/02 et le 04/12/2002) entre les sites de Foch et du Rondeau (à l'exception du site de Foch le 22/11/02).

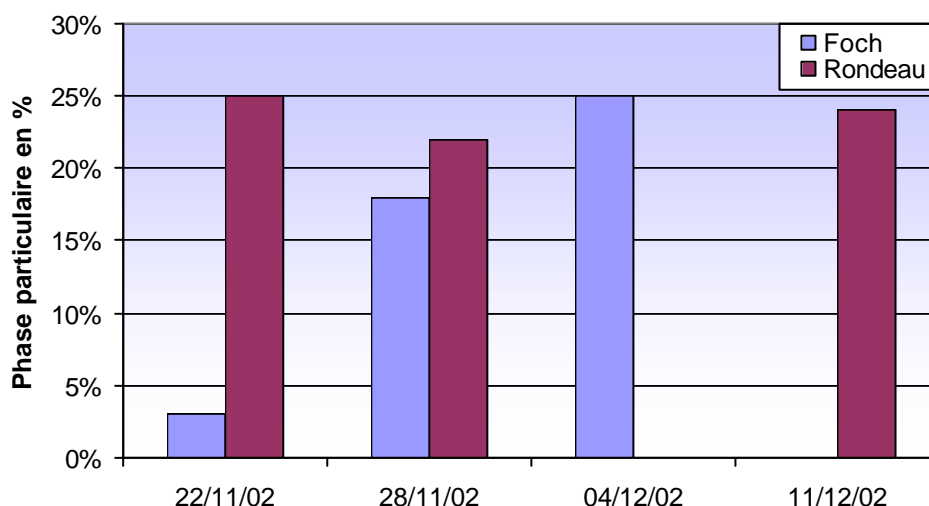


Figure 3.18. Pourcentage des HAP en phase particulaire sur les sites de Foch et du Rondeau en automne

### 3.4 Synthèse des mesures

Cette étude a montré dans un premier temps la pollution induite par le trafic automobile actuel sur le tracé de la ligne de Tramway CC'.

On observe logiquement une corrélation entre les résultats des mesures de concentration des différents polluants et le trafic moyen journalier correspondant au site de mesure. Les sites du boulevard Foch et de la Place Pasteur qui sont soumis au trafic automobile les plus importants sont par conséquent ceux où sont mesurés les concentrations de polluants d'origine automobile les plus importantes.

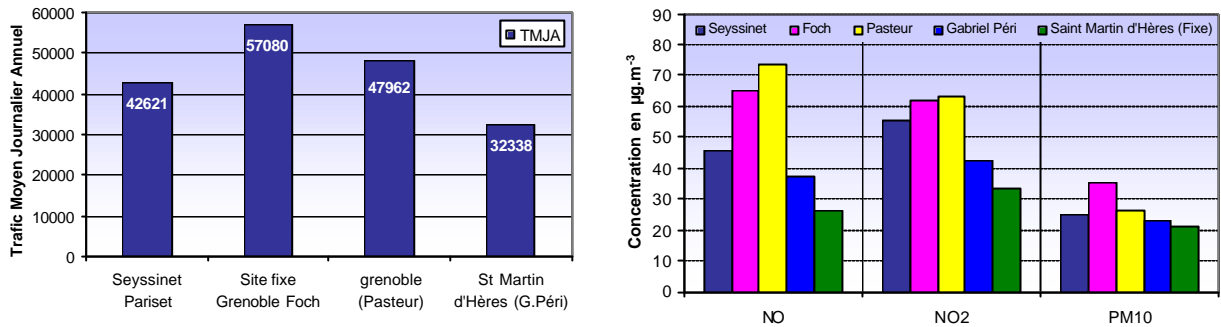
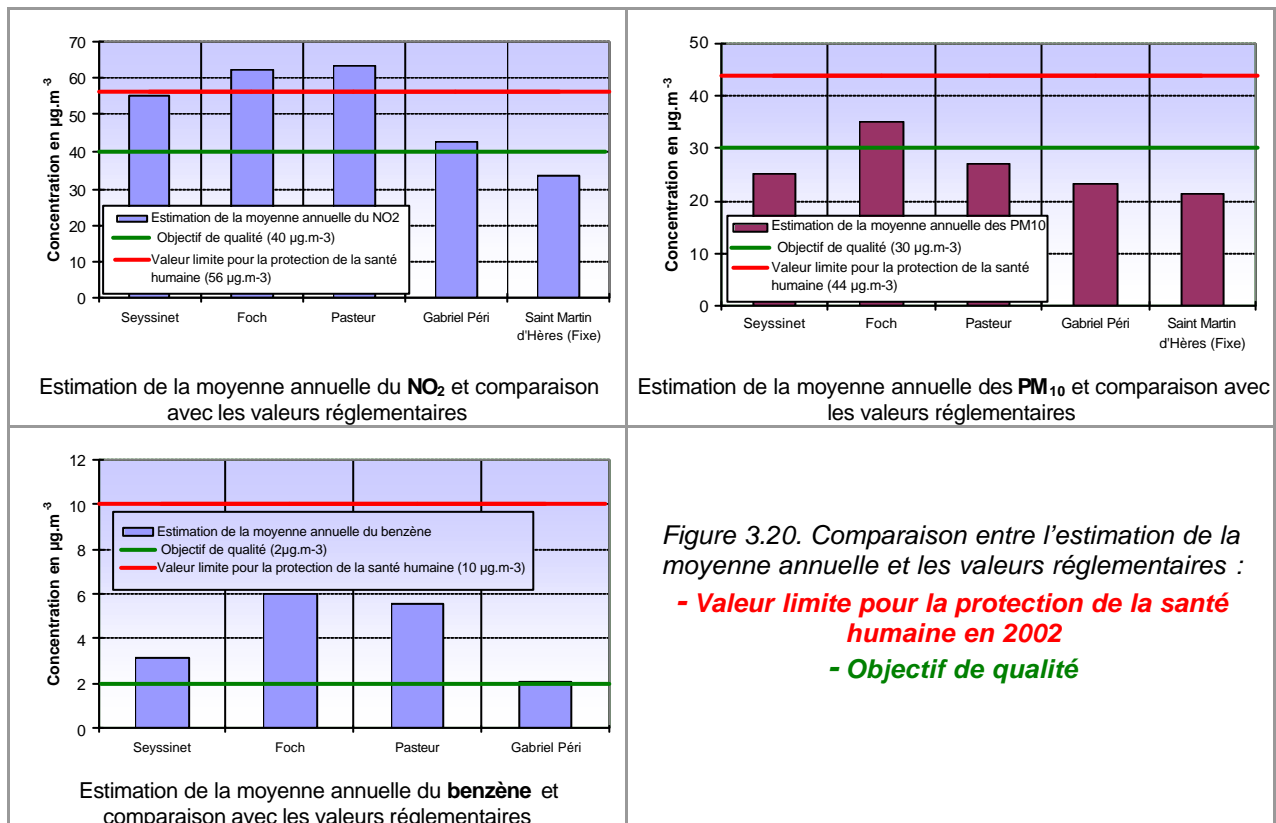


Figure 3.19. Estimation du Trafic Moyen Journalier Annuel (DAVIS, 1997) et de la moyenne annuelle des différents polluants mesurés sur les sites de Seyssinet Pariset, Foch, Pasteur, Gabriel Péri et Saint Martin d'Hères.

La réalisation de plusieurs campagnes de mesures à différentes saisons montre aussi un dépassement de certaines valeurs réglementaires, particulièrement sur les sites à fort trafic automobile (Boulevard Foch).





Le tableau suivant récapitule la situation des différents sites de mesures vis à vis de la **valeur limite pour la protection de la santé humaine en 2002**.

	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	Benzène
Seyssinet	☹	☺	☺
Pariset	☹	☺	☺
Boulevard Foch	☹	☺	☺
Pasteur	☹	☺	☺
Gabriel Péri	☺	☺	☺

☺	Pas de risque de dépassement
☹	Risque de dépassement
☹	Dépassement

Tableau 3.20. Situation des sites de mesure de l'étude par rapport à la valeur limite pour la protection de la santé humaine en 2002.

Cette étude aura permis de réaliser un état initial de la qualité de l'air sur le tracé de la ligne de tramway CC' en 2002. A partir de 2006, une étude similaire permettrait de mesurer les effets sur la qualité de l'air de la mise en place de la troisième ligne de tramway en tenant compte aussi de l'évolution de la réglementation (figure 3.21).

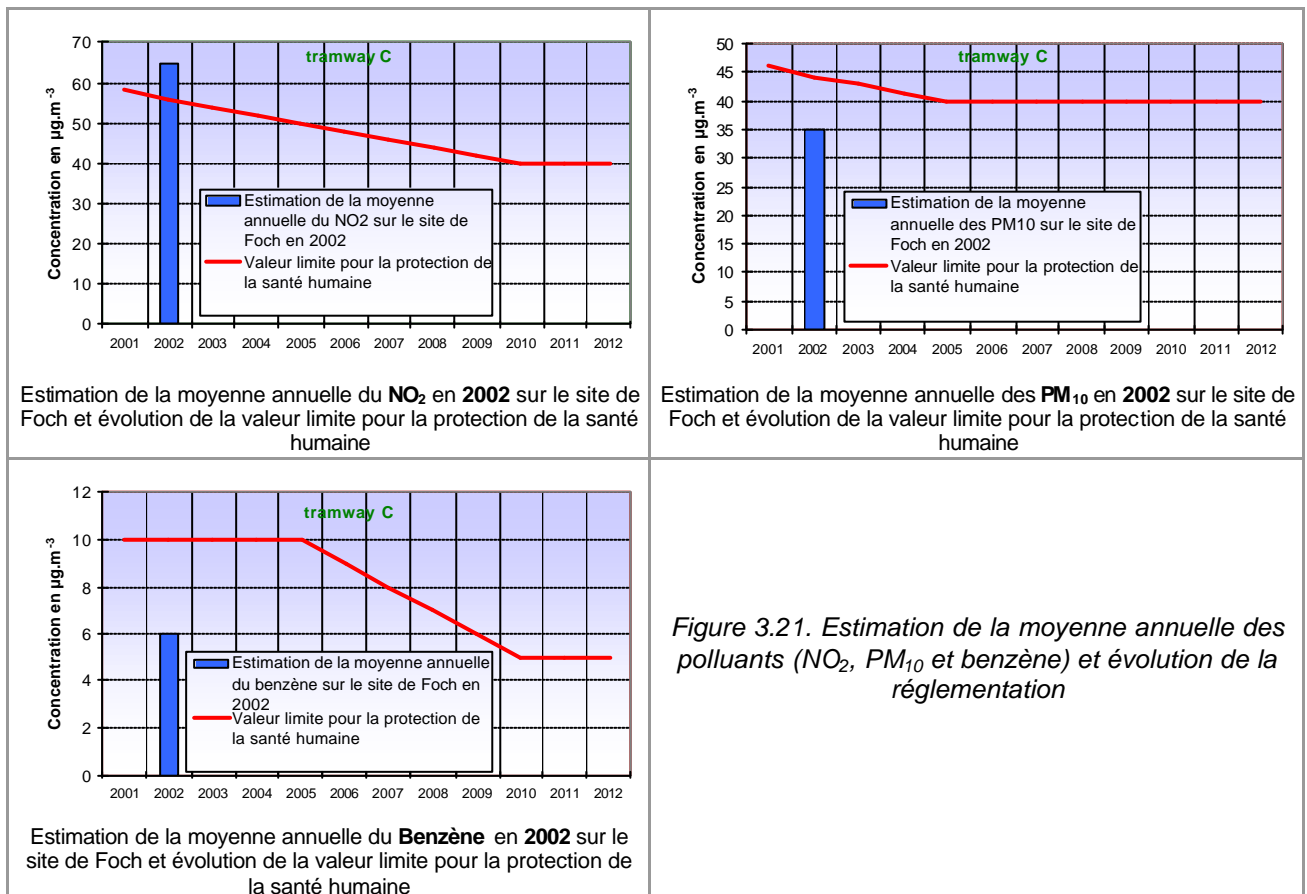


Figure 3.21. Estimation de la moyenne annuelle des polluants (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et benzène) et évolution de la réglementation

## CONCLUSION

Cette étude a permis de réaliser un état initial de la qualité de l'air le long du tracé de la future ligne de tramway CC'.

**L'étude met en évidence une pollution dans le secteur des grands boulevards grenoblois liée au trafic automobile.** Pendant les différentes périodes de mesure, le site du boulevard Foch et le site de la place Pasteur sont ceux où ont été mesurées les plus fortes concentrations en polluants primaires.

Les résultats des comptages routiers, effectués par l'ASCOPARG sur le boulevard Foch permettent de confirmer l'importance du trafic automobile sur ce secteur (plus de 55 000 véhicules par jour).

Parmi les différents polluants mesurés, un d'entre eux présente des valeurs significativement supérieures à ses seuils réglementaires. Il s'agit du **dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dont la concentration est supérieure à la valeur limite pour la protection de la santé humaine sur les sites de Foch et de Pasteur et supérieure à l'objectif de qualité sur tous les sites de proximité (Seyssinet Pariset, boulevard Foch, Place Pasteur et Gabriel Péri).**

Concernant les poussières (PM<sub>10</sub>) et le benzène, les valeurs limites pour la protection de la santé ne sont pas dépassées sur les sites. Cependant l'objectif de qualité est dépassé sur le site du boulevard Foch pour les poussières et sur les sites de Foch et de Pasteur pour le benzène.

Une modélisation effectuée sur ce tracé permettrait d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air de la mise en place de la ligne de tramway. Cette modélisation pourrait ensuite être validée par d'autres mesures effectuées en 2006 qui quantifieraient l'impact de la ligne de tramway.