

Recherche et validation d'un site de mesure de la qualité de l'air sur la Communauté d'Agglomération de la Riviera Française



Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Partie I : Recherche d'un site de mesure de la qualité de l'air sur la Communauté d'Agglomération de la Riviera Française

I/Bilan des campagnes de mesures réalisées par QUALITAIR à Menton ou à proximité

a/ Campagne de mesure du dioxyde d'azote par tubes passifs du 10 juin 1998 au 14 septembre 1998.....	3
b/ Campagne de mesure de l'ozone par analyseur physico-chimique du 12 juin 1998 au 6 juillet 1998.....	3
c/ Campagne de mesure de la qualité de l'air menée par le camion laboratoire mobile du 11 mars 2000 au 2 avril 2000	3
d/ Campagne de mesure de l'ozone par tube passif du 1er mai 2001 au 31 septembre 2001.....	4

II/ Sites susceptibles d'accueillir une station fixe de mesures de la qualité de l'air

a/ Les critères d'implantation d'une station urbaine de la qualité de l'air.....	5
b/ Description de l'environnement de Menton.....	5
c/ Visite sur le terrain le 22/10/02	7

Partie II : Validation d'un site de mesure de la qualité de l'air sur la Communauté d'Agglomération de la Riviera Française

I/Description de la campagne

a/ Description du site à valider	9
b/ Description du camion laboratoire mobile.....	10
c/ Déroulement de la campagne	11

II/ Principaux résultats de l'étude

a/ Conditions météorologiques.....	12
b/ Les oxydes d'azote (NO ₂ ,NO et NO _x).....	14
c/ Les particules fines (PM10).....	19
d/ L'ozone (O ₃)	23
e/ Le dioxyde de soufre (SO ₂).....	26
f/ Le monoxyde de carbone (CO).....	30

Conclusion	33
-------------------------	-----------

Introduction

Contexte

La loi sur l'air du 30 décembre 1996 demande la mise en place de dispositifs de surveillance de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire au 1^{er} janvier 2000. L'installation d'une station fixe sur la Communauté d'Agglomération de la Riviera Française (CARF) s'inscrit dans le cadre de cette loi.

Actuellement, QUALITAIR ne possède aucune station sur l'extrême Est du département des Alpes-Maritimes. La création d'un nouveau point de mesure sur cette zone améliorera le dispositif de surveillance de QUALITAIR.

Cette nouvelle station devrait permettre de donner un *Indicateur de la qualité de l'air* (équivalent de l'indice ATMO pour les agglomérations de moins de 100 000 habitants) sur la Communauté d'Agglomération de la Riviera Française .

Enfin, elle pourra aussi nous servir à affiner le découpage des zones d'information à l'ozone (actuellement ce découpage englobe Nice et Menton dans une même zone).

Objectif de cette étude

L'objectif de cette étude est de valider un site de mesure de la qualité de l'air.

Ce rapport contient deux parties :

- La première partie fait la synthèse des résultats des campagnes de mesure de la qualité de l'air réalisées dans et à proximité de la commune de Menton. Cette partie contient aussi un recensement des sites susceptibles d'accueillir une station fixe de mesure de la qualité de l'air sur la commune de Menton,
- Le site le plus approprié pour la mesure de la qualité de l'air est validé par des mesures temporaires (camion laboratoire mobile), c'est l'objet de la deuxième partie du rapport.

Partie I
***Recherche d'un site de mesure de la qualité de
l'air sur la Communauté d'Agglomération de la
Riviera Française***

I/Bilan des campagnes de mesures réalisées par QUALITAIR à Menton ou à proximité

a/ Campagne de mesure du dioxyde d'azote par tubes passifs du 10 juin 1998 au 14 septembre 1998

Cette campagne a permis de mesurer la qualité de l'air en dioxyde d'azote (polluant automobile) grâce à l'utilisation de tubes dits passifs. Ces tubes ont été répartis sur une large zone du territoire communal (20 sites).

Ces tubes ont la spécificité d'absorber le dioxyde d'azote. Plusieurs campagnes ont été réalisées par période de 15 jours.

Globalement, l'étude semble montrer que la ville de Menton subit une influence du trafic routier sur quelques zones.

Ainsi, cette étude a fait apparaître deux zones d'influence plus marquées:

- Les voies d'accès à la ville (Avenue de Sospel, Promenade du Soleil),
- Le centre ville.

À proximité de ces zones, les niveaux en dioxyde d'azote ont été proches ou ont dépassé les normes en vigueur (voir carte en annexe page 35).

b/ Campagne de mesure de l'ozone par analyseur physico-chimique du 12 juin 1998 au 6 juillet 1998

Un analyseur d'ozone (polluant formé par réaction chimique sous l'action du soleil) a été placé dans les locaux des services techniques sur la zone industrielle du Careï.

Cette étude a montré que des niveaux non négligeables en ozone peuvent être atteints. Par comparaison avec les stations fixes de QUALITAIR, il s'avère qu'il existe une forte probabilité d'atteindre, voire de dépasser, le niveau de recommandations en ozone sur la périphérie de la ville de Menton.

En 2002, nous avons renouvelé cette étude du 2 juillet au 31 juillet toujours dans les locaux des services techniques sur la zone industrielle du Careï. Les teneurs relevées ont été plus faibles que celles qui ont été mesurées lors de la précédente étude de 1998.

Cependant, l'analyseur en 2002 a été placé beaucoup plus près des sources d'oxydes d'azote que durant l'été 1998 (proximité de l'entrée des véhicules techniques). Ceci a eu pour effet de diminuer les concentrations en ozone car à forte concentration les oxydes d'azote détruisent l'ozone.

c/ Campagne de mesure de la qualité de l'air menée par le camion laboratoire mobile du 11 mars 2000 au 2 avril 2000

Cette campagne temporaire de surveillance de la qualité de l'air sur l'avenue de Sospel à Menton montre que le principal polluant est le dioxyde d'azote. Les dépassements de l'objectif de qualité (21 dépassements sur 23 jours) sont nombreux en comparaison avec les autres stations fixes de QUALITAIR pour la même période.

Cependant, il faut rester prudent avec cette observation car la typologie de chaque station détermine fortement les concentrations en polluant.

Durant la campagne de mesures, la valeur horaire maximale en dioxyde d'azote a été de 182 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi, sous certaines conditions, par exemple avec un trafic plus intense ou une situation climatique favorable à l'accumulation de la pollution, la probabilité d'atteindre le seuil de recommandations au dioxyde d'azote (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est pas négligeable.

Dans une moindre mesure, l'ozone est également présent sur ce site. Certaines normes comme celle visant la protection de la végétation sont dépassées sous certaines conditions climatiques. Cependant, la proximité des émissions en monoxyde d'azote (circulation automobile) constitue un « puits local » pour l'ozone ce qui explique les faibles valeurs dans l'ensemble.

En ce qui concerne les autres polluants mesurés par le laboratoire mobile, ils ne présentent pas de risques de dépassements des normes.

d/ Campagne de mesure de l'ozone par tube passif du 1er mai 2001 au 31 septembre 2001

Durant les été de 1999 à 2001, QUALITAIR en partenariat avec le GIEFS (Groupe International d'Étude des Forêts Subalpines) et l'IPLA (Istituto per le Piante di Legno e l'Ambiente) effectue des campagnes par tubes passifs pour l'ozone (de mai à septembre) dans le but d'évaluer les niveaux d'ozone et l'endommagement foliaire sur quelques essences méditerranéennes (pin d'Alep, pin Sylvestre et pin Cembro).

Les tubes utilisés absorbent l'ozone durant une période d'exposition d'un mois environ. Ces capteurs ont été disposés du littoral des Alpes-Maritimes jusqu'aux Alpes de Haute Provence (Queyras) sur une cinquantaine de sites environ.

En 2001, nous avons placé deux capteurs à proximité de Menton:

- Un sur la commune de Castellar,
- Et un sur la commune de Gorbio.

Leurs mesures sont représentatives du niveau de fond en ozone.

En comparaison avec les autres capteurs situés sur le littoral azuréen, les teneurs mesurées à Gorbio et Castellar sont au-dessus de la moyenne. Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de ce résultat.

Tout d'abord, les capteurs étaient situés à des altitudes importantes (environ 450 m) ce qui a favorisé des niveaux en ozone qui restent élevés.

De plus, le trafic automobile important de la bordure littorale est pourvoyeur de polluants primaires précurseurs de la formation d'ozone. En journée, la brise de mer les transporte sur les zones « hautes » du littoral où a lieu la formation de l'ozone.

II/ Sites susceptibles d'accueillir une station fixe de mesures de la qualité de l'air

a/ Les critères d'implantation d'une station urbaine de la qualité de l'air

La station installée sur la communauté d'agglomération devra être de typologie *urbaine*.

L'objectif de ce type station est le suivi du niveau d'exposition moyen de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits de « fond » dans les centres urbains.

Ces stations appartiennent au pôle urbain au sens INSEE, elles mesurent un rapport NO/NO₂ <1.5 (les concentrations sont exprimées en ppb), elles ne sont pas sous l'influence d'un axe routier à proximité. La distance à respecter entre la station et l'axe de circulation est fonction du trafic.

Trafic Moyen Journalier Annuel	Distance minimale
< 1 000	
1 000 à 3 000	10 m
3 000 à 6 000	20 m
6 000 à 15 000	30 m
15 000 à 40 000	40 m
40 000 à 70 000	100 m
> 70 000	200 m

La densité de population autour de la station est comprise entre 3 000 et 4 000 habitants par km² suivant la taille de l'agglomération.

Dans le cas présent, l'agglomération disposant de moins de 500 000 habitants, la densité doit être de 3 000 hab/km².

Cette station devrait être équipée au minimum d'analyseurs d'ozone, de dioxyde d'azote et de particules fines (PM10).

b/ Description de l'environnement de Menton

La commune de Menton est située à l'extrémité Sud Est du département. La ville compte 28 792 habitants (*Mars 1999 Recensement de la population –INSEE*).

D'un point de vue sanitaire, les personnes les plus exposées à la pollution atmosphérique sont:

- les personnes souffrant de maladies respiratoires (asthme,...),
- les jeunes et les personnes âgées.

Cette population dite « sensible », en dehors des personnes souffrant de maladies respiratoires, peut être évaluée à 14 858 personnes dans la commune de Menton.

	Population	
	0-19 ans	60 ans et plus
Menton	5818	9040

(Source Tableau et exploitation principale INSEE 1999)

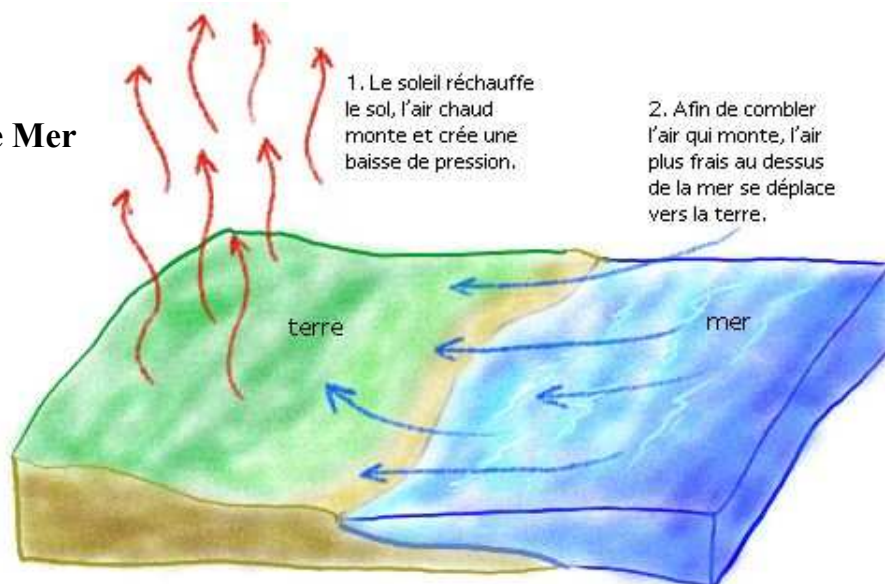
D'un point de vue topographique, la ville de Menton est confinée entre la mer et la montagne ce qui entraîne des variations d'altitudes importantes sur la commune (de 0 à 1108 m).

La proximité du relief joue un rôle important dans la météorologie locale. En effet, les Alpes constituent une barrière naturelle qui protège le pays Mentonais du flux synoptique d'Ouest.

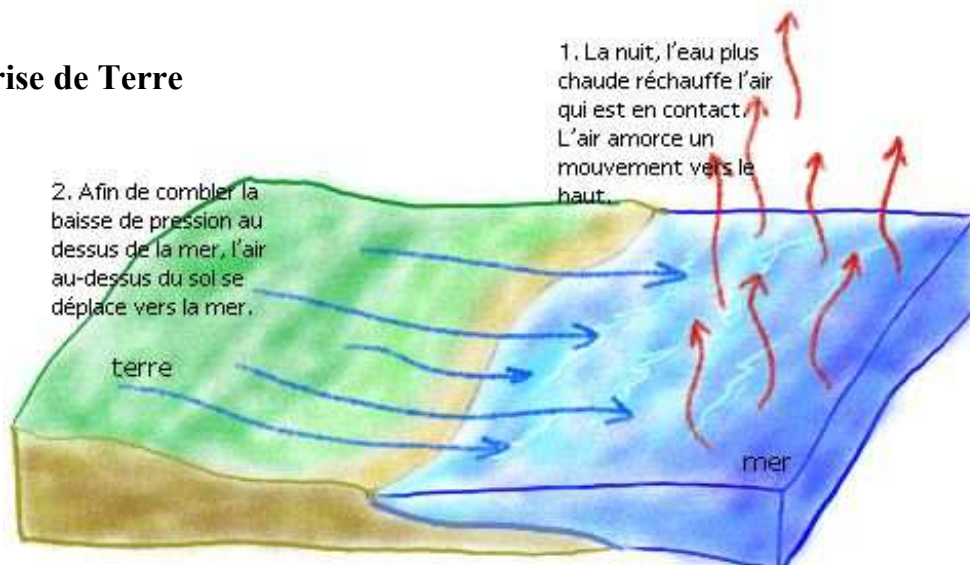
Les vents majoritaires sont des **brises littorales**.

En cours de journée, l'air situé au-dessus de la terre se réchauffe plus rapidement que celui situé sur la mer. Devenu plus léger, il peut s'élever en altitude. L'air de la mer, plus frais vient alors le remplacer: c'est la BRISE DE MER. Elle tourne souvent avec le soleil et voit son maximum d'intensité l'après-midi. De façon générale, plus l'eau est froide, plus la brise est forte. Par temps instable sur terre, les mouvements ascendants favorisent son développement. Après le coucher du soleil, la terre se refroidit rapidement. Lorsque les températures s'équilibrent sur terre et sur mer, le vent se calme, puis le phénomène s'inverse. L'air s'écoule alors de la terre vers la mer, c'est la BRISE DE TERRE.

Brise de Mer



Brise de Terre



De plus, ces brises sont bien canalisées dans les trois vallées qui assurent la liaison entre le bord de mer et l'arrière-pays:

- la vallée du Borrigo,
- la vallée du Careï,
- la vallée du Fossan.

c/ Visite sur le terrain le 22/10/02

Afin de respecter, les différents critères d'implantation d'une station urbaine (notamment la densité de population), la zone de recherche s'est située sur la partie la plus urbanisée de la CARF.

Les aires trop ventilées (façade méditerranéenne et axe de vallée) doivent être évitées car non représentative de la situation générale.

Suite à la visite sur le terrain du 22/10/02, trois sites ont été sélectionnés :

- Parc de la Madone: deux emplacements (l'un près du préfabriqué et l'autre près des terrains de sport),
- Tennis Club de Menton,
- Stade Lucien Rhein.

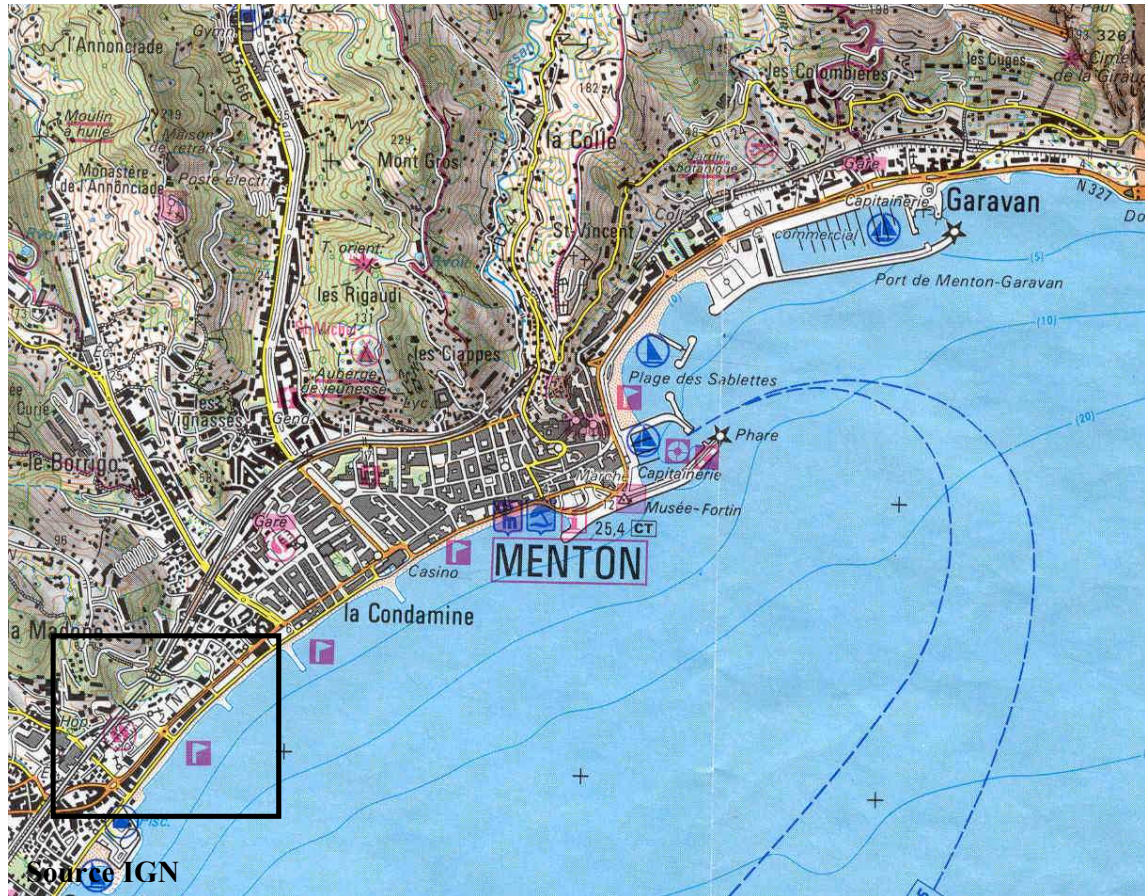
Du fait de sa position centrale dans la partie la plus urbanisée de la CARF, le site du Parc de la Madone a été sélectionné pour réaliser une campagne temporaire de mesure de la qualité de l'air au moyen du camion laboratoire mobile de la Région PACA.

Partie II
***Validation d'un site de mesure de la qualité de
l'air sur la Communauté d'Agglomération de la
Riviera Française***

I/Description de la campagne

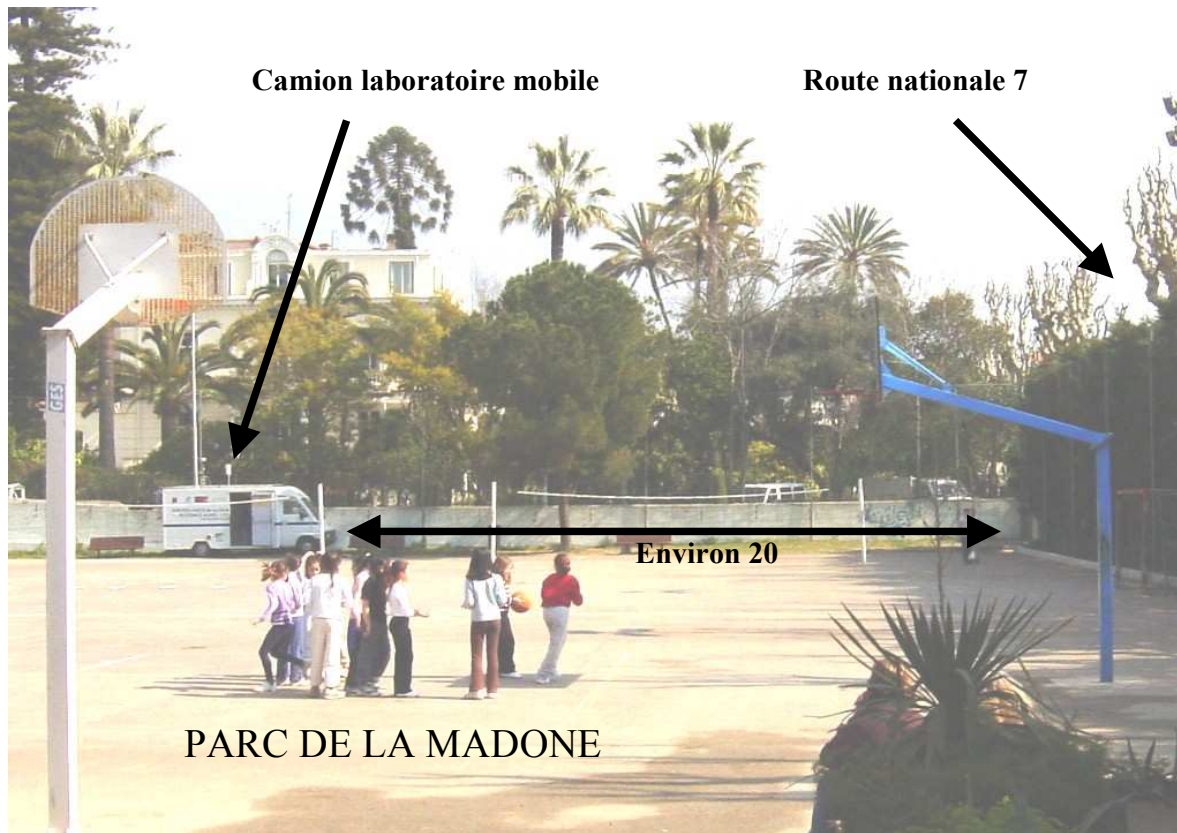
a/ Description du site à valider

Le point de mesure se situe dans le Parc du Jardin de la Madone à 20 m environ de la Nationale 7 (voir photo). Le site est dégagé (pas d'obstacle majeur sur un rayon de 100 m). Il est bordé par des terrains de sports vers l'est, par la Route nationale 7 au sud, par une résidence à l'ouest et par le parc de la Madone au nord.



Camion laboratoire
mobile





Dans la définition de la typologie d'une station urbaine, la distance minimale entre le point de mesure et le principal axe routier dépend du trafic automobile de ce dernier. Pour respecter cette définition et compte tenu des données trafics (voir tableau ci dessous) de la RN7, le camion devait être placé à une distance minimale de 10 mètres de cet axe routier. C'est pourquoi, le laboratoire mobile a été positionné à environ 20 m de la nationale 7.

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Moyenne
Trafic moyen journalier annuel sur la RN7 à Menton	2036	2296	2456	2672	2431	2343	2373

(Source : DDE 06 - CDES 2002 – ADAM)

b/ Description du camion laboratoire mobile

Le camion laboratoire mobile est issu d'une démarche partenariale menée par l'Etat (DRIRE), l'ADEME, la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et les réseaux de surveillance de la qualité de l'air : AIRFOBEP, AIRMARAIX et QUALITAIR. Son utilisation est partagée entre ces trois derniers.

Il est équipé pour:

- Prélever et analyser les polluants atmosphériques gazeux et particulaires.
- Mesurer les paramètres micro météorologiques (humidité relative, température, direction et vitesse de vent).
- Acquérir, enregistrer et transmettre les résultats des mesures.

Les concentrations des polluants suivants sont enregistrées:

- le dioxyde de soufre: SO₂,
- les poussières dont le diamètre est inférieur à 10 µm: PM10,
- le monoxyde de carbone: CO,
- les oxydes d'azote: NO et NO₂,
- l'ozone: O₃,

c/ Déroulement de la campagne

Le camion laboratoire mobile a été placé sur le site le 25 mars 2003. Les données sont traitées sous Excel, au préalable elles sont transformées en valeurs horaires (les données brutes sont en quart horaires).

Pendant la campagne, les appareils de mesures sont étalonnés tous les 20 jours.

Cette campagne a pris fin le 5 mai 2003, elle constitue la 20^{ème} étude de QUALITAIR menée au moyen du camion laboratoire mobile.

Les données sont exploitées du 25/03/2003 à 11:00 T.U au 05/05/2003 à 08:00 T.U (T.U = temps universel).

A noter que pour être représentative, une campagne de mesures de la qualité de l'air doit durer trois semaines minimum. La période de cette étude de 42 jours peut être considéré comme correcte.

II/ Principaux résultats de l'étude

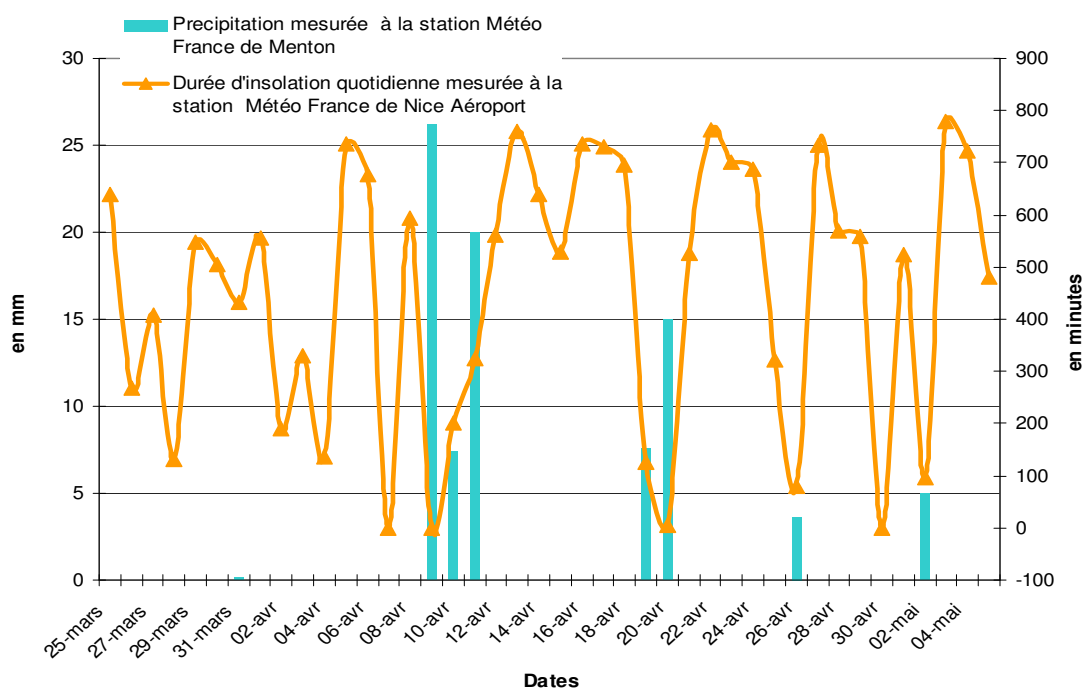
a/ Conditions météorologiques

Cette campagne de mesures a connu peu de périodes météorologiques perturbées. Sur les 42 jours de mesures, seul 7 jours ont été pluvieux (voir tableau et graphe ci dessous).

Tableau récapitulatif des principaux paramètres météorologiques mesurés par le laboratoire mobile lors de l'étude

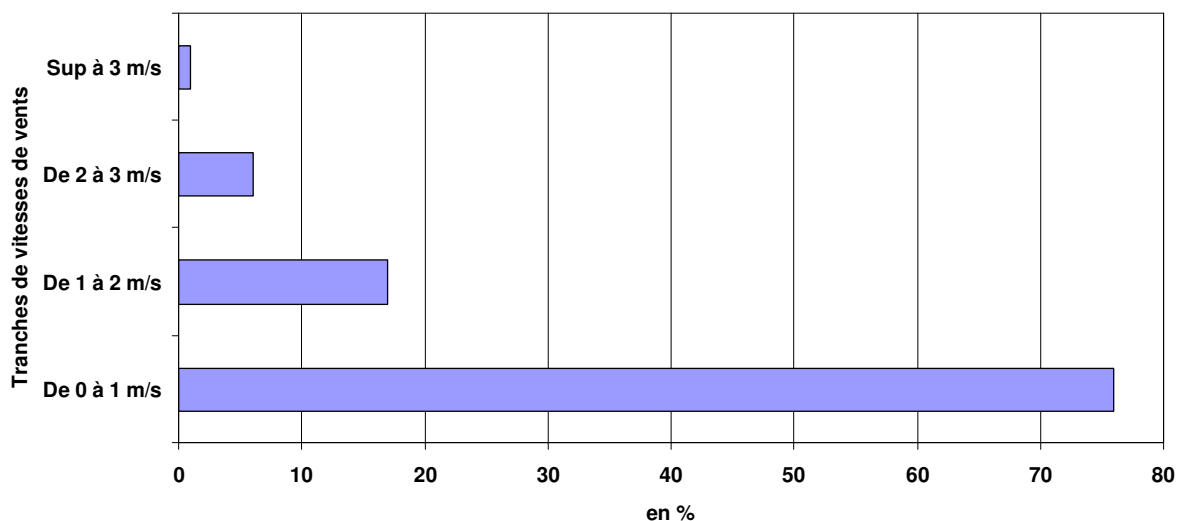
Paramètres mesurés par le camion laboratoire mobile	Température en °C	Vitesse de vent en m/s	Humidité relative en %
Moyenne	15	< 1	70
Maximum horaire	27	4	98
Minimum horaire	5.5	0	25
Dates		Précipitations en mm mesurées par la station Météo France située à Menton	
9 avril		26.2	
10 avril		7.4	
11 avril		20	
19 avril		7.6	
20 avril		15	
26 avril		3.6	
2 mai		5	

Evolution journalière des précipitations et de l'ensoleillement durant la période d'étude du 25 mars au 5 mai 2003



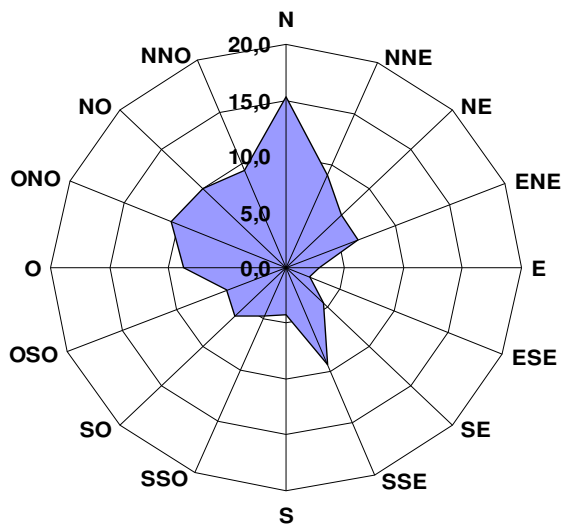
Les vents sont restés très faibles, en moyenne inférieur à 1 m/s. Les vents supérieurs à 3 m/s représentent à peine 1 % du temps de la campagne (voir graphe ci-dessous).

Répartition des vitesses de vents durant l'étude



Ces vitesses de vents très faibles n'ont pas permis de tracer une rose des vents bien établie. Logiquement dans ce type de situation à proximité de la mer, la rose des vents devrait faire apparaître deux directions de vents opposées (directions brise de terre/ mer). La rose des vents obtenue dans cette étude (voir graphe ci-dessous) ne montre pas clairement ces deux directions privilégiées. Cependant, il semblerait que la brise de terre soit de direction nord (N) et la brise de mer de direction sud sud est (SSE).

Répartition en % des directions de vents sur la période d'étude du 25 mars au 5 mai 2003



b/ Les oxydes d'azote (NO₂, NO et NO_x)

Etat des connaissances

La formation du monoxyde d'azote (NO) anthropique provient de l'oxydation atmosphérique dans les foyers de combustion. Plus la température est élevée et plus la quantité de NO générée est importante. Au contact de l'air et en particulier de l'ozone, le monoxyde d'azote est très rapidement oxydé en dioxyde d'azote (NO₂). Le NO₂ provient donc surtout des véhicules (environ 70% sur la région PACA) et des installations de combustion (industries, chauffages collectifs et individuels).

Le pot catalytique permet une diminution des émissions de chaque véhicule. Néanmoins, les concentrations dans l'air n'évoluent guère depuis 10 ans compte tenu de l'âge et de la forte augmentation du parc et du trafic automobile.

Impacts sur la santé et l'environnement

Le dioxyde d'azote pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut, dès 200 µg/m³, et selon la durée et la fréquence d'exposition, entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et chez les enfants, augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes ainsi que diminuer les défenses immunitaires.

Les oxydes d'azote sont des précurseurs de la pollution photochimique. En effet, en présence d'autres constituants et sous l'action du rayonnement solaire, ils forment notamment de l'ozone dans la basse atmosphère.

Ils contribuent également au phénomène des pluies acides : les dépôts azotés peuvent aggraver les problèmes nutritionnels des végétaux sensibles.

Méthode de mesures

Le principe de mesure est basé sur la chimiluminescence. Les molécules de monoxyde d'azote (NO) sont oxydées en molécules de dioxyde d'azote (NO₂) à l'état excité. La mesure de l'intensité du rayonnement lumineux émis par le retour à l'état fondamental de NO₂, permet de mesurer la concentration de monoxyde d'azote de l'échantillon analysé.

Pour le NO₂ initialement présent dans l'air, le principe est le même avec une étape préalable supplémentaire qui est la transformation du NO₂ en NO par l'intermédiaire de molybdène.

Les normes

Décret N°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des Directives 1999/30/CE du conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000 et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998. Cette norme ne concerne que le dioxyde d'azote (NO₂) et les oxydes d'azote (NO_x = NO + NO₂). Le monoxyde d'azote (NO) ne possède pas de normes dans l'air ambiant.

Enfin, remarque importante, certaines normes du décret du 15 février 2002 ne peuvent être appliquées à l'étude qu'à titre **indicatif** notamment celles dont la période de référence est l'année civile (objectif de qualité et valeur limite).

Normes	Moyenne annuelle	Moyenne Horaire
Objectif de qualité	40 µg/m ³	
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	54 µg/m ³ (2)	Percentile 98 (soit 175 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) égal à 200 µg/m ³ ou Percentile 99,8 (soit 18 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) égal à 270 µg/m ³ (1)
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	Moyenne annuelle en NO _x égale à 30 µg/m ³	
Seuil de recommandation et d'information		200 µg/m ³
Seuil d'alerte		400 µg/m ³ ou 200 µg/m ³ si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement le lendemain

(1) : Cette valeur limite est applicable en 2001, elle est dégressive annuellement jusqu'au 1^{er} janvier 2010 de la façon suivante:

Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Seuils annuels en µg/m³	290	280	270	260	250	240	230	220	210

(2) : Cette valeur limite est applicable en 2001, elle est dégressive annuellement jusqu'au 1^{er} janvier 2010 de la façon suivante :

Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Seuils annuels en µg/m³	58	56	54	52	50	48	46	44	42

Application des normes aux données du camion laboratoire mobile

Seuils	Seuil de recommandations			Seuil d'alerte
Respect des seuils	Aucune moyenne horaire > 200 µg/m ³			Aucune moyenne horaire > 400 µg/m ³
Maximum horaire de l'étude	106 µg/m ³			
Valeurs limites	Valeur limite pour la protection de la santé humaine			Valeur limite pour la protection des écosystèmes
Respect des valeurs limites	Moyenne < à 54 µg/m ³	Percentile 98 < à 200 µg/m ³	Percentile 99.8 < à 270 µg/m ³	Moyenne en NO _x < à 30 µg/m ³
Résultats de l'étude en µg/m ³	Moyenne	Percentile 98	Percentile 99.8	Moyenne de l'étude
	30	71	101	22
Objectif de qualité				
Respect de l'objectif de qualité	Moyenne horaire < 40 µg/m ³			
Résultats de l'étude en µg/m ³	Moyenne horaire			
	30			

Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées par le laboratoire mobile durant la période d'étude respectent les normes.

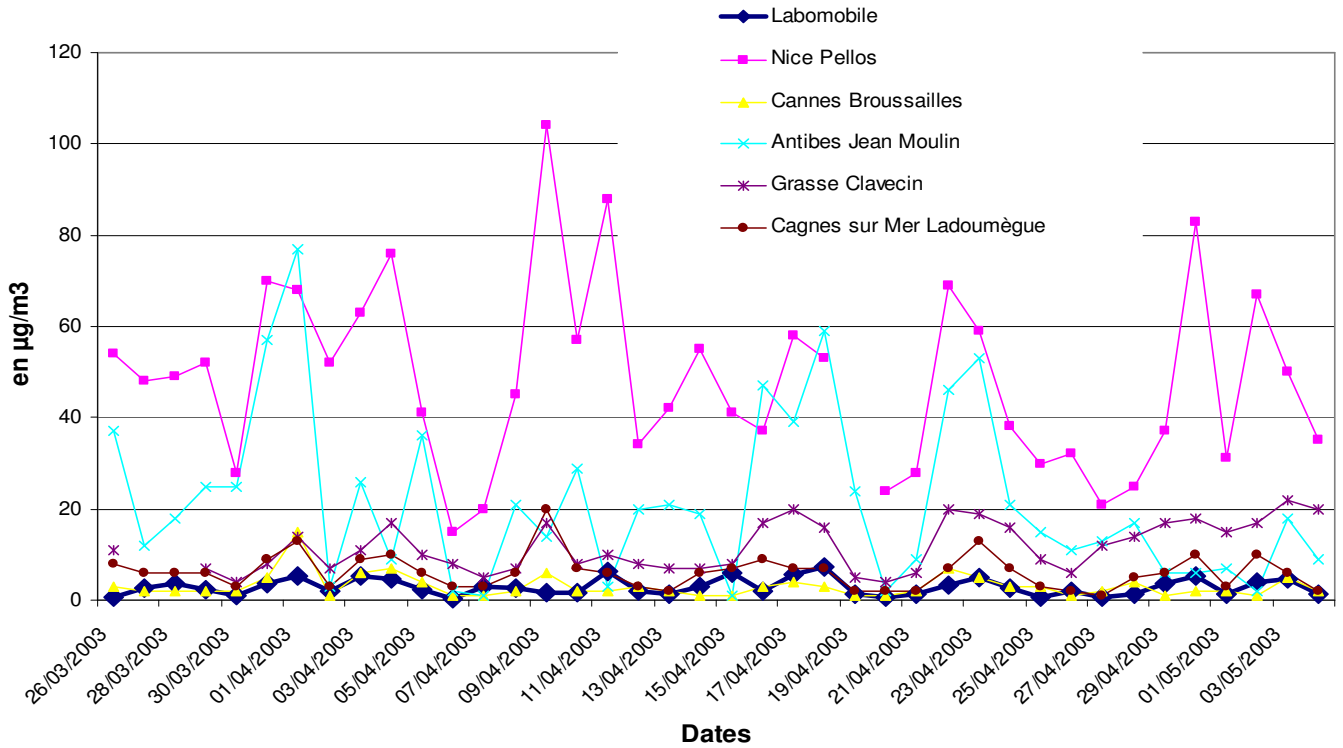
Comparaison des moyennes journalières avec les stations fixes de QUALITAIR

Cette comparaison est faite à partir de deux types de stations fixes:

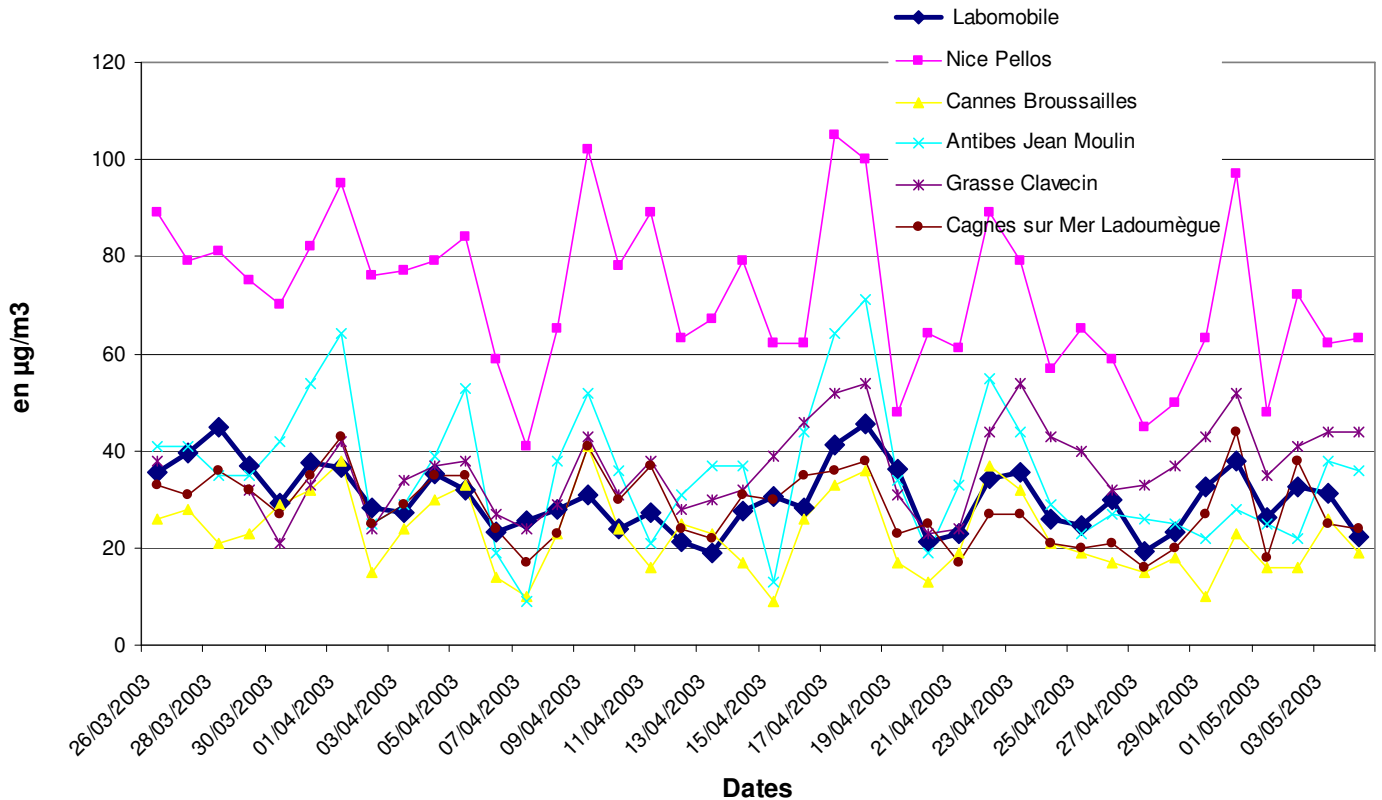
- Des stations de type urbain comme Cannes Broussailles, Antibes Jean Moulin, Grasse Clavecin et Cagnes sur Mer Ladoumègue. Ces stations sont représentatives de la pollution de fond des villes où elles sont implantées.
- Une station de type urbain avec influence trafic : Nice Pellos.

Les mesures en dioxyde d'azote et en monoxyde d'azote du camion laboratoire mobile se rapprochent des stations de type urbain de fond comme Cannes Broussailles ou Grasse Clavecin. La station de Nice Pellos dont l'influence trafic automobile est plus marquée enregistre des teneurs plus élevées.(voir graphique ci-dessous).

Comparaison des moyennes journalières en NO du 26 mars au 4 mai 2003



Comparaison des moyennes journalières en NO2 du 26 mars au 4 mai 2003



Ces premiers résultats laissent présager qu'une station fixe installée sur l'emplacement étudié ou à proximité serait un bon point de mesure de la pollution de fond en oxydes d'azote de l'agglomération de Menton.

Le rapport monoxyde d'azote sur dioxyde d'azote

Une station de type urbain doit toujours mesurer un rapport NO (en ppb)/NO₂ (en ppb) < 1.5. (ppb = partie par billion).

Dans cette étude, le rapport monoxyde d'azote sur dioxyde d'azote a été égal à 0.15.

Ceci renforce l'idée que le site constitue bien une station de type urbain.

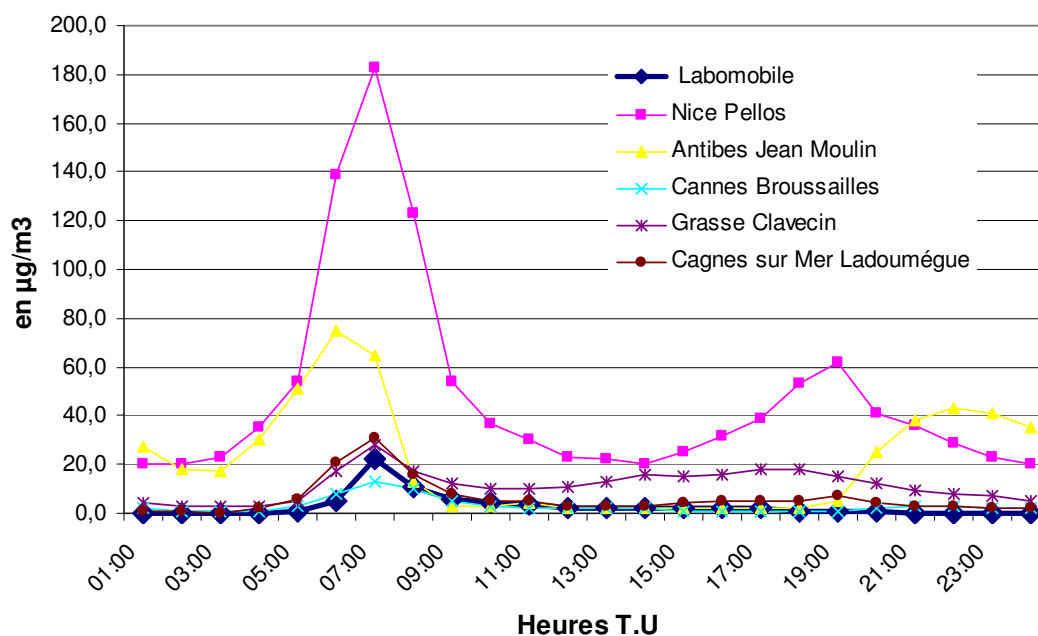
Comparaison des profils moyens journaliers avec les stations fixes de QUALITAIR

L'évolution journalière est déterminée par le profil moyen journalier. Ce profil est une représentation de l'évolution la plus fréquente d'un polluant durant la journée. Pour l'obtenir, on moyenne heure par heure l'ensemble des profils journaliers de la campagne.

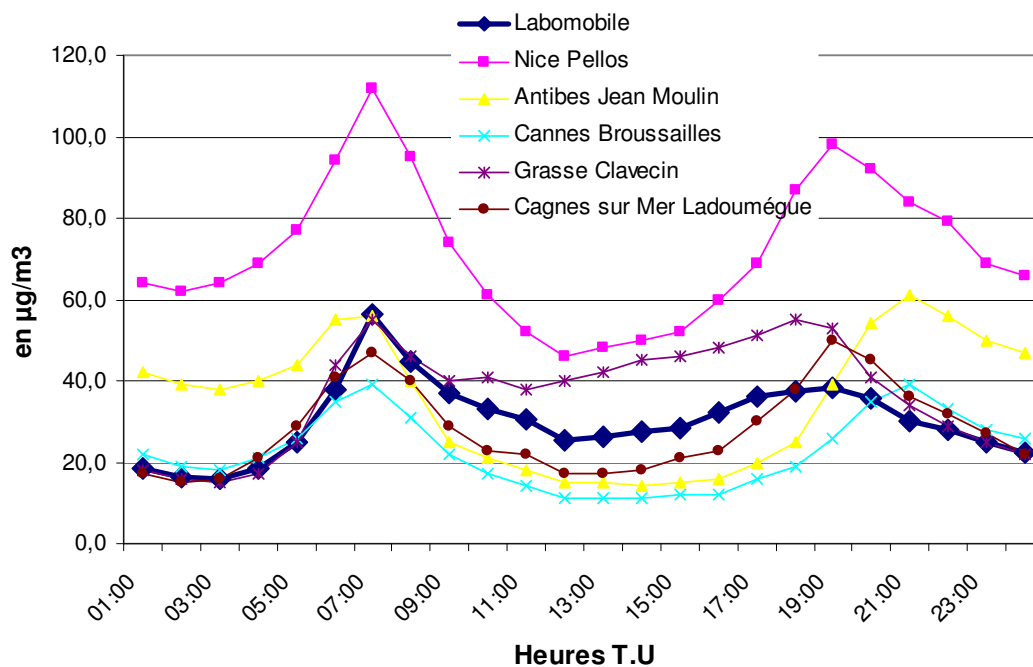
L'évolution journalière en dioxyde d'azote du site d'étude est marquée par des « pics » (voir graphe ci-dessous). Ils ont lieu le matin aux alentours de 7 heures T.U et dans une moindre proportion le soir. Ils correspondent aux heures de pointes trafics liés aux déplacements « domicile travail ». C'est durant ces heures que les concentrations les plus fortes en dioxyde d'azote sont rencontrées par exemple les 17 et 18 mars à 7 heures TU avec 106 µg/m³ (maximum horaire de la campagne).

En moyenne, les maximums horaires du site étudié restent en dessous de ceux qui sont enregistrés par des stations davantage influencées par le trafic automobile.

Comparaisons des profils moyens journaliers en NO



Comparaisons des profils moyens journaliers en NO2



c/ Les particules fines (PM10)

Etat des connaissances

Elles constituent un complexe mélange de substances organiques ou minérales. Elles sont d'origine naturelle (volcans, feux de biomasse, pollens) ou anthropique (combustion industrielle ou de chauffage, incinération, véhicules diesel, activités de bricolage, usure des pneus et des semelles de chaussures). Leur taille est très variable, de quelques fractions de microns à une centaine de microns. Les particules fines ($< 2,5 \mu\text{m}$) proviennent des fumées des moteurs diesel ou de vapeurs industrielles recondensées et les grosses particules, des chaussées ou de certains effluents industriels.

Les émissions de poussières sont estimées sur la base de la consommation des combustibles fossiles des secteurs résidentiel et tertiaire, industries, centrales thermiques, transformation d'énergie et transports routiers. Globalement, ces émissions de poussières auraient baissé de 50% entre 1980 et 1995 bien que les émissions issues des transports routiers aient doublé sur la même période.

Impacts sur la santé et l'environnement

Les particules les plus grosses (plus de $10 \mu\text{m}$) sont retenues dans les voies aériennes supérieures. Les plus fines (moins de $2,5 \mu\text{m}$) ont une forte probabilité de se déposer dans les alvéoles pulmonaires et d'y rester durablement. Celles-ci peuvent transporter des composés toxiques et potentialisent ainsi les effets des polluants acides, dioxyde de soufre et acide sulfurique notamment. A des concentrations relativement basses, elles peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire. A noter que les particules les plus fines peuvent se comporter comme des gaz et être rejetées par expiration.

Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes : c'est le cas de celles qui véhiculent des composés toxiques adsorbés en surface comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques et certains métaux.

D'autres part, elles ont une influence sur la formation des nuages, des brouillards et des précipitations. Elles tendent à réduire la visibilité. Chez les végétaux, elles peuvent provoquer une réduction de la croissance et des nécroses.

Les particules en suspension sont aussi responsables de la dégradation des monuments.

Méthode de mesures

La micro - balance TEOM est la technique la plus employée. Le principe consiste à mesurer la concentration particulaire dans l'air ambiant par pesée, à l'aide d'une microbalance constituée d'un élément oscillant. La masse déposée sur le filtre engendre une diminution de la fréquence d'oscillation de la microbalance. Cette variation de fréquence est ensuite convertie en variation de masse.

Les normes

Décret n°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des Directives 1999/30/CE du conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000 et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998.

Enfin, remarque importante, ces normes ne peuvent être appliquées à l'étude qu'à titre **indicatif** car leur période de référence est l'année civile.

Normes	Moyenne annuelle	Moyenne journalière
Objectif de qualité	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 (1)	
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (2)	Moyenne annuelle égale à 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4)	Percentile 90,4 (soit 35 jours de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) des concentrations moyennes journalières sur l'année civile : 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3)

(1) : PM10, particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètre.

(2) : Valeurs limites pour la protection de la santé utilisées pour les concentrations de particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres. Elles ne s'appliquent qu'à la part des concentrations liées à des événements non naturels.

(3) : Cette valeur limite est applicable en 2002, elle est dégressive annuellement jusqu'au 1 janvier 2005 de la façon suivante :

Année	2001	2002	2003	2004	2005
Marge de dépassement (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70	65	60	55	50

(4) : Cette valeur limite est applicable en 2002, elle est dégressive annuellement jusqu'au 1 janvier 2005 de la façon suivante :

Année	2001	2002	2003	2004	2005
Marge de dépassement (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46	44	43	41	40

Application des normes aux données du camion laboratoire mobile

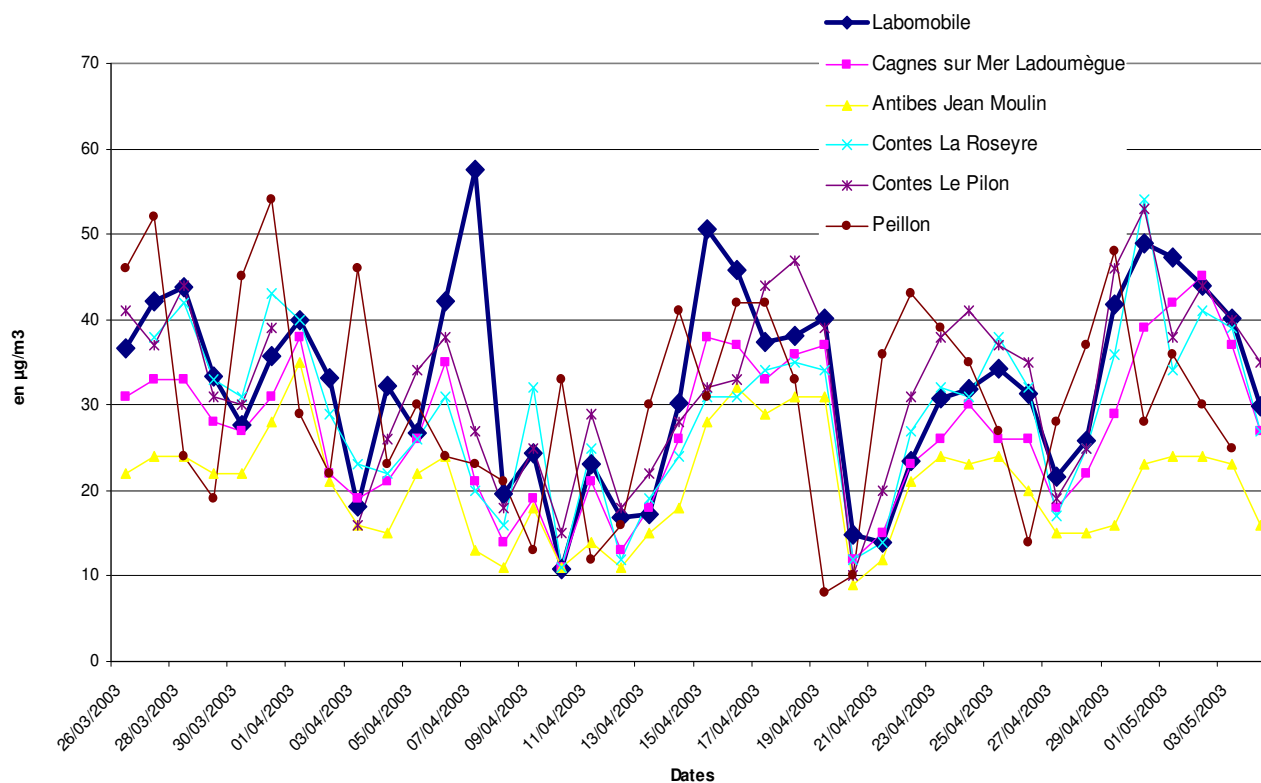
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine		
Respect des valeurs limites	Moyenne < à 43 µg/m³	Percentile 90.4 < à 60 µg/m³
Résultats de l'étude en µg/m³	Moyenne	Percentile 90.4
	33	46
Objectif de qualité		
Non respect de l'objectif de qualité	Moyenne horaire > à 30 µg/m³	
Résultats de l'étude en µg/m³	Moyenne horaire	
	33	

Les concentrations en particules fines mesurées par le laboratoire mobile durant la période d'étude respectent les valeurs limites. En revanche, l'objectif de qualité de 30 µg/m³ a été dépassé.

Comparaison avec les stations fixes de QUALITAIR

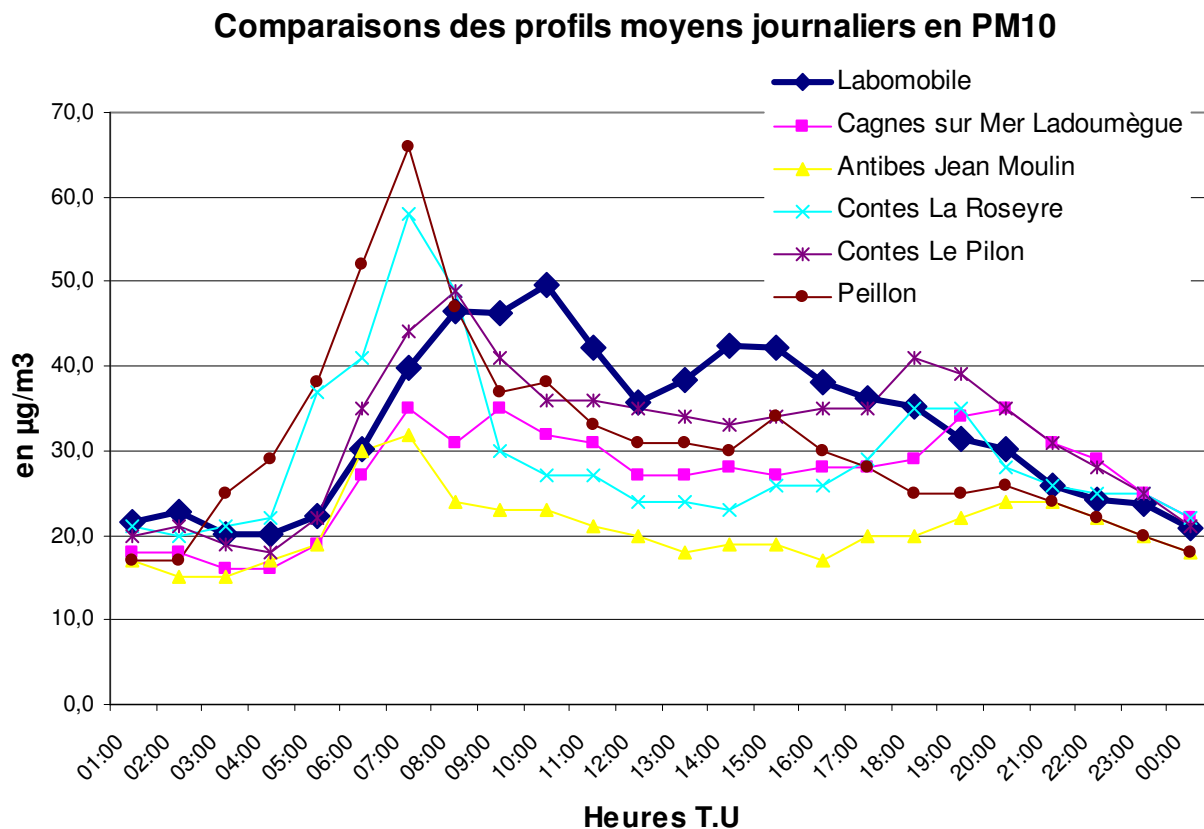
Il existe cinq points de mesures des PM10 dans le département des Alpes Maritimes : deux stations de type urbain (Cagnes sur Mer Ladoumègue et Antibes Jean Moulin) et trois stations de type industriel (Contes Le Pilon, Contes La Roseyre et Peillon).

Comparaison des moyennes journalières en PM10 du 26 mars au 4 mai 2003



Par rapport aux stations de type urbain (Cagnes sur Mer Ladoumègue et Antibes Jean Moulin), les données journalières du camion laboratoire mobile se situent au dessus (voir graphe précédent). Il est possible que la vitesse de vent très faible du site (< à 1 m/s) favorise une mauvaise dispersion des poussières.

En revanche, les stations de type industriel (Contes Le Pilon, Contes La Roseyre et Peillon) mesurent des teneurs horaires supérieures au laboratoire mobile (voir graphe suivant).



Une particularité du site est l'augmentation des teneurs en poussières en milieu de journée (voir graphe précédent). Généralement, la relation entre les PM10 et le trafic routier entraîne une augmentation des teneurs le matin et le soir durant les pics trafic « domicile – travail ». Ceci est observé pour les cinq stations fixes mais n'est pas vérifié pour le laboratoire mobile. Il est probable qu'il existe une ou plusieurs autres sources de PM10 à proximité du site de mesures (pollens issus des arbres situés autour du laboratoire, poussières issues de chantier, etc).

Globalement, durant la période d'étude, le site n'a pas connu des teneurs « anormales » en particules fines, il semble être valide pour la mesure en continu et représentatif de la zone urbaine de Menton.

d/ L'ozone (O3)

État des connaissances

Contrairement aux autres polluants, l'ozone troposphérique n'est pas émis directement par une source anthropique particulière mais résulte de la transformation photochimique de certains polluants primaires dans l'atmosphère (oxydes d'azote, composés organiques volatils, monoxyde de carbone) sous l'effet du rayonnement solaire ultraviolet : c'est ce que l'on appelle un polluant secondaire.

Impacts sur la santé et l'environnement

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Une exposition prolongée de 150 à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ peut provoquer une inflammation de la muqueuse bronchique, une augmentation de l'hyperréactivité bronchique aux allergènes et une diminution de la fonction respiratoire.

Les effets à long terme d'une exposition à l'ozone sont encore inconnus.

L'ozone est l'un des principaux polluants dits photo-oxydants. Il peut perturber l'activité photosynthétique des végétaux, altérer leur résistance, diminuer la productivité des cultures. L'ozone contribue aussi, avec les dépôts acides et d'autres facteurs défavorables (comme la sécheresse ou la pauvreté des sols), aux troubles forestiers. Il accentue le pouvoir acidifiant des oxydes d'azote et du dioxyde de soufre en accélérant leur oxydation en sulfates et nitrates. Enfin, l'ozone contribue à l'effet de serre.

Méthode de mesures

Le principe de mesure de l'ozone est celui de la détection par l'absorption dans l'ultraviolet. Le spectre d'absorption de l'ozone est maximal à la longueur d'onde de 253,7 nm. La source d'énergie utilisée est donc une lampe UV à vapeur de mercure basse pression. La mesure de la concentration d'ozone est obtenue par différence entre l'absorption UV due à l'échantillon gazeux et l'absorption UV due à un échantillon exempt d'ozone.

Les normes

Décret n°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des Directives 1999/69/CE du Conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000.

Normes		Moyenne sur 8 heures glissantes	Moyenne Horaire	Moyenne journalière
Objectif de qualité	Pour la protection de la santé humaine	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Pour la protection de la végétation		200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Seuil de recommandation et d'information			180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Seuil d'alerte			360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Application des normes aux données du camion laboratoire mobile

Seuils	Seuil de recommandations	Seuil d'alerte	
Respect des seuils	Aucune moyenne horaire > 180 µg/m ³	Aucune moyenne horaire > 360 µg/m ³	
Maximum horaire de l'étude	147 µg/m ³		
Objectifs de qualité	Pour la protection de la végétation		Pour la protection de la santé humaine
Non respect des l'objectifs de qualité	Plusieurs moyennes journalières > à 65 µg/m ³	Aucune moyenne horaire > 200 µg/m ³	Plusieurs moyennes sur 8 heures > à 110 µg/m ³
Résultats de l'étude en µg/m ³	Nombre de jours > à 65 µg/m ³	Maximum horaire de l'étude	Nombre de moyenne sur 8 heures > à 110 µg/m ³
	26	147 µg/m ³	36

Durant la période d'étude, les teneurs en ozone mesurées par le laboratoire mobile sont restées en dessous des seuils de recommandations et d'alerte. En revanche, elles ont dépassé les objectifs de qualité.

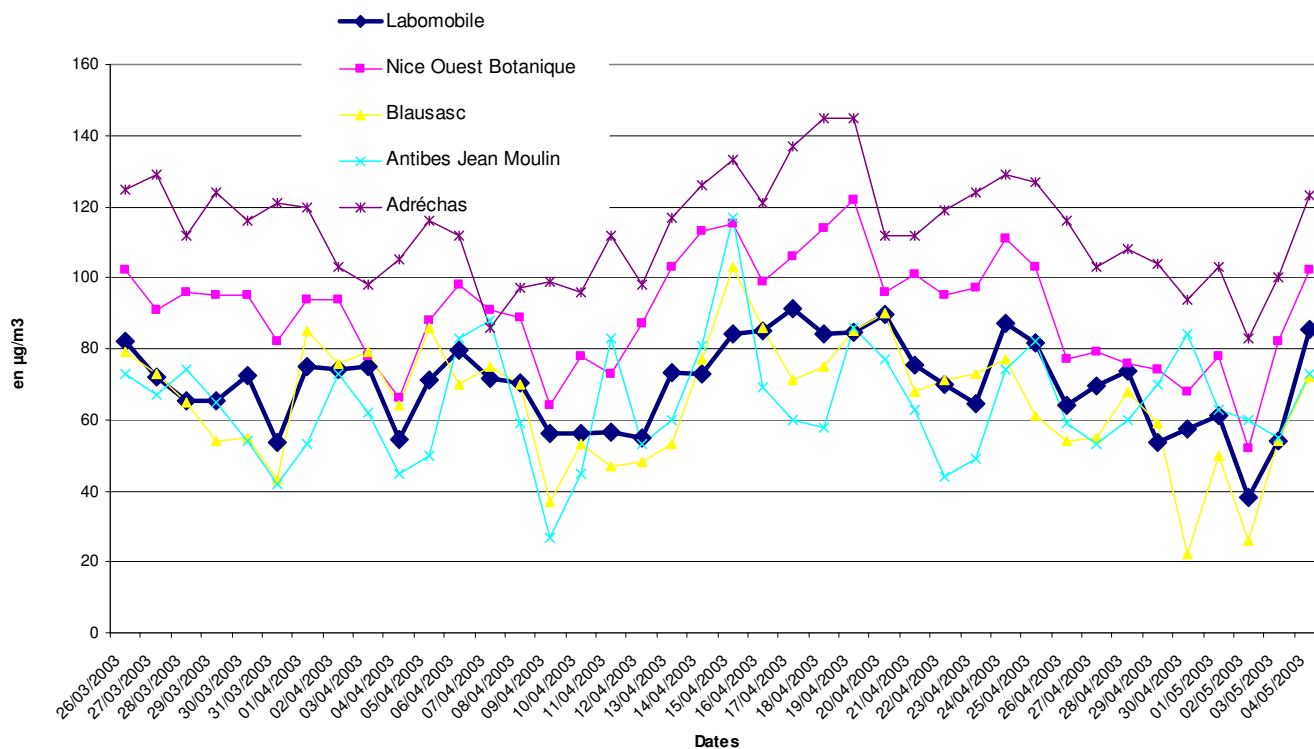
A noter que ces objectifs de qualité sont aussi dépassés par l'ensemble des stations fixes de QUALITAIR. Par exemple, durant la période d'étude, il a été mesuré :

Stations fixes	Nombre de jours > à 65 µg/m ³	Nombre de moyenne sur 8 heures > à 110 µg/m ³
Cagnes sur Mer Ladoumègue	14	60
Nice Ouest Botanique	38	187
Nice eucalyptus	23	60

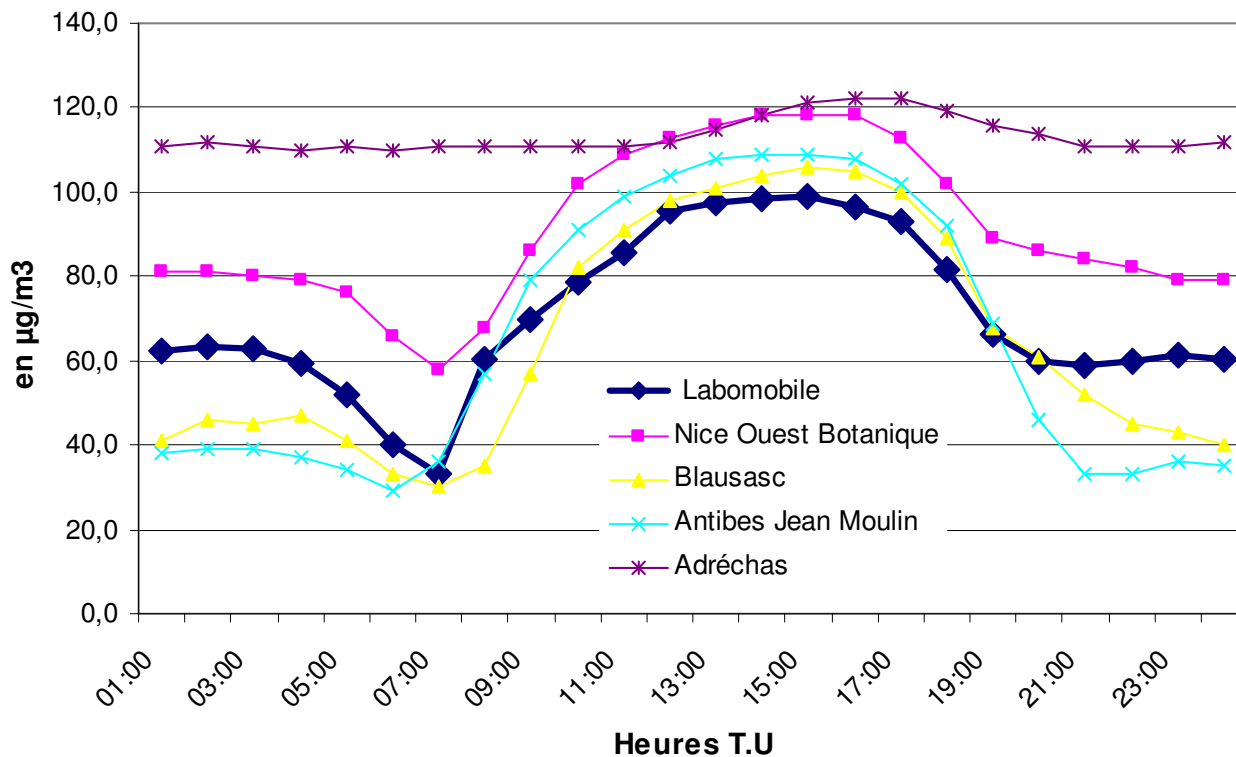
Comparaison avec les stations fixes de QUALITAIR

Le laboratoire mobile est comparé avec 4 des 12 stations fixes mesurant l'ozone dans les Alpes Maritimes. Ces stations ont été choisies du fait de leur positionnement géographique et de leur représentativité des teneurs en ozone sur le département.

Comparaison des moyennes journalières en O3 du 26 mars au 4 mai 2003



Comparaisons des profils moyens journaliers en O3



En moyenne journalière, les teneurs en ozone mesurées par le laboratoire mobile se rapprochent des concentrations rencontrées par les stations de Blausasc et d'Antibes Jean Moulin (voir le premier graphe). Les deux autres stations (Nice Ouest Botanique et l'Adréchas) se situent au dessus car du fait de leur configuration géographique, les teneurs en ozone restent élevées la nuit (voir la comparaison des profils moyens journaliers) ce qui entraîne des moyennes journalières plus fortes.

Globalement, l'ozone mesuré par le laboratoire mobile suit la tendance générale observée au niveau du département. Ceci confirme que le site est certainement un bon observatoire de l'évolution des niveaux d'ozone sur cette partie du département.

Du fait de la période d'étude peu favorable à la formation d'ozone (l'ozone est un polluant estivale), il n'est pas possible de donner des éléments supplémentaires notamment en ce qui concerne le risque de dépasser le seuil d'information.

e/ Le dioxyde de soufre

État des connaissances

Le dioxyde de soufre provient essentiellement de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre: fuel, charbon et gazole, le soufre étant une impureté majeure de ces combustibles. Il provient surtout de l'industrie, des chauffages collectifs et individuels et des transports (dans une moindre mesure). En 2000, plus de 80% des émissions estimées en dioxyde de soufre provenait de l'industrie (Source CITEPA). La teneur en SO₂ subit des variations saisonnières: les émissions sont plus nombreuses en hiver en raison du chauffage des locaux et des épisodes anticycloniques qui favorisent le phénomène de " couvercle thermique " bloquant les polluants au sol et empêchant leur dispersion.

Impacts sur la santé et l'environnement

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant. Il altère les défenses pulmonaires et aggrave les maladies respiratoires et cardio-vasculaires préexistantes. Il agit en synergie avec d'autres substances notamment les particules en suspension pour former un mélange acido-particulaire qui peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets sur les bronches des personnes asthmatiques, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire), altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme).

Lorsqu'il s'oxyde, le dioxyde de soufre donne du SO₃ qui en présence d'humidité, se dissout dans l'eau et forme de l'acide sulfurique d'où une acidification des pluies (pH < 5,6) et des sols, ce qui a des conséquences sur la végétation.

De plus, l'acide sulfurique réagit avec le calcium, contenu dans des particules charbonneuses ou alumino-silicatées ayant absorbées du SO₂, et donne naissance à des cristaux de gypse qui, par leur action mécanique et chimique, participent à la dégradation des monuments.

Méthode de mesures

Le principe de mesure utilisé est la fluorescence ultraviolet. Les molécules de SO₂, présentes dans l'air échantillonné, absorbent un rayonnement ultraviolet et passent temporairement à un état électronique excité. Lors de leur désactivation, les molécules de SO₂ émettent un rayonnement de fluorescence qui est alors mesuré par un tube photomultiplicateur.

Les normes

Décret n°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des Directives 1999/69/CE du Conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000.

Enfin, remarque importante, certaines normes du décret du 15 février 2002 ne peuvent être appliquées à l'étude qu'à titre **indicatif** notamment celles dont la période de référence est l'année civile (objectif de qualité et valeur limite).

Normes	Moyenne annuelle	Moyenne hivernale (1/10 au 31/03)	Moyenne horaire	Percentile 99.7 en moyenne Horaire	Percentile 99.2 en moyenne journalière
Objectif de qualité	50 µg/m ³				
Valeur limite pour la protection de la santé humaine				310 µg/m ³ soit 24 heures de dépassements autorisés par année civile de 365 jours (1)	125 µg/m ³ soit 3 jours de dépassements autorisés par année civile de 365 jours
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³	20 µg/m ³			
Seuil de recommandation et d'information			300 µg/m ³		
Seuil d'alerte			500 µg/m ³ pendant trois heures consécutives		

(1) Cette valeur limite est dégressive annuellement jusqu'au 1^o janvier 2005 de la façon suivante:

Année	2001	2002	2003	2004	2005
Marge de dépassement (en µg/m³)	470	440	310	380	350

Application des normes aux données du camion laboratoire mobile

Seuils	Seuil de recommandations		Seuil d'alerte
Respect des seuils	Aucune moyenne horaire >300 µg/m ³		Aucune moyenne horaire >500 µg/m ³ durant 3 heures consécutives
Maximum horaire de l'étude	33 µg/m ³		
Valeurs limites	Valeur limite pour la protection de la santé humaine		Valeur limite pour la protection des écosystèmes
Respect des valeurs limites	Percentile 99.7 < à 310 µg/m ³	Percentile 99.2 < à 125 µg/m ³	Moyenne de l'étude < à 20 µg/m ³
Résultats de l'étude en µg/m³	Percentile 99.7	Percentile 99.2	Moyenne de l'étude
	19	ND*	2
Objectif de qualité			
Respect de l'objectif de qualité	Moyenne horaire < 50 µg/m ³		
Résultats de l'étude en µg/m³	Moyenne horaire		
	2		

ND : Non disponible, durée de période trop courte pour permettre le calcul

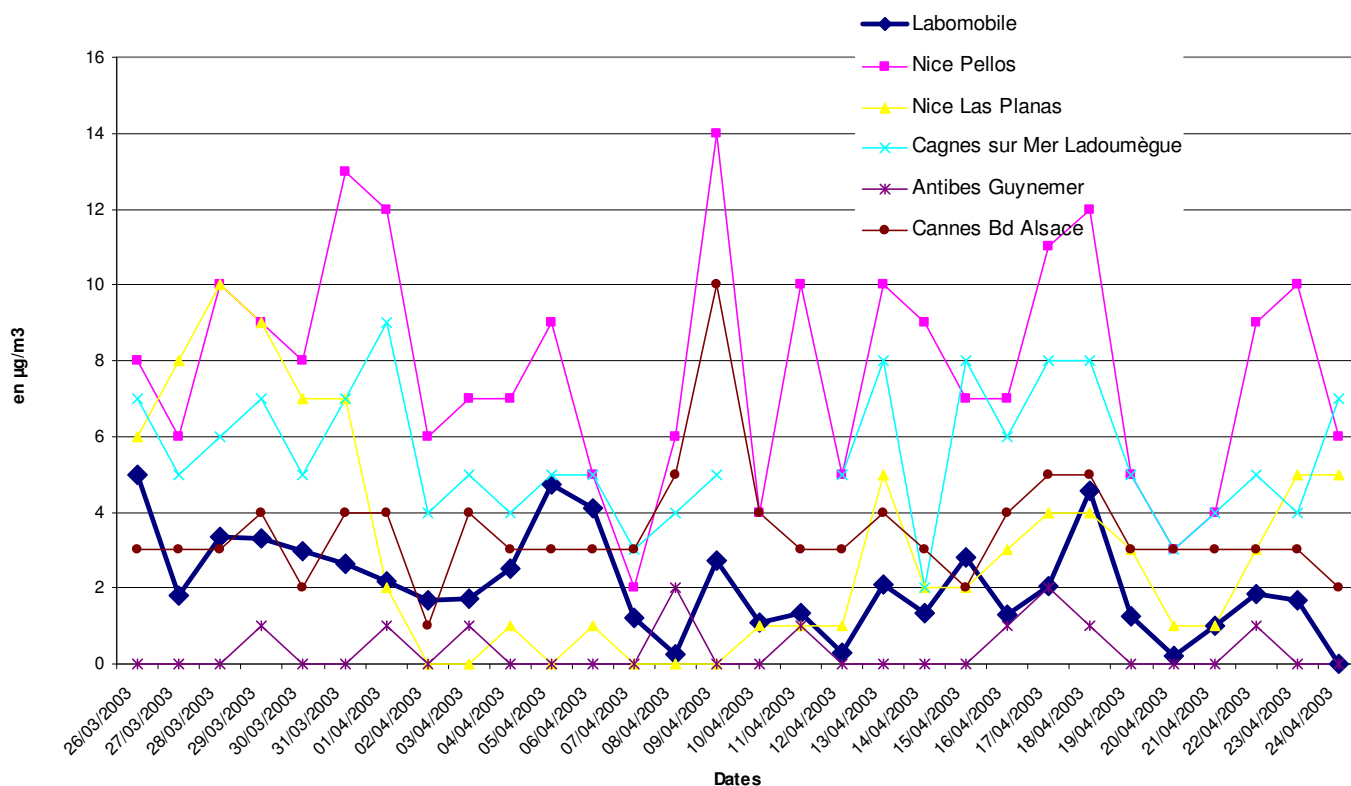
Durant la période d'étude, toutes les normes ont été respectées, l'objectif de qualité en dioxyde de soufre a été atteint.

A noter que ce résultat est aussi observé par toutes les stations de QUALITAIR mesurant le dioxyde de soufre.

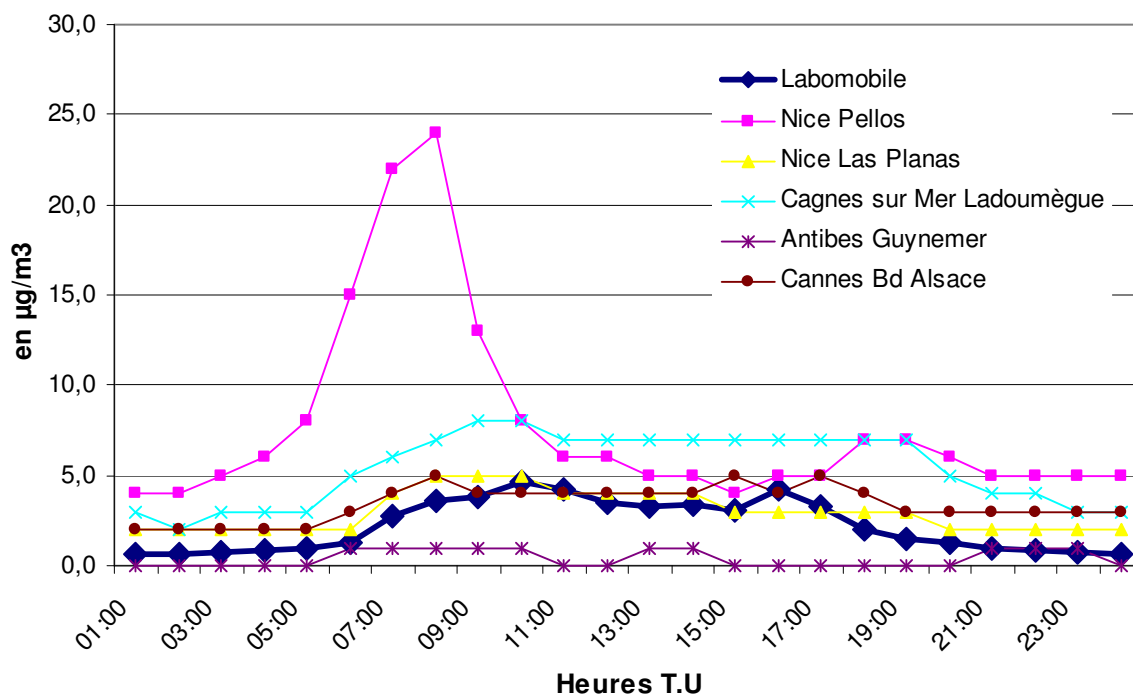
Comparaison avec les stations fixes du réseau

Cette comparaison est faite avec les stations urbaines des agglomérations de Nice et d'Antibes Cannes Grasse mesurant le dioxyde de soufre.

Comparaison des moyennes journalières en SO2 du 26 mars au 24 avril 2003



Comparaisons des profils moyens journaliers en SO2



Le laboratoire mobile se situe parmi les stations fixes mesurant le moins de dioxyde de soufre (voir le graphe « comparaison des moyennes journalières »).

Son profil moyen journalier se rapproche de celui de Nice Las Planas. Il traduit l'activité du pôle urbain durant la journée.

Les concentrations très faibles en dioxyde de soufre rencontrées durant cette étude, ne justifient pas une mesure en continu.

f/ Le monoxyde de carbone

Etat des connaissances

Il provient de la combustion incomplète de composés contenant du carbone, notamment dans les moteurs de voitures, ainsi que des foyers de combustion (chauffages collectifs ou individuels, industries) lors de mauvais réglages. Des taux importants de monoxyde de carbone peuvent être rencontrés quand le moteur tourne dans un espace clos (garage) ou quand il y a une concentration de véhicules qui roulent au ralenti dans des espaces couverts (tunnel, parking).

Les émissions de monoxyde de carbone par les moteurs diesel sont nettement plus faibles que celles des moteurs à essence car les moteurs diesel fonctionnent toujours en mélange globalement plus pauvre (rapport air / carburant < 1.25). La diésélisation du parc automobile et le remplacement progressif des véhicules anciens non catalysés par des voitures neuves pourvues d'un catalyseur, ont contribué à une baisse des émissions de monoxyde de carbone . Cependant, le parc automobile ne cesse de croître et il reste encore beaucoup de voitures particulières non dépolluées en circulation.

Impacts sur la santé et l'environnement

La densité du monoxyde de carbone lui permet de diffuser à travers la paroi des alvéoles pulmonaires. Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur, des vaisseaux sanguins. Il produit la carboxyhémoglobine non fonctionnelle. A doses importantes et répétées, il peut être à l'origine d'intoxication chronique avec céphalées, vertiges, asthénies, vomissements et troubles sensoriels. Il peut également engendrer l'apparition de troubles cardio-vasculaires. En dehors du tabagisme, l'intoxication chronique est rare. En cas d'exposition prolongée et très élevée, il entraîne des séquelles neuropsychiques irréversibles, voire la mort. Le monoxyde de carbone au même titre que les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, intervient en tant que précurseur dans le processus de formation de la pollution photochimique, notamment de l'ozone troposphérique.

Méthode de mesures

Le principe de mesure est basé sur l'absorption d'un rayonnement infra rouge. Plusieurs gaz possèdent des spectres d'absorption dans l'infrarouge, la méthode utilisée vise la discrimination des gaz interférents grâce à un filtre gazeux appelé « roue de corrélation ». Le traitement du signal séquentiel du détecteur infra rouge permet la détermination du monoxyde de carbone.

Les normes

Décret n°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des Directives 1999/30/CE du conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 novembre 2000 et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998.

Norme	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8heures
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg/m ³

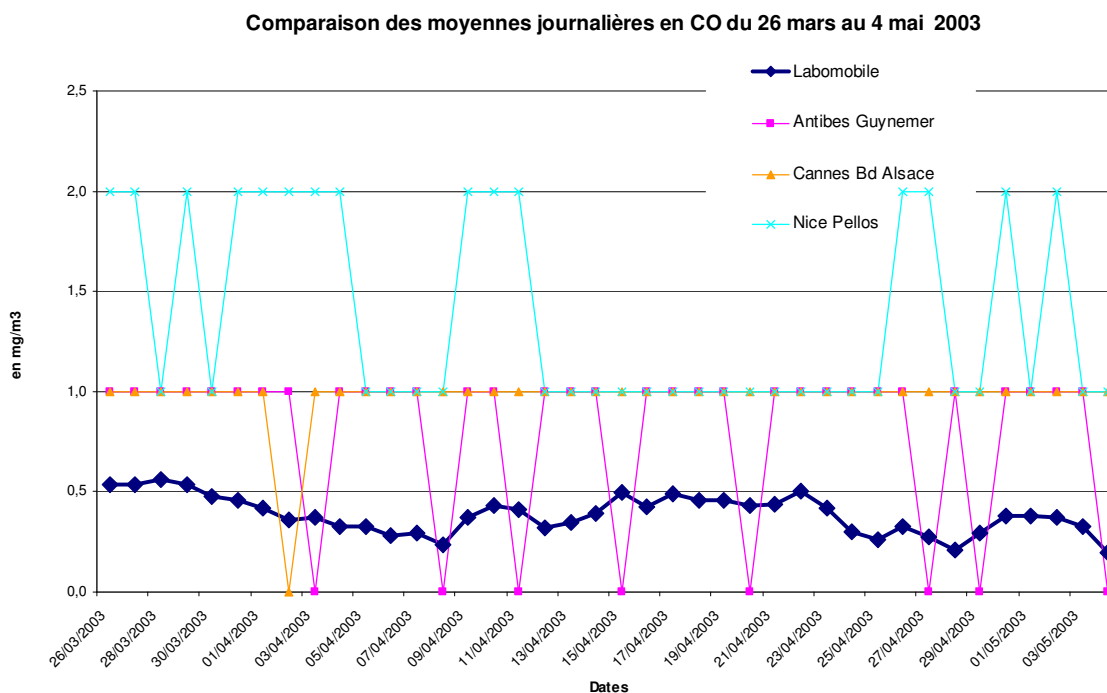
Application des normes aux données du camion laboratoire mobile

Valeur limite pour la protection de la santé humaine	
Respect de la valeur limite	Aucune moyenne glissante sur 8 heures > 10 mg/m³
Résultats de l'étude en mg/m3	Maximum moyenne glissante sur 8 heures
	0.7

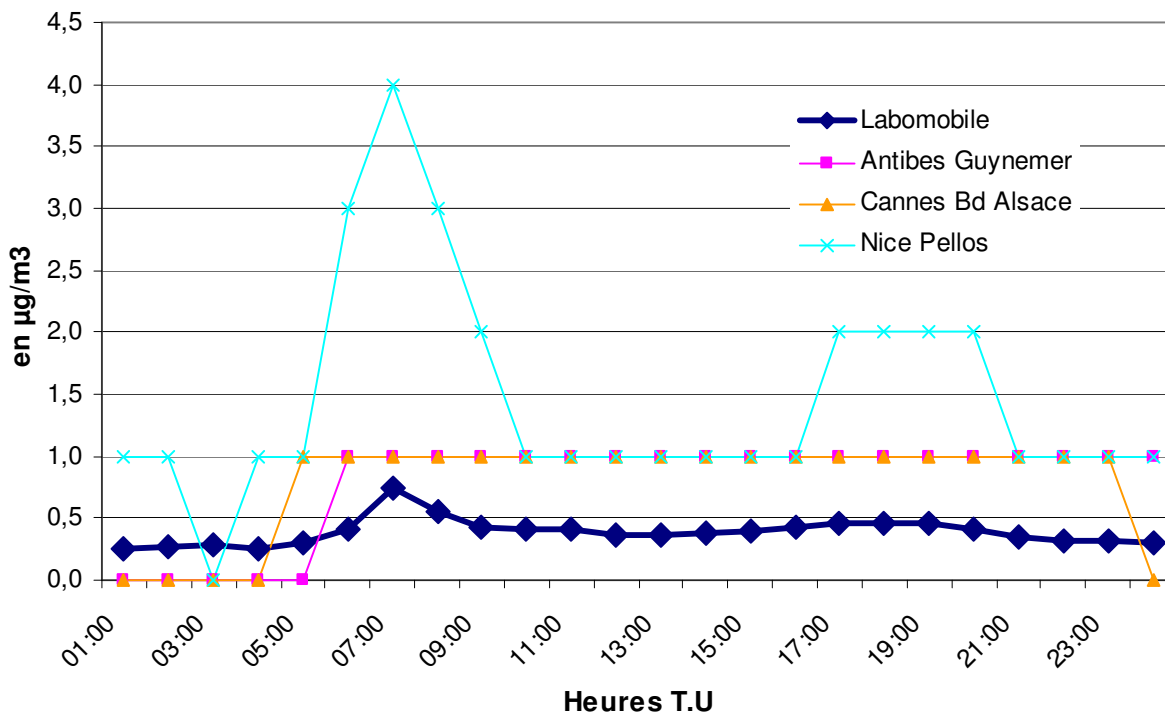
Durant la période d'étude, la norme concernant le monoxyde de carbone a été respecté.

Comparaison avec les stations fixes de QUALITAIR

Cette comparaison est faite avec les stations fixes de QUALITAIR mesurant le monoxyde de carbone.



Comparaisons des profils moyens journaliers en CO



En comparaison avec les points de mesures fixes, les teneurs en monoxyde de carbone enregistrées par le camion laboratoire mobile sont plus faibles (voir graphe « comparaison moyennes journalières »). Ceci est logique puisque le monoxyde de carbone est principalement émis par les véhicules, or par rapport aux trois stations fixes le laboratoire mobile était moins soumis à ce type de pollution (voir le paragraphe a/ Les oxydes d'azote).

Conclusion

Les résultats de cette étude permettent de valider le site du Parc de la Madone pour la mesure en continu de la qualité de l'air.

Cette mesure en continu de la qualité de l'air pourra se faire par l'installation d'un shelter équipé d'analyseurs fixes.

D'après cette étude, les polluants pouvant justifier d'une surveillance en continu sont aux nombres de trois. Il s'agit :

- Des oxydes d'azote (traceur de la pollution automobile),
- Des particules fines (traceur de la pollution automobile, de la pollution due aux chaufferies, de l'usure des pneus,..).
- De l'ozone (traceur de la pollution photochimique).

De plus, du fait des conditions météorologiques particulières et de l'éloignement du site par rapport au dispositif existant de QUALITAIR, l'installation d'un mât météo est à envisager (mesure de la direction et de la vitesse du vent, de la température et de l'humidité).

Annexe

Evaluation des teneurs en NO₂
Période estivale (10/06/98 au 14/09/98)
Ville de Menton
Mesures effectuées par QUALITAIR 06

