

ASCOPARG



Membre agréé du réseau **Atmo**

CAMPAGNE DE MESURES SUR LES GRANDS BOULEVARD DE GRENOBLE

*Etat initial de la qualité de l'air avant le passage en site propre de la
ligne de bus n°5 et la création d'un nouveau passage à feu*

Participants :

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

Cartographie S.I.G. et relecture : V.Vestri

Rédaction du rapport : S.Socquet

Nombre de pages du rapport : 31

11 oct.-99	S.Socquet	N.Vigier
<i>Date</i>	<i>Auteur + visa</i>	<i>Approbateur + visa</i>

Résumé

L'objectif de cette campagne de mesures est double :

- ◆ établissement d'un état initial de la qualité de l'air sur les grands boulevards dans un premier temps
- ◆ estimer dans un second temps l'impact de futures modifications de l'infrastructure routière sur les boulevards Foch et Vallier.

Les mesures ont été réalisées du 26 avril au 10 mai 1999 dans des conditions climatiques peu favorables aux accumulations de polluants. Le niveau de vigilance en dioxyde d'azote a été cependant franchi sur les deux sites de mesures. Aucun dépassement n'est enregistré concernant les poussières en suspension.

Les concentrations enregistrées sur le site du boulevard Foch, tous polluants confondus, sont plus élevées que celles du boulevard Vallier. Elles évoluent dans le temps de façon similaire et demeurent dans le même ordre de grandeur.

CAMPAGNE DE MESURES SUR LES GRANDS BOULEVARDS DE GRENOBLE

Etat initial de la qualité de l'air avant le passage en site propre de la ligne de bus n°5 et
la création d'un nouveau passage à feu

1. CONTEXTE	3
2. CLIMATOLOGIE ET TOPOGRAPHIE	4
3. LA REGLEMENTATION EN AIR AMBIANT	4
4. TYPOLOGIE DES STATIONS DE MESURES	6
4.1.1. LES DIFFERENTS TYPES DE STATION	6
4.1.2. CRITERES PRINCIPAUX REPRESENTATIFS D'UNE STATION «TRAFIC»	6
5. MATERIEL ET METHODE	7
6. CARACTERISTIQUES DES SITES DE MESURES	9
7. POPULATION CONCERNEE	9
8. RESULTATS	12
8.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES	12
8.2. TRAFIC ROUTIER	12
8.3. NIVEAUX MESURES	14
8.3.1. LES OXYDES D'AZOTE	14
8.3.2. POUSSIERES EN SUSPENSION ET FUMEEES NOIRES	21
9. CONCLUSION	26
10. ANNEXE : LA REGLEMENTATION EN AIR AMBIANT	27
10.1. LA LOI SUR L'AIR	27
10.2. TABLEAU RECAPITULATIF DES VALEURS FIXEES PAR LA LOI SUR L'AIR	28
10.3. LES DIRECTIVES EUROPEENNES	29
10.4. L'EVOLUTION DES DIRECTIVES EUROPEENNES	30

1. CONTEXTE

L'objectif de cette campagne est, dans un premier temps, de fournir les éléments relatifs à la qualité de l'air permettant d'évaluer, dans un second temps, parmi d'autres paramètres comme le bruit, l'impact d'aménagements d'infrastructures urbaines. Le contexte de cette campagne de mesures sur les grands boulevards de Grenoble a été évoqué ainsi :

« Deux projets se mettent actuellement en place sur les grands boulevards de Grenoble qui enregistrent un trafic moyen de 65 000 véhicules par jour.

- la création d'un nouveau passage à feu à l'intersection de la rue Lanoyerie et du boulevard Foch, visant à ralentir la vitesse de déplacements sur cette section urbaine et à faciliter les mouvements de tourne à droite,
- le passage en site propre (voie réservée) de la ligne 5 de bus, préfigurant le passage de la 3^{ème} ligne de tramway.

Dans ce contexte, la ville de Grenoble souhaite mettre en place un processus d'évaluation environnementale en matière de pollution atmosphérique et de nuisances sonores. »

Dans ce cadre, la ville de Grenoble a souhaité que l'Ascoparg établisse un état initial de la qualité de l'air avant la création des aménagements cités ci-dessus.

Les polluants mesurés dans cette étude sont uniquement les polluants primaires (directement émis par les sources de pollution) susceptibles d'atteindre des niveaux réglementaires à proximité d'un axe important de circulation. Il s'agit des polluants suivants :

- poussières en suspension de taille inférieure à 10 µm (appelées PM10),
- oxydes d'azote (NO, NO₂),
- fumées noires (FN).

La mesure de l'ozone, 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 fixe de l'Ascoparg, ce polluant n'est analysé que sur les sites urbains, périurbains et ruraux¹.

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.

Compte tenu du calendrier des travaux, la présente étude ne comprend qu'une période de mesures du 26 avril au 10 mai 1999. Les données recueillies ne sont donc représentatives que d'une période printanière peu propice à l'accumulation des polluants. Des résultats représentatifs d'une année entière nécessiteraient une période de mesures par saison.

¹ Voir paragraphe 6 sur la typologie des stations de mesures

2. 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 mètres².

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 à la dispersion verticale des masses d'air pollué.

Dans l'agglomération grenobloise, le relief constitue donc un facteur aggravant en terme de pollution atmosphérique.

3. LA REGLEMENTATION EN AIR AMBIANT

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 récente, 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.

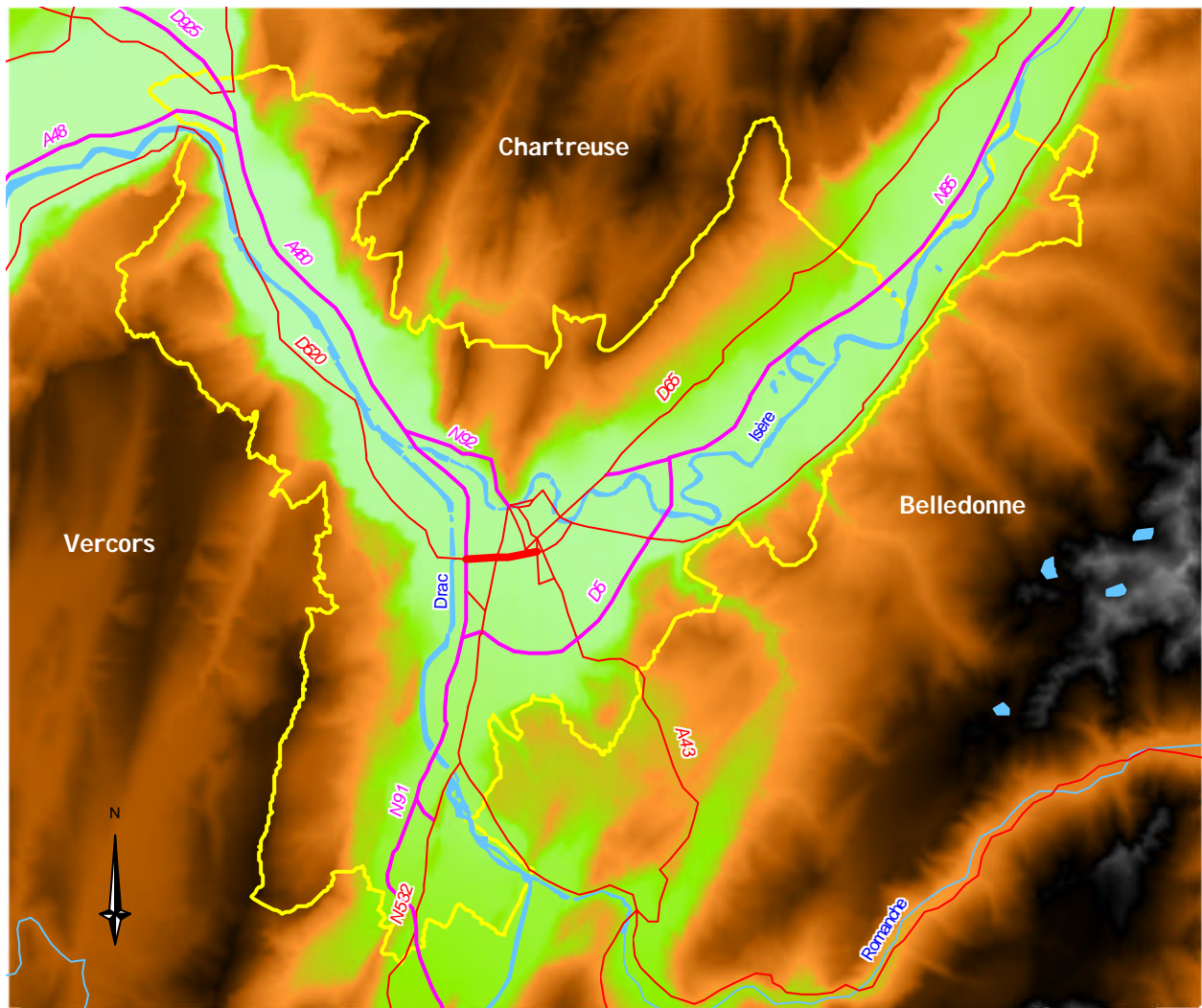
Une explication détaillée de la réglementation actuellement en vigueur, extraite du rapport ASCOPARG «Qualité de l'air 1998», est consultable en annexe de ce rapport.

Les résultats exprimés dans le chapitre 8, ainsi que les courbes et tableaux ad hoc, sont comparés par rapport aux objectifs de qualité et les valeurs limites fixés par les réglementations européenne et française.

² Voir fiche 1 « Visualisation de la topographie ».

Visualisation de la topographie

UNITE URBAINE de GRENOBLE

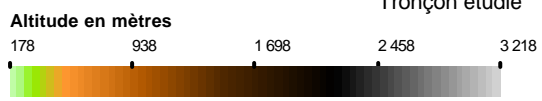
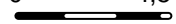


Informations : Modèle numérique d'altitude (MONA) avec une maille planimétrique de 3 secondes d'arc.

Légende :

-  Contour unité urbaine
-  Réseau hydrographique
-  Réseau routier
-  Réseau autoroutier
-  Tronçon étudié

Echelle : 0 4,5 km



Source :
ASCOPARG ®
GEOSYS DATA

Copyright 1999



Membre agréé du réseau 

4. TYPOLOGIE DES STATIONS DE MESURES

Au début de l'année 1999, sont parus des recommandations officielles³ fixant les critères de classification et d'implantation d'un site de mesures (recommandations issues d'un groupe de réflexion national).

4.1.1. Les différents types de station

- **Station trafic** : représentative du niveau maximum d'exposition de la population résidant à proximité d'une infrastructure routière. La topographie du site peut constituer un facteur aggravant (rues encaissées peu ventilées).
- **Station industrielle** : représentative du niveau de pollution induit par des phénomènes de retombées de panache ou d'accumulation issus d'une source industrielle.
- **Station urbaine** : représentative du niveau d'exposition moyen de la population des centres urbains.
- **Station périurbaine** : suivi de la pollution photoxydante en périphérie des agglomérations.
- **Station rurale régionale** : surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de "fond".
- **Station rurale nationale** : surveillance de la pollution atmosphérique de "fond" issue des transports de masses d'air à longue distance, notamment transfrontaliers.
- **Station d'observations spécifiques** : utilisée pour des besoins spécifiques tels que l'aide à la modélisation ou à la prévision.

Il convient de rappeler que le but d'une station «trafic» est de «fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum d'exposition auquel la population située en proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée ».

4.1.2. Critères principaux représentatifs d'une station «trafic»

- La station doit se situer soit près d'une voirie supportant un trafic supérieur à 10 000 véhicules par jour soit dans une voie comportant un risque d'accumulation de pollution (rue canyon).
- Le rapport R des moyennes annuelles en monoxyde et dioxyde d'azote doit être supérieur à 2 ($\text{NO}/\text{NO}_2 > 2$) en partie par billion (ppb).
- La distance maximale par rapport à une voie est de 5 m.

³ Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air : recommandation du groupe de travail «caractérisation des sites». Décembre 1998.

5. MATERIEL ET METHODE

L'Ascoparg utilise pour cette étude les données de la station «trafic» fixe du 56-58 boulevard Foch et celles d'une remorque laboratoire placée à la hauteur du 42 boulevard J.Vallier. Ce deuxième point de mesures est nécessaire pour obtenir une représentativité minimum sur l'ensemble des grands boulevards. Ce site est également assimilable à une station «trafic». Les deux sites sont positionnés sur la photographie aérienne de la fiche 2.



Remorque laboratoire

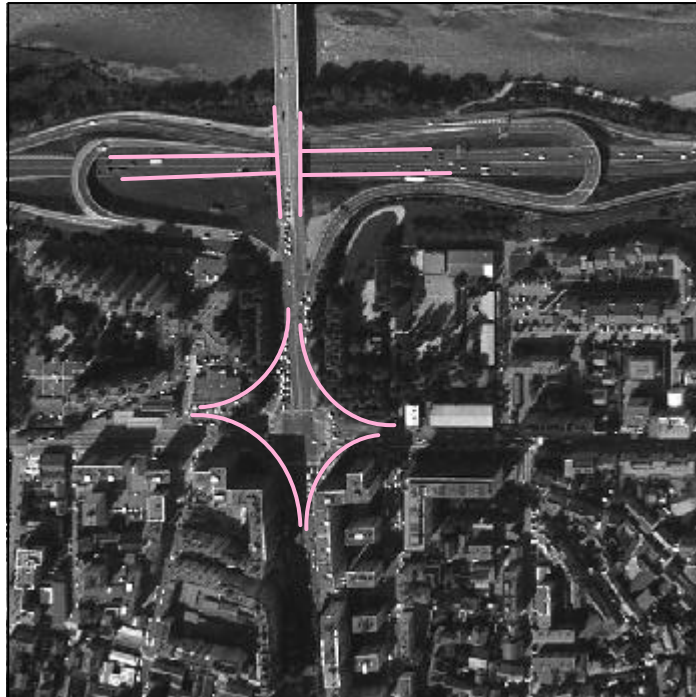
Pour établir un bilan initial et estimer l'importance des dépassements de valeurs réglementaires, il est indispensable de disposer de données précises, déclinées dans la mesure du possible de manière horaire. Les mesures doivent dans ce cas être réalisées avec le même type d'analyseurs que ceux utilisés pour le réseau fixe de l'Ascoparg.

Le site supplémentaire sur le boulevard J.Vallier est sondé à l'aide d'une remorque laboratoire équipée de capteur identiques à ceux du réseau fixe. Ces analyseurs sont étalonnés avec les mêmes gaz de référence que ceux utilisés pour le réseau fixe à la même période et soumis aux mêmes contrôles d'assurance qualité.

Le matériel embarqué dans la remorque laboratoire est le suivant :

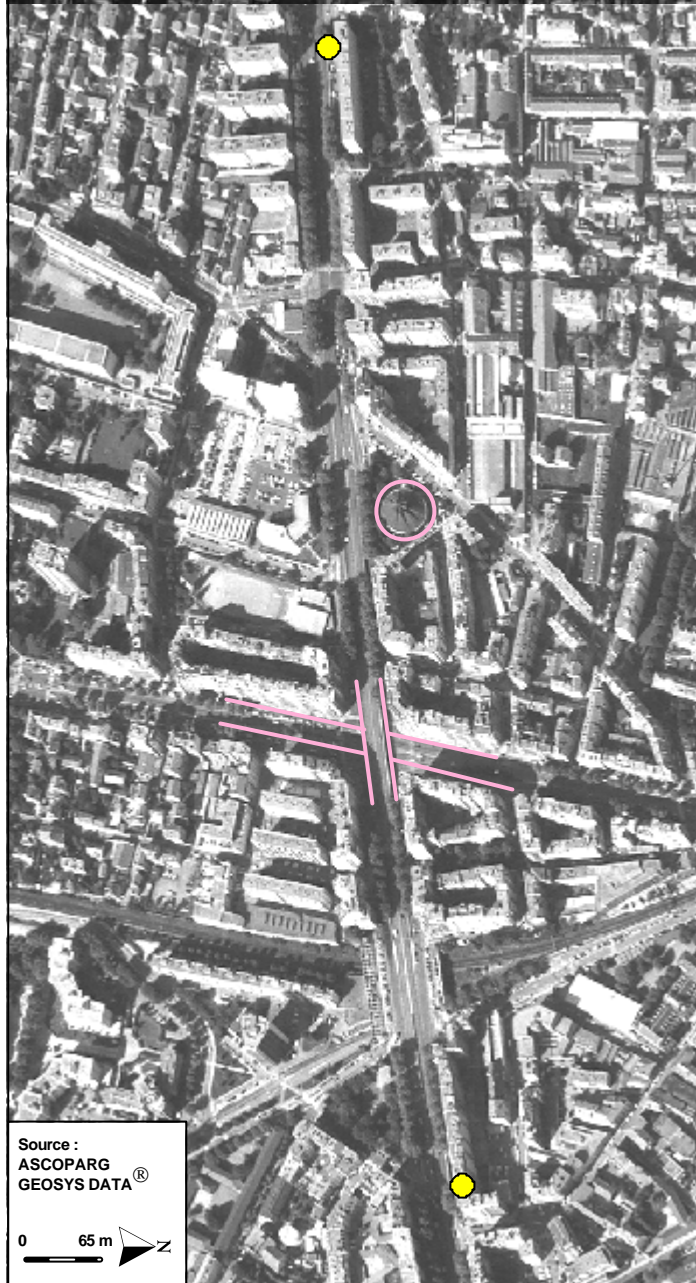
Matériel mobile	Type	N° série
Analyseur de monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO2)	SERES Nox2000	7798114
Analyseur de poussières en suspension	Rupprech & Patashnick co - TEOM 1400 A	N°140pb216189707
Préleveur de fumées noires	Filtromat Environnement SA	N°180
Analyse par réflectométrie en laboratoire selon la norme NFX 43-005	Photovolt 577	N°2195

Paysage urbain "grands boulevards"



Pont de Catane

Carrefour
- Bd J Vallier
- Rue Ampère
- Av Rhin & Danube



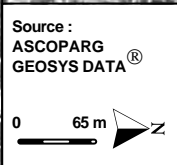
Site d'étude :
Joseph Vallier

Eglise St Jean

Carrefour :
- Bd Foch
- Crs Libération

Voies ferrées

Site fixe :
Foch



Joseph VALLIER



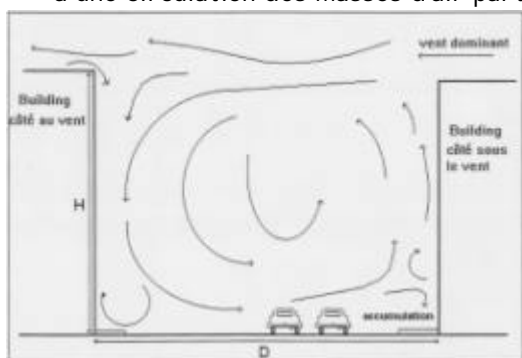
FOCH



6. CARACTERISTIQUES DES SITES DE MESURES

Dans le chapitre «résultats» des comparaisons sont établies avec deux sites fixes «urbains», Villeneuve et Fontaine, pour mettre en évidence les différences de concentrations entre des sites proches du trafic et des sites ne subissant aucune influence directe de la circulation automobile.

- ✓ Les sites Foch et Vallier subissent un trafic journalier moyen entre 46 000 et 65 000 véhicules par jour pour Foch et entre 27 000 et 46 000 sur Vallier⁴. Ils sont au-dessus des 10 000 véhicules/jours requis pour appartenir à la catégorie «trafic».
- ✓ La distance de la ligne de prélèvement par rapport à la rue est de 3 mètres au boulevard Foch et de 1mètre sur le site mobile du boulevard Vallier.
- ✓ La portion de voirie étudiée se présente perpendiculairement à l'axe nord/sud, direction empruntée par la majorité des vents soufflant dans le «Y» grenoblois. La configuration des boulevards Foch et Vallier est de type «canyon» avec des immeubles hauts de part et d'autre de la voirie. Une situation «canyon» engendre des phénomènes d'accumulation de polluant due à une circulation des masses d'air particulière.



Circulation des masses d'air dans une rue «canyon».

- ✓ Une rue est considérée comme «canyon» lorsque le rapport H/D est supérieur à 0,7. Il y a donc risque d'accumulation de polluants sur ces portions de voirie. Le phénomène pourrait être moins marqué sur le boulevard Vallier : en effet, certains immeubles situés «côté au vent» étant perpendiculaires à la chaussée, la circulation des masses d'air devrait être favorisée.

7. POPULATION CONCERNEE

Avec 150 758 habitants (recensement général de la population INSEE de 1990), Grenoble est la ville la plus peuplée du département (environ 15 % de la population totale du département). Sa densité de population est de 8 315 habitants au km², pour une superficie de 18 km².

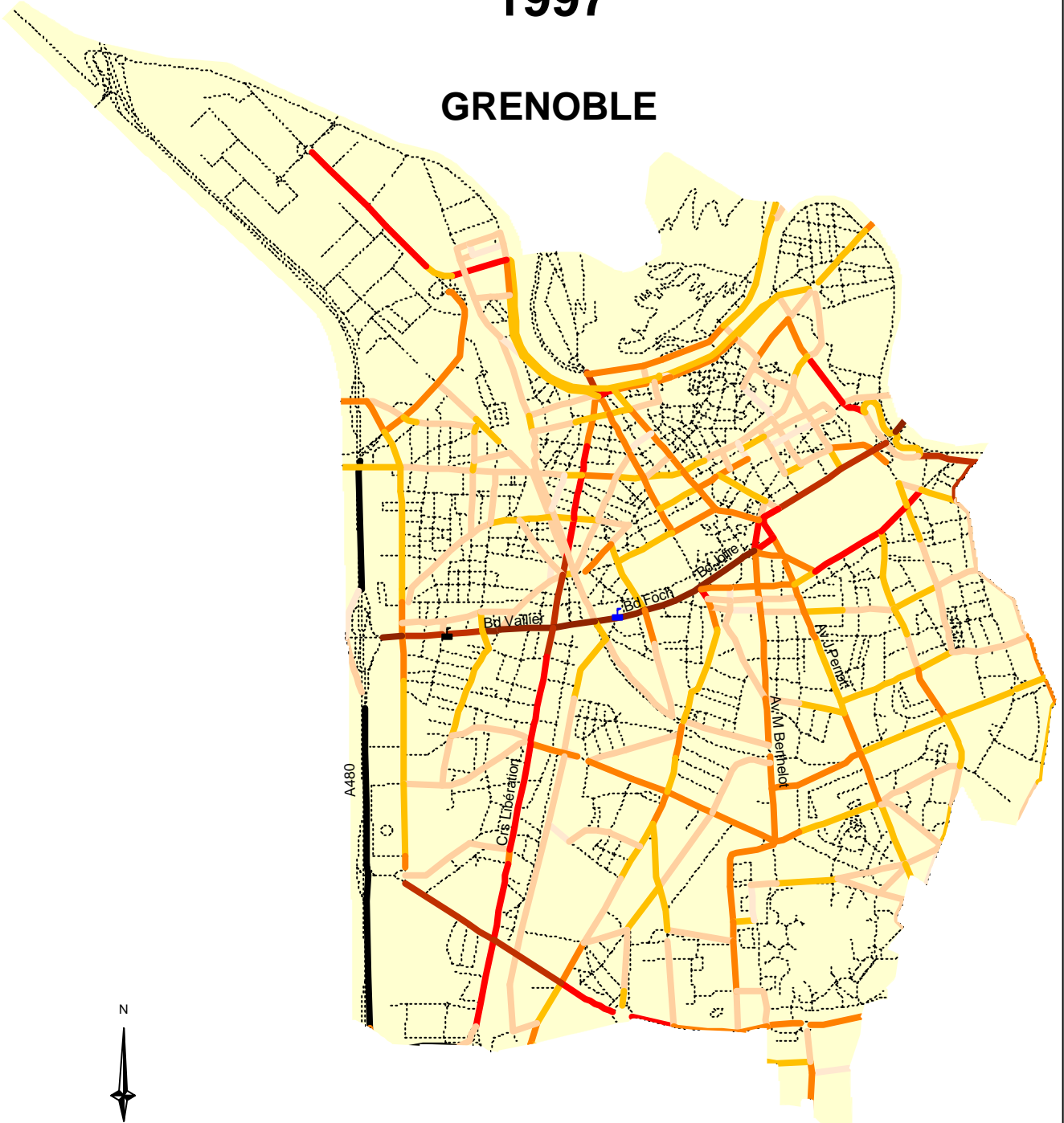
Du pont de Catane à la place Paul Mistral vivent 8,1% de la population grenobloise sur une bande de 100 mètres de largeur, soit 12 194 habitants⁵.

⁴ Voir fiche 3 « Comptages routiers 1997 ».

⁵ Voir fiche 4 « Population localisée à proximité des grands boulevards ».

Comptages routiers 1997

GRENOBLE



Information : Les comptages routiers sont issus - de moyennes journalières annuelles (DDE)
- de données du logiciel DAVIS
Ce logiciel permet d'exécuter des simulations en fonction d'hypothèses portant sur les projets d'aménagement ou les scénarii d'urbanisation.

Légende :

Comptages routiers 1997
(TMJA : trafic moyen journalier annuel)

- inf. à 1 500
- 1 500 - 6 900
- 6 900 - 11 000
- 11 000 - 19 400
- 19 400 - 27 000
- 27 000 - 46 000
- 46 000 - 65 000
- sup. à 65 000

Source :
ASCOPARG
DDE 38
Magellan Géomatique

Echelle : 0 700 m

- Réseau routier
(trafic inconnu)
- Commune de Grenoble
- Site d'étude : J. Vallier
- Site fixe : Foch

Copyright
1999

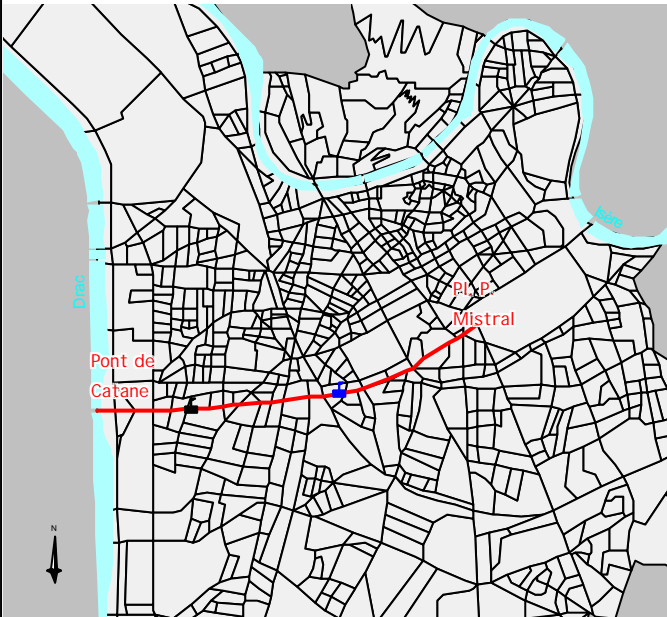


Membre agréé du réseau **Aimo**

Zones sensibles

Population localisée à proximité des grands boulevards

Localisation du tronçon

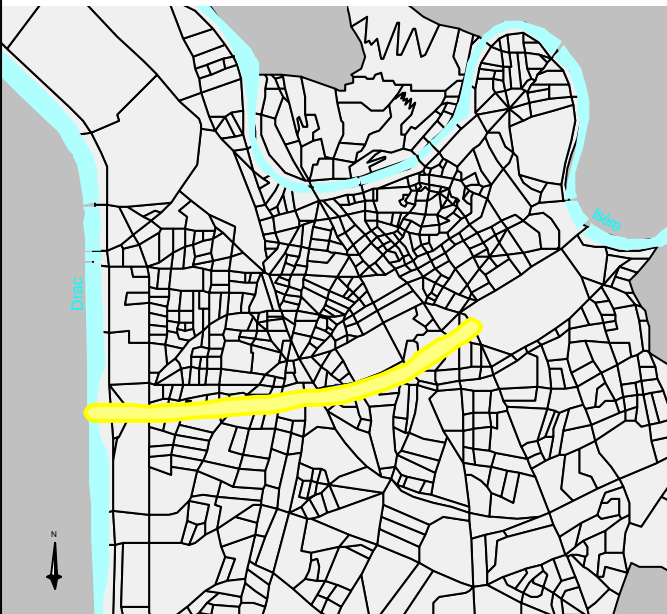


Info. Identification du tronçon *Bd Foch*
Bd J. Vallier
Bd Mal Joffre
Longueur tronçon 2,6 km
Trafic journalier moyen annuel 67 395 véh./jour
(1997)

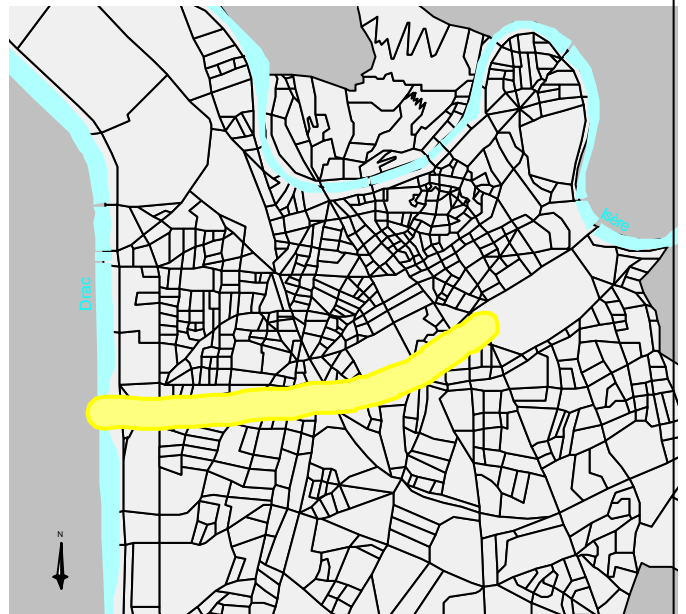
Bande 50 m 6 483 hab sont concernés
soit 4,3 % de la population de Grenoble

Bande 100 m 12 194 hab sont concernés
soit 8,1 % de la population de Grenoble

Bande de 50 mètres



Bande de 100 mètres



Légende :

- Contour des îlots sur la commune de Grenoble
- Réseau hydrographique
- Tronçon étudié
- Bandes de 50, 100 m de part et d'autre de la voie
- Site de mesures : J. Vallier
- Site fixe : Foch

Echelle : 0 1 km

Copyright 1999



Membre agréé du réseau Aimo

Source :
ASCOPARG
Magellan Géomatique

8. RESULTATS

8.1. Conditions météorologiques (cf. fiche 5)

La période de mesures est marquée par la présence d'une dépression située sur l'Espagne jusqu'au 3 mai, générant un courant de sud/sud-est porteur de perturbations. Les températures maximales sont douces et supérieures de parfois 10°C par rapport aux normales saisonnières.

La dépression se déplace ensuite sur le golfe de Gène les 3 et 4 mai.

Le 8 mai est la seule journée de la période qui se distingue par sa température plus fraîche et sa pluviométrie, la plus importante de la période.

La météorologie n'est donc pas propice à une accumulation de polluants pendant la période de mesures. Les températures douces pour la saison et l'ensoleillement souvent présents l'après-midi sont par contre favorable à la formation de l'ozone en site «urbain» et «périurbain».

Le polluant principal responsable de l'indice ATMO du 26 avril au 11 mai est l'ozone. La qualité de l'air moyenne sur la période oscille de 3 « bonne » les jours perturbés, à 6 « médiocre » les jours ensoleillés.

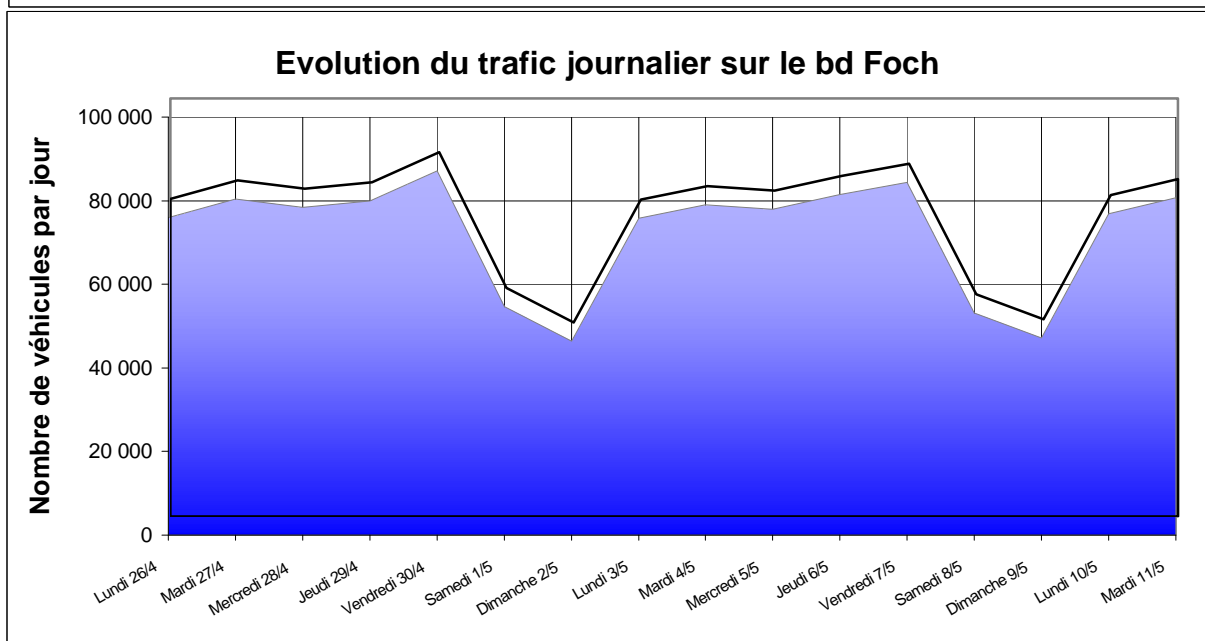
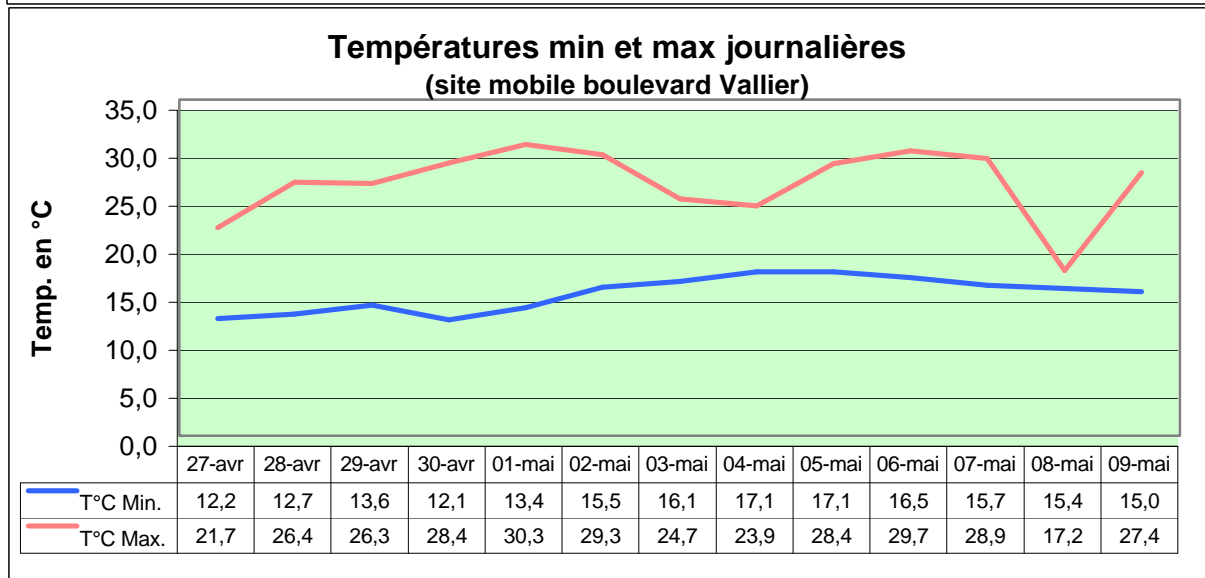
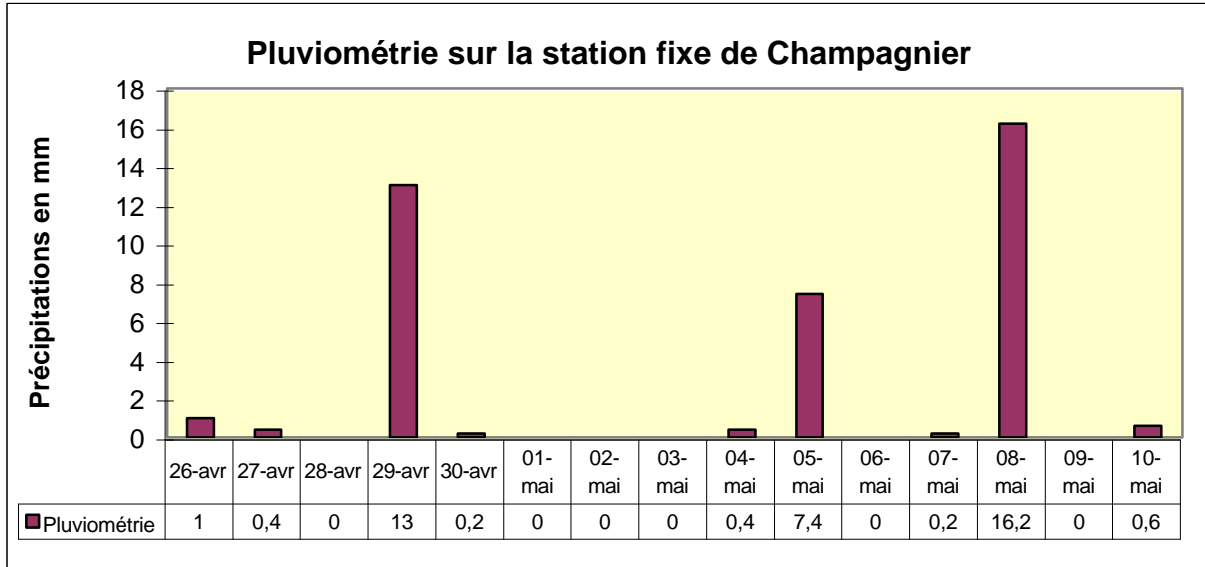
8.2. Trafic routier (cf. fiche 5)

Le trafic moyen journalier enregistré par la boucle de comptages routiers de la station de mesures du boulevard Foch entre le 26 avril et le 11 mai s'élève à 72 500 véhicules par jour. Cette valeur est supérieure aux données de 1997 fournies par la DDE (voir fiche 3). En effet les données issues du logiciel de simulation Davis indiquaient pour 1997 une fourchette de 46 000 à 65 000 véhicules par jour sur le boulevard Foch.

Le profil journalier du trafic sur la période est très régulier : en semaine, il avoisine les 80 000 véhicules par jour avec une pointe le vendredi et diminue fortement le week-end pour tomber à 45 000 véh/j le dimanche.

CLIMATOLOGIE & TRAFIC

Données journalières recueillies du 26 avril au 10 mai 1999



8.3. Niveaux mesurés

8.3.1. Les oxydes d'azote

Sur l'unité urbaine de Grenoble les transports routiers représentent 64% des émissions d'oxydes d'azote devant l'industrie (27%), le secteur résidentiel (5%) et l'énergie (4%).

8.3.1.1. Analyse des rapports Monoxyde d'azote/Dioxyde d'azote (NO/NO₂)

En conditions de proximité automobile, ce rapport annuel est supérieur à 1. En effet le polluant émis par les véhicules à moteur thermique est le monoxyde d'azote (polluant primaire) qui 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 supérieur à 1 traduit une influence automobile avec une présence majoritaire de polluants primaires. Un site classé «trafic» selon les règles nationales doit avoir un rapport annuel supérieur à 2. La station du boulevard Foch présente sur l'année 1998 un rapport NO/NO₂ de 2,11 caractéristique de cette classification.

Les rapports mesurés du 26 avril au 10 mai sont les suivants :

		Rapport NO/NO₂ concentrations en ppb
Remorque laboratoire	Bd Joseph Vallier	0,91
	Bd Foch (trafic)	0,97
Stations fixes ASCOPARG	Villeneuve (urbain)	0,23
	Fontaine (urbain)	0,26

Les rapports du tableau ci-dessus sont calculés à partir des concentrations moyennes journalières exprimées en ppb sur la période de mesures. La météorologie étant propice à la transformation de NO en NO₂, les niveaux de monoxyde d'azote sont bas et le rapport NO/NO₂ en dessous d'une valeur annuelle qui devrait se situer autour de 2.

Les rapports des boulevards Foch et Vallier (respectivement 0,97 et 0,91) sont similaires et préfigurent déjà d'une bonne homogénéité sur le tronçon de voirie étudié. Ils sont très supérieurs à ceux des sites urbains et mettent en évidence l'influence du trafic sur les concentrations de polluants sur les grands boulevards.

Les mesures permanentes de la station fixe du boulevard Foch sur 3 mois, de mars à mai 1999, permettent de calculer des rapports NO/NO₂ sur une période représentant le printemps. Les résultats obtenus ci-dessous sont cohérents par rapport à la campagne de mesures.

Rapports NO/NO₂ mesurés sur 3 mois sur les stations fixes ASCOPARG :

Mars-avril-mai 1999	
Rapport NO/NO₂ concentrations en ppb	
Bd Foch	1,18
Villeneuve	0,34
Fontaine	0,34

Les rapports NO/NO₂ sont habituellement beaucoup plus élevés en hiver, période la plus propice à la formation et à l'accumulation de NO.

8.3.1.2. Monoxyde d'azote (cf. fiche 6, tableau 1)

Il n'existe pas de réglementation concernant les niveaux de NO en air ambiant. Cette mesure traduit cependant l'activité du trafic automobile pour les moteurs thermiques principalement.

Les concentrations en moyenne comme en pointe, ne sont pas très élevées sur les grands boulevards durant la période de mesures. Les conditions climatiques et la saison expliquent ce phénomène :

- les passages perturbés favorisent la dispersion des polluants et les pluies font chuter les concentrations.
- les températures douces et l'ensoleillement, lors des jours de beau temps, favorisent les réactions photochimiques de transformation du NO en NO₂.

Au regard des courbes horaires de la fiche 6, les concentrations en NO des boulevards Vallier et Foch évoluent dans le temps de manière similaire, phénomène traduit par un bon coefficient de corrélation (0,75) entre les deux sites.

Les niveaux moyens du boulevard Vallier sont 29% en dessous du boulevard Foch. Les maxima horaires atteignent 330 µg/m³ sur Foch alors qu'ils ne s'élèvent qu'à 206 µg/m³ sur Vallier.

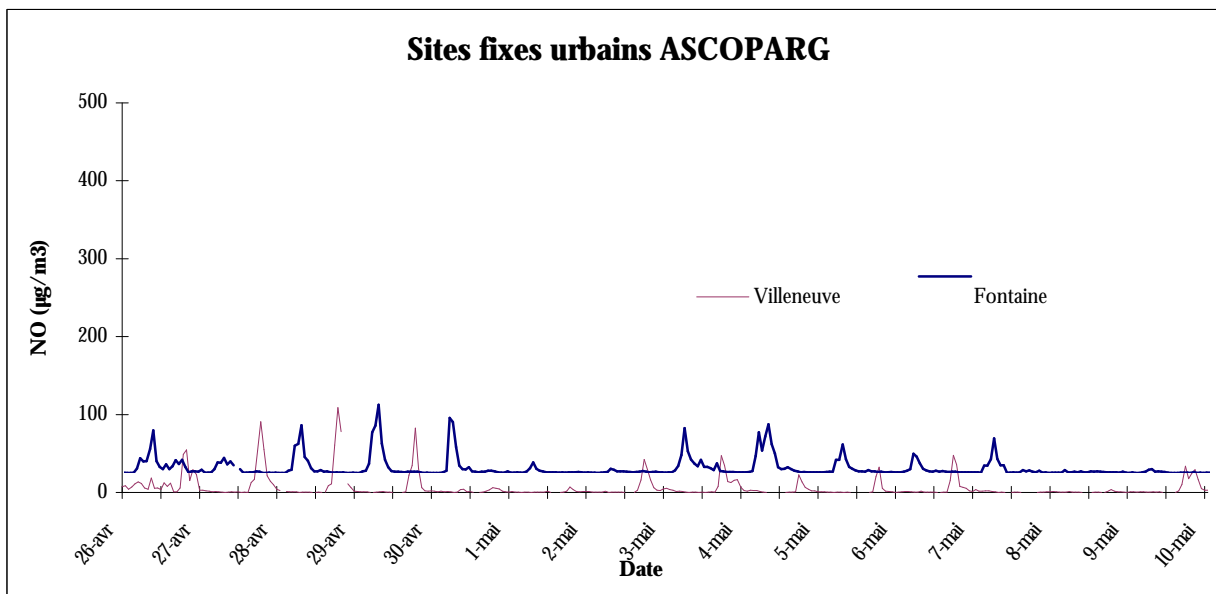
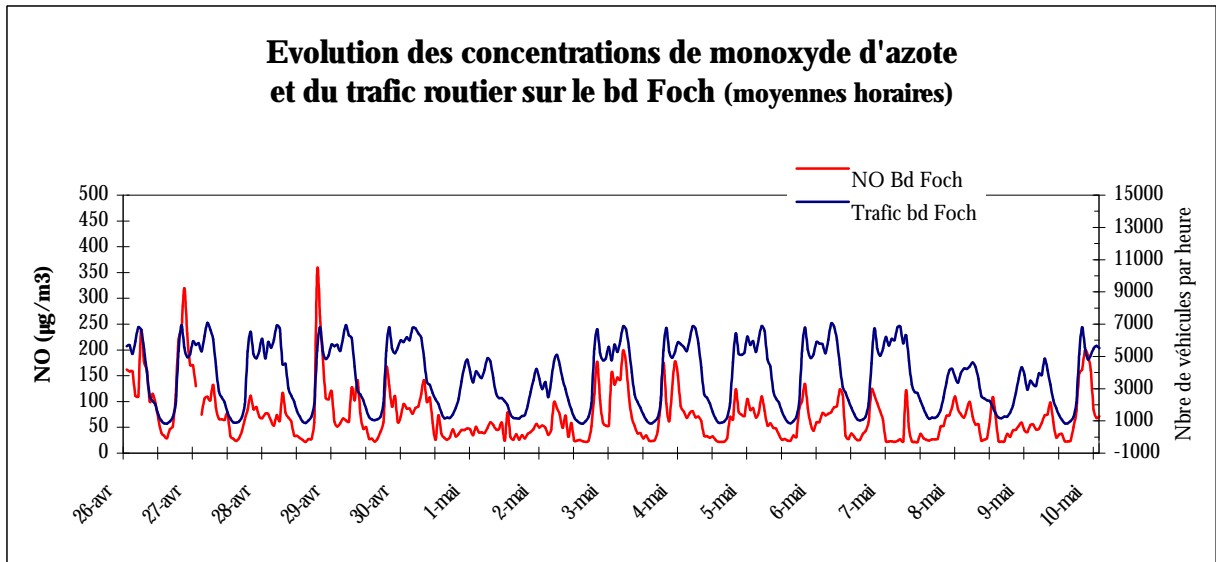
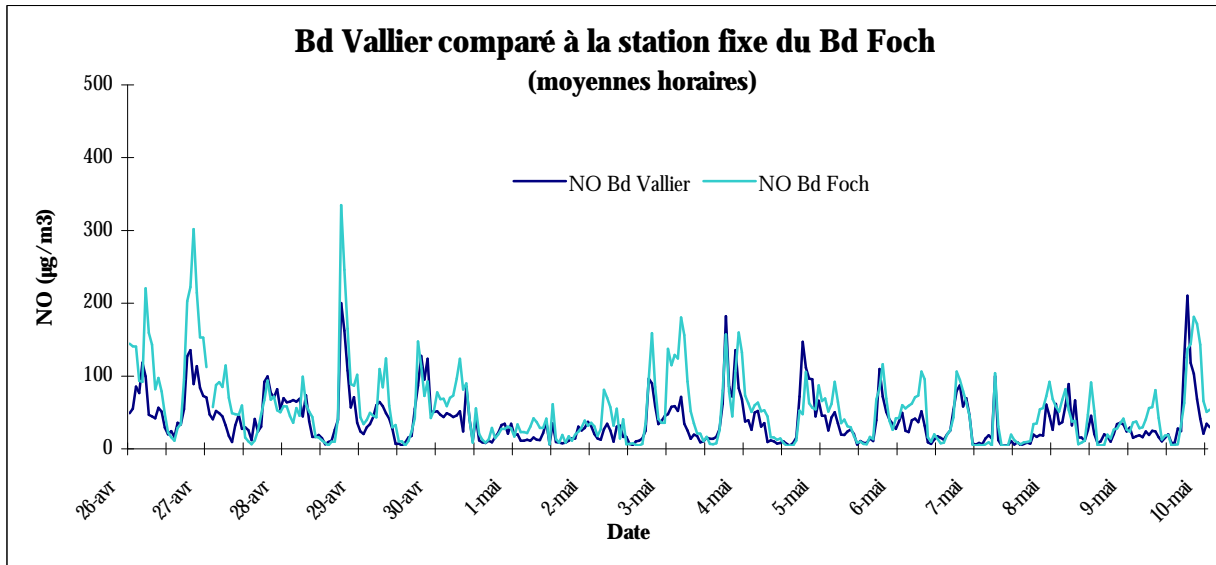
En dehors de l'influence de l'effet «canyon», il convient de rappeler que la station du boulevard Foch se situe sur le début de la pente de «l'auto-pont», sur le côté où les véhicules accélèrent alors que la remorque laboratoire est sur une portion plane. Cette situation pourrait expliquer en partie la différence de concentrations en NO entre les deux points de mesures. La construction d'un carrefour à feu à proximité de la station Foch et le passage à 2 voies sur le tronçon devraient modifier ce phénomène : ce sera l'objet d'une seconde campagne de mesures.

Les faibles niveaux enregistrés les week-end du 1^{er} et 2 mai, ainsi que le 8 et 9 mai, indiquent une bonne corrélation avec le trafic routier, qui chute de moitié durant ces deux week-end. La même situation se présente sur les sites urbains de Fontaine et Villeneuve.

La comparaison des concentrations de monoxyde d'azote avec le trafic sur le boulevard Foch montre une évolution temporelle similaire avec des pointes de monoxyde d'azote en début et en fin de journée et des faibles niveaux la nuit.

Enfin, les sites urbains présentent des niveaux de NO très bas par rapport aux sites trafic car ils ne subissent pas d'influence directe de voies automobiles. Les niveaux moyens de NO enregistrés à Villeneuve, représentatifs d'une exposition moyenne de la population, sont cependant bien corrélés avec les résultats des sites trafic. Le coefficient de corrélation horaire de 0,67, entre le boulevard Vallier et Villeneuve, traduit une influence générale du trafic automobile des grands boulevards sur la qualité de l'air globale de Grenoble.

COMPARAISON du SITE MOBILE par rapport aux SITES FIXES Données horaires recueillies du 26 avril au 10 mai 1999 - Monoxyde d'azote (NO)



-Tableau 1-

Concentrations de NO mesurées

		Sites trafic		Sites urbains	
		Bd J.Vallier	Bd Foch	Villeneuve	Fontaine
Période du 26/4/99 12h au 10/05/99 13h					
Validité	Nombre de valeurs horaires valides	100,0%	99,7%	99,4%	99,7%
	Nombre de valeurs journalières valides	100%	100%	100%	100%
Statistiques horaires	Percentile 98 horaire (µg/m3)	125,6	183,3	53,6	55,3
	Médiane horaire (µg/m3)	25,0	37,9	1,0	1,5
	Minimum horaire (µg/m3)	0,3	0,0	0,0	0,0
	Maximum horaire (µg/m3)	206,3	330,5	108,8	87,5
Statistiques journalières	Minimum journalier (µg/m3)	14	22	0	1
	Maximum journalier (µg/m3)	49	95	13	13
	Moyenne journalière (µg/m3)	33	46	5	6
Comparaison aux sites fixes	Ecart en % de la moyenne / aux sites fixes		-29%	508%	448%
	Corrélation horaire par rapport aux sites fixes		0,76	0,67	0,01
	Corrélation journalière par rapport aux sites fixes		0,79	0,84	0,71

8.3.1.3.Dioxyde d'azote (cf. fiche 7, tableau 2)

Par rapport à la réglementation⁶, des dépassements du seuil horaire de vigilance de 120 µg/m³ ont été enregistrés sur les sites trafic boulevard Foch et Vallier avec respectivement 8 et 1 franchissements. Ces dépassements sont observables sur la fiche 7. La valeur limite fixée par la communauté européenne à 200 µg/m³ sur une heure est respectée sur tous les sites.

A titre de comparaison, les dépassements du seuil de vigilance de 120 µg/m³ ont été calculés sur les sites fixes de l'Ascoparg durant 3 mois (cf. tableau ci-dessous) :

Sites fixes Ascoparg			
Dépassement du seuil de 120 µg/m ³			
	Mars	Avril	Mai
Bd Foch	59	41	17
Villeneuve	0	5	0
Fontaine	2	0	0

Les maxima horaires mesurés sur la période de mesures atteignent 142,7µg/m³ sur le boulevard Foch et 120,8 µg/m³ sur le boulevard Vallier.

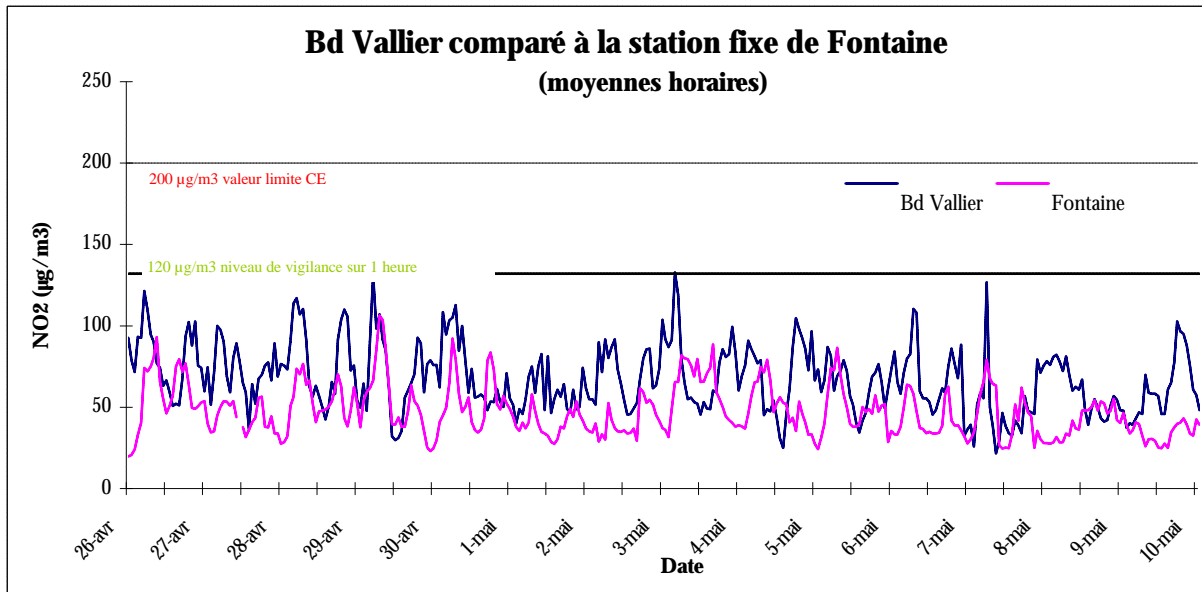
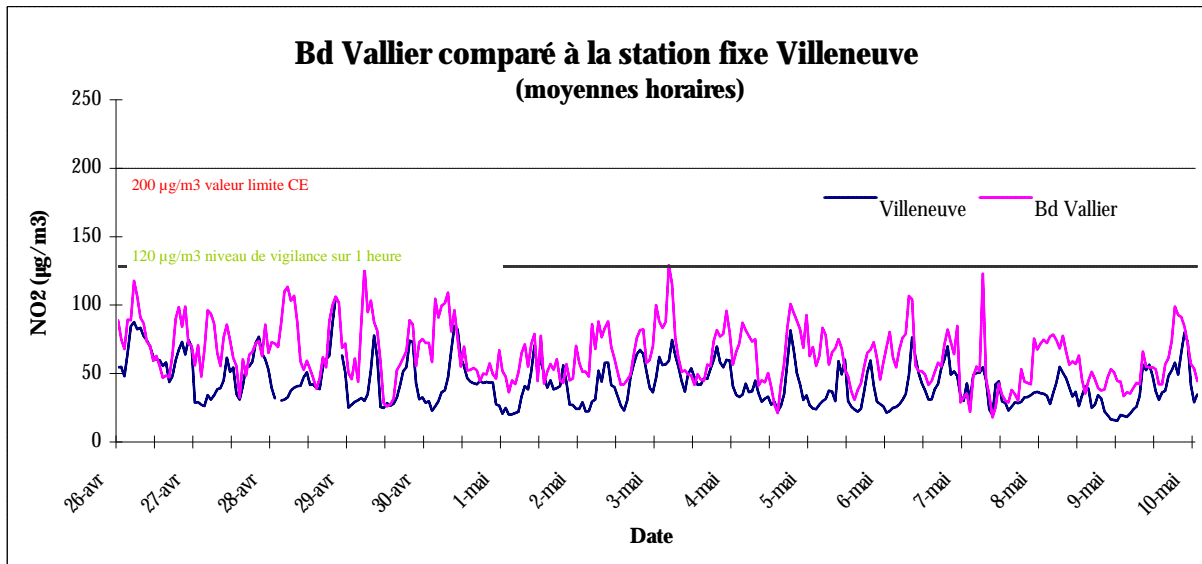
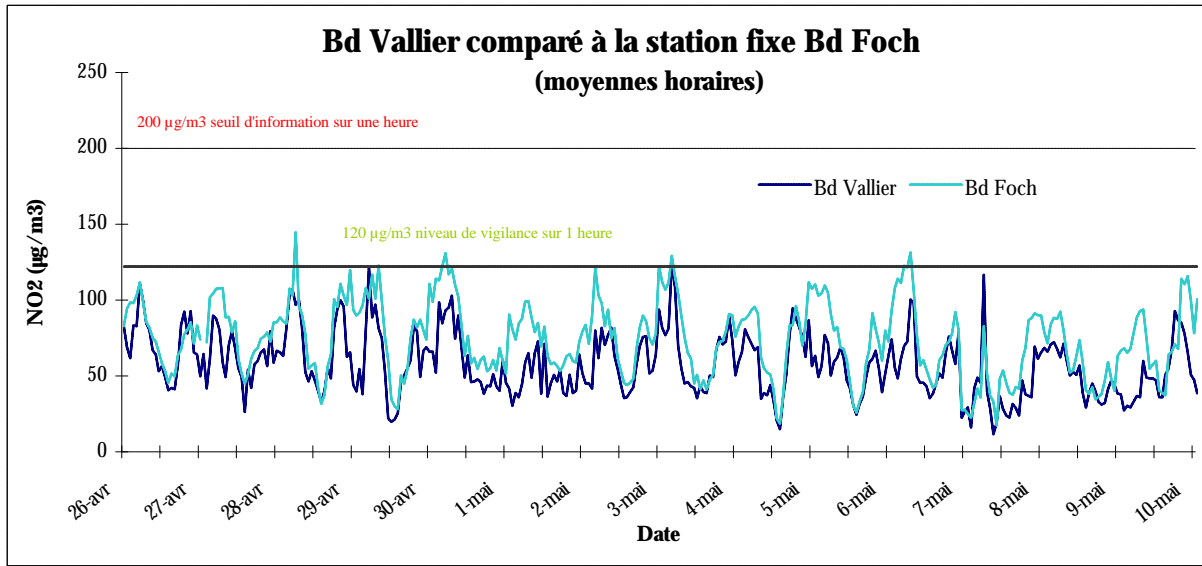
Les niveaux moyens en dioxyde d'azote, sont au-dessous de ceux du boulevard Foch (de 24%) en moyenne comme en pointe. Les corrélations horaires et journalières sont cependant bonnes entre les deux sites. Le NO₂ étant un polluant secondaire (non directement émis par une source), les concentrations sont donc moins reliées au trafic routier : les baisses de niveaux constatés le week-end pour le NO sont moins évidentes avec le NO₂.

Les concentrations moyennes mesurées sur les sites urbains de Villeneuve et Fontaine sont de l'ordre des 35 µg/m³ sur la période avec des maxima horaires d'environ 95 µg/m³.

⁶ Voir chapitre 10

COMPARAISON du SITE MOBILE par rapport aux SITES FIXES

Données horaires recueillies du 26 avril au 10 mai 1999 - Dioxyde d'azote (NO₂)



-Tableau 2-

Concentrations de NO₂ mesurées

<i>Période du 26/4/99 12h au 10/05/99 13h</i>		<i>Sites trafic</i>		<i>Sites urbains</i>	
		Bd J.Vallier	Bd Foch	Villeneuve	Fontaine
Validité	Nombre de valeurs horaires valides	100,0%	99,7%	99,4%	99,7%
	Nombre de valeurs journalières valides	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Statistiques horaires	Percentile 98 horaire (µg/m3)	101,0	120,3	74,1	73,6
	Médiane horaire (µg/m3)	52,5	72,3	32,3	32,5
	Minimum horaire (µg/m3)	9,6	15,5	7,3	7,8
	Maximum horaire (µg/m3)	120,8	142,7	97,5	94,5
Statistiques journalières	Minimum journalier (µg/m3)	37	47	22	22
	Maximum journalier (µg/m3)	65	84	42	48
	Moyenne journalière (µg/m3)	55	72	33	35
Dépassements des valeurs réglementaires	400 µg/m3 sur 1 heure (seuil d'alerte loi sur l'air)	0	0	0	0
	Nb j. touchés par 1 dep. du seuil de 400 µg/m3 / 1 h.	0	0	0	0
	200 µg/m3 sur 1 h (valeur limite CE) (1)	0	0	0	0
	Nb j. touchés par 1 dep. du seuil de 200 µg/m3 / 1 h.	0	0	0	0
	120 µg/m3 sur 1 h (seuil de vigilance)	1	8	0	0
Nb j. touchés par 1 dep. du seuil de 120 µg/m3 / 1 h.	1	5	0	0	
Comparaison aux sites fixes	Ecart en % de la moyenne / aux sites fixes		-24%	63%	57%
	Corrélation horaire par rapport aux sites fixes		0,75	0,52	0,22
	Corrélation journalière par rapport aux sites fixes		0,86	0,78	0,78

(1) : valeur limite à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile à partir du 01/01/2000

8.3.2. Poussières en suspension (PM10) et fumées noires (FN)

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 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.

8.3.2.1. Les poussières en suspension PM10 (cf. fiche 8, tableau 3)

La récente directive européenne d'avril 1999 fixe, pour les PM10, une valeur limite journalière à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 fois par an. Cette valeur est respectée sur la période de mesures.

Les niveaux moyens de PM10 entre les sites des boulevards Foch et Vallier sont très proches (respectivement $29,8$ et $27,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les variations temporelles des concentrations, comme le montrent les courbes de la fiche 8, sont également très similaires, indiquant ainsi une homogénéité certaine de ce polluant sur le tronçon étudié.

La courbe comparant le trafic et les niveaux de PM10 sur le boulevard Foch montre bien la corrélation entre ces deux paramètres. Comme pour le monoxyde d'azote, la chute du trafic durant les week-end fait baisser nettement les niveaux de poussières.

Les moyennes de concentrations sur les sites urbains de Villeneuve et Fontaine sont légèrement plus faibles. Les maxima horaires enregistrés sur ces sites sont similaires à ceux des grands boulevards avec des concentrations voisines de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces résultats montrent bien les caractéristiques de cette période de mesures, peu sujette aux accumulations de polluants et présentant des conditions météorologiques favorisant un brassage et une homogénéisation de l'atmosphère de Grenoble.

8.3.2.2. Les fumées noires (FN) (cf. fiche 9, tableau 4)

L'objectif de qualité pour les fumées noires est fixé par la réglementation française entre 100 et $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24h. Il est respecté sur les deux sites.

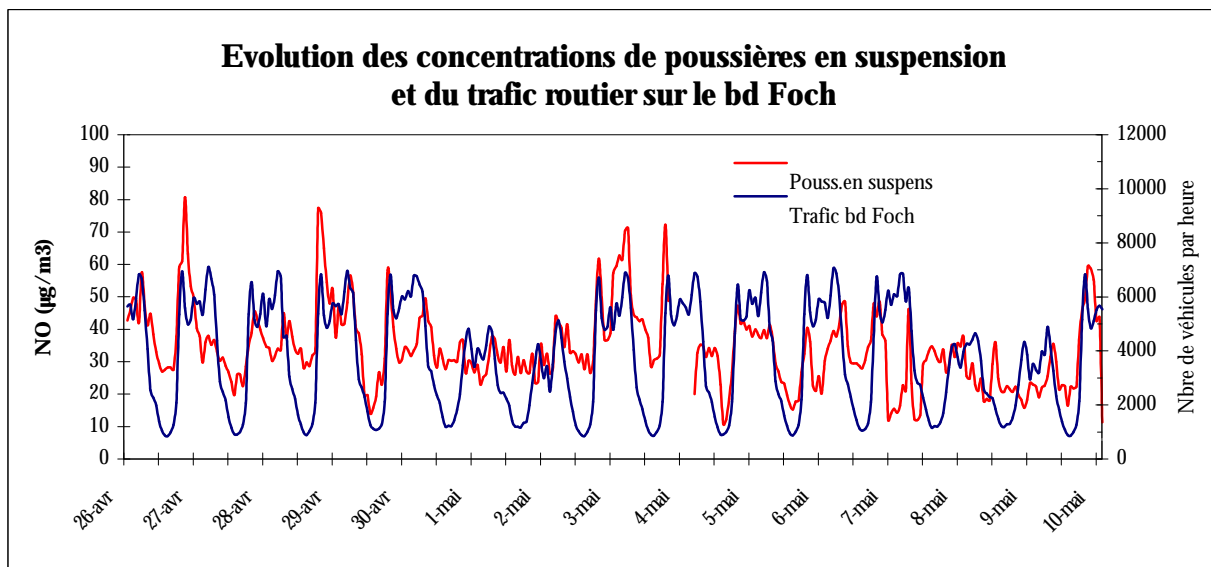
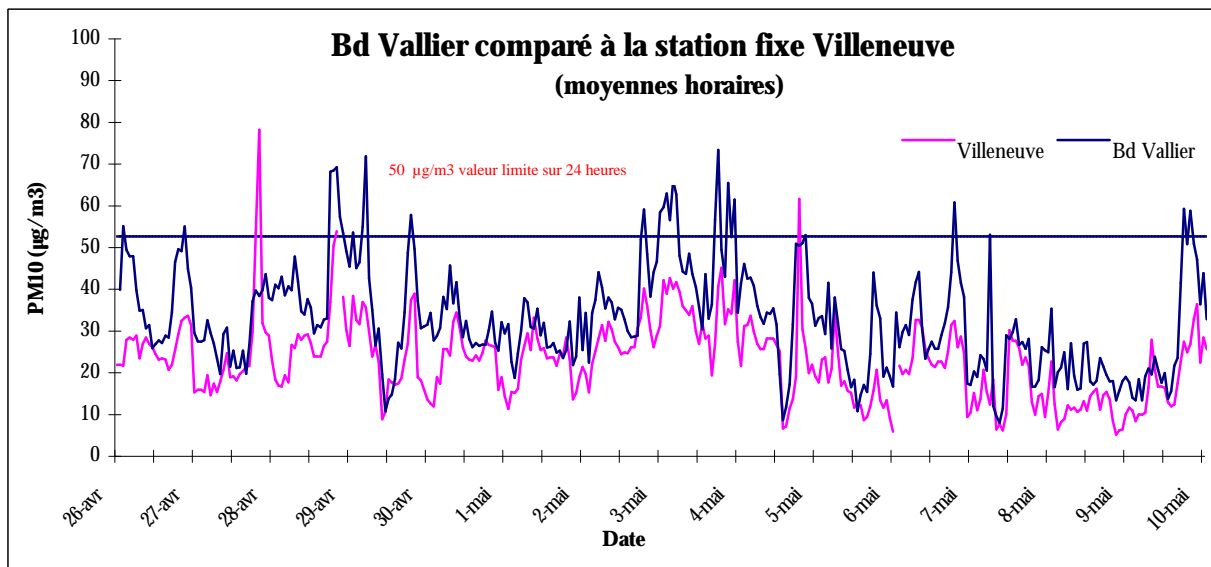
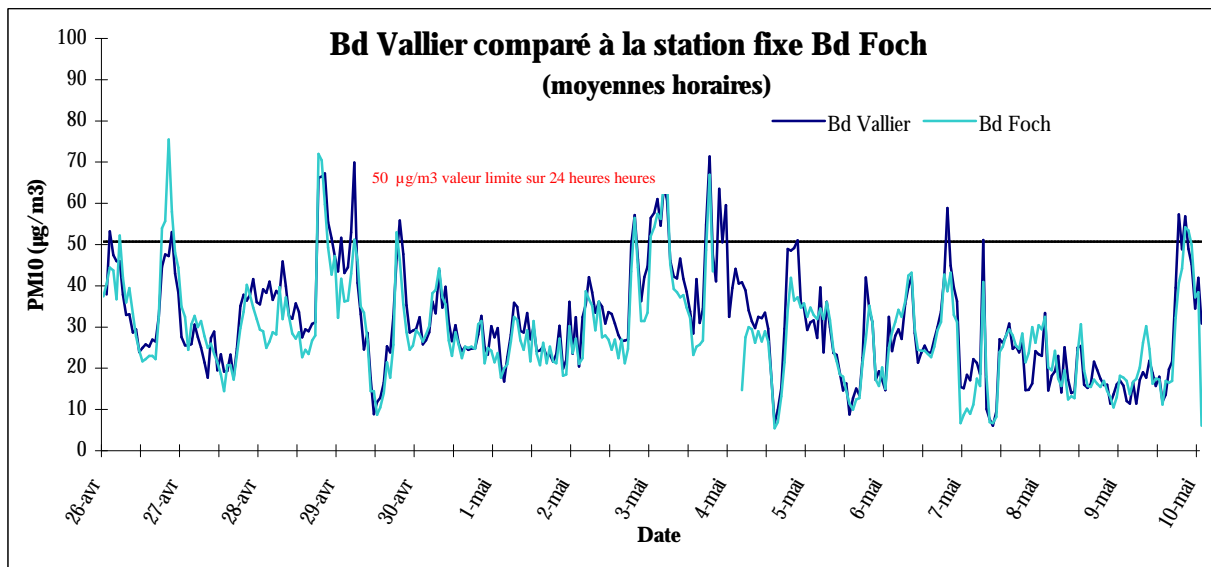
Contrairement aux PM10, les résultats du boulevard Vallier sont largement en dessous, en moyenne comme en pointe, de ceux du boulevard Foch mais supérieurs à ceux du site urbain de Villeneuve.

Le maximum journalier de $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atteint sur le boulevard Foch est proche de l'objectif de qualité.

Les écarts de concentrations du boulevard Vallier sont difficilement explicables compte tenu de la similitude de typologie avec le site du boulevard Foch. Il est difficile de conclure sur la différence de concentrations entre les fumées noires recueillies sur le boulevard Vallier et celles du boulevard Foch compte tenu des niveaux similaires enregistrés pour les poussières PM10. Ces résultats sont cependant cohérents avec les mesures effectuées en février 1995 sur le boulevard Vallier⁷ : les teneurs étaient également inférieures de 60% par rapport à celles du boulevard Foch.

⁷ Rapport d'étude Ascoparg n°5_96

COMPARAISON du SITE MOBILE par rapport aux SITES FIXES Données horaires recueillies du 26 avril au 10 mai 1999 - Poussières en suspension (Ps PM10)

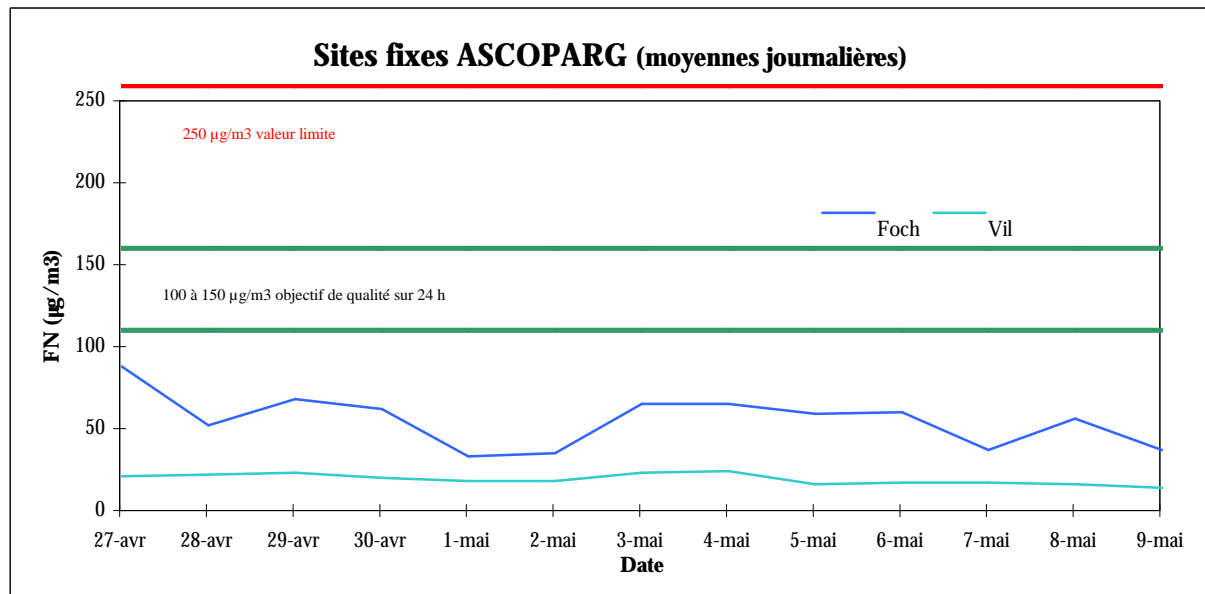
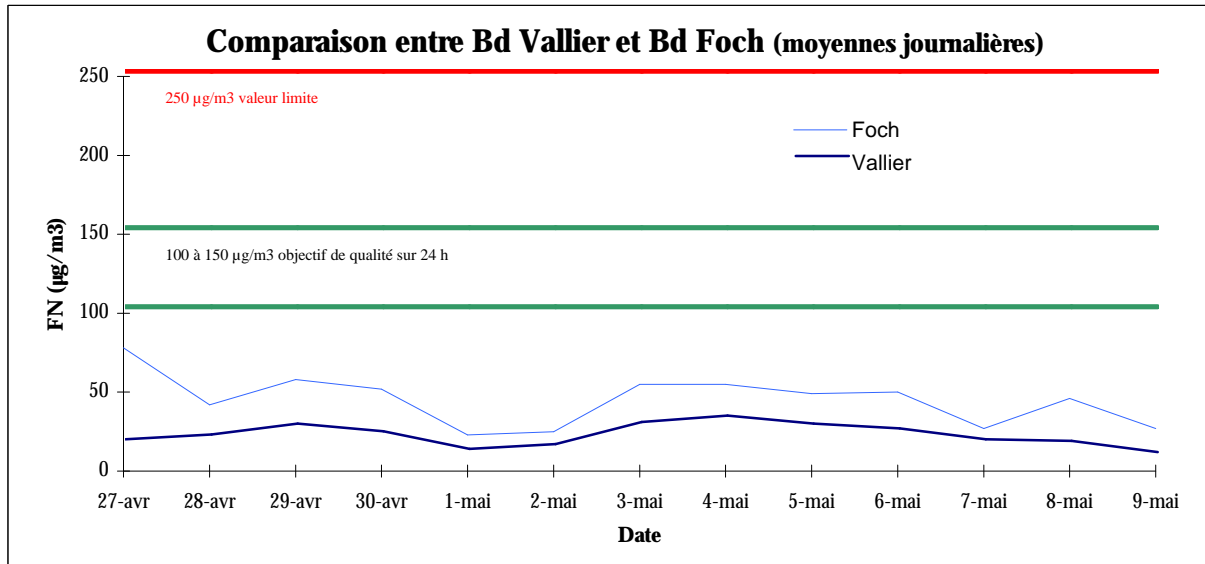


Concentrations de Poussières en suspension PM10

		Sites trafic		Site urbain
		Bd J.Vallier	Bd Foch	Villeneuve
Période du 26/4/99 12h au 10/05/99 13h				
Validité	Nombre de valeurs horaires valides	100%	98%	99%
	Nombre de valeurs journalières valides	100%	92%	100%
Statistiques horaires	Percentile 98 horaire (µg/m3)	61,0	58,0	39,7
	Médiane horaire (µg/m3)	28,7	26,5	20,5
	Minimum horaire (µg/m3)	5,4	4,8	2,5
	Maximum horaire (µg/m3)	70,7	74,8	75,5
Statistiques journalières	Minimum journalier (µg/m3)	15,6	16,8	10,4
	Maximum journalier (µg/m3)	43,5	40,1	30,7
	Moyenne journalière (µg/m3)	29,8	27,4	20,3
Dépassement de valeur réglementaire	50 µg/m3 sur 24 h (valeur limite) (1)	0	0	0
Comparaison par rapport aux sites fixes	Ecart en % de la moyenne / aux sites fixes		9%	47%
	Corrélation horaire par rapport aux sites fixes		0,89	0,75
	Corrélation journalière par rapport aux sites fixes		0,94	0,97
	Corrélation horaire avec le monoxyde de carbone (Bd Foch)	0,66	0,80	

(1) : valeur limite à ne pas dépasser plus de 35 fois par an à partir du 01/01/2005

COMPARAISON du SITE MOBILE par rapport aux SITES FIXES
Données horaires recueillies du 26 avril au 10 mai 1999 - Fumées noires (FN)



-Tableau 4-

Concentrations en Fumées noires (FN)

Valeurs journalières du 27/4/99 au 9/05/99		<i>Sites trafic</i>		<i>Site urbain</i>
		Bd Vallier	Bd Foch	Villeneuve
Validité	Nombre de valeurs journalières valides	100%	100%	100%
Statistiques journalières	Moyenne journalière (µg/m ³)	19	45	9
	Minimum journalier (µg/m ³)	8	23	4
	Maximum journalier (µg/m ³)	31	78	14
Dépassements des valeurs réglementaires	100 à 150 µg/m ³ sur 24 heures (objectif de qualité)	0	0	0
	250 µg/m ³ sur 24 heures (valeur limite) (1)	0	0	0
Comparaison avec les sites fixes	Ecart en % de la moyenne du site / sites fixes		-58%	108%
	Corrélation journalière par rapport aux sites fixes		0,60	0,64
	Corrélation journalière par rapport aux poussières en suspension	0,77	0,69	0,92

(1) : valeur limite à ne pas franchir 3 jours consécutifs

9. CONCLUSION

Cette campagne de mesures visant à établir un état initial de la qualité de l'air sur les grands boulevards s'est déroulée dans des conditions climatiques printanières peu favorables à l'accumulation des polluants mais représentatives de cette époque de l'année. Les situations d'accumulation des polluants sur les sites de proximité automobile dits « trafic » se présentent de façon générale plutôt en hiver lors de périodes de stabilité atmosphérique.

Les niveaux en monoxyde et dioxyde d'azote ne sont cependant pas négligeables. Le seuil horaire de vigilance établi à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 a été dépassé sur les deux sites concernés. Les mesures de poussières en suspension ne dépassent aucun seuil réglementaire.

L'influence du trafic automobile sur la concentration des polluants est très marquée sur les polluants primaires (monoxyde d'azote et poussières en suspension). Les deux sites des boulevards Foch et J.Vallier évoluent dans le temps de manière similaire mais le site du boulevard Foch enregistre des teneurs moyennes en polluants supérieures à celles du boulevard J.Vallier. Il est donc nécessaire de conserver au minimum deux points de mesures pour évaluer la pollution engendrée par le trafic automobile. L'ensemble de ces mesures est en accord avec les résultats obtenus lors d'une étude Ascoparg effectuée en 1995.

Les prochaines mesures de qualité de l'air qui seront effectuées après les modifications apportées sur les grands boulevards devront être réalisées sur une même période de l'année pour être comparées à cet état initial.

10. ANNEXE : LA REGLEMENTATION EN AIR AMBIANT

10.1. 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 doivent 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 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 décrets et arrêtés d'application de la loi sur l'air sont parus en 1998 :

- **Décret N° 98-360 du 06 mai 1998**, relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.
- **Décret N° 98-361 du 06 mai 1998** relatif à l'agrément des organismes de surveillance de la qualité de l'air.
- **Décret N° 98-362 du 06 mai 1998** relatif aux plans régionaux pour la qualité de l'air.
- **Arrêté du 17 août 1998** relatif aux seuils de recommandation et aux conditions de déclenchement de la procédure d'alerte.
- **Circulaire interministérielle du 17 août 1998** relative aux mesures d'urgence concernant la circulation des véhicules.
- **Décret N° 98-701 du 17 août 1998** définissant le parc automobile de l'Etat et les conditions de dérogations au taux de 20% de renouvellement (introduction d'au moins 20% de véhicules électriques, GNV ou GPLc dans les flottes de transport public).
- **Décret N° 98-702 du 17 août 1998** modifiant le code de la route pour préciser qu'aucune signalisation réglementaire n'est obligatoire sur le terrain en cas de mesures d'urgence portant sur la limitation de vitesse des véhicules.
- **Décret N° 98-704 du 17 août 1998** relatif à l'identification des véhicules contribuant à la limitation de la pollution atmosphérique (pastille verte).

10.2. Tableau récapitulatif des valeurs fixées par la loi sur l'air

Valeurs limites	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Percentile 50 sur année tropique ≤ 80 µg/m³ ◆ Percentile 50 sur hiver ≤ 130 µg/m³ ◆ Percentile 98 sur année tropique ≤ 250 µg/m³ ◆ Moyenne journalière ≤ 250 µg/m³ sur 3 jours consécutifs
Poussières (fumées noires)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Percentile 50 sur année tropique ≤ 80 µg/m³ ◆ Percentile 50 sur hiver ≤ 130 µg/m³ ◆ Percentile 98 sur année tropique ≤ 250 µg/m³ ◆ Moyenne journalière ≤ 250 µg/m³ sur 3 jours consécutifs
Dioxyde d'azote (NO ₂)	◆ Percentile 98 sur année civile ≤ 200 µg/m ³
Plomb (Pb)	◆ Moyenne annuelle ≤ 2µg/m ³
Objectifs de qualité	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Moyenne annuelle ≤ 40 à 60 µg/m³ ◆ Moyenne journalière ≤ 100 à 150 µg/m³
Poussières (fumées noires)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Moyenne annuelle ≤ 40 à 60 µg/m³ ◆ Moyenne journalière ≤ 100 à 150 µg/m³
Poussières (PM ₁₀)	◆ Moyenne sur année tropique ≤ 30 µg/m ³
Dioxyde d'azote (NO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Percentile 50 sur année civile ≤ 50 µg/m³ ◆ Percentile 98 sur année civile ≤ 135 µg/m³
Plomb (Pb)	◆ Moyenne annuelle ≤ 0,5 µg/m ³
Ozone (O ₃)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Protection santé : moyenne sur 8 heures ≤ 110 µg/m³ ◆ Protection végétation : moyenne horaire ≤ 200 µg/m³ ◆ Protection végétation : moyenne journalière ≤ 65 µg/m³
Monoxyde de carbone (CO)	◆ Moyenne sur 8 heures ≤ 10000 µg/m ³
Benzène (C ₆ H ₆)	◆ Moyenne annuelle ≤ 2 µg/m ³
Alerte	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	◆ Moyenne horaire ≤ 600 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Dioxyde d'azote (NO ₂)	◆ Moyenne horaire ≤ 400 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Ozone (O ₃)	◆ Moyenne horaire ≤ 360 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Information	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	◆ Moyenne horaire ≤ 300 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Dioxyde d'azote (NO ₂)	◆ Moyenne horaire ≤ 200 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Ozone (O ₃)	◆ Moyenne horaire ≤ 180 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Vigilance	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	◆ Moyenne horaire ≤ 200 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Dioxyde d'azote (NO ₂)	◆ Moyenne horaire ≤ 120 µg/m ³ sur au moins deux capteurs
Ozone (O ₃)	◆ Moyenne horaire ≤ 130 µg/m ³ sur au moins deux capteurs

10.3. Les directives européennes

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

Ces dernières ont été conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui déterminent des seuils à ne pas dépasser pour une vingtaine de polluants en fonction de leur impact sur la santé humaine. A ce jour, font l'objet d'une directive européenne :

- **Dioxyde de soufre et particules en suspension** (directive 80/779/CEE SO₂/Poussières du Conseil du 15 juillet 1980)
- **Plomb** (directive 82/884/CEE du Conseil du 03 décembre 1982)
- **Dioxyde d'azote** (directive 85/203/CEE du Conseil du 07 mars 1985)
- **Ozone** (directive 92/72/CEE du Conseil du 21 septembre 1992)

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 des valeurs limites et guides pour le dioxyde de soufre, les particules et le dioxyde d'azote. Le plomb est soumis uniquement à une valeur limite. 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 (SO₂, poussières, NO₂) ou en moyenne sur l'année (plomb).

En revanche, ***l'esprit de la directive ozone est différent***, plus proche des recommandations OMS, puisque le texte fixe des valeurs seuils pour la protection de la santé, de la végétation, d'information et d'alerte de la population. Il ne s'agit plus seulement de bilans annuels, mais d'actions en temps réel dès que des dépassements de seuils sont observés. Cette directive est la seule à fixer des valeurs pour la protection de la végétation.

10.4. L'évolution des directives européennes

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 nécessaire à la future 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.

La directive fille 1999/30/CE du 24 avril 99 fixe des valeurs limites pour ces quatre polluants. Cette directive repose sur les valeurs suivantes :

Dioxyde de soufre (SO ₂)			
	Période	Valeur limite	Date à laquelle la valeur limite doit être respectée
Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine	1 heure	350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile	01/01/2005
Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 heures	125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile	01/01/2005
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	Année civile et hiver	20 µg/m ³	2 ans après l'entrée en vigueur de la directive
Seuil d'alerte		500 µg/m ³ sur 3 heures consécutives	A l'entrée en vigueur de la directive

Oxydes d'azote (Nox)

	Période	Valeur limite	Date à laquelle la valeur limite doit être respectée
Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine	1 heure	200 µg/m ³ NO ₂ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile	01/01/2010
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	40 µg/m ³ NO ₂	01/01/2010
Valeur limite annuelle pour la protection de la végétation	Année civile	30 µg/m ³ NO+NO ₂	2 ans après l'entrée en vigueur de la directive
Seuil d'alerte		400 µg/m ³ sur 3 heures consécutives - NO ₂	A l'entrée en vigueur de la directive

Poussières en suspension (PM 10)

	Période	Valeur limite	Date à laquelle la valeur limite doit être respectée
Phase 1			
Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 heures	50 µg/m ³ PM ₁₀ à ne pas dépasser plus de 35 fois par an	01/01/2005
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	40 µg/m ³ PM ₁₀	01/01/2005
Phase 2			
Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 heures	50 µg/m ³ PM ₁₀ à ne pas dépasser plus de 7 fois par an	01/01/2010
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	20 µg/m ³ PM ₁₀	01/01/2010

Le monoxyde de carbone : la proposition de la Commission des Communautés Européennes :

Monoxyde de carbone (CO)

	Période	Valeur limite	Date à laquelle la valeur limite doit être respectée
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	8 heures (glissantes)	10 000 µg/m ³	01/01/2005