

Campagnes de mesures temporaires

Laboratoire mobile régional – Camionnette Airmaraix -
tubes à diffusion passive NO₂

– Première évaluation de la qualité de l'air –

Fréjus / Saint-Raphaël Draguignan

Du 8 janvier au 22 septembre 1999

S O M M A I R E

PRÉSENTATION DU SITE ET OBJECTIFS	3
CONTEXTE	3
PRESENTATION DU SITE	4
OBJECTIFS	4
METHODES ET PARAMÈTRES MESURÉS	5
CAMIONS LABORATOIRES MOBILES « RÉGIONAL » ET « AIRMARAIX »	5
POLLUANTS	5
PARAMÈTRES MÉTÉOROLOGIQUES	5
TUBES À DIFFUSION PASSIVE NO ₂	6
RÉSULTATS ET DISCUSSION	7
DIOXYDE D'AZOTE (POLLUTION AUTOMOBILE)	7
ORIGINE ET DYNAMIQUE	7
EFFETS SANITAIRES	7
RÉSULTATS SUR LES CAMPAGNES	7
LES NIVEAUX DE POINTE	9
PARTICULES EN SUSPENSION (POLLUTION AUTOMOBILE)	11
ORIGINE ET DYNAMIQUE	11
EFFETS SANITAIRES	11
RÉSULTATS SUR LES CAMPAGNES	11
MONOXYDE DE CARBONE (POLLUTION AUTOMOBILE)	12
ORIGINE ET DYNAMIQUE	12
EFFETS SANITAIRES	12
RÉSULTATS SUR LES CAMPAGNES	12
OZONE (POLLUTION PHOTOCHIMIQUE)	13
ORIGINE ET DYNAMIQUE	13
EFFETS SANITAIRES	13
RÉSULTATS SUR LA CAMPAGNE ESTIVALE	13
DIOXYDE DE SOUFRE (POLLUTION INDUSTRIELLE)	16
ORIGINE ET DYNAMIQUE	16
EFFETS SANITAIRES	16
RÉSULTATS SUR LES CAMPAGNES	16
CONCLUSION	17

ANNEXE

PRESENTATION DU SITE ET OBJECTIFS

Contexte

Depuis le début de l'année 1997, Airmaraix est chargé de la surveillance de la qualité de l'air dans le Var. L'effort de surveillance s'est tout d'abord porté sur la couverture de l'agglomération toulonnaise conformément à la loi sur l'air du 30 décembre 1996 qui demande une surveillance des agglomérations de plus de 250 000 habitants avant le 1^{er} janvier 1997. Ce travail s'est concrétisé par l'installation d'un réseau de huit stations dont le détail se trouve dans la fiche ci-jointe.

Parallèlement à cette surveillance permanente, Airmaraix effectue des campagnes de mesures temporaires afin de qualifier l'air de l'ensemble du département.

En 1997 et 1998, ces campagnes ont concerné Brignoles, Bandol, Hyères et le Cannet-des-Maures. Ce travail a notamment conduit à l'extension de la zone d'information sur la bande côtière varoise pour l'ozone.

En 1999, une première étude a été réalisée sur le bassin de Fréjus/Saint-Raphaël à Draguignan.

Cette zone est intéressante à plusieurs titres :

- Une population de près de 140 000 habitants résidents
- Un afflux touristique important pendant la période estivale
- Des régimes de vents différents de ceux de l'ouest du Var, notamment concernant les brises.

Population des communes les plus importantes concernées par cette étude

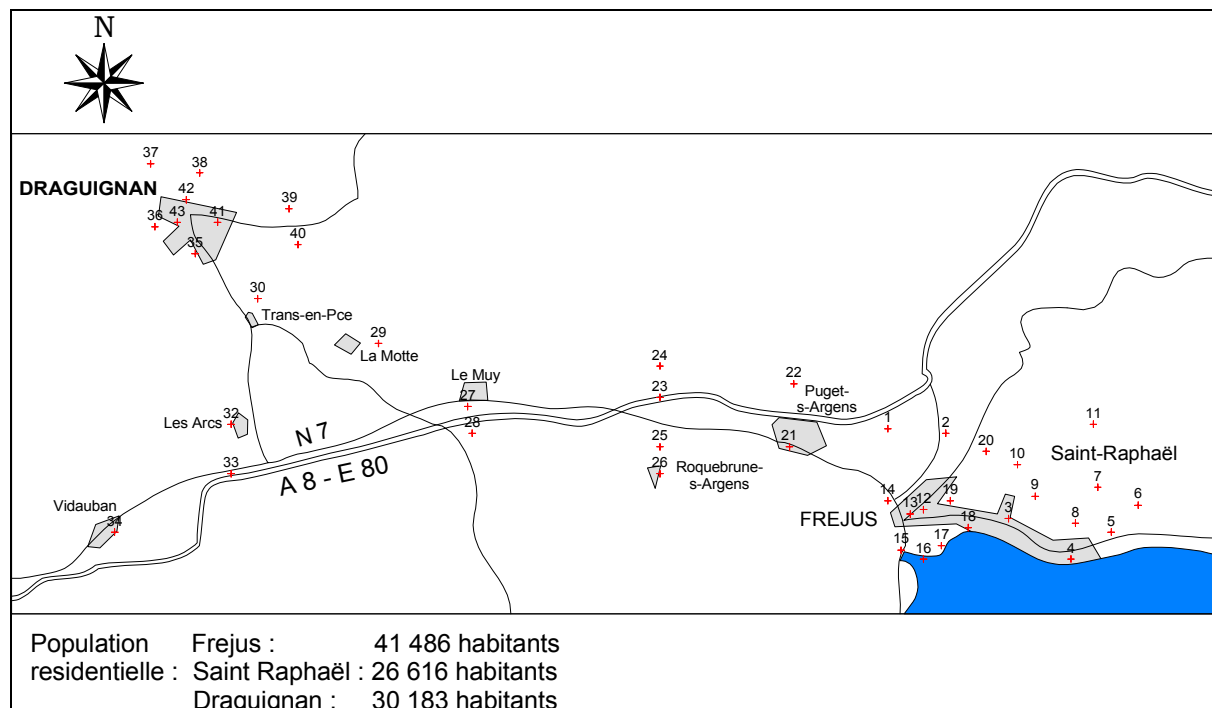
Commune	Population (source : INSEE 90)
Les Arcs	4 874
Draguignan	30 183
Fréjus	41 486
Le Muy	7 283
Puget-sur-Argens	5 920
Roquebrune-sur-Argens	10 422
Saint-Raphael	26 616
La Motte	2000
Trans-en-Provence	4 022
Vidauban	5 499

Présentation du site

EMPLACEMENT

Le laboratoire mobile régional était installé près du stade municipal de Fréjus. La camionnette mobile était située dans la cour de la mairie annexe de Draguignan. L'image de ces deux sites est représentative des niveaux de fond.

Carte de positionnement des tubes à diffusion passive NO₂



Objectifs

Il s'agit au travers d'une campagne de mesures temporaire d'évaluer la qualité de l'air dans le secteur Est du Var de Fréjus/Saint-Raphaël à Draguignan et de préciser la stratégie de surveillance à mettre en place dans cette zone.

La campagne de mesures s'est déroulée en deux phases, une période hivernale et un période estivale, afin de prendre en compte les spécificités de chacune des saisons (variations des conditions météorologiques, de l'activité...), mais également d'approcher les niveaux annuels en polluants primaires pour lesquels il existe des normes annuelles.

METHODES ET PARAMETRES MESURES

Moyens de mesures - Paramètres mesurés

CAMIONS LABORATOIRES MOBILES « REGIONAL » ET « AIRMARAIX »

- Périodes de mesures des laboratoires mobiles

	Draguignan	Fréjus
Hiver	Du 8 janvier au 4 mars	Du 8 janvier au 10 février
été	Du 12 juillet au 3 août	Du 12 juillet au 3 août

Les Camions Laboratoires Mobiles « Régional » et « Airmaraix » permettent de mesurer de nombreux paramètres physico-chimiques et météorologiques en continu.

POLLUANTS

- NO/NO₂ (monoxyde et dioxyde d'azote)
 - CO (monoxyde de carbone)
 - PM₁₀ (particules en suspension)
 - HCNM (hydrocarbures non méthaniques)
 - O₃ (ozone)
 - SO₂ (dioxyde de soufre)
- traceurs de la pollution automobile
- traceur de la pollution photochimique
- traceur de la pollution industrielle

PARAMETRES METEOROLOGIQUES

- Vitesse et direction de vent
- Température
- Humidité relative

TUBES A DIFFUSION PASSIVE NO₂

- Hiver 99 : du 8 janvier au 1^{er} avril

Période	P1	P2	P3	P4	P5	P6
dates	08/01 au 21/01	21/01 au 03/02	03/02 au 17/02	17/02 au 03/03	03/03 au 18/03	18/03 au 01/04

- Été 99 : du 30 juin au 22 septembre

Tournée	P7	P8	P9	P10	P11	P12
dates	30/06 au 14/07	14/07 au 28/07	28/07 au 11/08	11/08 au 25/08	25/08 au 08/09	08/09 au 22/09

Une quarantaine de tubes à diffusion passive NO₂ ont été disposés sur l'ensemble du secteur. Les tubes sont exposés pendant quinze jours.

L'échantillonnage (positionnement des sites de mesures) est effectué en situation de fond (représentatif d'un large secteur géographique) et en nombre suffisant pour appréhender l'hétérogénéité de la zone en terme de bâti et d'axes de trafic. Des tubes ont été positionnés autour de l'autoroute A8 et de la Nationale 7, ainsi que dans des zones *a priori* peu influencées afin de préciser les contours de l'influence de ces axes.

La technique des tubes à diffusion passive fournit des valeurs qualitatives.

RESULTATS DISCUSSION

Dioxyde d'azote (pollution automobile)

ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le NO₂ (dioxyde d'azote) est un polluant d'origine principalement automobile, issu de l'oxydation de l'azote atmosphérique et du carburant lors des combustions à très hautes températures. C'est le NO (monoxyde d'azote) qui est émis à la sortie du pot d'échappement, il est oxydé en moins d'une minute en NO₂. C'est la rapidité de cette réaction qui fait considérer le NO₂ comme un polluant primaire.

On retrouve le NO₂ principalement à proximité des axes de forte circulation et dans les centres-villes. Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver. Les oxydes d'azote sont des précurseurs de la pollution photochimique et de dépôts acides (formation d'acide nitrique).

EFFETS SANITAIRES

Ses principaux effets sur la santé sont une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.

RESULTATS SUR LES CAMPAGNES

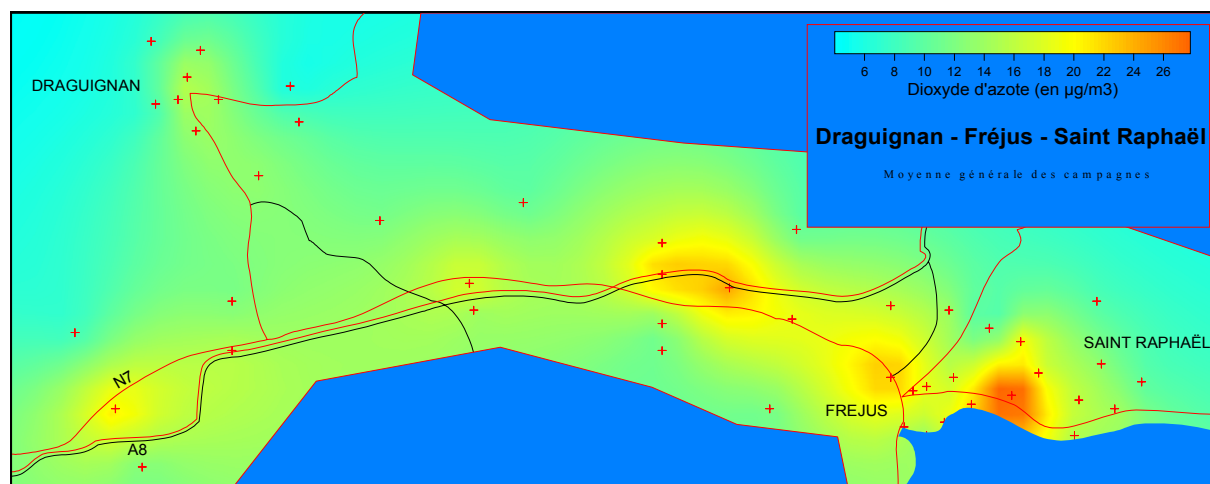
NO ₂ en µg/m ³ .	Draguignan		Fréjus	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté
Moyenne sur la période	21	13	22	24
Maximum horaire	120	81	128	103
Nombre d'heures de dépassements de la valeur guide européenne (135 µg/m ³ /h)	0	0	0	0
Maximum journalier	51	32	46	42
Nombre de jours de dépassements de la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (150 µg/m ³ /j)	0	0	0	0

La valeur limite européenne pour le dioxyde d'azote de 40 µg/m³ est respecté sur les deux sites de mesures des « labomobiles » d'un facteur 2 environ.

Les niveaux entre l'hiver et l'été varient différemment suivant les sites :

- A Draguignan, les niveaux les plus élevés en NO₂ sont mesurés pendant la période hivernale, ce qui est conforme au comportement de ce polluant en zone urbaine. L'hiver les situations de stabilité de l'air sont plus marquées (phénomènes d'inversion thermique) et l'activité humaine est généralement maximale.
- A Fréjus, les niveaux entre l'hiver et l'été sont comparables avec même une légère augmentation l'été. Ce comportement est sans doute à rapprocher de la hausse de trafic liée aux estivants.

CARTE MOYENNE DES NIVEAUX EN NO₂ SUR LA ZONE D'ETUDE
OBTENUE PAR LA TECHNIQUE DES TUBES A DIFFUSION PASSIVE



Carte réalisée par interpolation mathématique (Krigage) des résultats moyens des campagnes de mesures réalisées en hiver et en été 1999.

Cette carte indique que les niveaux sont hétérogènes sur la zone de surveillance, avec des teneurs près de trois fois supérieures en polluants automobiles dans les centres villes de Saint-Raphaël, Fréjus, Puget sur Argens et Draguignan qu'en périphérie. L'influence des deux grands axes de transit que sont la Nationale 7 et l'A8 est manifeste. Les teneurs à quelques centaines de mètres de ces infrastructures sont faibles et homogènes (moins de 10 µg/m³).

Les niveaux maxima ont été relevés sur les points suivants :

F3 - devant la gare de Saint-Raphaël : 33 µg/m³

F14 - à l'ouest de Fréjus, face aux arènes : 25 µg/m³

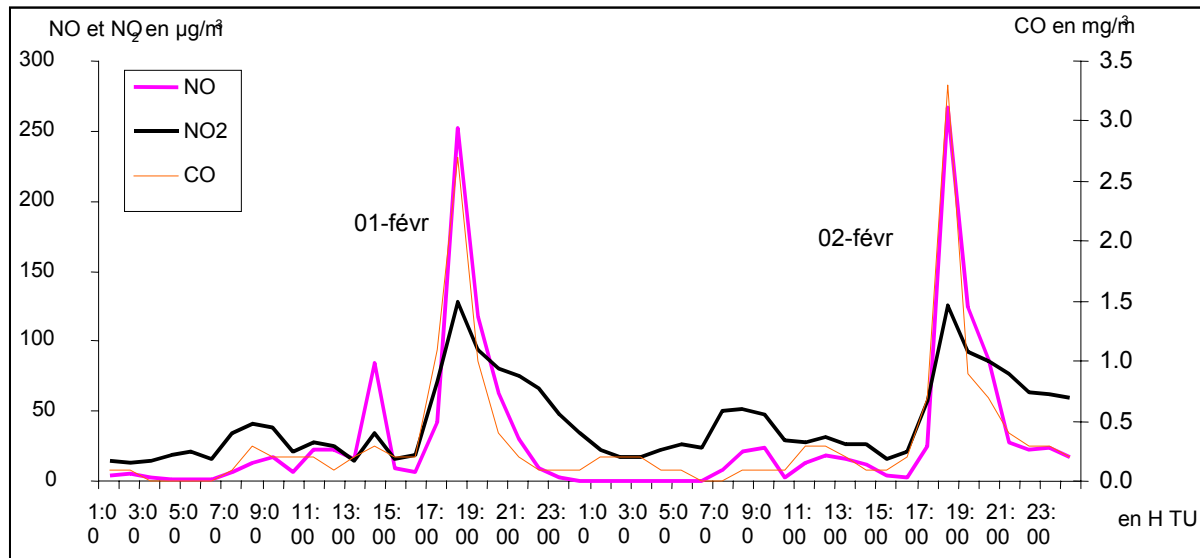
F18 - à l'est de Fréjus : 25 µg/m³

LES NIVEAUX DE POINTE

Les maxima horaires de NO₂ des deux sites respectent largement la valeur limite européenne sur une heure de 200 µg/m³. Ils approchent le seuil guide européen de 135 µg/m³.

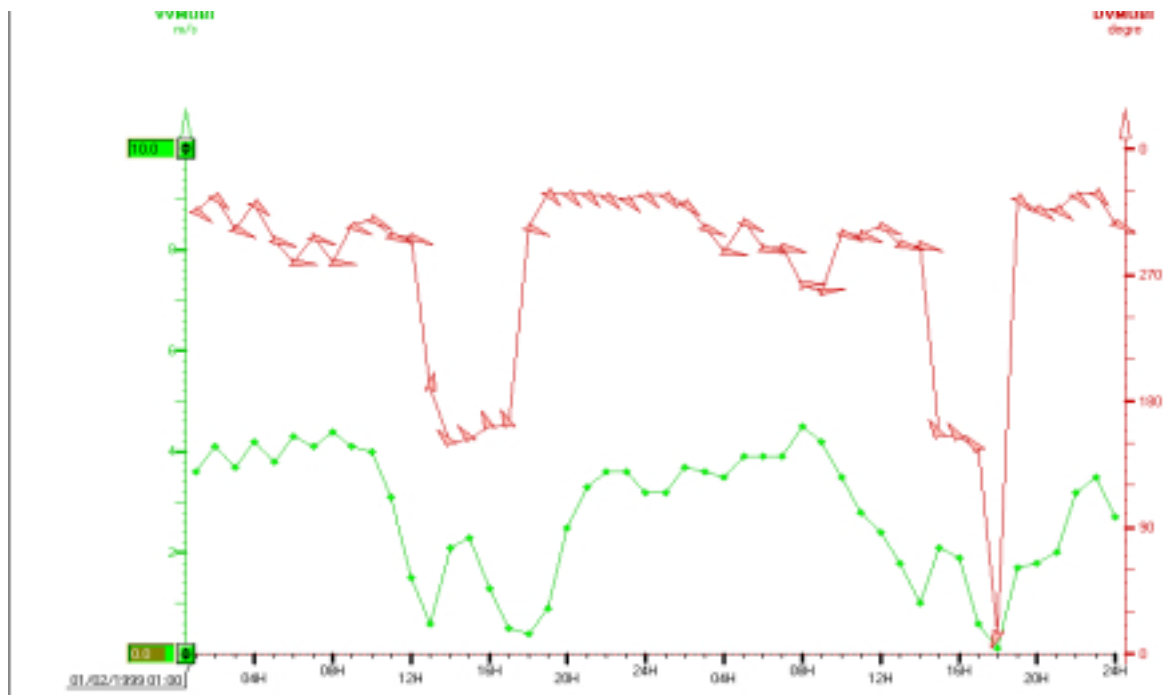
EXEMPLE DE JOURNEE TYPE « POLLUEE » SUR LE SITE DE FREJUS

Evolution des niveaux en polluants automobiles sur le site de Fréjus les 1 et 2 février 1999



L'augmentation des niveaux en NO, NO₂ et CO est simultanée, la pointe la plus marquée de pollution automobile a lieu le soir, sur ce site en hiver. Ces deux journées correspondent à une situation anticyclonique établie.

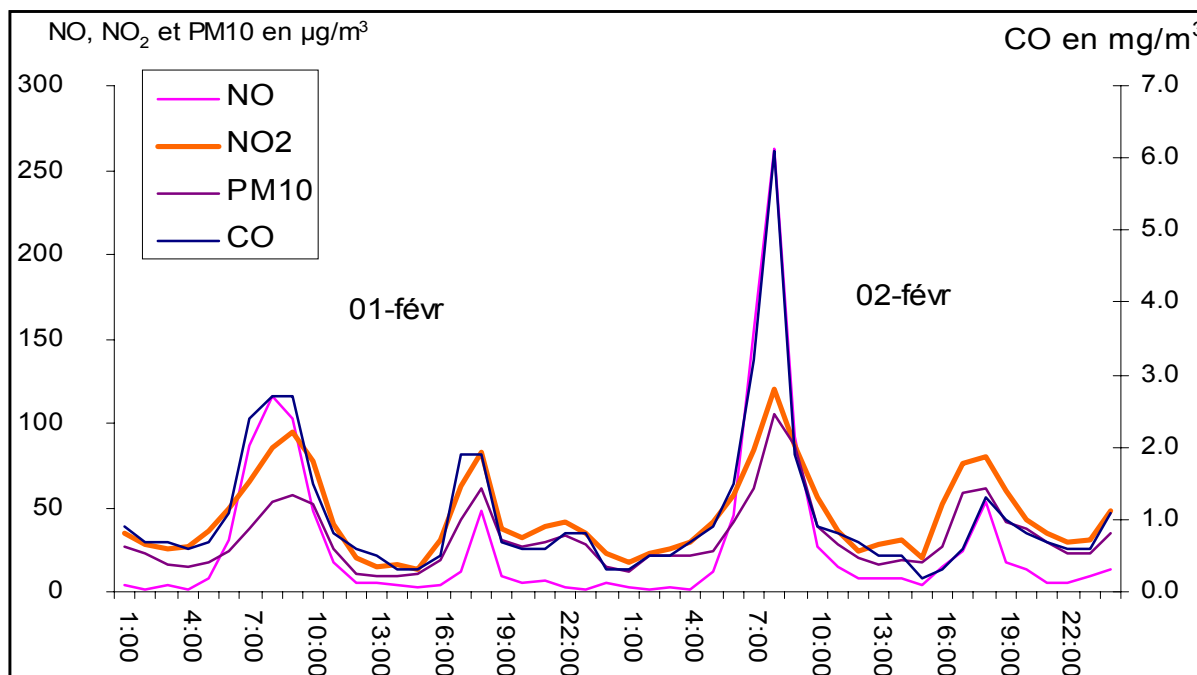
Evolution de la vitesse et de la direction du vent sur le site de Fréjus, les 1 et 2 février 1999



Lors de ces deux journées, le pic de polluants « automobiles » a eu lieu en fin d'après-midi, ce qui coïncidait avec le changement de direction et la baisse d'intensité du vent. Ces conditions météorologiques sont moins favorables à la dispersion des polluants, ce qui explique sans doute en partie l'accroissement des niveaux.

EXEMPLE DE JOURNEES TYPES « POLLUEES » A DRAGUIGNAN

Evolution des niveaux en polluants d'origine « automobile » les 1 et 2 février 1999 à Draguignan



Le profil bimodal de ces polluants, lié aux migrations alternantes aux cours de la journée, est bien marqué sur ce site. Le 2 février la pointe matinale a été plus marquée que la veille traduisant une plus forte stabilité nocturne de l'air.

Particules en suspension (pollution automobile)

ORIGINE ET DYNAMIQUE

Les PM₁₀ (particules en suspension d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10µm) sont principalement issus de la combustion des produits pétroliers.

Les sources principales en sont donc l'automobile (diesel en particulier) et l'industrie, avec une prédominance automobile, surtout dans les zones fortement urbanisées. Les niveaux élevés sont enregistrés dans les conditions anticycloniques hivernales.

EFFETS SANITAIRES

Ses effets sur la santé sont une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une irritation des voies respiratoires inférieures, des effets mutagènes et cancérigènes (dus notamment aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, ou HAP, adsorbés à sa surface) et une mortalité prématurée.

RESULTATS SUR LES CAMPAGNES

PM ₁₀ en µg/m ³ .	Draguignan	
	Hiver	Eté
Moyenne sur la période	23	23
Maximum horaire	177	65
Maximum journalier	52	30
Nombre de jours de dépassements de la valeur limite européenne (50 µg/m ³ /j : objectif 1/1/2005)	1	0
Dates de dépassements	19/01	/

Le niveau moyen en PM₁₀ relevé sur le site de Draguignan (23 µg/m³) est près de deux fois inférieur à la norme européenne (résultat comparable à celui des oxydes d'azote).

La directive du 22 avril 1999 fixe le seuil de 50 µg/m³ sur 24 heures à ne pas dépasser plus de 35 jours. Ce seuil n'a été atteint qu'une seule fois pendant les trois de mesures, la norme est vraisemblablement respectée.

Monoxyde de carbone (pollution automobile)

ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le CO (monoxyde de carbone) est un polluant issu de combustions incomplètes.

Il est principalement émis par l'automobile (à faible vitesse : ralentissements, bouchons). On le retrouve principalement à proximité des axes à fort trafic. Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver.

EFFETS SANITAIRES

Il provoque une baisse de l'oxygénation du sang (hypoxie) en se fixant à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. C'est aussi un neurotoxique (céphalées, troubles du comportement, vomissements) et un myocardiotoxique et provoque des troubles sensoriels (vertiges).

RESULTATS SUR LES CAMPAGNES

CO en mg/m ³ .	Draguignan		Fréjus	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté
Moyenne sur la période	0.8	0.4	0.4	0.4
Maximum horaire	8.2	1.4	3.3	1.2
Nombre d'heures de dépassements de la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (30 mg/m ³ /h)	0	0	0	0
Maximum journalier	1.8	0.6	0.8	0.6

Les niveaux en monoxyde de carbone sont très faibles, plus de trois fois inférieure à la recommandation horaire de l'Organisation Mondiale de la Santé (30 mg/m³). Cette situation est classique en France où ce seuil n'est plus atteint.

Ozone (pollution photochimique)

ORIGINE ET DYNAMIQUE

L'O₃ (ozone) est un polluant issu de réactions complexes faisant intervenir les NO_x (oxydes d'azote) et les COV (composés organiques volatiles) sous l'action du rayonnement solaire. C'est donc un polluant secondaire, par opposition au NO₂ et aux COV qui sont des polluants primaires, ou précurseurs.

De part son origine, l'ozone est présent surtout en été et pendant les heures les plus ensoleillées de la journée. De fortes concentrations d'ozone sont observées jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres des points d'émissions des polluants primaires et ceci sur des zones très vastes, fréquemment à l'échelle d'un département. A contrario, sur les centres villes la formation d'ozone n'est pas favorisée : consommation par le NO (monoxyde d'azote) et formation d'acide nitrique. Cette propriété des centres villes à agir comme des « puits d'ozone » fait souvent appeler la pollution photochimique « pollution des champs ».

EFFETS SANITAIRES

Ses effets sur la santé sont une irritation des muqueuses bronchiques et oculaires, une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique

RESULTATS SUR LA CAMPAGNE ESTIVALE

O ₃ en µg/m ³ .	Dragu.	Fréjus	Toulon Olive	La Seyne sur Mer
Moyenne sur la période	95	74	84	81
Maximum horaire	173	170	180	194
Nombre d'heures de dépassements du seuil européen d'information de la population (180 µg/m ³ /h)	0	0	1	2
Nombre de jours de dépassements du seuil européen de protection de la santé (110 µg/m ³ /8h)	8	15	12	8
Maximum journalier	127	100	120	100
Nombre de jours de dépassements du seuil européen de protection de la végétation (65 µg/m ³ /j)	13	20	21	21
Nombre de jours d'échantillonnage	23	23	23	23

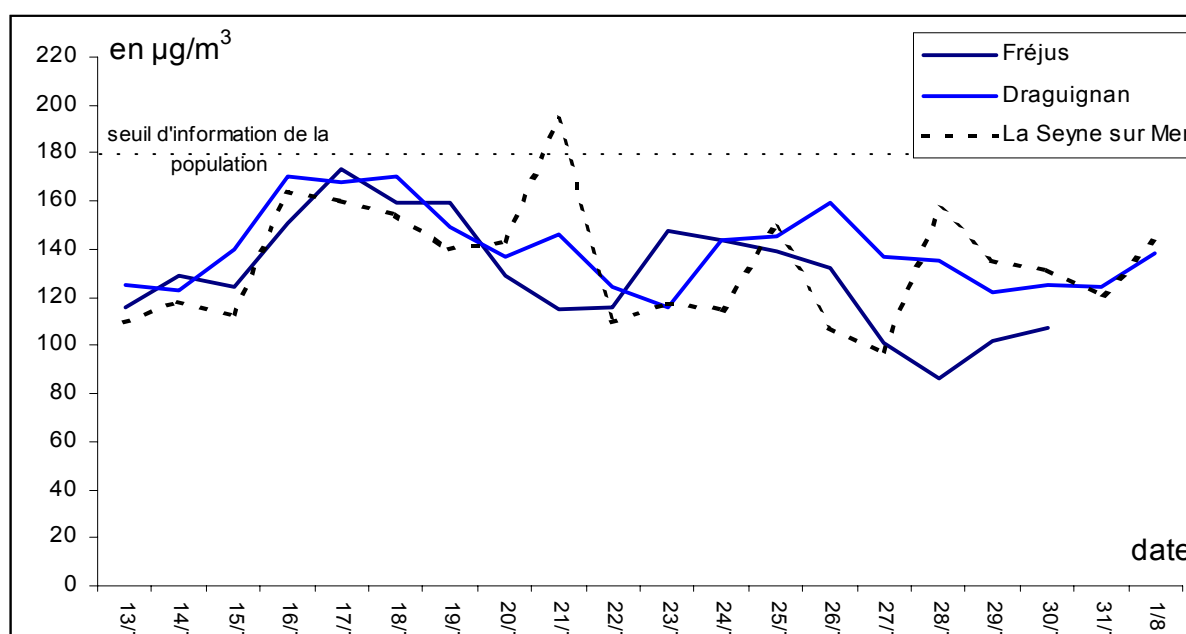
Pendant la période, le seuil de protection de la santé de 110 µg/m³ sur 8 heures a été dépassé entre 1 jour sur 3 et plus de 1 jour sur 2. Ces résultats sont assez homogènes sur l'ensemble de la zone et les différences sont à attribuer aux contextes locaux.

Le seuil d'information et de recommandations européen ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) n'a pas été atteint sur les sites de Draguignan et de Fréjus pendant la période de mesures, alors qu'il a été dépassé sur l'agglomération toulonnaise le 21 juillet.

Il apparaît néanmoins que les maximums horaires relevés sur Draguignan et Fréjus étaient proches de ce seuil avec respectivement 173 et $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le seuil d'information de la population risque donc d'être atteint dans ces zones.

Le seuil de protection de la végétation de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures a été dépassé quasiment tous les jours sur l'agglomération toulonnaise et Fréjus et près de 1 jour sur deux à Draguignan.

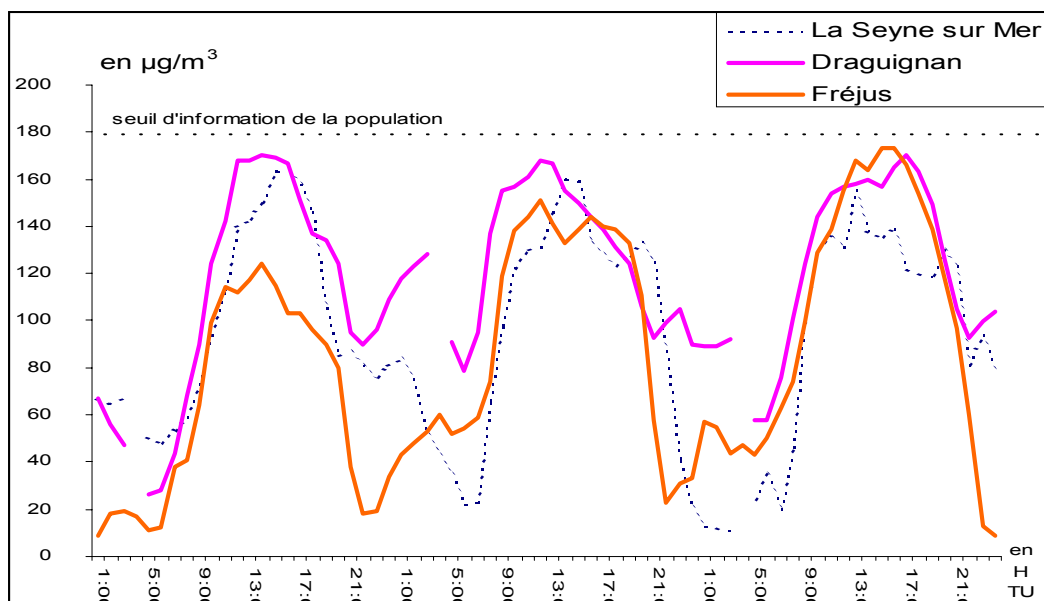
Evolution du maximum horaire quotidien sur les sites de Fréjus, Draguignan et la Seyne sur Mer du 13 juillet au 2 août 1999



Ce graphe montre que concernant les maximums horaires, il y a peu de relation entre les sites de Draguignan, de Fréjus et de La Seyne sur Mer qui donne l'image des niveaux sur l'agglomération toulonnaise.

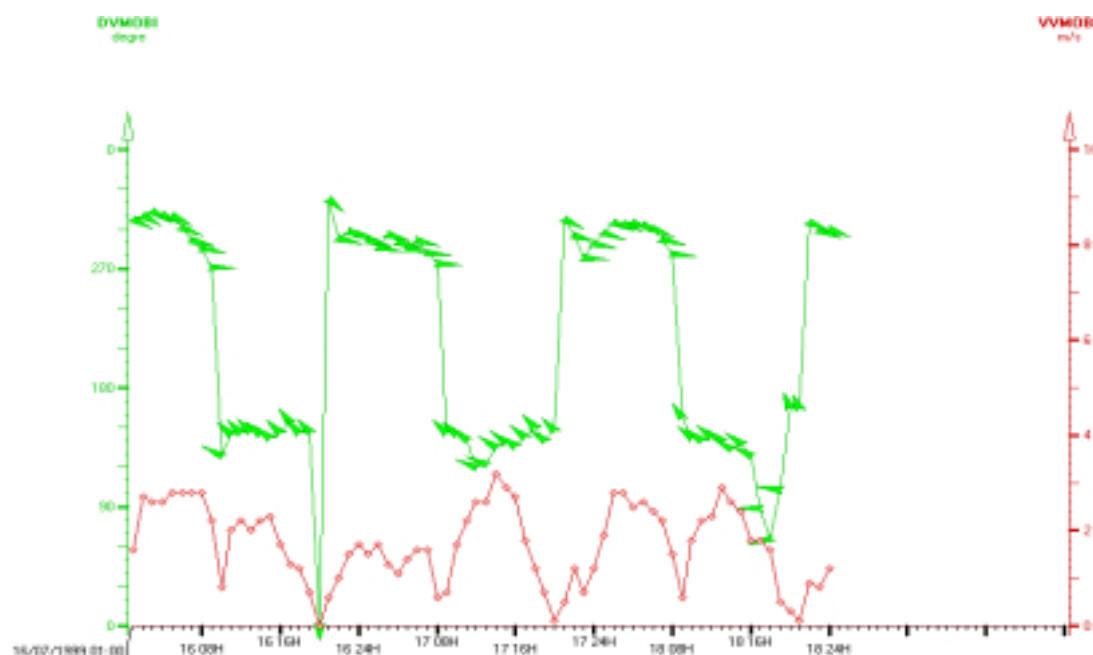
On remarque que sur la période les niveaux maximums relevés à la Seyne sur Mer sont souvent inférieurs à ceux des autres zones. La journée du 21 septembre est remarquable, car le seuil d'information a été dépassé sur plusieurs sites de l'agglomération toulonnaise alors que les niveaux à Fréjus et Draguignan sont restés modérés. Ce graphe montre que les trois zones sont relativement indépendantes quant aux niveaux d'ozone.

Exemple de journées polluées à Draguignan, Fréjus et la Seyne sur Mer, les 16, 17 et 18 juillet 99



Les profils quotidiens en « cloche » de l’ozone sont caractéristiques de journées anticycloniques, avec un accroissement aux heures chaudes lié à la photochimie.

Evolution de la vitesse et de la direction du vent relevés par le laboratoire mobile à Fréjus



Il s’agit d’un régime de brises alternées (terre/mer) établi depuis plusieurs jours. Ces conditions sont favorables à l’établissement des processus photochimiques : Vents faibles à modérés ; Températures élevées (environ 35°C enregistré sur le labomobile l’après-midi) ; Mauvaise dispersion des polluants

Dioxyde de soufre (pollution industrielle)

ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le SO₂ (dioxyde de soufre) est un polluant d'origine principalement industrielle, issu de la combustion de produits pétroliers.

Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver. De plus en situation de vent moyen ou fort, la pollution industrielle peut être rabattue au sol et retomber en panache sous le vent des points d'émissions (cheminées d'usine). Ce polluant est un précurseur des dépôts acides (acide sulfurique).

EFFETS SANITAIRES

Ses effets sur la santé sont une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une exacerbation des gênes respiratoires, des troubles de l'immunité du système respiratoire, un abaissement du seuil de déclenchement chez l'asthmatique, une mortalité prématurée. De plus, c'est un cofacteur de la bronchite chronique.

RESULTATS SUR LES CAMPAGNES

SO ₂ en µg/m ³ .	Draguignan		Fréjus	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté
Moyenne sur la période	5	2	1	1
Maximum horaire	58	41	69	21
Nombre d'heures de dépassements de la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (350 µg/m ³ /h)	0	0	0	0
Maximum journalier	14	10	4	2
Nombre de jours de dépassements de la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (125 µg/m ³ /j)	0	0	0	0

Les niveaux en dioxyde de soufre sont faibles sur l'ensemble de la zone, traduisant l'absence d'émetteurs d'industriels et la faible contribution des chauffages domestiques.

CONCLUSION

Les niveaux en polluants liés aux transports sont faibles à modérés sur la zone d'étude (de 7 à 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les centres-villes de Fréjus, Saint-Raphaël et Draguignan enregistrent les teneurs les plus élevées en moyenne (autour de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le dioxyde d'azote). Ces teneurs restent cependant près de deux fois inférieures à la norme annuelle européenne.

Sur Fréjus et Saint-Raphaël, le comportement des niveaux saisonniers pour les oxydes d'azote est notablement marqué par la période touristique. Les niveaux sont comparables entre l'hiver et l'été, bien que la capacité dispersive de l'atmosphère soit meilleure en été, respectivement 22 et 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mesurés par le camion laboratoire à Fréjus.

A Draguignan, le profil saisonnier des oxydes d'azote est plus classique avec une baisse notable des niveaux : 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en hiver et 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en été.

Concernant la pollution soufrée (chauffages domestiques, industries), les niveaux sont faibles : moyenne de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Fréjus et 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Draguignan.

Les niveaux de fond en ozone sur la zone sont relativement homogènes, avec le dépassement du seuil de protection de la santé (110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures), 1 jour sur 2 à Fréjus et 1 jour sur 3 à Draguignan pour la période estivale. Ce résultat est comparable à celui observé sur le reste de la bande côtière régionale.

Le seuil d'information de la population n'a pas été atteint pendant la période de mesures, mais il a été approché les 16 et 18 juillet à Fréjus et Draguignan (avec 170 et 173 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ce seuil risque d'être atteint dans ce secteur.

Les régimes de vent les plus pénalisants pendant la période de mesures pour la pollution photochimique ont été les flux de sud-est (brise de mer à Fréjus/Saint-Raphaël). Il est vraisemblable que dans ces conditions les polluants émis dans les Alpes Maritimes s'ajoutent à ceux émis localement.

Les périodes de mesures étaient cependant relativement courtes et cette première analyse nécessitera d'être complétée et validée.

Perspectives :

Nous préconisons l'installation de deux stations de mesures sur le secteur afin de suivre les niveaux d'ozone estivaux.

Ces sites seront installés en situation de fond dans les centres-villes de Draguignan et de Fréjus/Saint-Raphaël afin d'évaluer également les niveaux moyens en polluants automobiles tout au long de l'année, avec la mesure des oxydes d'azote.

Les équipements associés à ces stations seraient :

- Deux analyseurs d'ozone
- Deux analyseurs d'oxydes d'azote
- Deux stations d'acquisition
- Une station météorologique : vitesse, direction du vent, température, hygrométrie.

Tableau récapitulatif des résultats obtenus par les tubes à diffusion passive

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	moy
F1	18	10	5	15	19	18	19	20	21	17	16
F2	14				5	16	30		18	14	16
F3	16	33	11	29	11	49	42	42	40	60	33
F4	13	10	7	18	13	12	20		20	15	14
F5	16	9	6	15	5	10	19	38	19	14	15
F6	10			8	6	7	8	7	11	24	10
F7	11	10	8	12	7	12	18	17	18		13
F8	18	15	8	14	14	24	21	18	9	15	16
F9	23	12	13	12	13	20	20	20	25	17	17
F10	14	26	6	7	24	26	41	22	31	7	20
F11	12	8	8	6	4	6	12	7	11	17	9
F12	13	17	10	7	19		14	10	17		13
F13	12	14	7	16	18	24	24	24	26	18	18
F14	27	15	5	14	27		30	30	37	38	25
F15	9	8	10	13	10	23	28	25	15	19	16
F16	14	10	5	6	7	22	28	23	19	20	15
F17	12	14	19	14	13	18	27	30	26	34	21
F18	20	13	7	48	14	29		31	30	28	25
F19	12	13	6	12	8	15	34	13	21		15
F20	10	6	2	5	6	10	12	6	8	6	7
F21	17	20	13	7	10	18	25	27	26		18
F22	10	13	5		6		9	10	15	14	10
F23	18	10	12	8	20	38	33	41	30	39	25
F24	13	10	11	6	10	13	24	19	21	53	18
F25	12	14	6	5	8	9	15	17	12	65	16
F26		17	6	9	12	6	9	13		17	11
F27	11	15		8	10	21	19	60	15	23	20
F28	12	13	8	5	8	17	20	18	19	19	14
F29		13	8	13	8	13	12	15	11	8	11
F30	10	18	6	9	7	18		17		12	24
F31											
F32	12	10	5	7	4	15	15	20	15	13	12
F33	11	10	10	7	8	20		18	20	28	15
F34	17	17	33	12	13	24	26		27	25	22
F35	13	17	6	8	14	13	14	16	18	23	14
F36	11	5	5	4	2	10	8	8	9	12	7
F37	8	4	4	4	4	12	6		7	15	7
F38	11	9	11	10	14	6		15	18	15	12
F39	7	1	2	5	4	5	4	4	6	13	5
F40	14	14	12	8	7	9			11	4	10
F41	12	13	12	7	6	16	20	21	17	8	13
F42	18	15	13	8					19		15
F43	16	8	8	5		17	18		19	27	15
moy	14	13	9	11	10	17	22	21	20	22	16

• concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$