

ASCOPARG



Membre agréé du réseau **Atmo**

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

Participants :

Responsable de l'étude : C.Chappaz

Recueil des mesures : Y.Pellan / A.Lorido / E.Moussu / G.Carlino / M.Colombo

Cartographie S.I.G : V.Vestri

Rédaction du rapport : C.Mignet / C.Chappaz

Nombre de pages du rapport : 58

| | | |
|-----------------|----------------------|---------------------------|
| 29 Octobre 2001 | C.Mignet | C.Chappaz |
| <i>Date</i> | <i>Auteur + visa</i> | <i>Approbateur + visa</i> |

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

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 2 |
| 1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE..... | 4 |
| 1.1 POLLUANTS PROSPECTES..... | 4 |
| 1.2 EFFETS DES POLLUANTS SUR LA SANTE ET SUR L'ENVIRONNEMENT | 8 |
| 1.3 LA REGLEMENTATION | 11 |
| 2 METHODOLOGIE ADOPTÉE..... | 15 |
| 2.1 PERIODE DE MESURES..... | 15 |
| 2.2 NOMBRE ET CHOIX DES SITES DE MESURES | 15 |
| 2.3 TECHNIQUES DE MESURES..... | 18 |
| 2.4 PARAMETRES D'INFLUENCE A PRENDRE EN COMPTE | 26 |
| 2.5 EXPRESSION DES RESULTATS..... | 28 |
| 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' | 29 |
| 3.1 CONDITIONS METEOROLOGIQUES..... | 29 |
| 3.2 COMPTAGES ROUTIERS..... | 31 |
| 3.3 POPULATION..... | 34 |
| 3.4 NIVEAUX DE POLLUTION MESURES | 37 |
| CONCLUSION | 57 |

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 2005 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 tracé.

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.

Les objectifs de cette étude étaient double :

- Etablir un **état initial de la qualité de l'air** le long du tracé envisagé de la ligne de tramway CC'.
- **Evaluer l'impact** de la mise en service de cette ligne de tramway en terme de qualité de l'air. Afin de pouvoir réaliser cette évaluation, des données décrivant le trafic automobile sont nécessaires et devaient être mises à disposition de l'ASCOPARG. **Les données requises n'ayant pas été fournies à l'ASCOPARG, le deuxième objectif de cette étude n'a pas pu être atteint.**

INFORMATIONS ' 3e ligne '

Ligne C Ligne C'

Les étapes clefs du projets

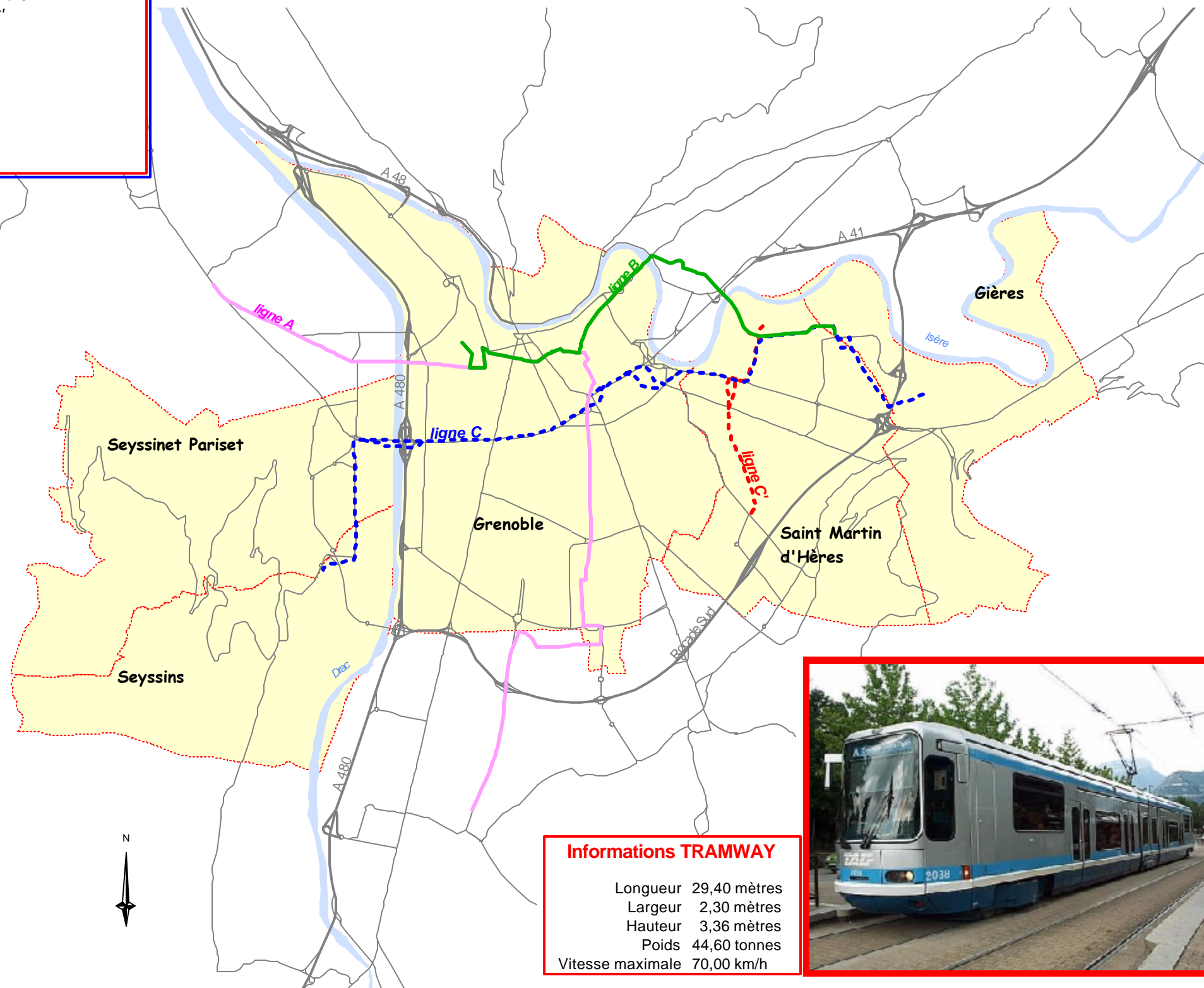
- >> Début 2003
Démarrage des travaux
- >> 2e semestre 2005
Mise en service de la 3e ligne de tramway

Parcours

- >> 21 stations réparties sur
 - 10,6 à 10,7 km de la ligne C
 - 2,9 à 3 km de la ligne C'
- >> 5 communes desservies
 - Gières
 - Grenoble
 - Saint Martin d'Hères
 - Seyssinet Pariset
 - Seyssins

Transports de l'agglomération grenobloise

Lignes du réseau du TRAMWAY



Légende :

- Réseau routier principal
- Réseau autoroutier et voies rapides
- Réseau hydrographique principal
- - - Contour commune
- Tracés opérationnels
 - ligne de tram A
 - ligne de tram B
- - - Tracés envisagés
 - ligne de tram C
 - ligne de tram C'

Informations complémentaires :

Ligne C

- parcours retenu : 8,6 km
- parcours indéterminé : 2 à 2,1 km (selon option)
- >> soit parcours total compris entre 10,6 et 10,7 km

Ligne C'

- parcours retenu : 2,5 km
- parcours indéterminé : 0,4 à 0,5 km (selon option)
- >> soit parcours total compris entre 2,9 et 3 km

Echelle : 0 1,2 km

Source :
AS.CO.P.A.R.G.
Magellan Géomatique
S.M.T.C.

Copyright
2001



Membre agréé du réseau Atmo

Informations TRAMWAY

Longueur 29,40 mètres
Largeur 2,30 mètres
Hauteur 3,36 mètres
Poids 44,60 tonnes
Vitesse maximale 70,00 km/h



1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

1.1 Polluants prospectés

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

Il s'agit des polluants émis directement par les automobiles.



Les composés étudiés sont donc les suivants :

- **Les oxydes d'azote** (NO et NO₂)
- **Les particules** : poussières en suspension de taille inférieure à 10 µm (appelées PM10) **et les fumées noires** (FN)
- **Le monoxyde de carbone** (CO)
- **Le dioxyde de soufre** (SO₂)
- **Le benzène** (C₆H₆)

La mesure de l'ozone (O₃), en situation de proximité automobile, **n'est pas intéressante**. En effet, le monoxyde d'azote émis par les véhicules automobiles inhibe les réactions de formation de l'ozone. Sur le réseau de l'ASCOPARG, ce polluant n'est pas analysé sur les sites dit « trafic » mais sur les sites urbains, périurbains et ruraux.

Le plomb, bien que soumis à contrôle par la Communauté Européenne, **n'est plus un polluant prioritaire en France**. L'évolution réglementaire des taux de plomb dans les essences a fait baisser considérablement sa concentration dans l'air, qui ne dépasse actuellement plus la valeur conseillée sur le territoire national, même dans des zones très exposées.

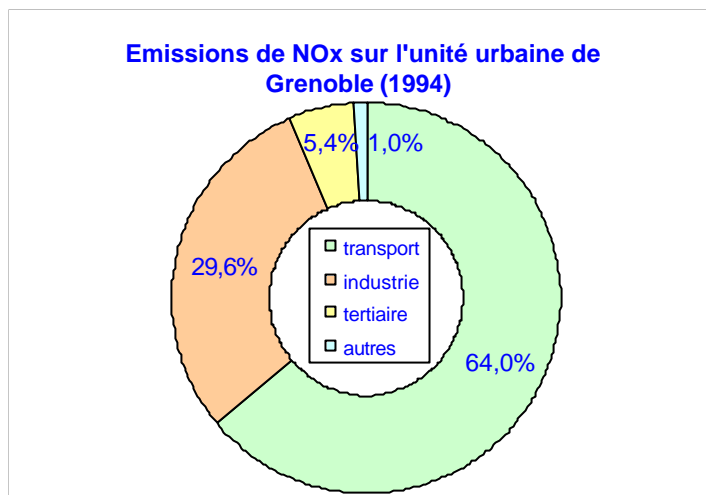
1.1.1 Les oxydes d'azote (NOx)

Le terme oxydes d'azote désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) 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'azote¹. 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).



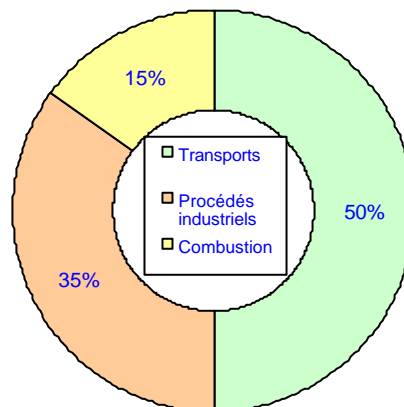
1.1.2 Les particules en suspension (Ps)

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 «PM10 », particules de diamètre dynamique inférieur à 10 microns.

Emissions nationales de poussières en 1995



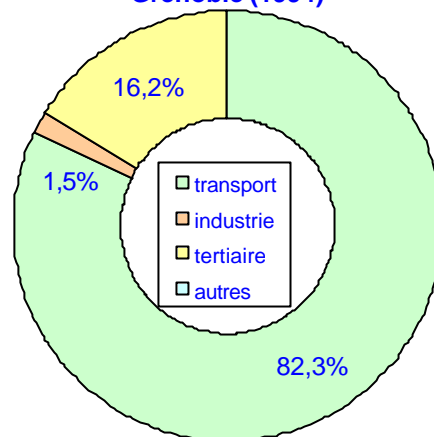
¹ Inventaire d'émission de l'année 1996 – CITEPA (données 1999)

1.1.3 Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète des carburants et autres combustibles. Il est principalement émis dans l'atmosphère par le transport automobile (82 % des émissions). C'est un des principaux indicateurs de ce type de pollution. Les zones de garages, tunnels, parkings, ainsi que les habitations pénalisées par un mauvais fonctionnement d'appareils de chauffage sont particulièrement touchées par ce type de pollution primaire.

Le monoxyde de carbone (CO) est un précurseur du dioxyde de carbone (CO₂), gaz à effet de serre.

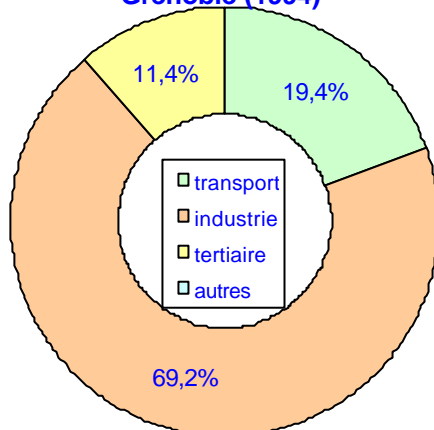
Emissions de CO sur l'unité urbaine de Grenoble (1994)



1.1.4 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est considéré comme l'indicateur principal de la pollution industrielle. Il provient essentiellement des combustibles fossiles contenant du soufre : fuels, charbon. Compte tenu du développement du nucléaire, de l'utilisation de combustibles moins chargés en soufre et des systèmes de dépollution des cheminées d'évacuation des fumées, les concentrations ambiantes ont diminué de plus de 50 % en 15 ans. Sur la région grenobloise, le SO₂ est émis à 69 % par l'industrie, le transport représentant aussi une part non négligeable des émissions.

Emissions de SO₂ sur l'unité urbaine de Grenoble (1994)



1.1.5 Le benzène (C₆H₆)

Le benzène (C₆H₆) est un **composé organique volatil**.

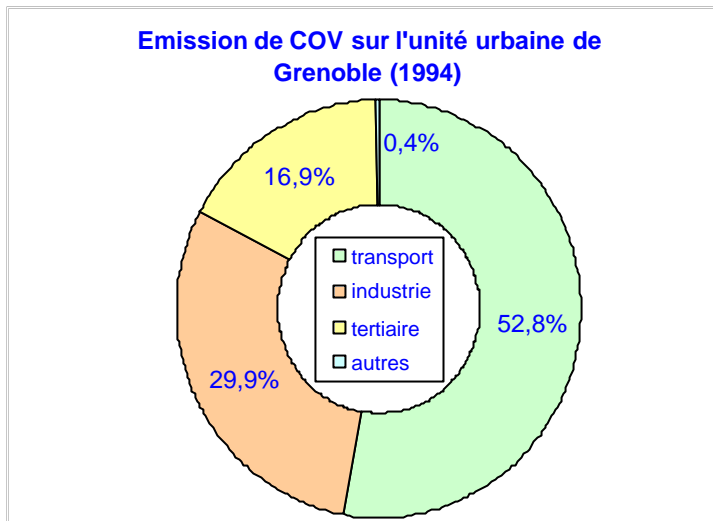
Les composés organiques volatils (vapeurs d'hydrocarbures et de solvants divers) proviennent de sources mobiles (transport) et des procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockage et utilisation de solvants, application 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.



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 C₆H₆) et les HAP.

1.2 Effets des polluants sur la santé et sur 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 SO₂ et le NO₂) 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 Sanitaire²) 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 récentes³ :

« 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) ».

² Etude INVS réalisée entre mars 1997 et mars 1999 (Quénel, 1999)

³ 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 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les fumeurs (muqueuses irritées). Les particules mesurées en routine sont en général inférieures à $10 \mu\text{m}$ (PM10) ou à $2.5 \mu\text{m}$ (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 monoxyde de carbone (CO)

1.2.3.1 Santé



Le CO entre en concurrence avec l'oxygène pour la fixation sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un **manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur, des vaisseaux sanguins**. A doses répétées, il provoque des intoxications chroniques (céphalées, vertiges, asthénies), et en cas d'exposition élevée et prolongée provoque la mort.

1.2.4 Le dioxyde de soufre (SO₂)

1.2.4.1 Santé



Le mélange acido-particulaire peut, en fonction des concentrations, provoquer des **crises chez les asthmatiques** accentuer les **gênes respiratoires** chez les sujets sensibles et surtout altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de capacité respiratoire, toux).

1.2.4.2 Environnement



C'est un gaz irritant, incolore et soluble dans l'eau. En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique contribuant ainsi au **phénomène de dépérissement de la végétation** appelé abusivement « pluies acides » et à la **dégradation du patrimoine bâti** (monuments en calcaire et grès, vitraux).

1.2.5 Le benzène (C₆H₆)

1.2.5.1 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 cancérogène** (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 µg/m³ 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 3mg/m³ 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).

1.2.5.2 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.

1.3 La réglementation

Les réglementations française et européenne ont beaucoup évolué depuis 1996 avec notamment la parution des décrets d'application de la loi sur l'air de décembre 1996 (décrets du 6 mai 1998) et la sortie, le 22 avril 1999, d'une directive européenne fixant les valeurs limites pour le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les particules et le plomb.

1.3.1 La loi sur l'air

Le 19 décembre 1996, le parlement français a adopté la **loi 96-1236 sur « l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie »**.

Cette loi s'appuie sur le « **droit reconnu à chacun de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé** ». Ce principe est assorti de l'obligation du concours de l'état et des collectivités territoriales pour « l'exercice du droit à l'information sur la qualité de l'air et ses effets sur la santé et l'environnement ».

Toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants devaient être dotées dès 1998 d'un dispositif de surveillance de la qualité de l'air et l'ensemble du territoire national avant le 1^{er} janvier 2000.

La loi s'appuie notamment sur des Plans Régionaux de Qualité de l'Air (PRQA) ainsi que sur des mesures d'urgence en cas de pic de pollution (diminution du trafic, mise en place de pastilles vertes, circulation des véhicules aux plaques d'immatriculation paires ou impaires).

Des **objectifs de qualité de l'air**, des **valeurs limites** et des **seuils d'alerte** sont fixés et sont régulièrement réévalués pour prendre en compte les résultats des études médicales et épidémiologiques.

Les définitions de ces trois termes sont données ci-dessous :

Objectif de qualité : 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.

Valeur limite : 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.

Seuil d'alerte : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

| OBJECTIFS DE QUALITE DE L' AIR | | |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Polluants | Valeurs (µg/m ³) | Base |
| SO ₂ | < 40 à 60 | Moyenne annuelle (tropicque) |
| | < 100 à 150 | Moyenne journalière |
| Poussières (fumées noires) | < 40 à 60 | Moyenne annuelle (tropicque) |
| | < 100 à 150 | Moyenne journalière |
| Poussières (PM10) | < 30 | Moyenne annuelle (tropicque) |
| NO ₂ | < 50 | Percentile 50 |
| | < 135 | Percentile 98 |
| CO | < 10 000 | Moyenne sur 8 heures |
| Benzène (C ₆ H ₆) | < 2 | Moyenne annuelle |

| VALEURS LIMITES | | | |
|----------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Polluants | Valeurs (µg/m ³) | Base | Période |
| SO ₂ | < 80 | Percentile 50 | Année tropique |
| | < 130 | Percentile 50 | Hiver |
| | < 250 | Percentile 98 | Année tropique |
| | < 250 | Moyenne journalière | 3 jours consécutifs |
| Poussières (fumées noires) | < 80 | Percentile 50 | Année tropique |
| | < 130 | Percentile 50 | Hiver |
| | < 250 | Percentile 98 | Année tropique |
| | < 250 | Moyenne journalière | 3 jours consécutifs |
| NO ₂ | < 200 | Percentile 98 | Année civile |

| VIGILANCE | | |
|-----------------|------------------------------|---|
| Polluants | Valeurs (µg/m ³) | Base |
| SO ₂ | < 200 | Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs |
| NO ₂ | < 120 | Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs |
| INFORMATION | | |
| Polluants | Valeurs (µg/m ³) | Base |
| SO ₂ | < 300 | Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs |
| NO ₂ | < 200 | Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs |
| ALERTE | | |
| Polluants | Valeurs (µg/m ³) | Base |
| SO ₂ | < 600 | Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs |
| NO ₂ | < 400 | Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs |

Année tropique : 1^{er} avril au 31 mars

Année normale : 1^{er} janvier au 31 décembre

1.3.2 Les directives européennes

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes.

Ces réglementations font intervenir la notion de valeur limite, soit une valeur à ne pas dépasser impérativement, et de valeur guide, soit une valeur de confort, un objectif de qualité à atteindre.

Ainsi, il existe notamment pour les particules et le dioxyde d'azote des valeurs limites et guides. Ces valeurs sont établies à partir de calculs statistiques effectués sur une année. Il s'agit notamment de ne pas dépasser telle ou telle valeur plus d'un certain nombre de fois dans l'année (poussières, NO₂) ou en moyenne sur l'année (benzène).

La directive 96/62/CE du 27 septembre 1996 de la Communauté Européenne, concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant, fournit le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air.

Les quatre principaux objectifs de cette directive sont les suivants :

- Définir et fixer les objectifs concernant la pollution de l'air ambiant dans la Communauté, afin d'éviter, de prévenir et de réduire les effets nocifs pour la santé humaine ou pour l'environnement dans son ensemble.
- Evaluer, sur la base de méthodes et de critères communs, la qualité de l'air ambiant dans les Etats membres.
- Disposer d'informations adéquates sur la qualité de l'air ambiant et faire en sorte que le public soit informé, entre autres par des seuils d'alerte.
- Maintenir la qualité de l'air ambiant lorsqu'elle est bonne et l'améliorer dans les autres cas.

L'annexe I de cette directive cite le **dioxyde de soufre**, le **dioxyde d'azote**, les **particules en suspension** et le **plomb** comme les polluants devant être en priorité pris en considération.

Les polluants mesurés dans le cadre de cette campagne de mesures font l'objet de valeurs limites selon les **directives filles** :

- **Directive 1999/30/CE** du 22 avril 1999 relative à la fixation de valeurs limites pour le SO₂, NO₂ et NO_x, particules et plomb dans l'air ambiant.
- **Directive 2000/69/CE** du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le CO dans l'air ambiant.

| VALEUR LIMITE <u>HORAIRE</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|
| Polluants | Valeurs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Période / Base | Date à laquelle la valeur doit être respectée |
| SO ₂ | < 350 | A ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile | 1 ^{er} janvier 2005 |
| NO ₂ | < 200 | A ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile | 1 ^{er} janvier 2010 |
| VALEUR LIMITE <u>8 HEURES</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE | | | |
| Polluants | Valeurs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Période / Base | Date à laquelle la valeur doit être respectée |
| CO | < 10 000 | En moyenne glissante sur 8 heures | 1 ^{er} janvier 2005 |
| VALEUR LIMITE <u>JOURNALIERE</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE | | | |
| Polluants | Valeurs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Période / Base | Date à laquelle la valeur doit être respectée |
| SO ₂ | < 125 | A ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile | 1 ^{er} janvier 2005 |
| Poussières (PM10) | < 50 < 50 | A ne pas dépasser plus de 35 fois par année A ne pas dépasser plus de 7 fois par année | 1 ^{er} janvier 2005 1 ^{er} janvier 2010 |
| VALEUR LIMITE <u>ANNUELLE</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE | | | |
| Polluants | Valeurs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Période / Base | Date à laquelle la valeur doit être respectée |
| Poussières (PM10) | < 40 < 20 | | 1 ^{er} janvier 2005 1 ^{er} janvier 2010 |
| Benzène (C ₆ H ₆) | < 5 | | 1er janvier 2010 |

| VALEUR LIMITE ANNUELLE POUR LA PROTECTION DES ECOSYSTEMES | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|---|
| Polluants | Valeurs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Période / Base | Date à laquelle la valeur doit être respectée |
| SO ₂ | < 20 | Année civile et hiver | 19 juillet 2001 |
| NOx | < 30 (NO + NO ₂) | | 19 juillet 2001 |

| SEUILS D'ALERTE | | | |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------|---|
| Polluants | Valeurs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Période / Base | Date à laquelle la valeur doit être respectée |
| SO ₂ | < 500 | Sur 3 heures consécutives | 19 juillet 2001 |
| NO ₂ | < 400 | Sur 3 heures consécutives | 19 juillet 2001 |

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).

Ainsi, selon la directive européenne du 22 avril 1999, les mesures doivent être **également réparties dans l'année avec un minimum de 8 semaines de mesures** pour être considérées comme représentatives de la qualité de l'air d'un site donné.

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 avant la fin de l'été 2001.

Par conséquent, il a été impossible de remplir les conditions requises et de répartir les mesures sur l'année.

La méthode dégradée consiste donc à réaliser des mesures de pollution pendant **8 semaines consécutives**.

Les mesures ont débuté le **13 juin 2001** et se sont terminées le **6 août 2001**.

Cette période n'est pas la plus favorable à l'observation de concentrations élevées de polluants d'origine automobile. Par conséquent, les mesures obtenues devront être analysées en tenant compte de cette particularité de la période de l'étude.

2.2 Nombre et choix des sites de mesures

2.2.1 Nombre de sites de mesures

Le nombre de sites de mesures dépend de la **disponibilité du matériel technique** de l'ASCOPARG.

Pour cette étude, trois moyens mobiles ont pu être utilisés : le camion mobile 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 Grenoble Foch, station trafic, se trouvant sur le tracé de la ligne C et de la station fixe de St 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.

2.2.2 Choix des sites de mesures

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'.

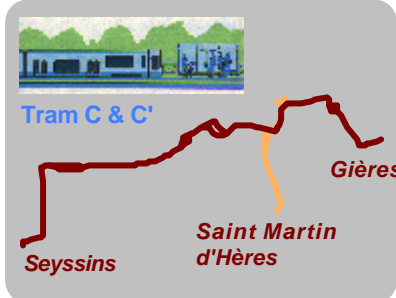
L'objectif est donc de choisir des sites dont les mesures vont représenter des tronçons homogènes de la future ligne de tramway CC' du point de vue de la qualité de l'air.

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 : rond Point de l'Etoile à Seyssinet-Pariset.**
- **Site 2 : la station fixe de trafic située au 46 Boulevard Foch à Grenoble.**
- **Site 3 : au feu rouge au niveau du Boulevard Maréchal Joffre et de la Place Pasteur à Grenoble.**
- **Site 4 : 7, Avenue Gabriel Péri à Saint Martin d'Hères.**
- **Site 5 : la station fixe urbaine de Saint Martin d'Hères.**

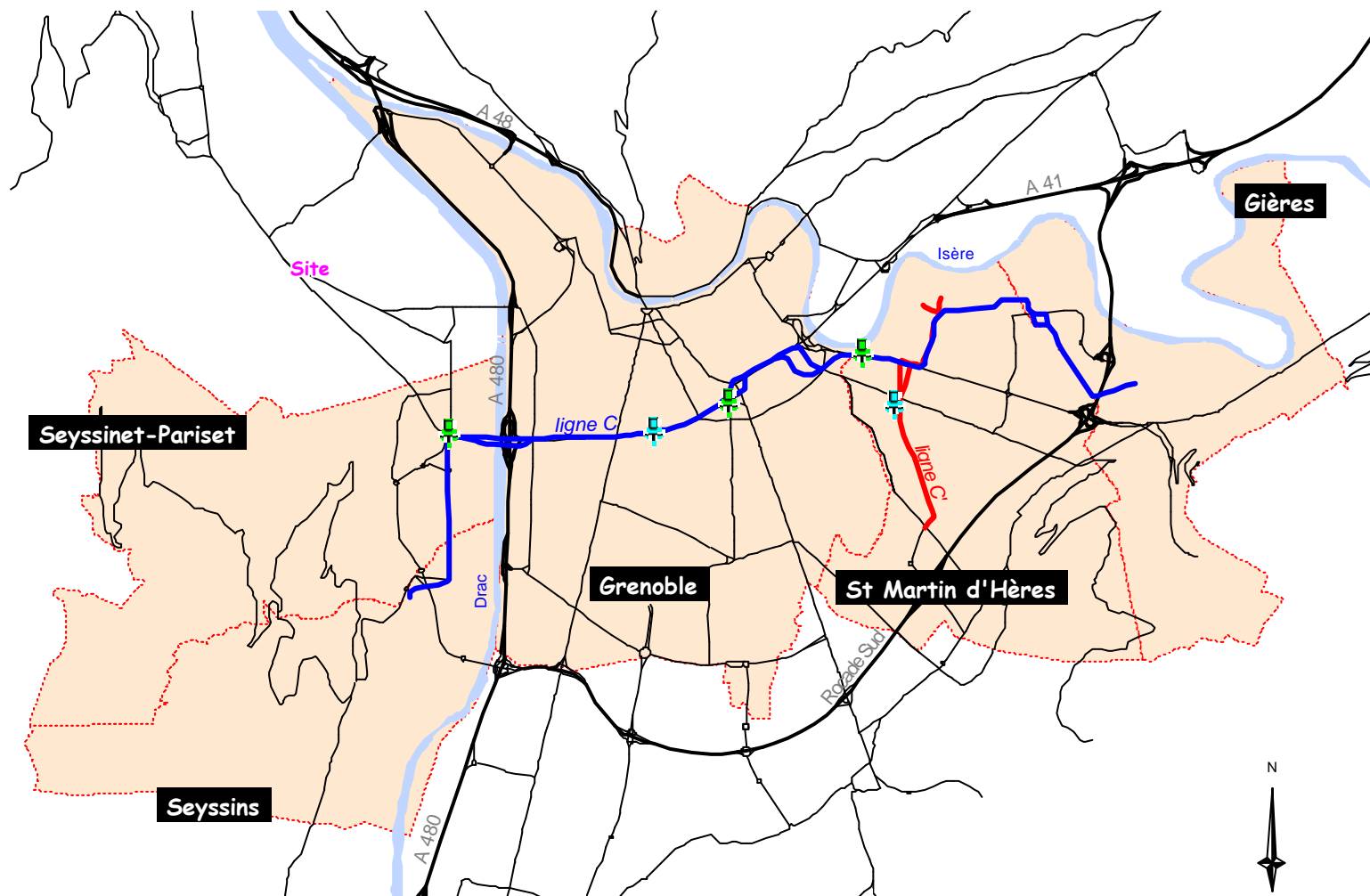


Localisation des sites de mesures de qualité de l'air

Parcours des lignes de tramway C & C'

Légende :

- Réseau routier principal
- Réseau autoroutier et voies rapides
- Réseau hydrographique principal
- Contour commune
- Tracé ligne de Tram C
- Tracé ligne de Tram C'
- Site de mesures FIXE
- Site de mesures MOBILE



Echelle :

0 1,4 km

Source :
 ASCOPARG
 Magellan Géomatique
 SMTC
 Territoire 38

Copyright
 2001



Membre agréé du réseau **Aimo**



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_x), les poussières en suspension (PM10), le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de soufre (SO₂).

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 pour les fumées noires (FN)

La technique de mesures des fumées noires consiste en un prélèvement automatique sur le terrain puis une analyse en laboratoire.

2.3.3 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 dépose afin de vérifier l'étanchéité des tubes avant leur installation et l'éventuelle influence du transport sur les résultats.



2.3.4 Matériel utilisé

2.3.4.1 Site 1 : Seyssinet Pariset

| 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 |
| Analyseur de monoxyde de carbone (CO) | Environnement SA CO 11 M | Corrélation Infra-Rouge |



2.3.4.2 Site 2 : Site fixe (trafic) Grenoble Foch

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 |
|---------------------------------------|---|--------------------------|
| Préleveur de fumées noires | Filtromat Environnement SA, réflectomètre Photovolt 577 | Réfectométrie NFX43-005 |
| Analyseur de monoxyde de carbone (CO) | Environnement SA CO11 M | Corrélation infrarouge |
| Analyseur de dioxyde de soufre (SO2) | Environnement SA AF 21 | Fluorescence UltraViolet |

Au niveau de la chaussée :

| | Type | Technique de mesure |
|---|--|---------------------|
| Analyseur de poussières en suspension | Rupprech & Patashnick co – TEOM 1400 A | Microbalance |
| Analyseur de monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO2) | Megatec 42C | Chimiluminescence |

2.3.4.3 Site 3 : Grenoble (Pasteur)

| 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 |
| Analyseur de monoxyde de carbone (CO) | Environnement SA CO 11 M | Corrélation Infra-Rouge |



2.3.4.4 Site 4 : Gabriel Péri à St Martin d'Hères

| Camion laboratoire (St Martin d'Hères) | 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 |
| Préleveur de fumées noires | Filtromat Environnement SA, réflectomètre Photovolt 577 | reflectométrie NFX43-005 |
| Analyseur de monoxyde de carbone (CO) | Environnement SA CO 11 M | Corrélation Infra-Rouge |
| Analyseur de dioxyde de soufre (SO2) | Environnement SA AF 21 | Fluorescence Ultra-Violet |



2.3.4.5 Site 5 : Site fixe (urbain) à St Martin d'Hères

| | 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 |
| Analyseur de dioxyde de soufre (SO2) | Environnement SA AF 21 | Fluorescence Ultra-Violet |

2.3.4.6 Mesures des BTX

| Échantillonneurs passifs | Type |
|--------------------------|--------|
| BTX (benzène) | PASSAM |

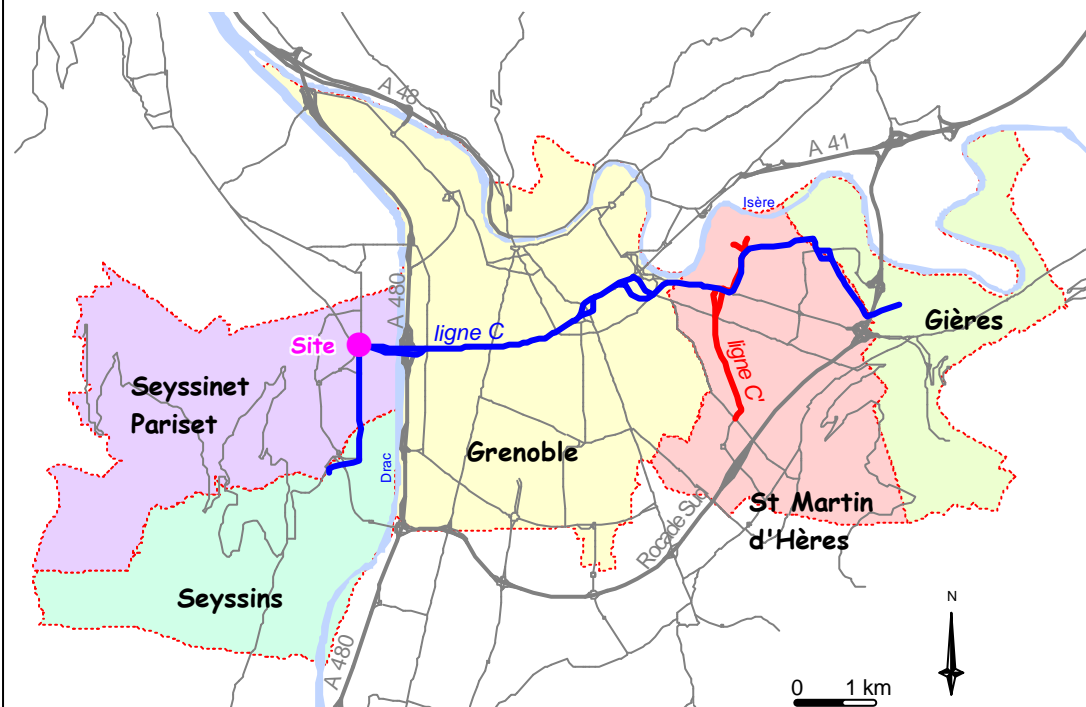


► Une fiche complète a été réalisée pour chaque site de mesures. Ces fiches sont présentées ci-après.

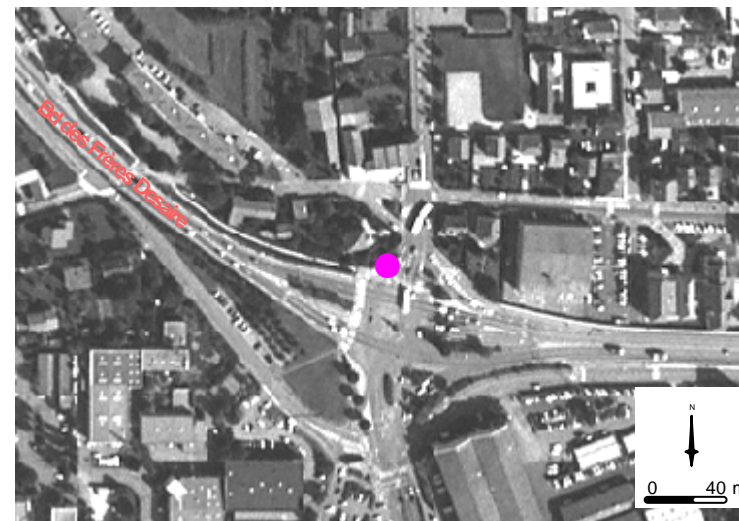
Fiche signalétique

SEYSSINET PARISET








La cabine à
Seyssinet Pariset...



Vue aérienne des environs du site...



Légende :

-  Réseau routier principal
-  Réseau autoroutier et voies rapides
-  Réseau hydrographique principal
-  Contour commune
-  Tracé ligne de Tram C
-  Tracé ligne de Tram C'
-  Site de mesures

Source :
AS.CO.P.A.R.G.
Magellan Géomatique
Pdv AERODATA, distribution GEOSYS



Informations site

Période de mesures : du 12 juin au 5 août 2001
Polluants mesurés : NO NO2 PM10 CO

Environnement du site

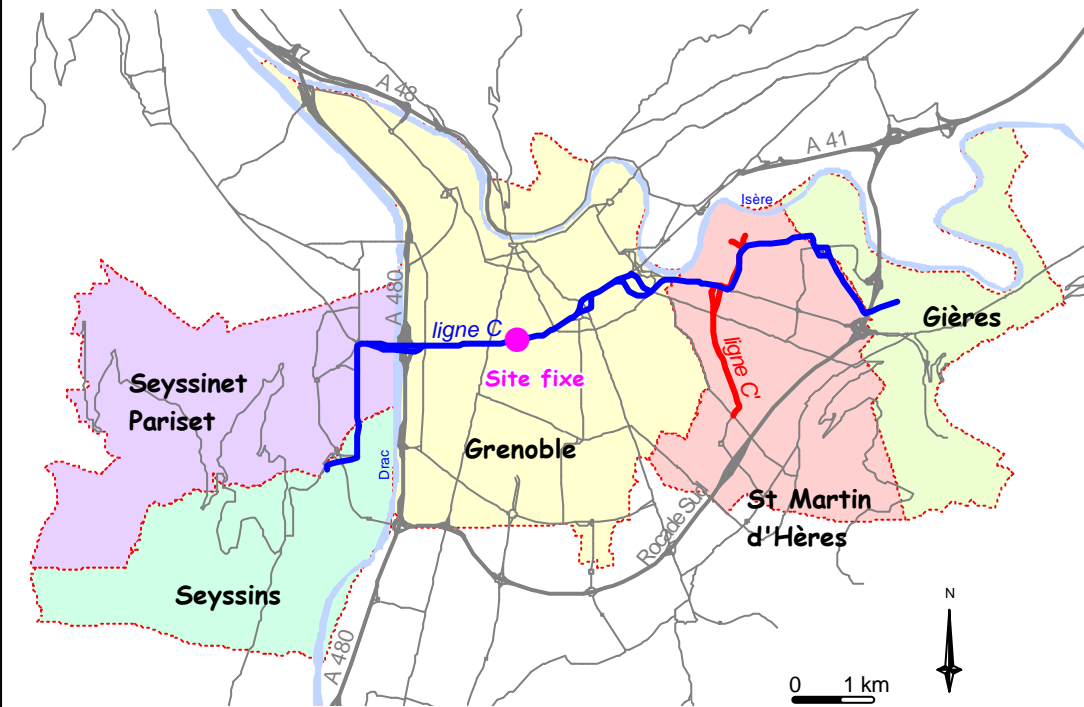
Hauteur du bâti : moins de 10 mètres
(habitat bas discontinu)

Fiche signalétique

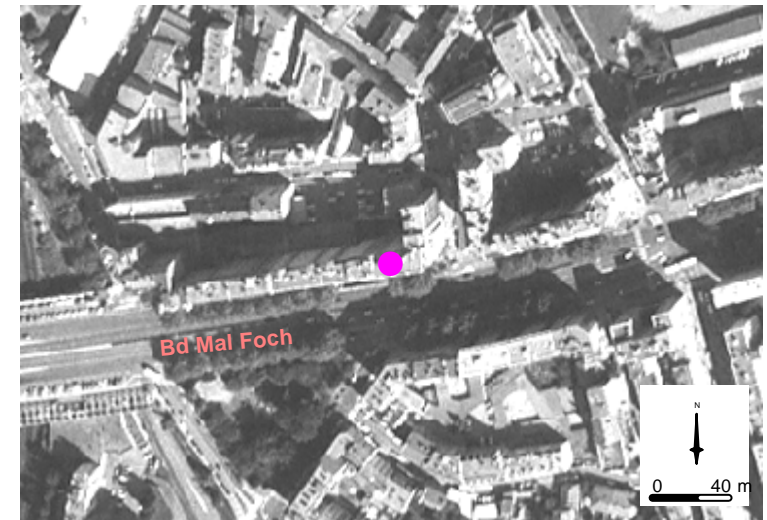
Site fixe GRENOBLE



L'implantation fixe de surveillance...



Vue aérienne des environs du site...



Légende :

- Réseau routier principal
- Réseau autoroutier et voies rapides
- Réseau hydrographique principal
- Contour commune
- Tracé ligne de Tram C
- Tracé ligne de Tram C'
- Site de mesures

Source :
AS.CO.P.A.R.G.
Magellan Géomatique
Pdv AERODATA, distribution GEOSYS



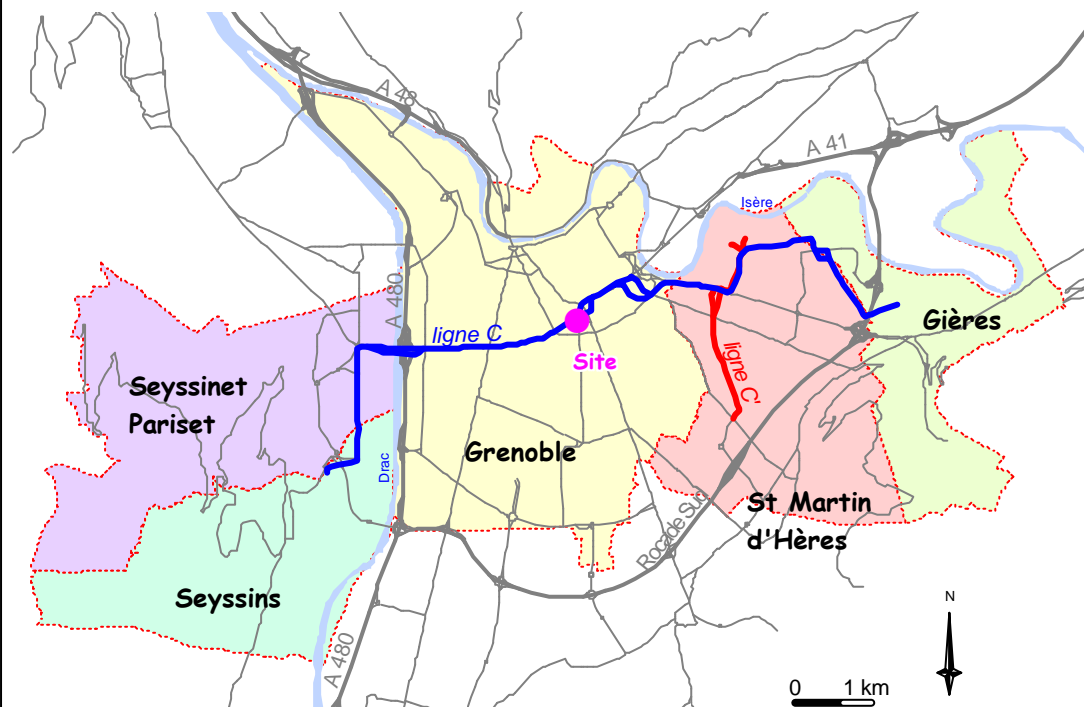
Informations site

Typologie du site : Station trafic
Polluants mesurés : SO₂ NO NO₂ CO PM₁₀
Fumées noires Plomb

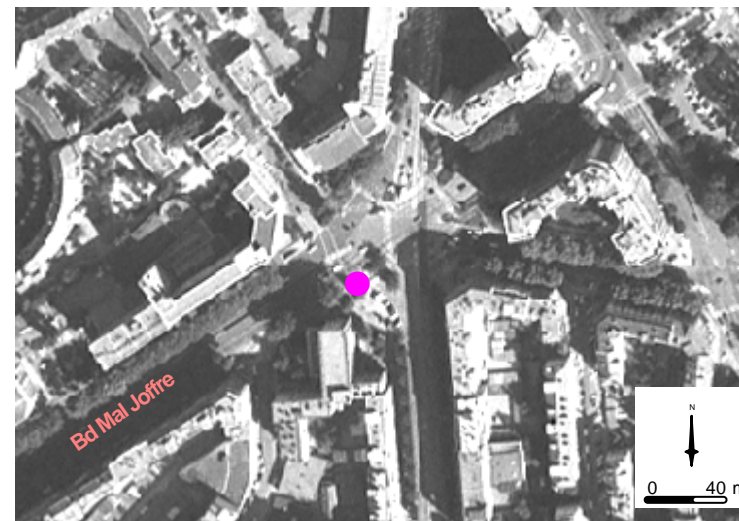
Fiche signalétique

GRENOBLE

La cabine à Grenoble...



Vue aérienne des environs du site...



Légende :

- Réseau routier principal
- Réseau autoroutier et voies rapides
- Réseau hydrographique principal
- - - Contour commune
- Tracé ligne de Tram C
- Tracé ligne de Tram C'
- Site de mesures

Source :
AS.CO.P.A.R.G.
Magellan Géomatique
Pdv AERODATA, distribution GEOSYS



Informations site

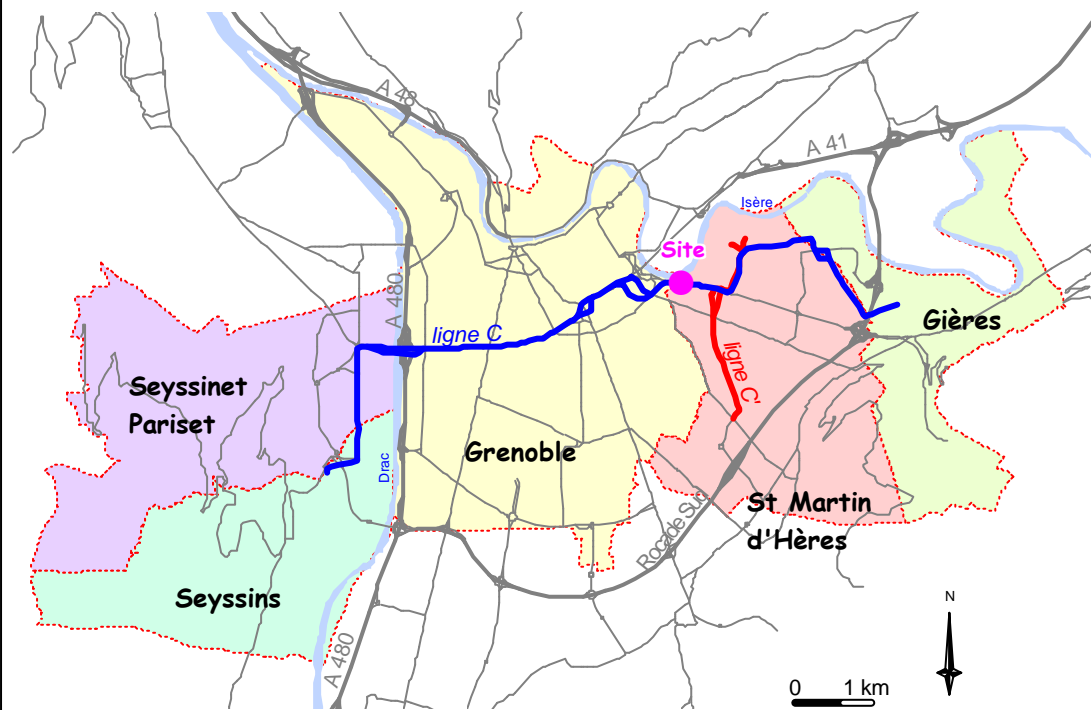
Période de mesures : du 12 juin au 5 août 2001
Polluants mesurés : NO NO2 PM10 CO

Environnement du site

Hauteur du bâti : entre 10 et 20 mètres
(habitat collectif continu)

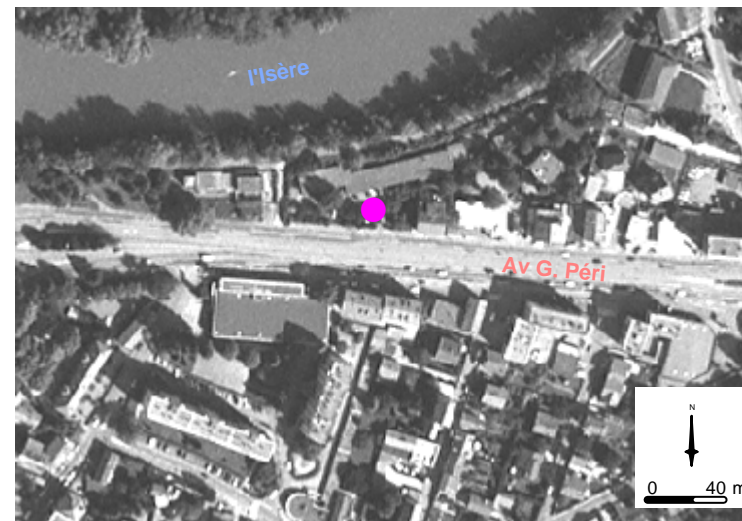
Fiche signalétique

SAINT MARTIN D'HERES



Le camion laboratoire à Saint Martin d'Hères...

Vue aérienne des environs du site...



Légende :

- Réseau routier principal
- Réseau autoroutier et voies rapides
- Réseau hydrographique principal
- Contour commune
- Tracé ligne de Tram C
- Tracé ligne de Tram C'
- Site de mesures

Source :
AS.CO.P.A.R.G.
Magellan Géomatique
Pdv AERODATA, distribution GEOSYS



Informations site

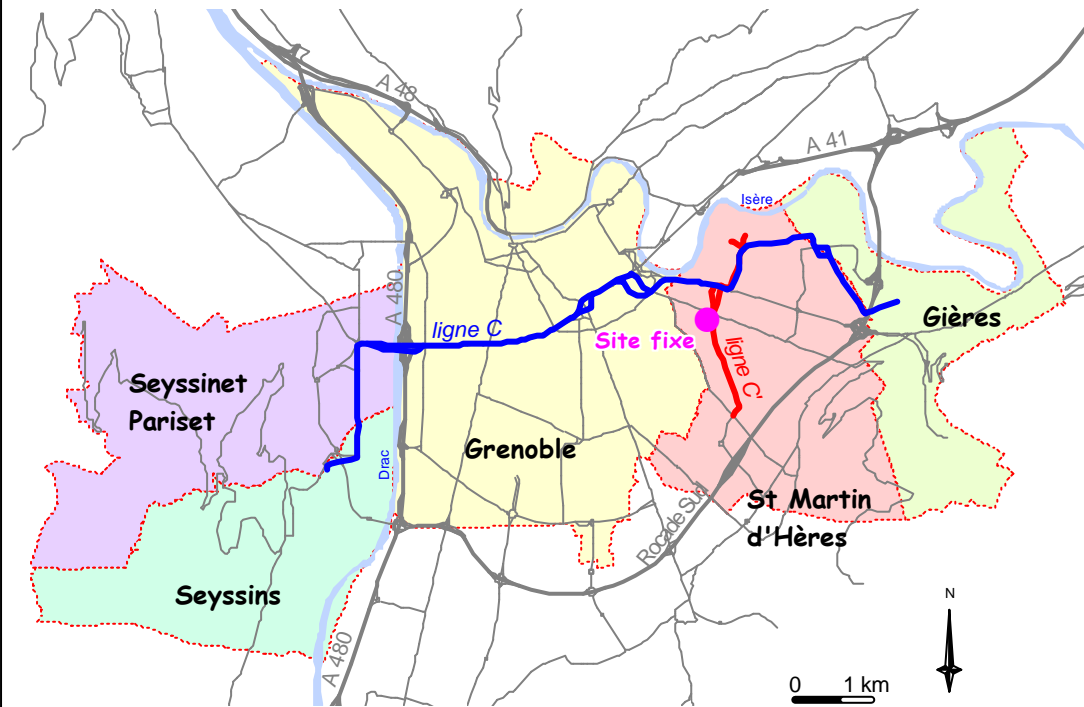
Période de mesures : du 12 juin au 5 août 2001
Polluants mesurés : NO NO2 PM10 CO SO2

Environnement du site

Hauteur du bâti : moins de 10 mètres
(habitat bas discontinu)

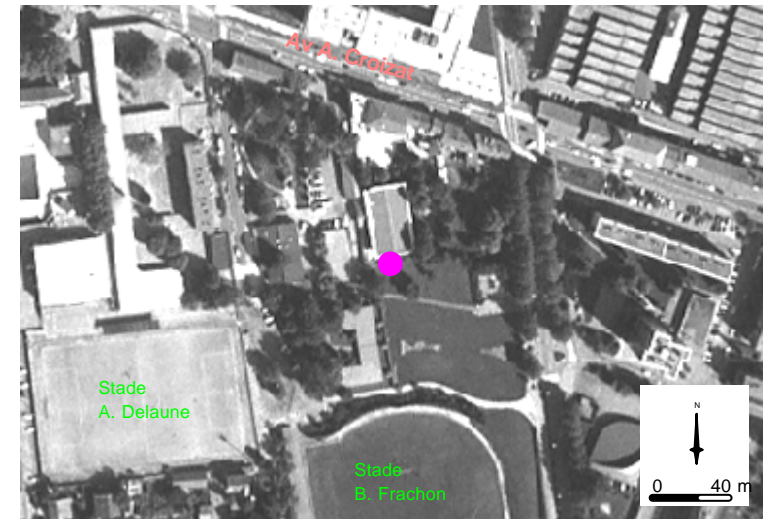
Fiche signalétique

Site fixe SAINT MARTIN D'HERES



L'implantation fixe de surveillance...

Vue aérienne des environs du site...



Légende :

- Réseau routier principal
- Réseau autoroutier et voies rapides
- Réseau hydrographique principal
- Contour commune
- Tracé ligne de Tram C
- Tracé ligne de Tram C'
- Site de mesures

Source :
AS.CO.P.A.R.G.
Magellan Géomatique
Pdv AERODATA, distribution GEOSYS



Informations site

Typologie du site : Station urbaine
Polluants mesurés : SO2 NO NO2 O3 PM10

2.4 Paramètres d'influence à prendre en compte

La qualité de l'air en un lieu donné dépend essentiellement de l'intensité d'émissions des sources de polluants provenant ou s'accumulant sur le secteur à étudier et de la capacité locale à disperser ou transformer ces émissions.

Il est donc indispensable dans l'analyse des résultats de tenir compte des sources d'émissions (fixes et mobiles), et de la climatologie.

De plus, pour évaluer le poids des mesures réalisées en terme de santé publique, il est nécessaire de tenir compte de la densité de population.

2.4.1 Climatologie et topographie

Grenoble se situe au confluent de l'Isère et du Drac, dans une plaine alluvionnaire, dont l'altitude varie peu, entre 200 et 250 mètres.

L'agglomération est entourée de massifs montagneux importants, qui sont à l'origine de l'appellation "cuvette grenobloise", avec :

- au nord, le massif de **Chartreuse**, culminant à 2082 mètres (Chamechaude), pour une altitude moyenne d'environ 1000 mètres,
- à l'ouest et au sud-ouest le massif du **Vercors**, dont le sommet est le Grand Veymont (2371 mètres), d'altitude moyenne voisine de 1000 mètres également,
- à l'est, le massif de **Belledonne**, plus élevé (Grand Pic de Belledonne, 2977 mètres),
- au sud, par paliers successifs, on atteint le massif du **Dévoluy** (Obiou, 2793 mètres).

Cette configuration particulière génère une dynamique atmosphérique propre à la région.

Très fréquemment, à la circulation générale des masses d'air se substitue une circulation locale, qui se manifeste par l'alternance de brises de montagne et de vallée. Ces écoulements de vents locaux se traduisent, en période anticyclonique, par des déplacements pendulaires des masses d'air. Ainsi, l'air pollué ne s'évacue pas de l'agglomération jusqu'à ce qu'un vent suffisamment fort ou des précipitations viennent perturber ce cycle.

D'autre part, la présence de reliefs facilite la création d'inversions de température, obstacles défavorables à la dispersion verticale des masses d'air pollué.

En plus de ces particularités, les résultats des mesures de météorologie données par Météo-France sur cette période d'étude vont permettre d'affiner l'interprétation des résultats des mesures de pollution.

2.4.2 Sources d'émissions

Les sources d'émissions influençant la qualité de l'air dans le cadre de cette étude sont clairement identifiées ; il s'agit des émissions liées au trafic routier.

Pour analyser les données de pollution, des comptages routiers ont été effectués pendant la durée de l'étude au niveau des stations de mesures.

2.4.3 Population concernée

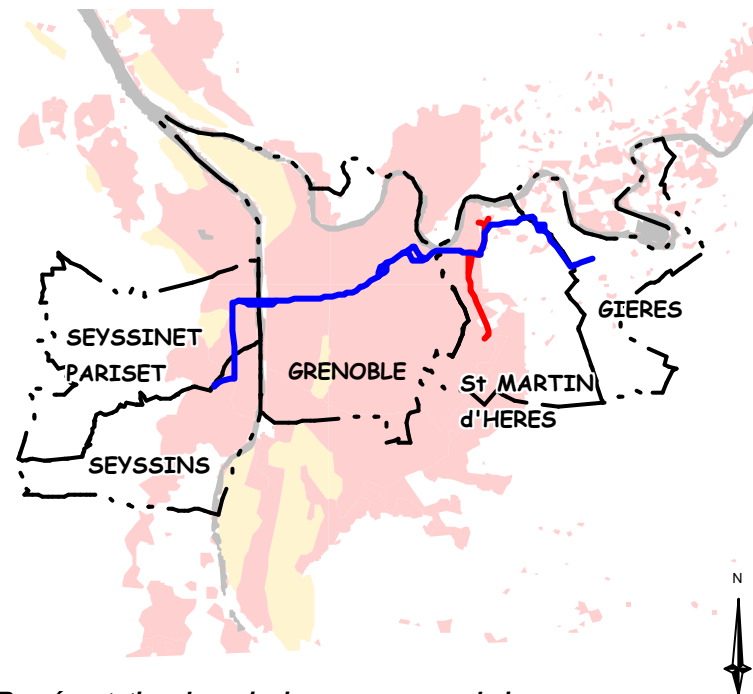
Il est important de connaître la densité de population habitant le long de la future ligne de tramway. Elle permet d'analyser les données de pollution en terme de santé publique.

Topographie et Occupation du sol

Environs lignes de tramway C & C'

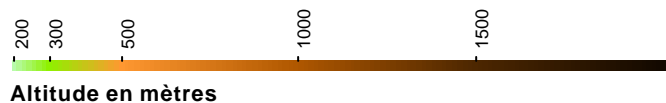








>> Visualisation de la topographie



>> Représentation des principaux espaces urbains

Légende :



-  Zones urbaines
-  Zones industrielles et commerciales
-  Tracé ligne de Tram C
-  Tracé ligne de Tram C'
-  Contour commune
-  Réseau hydrographique principal

Echelle : 0 3 km

Source :
AS.CO.P.A.R.G.
© GEOSYS

Copyright
2001



Membre agréé du réseau 

2.5 Expression des résultats

2.5.1 Interprétation et représentation des mesures

Les résultats de l'étude sont présentés dans la partie 3 comme suit :

- Présentation et analyse des **conditions météorologiques** de la période d'étude,
- Présentation et analyse des résultats des **comptages routiers**,
- Présentation des **densités de population** proches de la future ligne de tramway,
- Présentation, analyse et interprétation des résultats des **concentrations mesurées des différents polluants**, avec pour chaque polluant :
 - les valeurs mesurées et leurs statistiques (graphique ou tableau)
 - les dépassements de valeurs réglementaires (tableaux)
 - l'analyse des données

On rappelle que les données de la période d'étude sont validées selon les mêmes principes que celles des stations fixes de l'ASCOPARG. La validation repose sur une analyse des données qui tient compte systématiquement des constats de maintenance et de calibrage des capteurs.

2.5.2 Unités et statistiques employées

Une surveillance de la qualité de l'air vise à mesurer la concentration des polluants gazeux ou particulaires dans l'air ambiant.

Cette concentration s'exprime en unité de masse par unité de volume d'air prélevé ramenée aux conditions normales de température et de pression. Les unités les plus couramment utilisées sont le **microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)**, soit le millionième de gramme par mètre cube ou le milligramme par mètre cube (mg/m^3), soit le millième de gramme par mètre cube.

L'analyse des résultats fait appel à différents paramètres statistiques dépendant des choix faits dans les textes réglementaires et permettant d'appréhender les effets de pointe ou les effets chroniques.

- **Moyenne quart-horaire** = *moyenne arithmétique de l'ensemble des valeurs relevées par un analyseur sur le quart d'heure*

Une moyenne quart-horaire est valable si au moins 75 % des valeurs envoyées par l'analyseur le sont.

- **Moyenne horaire** = *moyenne arithmétique des valeurs quart-horaires*

Une moyenne horaire est valable si au moins 3 valeurs quart-horaires qui la composent le sont.

- **Moyenne journalière** = *moyenne arithmétique des valeurs horaires de 0 à 23 heures*

Une moyenne journalière est valable si au moins 18 valeurs horaires le sont.

- **Moyenne annuelle** = *moyenne arithmétique des valeurs horaires de l'année*

Une moyenne annuelle est valable si au moins 75% des valeurs horaires qui la composent le sont.

- **Percentile** = *il s'agit de la valeur dépassée par 2% des données de la série statistique*

Le percentile 98, comme la valeur maximale, est un indice du taux de pointe.

Pour les polluants analysés en continu et en automatique, les valeurs sont disponibles sur un échelon temporel très fin (horaire et quart-horaire).

Pour les polluants prélevés sur site puis analysés en laboratoire, les données ne sont généralement pas disponibles sur un échelon plus fin que la journée (fumées noires) ou une période de deux semaines (tubes passifs).

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

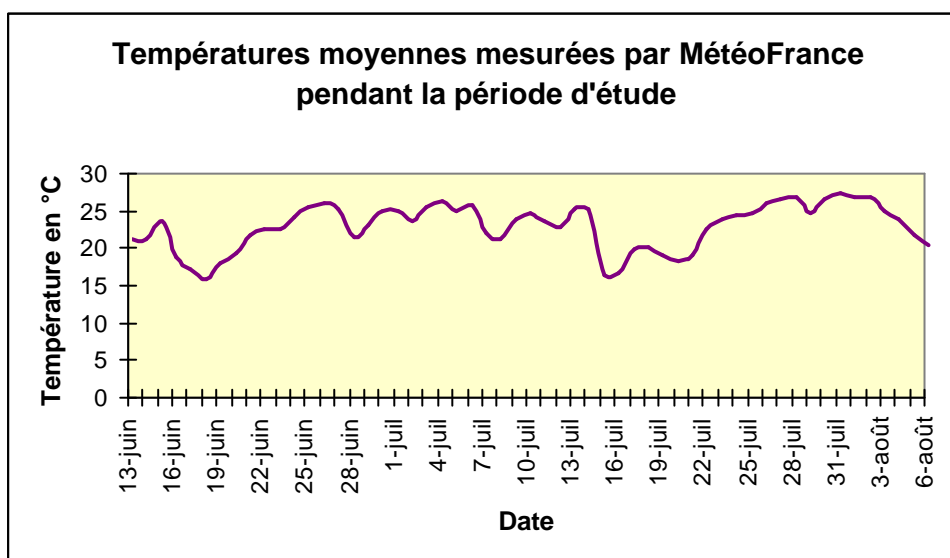
Grâce aux données fournies par Météo France, il est possible d'analyser les conditions climatologiques de la période d'étude.

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont celles du poste de Saint Martin d'Hères appartenant au réseau climatologique de Météo France.

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).

Cette comparaison permettra de conclure lors de l'analyse et l'interprétation des résultats des mesures de pollution quant à une sur ou une sous-estimation de ces mesures.

3.1.1 Température



| | Du 13 au 30 juin 2001 | Normales mensuelles de juin | Du 1 ^{er} au 31 juillet 2001 | Normales mensuelles de juillet | Du 1 ^{er} au 6 août 2001 | Normales mensuelles d'août |
|---|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Moyenne des températures minimales (°C) | 13.5 | 12.6 | 15.6 | 14.8 | 17.1 | 14.5 |
| Moyenne des températures maximales (°C) | 26.8 | 24.8 | 27.7 | 27.9 | 27.7 | 27.4 |
| Moyenne des températures moyennes (°C) | 20.1 | 18.7 | 21.7 | 21.3 | 22.5 | 21 |

Les normales mensuelles des températures inscrites dans le tableau ci-dessus correspondent à une moyenne des températures du mois sur 30 ans de 1971 à 2000.

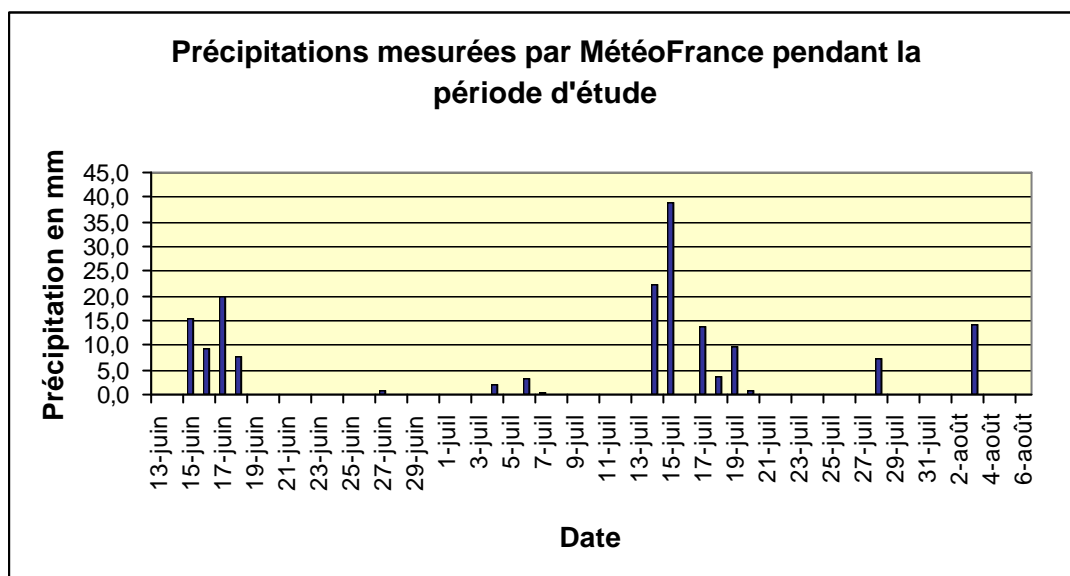
Concernant le mois de juin, les valeurs mesurées sur la période d'étude prenant en compte uniquement la dernière quinzaine de juin, il paraît normal que les résultats soient plus élevés que les normales. Ces valeurs paraissent par ailleurs plutôt conformes aux normales saisonnières.

Les températures du mois de juillet sont semblables aux normales saisonnières.

Cependant, le mois a été marqué par des forts contrastes de température ; avec un début et une fin de mois très chaud et une 3^{ème} semaine de juillet très fraîche.

Les températures jusqu'au 6 août, date à laquelle la campagne de mesures s'est arrêtée, sont proches des normales saisonnières.

3.1.2 Précipitations



| | Du 13 au 30 juin 2001 | Normale mensuelle de juin | Du 1 ^{er} au 31 juillet 2001 | Normale mensuelle de juillet | Du 1 ^{er} au 6 août 2001 | Normale mensuelle d'août |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Précipitations en mm | 54 | 85.7 | 103.6 | 72.2 | 14.2 | 78.8 |

Les normales mensuelles des précipitations inscrites dans le tableau ci-dessus correspondent à une moyenne des précipitations du mois sur 30 ans de 1971 à 2000.

Sur la période d'étude de juin, on peut noter l'épisode pluvieux des 15, 16, 17 et 18 juin durant lesquels il est tombé plus de 52 mm de pluie. La fin du mois a été presque sèche.

La normale saisonnière est largement dépassée pour le mois de juillet 2001. La 3^{ème} semaine du mois est particulièrement arrosée, avec notamment la journée du 15 juillet durant laquelle il est tombé 39 litres d'eau au m².

Concernant le mois d'août, les 6 premiers jours du mois ne présentent pas de particularité.

3.1.3 Bilan des conditions météorologiques

Les conditions météorologiques de la période d'étude ont été conformes aux normales saisonnières concernant les températures. Pour les précipitations, la période d'étude se rapproche aussi des normales saisonnières, excepté pour le mois de juillet qui a été particulièrement arrosé, notamment le 15 juillet avec 39 mm de pluie.

Ainsi, les mesures de pollution effectuées sur cette période peuvent être considérées comme représentatives d'une période estivale.

3.2 Comptages routiers

Les comptages routiers des sites de Seyssinet Pariset, de Grenoble (Pasteur) et de St Martin d'Hères (G.Péri) ont été réalisés par chacune des communes avec des boucles de comptages pneumatiques. Pour Grenoble (Foch), les comptages ont été effectués par l'ASCOPARG grâce à la boucle de comptage magnétique installée sur le boulevard.

3.2.1 Dysfonctionnements

Sur l'ensemble de la période d'étude, plusieurs dysfonctionnements ont eu lieu sur les 4 sites de mesures des comptages routiers.

Les jours où des incidents se sont produits ont été invalidés. Ils sont recensés dans le tableau suivant :

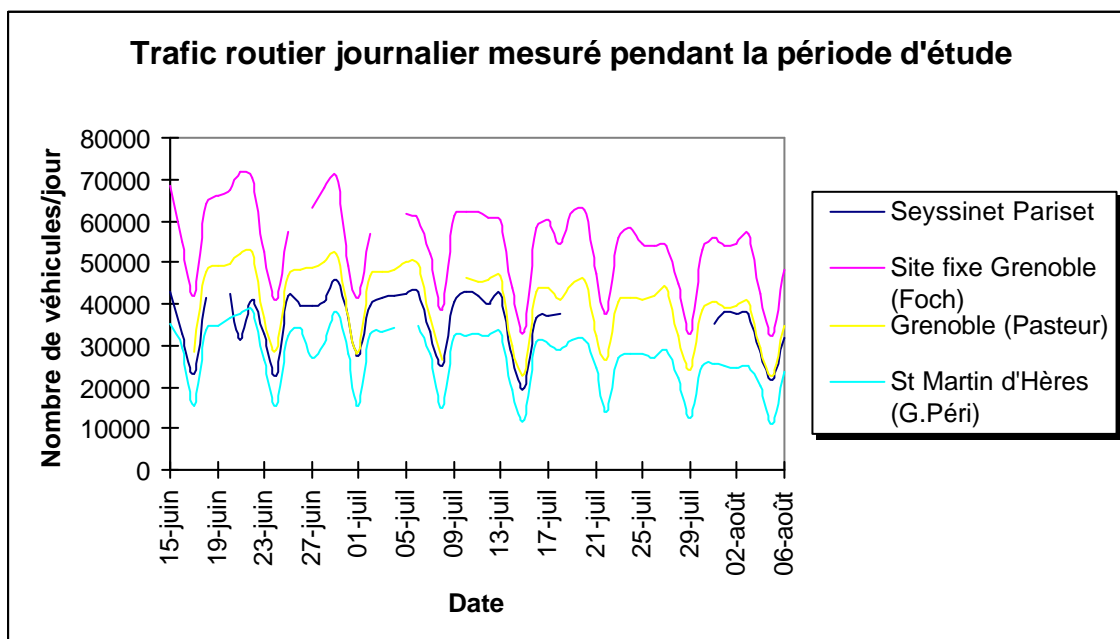
| | Nombre de jours invalidés | Jours invalidés |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Seyssinet Pariset | 13 jours | 19/06 - du 19/07 au 30/07 |
| Site fixe Grenoble (Foch) | 3 jours | 26/06 - 3/07 - 4/07 |
| Grenoble (Pasteur) | 2 jours | 16/06 - 9/07 |
| St Martin d'Hères (G.Péri) | 1 jour | 5/07 |

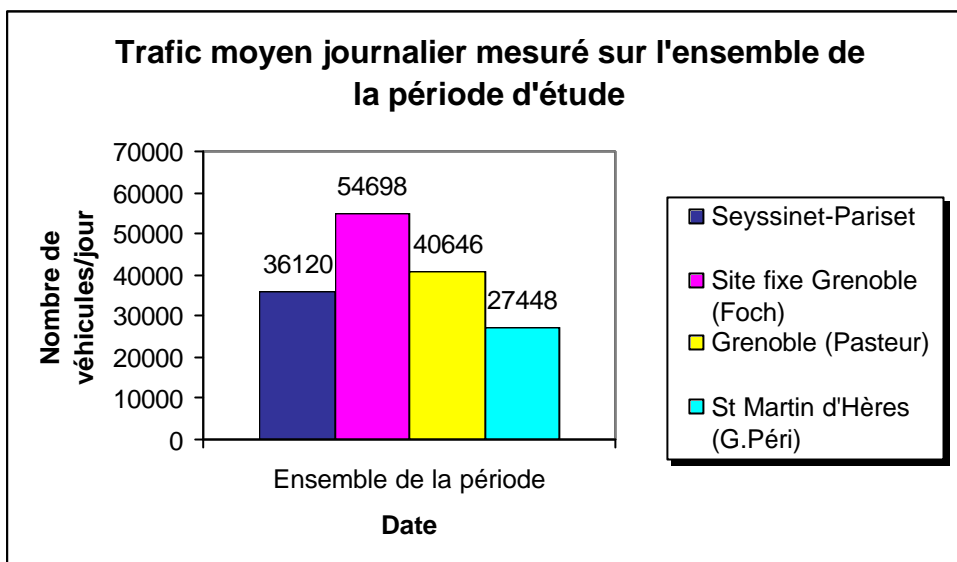
3.2.2 Résultats

De façon générale, deux constats peuvent être faits :

- les comptages routiers ne sont pas représentatifs du trafic moyen réel sur une année. En effet, on sait que la période où le trafic est au plus bas est la période estivale, en particulier du 15 juillet au 15 août, dates auxquelles une partie de la campagne de mesures a eu lieu.
- les deux techniques de mesures utilisées pendant la campagne (boucles pneumatiques et magnétiques) ne donnent pas des résultats tout à fait comparables : les boucles pneumatiques, utilisées à Seyssinet, Grenoble place Pasteur et Saint Martin d'Hères ont tendance à sous-estimer les mesures et les boucles magnétiques, utilisées boulevard Foch, à les sur-estimer (l'écart entre les deux techniques de mesures s'élève globalement à 5%).

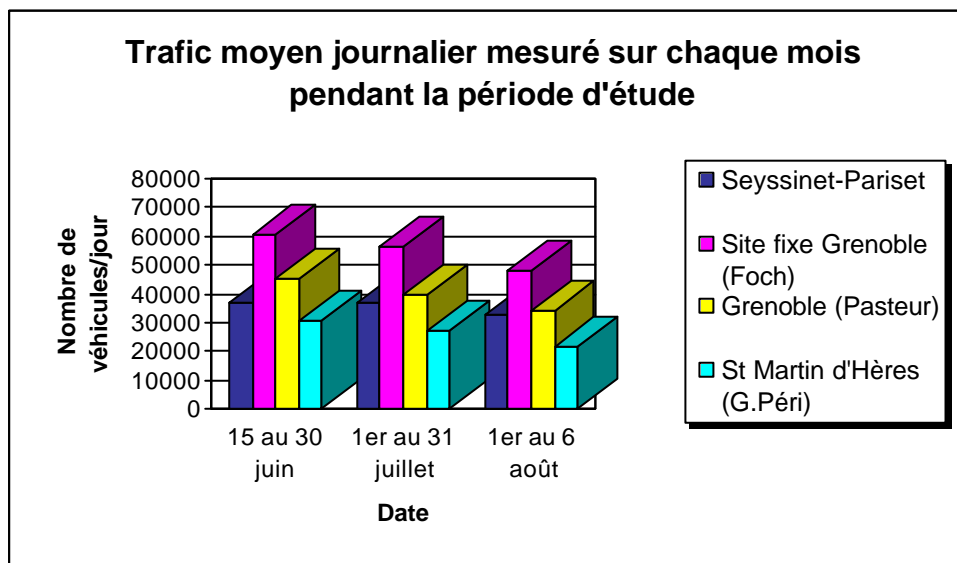
3.2.2.1 Sur l'ensemble de la période





Sur l'ensemble de la période d'étude, on retrouve en général le même scénario. Sur Foch, le trafic comptabilisé est nettement plus élevé que sur les autres sites, avec presque **55 000 véhicules circulant par jour**. Derrière Foch, par ordre croissant, viennent ensuite Pasteur avec environ 40 000 véhicules, puis Seyssinet avec 36 120 véhicules et enfin Gabriel Péri sous la barre des 30 000 véhicules par jour.

3.2.2.2 Evolution des résultats au cours de la période d'étude

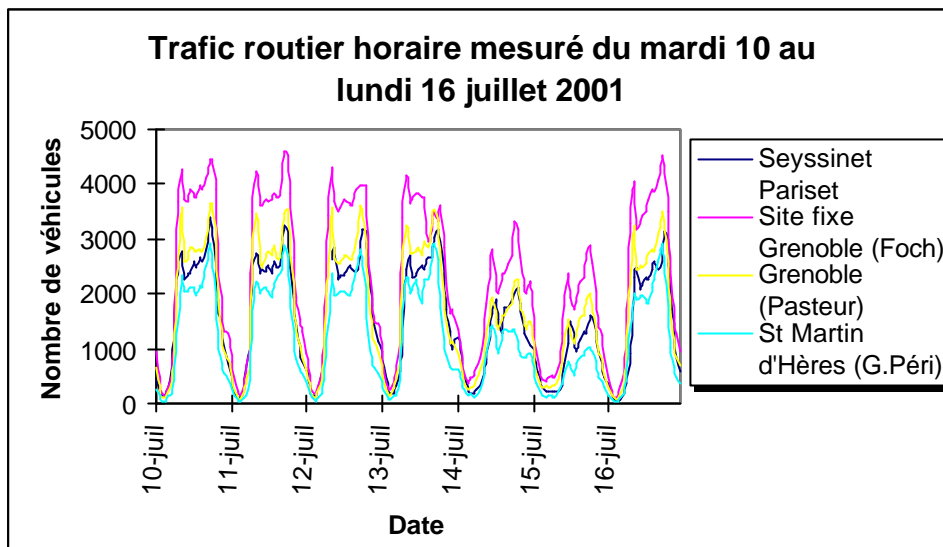


| | 15 au 30 juin | 1 ^{er} au 31 juillet | 1 ^{er} au 6 août |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------------|
| Seyssinet-Pariset | 36962 | 36594 | 32515 |
| Site fixe Grenoble (Foch) | 60487 | 56347 | 47994 |
| Grenoble (Pasteur) | 44934 | 39759 | 34362 |
| St Martin d'Hères (G.Péri) | 30772 | 26823 | 21704 |

Les résultats des comptages montrent que pour tous les sites, le trafic diminue progressivement entre le mois de juin et début août.

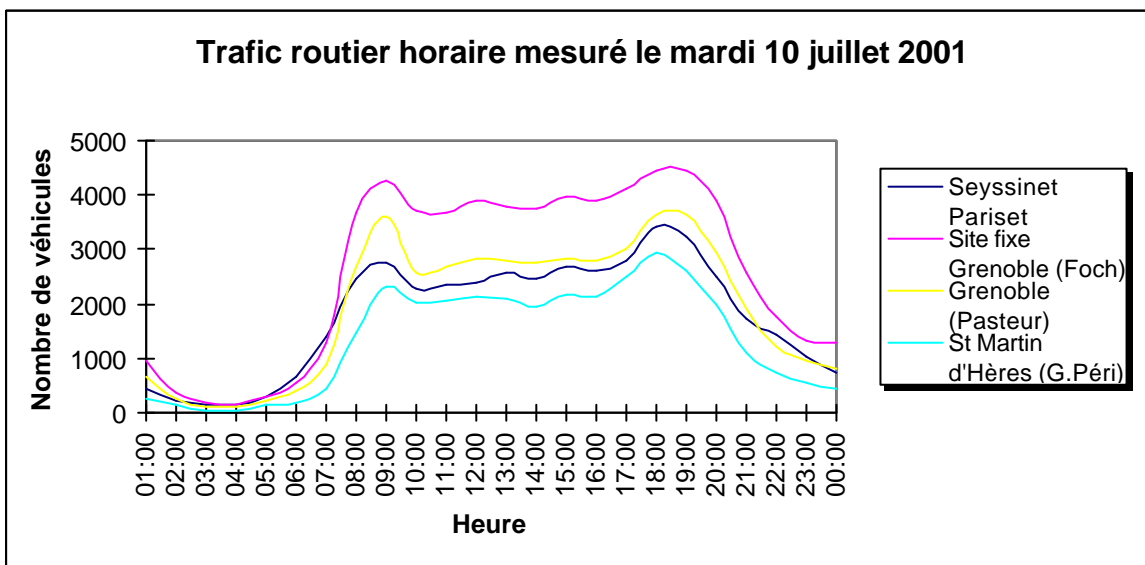
Toutefois, la moyenne journalière du trafic à Seyssinet sur le mois de juillet est proche de celle de juin. Cela s'explique par le fait que les comptages ont été réalisés uniquement jusqu'au 19 juillet sur ce site. Or, on sait que le trafic est à son plus bas niveau entre le 15 juillet et le 15 août. La moyenne sur juillet est donc un peu surévaluée sur ce site.

3.2.2.3 Evolution du trafic routier sur une semaine



Ce graphique montre clairement que les 4 sites ont sensiblement les mêmes évolutions de trafic dans la semaine. On notera que le trafic du week-end est inférieur et différent de celui observé en semaine.

3.2.2.4 Evolution du trafic routier sur une journée



Le graphique permet de voir que les 4 sites présentent la même évolution sur la journée du 10 juillet. Par ailleurs, on observe une première pointe de circulation aux alentours de 8 heures le matin et une seconde pointe aux alentours de 18 heures.

3.2.2.5 Bilan des comptages routiers

Les mesures ayant été effectuées sur une période estivale, les résultats des comptages routiers réalisés sont sous-estimés par rapport aux moyennes annuelles qu'on pourrait obtenir.

Cependant, on retiendra que le site de Foch présente un trafic nettement plus fort que les autres sites, devant Pasteur, Seyssinet et Gabriel Péri.

Pour chacun des 4 sites, les résultats des comptages montrent que le trafic a diminué au cours de la période d'étude et qu'il évolue sensiblement de la même façon sur la semaine et au cours de la journée.

Toutes ces données vont permettre d'approfondir l'analyse et l'interprétation des résultats des mesures de pollution.

3.3 Population

L'estimation de l'effectif de population sensible habitant à proximité de la future ligne de tramway a été effectuée sur des données du recensement INSEE 1999.

Pour ces calculs de population, la ligne de tramway a été découpée en 7 tronçons.

Ces tronçons sont présentés sur la carte ci-après.

Sur chacun de ces 7 tronçons, 3 bandes de 30, 60 et 100 mètres de part et d'autre des voies de circulation ont été sélectionnées. A l'intérieur de chacune de ces bandes, l'effectif de population a été calculé.

Les résultats des calculs montrent d'importantes différences de densité de population d'un tronçon à l'autre.

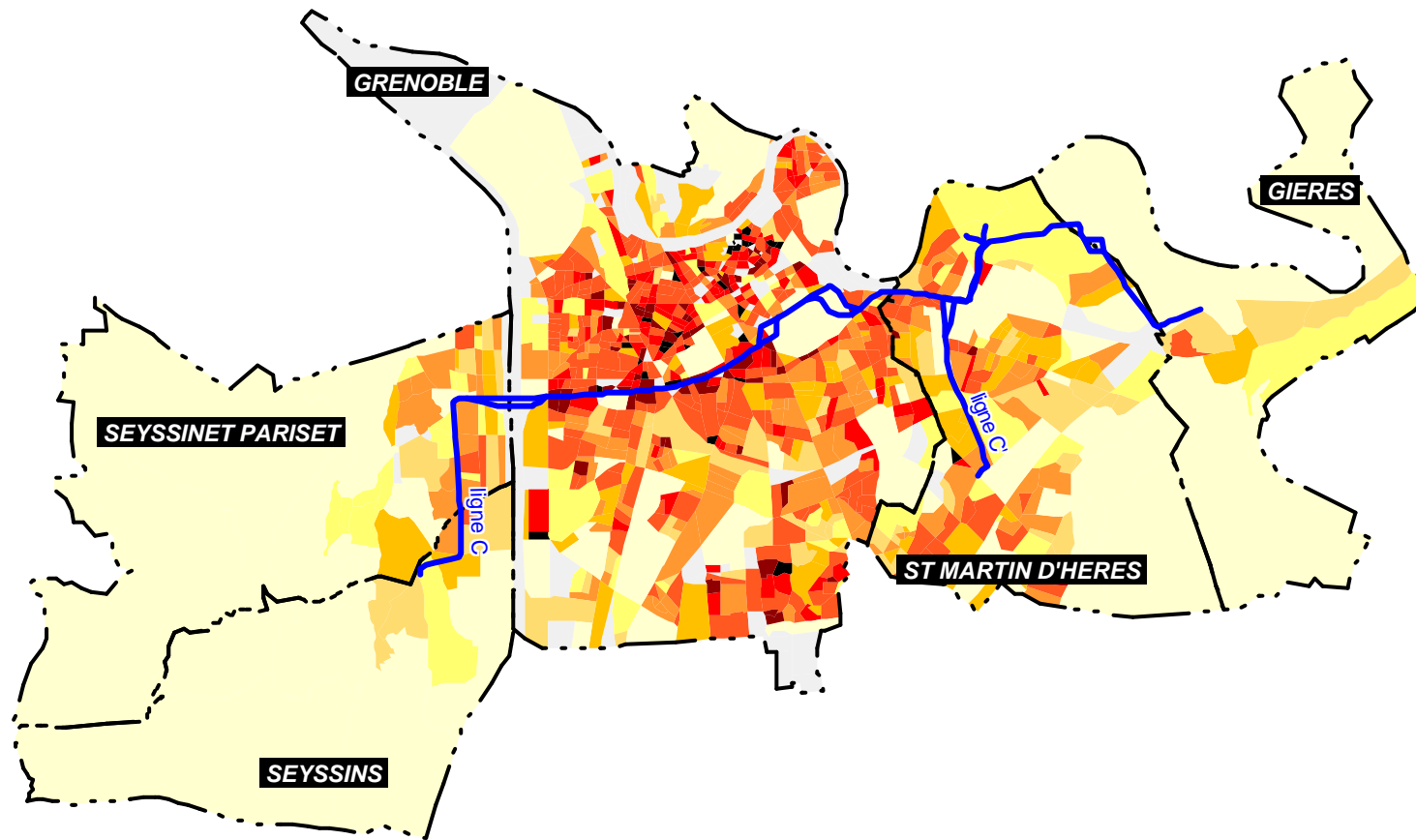
Il apparaît que les « grands boulevards », qui englobent les sites de mesure de pollution de Foch et de Pasteur, sont entre 6 à 12 fois plus peuplés que les autres tronçons.

En effet, sur une bande de 30 mètres autour de ce tronçon habitent presque 4 000 habitants et sur une bande de 100 mètres environ 12 000 habitants.

Ces valeurs montrent que les valeurs de pollution qui sont obtenues à Foch et à Pasteur devront être prises avec encore plus d'attention en raison d'une densité de population importante.

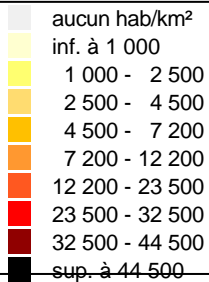
Densité de population par îlot - 1999

Environs lignes de tramway C & C'



Légende :

Densité
hab/km²



— Tracé des lignes de tramway C & C'
- - - Contour des communes

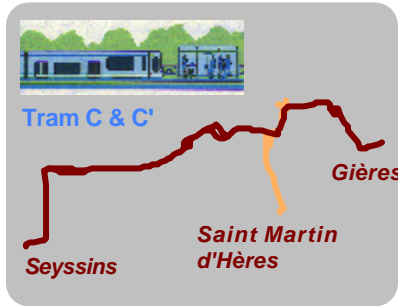
Echelle : 0 1,4 km

Source :
ASCOPARG
INSEE - Tableaux RGP 1999

Copyright
2001

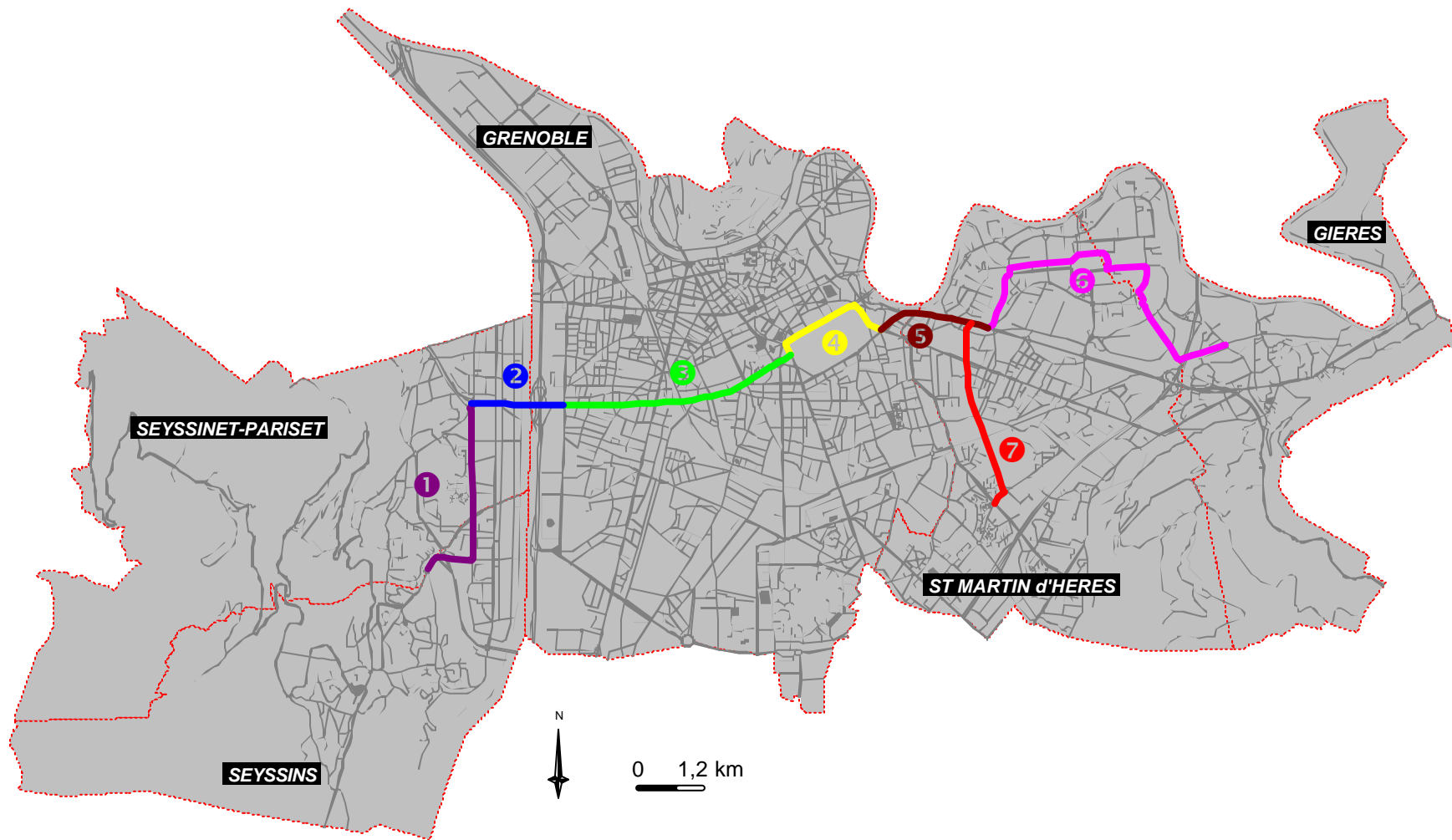


Membre agréé du réseau **Aïmo**



Population sensible

Bandes de calculs : 30, 60 et 100 mètres



| Section | bande de 30 m | bande de 60 m | bande de 100 m |
|---|---------------|---------------|----------------|
| 1 Victor Hugo / Louis Armand | 875 hab | 1 745 hab | 2 892 hab |
| 2 Pont de Catane | 189 hab | 495 hab | 1 116 hab |
| 3 Les grands boulevards | 3 781 hab | 7 731 hab | 12 016 hab |
| 4 Jean Pain | 591 hab | 1 135 hab | 1 922 hab |
| 5 Gabriel Péri | 608 hab | 1 302 hab | 2 419 hab |
| 6 <small>(hors population étudiante)</small> Domaine Universitaire | 686 hab | 1 270 hab | 1 892 hab |
| 7 Saint Martin d'Hères | 580 hab | 1 201 hab | 2 067 hab |

Légende :

- Réseau routier
- - - - - Contour des communes traversées par le tramway

- Bande de population
- de 30 mètres
 - de 60 mètres
 - de 100 mètres

Densité hab/km²
Pop. 1999 sans double compte

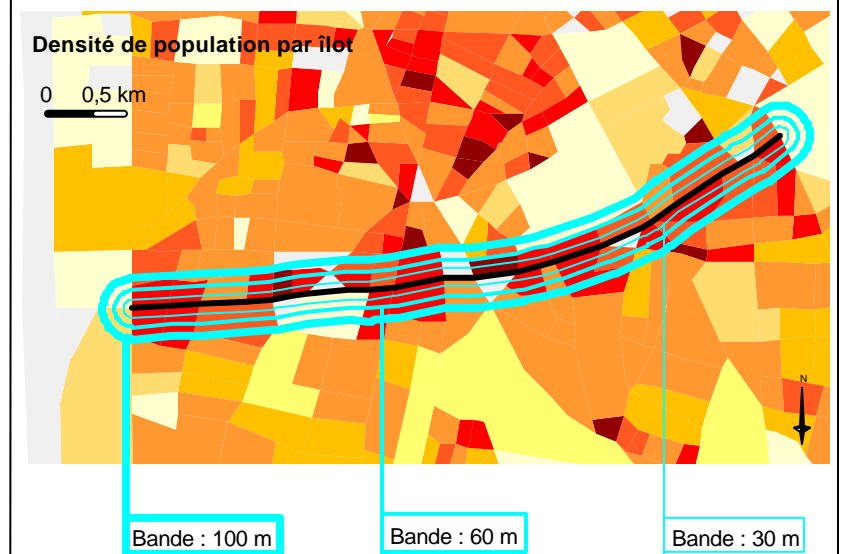
- aucun hab/km²
- inf. à 2 500
- 2 500 - 4 500
- 4 500 - 7 200
- 7 200 - 12 200
- 12 200 - 23 500
- 23 500 - 32 500
- 32 500 - 44 500
- 44 500 - 65 000
- sup. à 65 000

Informations complémentaires :

Les calculs sont effectués sur des données du recensement INSEE 1999 (population sans double compte).

La recherche se fait sur des bandes de 30, 60 et 100 mètres, de part et d'autre des axes routiers parcourus par le tramway C & C'.

EXEMPLE de représentation cartographique des trois bandes sur les GRANDS BOULEVARDS :



Source :
AS.CO.P.A.R.G.
INSEE - Tableaux RGP 1999
Magellan Géomatique



Membre agréé du réseau Atmo

Copyright
2001

3.4 Niveaux de pollution mesurés

Les périodes de mesures de cette étude sont trop courtes pour estimer une concentration moyenne annuelle et pour obtenir des valeurs comparables aux valeurs guides françaises et européennes. Ainsi, les résultats ne sont représentatifs que de la période étudiée et ne peuvent être comparés qu'à titre indicatif à la moyenne annuelle.

Cependant, nous pouvons, grâce à ces mesures, observer les dépassements horaires et journaliers de valeurs réglementaires.

3.4.1 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), type de polluant émis directement par les moteurs,
- le dioxyde d'azote (NO₂), résultant de l'oxydation rapide du NO dans l'air ambiant.

3.4.1.1 Le monoxyde d'azote (NO)

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

➤ Statistiques horaires

| NO | 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 | 100 | 100 | 98 | 98 |
| Moyenne (µg/m ³) | 21 | 84 | 37 | 6 | 4 |
| Ecart / moyenne / Foch (%) | -75 | | -55 | -93 | |
| Ecart / moyenne / St Martin d'Hères (%) | 416 | 1979 | 831 | 47 | |
| Percentile 98 horaire (µg/m ³) | 128 | 233 | 137 | 32 | 23 |
| Percentile 50 horaire (µg/m ³) | 10 | 73 | 28 | 3 | 2 |
| Minimum horaire (µg/m ³) | 0 | 0 | 1,3 | 0 | 0 |
| Maximum horaire (µg/m ³) | 202 | 363 | 197 | 50 | 44 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,27 | 0,77 | 0,54 | 0,74 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,27 | | 0,55 | 0,53 | 0,21 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,77 | 0,55 | | 0,60 | 0,68 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,54 | 0,53 | 0,60 | | 0,52 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,74 | 0,21 | 0,68 | 0,52 | |

➤ Statistiques journalières

| NO | 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 | 96 | 96 |
| Minimum journalier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2 | 32 | 8 | 1 | 1 |
| Maximum journalier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 39 | 153 | 59 | 15 | 9 |
| Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 21 | 84 | 37 | 6 | 4 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,31 | 0,68 | 0,36 | 0,44 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,31 | | 0,76 | 0,74 | 0,45 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,68 | 0,76 | | 0,66 | 0,65 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,36 | 0,74 | 0,66 | | 0,57 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,44 | 0,45 | 0,65 | 0,57 | |

Concernant le NO, le site de Foch atteint des valeurs nettement plus élevées que les autres sites, avec une moyenne horaire de $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces résultats mettent clairement en évidence l'importance du trafic automobile sur le boulevard Foch.

Au niveau des sites de Pasteur et Seyssinet, les moyennes sont comprises entre 20 et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

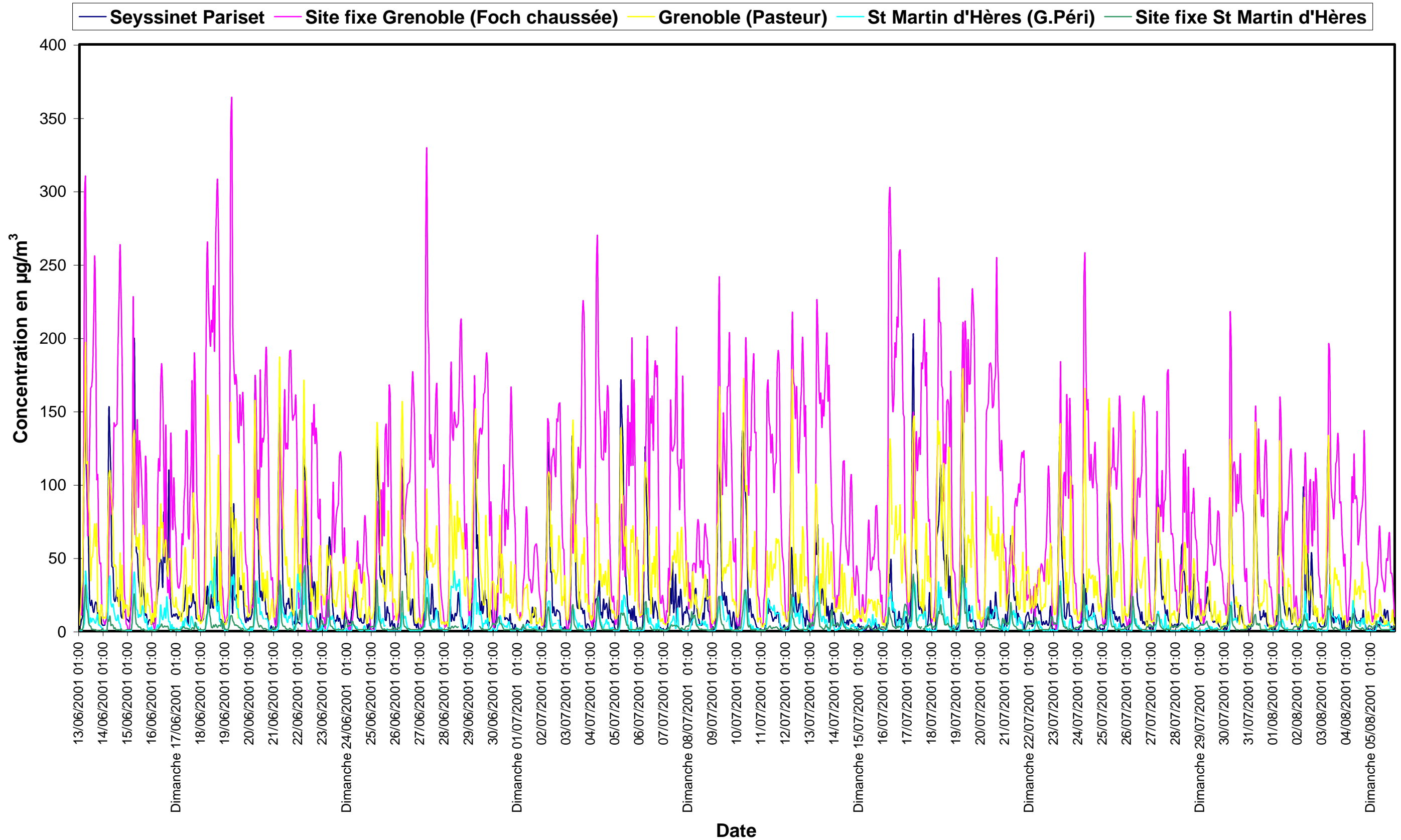
Le site fixe de St Martin d'Hères, étant un site de fond, c'est à dire éloigné des axes de circulation, les concentrations en NO sont plus faibles que sur les autres.

On note tout de même que les valeurs à Gabriel Péri, proches de celles du site fixe de St Martin d'Hères, semblent un peu faibles.

➤ Respect de la réglementation

Il n'existe pas de réglementation concernant les niveaux de NO dans l'air ambiant. Cette mesure traduit cependant l'activité du trafic automobile.

Concentrations horaires en monoxyde d'azote (NO) mesurées pendant la période d'étude



3.4.1.2 Le dioxyde d'azote (NO₂)➤ Statistiques horaires

| NO ₂ | 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 | 98 | 98 |
| Moyenne (µg/m ³) | 34 | 72 | 56 | 29 | 23 |
| Ecart / moyenne / Foch (%) | -53 | | -22 | -60 | |
| Ecart / moyenne / St Martin d'Hères (%) | 50 | 219 | 148 | 29 | |
| Percentile 98 horaire (µg/m ³) | 87 | 142 | 106 | 64 | 60 |
| Percentile 50 horaire (µg/m ³) | 29 | 69 | 55 | 27 | 19 |
| Minimum horaire (µg/m ³) | 4 | 7 | 8 | 6 | 0 |
| Maximum horaire (µg/m ³) | 119 | 179 | 151 | 92 | 80 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,27 | 0,58 | 0,41 | 0,49 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,27 | | 0,71 | 0,30 | 0,14 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,58 | 0,71 | | 0,46 | 0,46 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,41 | 0,30 | 0,46 | | 0,77 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,49 | 0,14 | 0,46 | 0,77 | |

➤ Statistiques journalières

| NO ₂ | 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 | 96 | 96 |
| Minimum journalier (µg/m ³) | 13 | 32 | 23 | 14 | 7 |
| Maximum journalier (µg/m ³) | 53 | 109 | 84 | 46 | 37 |
| Moyenne (µg/m ³) | 34 | 72 | 56 | 29 | 23 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,80 | 0,84 | 0,66 | 0,77 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,80 | | 0,88 | 0,73 | 0,80 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,84 | 0,88 | | 0,64 | 0,76 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,66 | 0,73 | 0,64 | | 0,90 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,77 | 0,80 | 0,76 | 0,90 | |

Comme pour le NO, les concentrations mesurées en NO₂ sont plus élevées à Foch que sur les autres stations de mesures.

Le quartier de la place Pasteur semble également soumis à une forte influence du trafic automobile, avec des concentrations se rapprochant sur certaines journées de celles enregistrées boulevard Foch. Dans l'ensemble, on observe de bonnes corrélations entre les différentes stations sur les données journalières, particulièrement entre Pasteur et Foch avec une corrélation de 0,88 et entre les deux sites de St Martin d'Hères avec une corrélation de 0,9.

➤ Rapport NO / NO₂

En condition de proximité automobile, ce rapport annuel est supérieur à 1. En effet, le NO, polluant émis par les véhicules à moteur thermique (polluant primaire) se transforme dans un second temps en dioxyde d'azote sous l'effet du rayonnement solaire. Cette formation en dioxyde d'azote se réalise plus ou moins rapidement selon les conditions météorologiques.

Un rapport annuel supérieur à 1 traduit une influence directe du trafic automobile avec une présence majoritaire de polluants primaires (NO).

Les rapports mesurés pendant la période d'étude sont présentés dans le tableau suivant.

Ils sont calculés à partir des concentrations moyennes journalières exprimées en ppb sur la période de mesures.

| | 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 |
| NO/NO ₂ (ppb) | 0,94 | 1,78 | 1,02 | 0,31 | 0,28 |

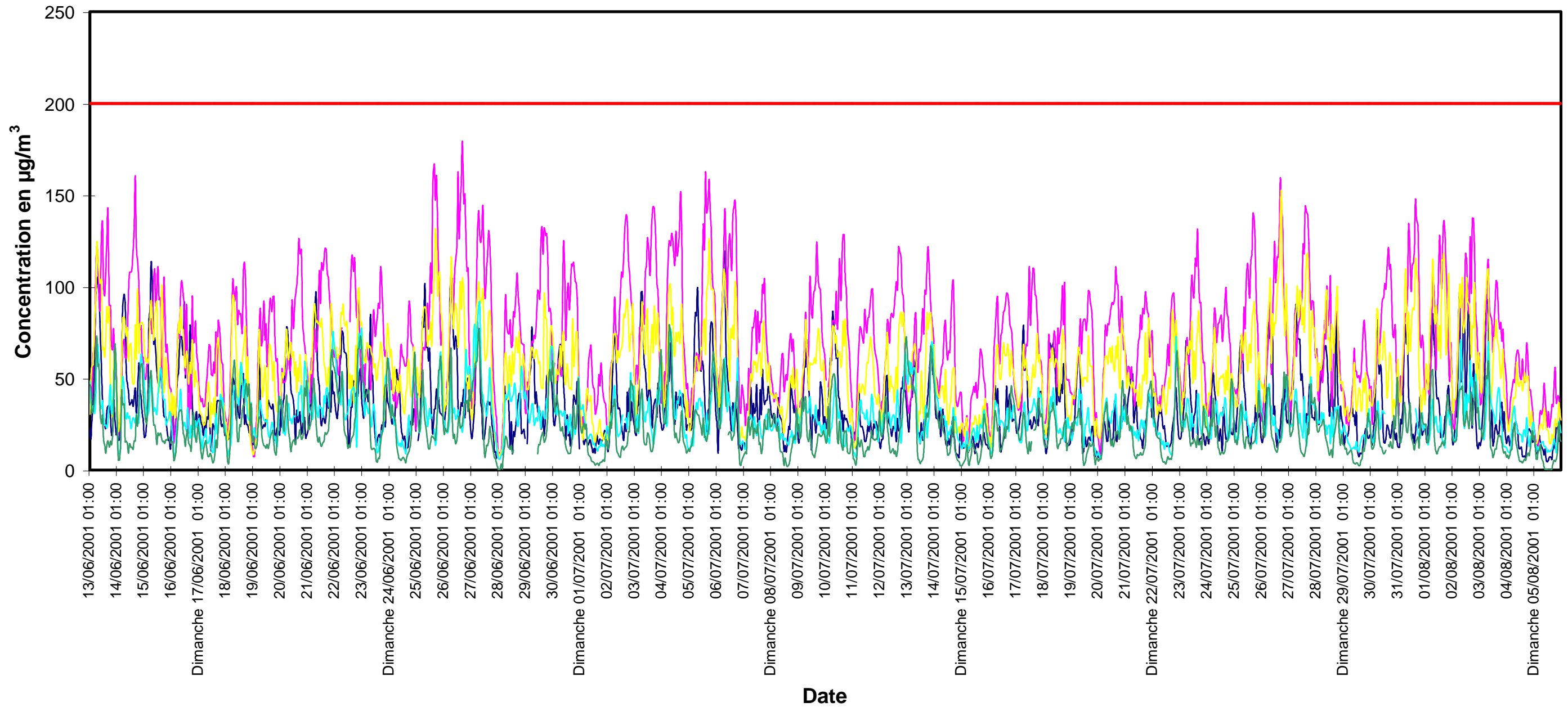
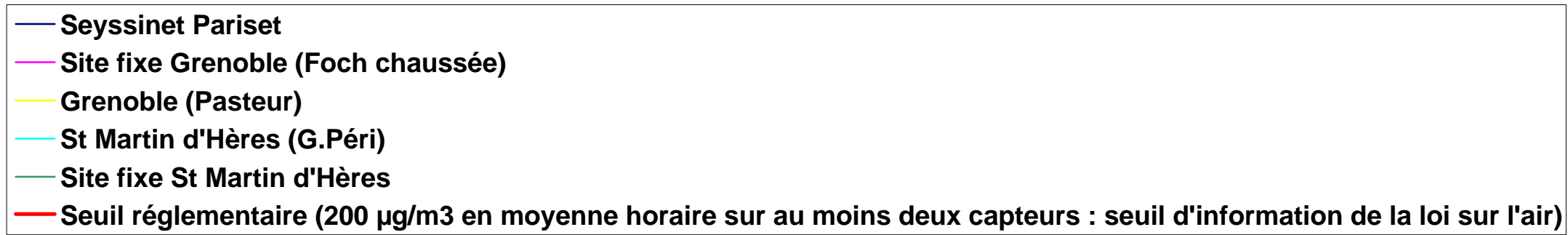
Les mesures ayant été effectuées sur une période estivale, le NO est rapidement transformé en NO₂. Ainsi, les rapports calculés à partir de ces mesures ne sont pas représentatifs des rapports annuels. Néanmoins, les rapports de Foch, Pasteur et Seyssinet permettent de mettre en évidence l'influence directe du trafic automobile sur ces trois points de l'agglomération grenobloise.

➤ Respect de la réglementation

| | Seyssinet Pariset | Site fixe Grenoble (Foch chaussée) | Grenoble (Pasteur) | St Martin d'Hères (G.Péri) | Site fixe St Martin d'Hères |
|---|----------------------|---|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| NO₂ | | | | | |
| Type de station de mesures | trafic | trafic | trafic | trafic | urbaine |
| Dépassement seuil 400 µg/m ³ / 1 heure (seuil d'alerte loi sur l'air) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nbre de jours touchés | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dépassement seuil 200 µg/m ³ / 1 heure (valeur limite CE et seuil d'information loi sur l'air) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nbre de jours touchés | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dépassement seuil 120 µg/m ³ / 1 heure (seuil de vigilance loi sur l'air) | 0 | 103 | 6 | 0 | 0 |
| Nbre de jours touchés | 0 | 26 | 4 | 0 | 0 |

Pendant la période d'étude, les seuils d'alerte et d'information de la loi sur l'air n'ont pas été atteints. Par contre, le seuil de vigilance a été dépassé sur 103 heures correspondant à 26 jours sur Foch et sur 6 heures correspondant à 4 jours sur Pasteur.

Concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO₂) mesurées pendant la période d'étude



3.4.1.3 Les poussières en suspension (PM10) et les fumées noires (FN)

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 PM10, particules de diamètre dynamique inférieur à 10 microns.
- par la méthode des fumées noires (la plus ancienne)

- **Les poussières en suspension (PM10)**

- Statistiques horaires

| PM10 | 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 | 93 | 98 | 100 |
| Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 25 | 39 | 30 | 23 | 20 |
| Ecart / moyenne / Foch (%) | -37 | | -22 | -40 | |
| Ecart / moyenne / St Martin d'Hères (%) | 20 | 91 | 49 | 14 | |
| Percentile 98 horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 61 | 87 | 66 | 49 | 47 |
| Percentile 50 horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 22 | 37 | 29 | 22 | 19 |
| Minimum horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Maximum horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 137 | 157 | 129 | 73 | 161 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,69 | 0,78 | 0,66 | 0,73 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,69 | | 0,75 | 0,63 | 0,59 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,78 | 0,75 | | 0,78 | 0,72 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,66 | 0,63 | 0,78 | | 0,76 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,73 | 0,59 | 0,72 | 0,76 | |

- Statistiques journalières

| PM10 | 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 | 98 | 93 | 96 | 100 |
| Minimum journalier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 4 | 10 | 6 | 6 | 3 |
| Maximum journalier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 46 | 69 | 55 | 44 | 38 |
| Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 24 | 39 | 31 | 23 | 20 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,92 | 0,96 | 0,95 | 0,95 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,92 | | 0,93 | 0,89 | 0,88 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,96 | 0,93 | | 0,95 | 0,94 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,95 | 0,89 | 0,95 | | 0,95 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,95 | 0,88 | 0,94 | 0,95 | |

Pour les PM10, c'est également à Foch que sont enregistrées les concentrations les plus importantes. La concentration moyenne journalière sur la période d'étude est presque de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pour une valeur limite CE à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (à ne pas dépasser plus de 35 fois par an au 1^{er} janvier 2005). Pasteur n'est pas très loin de cette valeur puisque la moyenne avoisine les $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les trois autres stations mesurent des concentrations plus faibles, par exemple sur le site fixe de St Martin d'Hères, la concentration en PM10 est 2 fois plus faible que sur celle de Foch.

Par ailleurs, on note de très fortes corrélations journalières entre les différents sites.

➤ Respect de la réglementation

| PM10 | 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 |
| Dépassement seuil 50 µg/m ³ / 24 heures (valeur limite CE) | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 |

Concernant la réglementation, la directive européenne d'avril 1999 fixe pour les PM10, une valeur limite journalière de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par an à partir du 1^{er} janvier 2005.

Or, cette valeur est dépassée déjà 9 fois sur Foch et 2 fois sur Pasteur sur seulement les 8 semaines de la période d'étude.

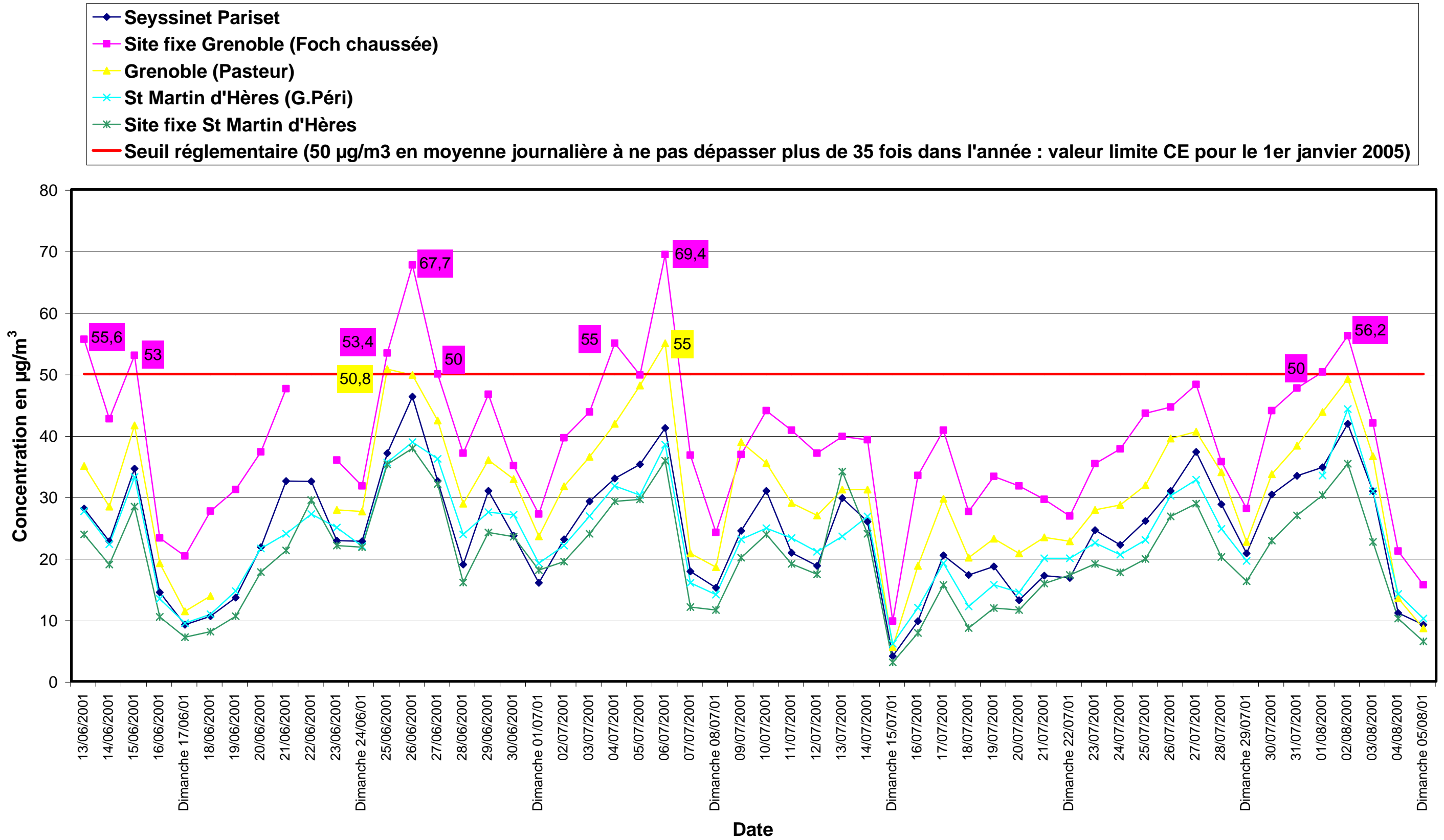
Le risque de dépasser plus de 35 fois sur l'année semble donc important au moins sur le site de Foch, d'autant plus que les mesures ont été effectuées sur une période estivale et sont plus élevées durant l'hiver.

La mesure des PM10 s'effectue à Foch, dans les mêmes conditions que cette étude, c'est à dire au bord de la chaussée, depuis le 18 novembre 2000.

Depuis cette date jusqu'au 5 août 2001, 33 dépassements ont été relevés. Ce chiffre confirme donc l'hypothèse énoncée ci-dessus.

Par ailleurs cette directive fixe, pour le 1^{er} janvier 2010, la même limite journalière mais à ne pas dépasser plus de 7 fois par an. Dans ce cas, le risque de dépasser est également important près de la place Pasteur.

Concentrations journalières en poussières (PM10) mesurées pendant la période d'étude



• **Les fumées noires (FN)**

La méthode des fumées noires, autre méthode de mesure des particules en suspension dans l'atmosphère, ne distingue pas la taille des poussières et les données sont journalières. L'analyse des fumées noires fournit donc une moyenne des concentrations sans donner d'information sur les valeurs maximales horaires qui ont pu être atteintes.

Les mesures de fumées noires ont été réalisées uniquement sur les sites de Foch (à 10 mètres de la chaussée) et de Gabriel Péri.

➤ Statistiques journalières

| FN | Station fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | St Martin d'Hères (G.Péri) |
|--|---|----------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic |
| Taux de validité (%) | 98 | 98 |
| Minimum journalier (µg/m ³) | 3 | 5 |
| Maximum journalier (µg/m ³) | 40 | 27 |
| Moyenne (µg/m ³) | 21 | 12 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | | 0,46 |

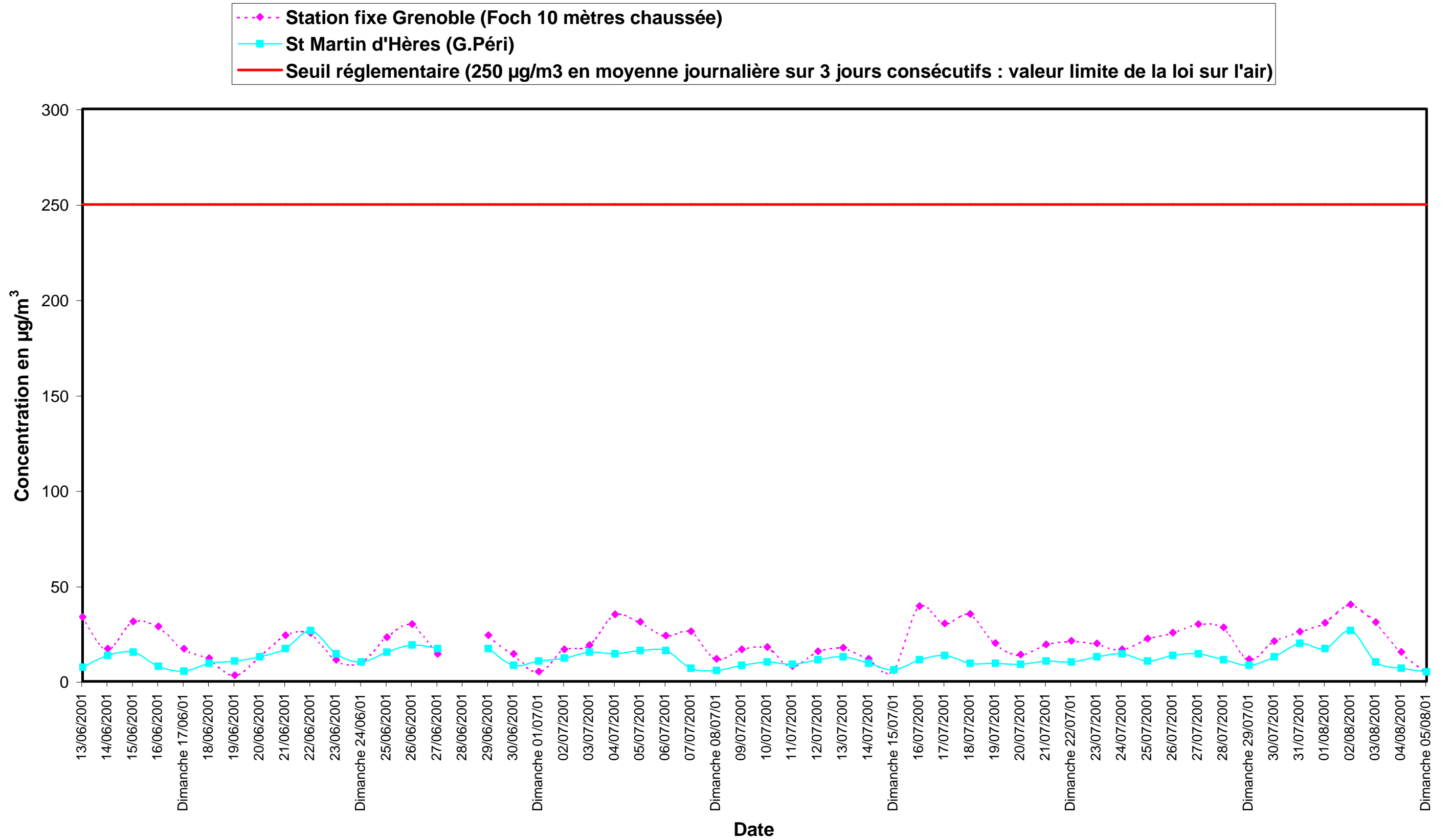
Comme pour les PM10, les concentrations sont supérieures, en moyenne comme en pointes, à Foch que sur Gabriel Péri.

➤ Respect de la réglementation

| FN | Station fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | St Martin d'Hères (G.Péri) |
|---|---|----------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic |
| Dépassement seuil 250 µg/m ³ / 24 heures (valeur limite loi sur l'air) | 0 | 0 |

La loi sur l'air fixe une valeur limite de 250 µg/m³ sur 24 heures à ne pas franchir plus de 3 jours consécutifs. Cette valeur n'a jamais été atteinte sur l'ensemble de la campagne.

Concentrations journalières en Fumées Noires mesurées pendant la période d'étude



3.4.1.4 Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone, polluant primaire directement émis par les véhicules, est un bon indicateur du trafic automobile.

Le CO n'est pas mesuré sur le site fixe de St Martin d'Hères et à Foch les mesures sont réalisées à 10 mètres de la chaussée.

➤ Statistiques horaires

| CO | Seyssinet Pariset | Site fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | Grenoble (Pasteur) | St Martin d'Hères (G.Péri) |
|--|----------------------|--|-----------------------|----------------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic | trafic | trafic |
| Taux de validité (%) | 75 | 100 | 87 | 98 |
| Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 426 | 777 | 879 | 439 |
| Ecart / moyenne / Foch (%) | -45 | | 13 | -43 |
| Percentile 98 horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1319 | 1720 | 2304 | 1286 |
| Percentile 50 horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 319 | 743 | 769 | 376 |
| Minimum horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 58 | 0 | 87 | 0 |
| Maximum horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1856 | 2760,5 | 4234 | 1980,5 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,37 | 0,66 | 0,13 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,37 | | 0,66 | 0,19 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,66 | 0,66 | | 0,19 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,13 | 0,19 | 0,19 | |

➤ Statistiques journalières

| CO | Seyssinet Pariset | Site fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | Grenoble (Pasteur) | St Martin d'Hères (G.Péri) |
|---|----------------------|--|-----------------------|----------------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic | trafic | trafic |
| Taux de validité (%) | 67 | 100 | 87 | 96 |
| Minimum journalier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 150 | 135 | 202 | 134 |
| Maximum journalier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 724 | 1088 | 1332 | 881 |
| Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 411 | 777 | 879 | 438 |
| Coefficient de corrélation Seyssinet Pariset | | 0,49 | 0,64 | 0,22 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | 0,49 | | 0,82 | 0,37 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Pasteur | 0,64 | 0,82 | | 0,43 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,22 | 0,37 | 0,43 | |

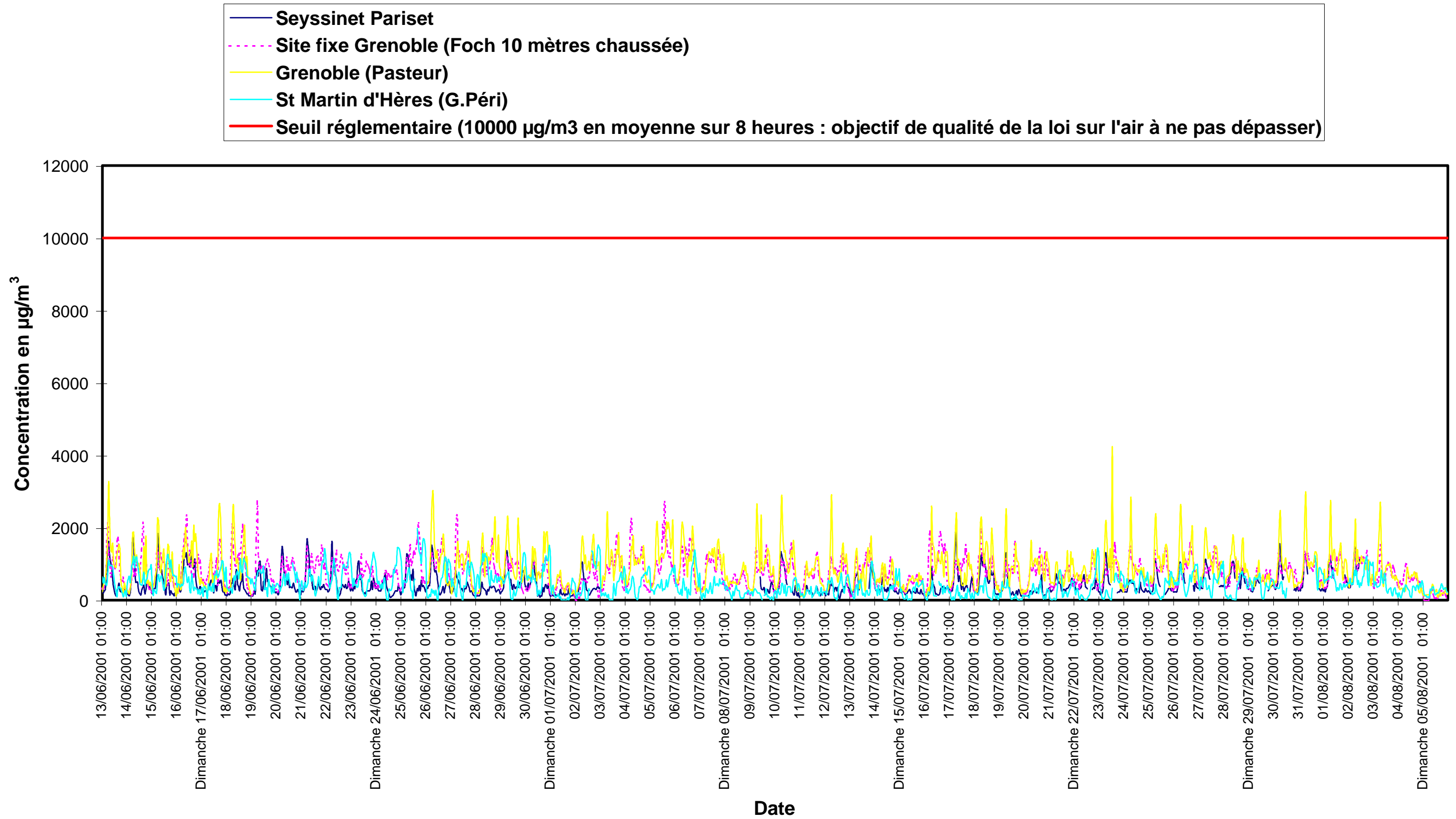
Il est à noter que durant les fortes chaleurs de l'été, la climatisation a fait défaut à plusieurs reprises sur les 2 cabines à Seyssinet et à Pasteur, d'où les taux de validité plus faibles pour ces deux sites. Dans l'ensemble, les concentrations mesurées à Pasteur et à Foch sont environ deux fois plus élevées qu'à Seyssinet et à Gabriel Péri avec une bonne corrélation entre Pasteur et Foch.

➤ Respect de la réglementation

| CO | Seyssinet Pariset | Site fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | Grenoble (Pasteur) | St Martin d'Hères (G.Péri) |
|---|----------------------|--|-----------------------|----------------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic | trafic | trafic |
| Dépassement seuil 10 000 µg/m ³ / 8 heures (valeur limite CE) | 0 | 0 | 0 | 0 |

Même si les valeurs sont deux fois plus élevées à Foch et Pasteur, les concentrations mesurées ne dépassent pas la valeur limite de 10 000µg/m³ sur 8 heures fixée par la communauté européenne.

Concentrations horaires en monoxyde de carbone (CO) mesurées pendant la période d'étude



3.4.1.5 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est principalement d'origine industrielle. On le trouve également dans les émissions des moteurs diesel.

Le SO₂ n'a pas été mesuré sur Seyssinet et Pasteur en raison d'un manque de place pour installer correctement l'analyseur de SO₂ dans les cabines. Le choix de ne pas faire de mesures de SO₂ avait été décidé par retour d'expérience car on sait que ce polluant est désormais à des taux faibles sur des sites de proximité automobile.

Le SO₂ a été mesuré à 10 mètres de la chaussée à Foch et en bordure de chaussée à Saint Martin d'Hères Gabriel Péri.

➤ Statistiques horaires

| SO ₂ | Site fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | St Martin d'Hères (G.Péri) | Site fixe St Martin d'Hères |
|--|--|----------------------------|-----------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic | urbaine |
| Taux de validité (%) | 100 | 98 | 100 |
| Moyenne (µg/m ³) | 9 | 2 | 3 |
| Ecart / moyenne / Foch (%) | | -79 | |
| Ecart / moyenne / St Martin d'Hères (%) | 234 | -29 | |
| Percentile 98 horaire (µg/m ³) | 33 | 12 | 10 |
| Percentile 50 horaire (µg/m ³) | 7 | 0 | 3 |
| Minimum horaire (µg/m ³) | 0 | 0 | 0 |
| Maximum horaire (µg/m ³) | 75,3 | 35,8 | 45 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | | 0,28 | 0,27 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,28 | | 0,56 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,27 | 0,56 | |

➤ Statistiques journalières

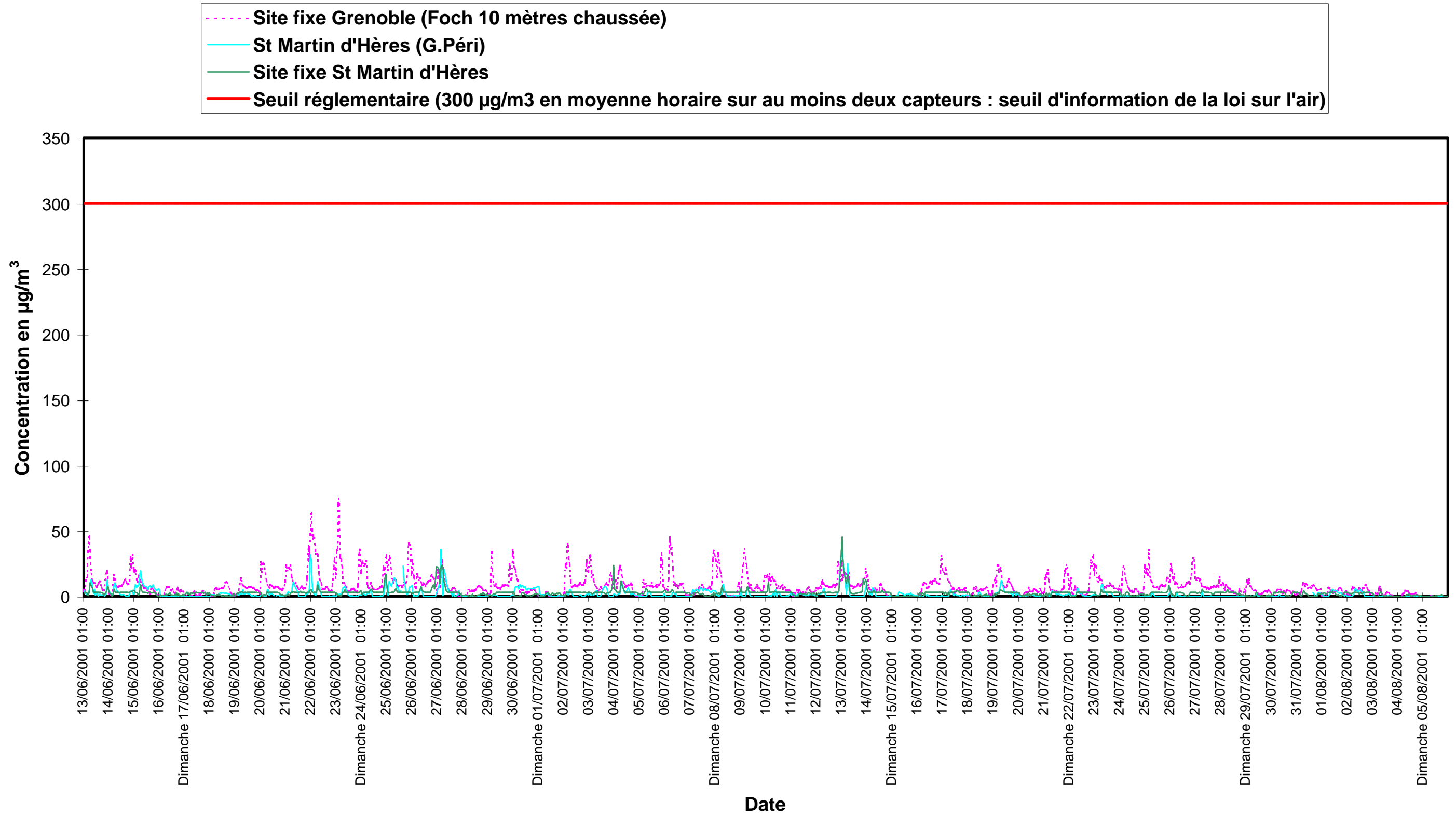
| SO ₂ | Site fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | St Martin d'Hères (G.Péri) | Site fixe St Martin d'Hères |
|--|--|----------------------------|-----------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic | urbaine |
| Taux de validité (%) | 100 | 96 | 100 |
| Minimum journalier (µg/m ³) | 0 | 0 | 0 |
| Maximum journalier (µg/m ³) | 21 | 8 | 9 |
| Moyenne (µg/m ³) | 8 | 2 | 2 |
| Coefficient de corrélation Grenoble Foch | | 0,41 | 0,55 |
| Coefficient de corrélation GPéri | 0,41 | | 0,50 |
| Coefficient de corrélation St Martin d'Hères | 0,55 | 0,50 | |

➤ Respect de la réglementation

| SO ₂ | Site fixe Grenoble (Foch 10 mètres chaussée) | St Martin d'Hères (G.Péri) | Site fixe St Martin d'Hères |
|--|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| Type de station de mesures | trafic | trafic | urbaine |
| Dépassement seuil 600 µg/m ³ / 1 heure (seuil d'alerte loi sur l'air) | 0 | 0 | 0 |
| Nbre de jours touchés | 0 | 0 | 0 |
| Dépassement seuil 300 µg/m ³ / 1 heure (seuil d'information loi sur l'air) | 0 | 0 | 0 |
| Nbre de jours touchés | 0 | 0 | 0 |
| Dépassement seuil 200 µg/m ³ / 1 heure (seuil de vigilance loi sur l'air) | 0 | 0 | 0 |
| Nbre de jours touchés | 0 | 0 | 0 |

On retrouve Foch en tête sur les concentrations en SO₂ mesurées sur la période. Toutefois, les valeurs sont très faibles au regard de la réglementation. En effet, aucun dépassement réglementaire n'est à signaler et tout risque semble pouvoir être écarté sur les sites.

Concentrations horaires en dioxyde de soufre (SO₂) mesurées pendant la période d'étude



3.4.1.6 Les BTX (Benzène – Toluène – Xylène)

En bordure de chaussée, la principale source d'émission des BTX (Benzène-Toluène-Xylène) est souvent 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 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur limite annuelle de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est fixée par la communauté européenne pour le 1^{er} janvier 2010.

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 en composés organique volatils mesurées par échantillonneurs passifs pendant la période d'étude** :

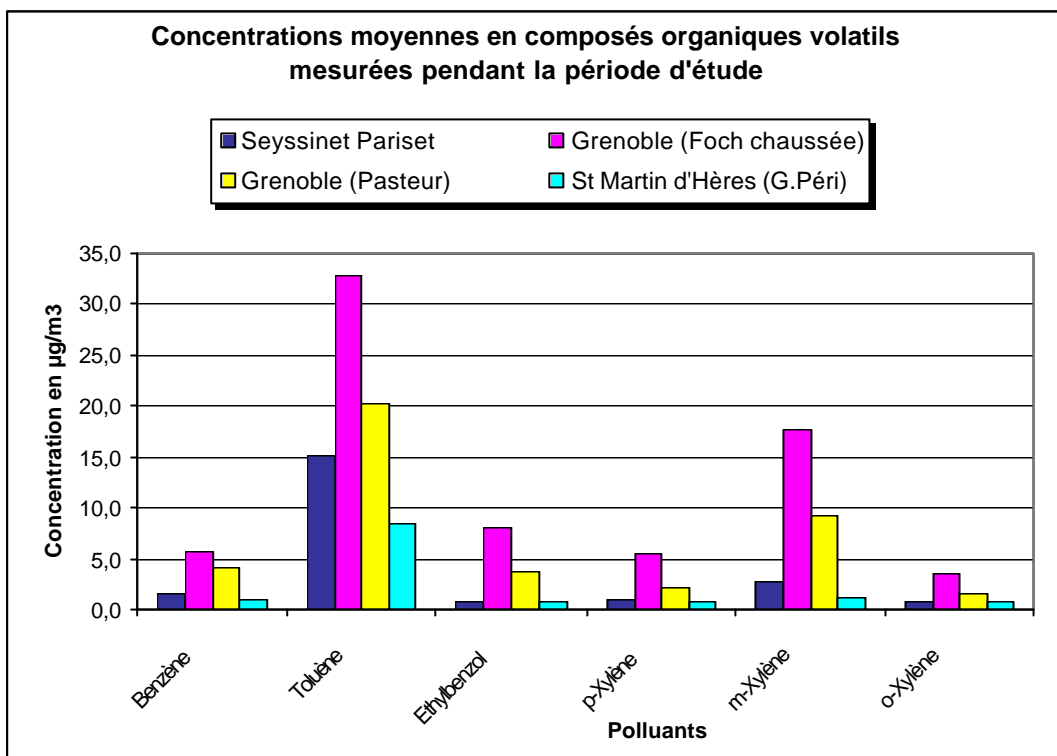
| | Benzène [ug/m3] | Toluène [ug/m3] | Ethylbenzol [ug/m3] | p-Xylène [ug/m3] | m-Xylène [ug/m3] | o-Xylène [ug/m3] | Rapport toluène / benzène |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Seyssinet Pariset | | | | | | | |
| <i>période 1</i> | 2,4 | 15,6 | <0,7 | <1,3 | <3,1 | <0,7 | 6,4 |
| <i>période 2</i> | 1,4 | 15,8 | <1,2 | <0,8 | <2,3 | <0,7 | 11,3 |
| <i>période 3</i> | <0,7 | 13,7 | <0,7 | <0,8 | 3,4 | <0,7 | >19,5 |
| <i>période 4</i> | 1,8 | 15,4 | <0,7 | <0,7 | 1,8 | <0,7 | 8,6 |
| moyenne | <1,6 | 15,1 | <0,8 | <0,9 | <2,7 | <0,7 | >9,5 |
| Grenoble (Foch chaussée) | | | | | | | |
| <i>période 1</i> | 5,8 | 32,3 | 7,0 | 7,4 | 16,8 | 2,4 | 5,6 |
| <i>période 2</i> | 6,7 | 37,8 | 10,5 | 4,3 | 21,2 | 6,7 | 5,7 |
| <i>période 3</i> | 4,9 | 28,0 | 6,5 | 5,0 | 16,8 | 2,3 | 5,7 |
| <i>période 4</i> | 5,5 | 33,1 | 8,6 | 5,7 | 15,6 | 2,8 | 6,0 |
| moyenne | 5,7 | 32,8 | 8,1 | 5,6 | 17,6 | 3,6 | 5,7 |
| Grenoble (Pasteur) | | | | | | | |
| <i>période 1</i> | 3,8 | 19,9 | <2,8 | <1,6 | 9,6 | <1,1 | 5,2 |
| <i>période 2</i> | 5,4 | 23,9 | 3,0 | 3,6 | 8,9 | 2,8 | 4,5 |
| <i>période 3</i> | 3,5 | 18,7 | 5,7 | 2,5 | 9,5 | <0,9 | 5,3 |
| <i>période 4</i> | 4,0 | 18,6 | 3,5 | <0,7 | 9,3 | <1,7 | 4,7 |
| moyenne | 4,2 | 20,3 | <3,8 | <2,1 | 9,3 | <1,6 | 4,9 |
| St Martin d'Hères (G.Péri) | | | | | | | |
| <i>période 1</i> | <1,0 | 10,4 | <0,7 | <0,7 | <0,9 | <0,7 | >10,4 |
| <i>période 2</i> | <0,7 | 8,6 | <0,7 | <0,7 | 1,8 | <0,7 | >12,3 |
| <i>période 3</i> | <0,7 | 7,0 | <0,7 | <0,7 | <1,0 | <0,7 | >10,0 |
| <i>période 4</i> | 1,4 | 7,4 | <0,7 | <0,7 | <0,9 | <0,7 | 5,5 |
| moyenne | <0,9 | 8,4 | <0,7 | <0,7 | <1,2 | <0,7 | >9,3 |

Période 1 : du 13 juin au 25 juin 2001

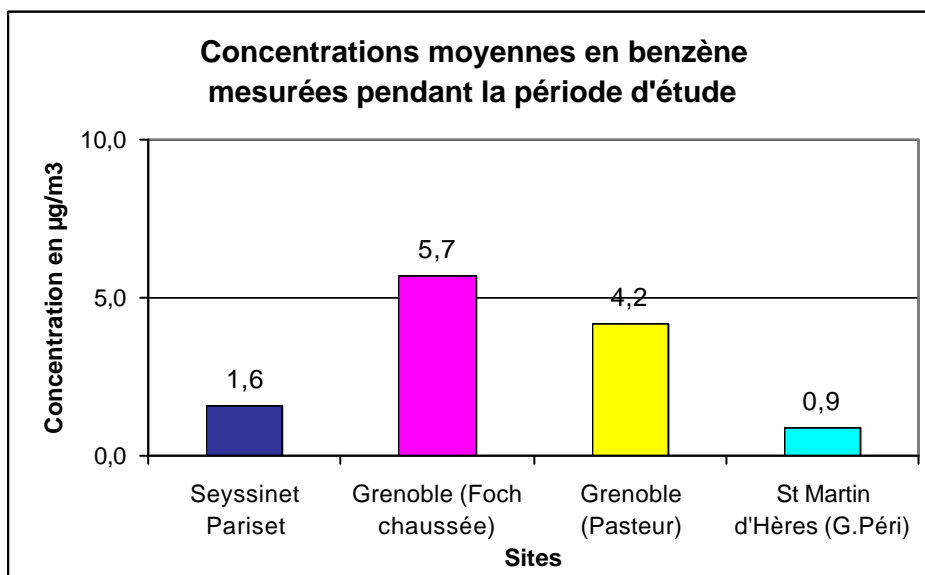
Période 2 : du 25 juin au 9 juillet 2001

Période 3 : du 9 juillet au 23 juillet 2001

Période 4 : du 23 juillet au 6 août 2001



Pour l'ensemble des composés organiques volatils, on retrouve toujours dans l'ordre du plus au moins chargé : Foch, Pasteur, Seyssinet Pariset et enfin Gabriel Péri.



Les résultats de benzène montrent que les sites de Foch et de Pasteur sont environ 5 fois plus chargés en COV que Seyssinet Pariset et surtout que Gabriel Péri.

Les prélèvements effectués pendant ces huit semaines permettent d'estimer le risque de dépasser l'objectif de qualité de 2 µg/m³ et la valeur limite de 5 µg/m³ en moyenne annuelle.

Sur les grands boulevards grenoblois (sites de Foch et de Pasteur), ce risque semble très important. (Il est à préciser que les concentrations de composés organiques volatils en période estivale sont généralement plus faibles qu'en hiver donc inférieures à la moyenne annuelle).

CONCLUSION

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

La période d'étude, fixée de la mi-juin à début août 2001, n'était pas la plus favorable à l'observation de concentrations élevées en polluants d'origine automobile.

Toutefois, cette période a été dans l'ensemble conforme aux normales saisonnières avec des températures contrastées et quelques épisodes pluvieux, évènements météorologiques classiques pour la saison d'été.

L'étude met en évidence une forte pollution dans le secteur des grands boulevards grenoblois. 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 au niveau des stations de mesures, permettent de confirmer l'importance du trafic automobile sur ce secteur (plus de 55 000 véhicules par jour à Foch et près de 40 000 véhicules par jour à Pasteur en moyenne pendant la période d'étude).

Trois polluants posent problème sur ces deux sites. Il s'agit des poussières (PM10), du benzène et de façon moins conséquente du dioxyde d'azote (NO₂).

Pour le NO₂, même si les seuils d'alerte et d'information de la loi sur l'air n'ont pas été atteints, le seuil de vigilance de 120 µg/m³ a néanmoins été dépassé sur 26 jours à Foch et sur 4 jours à Pasteur.

Concernant les poussières et le benzène, la Communauté Européenne fixe des seuils limites à ne pas dépasser pour 2005 et 2010. **Ces valeurs sont à l'heure actuelle déjà dépassées sur les grands boulevards.**

D'un point de vue de santé publique, ces résultats sont d'autant plus inquiétants que ce sont autour de ces deux sites que la densité de population est la plus forte.

Sur les trois autres sites de mesures, c'est à dire le site de Seyssinet-Pariset, le site installé sur l'avenue Gabriel Péri à St Martin d'Hères et le site fixe urbain de St Martin d'Hères, aucune valeur réglementaire n'a été dépassée pendant la période d'étude.

Il est à noter que l'été est peu propice à l'accumulation des polluants d'origine automobile et que des mesures hivernales montreraient probablement des niveaux plus importants sur ces sites.

Pour évaluer l'impact de la mise en service de cette 3^{ème} ligne de tramway en terme de qualité de l'air, il aurait été intéressant de réaliser des simulations sur l'ensemble des voiries subissant des modifications de trafic. Les données requises au modèle street 4.0 (simulation à l'échelle de la rue) utilisé par l'ASCOPARG sont les suivantes :

Données météorologiques

- Direction du vent moyen à 10 mètres du sol
- Vitesse moyenne du vent à 10 mètres du sol

Type de rue

- Configuration de la rue

Données topographiques

- Orientation de la rue
- % de pente de la rue

Données relatives au trafic

- Composition de la flotte de véhicules de l'année d'étude
- Trafic moyen journalier
- % de véhicules particuliers
- % de véhicules utilitaires légers
- % de poids lourds
- % de deux roues
- Vitesse moyenne journalière des véhicules
- % de bouchons

Données de pollution de fond sur l'agglomération

- Concentration moyenne annuelle de benzène de l'année d'étude
- Concentration moyenne annuelle de PM10 de l'année d'étude
- Concentration moyenne annuelle de monoxyde de carbone de l'année d'étude
- Percentile 98 de dioxyde d'azote de l'année d'étude

Les données relatives au trafic (état actuel et après la mise en service du tramway) n'ayant pas pu être fournies à l'ASCOPARG, aucune simulation chiffrée n'a pu être effectuée dans le cadre de cette étude.

Toutefois, deux informations qualitatives nous ont été communiquées : sur les voiries empruntées par le tramway, le trafic moyen journalier et les bouchons devraient diminuer (et en particulier sur les grands boulevards grenoblois). Ces deux évolutions seront favorables à une amélioration de la qualité de l'air le long de ces axes.