

Gestion de la qualité de l'air 2002



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement

Service scientifique de l'environnement
Service cantonal de protection de l'air

Sommaire

Un glossaire en page 75 explicite les termes techniques ou scientifiques

Avant-propos	3
Partie A : Qualité de l'air 2002	5
1. Bilan	7
2. Mesure des immissions	9
2.1. Introduction.....	9
2.2. Valeurs limites d'immission selon l'OPair	10
3. Réseau d'Observation de la Pollution Atmosphérique à Genève (ROPAG)	11
3.1. Mesures de la qualité de l'air	12
3.2. Présentation des stations.....	12
3.3. Programme et méthodes de mesure.....	13
4. Résultats de l'année 2002	15
4.1. Tableau récapitulatif	15
4.2. Présentation des résultats par station	16
5. Evolution de la qualité de l'air	37
5.1. Moyennes annuelles de SO ₂ , NO ₂ , TSP et PM10	37
5.2. Percentiles 95 de SO ₂ et NO ₂	39
5.3. Percentiles 98 de O ₃	40
5.4. Nombre de dépassements de O ₃ et NO ₂	41
6. Capteurs passifs : Campagne NO₂	43
7. Mesure du dioxyde de carbone en milieu forestier	47
7.1. Problématique	47
7.2. Introduction.....	47
7.3. Le cycle du carbone.....	47
7.4. Méthode et appareil de mesure	48
7.5. Résultats.....	49
7.6. Conclusion.....	50
8. Bilan de la pollution à l'ozone durant l'été 2002	51
8.1. Généralités	51
8.2. Episode de smog photochimique critique du 14 au 23 juin 2002.....	55
8.3. Deux cas d'école : La France et la Suisse	56
9. Retombées atmosphériques	59
9.1. Méthodologies	59
9.2. Résultats.....	59

Partie B : Plan de mesures 2003-2010	63
10. Contexte	65
11. Objectifs de la Confédération	65
12. Plans de mesures cantonaux.....	66
13. Bilan 1991 - 2002.....	66
Conclusion.....	71
Information sur la qualité de l'air via Internet.....	73
Gloss'air.....	75

Rédaction

B. Lazzarotto
 Ph. Arrizabalaga
 P. Kunz
 F. Cupelin
 Y. Bellégo
 E. Siegenthaler

Traitement des données

A. Jetzer

Schémas – photos

C. Deléaval

Secrétariat

S. Pierre

Avant-propos

Pour la première fois depuis la création du réseau d'observation de la pollution atmosphérique à Genève (ROPAG) en 1973 et la réalisation du premier Plan de mesures OPair en 1991, un document de synthèse met en relation l'évolution de la qualité de l'air avec le nouveau Plan de mesures en vigueur.



Ce document constituera dorénavant une référence pour suivre l'évolution de la qualité de l'air à Genève et permettra d'évaluer, dans le temps, l'efficacité de la mise en oeuvre de la nouvelle politique d'assainissement pour la période 2003 à 2010, telle que l'a adoptée le Conseil d'Etat le 2 avril 2003.

Le rapport « Gestion de la qualité de l'air 2002 » présente, d'une part, un état des lieux de la qualité de l'air dans notre canton et, d'autre part, les mesures prises pour l'améliorer ainsi que la manière dont le suivi du Plan de mesures 2003-2010 va être conduit. Un véritable système de management de la qualité de l'air est ainsi mis en place, reposant sur l'observation d'indicateurs spécifiques à chaque mesure.

Les aspects légaux, les systèmes d'analyse utilisés et les différentes concentrations des polluants mesurés aux endroits représentatifs de notre territoire sont exposés dans la première partie de ce document ; celle-ci contient le bilan de la qualité de l'air sur le canton de Genève en 2002 et montre son évolution depuis une décennie. La seconde partie aborde le Plan de mesures OPair qui sera mis en oeuvre afin de garantir une meilleure qualité de l'air à l'échéance 2010.

Ces dix dernières années, des améliorations notables sont intervenues dans ce domaine, en particulier pour ce qui a trait au dioxyde de soufre et au monoxyde de carbone. Ces améliorations s'expliquent en grande partie par l'effet des pots catalytiques des véhicules, ainsi que par l'utilisation de carburants et combustibles pauvres en soufre.

Malgré cela, les objectifs de la Confédération en matière d'immissions ne sont toujours pas atteints. Des zones importantes de l'agglomération genevoise – en particulier l'hypercentre-ville avec le pont du Mont-Blanc et les quartiers jouxtant les quais, ainsi que la zone située entre la route de Vernier, la route de Meyrin et l'autoroute – sont encore sujettes à des immissions excessives de dioxyde d'azote. La situation s'est même détériorée en 2002 en ce qui concerne ce polluant. Pour l'ozone, c'est l'ensemble du territoire qui est concerné et on observe toujours de multiples dépassements de la valeur limite horaire en période estivale, même si une amélioration de la situation est perceptible.

Ce n'est pas un hasard si la date de 2010 figure comme horizon temporel du nouveau Plan de mesures. Cette échéance correspond à celle fixée par la Confédération pour répondre aux objectifs internationaux de lutte contre la pollution atmosphérique auxquels elle a adhéré, en particulier le protocole de Kyoto et les accords de Göteborg.

A Genève, les activités industrielles, commerciales et artisanales sont toujours plus intenses, la population augmente et les besoins en déplacements vont croissant. Il est indispensable que l'ensemble des personnes concernées contribuent, sur le plan privé comme sur le plan professionnel et chacune à leur niveau, à atteindre les objectifs de qualité de l'air.

Cette nouvelle série de rapports annuels, intitulée « Gestion de la qualité de l'air », permettra d'informer régulièrement sur l'évolution de la qualité de l'air et de veiller à ce que l'application du Plan de mesures 2003-2010 produise les effets attendus.

Robert Cramer
Conseiller d'Etat

Partie A : Qualité de l'air 2002

Cette partie est consacrée aux mesures effectuées par le réseau d'observation de la pollution atmosphérique à Genève (ROPAG).

Elle expose le cadre législatif des mesures, présente les différents emplacements des stations du réseau d'observation, ainsi que les méthodes utilisées pour mesurer les concentrations de polluants surveillés.

Un tableau récapitulatif contient les mesures effectuées en 2002, qui figurent aussi de manière détaillée pour chaque station. L'évolution de la pollution atmosphérique sur une période de plus de dix ans est présentée sous forme graphique dans cette même partie.

Plusieurs études spécialisées sont encore décrites, comme la campagne de mesure des immissions de dioxyde d'azote (NO₂) par capteurs passifs, la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) en forêt, ou le bilan de la pollution à l'ozone (O₃) durant l'été 2002.

Cette partie A se termine sur les résultats des retombées atmosphériques, que ce soit les retombées de poussières ou l'analyse des eaux de pluie.

1. Bilan

Dioxyde d'azote

Après la décroissance des immissions de dioxyde d'azote observée pendant les années 1990 à 2001, particulièrement marquée en milieu urbain, on constate en 2002 une stabilisation voire une augmentation des concentrations **moyennes annuelles** dans une majorité de stations.

En milieu urbain (Ile, Ste-Clotilde et Wilson), les moyennes annuelles continuent de dépasser la valeur limite d'immission et ont tendance à remonter (Ile et Wilson). C'est la station mobile de la Rôtisserie, installée du 25.09.2001 au 24.09.2002, qui indique la plus forte moyenne annuelle en NO₂ (45 µg/m³).

En milieu suburbain (Meyrin et Foron) et en milieu rural (Anières / nouvelle station, Passeiry et Jussy), les moyennes annuelles restent en-dessous de la valeur limite. Elles sont soit stationnaires soit augmentent légèrement par rapport à 2001.

La valeur limite d'immission des **percentiles 95**, bien que respectant la valeur fixée par l'OPair, suit la même tendance à l'augmentation que les moyennes annuelles, et ce dans la majorité des stations.

La **valeur limite journalière** n'a été dépassée que deux fois, et ce sur le site de la Rôtisserie situé en milieu urbain.

L'année 2002 montre ainsi une aggravation globale des immissions de dioxyde d'azote par rapport à la situation de 2001.

Cependant, le règlement H1 05.04 art.1. al. 1a, du 09 février 1989, relatif à la restriction temporaire de la circulation motorisée en cas de pollution de l'air, n'a pas dû être appliqué en 2002. En effet, les taux de dioxyde d'azote n'ont jamais atteint la valeur limite de 160 µg/m³ (en moyenne journalière) trois jours de suite.

Ozone

On observe, pour toutes les stations, de multiples dépassements de la **valeur limite horaire** en période estivale, même si une amélioration de la situation est perceptible par rapport à 2001. Le nombre de dépassements a néanmoins généralement diminué, sauf pour la station de Wilson, située en milieu urbain, et celle de Jussy, située en milieu rural.

Les **moyennes annuelles** ont diminué partout sauf dans les stations de l'Ile et de Wilson, situées en milieu urbain.

Comme observé les années précédentes, la charge en ozone augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du milieu urbain. Pour toutes les stations, les immissions d'ozone sont toujours excessives. Ceci provient du fait que la charge des émissions de polluants primaires (oxydes d'azote et composés organiques volatils) reste toujours trop élevée.

Les immissions excessives d'ozone, accompagnées de composés irritants et d'une diminution de la visibilité, sont caractéristiques de la présence de smog d'origine photochimique. Celui-ci se forme lorsque les précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils) entrent en réaction sous l'influence du rayonnement solaire ultraviolet.

Seule la réduction des précurseurs à l'échelle régionale, voire européenne, au moyen d'actions durables permet de diminuer de manière efficace les immissions d'ozone.

Particules fines (PM10)

Par rapport à l'année 2001, les **moyennes annuelles** sont restées stationnaires ou ont augmenté. Les stations de l'Île et de la Rôtisserie, situées en milieu urbain, ainsi que celle du Foron, située en milieu suburbain, montrent des dépassements des normes de l'OPair.

La **valeur limite journalière** a été dépassée dans la plupart des stations, à l'exception de la station de Wilson, située en milieu urbain, et de celle de Meyrin, située en milieu suburbain.

Ceci représente une aggravation de la situation par rapport à 2001.

Dans toutes les stations, les **moyennes annuelles de plomb et de cadmium dans les PM10** ont été inférieures aux valeurs limites fixées par l'OPair. Ces valeurs sont en baisse par rapport à l'année 2001, sauf pour la station d'Anières, située en milieu rural, qui reste stable.

Monoxyde de carbone

Les **moyennes journalières** n'ont pas dépassé la valeur limite d'immission de l'OPair.

Les concentrations restent faibles et stationnaires par rapport à celles de 2001.

Retombées de poussières

Les différentes **moyennes annuelles** (total des retombées de poussières, Plomb – Cadmium – Zinc dans les retombées de poussières) sont respectées dans tous les sites de mesure.

Le site de Ste-Clotilde, situé en milieu urbain, présente une concentration en Zn proche de la valeur limite OPair, ce qui peut s'expliquer par la proximité du toit adossé à la station.

Les valeurs sont en général plus fortes dans les sites urbains et suburbains que dans les sites ruraux.

Par rapport à 2001, seule la station de Wilson, située en milieu urbain et celle du Foron, situé en milieu suburbain, présentent une baisse. Toutes les autres présentent une hausse.

Dioxyde de soufre

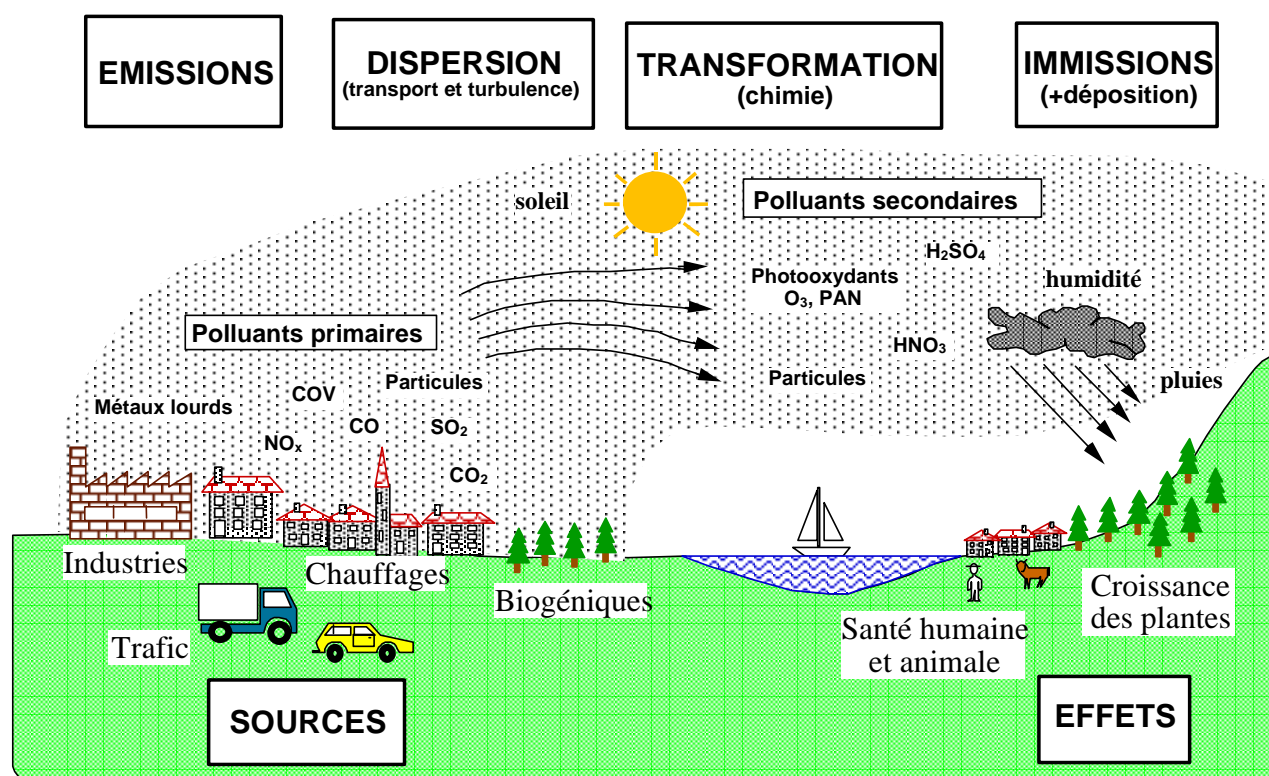
Les **valeurs limites d'immission** (moyenne annuelle, percentile 95, moyenne journalière) sont respectées sur tout le territoire cantonal, comme c'est le cas depuis plusieurs années.

En 2002, les immissions de SO₂ sont restées au niveau de celles de 2001.

2. Mesure des immissions

2.1. Introduction

Tous les polluants émis subissent, plus ou moins vite, selon leur nature, des transformations. Comme le montre la figure ci-dessous, les polluants primaires émis vont être dispersés par des courants atmosphériques et subir des transformations chimiques sous l'action du soleil, mais aussi de l'humidité et des particules en suspension, pour donner naissance à des polluants secondaires. Suivant les conditions météorologiques, certaines réactions chimiques ainsi que certains phénomènes physiques peuvent avoir lieu, comme la dispersion, l'accumulation ou l'absorption.



Il faut bien distinguer les notions d'émission et d'immission.

Les **émissions** concernent les polluants rejetés dans l'environnement par les installations, les véhicules ou les produits. Elles sont mesurées à la source de leur rejet alors que les polluants ne sont pas encore dilués dans l'atmosphère.

Les **immissions** concernent la pollution atmosphérique à l'endroit où elle déploie ses effets sur l'homme, les animaux, les plantes, le sol et les biens matériels.

Les polluants sont émis dans l'atmosphère et subissent un certain nombre de dilutions et de transformations chimiques. Il s'agit d'une pollution "ambiante" en suspension dans l'atmosphère. Les immissions sont mesurées par prise d'échantillon dans l'air qui nous entoure.

2.2. Valeurs limites d'immission selon l'OPair

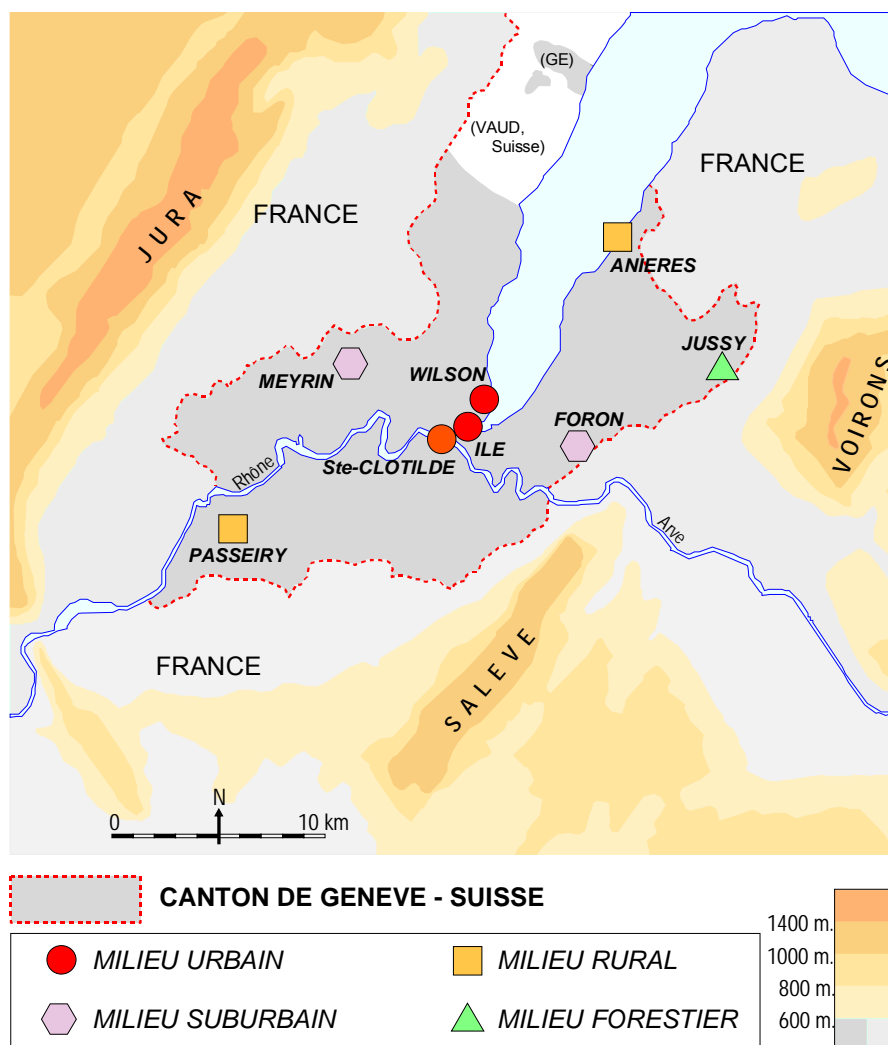
L'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air (OPair) a pour but « de protéger l'homme, les animaux et les plantes, leurs biotopes et biocénoses, ainsi que le sol, des pollutions atmosphériques nuisibles ou incommodantes ». La 1^{ère} version, datant du 16 décembre 1985, découle de la Loi sur la protection de l'environnement (LPE) du 12 octobre 1983. L'OPair a été renforcée plusieurs fois depuis, la dernière modification datant du 12 octobre 1999.

L'annexe 7 de cette Ordonnance fixe les valeurs limites d'immission pour un certain nombre de composés tels le SO₂, le NO₂, le CO, l'O₃, les PM10 et les retombées de poussières. Le tableau ci-dessous donne ces différentes valeurs limites.

Substance		Valeur limite d'immission	Définition statistique
Anhydride sulfureux (SO ₂) <i>(syn. : dioxyde de soufre)</i>		30 µg/m ³	Moyenne annuelle (arithmétique)
		100 µg/m ³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m ³
		100 µg/m ³	Moyenne par 24 h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Dioxyde d'azote (NO ₂)		30 µg/m ³	Moyenne annuelle (arithmétique)
		100 µg/m ³	95 % des moyennes semi-horaires d'une année ≤ 100 µg/m ³
		80 µg/m ³	Moyenne par 24 h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Monoxyde de carbone (CO)		8 mg/m ³	Moyenne par 24 h ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Ozone (O ₃)		100 µg/m ³	98 % des moyennes semi-horaires d'un mois ≤ 100 µg/m ³
		120 µg/m ³	Moyenne horaire ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
Poussières en suspension (PM10)	Total	20 µg/m ³	Moyenne annuelle (arithmétique)
		50 µg/m ³	Moyenne sur 24 h ; ne doit pas être dépassée plus d'une fois par année
	Plomb (Pb)	500 ng/ m ³	Moyenne annuelle (arithmétique)
	Cadmium (Cd)	1,5 ng/ m ³	Moyenne annuelle (arithmétique)
Retombées de poussières	Total	200 mg/(m ² . jour)	Moyenne annuelle (arithmétique)
	Plomb (Pb)	100 µg/(m ² . jour)	Moyenne annuelle (arithmétique)
	Cadmium (Cd)	2 µg/(m ² . jour)	Moyenne annuelle (arithmétique)
	Zinc (Zn)	400 µg/(m ² . jour)	Moyenne annuelle (arithmétique)
	Thallium (Tl)	2 µg/(m ² . jour)	Moyenne annuelle (arithmétique)

Note :
 mg = milligramme 1 mg = 0.001 g
 µg = microgramme 1 µg = 0.001 mg
 ng = nanogramme 1 ng = 0.001 µg
 ≤ signifie "plus petit ou égal à"

3. Réseau d'Observation de la Pollution Atmosphérique à Genève (ROPAG)



Emplacement des 8 stations de mesure fixes du ROPAG

Le groupe ROPAG

Coordination : B. Lazzarotto / F. Cupelin / Ph. Arrizabalaga

Construction, maintenance : H. Broillet

Calibration, maintenance : E. Delicado

Mesure des poussières, contrôle qualité : E. Piguet

Informatique : F. Magnin

Traitement des données : A. Jetzer

Mécanique, installation : Y. Lutzelschwab

Secrétariat : S. Pierre

3.1. Mesures de la qualité de l'air

Chaque canton a pour mission permanente de mesurer les immissions des polluants recensés à l'annexe 7 de l'OPair, en suivant les « recommandations relatives à la mesure des immissions de polluants atmosphériques » telles que les a définies l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), le 15 janvier 1990.

C'est le rôle du ROPAG, qui mesure les immissions dans le canton de Genève depuis plus de vingt ans et qui a pour objectif d'analyser la qualité de l'air et d'en suivre l'évolution.

Dans le but de garantir que la qualité des mesures effectuées réponde aux exigences de la métrologie et afin de suivre l'évolution très rapide de la technique, le réseau fait l'objet d'un renouvellement permanent.

Ces mesures permettent de déterminer si les valeurs limites fixées par l'OPair sont respectées et, dans le cas contraire, de proposer un Plan de mesures afin d'atteindre cet objectif.

3.2. Présentation des stations

En 2002, huit stations de mesure fixes et une station mobile étaient en activité. Les emplacements des stations de mesure ont été déterminés en fonction des particularités propres au canton de Genève, selon les critères suivants :

- densité de la population,
- sources de pollutions fixes et mobiles,
- météorologie régionale.

Trois milieux types peuvent être mis en évidence :

Milieu urbain (Ile, Ste-Clotilde, Wilson)

La station de *Ile* est située dans l'hypercentre, sur un pont. Elle est représentative d'une zone où la densité de la circulation routière est particulièrement élevée (pont du Mont-Blanc : 80'000 véhicules/jour, pont de la Coulouvrenière : 48'000 véhicules/jour).

La station de *Ste-Clotilde*, sur la rive gauche, dans le quartier de la Jonction, est représentative d'une zone à forte activité tertiaire.

La station de *Wilson* est située sur la rive droite, à la frontière entre le lac et le quartier des Pâquis. Elle permet de mettre en évidence, par temps de bise, la qualité de l'air pénétrant dans la ville et, par régime de vent du secteur sud-ouest, l'apport des polluants de l'ensemble de l'agglomération.

Milieu suburbain (Meyrin, Foron)

La station de *Meyrin* est à la limite d'une zone industrielle et de la cité de Meyrin.

A l'est, celle du *Foron*, proche de la frontière française, est située dans une zone suburbaine à forte densité d'habitations. Elle est aussi sous l'influence de l'agglomération d'Annemasse (France).

Milieux rural et forestier (Anières, Passeiry, Jussy)

Les stations d'*Anières* et de *Passeiry* permettent d'évaluer les apports des émissions de la ville selon le régime des vents dominants.

Une station située dans les bois de *Jussy* permet d'objectiver la qualité de l'air et de la mettre en relation avec la qualité de la forêt. L'air y est prélevé à 23 m du sol, soit à la hauteur de la cime des arbres.

3.3. Programme et méthodes de mesure

Le tableau ci-dessous présente les méthodes utilisées par station, pour chaque type de polluant.

Une explication succincte de chaque terme est donnée dans le gloss'air.

MESURE STATION	SO ₂	NO ₂	NO	O ₃	HCT	CH ₄	CO	PM10	T	HR	VENT	RS
Ile	DOAS*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / AUV**	-	-	IR*	G°	TC	H	AN	-
Ste-Clotilde	-	CL*	CL*	AUV**	FID*	FID*	IR*	G	TC	H	-	-
Wilson	-	CL*	CL*	AUV**	-	-	IR*	Aβ	TC	H	AN	-
Meyrin	-	CL*	CL*	AUV**	-	-	-	Aβ	TC	H	AN	Py
Foron	DOAS*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / AUV**	-	-	-	Aβ	TC	H	AN	-
#Anières	DOAS* / FUV*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / AUV**				G	TC	H	AN-US	-
Passeiry	DOAS*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / AUV**	-	-	-	Aβ	TC	H	AN	-
Jussy	-	CL*	CL*	AUV**	-	-	-	-	TC	H	AN	-
Rôtisserie (mobile)	FUV*	CL*	CL*	AUV**	FID*	FID*	-	G	TC	H	AN	Py

* étalonnage avec gaz de référence.

** étalon METAS (office fédéral de METrologie et d'Accréditation Suisse).

Passage de la station mobile à la station fixe le 12 avril 2002.

(DOAS / x) signifie que les mesures sont faites avec un DOAS, et relayées par un analyseur ponctuel dans des conditions défavorables (brouillard par exemple).

Abréviations utilisées

Paramètres mesurés

SO ₂	dioxyde de soufre
NO ₂	dioxyde d'azote
NO	monoxyde d'azote
O ₃	ozone
HCT	hydrocarbures totaux
CH ₄	méthane
CO	monoxyde de carbone
PM10	particules fines (<10µm)
T	température
HR	humidité relative
VENT	vitesse, direction
RS	rayonnement solaire

Méthode de mesure

Py	pyranomètre
Aβ	absorption β
AUV	absorption UV
AN	anémomètre
AN-US	anémomètre à ultrasons
CL	chimiluminescence
DOAS	absorption spectrophotométrique différentielle
FID	détecteur à ionisation de flamme
FUV	fluorescence UV
G	gravimétrie (pesée)
G°	gravimétrie (micro balance)
H	hygromètre à cheveu
IR	absorption infrarouge
TC	Pt - 100


4. Résultats de l'année 2002

4.1. Tableau récapitulatif

Les mesures concernent la période du 1^{er} janvier 2002 au 31 décembre 2002, sauf pour la station de la Rôtisserie, où elles portent sur la période 25 septembre 2001 au 24 septembre 2002.

Substance	Donnée	Unité	Valeur Limite d'immission OPair	Station de mesure									
				Ile	Ste-Clotilde	Wilson	Meyrin	Foron	Anières	Passeiry	Jussy	Rôtisserie	
												2001	2002
SO ₂	Mes. validées	%		98				99		99		96	
	Moy. ann.	µg/m ³	30	6				4		2		11	
	Perc. 95	µg/m ³	100	19				11		6		40	
	Nb*>100 µg/m ³	nb	1	0				0		0		0	
NO ₂	Mes. validées	%		99	97	96	97	99	96	97	93	95	
	Moy. ann.	µg/m ³	30	41	34	38	26	26	18	18	13	45	
	Perc. 95	µg/m ³	100	74	68	71	55	58	47	41	38	81	
	Nb*>80 µg/m ³	nb	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
CO	Mes. validées	%		99	94	98							
	Moy. ann.	mg/m ³		0.6	0.8	0.4							
	Nb*>8 mg/m ³	nb	1	0	0	0							
O ₃	Mes. validées	%		99	99	99	99	99	98	98	98	98	
	Moy. ann.	µg/m ³		33	32	35	42	39	49	44	50	31	
	Perc. 98	Janv.	µg/m ³	100	50	58	55	63	60	62	69	69	50
		Fév.	µg/m ³	100	68	71	66	80	73	78	85	107	64
		Mar.	µg/m ³	100	77	82	80	96	93	98	90	108	67
		Avr.	µg/m ³	100	89	98	100	121	118	123	108	125	88
		Mai.	µg/m ³	100	87	99	96	120	118	131	114	126	102
		Juin.	µg/m ³	100	110	133	124	151	151	142	125	141	120
		Juil.	µg/m ³	100	100	115	112	126	106	129	115	133	113
		Aout.	µg/m ³	100	91	102	96	108	100	111	110	112	88
		Sept.	µg/m ³	100	71	87	88	94	97	99	94	96	75
		Oct.	µg/m ³	100	59	64	67	72	75	83	81	80	66
		Nov.	µg/m ³	100	48	51	53	57	53	67	66	67	45
Déc.	µg/m ³	100	40	44	40	46	47	54	60	63	39		
Nb**>120 µg/m ³	nb	1	11	49	28	160	72	186	37	197	22		
PM10	Total	Mes. validées	%		99	99	88 ^{#1}	82 ^{#2}	99	93	98		99
		Moy. ann.	µg/m ³	20	22	20	20	19	22	19	20		28
		Nb*>50 µg/m ³	nb	1	3	9	0	0	12	11	8		31
	Pb	Moy. ann.	ng/ m ³	500		13				9			14
	Cd	Moy. ann.	ng/ m ³	1.5		0.22				0.23			0.3

Légendes et abréviations :

 : Dépassement de la valeur limite d'immission fixée par l'OPair.

Mes. validées : Pourcentage de mesures validées.

Moy. ann. : Moyenne annuelle.

Perc. 95 : Percentile 95 des moyennes semi-horaires annuelles.

Perc. 98 : Percentile 98 des moyennes semi-horaires mensuelles.

Nb* : Nombre de moyennes journalières.

Nb** : Nombre de moyennes horaires.

#1 : Début des mesures le 13.02.2002.

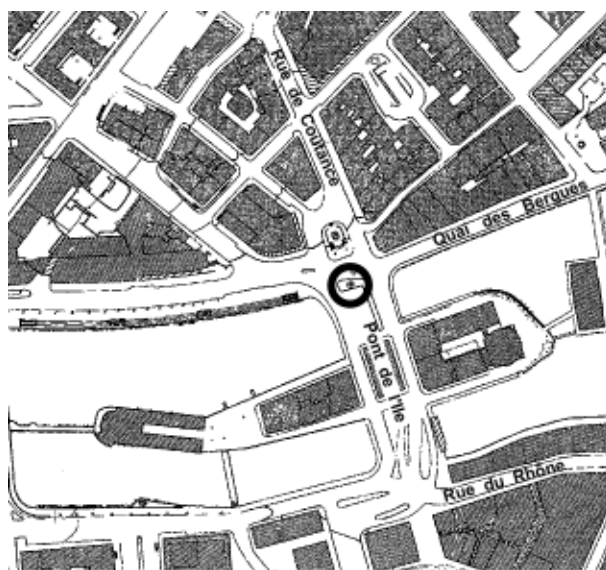
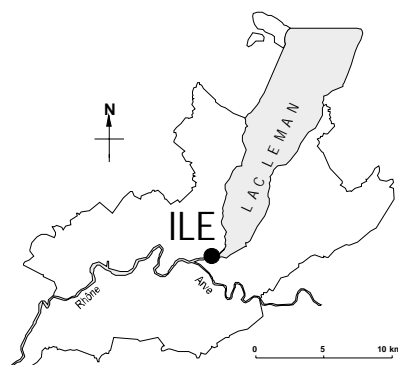
#2 : Début des mesures le 27.02.2002.

4.2. Présentation des résultats par station

Les résultats de l'année 2002, pour 8 stations fixes, une station mobile ainsi que pour le DOAS de l'aéroport international de Genève (AIG) sont présentés ci-après.

Station de mesure en milieu urbain

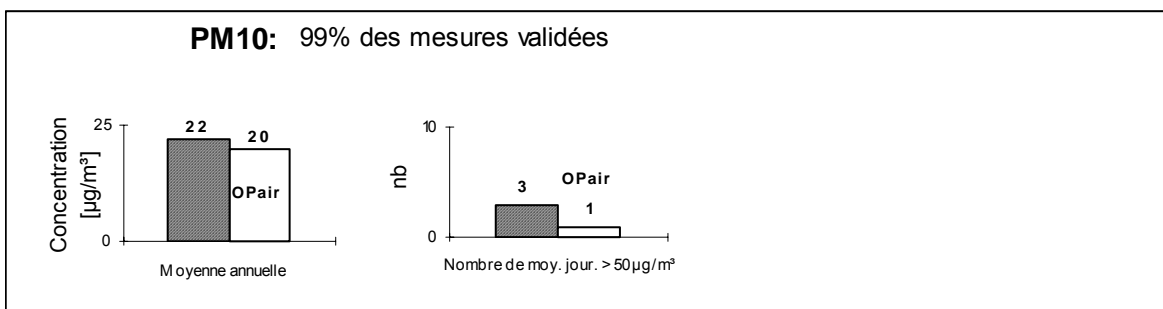
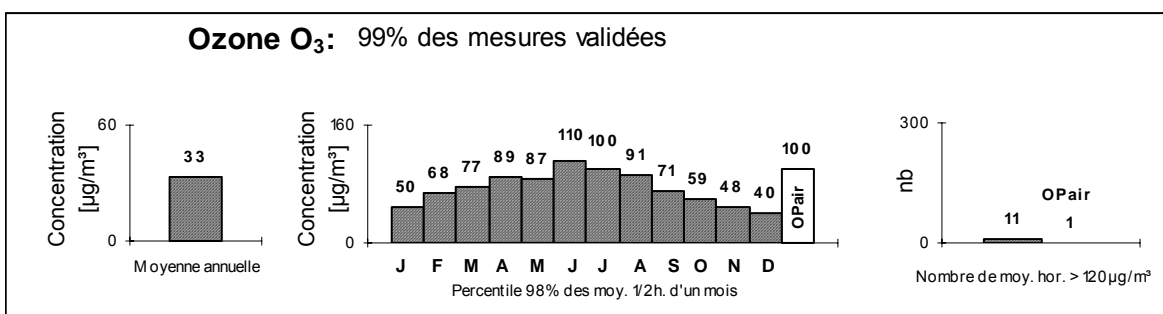
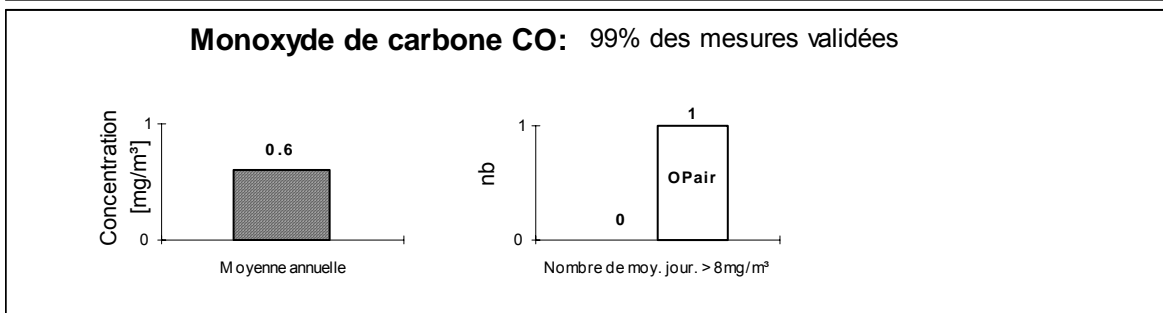
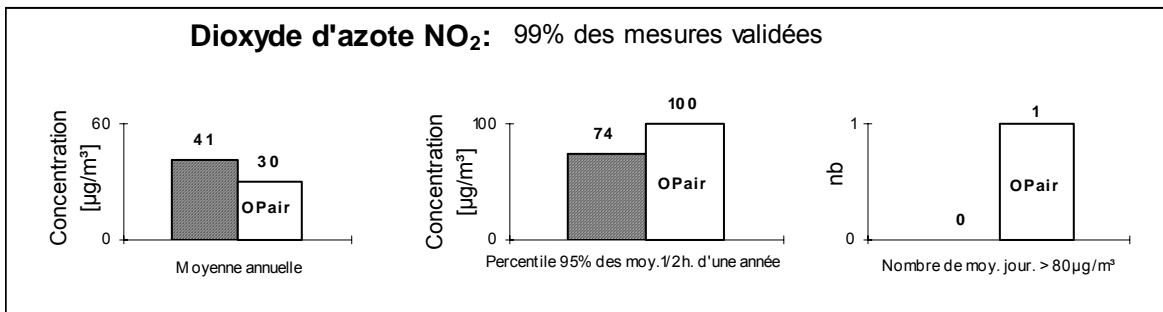
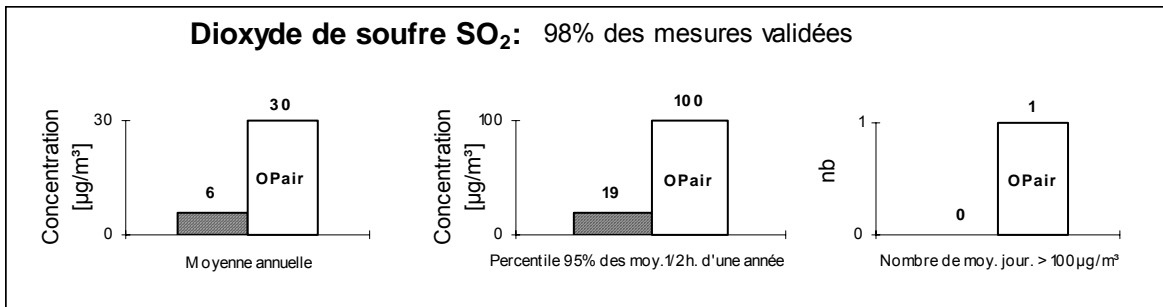
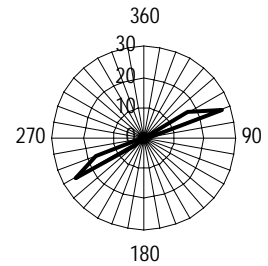
ILE



Coordonnées OTF : 499989 / 117953

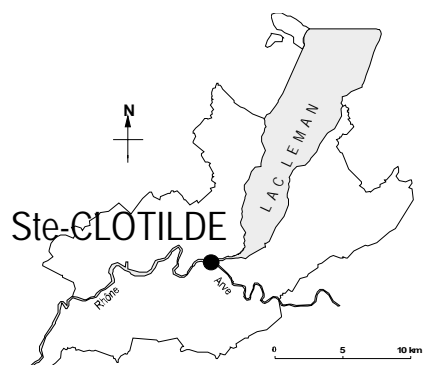
Station de mesure en milieu urbain

ILE



Station de mesure en milieu urbain

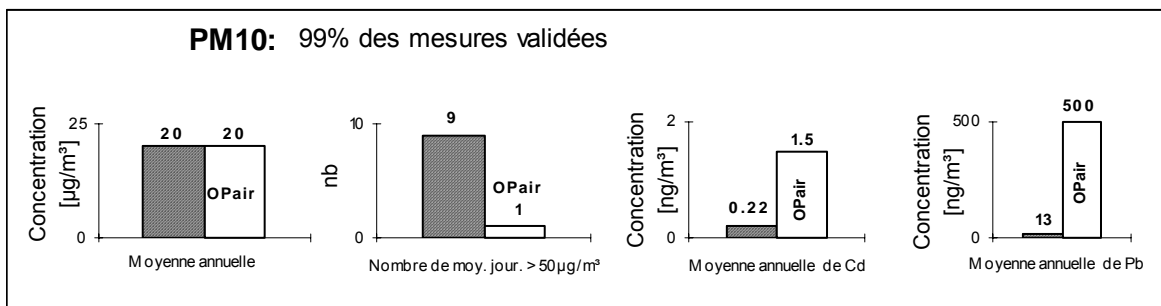
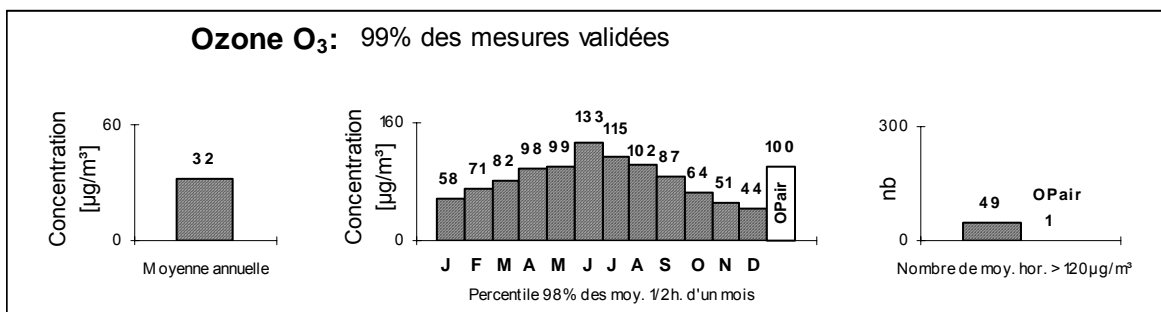
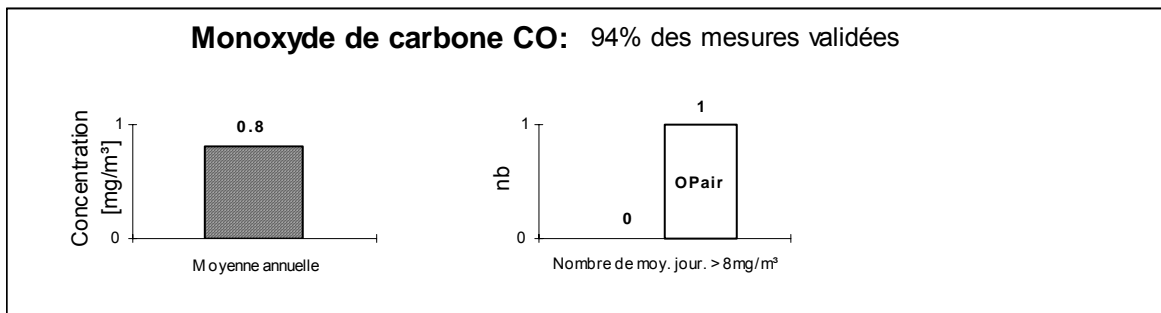
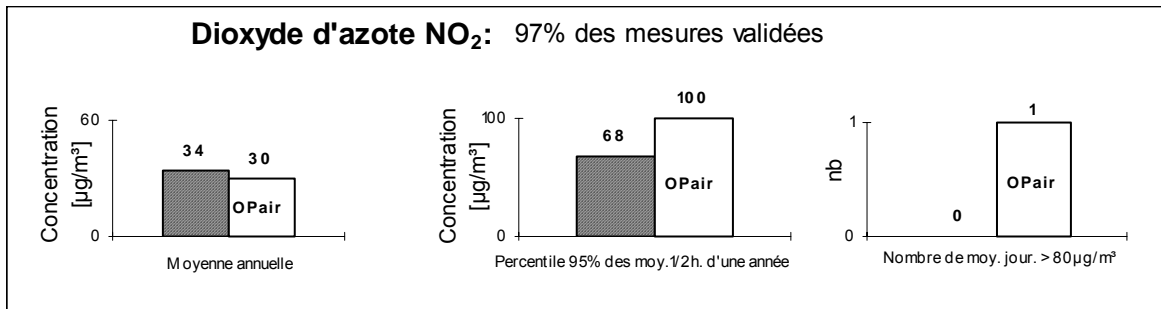
STE - CLOTILDE



Coordonnées OTF : 499159 / 117222

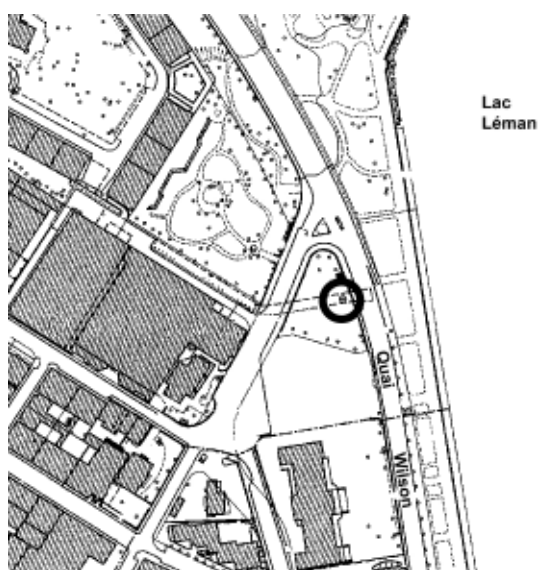
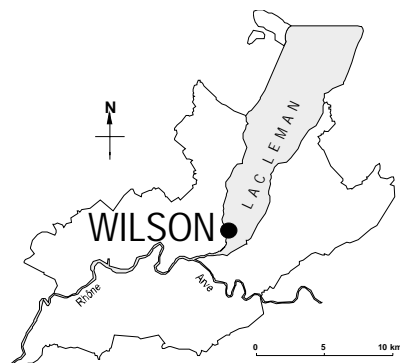
Station de mesure en milieu urbain

STE - CLOTILDE



Station de mesure en milieu urbain

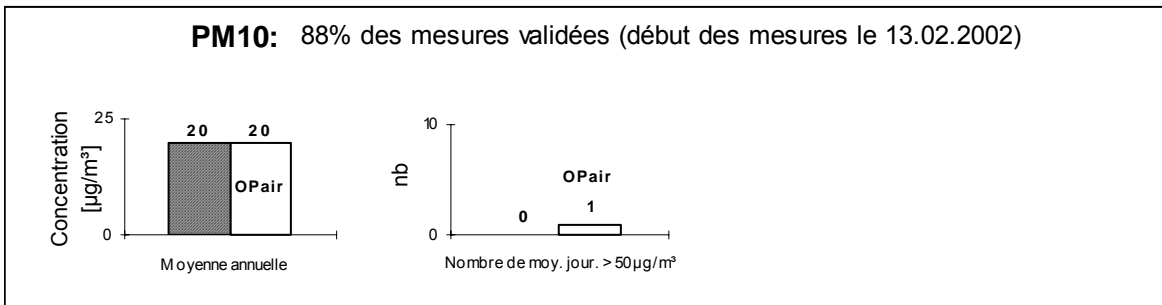
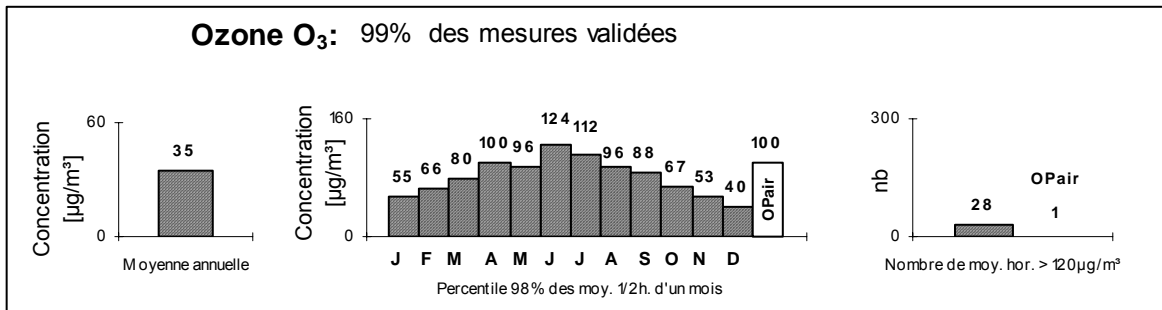
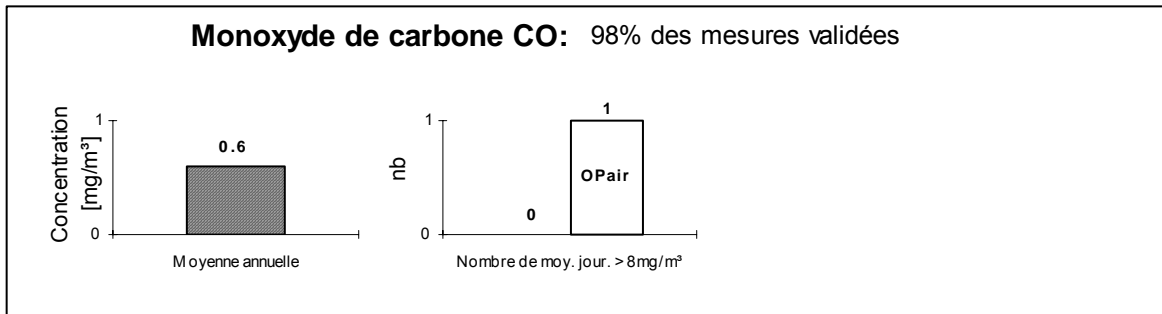
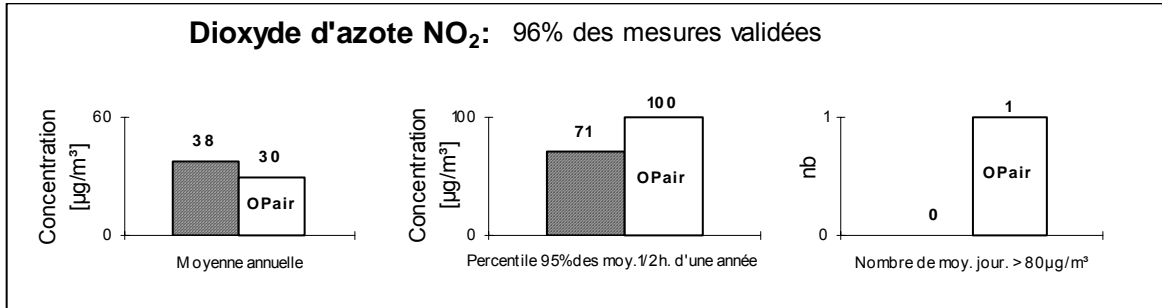
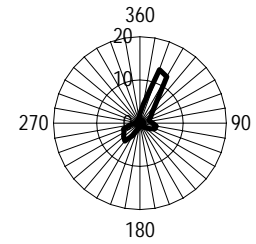
WILSON



Coordonnées OTF : 500660 / 119110

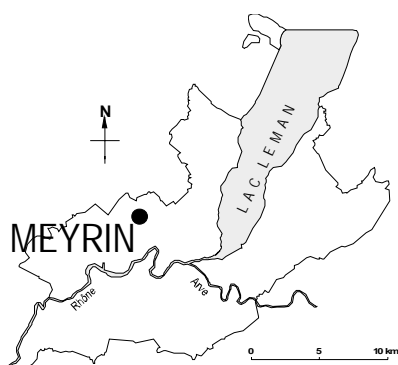
Station de mesure en milieu urbain

WILSON



Station de mesure en milieu suburbain

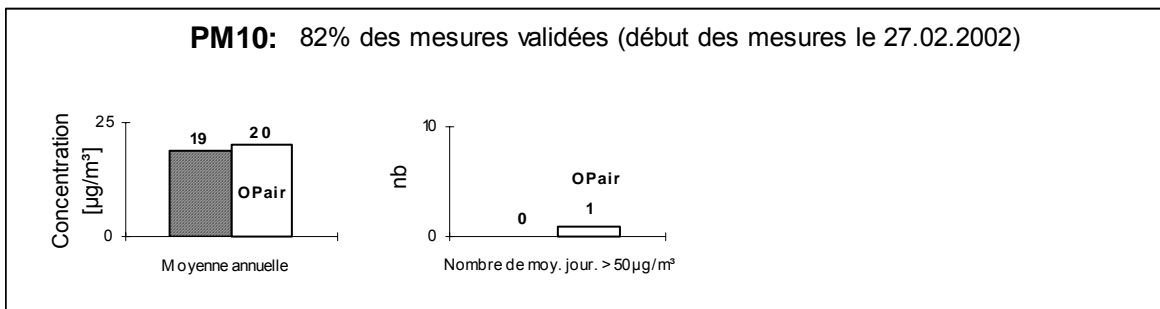
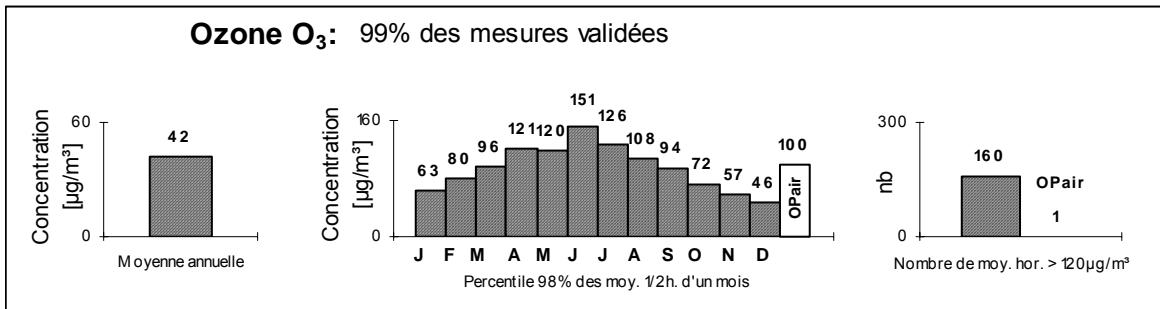
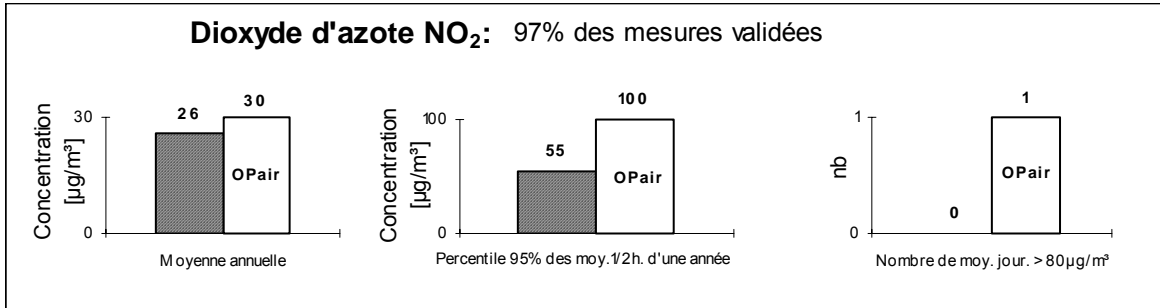
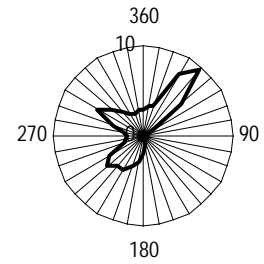
MEYRIN



Coordonnées OTF : 494742 / 120876

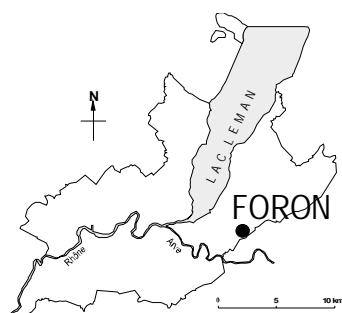
Station de mesure en milieu suburbain

MEYRIN



Station de mesure en milieu suburbain

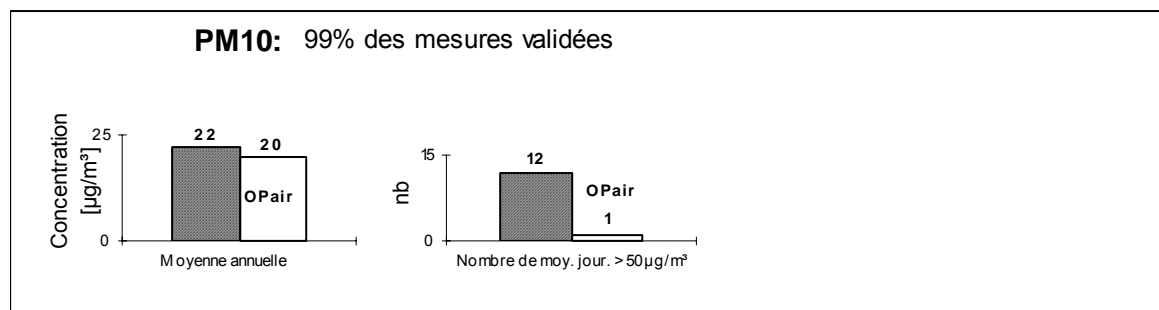
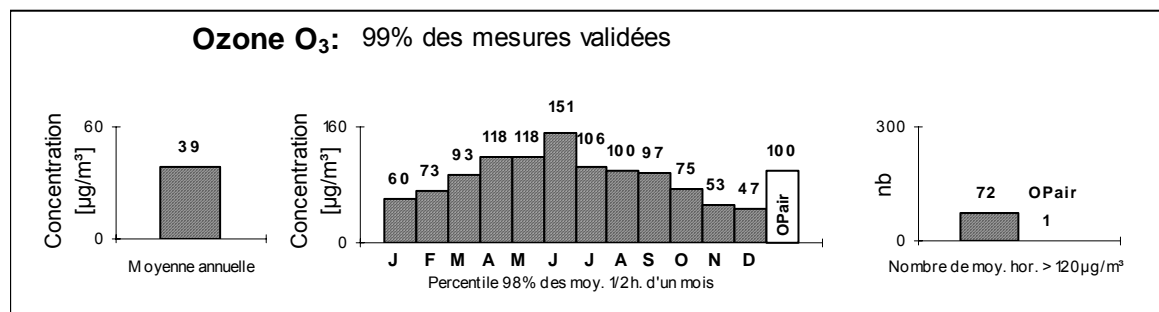
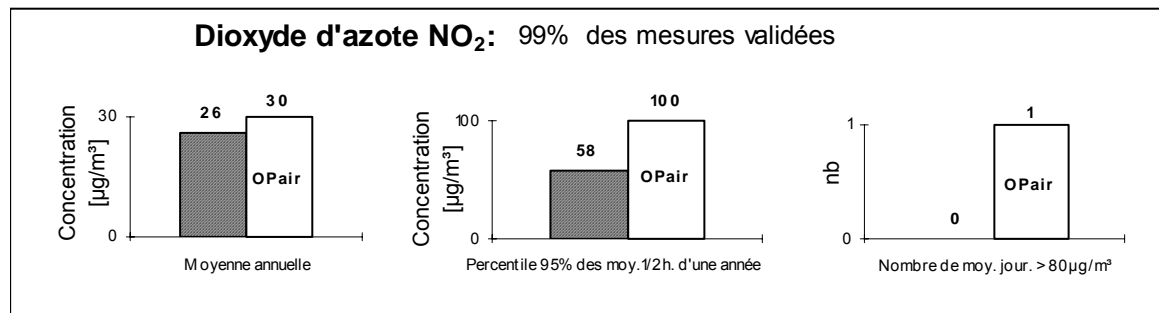
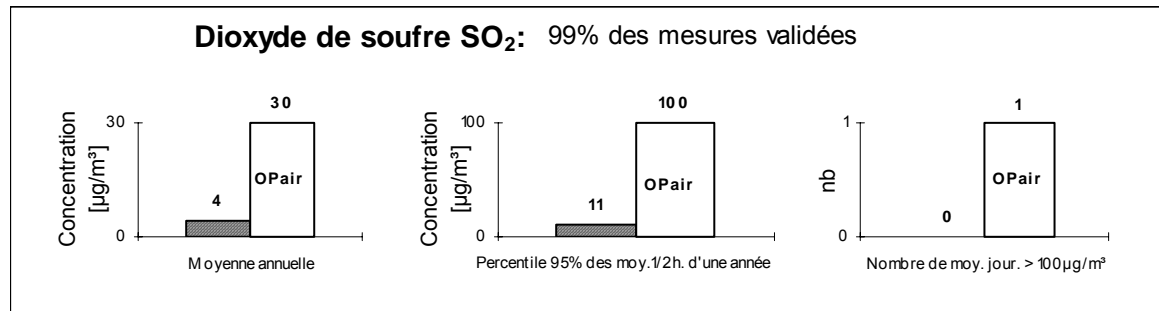
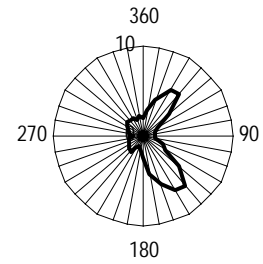
FORON



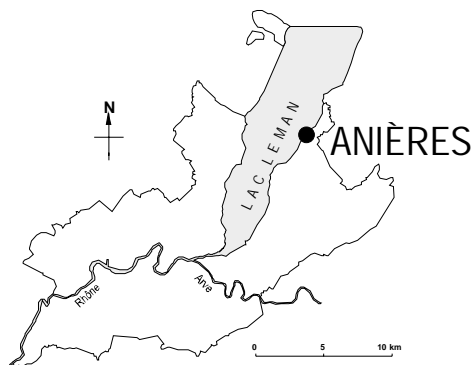
Coordonnées OTF : 505251 / 116754

Station de mesure en milieu suburbain

FORON

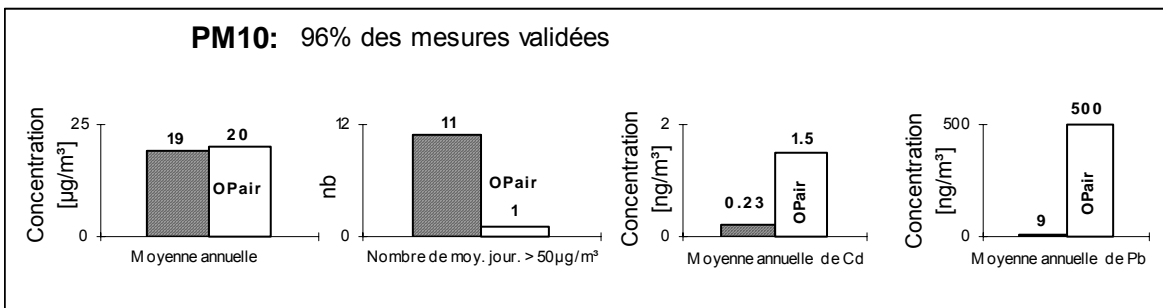
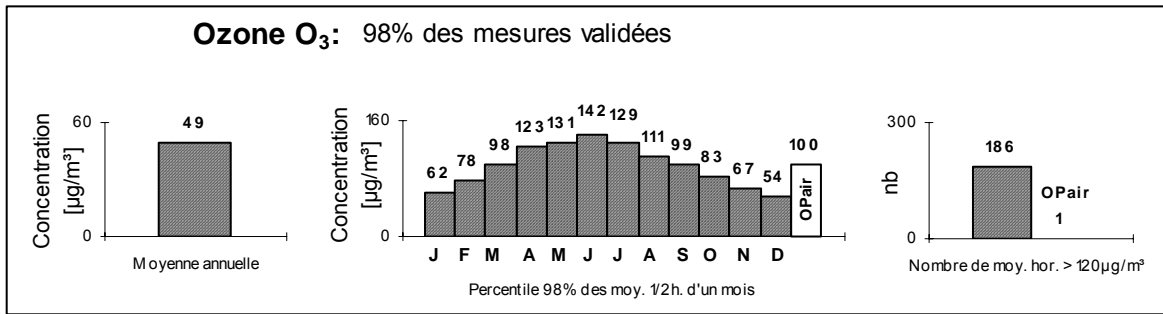
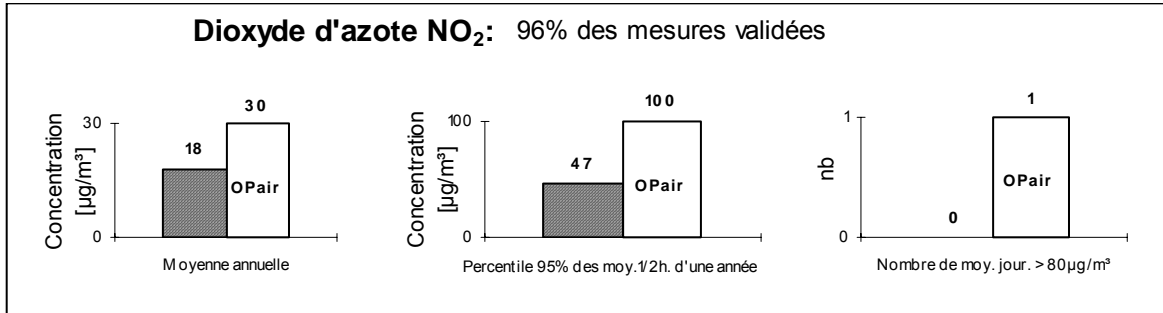
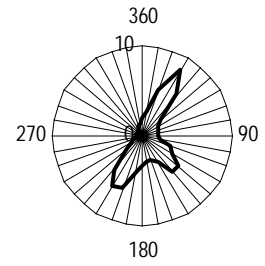


ANIÈRES

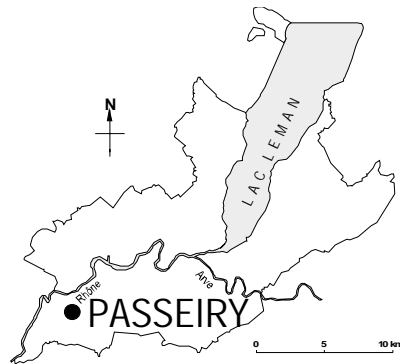


Station de mesure en milieu rural

ANIERES



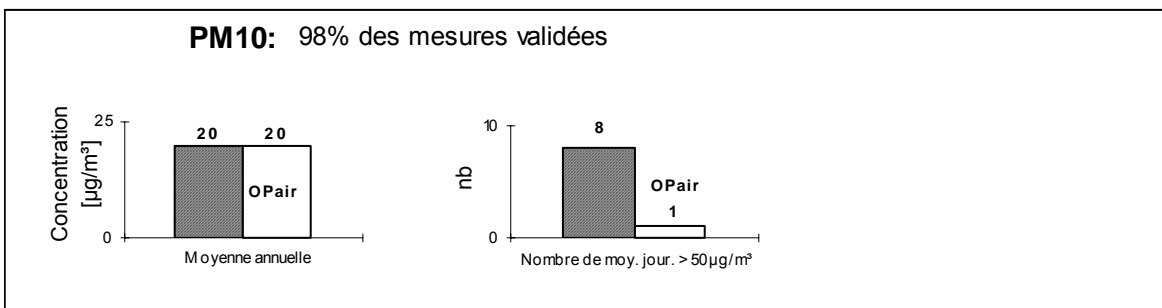
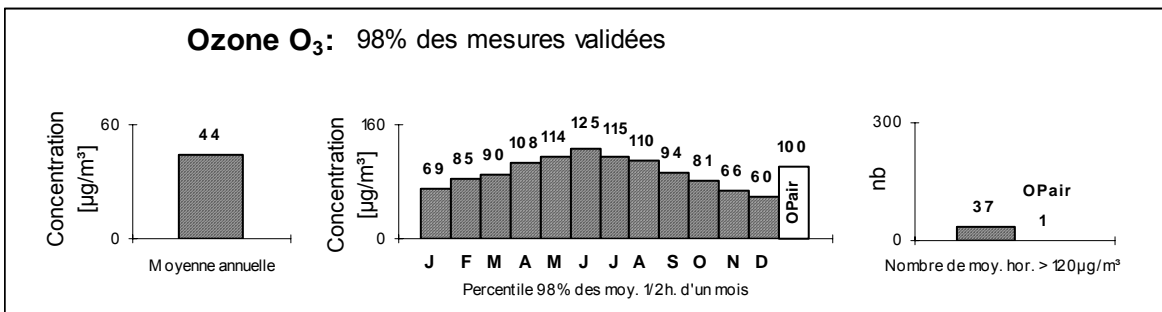
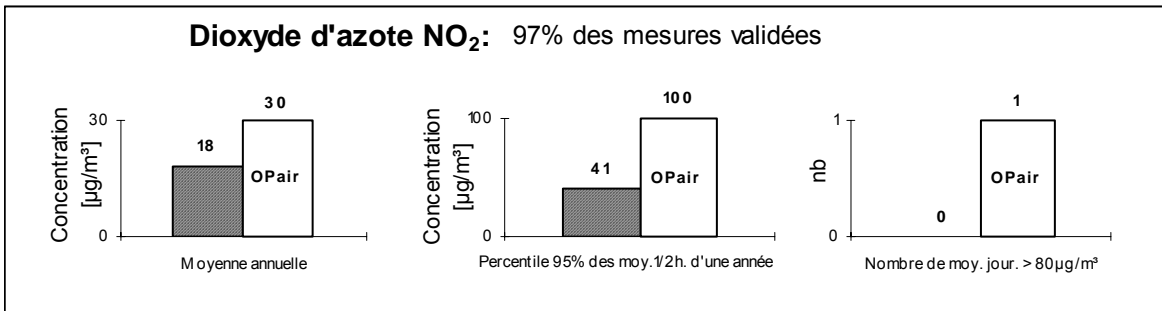
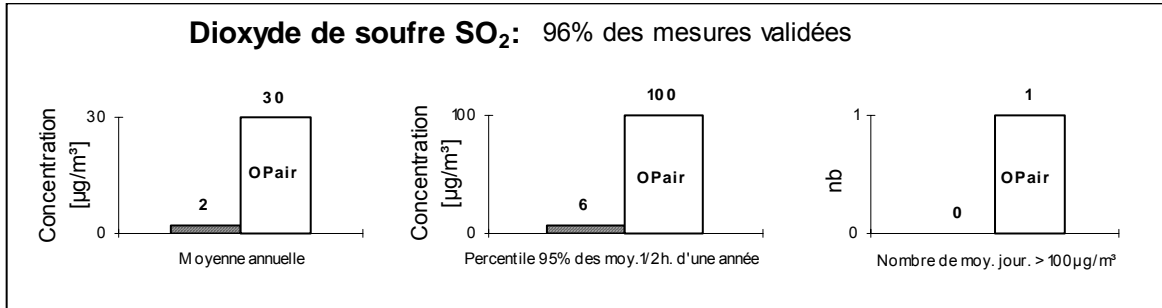
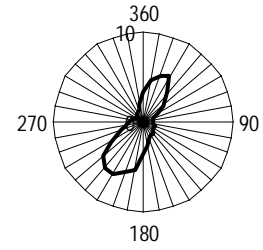
PASSEIRY



Coordonnées OTF : 489281 / 113355

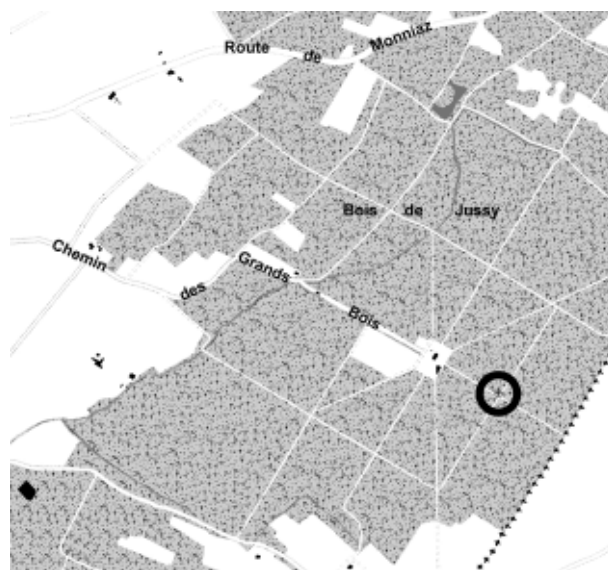
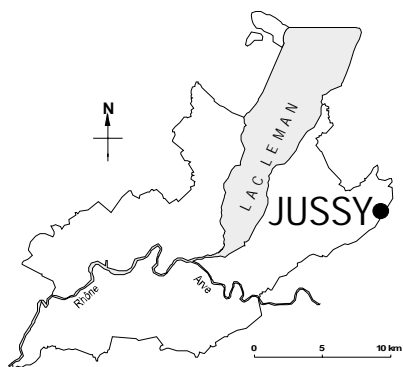
Station de mesure en milieu rural

PASSEIRY



Station de mesure en milieu rural

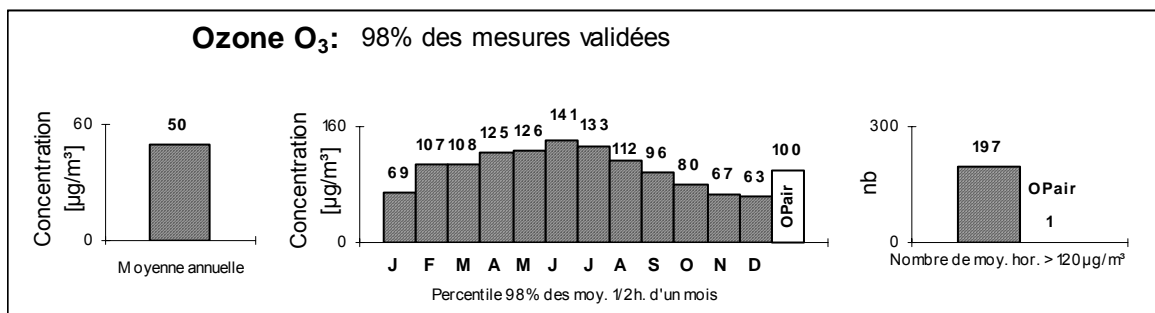
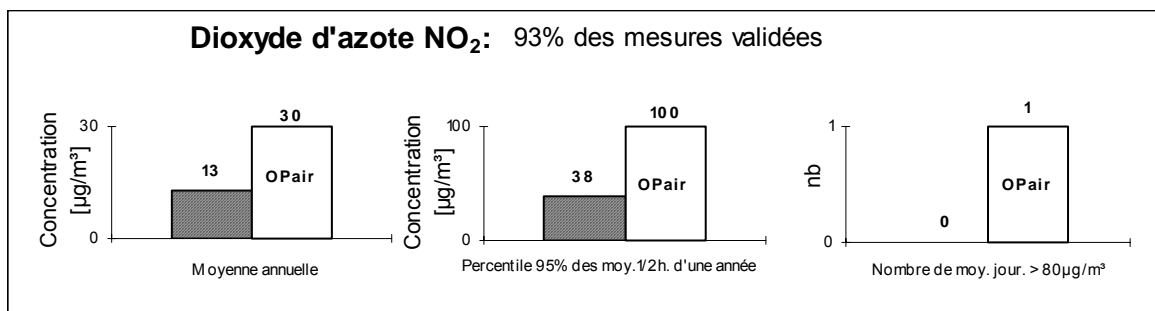
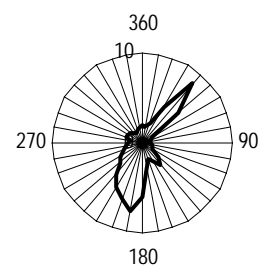
JUSSY



Coordonnées OTF : 511848 / 120546

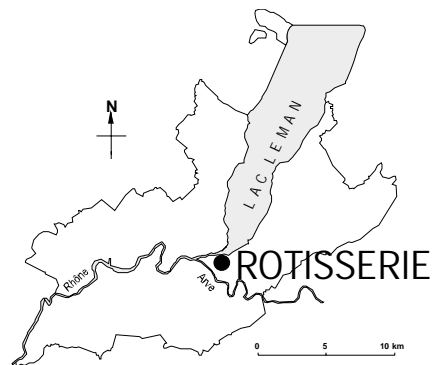
Station de mesure en milieu rural

JUSSY



Station mobile (milieu urbain)

ROTISSERIE

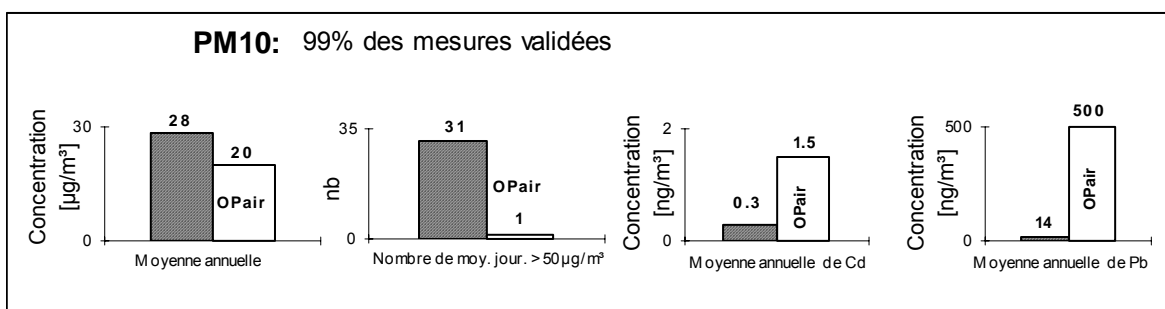
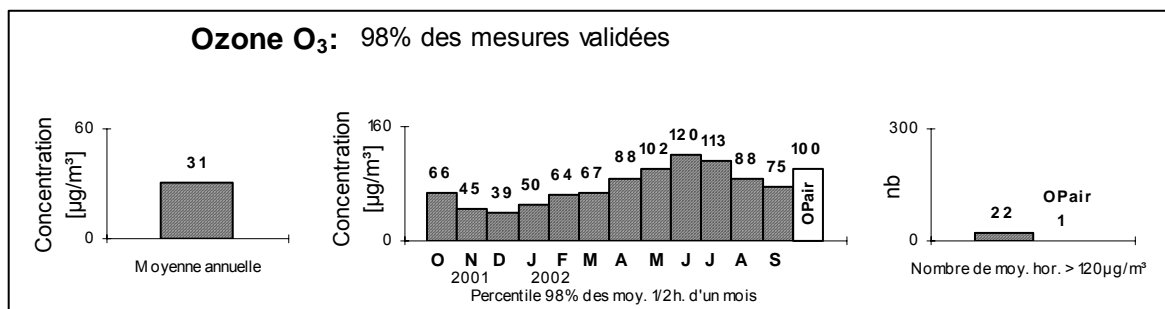
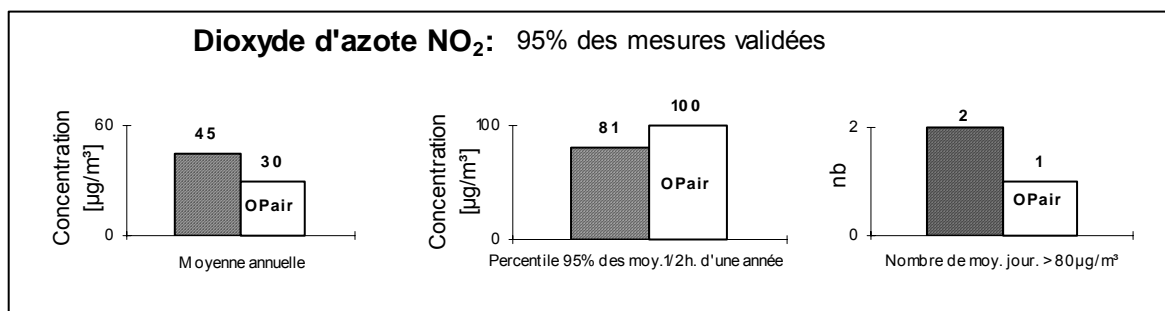
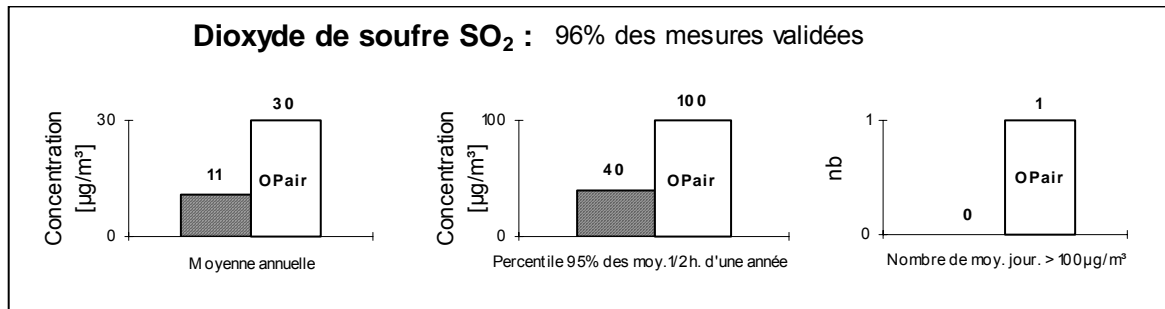


Coordonnées OTF : 500274 / 117635

Station mobile (milieu urbain)

ROTISSERIE

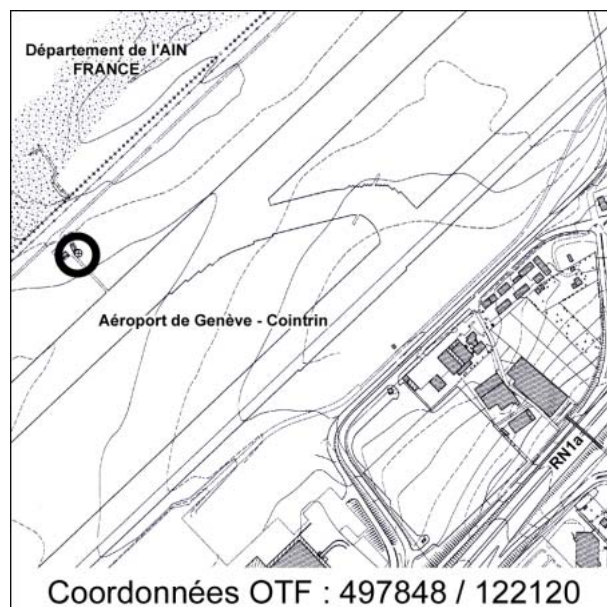
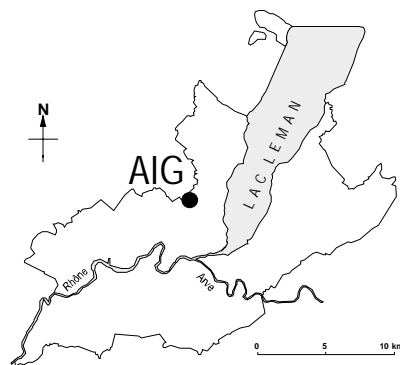
Les mesures présentées ci-dessous concernent la période du 25.09.2001 au 24.09.2002



Station de mesure en milieu suburbain

AIG

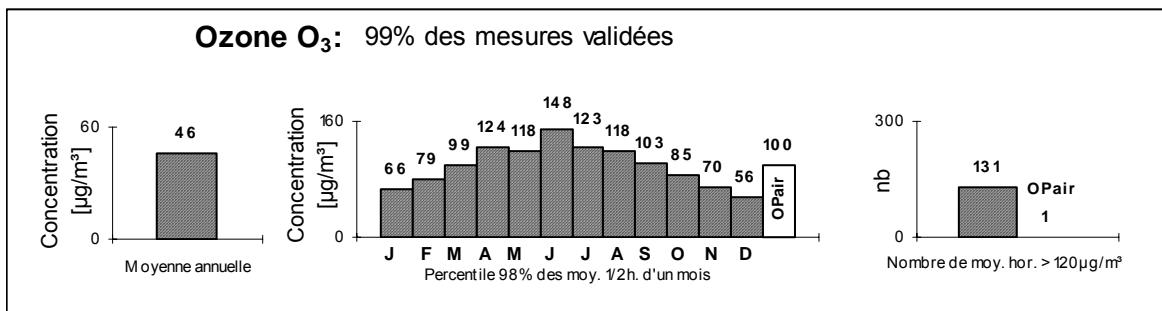
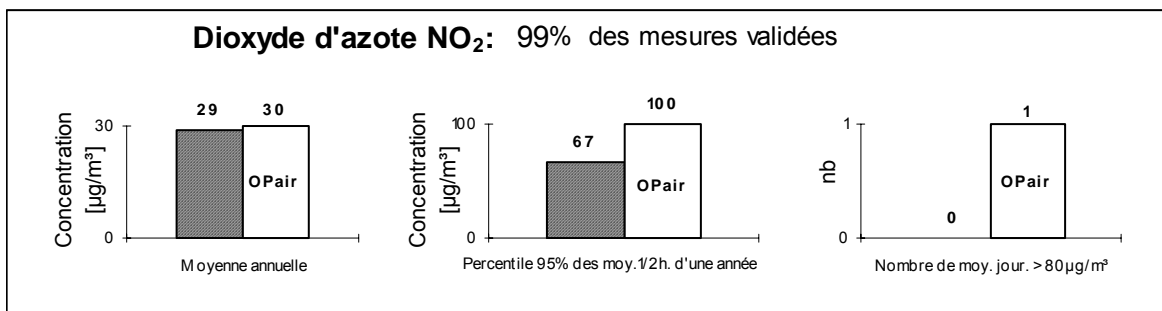
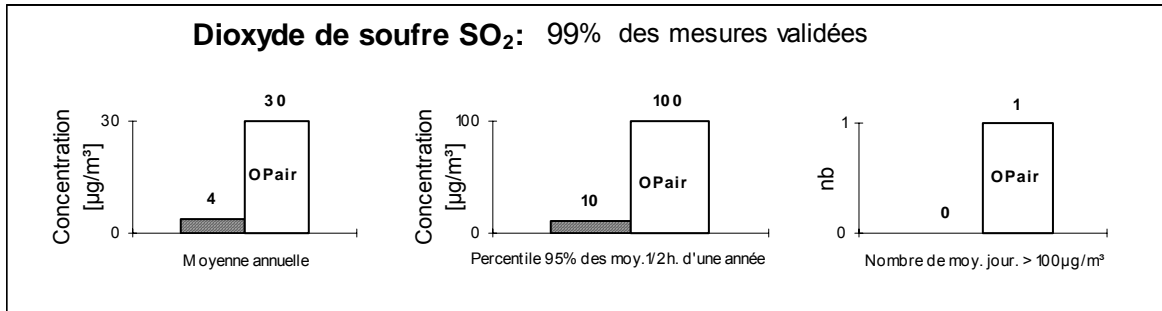
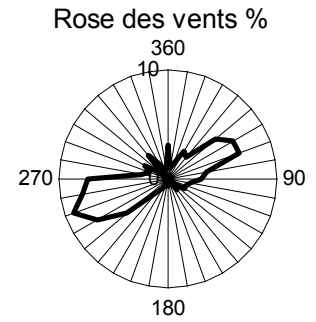
(Aéroport International de Genève)



Station de mesure en milieu suburbain

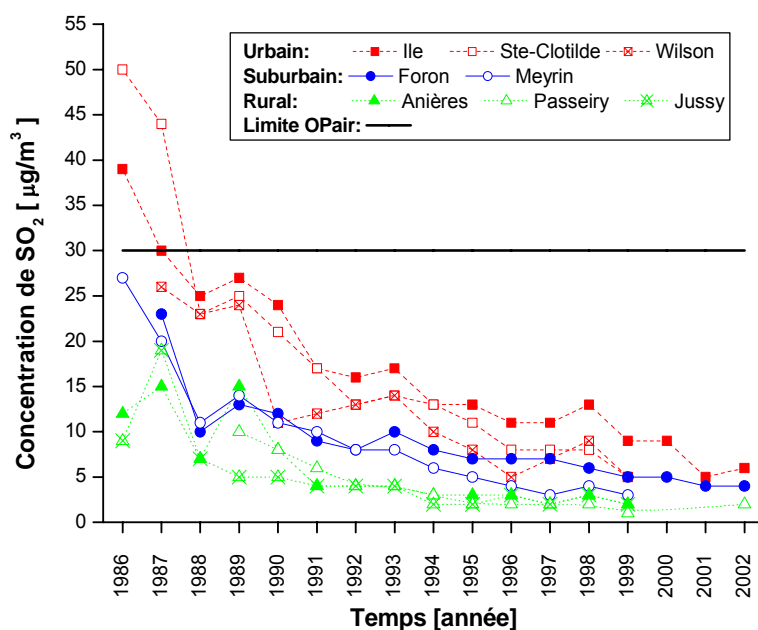
AIG

(Aéroport International de Genève)

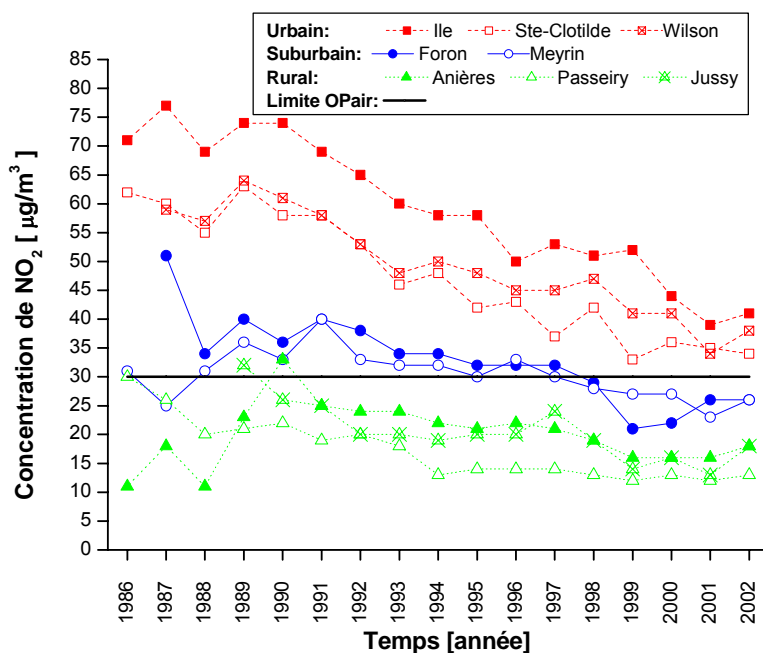


5. Evolution de la qualité de l'air

5.1. Moyennes annuelles de SO₂, NO₂, TSP* et PM10

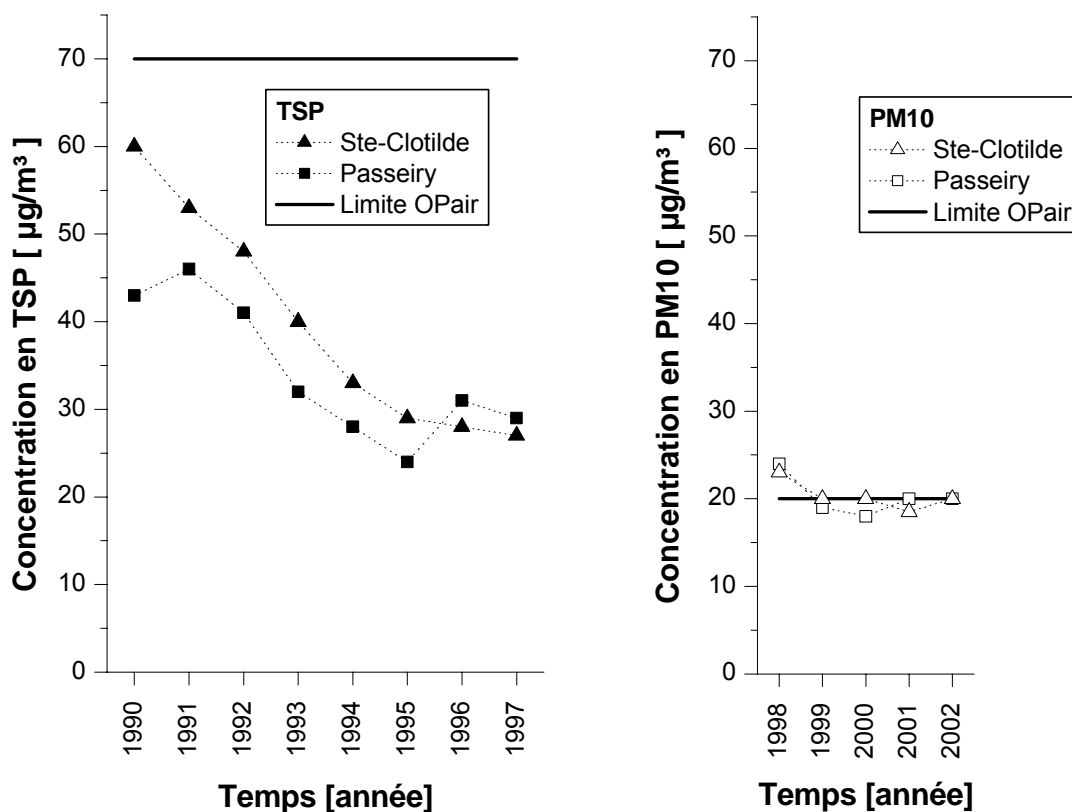


Evolution des moyennes annuelles de SO₂



Evolution des moyennes annuelles de NO₂

* TSP: Poussières en suspension totales (Total Suspended Particulate).



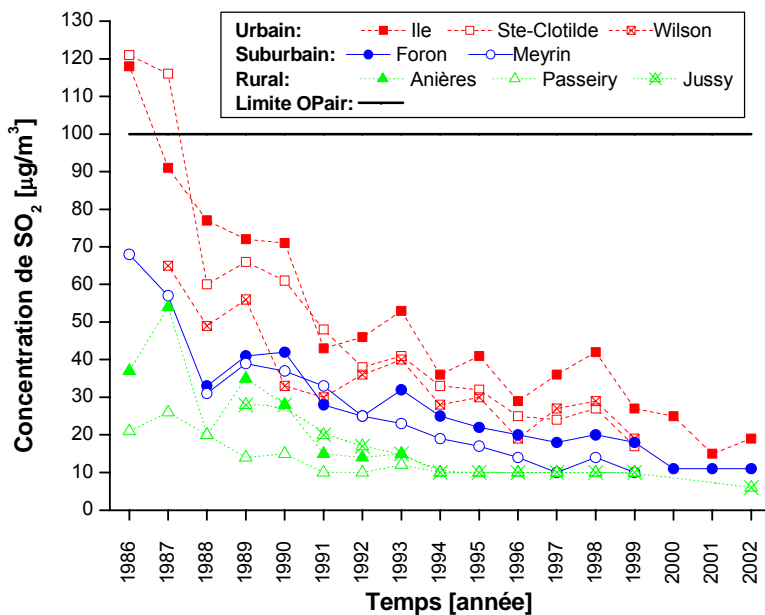
Evolution des moyennes annuelles des TSP et des PM10

L'annexe 7 de l'OPair a été mise à jour selon le chapitre II de l'Ordonnance du 15 décembre 1997, en vigueur depuis le 1^{er} mars 1998 (RO 1998 223).

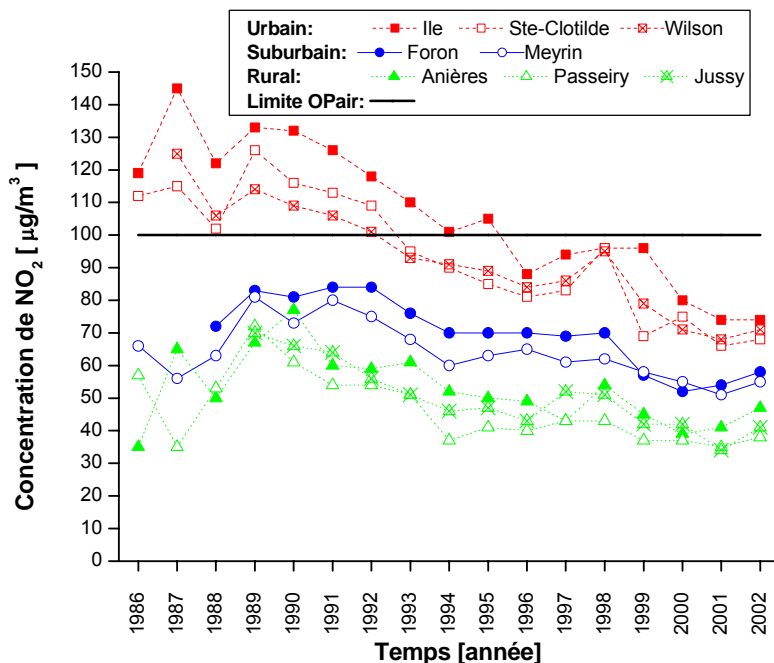
Avant 1998, on mesurait les poussières en suspension totales (TSP). Dès 1998, on ne mesure plus que les poussières en suspension dans l'air, dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm (PM10).

Ceci explique la « cassure », en 1998, dans la figure ci-dessus, date à partir de laquelle les PM10 ont été mesurées. Il faut noter qu'à cette date la limite OPair a été modifiée.

5.2. Percentiles 95 de SO₂ et NO₂

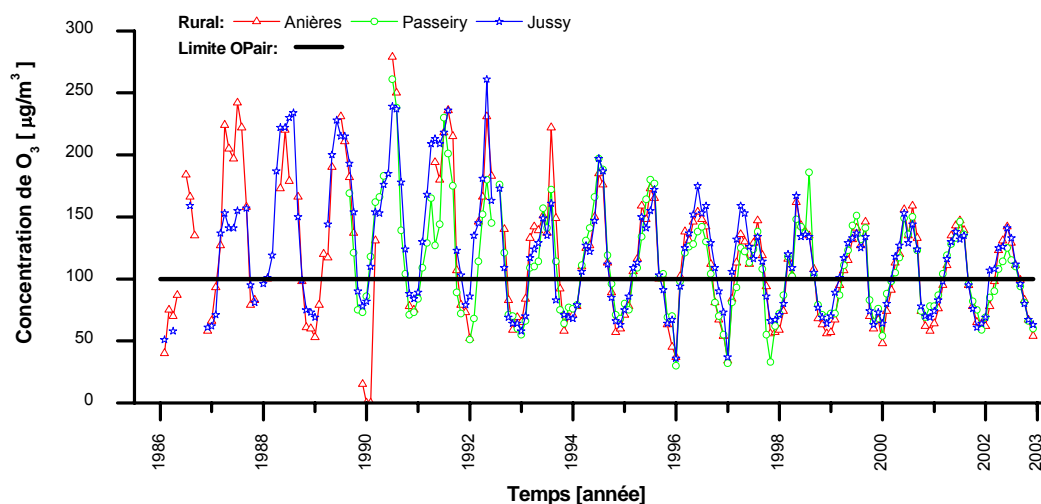
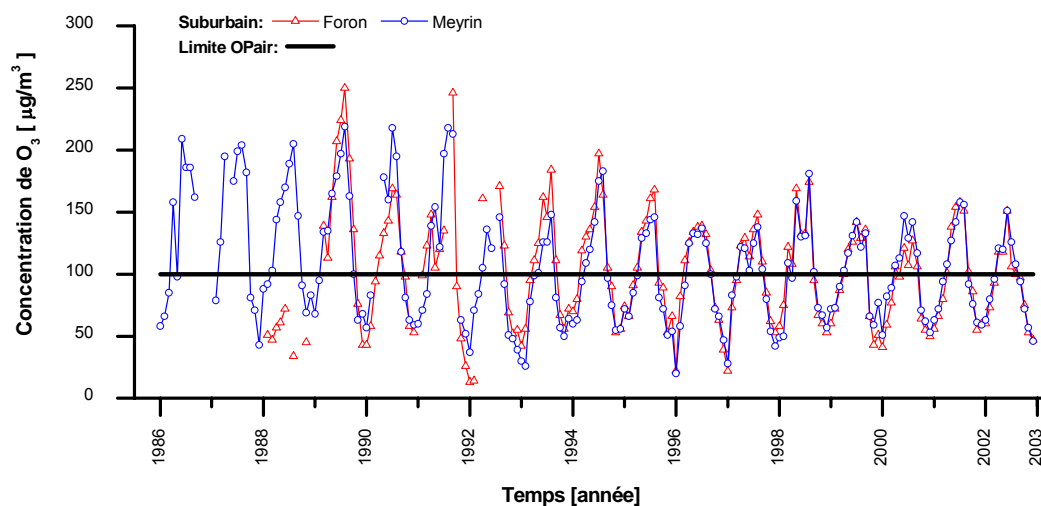
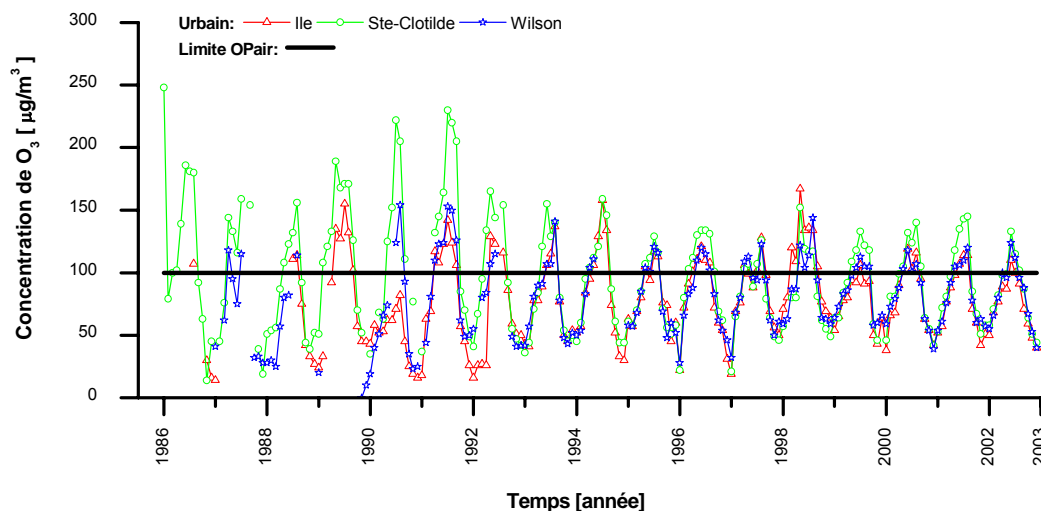


Evolution des percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de SO₂



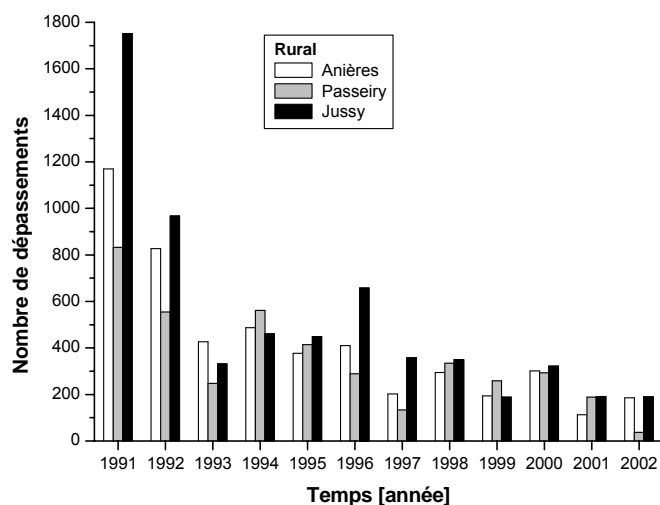
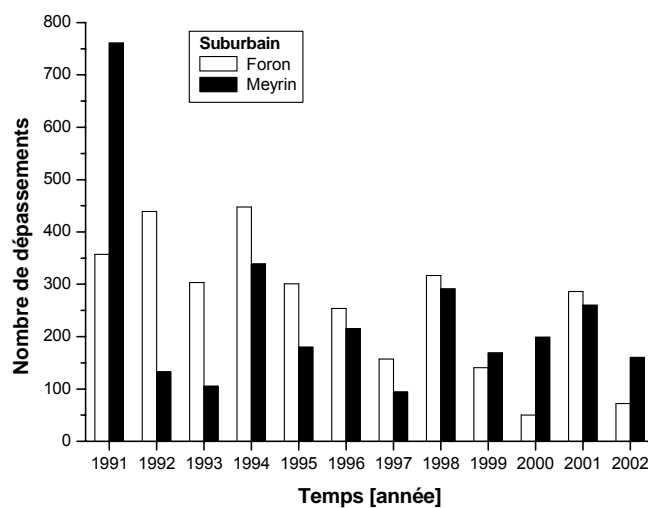
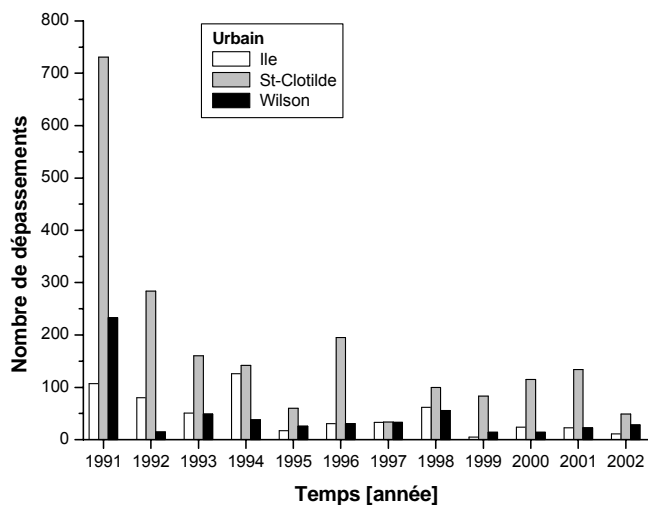
Evolution des percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de NO₂

5.3. Percentiles 98 de O₃

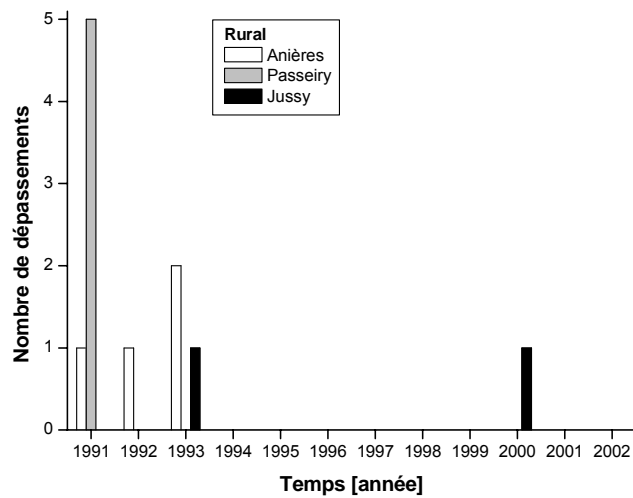
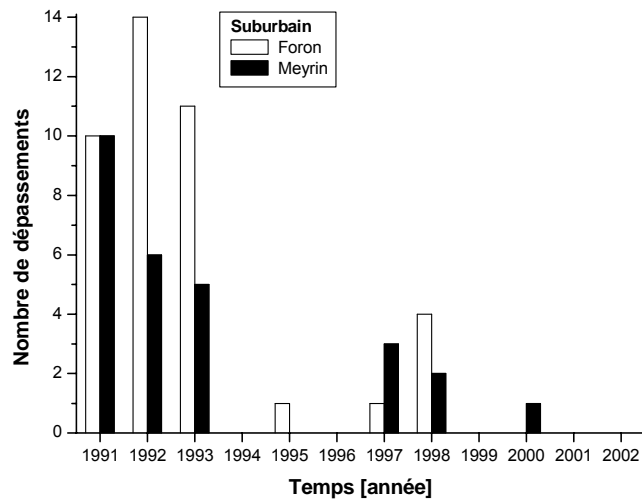
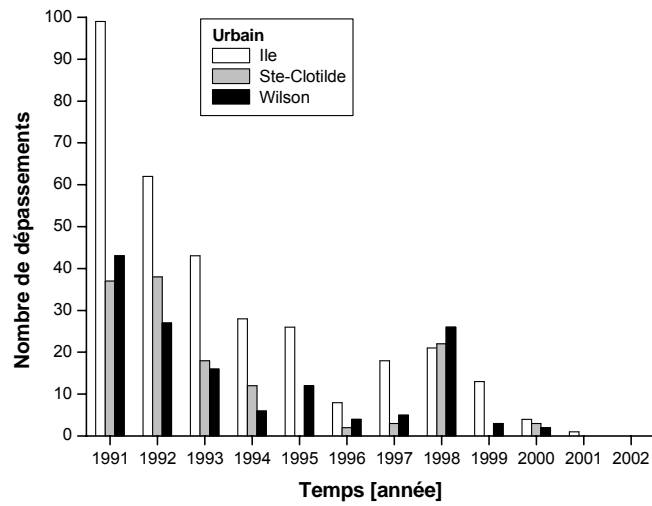


Evolution des percentiles 98 des moyennes semi-horaires mensuelles de O₃

5.4. Nombre de dépassements de O₃ et NO₂



Evolution du nombre de dépassements de la valeur limite moyenne horaire de O₃



Evolution du nombre de dépassements de la valeur limite moyenne journalière de NO₂

6. Capteurs passifs : Campagne NO₂

Introduction

Depuis 1994-1995, un réseau de mesure du dioxyde d'azote au moyen de capteurs passifs est en place dans l'agglomération genevoise. Il compte 88 points de mesure, répartis selon une maille kilométrique. Les emplacements choisis sont représentatifs d'une exposition qui s'apparente à une pollution moyenne de dioxyde d'azote.

Cette méthode, qui a été validée en Suisse, permet de reconstituer le cadastre d'immission du dioxyde d'azote sur de vastes territoires. L'interpolation de l'ensemble des mesures permet de tracer des cartes d'égales concentrations, qui servent à vérifier la justesse des modèles de calcul des immissions.

Jusqu'à la fin 2001 les mesures couvraient chaque année un quart du réseau total, puis une partie centrale commune. Le réseau total était ainsi couvert tous les 5 ans.

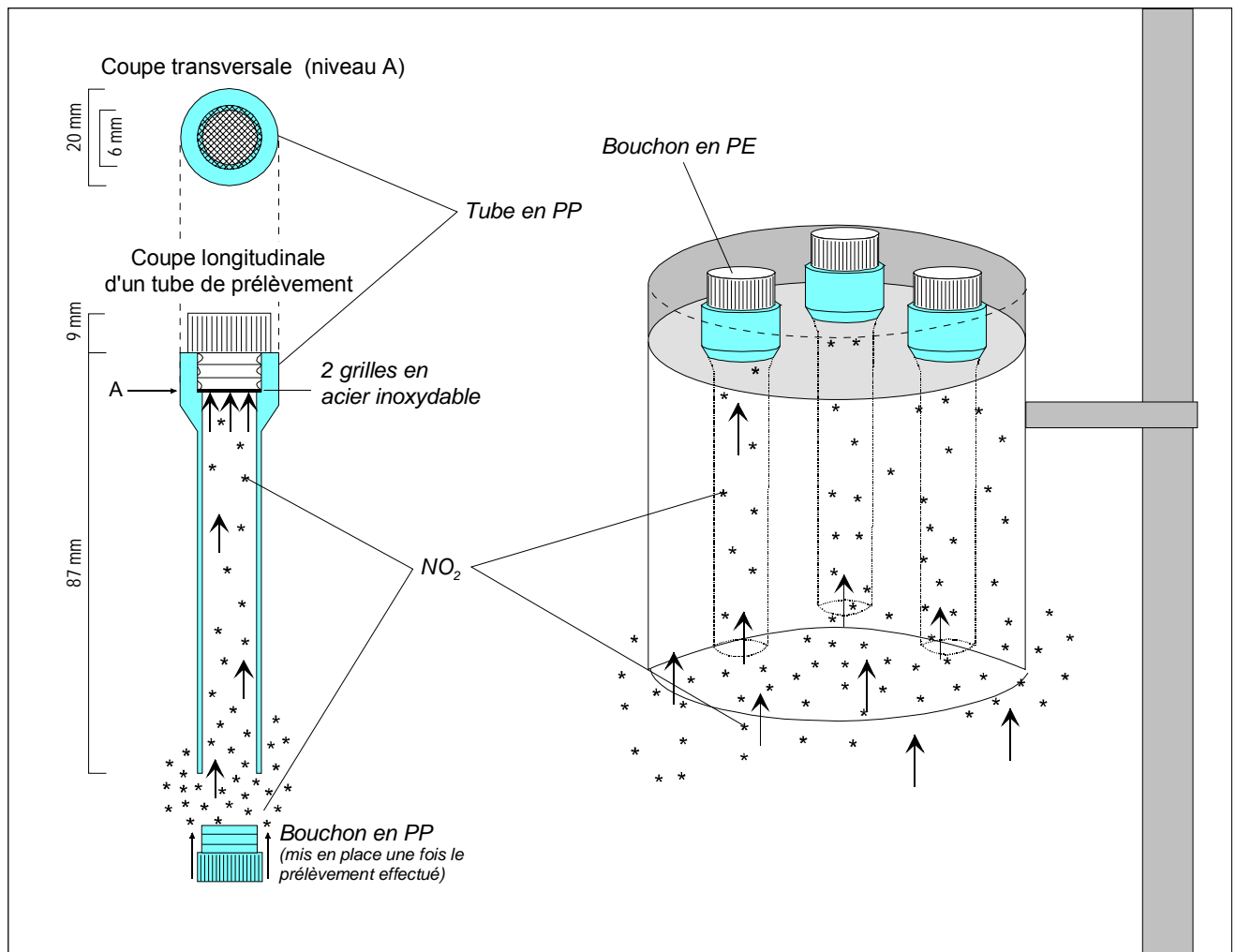
Depuis le début 2002, et pour la première fois, l'ensemble des 88 points du réseau est couvert en permanence.

Les résultats de ces mesures sont présentés ci-dessous.

Méthodologie

Les tubes à diffusion en polypropylène sont préparés dans nos laboratoires. Ils sont ensuite installés sur le site de mesure, par lots de 3, et exposés au NO₂ pendant 14 jours. La figure ci-après montre le schéma de principe de ce montage.

Passé la période d'exposition, les tubes sont collectés avant d'être analysés en laboratoire, pour déterminer la concentration en NO₂ durant la période considérée.



Principe de montage des capteurs passifs de NO_2

Emplacements

Afin que les capteurs soient représentatifs des concentrations moyennes d'exposition de la population, ils sont placés à des endroits qui ne constituent pas une zone de proximité immédiate des sources d'émissions.

En 2002, la zone concernée couvre une partie mixte ville – campagne, englobant l'agglomération genevoise et ses abords.

Le tableau ci-après donne les emplacements des 88 boîtiers contenant les capteurs passifs, ainsi que la concentration moyenne annuelle, en 2002, pour chacun de ces emplacements.

Emplacements	Coordonnées OTF		C*(NO ₂) [µg/m ³]	Emplacements	Coordonnées OTF		C*(NO ₂) [µg/m ³]
	X	Y			X	Y	
Rte de Prévessin	495434	122459	15.9	Prom. de St-Antoine	500605	117334	35.5
Av. A.F. Dubois	496167	122239	22.7	Rue Ernest-Block	501610	117673	32.9
Aéroport/Bois Perdriaux	497311	121917	15.6	Ch. Frank-Thomas	502588	117683	31.2
Voie des Traz/Voirie	498502	122207	30.0	Ch. de Grange-Falquet	503576	117409	26.6
Ch. de Valérie	499629	122464	21.9	Ch. des Meures	504342	117363	18.9
Ch. des Cornillons	500379	121780	23.6	Ch. des Mouilles/Rtede Loex	495413	116483	20.1
Rue des Lattes	494862	121644	16.2	Av. des Grandes-Communes	496618	116369	24.1
Ch. du Marais Long	496044	121388	16.9	Av. des Morgines	497503	116314	32.1
Ch. de la Colombelle	498422	121308	27.3	Ch. de Surville	498567	116454	24.8
Ch. Palud	499528	121458	21.7	Rte des Acacias	499461	116477	28.9
Ch. de Trémessaz	504515	121513	20.1	Rue Alcide-Jentzer	500331	116381	30.4
Rue de la Golette	494898	120665	19.3	Av. Eugène-Pittard	501444	116399	32.1
Ch. de Perrault	496128	120714	19.1	Ch. des Bougeries	502506	116417	25.2
Ch. Riant-Bosquet	497366	120544	34.5	Rte de Malagnou	503434	116212	25.8
Ch. du Pommier	498533	120537	29.3	Av. Adrien-Jeandin	504413	116106	28.9
CICR	499639	120470	23.5	Ch. de Gambay	495497	115472	20.8
Ch. de l'Impératrice	500280	120510	21.4	Ch. de l'Auberge	496473	115493	31.6
Ch. du Nant d'Argent	503528	120559	27.1	Ch. de Gilly	497508	115486	20.4
Ch. Marclay	504550	120480	15.7	Av. Eugène-Lance	498390	115409	28.7
Ch. Deley	494977	119560	26.9	Place de Sardaigne	499594	115525	37.6
Rte de Vernier	496020	119503	32.0	Rue Daniel Gevril	500315	115551	29.5
Les Avanchets	497469	119536	31.1	Stade de Vessy	501462	115314	20.8
Ch. des Crêts	498586	119622	29.5	Ch. de Rojoux	502673	115458	22.3
Square de Mesmes	499570	119479	29.3	Ch. de la Béraille	503516	115498	21.5
Station Wilson	500657	119115	37.8	Ch. des Marais	495505	114445	23.1
Ch. de Bellefontaine	502710	119020	21.8	Ch. des Charrotons	496623	114506	19.5
Ch. de la Fraidieu	503567	119499	21.1	Ch. du Nant-Boret	497463	114553	21.7
Ch. des Peutets	504637	119420	17.8	Ch. des Pontets	498463	114509	28.6
Ch. du Progrès	494846	118560	22.5	Rte de Drize	499582	114530	37.4
Ch. du Moulin-des-Frères	496211	118576	17.0	Plateau de Pinchat	500585	114543	25.0
Ch. du Croissant	497613	118465	24.3	Rte de Veyrier	501465	114614	35.2
Rue de Bourgogne	498406	118498	28.0	Rte du Stand-de-Veyrier	502559	114595	31.1
Rue Eberhardt	499562	118596	33.0	Ch. des Bis	495334	113242	17.8
Place de la Navigation	500528	118634	45.2	Rte de Base	496397	113575	27.2
Phare des Pâquis	501088	118427	25.3	Rte de Bardonnex	497492	113464	28.3
Débarcadère CGN	501518	118284	26.2	Ch. de Vers/Ch.Vandel	498479	113564	21.9
Rampe de Cologny	502420	118556	38.5	Ch. Massenet	499522	113620	18.7
Ch. des Falquets	503700	118430	15.8	Ch. Sous-le-Crêt	500545	113597	20.1
Ch. de la Seymaz	504619	118365	20.0	Ch. des Marais	501467	113325	23.5
Ch. des Blanchards (ferme)	495513	117520	19.0	Ch. des Rasses	502625	113508	23.8
Ch. Nicolas-Bogueret	496430	117511	19.3	Rte d'Annecy	499654	112532	23.7
Ferme de St-Georges	497429	117196	21.6	Rte de Pierre-Grand	500506	112643	20.2
Dépôt TPG	498667	117459	24.3	Ch. de la Cantonnière	501320	112444	26.5
Rue de la Synagogue	499622	117624	39.0	Ch. de Tatte-Simond	502578	113003	25.9

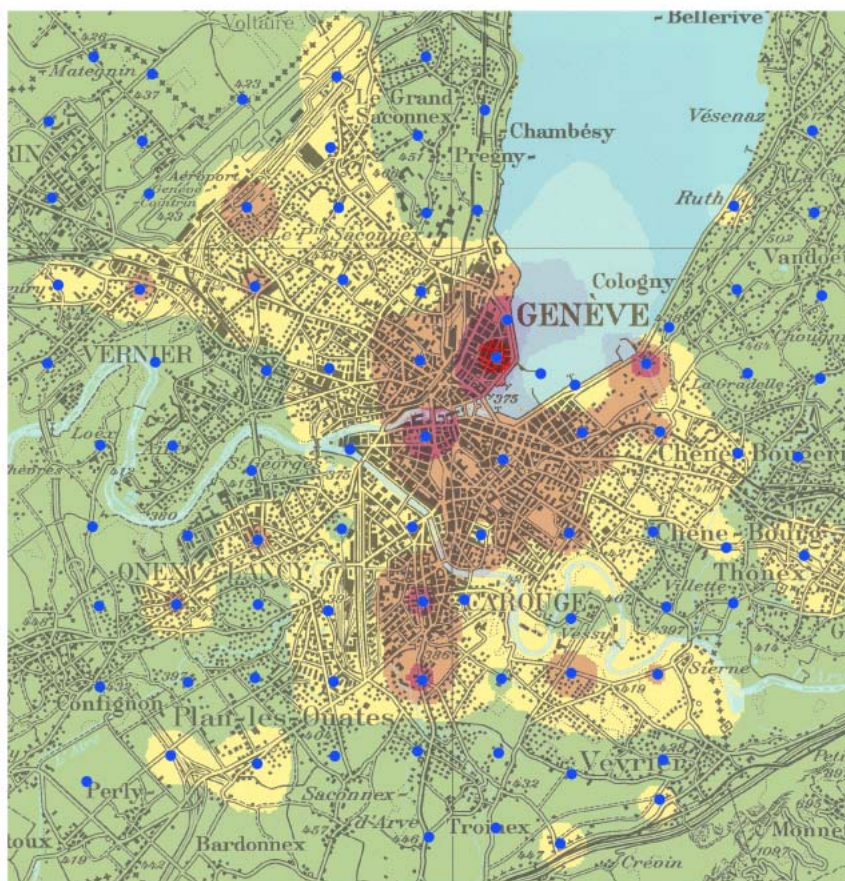
C*(NO₂) : Concentration moyenne annuelle pour le NO₂.

Emplacement des capteurs passifs et concentrations moyennes annuelles

Résultats

La figure suivante montre une cartographie, pour l'année 2002, des immissions de dioxyde d'azote calculées par interpolation des résultats de mesures obtenus sur les 88 points de prélèvements (indiqués par un point bleu sur la carte).

On peut y reconnaître les zones soumises à des immissions excessives, dont la moyenne annuelle est supérieure à la valeur limite d'immission OPair ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



● Emplacement des capteurs passifs

NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] moyenne annuelle

< 25

25 - 30

30 - 35

35 - 40

40 - 45

> 45

□ Pas de données

Valeur limite 30 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] OPair

Concentration moyenne du NO₂ pour l'année 2002

Déposes et Prélèvements: E. Piguet, Ph. Butty, A. Jetzer, Y. Lutzelschwab

Fabrication et Analyse: E. Piguet, Ph. Butty, M-C. Chevelu

7. Mesure du dioxyde de carbone en milieu forestier

7.1. Problématique

L'augmentation dans l'atmosphère de la concentration des gaz « à effet de serre » représente une menace très médiatisée. En lui-même, l'effet de serre est un élément indispensable à notre planète pour que persistent des températures propices à la vie humaine, animale et végétale. Sans lui la surface de la terre ne dépasserait pas -20°C . Cet effet résulte de l'échauffement des couches inférieures de l'atmosphère de par la présence de certains gaz (H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O , CFC, et autres). Il est dû au fait que le rayonnement solaire, de longueur d'onde relativement courte, pénètre dans l'atmosphère sans subir d'absorption appréciable et n'est absorbé fortement qu'au niveau de la surface terrestre, alors que le rayonnement terrestre, de grande longueur d'onde, c'est-à-dire dans l'infrarouge, est absorbé par l'atmosphère dans une proportion beaucoup plus importante.

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre, due à l'activité humaine, renforce cet effet. La communauté scientifique a élaboré plusieurs scénarios, sur la base de simulations numériques, qui ont permis de conclure à une augmentation globale de température de l'ordre de 1.5 à 6°C . Dans tous les cas, ceci provoquerait l'élévation du niveau des océans ainsi que diverses perturbations climatiques : sécheresses, pluies accrues, ouragans.

L'un des principaux gaz à effet de serre « additionnel » est le CO_2 , produit par tous les processus de combustion, allant des moteurs des voitures au chauffage industriel. On comprend dès lors que les intérêts en jeu soient extrêmement difficiles à concilier, car ils touchent toute l'activité économique, ainsi que notre mode de vie.

En 1997 la conférence de Kyoto avait posé les bases de négociations prometteuses, mais la conférence de la Haye de 2000, qui aurait dû mettre en œuvre ces bonnes résolutions, a été un échec. La conférence de Bonn, en 2001, n'a pas réussi à relancer l'engouement initial pour la résolution de ce problème, notamment en raison du retrait des Etats-Unis.

7.2. Introduction

Pour faire suite à la campagne de mesure commencée en 2000, et afin de pouvoir répondre de manière objective à de nombreuses demandes de la population, nous avons poursuivi en 2002 la mesure du dioxyde de carbone sur le territoire cantonal. Comme les années précédentes, l'emplacement choisi reste la station de mesure de Jussy, située en milieu forestier et éloignée de sources d'émissions proches. Comme le dioxyde de carbone est un des composés gazeux lié au processus de la photosynthèse, celle-ci devrait être mise en évidence par la mesure de ce composé au niveau de la frondaison des arbres.

7.3. Le cycle du carbone

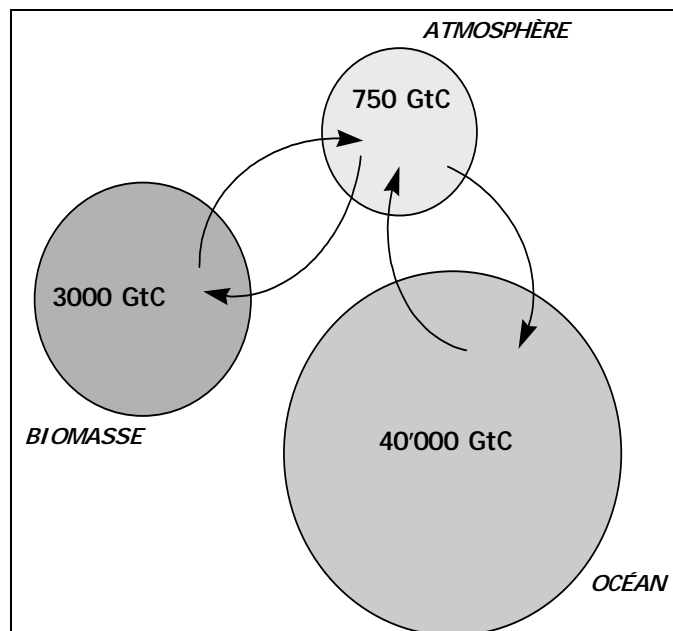
Le dioxyde de carbone, principal gaz à effet de serre émis par l'activité humaine, est lié à la consommation de carburant et de combustibles fossiles. Depuis quelques années, il est au centre du débat sur le développement durable.

Du point de vue sanitaire, ce composé ne présente pas de risque puisque sa concentration dans l'air est bien inférieure à la valeur de son seuil de toxicité. Il n'est, par conséquent, pas

soumis à une valeur limite d'immission par rapport aux objectifs de qualité de l'air définis par la Confédération.

Cependant, à l'échelle globale, sa concentration dans l'air est mesurée depuis de nombreuses années¹, puisqu'il a un effet marqué sur le bilan énergétique de notre planète.

La concentration naturelle en dioxyde de carbone dans l'atmosphère est liée au cycle du carbone dans la biosphère.



Trois réservoirs principaux : atmosphère, biomasse, océan.

Les flèches symbolisent les flux annuels d'environ 100 GtC/an.

Production annuelle due à l'utilisation de l'énergie fossile : environ 7 GtC/an

GtC/an = gigatonne de carbone par an (1 gigatonne = 10^{12} kg)

FIG 7.1. Schéma simplifié du cycle du carbone à l'échelle globale

A l'échelle d'un modèle planétaire, le carbone est contenu dans trois réservoirs : les océans, l'atmosphère et la biomasse. De ces trois réservoirs, l'atmosphère est celui qui contient les plus faibles quantités de carbone, mais c'est le plus actif puisque les flux entre les réservoirs, de l'ordre de 100 GtC/an, concernent directement l'atmosphère. La stabilité de la concentration en dioxyde de carbone dans l'air est par conséquent très fragile.

Les émissions anthropiques dues à l'utilisation de combustibles fossiles ont conduit à une augmentation de la concentration naturelle, alors qu'elle est restée à peu près stable pendant ces 200'000 dernières années.

7.4. Méthode et appareil de mesure

Le dioxyde de carbone est mesuré en continu grâce à un analyseur ponctuel. Celui-ci, fonctionnant sur le principe de l'absorption infrarouge, est étalonné régulièrement au moyen d'un gaz de calibrage.

Seules les concentrations moyennes semi-horaires sont archivées.

¹ Keeling, C.D. (1960). The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere. Tellus 12, 200-203

7.5. Résultats

Variation mensuelle de la concentration

La figure 7.2 montre l'évolution de la moyenne mensuelle en CO₂, de début janvier à fin décembre 2002. La légère augmentation de la concentration en période hivernale est probablement à attribuer à une diminution de l'activité de la photosynthèse durant cette période. Les données manquantes sur la période de septembre sont dues à des opérations de maintenance.

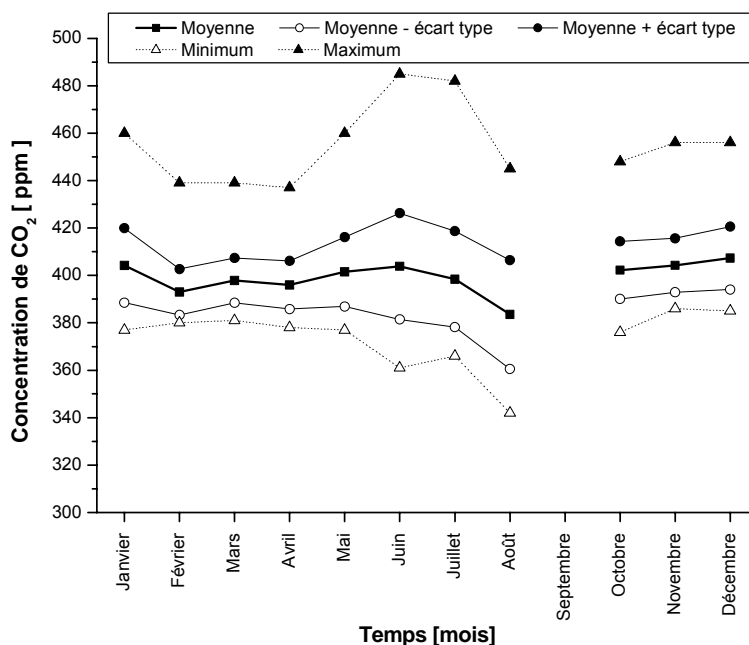


FIG 7.2. Concentrations moyennes mensuelles en CO₂ en 2002

Variation de la concentration avec la direction du vent

La figure 7.3 montre la variation de la concentration en dioxyde de carbone en fonction de la direction des vents. Les concentrations sont maximales dans le secteur sud-est, soit au vent des sources les plus proches.

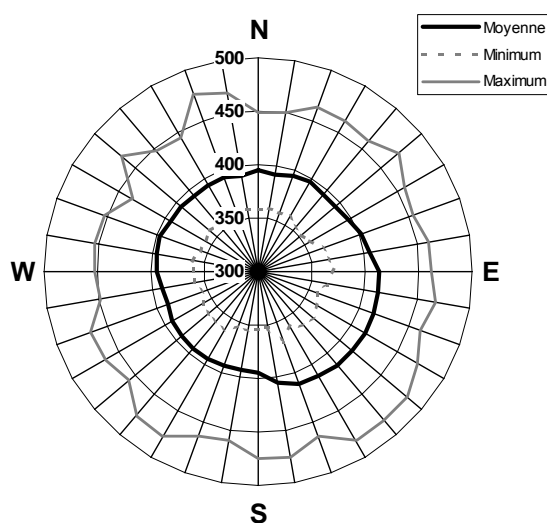


FIG 7.3. Concentration du CO₂ (en ppm) en fonction de la direction des vents

Influence des paramètres vent et ensoleillement

La figure 7.4 montre l'influence de la vitesse du vent et de l'ensoleillement sur les concentrations moyennes semi-horaires du dioxyde de carbone.

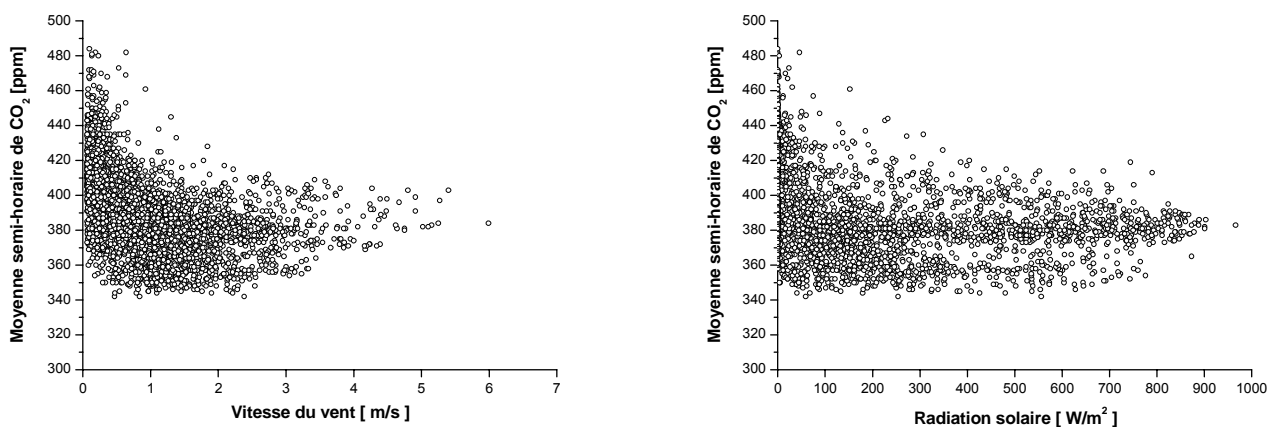


FIG 7.4. Influence du vent et du rayonnement solaire sur la concentration du dioxyde de carbone pendant la période estivale

On remarque que lorsque la vitesse du vent augmente, la concentration en CO₂ diminue. Les concentrations butent sur une valeur d'environ 350 ppm, qui représente la concentration de fond de l'atmosphère.

On constate le même phénomène avec l'ensoleillement. Lorsque l'énergie solaire augmente, la concentration en CO₂ diminue du fait de l'activité de la photosynthèse. La concentration limite est la même que celle observée lorsque la vitesse du vent augmente.

7.6. Conclusion

Les mesures effectuées à la station de Jussy permettent de mettre en évidence les sources locales de CO₂ et confirment la valeur actuelle de la concentration de fond de l'atmosphère en dioxyde de carbone, qui est d'environ 350 ppm.

Grâce à l'analyse des microbulles d'air contenues dans la glace polaire, la mesure rétrospective des concentrations en CO₂ dans l'atmosphère a été possible. Ainsi, en dehors de l'influence humaine, cette concentration a fluctué entre 200 et 280 ppm pendant environ 200'000 ans. Elle n'a commencé à augmenter que depuis 1750, au début de l'ère industrielle. Depuis, son augmentation est quasi exponentielle.

8. Bilan de la pollution à l'ozone durant l'été 2002

8.1. Généralités

Emplacements et période de mesure

Les mesures ont été faites dans les 8 stations fixes du réseau ROPAG, dont les emplacements sont décrits au début de ce rapport.

La période décrite couvre les mois de juin à septembre, les pollutions à l'ozone se produisant durant la période estivale.

Conditions climatiques

Cette période a été caractérisée par un mois de juin « tropical » avec une série de jours consécutifs où la température a dépassé 30°C, ce qui ne s'était pas produit depuis le début 1900.

La suite de l'été a été beaucoup moins ensoleillée.

Evolution du nombre de dépassements d'O₃

Dans le chapitre 5 « Evolution de la qualité de l'air » (p. 37-42), il a été donné l'évolution, de 1991 à 2002, du nombre de dépassements de la valeur limite (VLI) fixée par l'OPair (120 µg/m³ en moyenne horaire).

Sur ces figures on voit une tendance à la baisse dans l'ensemble des stations de mesure, depuis 1991. Pour 2002 les baisses sont à attribuer, en partie, aux mauvaises conditions climatiques de l'été.

Seules les stations d'Anières* et de Wilson ont présenté une hausse.

Détail des dépassements en maximum horaire

Les tableaux suivants présentent, pour chaque jour des mois de juin – juillet – août – septembre : (concentrations moyennes horaires de O₃)

- le nombre de dépassements de la valeur limite OPair de 120 µg/m³
- le nombre de dépassements de 180 µg/m³
- le maximum journalier.

Il ressort de ces différents tableaux une période très critique allant du 14 au 27 juin, où toutes les conditions étaient réunies pour avoir des concentrations importantes en ozone (moyennes horaires maximales de 255 µg/m³ à la station du Foron le 17 juin, 208 µg/m³ à la station Wilson le 18 juin).

Les mois de juillet et août n'ont présenté que peu de dépassements.

Le mois de septembre n'a présenté aucun dépassement sur toutes les stations du ROPAG.

* La station d'Anières a changé d'emplacement en 2001. Elle a été déplacée de quelques centaines de mètres et est actuellement au bord du lac. Les conditions sont donc sensiblement différentes par rapport à l'emplacement précédent.

Jour	Ozone - Juin 2002																							
	Nb de dépassements de la Valeur Limite OPair (moyenne horaire) 120 µg/m ³								Nb de dépassements de la moyenne horaire 180 µg/m ³								Maximum horaire en µg/m ³							
	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeiry	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeiry	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeiry	Anières	Jussy
01.06.2002	0	0	0	7	6	7	7	4									120	100	108	142	138	146	130	128
02.06.2002	2	0	0	8	6	5	5	3									127	98	98	141	130	136	131	124
03.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									68	79	78	93	82		112	87
04.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									96	85	80	101	114		112	106
05.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									64	66	67	78	88	78	92	87
06.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									81	72	79	100	96	90	100	93
07.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									60	62	64	79	76	76	88	81
08.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									56	59	58	81	74		99	88
09.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									56	62	54	64	74		82	76
10.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									56	65	64	74	77	79	82	70
11.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									53	52	68	69	72		79	71
12.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									72	76	71	94	96		113	97
13.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									72	56	84	92	93	85	101	96
14.06.2002	3	0	0	3	5			3				1					147	88	98	134	197		110	162
15.06.2002	0	0	0	0	1	0	1	1									99	98	106	116	136	106	122	122
16.06.2002	3	0	0	0	7	0	4	4									136	107	112	119	153	102	123	134
17.06.2002	4	0	0	10	10	5	7	7				5					158	106	112	156	255	146	136	191
18.06.2002	3	1	3	9	2	0	7	13									134	142	208	148	162	116	192	188
19.06.2002	7	4	3	8	7	1	9	8									175	132	136	194	175	120	142	173
20.06.2002	1	0	3	10	0	0	10	7									124	103	128	133	110	118	144	138
21.06.2002	0	0	0	7	0	0	8	8									105	96	117	133	109	108	162	134
22.06.2002	2	0	0	5	2	1	8	5									143	118	117	171	134	121	139	150
23.06.2002	3	3	5	4	2	0	9	7									129	136	144	136	138	119	150	167
24.06.2002	0	0	1	1	0	0	1	4									118	98	121	130	101	101	122	130
25.06.2002	0	0	0	6	0	0	4	4									111	89	120	124	97	109	128	128
26.06.2002	6			9	0	1	8	8									133		109	160	116	126	131	134
27.06.2002	1	0	3	8	0	0	9	7									123	108	133	150	118	114	154	145
28.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									81	81	94	90	86	83	93	101
29.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									102	84	98	115	86		102	107
30.06.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									102	90	92	116	89		116	112

Jour	Ozone - Juillet 2002																							
	Nb de dépassements de la Valeur Limite OPair (moyenne horaire) 120 µg/m ³								Nb de dépassements de la moyenne horaire 180 µg/m ³								Maximum horaire en µg/m ³							
	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeiry	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeiry	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeiry	Anières	Jussy
01.07.2002	5	1	6	8	3	3	9	8									142	122	148	160	130	129	159	169
02.07.2002	0	0	1	3	0	0	1	2									116	100	122	124	102	106	124	130
03.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									60	55	58	70	61	75	79	74
04.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									68	62	63	77	71	74	77	83
05.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									92	80	90	112	87	97	114	112
06.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									69	64	75	74	71	69	78	86
07.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									84	69	63	101	72	86	79	87
08.07.2002	2	0					4	3									132	110			112	118	132	154
09.07.2002	0	0	0	9	0	0	7	12									120	105	116	133	104	110	141	151
10.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									70	77	98	98	88	74	92	91
11.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									96	86	73	94	91	86	98	118
12.07.2002	0	0	0	1	0	0	0	2									112	93	89	121	104	106	114	134
13.07.2002	0	0	0														63	68	57		56	73	79	70
14.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									88	84	77	94	77	85	97	94
15.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									81	71	80	87	69	81	88	82
16.07.2002	0																61		63	66	73	72	82	78
17.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									34	43	40	46	41	61	67	65
18.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									85	78	75	90	88	89	96	96
19.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									82	78	73	108	96	107	94	103
20.07.2002	0	0	0	0	0	0	4	0									102	90	107	106	104		132	119
21.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	4									97	92	102	102	89	97	104	126
22.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									104	83	87	112	105	101	105	104
23.07.2002	0	0	0	1	1	0	1	2									120	108	103	126	126	119	122	132
24.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									53	62	70	67	80	75	85	102
25.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									80	75	75	79	89	76	102	91
26.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									78	73	79	85	76	84	89	85
27.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									101	83	87	101	94	92	102	110
28.07.2002	1	0	0	0	0	0	0	0									121	107	118	115	106	100	112	116
29.07.2002	0	0	0	3	0	5	0	0									108	95	95	130	103	144	110	114
30.07.2002	0	0	1	0	0	0	5	3									117	106	126	119	120	116	154	143
31.07.2002	0	0	0	0	0	0	0	0									86	89	94	78	86	91	104	83

■ : Dépassement de la valeur limite d'immission fixée par l'OPair.

Comparaison des mesures et des simulations

Afin de pouvoir prendre des dispositions appropriées en cas de forte pollution à l'ozone, il est indispensable de prévoir les concentrations de ce polluant pour la région genevoise.

Nous présentons ci-après les comparaisons entre les maxima des moyennes horaires journalières d'ozone mesurés par les stations ROPAG et les prévisions fournies par MétéoSuisse à Payerne.

La prévision du maximum horaire journalier pour la concentration en ozone est effectuée par MétéoSuisse à Payerne. Le programme a été développé par la société SEDE de Vevey et permet de donner une prévision à 3 jours.

Théoriquement, cette prévision serait valable jusqu'à la région genevoise, mais une adaptation a été faite par nos soins. Elle consiste en une régression linéaire issue de la comparaison entre les prévisions de MétéoSuisse de Payerne et la station ROPAG de Meyrin. La prévision qui a été donnée pour l'année 2002 est donc calée et valable pour la station de Meyrin. La valeur du calage est la suivante :

$$\text{Prévision O}_3 \text{ de Genève} = (\text{Prévision O}_3 \text{ MétéoSuisse de Payerne}) * 1.1 - 23$$

La prévision est valable pour la journée du lendemain dans le canton de Genève et entre en compte dans le plan d'information ozone (PIO). Celui-ci nous permet, en fonction des prévisions, une gradation dans les niveaux d'information, afin de prévenir les personnes concernées.

L'analyse des résultats de l'été 2002 donne un résultat mitigé.

Le mois de juin, ainsi que la première quinzaine de juillet, présentent en grande partie des résultats se situant dans la fourchette des 20% en erreur relative, hormis quelques points.

La seconde quinzaine de juillet, ainsi que les mois d'août et de septembre, donnent des résultats bien moins bons, avec de fréquentes discordances supérieures à 50%. La prévision pour le maximum horaire de la concentration d'ozone se basant entre autres sur la prévision météo, il est probable que ces résultats soient imputables à une météo incertaine comme nous avons pu la connaître durant la seconde partie de l'été.

Dans le but d'améliorer cette prévision ozone, nous avons mandaté la société SEDE afin qu'elle adapte cette prévision au « cas Genève ».

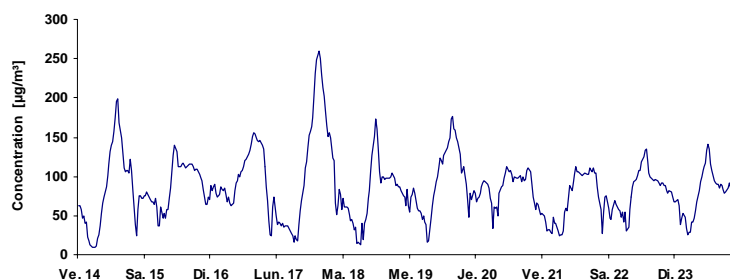
A terme, nous pourrions ainsi faire tourner ce programme de prévision, adapté à notre situation et donnant 8 prévisions, chacune attachée à une station fixe du ROPAG.

8.2. Episode de smog photochimique critique du 14 au 23 juin 2002

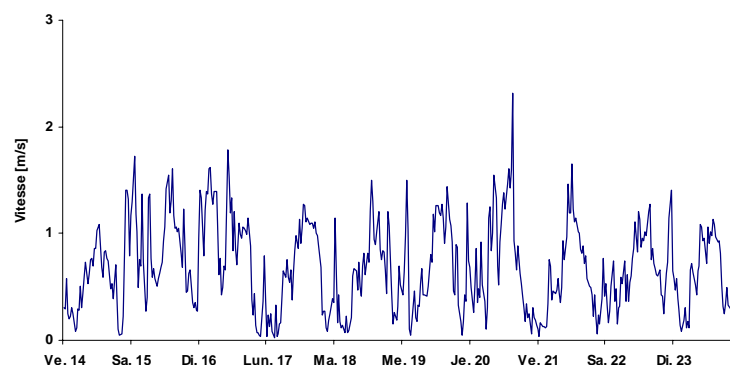
Comme relevé précédemment, la région genevoise a subi une période très critique de pollution à l'ozone, du vendredi 14 au jeudi 23 juin 2002. Nous proposons d'analyser plus en détail cette période pour en tirer des explications.

Mesures

Elles proviennent de la station du Foron, du vendredi 14 au dimanche 23 juin 2002.



Evolution de la concentration moyenne horaire en ozone



Evolution de la vitesse moyenne horaire du vent

Remarque : Une intensité entre 0 et 1.5 m/s correspond à une valeur de 0 à 1 Beaufort.

Analyse

Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 1, l'ozone présent dans la basse atmosphère n'est pas un polluant émis directement mais résulte de la transformation, sous l'action des rayonnements UV du soleil, de polluants primaires tels que les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV). Ces polluants sont émis notamment par les véhicules automobiles ainsi que par un certain nombre d'activités industrielles, artisanales ou domestiques utilisant des solvants.

Les phénomènes chimiques de formation de l'ozone sont complexes et s'analysent d'abord à une très grande échelle : les polluants précurseurs (NO_x , COV) sont parfois transportés par les masses d'air sur plusieurs centaines de kilomètres, si bien que :

- les concentrations d'ozone les plus importantes ne sont pas nécessairement mesurées sur le lieu principal d'émission des polluants précurseurs (centres des agglomérations, zones

industrielles) mais parfois à 50, 100 ou 150 km de là (dans des zones rurales) sous le vent des émetteurs,

- des polluants précurseurs émis plusieurs heures, voire plusieurs jours auparavant peuvent contribuer de manière significative à la formation d'ozone,
- des efforts importants de réduction des pollutions à un endroit donné peuvent ne pas suffire à supprimer totalement la formation de nouveaux pics d'ozone.

La météorologie joue aussi un grand rôle dans l'apparition et la disparition de valeurs importantes d'ozone. Pour l'épisode en question, on note qu'à partir du 12 juin 2002, l'ensemble de l'Europe occidentale a connu l'arrivée d'une masse d'air très chaud, entraînant des températures caniculaires. Chose peu fréquente, cette chaleur régnait également en haute altitude. Selon les données et renseignements fournis par MétéoSuisse, en montagne, l'isotherme 0°C n'est jamais descendu en-dessous de 4500 m d'altitude. Ceci a eu pour principale conséquence de modérer considérablement le développement des habituelles brises, ces courants d'air locaux qui permettent souvent la dispersion des polluants.

Outre ces caractéristiques thermiques, la situation météorologique témoignait également de l'existence d'un « marais barométrique » : autrement dit, aucun vent significatif en haute altitude. Tous ces paramètres ont participé à une accumulation des polluants dans et aux alentours de l'agglomération genevoise. Cette phase a pris fin mercredi 19 juin en fin de journée avec l'arrivée d'un flux de sud-ouest. Son influence s'est très vite traduite par une nette diminution des concentrations dès le jeudi 20 juin. Par la suite, la bise associée à un flux davantage orienté au nord au début de la semaine suivante, a permis d'écarter tout risque d'un nouvel épisode de pollution à l'ozone dans la région genevoise.

8.3. Deux cas d'école : La France et la Suisse

La France

L'Union européenne a fixé des concentrations de référence, reprises par la législation française : il est prévu de mettre en place, chaque fois que nécessaire, des mesures temporaires de réduction des émissions des sources fixes et/ou mobiles selon le ou les polluants en cause et la zone concernée. Ces mesures dépendent du dépassement de deux niveaux distincts :

- *Seuil d'information et de recommandation*

Il correspond à la valeur de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en concentration moyenne horaire.

Il appartient aux organismes chargés de surveiller la qualité de l'air, par délégation des pouvoirs publics, d'avertir par tous les relais d'information l'ensemble de la population, notamment afin que les personnes sensibles ou fragiles adaptent leurs activités. Ce seuil est atteint plusieurs fois par an durant les journées d'été.

- *Seuil d'alerte*

En France, il correspond à la valeur de $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - en concentration moyenne horaire - mesuré ou prévu sur trois heures consécutives. Il est à noter que ce seuil a été abaissé à $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par la nouvelle directive européenne de février 2002, et sera effectif d'ici à septembre 2003 (délai de 18 mois pour la transcription en droit français).

La réglementation française en vigueur prévoit que des mesures à court terme sont prises dès qu'il y a risque de dépassement de ce seuil. Les pouvoirs publics prennent alors des mesures de restriction de la circulation et de l'activité des sources industrielles pour réduire les rejets polluants à l'origine de l'ozone.

La Suisse

Les cantons suisses où les concentrations mesurées des polluants atmosphériques dépassent les valeurs limites fixées par la Confédération, sont tenus de mettre en œuvre des Plans de mesures pour réduire à long terme la présence de ces substances, et respecter les exigences légales.

A cet égard, le canton de Genève a adopté un nouveau Plan de mesures pour la période 2003 à 2010 – le plan précédent portait sur la période 1999 à 2002. Un résumé de ces plans est présenté dans la partie B de ce rapport.

En ce qui concerne les pics d'ozone, la Confédération ne prévoit aucune mesure spécifique à court terme. La question des concepts d'alarme dans les situations où les valeurs limites de l'ozone sont dépassées a été examinée, à plusieurs reprises et de manière approfondie, par la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air et par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et des paysages (OFEFP). Sur la base des indications scientifiques dont il dispose, le Conseil fédéral a rejeté toutes les propositions d'introduction d'un concept d'alarme. Les Chambres fédérales, quant à elles, ont aussi rejeté l'introduction de valeurs d'alarme, dans le cadre de la révision de la Loi sur la Protection de l'Environnement (LPE).

Grâce à l'application rigoureuse de mesures concrètes et durables de réduction des émissions, depuis l'entrée en vigueur de l'Ordonnance sur la Protection de l'air (OPair), une amélioration notable de la qualité de l'air a été enregistrée. Au sens des législations fédérale et cantonale, seules des mesures durablement efficaces permettront de supprimer l'apparition du phénomène de smog estival en particulier, en agissant sur les concentrations de gaz précurseurs à la formation de l'ozone.

Pour sa part, le canton de Genève a mis en place une procédure particulière d'information et de recommandations, à l'instar de la France et de l'Union européenne. Si celle-ci se fonde sur des mesures effectuées en temps réel, la politique genevoise repose en revanche sur des prévisions de la concentration horaire maximale d'ozone. Ainsi, dans notre canton, si la concentration moyenne horaire maximale prévue pour le lendemain est supérieure à $180\mu\text{g}/\text{m}^3$, un communiqué de presse assorti de recommandations est envoyé aux autorités ainsi qu'aux médias, à destination du grand public.

Pour compléter le modèle prévisionnel et afin de mieux répondre à la demande d'information sur les dépassements des valeurs limites de l'ozone, la mise en place d'une procédure se fondant aussi sur les mesures passées est à l'étude.

9. Retombées atmosphériques

9.1. Méthodologies

Retombées de poussières

Les retombées de poussières et les hydrométéores (pluie, grêle, neige) sont recueillis, avec une fréquence mensuelle, dans des récipients en verre de forme cylindrique de 10 cm de diamètre, appelés "Bergerhoff". Après avoir éliminé l'eau par évaporation, on procède à la pesée du résidu sec ainsi qu'à la détermination des concentrations en plomb, cadmium et zinc de celui-ci.

Les relevés et les analyses sont faits conformément à la norme VDI 2119, qui en fixe le cadre et fait foi en Suisse.

Eaux de pluie

Pour les eaux de pluie, il n'y a pas de normes de qualité. Les retombées atmosphériques sont récoltées au moyen d'une jauge constituée d'un entonnoir (\varnothing 28 cm) sous lequel est placé un récipient d'une contenance de 20 l. Les eaux de pluie récoltées ainsi chaque mois sont alors analysées en laboratoire.

Ce mode de prélèvement peut être soumis à diverses contaminations, raison pour laquelle les résultats peuvent présenter des « aberrations ». L'analyse des résultats ne sera plus faite à partir de 2003. Une partie de chaque prélèvement sera gardée pendant 3 mois afin de procéder à des analyses en cas de force majeure.

Prélèvements : Ph. Butty

Préparation des échantillons : M.-C. Chevelu

Analyses : P. Nirel, G. Pfister, E. Piguet

9.2. Résultats

Retombées de poussières

Le tableau ci-après résume les résultats de l'année 2002. Si on les compare avec ceux de l'année 2001, on peut remarquer que la baisse entamée il y a quelques années a tendance à s'inverser dans la plupart des stations, sauf pour celles de Wilson et Passeiry.

Station	Durée de l'exposition [Nombre de jours]	Concentration des retombées de poussières			
		Total [mg / (m ² .d)]	Zinc [µg / (m ² .d)]	Plomb [µg / (m ² .d)]	Cadmium [µg / (m ² .d)]
ILE	370	69	172	27	0.13
STE-CLOTILDE	370	134	394	20	0.20
WILSON	370	52	245	18	0.12
RÔTISSERIE	369	52	85	43	0.13
FORON	370	21	76	2	0.02
ANIERES	Mesures non représentatives				
PASSEIRY	370	28	9	4	0.05
PENEY	370	38	14	4	0.06
VALEURS LIMITES OPair		200	400	100	2

Résultats des analyses des Bergerhoff pour 2002

Eaux de pluie - Peney

Mesures Mois	Hauteur	Conductivité	Sodium (Na ⁺)	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	Chlorure (Cl ⁻)	Nitrate (NO ₃ ⁻)	Ammonium (NH ₄ ⁺)	Azote (N total)	Phosphore (P total)	Nitrite (NO ₂ ⁻)	Potassium (K ⁺)	Calcium (Ca ²⁺)	Magnésium (Mg ²⁺)
	mm	µS/cm	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mgN/m ²	mgN/m ²	mgN/m ²	mgP/m ²	mgN/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²
Janvier	38	13	10	62	24	13	18	45	1	ND	10	33	3
Février	86	9	30	105	59	17	12	37	1	ND	6	64	7
Mars	50	30	15	112	30	19	71	209	20	ND	76	46	1
Avril	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mai	96	8	24	104	30	19	8	46	3	ND	44	116	7
Juin	60	12	16	51	3	0	5	30	3	ND	38	98	6
Juillet	62	8	11	67	0	3	19	72	3	ND	32	52	2
Août	117	11	21	238	22	35	12	84	5	ND	18	103	9
Septembre	28	5	17	64	8	0	2	22	2	ND	14	50	6
Octobre	120	6	18	101	34	16	4	36	0	ND	25	74	4
Novembre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Décembre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Non Analysé.

ND : Non Détectable.

Eaux de pluie - Versoix

Mesures Mois	Hauteur	Conductivité	Sodium (Na ⁺)	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	Chlorure (Cl ⁻)	Nitrate (NO ₃ ⁻)	Ammonium (NH ₄ ⁺)	Azote (N total)	Phosphore (P total)	Nitrite (NO ₂ ⁻)	Potassium (K ⁺)	Calcium (Ca ²⁺)	Magnésium (Mg ²⁺)
	mm	µS/cm	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mgN/m ²	mgN/m ²	mgN/m ²	mgP/m ²	mgN/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²
Janvier	40	13	10	63	19	15	15	35	0	ND	11	47	3
Février	89	8	25	112	49	16	10	34	2	ND	2	148	5
Mars	47	11	10	86	17	12	12	39	2	ND	10	52	4
Avril	46	36	16	205	23	38	26	92	2	ND	17	10	7
Mai	108	6	27	89	30	0	24	57	7	ND	20	84	3
Juin	45	15	23	101	13	0	3	28	5	ND	23	37	6
Juillet	72	8	23	61	4	0	9	51	3	ND	34	52	9
Août	86	14	46	129	59	27	7	89	4	ND	39	85	8
Septembre	22	11	11	42	8	3	1	21	1	ND	11	29	2
Octobre	139	7	24	144	43	26	15	79	2	ND	16	89	7
Novembre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Décembre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Non Analysé.

ND : Non Détectable.

Eaux de pluie - Anières

Mesures	Hauteur	Conductivité	Sodium (Na ⁺)	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	Chlorure (Cl ⁻)	Nitrate (NO ₃ ⁻)	Ammonium (NH ₄ ⁺)	Azote (N total)	Phosphore (P total)	Nitrite (NO ₂ ⁻)	Potassium (K ⁺)	Calcium (Ca ²⁺)	Magnésium (Mg ²⁺)
Janvier	33	13	8	49	16	12	6	24	1	ND	8	33	3
Février	58	13	21	101	42	15	7	28	0	ND	4	58	6
Mars	44	12	10	58	16	16	12	39	1	ND	11	27	2
Avril	43	35	30	183	40	37	43	123	8	ND	26	115	5
Mai	105	9	24	119	26	21	29	148	11	ND	39	59	1
Juin	51	15	22	82	11	15	23	89	5	ND	36	79	7
Juillet	71	11	18	77	2	15	14	98	4	ND	30	68	7
Août	86	14	18	124	26	38	20	130	5	ND	28	53	4
Septembre	40	20	11	49	24	0	0	32	2	ND	79	67	11
Octobre	129	8	18	109	30	25	26	77	2	ND	22	52	5
Novembre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Décembre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Non Analysé.

ND : Non Détectable.

Partie B : Plan de mesures 2003-2010

Malgré une amélioration sensible de la qualité de l'air à Genève au cours des années 1990, des zones importantes de l'agglomération genevoise sont encore sujettes à des immissions excessives de dioxyde d'azote et d'ozone. Le canton de Genève a ainsi le devoir, au sens de l'OPair, d'élaborer un Plan de mesures. Pour remédier à cette situation, le Service cantonal de protection de l'air (SCPA) est en charge de la conduite de ce plan ainsi que de sa coordination au sein de l'administration cantonale.

Le contexte de l'élaboration du nouveau Plan de mesures est présenté en regard des objectifs de la Confédération en matière de réduction des polluants atmosphériques et de ses engagements au niveau international, en particulier face à l'échéance de 2010 (Kyoto). Les objectifs de la loi fédérale sur le CO₂ sont précisés quant à la réduction chiffrée des émissions de CO₂ provenant de l'utilisation des carburants et des combustibles.

Les Plans de mesures précédents (1991 et 2002), ainsi que les rapports de suivi (1996, 2000 et 2001) comprenaient l'exécution de 66 mesures. Le Plan de mesures 2003-2010 propose 26 nouvelles mesures, qui concernent les domaines de l'aménagement du territoire, de l'économie, de l'énergie, des transports et de l'information.

Cette partie présente également un bilan des mesures conduites sur la période 1991-2002, qui décrit de façon détaillée les résultats atteints et les problèmes rencontrés.

La liste des 26 nouvelles mesures du plan 2003-2010 figure au chapitre 12 de ce rapport.

Le nouveau Plan de mesures a été approuvé par le Conseil d'Etat le 2 avril 2003.

10. Contexte

Malgré une amélioration sensible de la qualité de l'air à Genève au cours des années 1990, les objectifs de la Confédération en matière de réduction des polluants atmosphériques ne sont toujours pas atteints. Des zones importantes de l'agglomération genevoise sont encore sujettes à des immissions excessives de dioxyde d'azote et d'ozone.

A l'horizon 2010, les prévisions calculées des émissions des polluants sur le territoire cantonal par rapport au scénario de développement retenu, montrent que les objectifs de la Confédération ne seront pas respectés pour le dioxyde de carbone, sans une coordination accrue tenant compte des objectifs de la qualité de l'air, de l'aménagement régional du territoire et de la planification régionale des transports.

En application de l'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air (OPair), l'autorité cantonale élabore un Plan de mesures s'il est établi ou à prévoir qu'en dépit des limitations préventives des émissions, des immissions excessives sont ou seront occasionnées par des infrastructures destinées aux transports ou plusieurs installations stationnaires (OPair art. 31).

Le nouveau règlement cantonal sur la protection de l'air (K1 70.08), entré en vigueur en août 2002, confère au Service cantonal de protection de l'air (SCPA) la légitimité légale et opérationnelle dans le domaine de la gestion de la qualité de l'air relativement à l'application de l'OPair. Le SCPA a le devoir d'assurer la coordination, au sein de l'administration cantonale, de la procédure du Plan de mesures et de son suivi. Dans ce cadre, il sollicite les préavis nécessaires des départements et services de l'administration cantonale, ainsi que des communes et des établissements de droit public, chargés par la suite de préparer et d'exécuter les mesures prévues par le plan dans les délais prescrits. Chaque année, il prépare un bilan de la mise en œuvre du Plan de mesures et, tous les quatre ans, une version actualisée.

11. Objectifs de la Confédération

Au niveau international, en décembre 1999, la Suisse a signé à Göteborg un nouveau protocole de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière, ce qui devrait permettre d'améliorer sensiblement la qualité de l'air dans notre pays. La Suisse s'est ainsi engagée à réduire d'ici à 2010 ses émissions d'oxydes d'azote de 52 % et celles de COV de 51 % par rapport à leurs niveaux de 1990.

La loi fédérale sur le CO₂, entrée en vigueur le 1er mai 2000, qui reprend les engagements de la Suisse lors de la signature du protocole de Kyoto en 1997 fixe, d'ici 2010, une réduction des émissions de CO₂ de 8 % pour le trafic (carburants) et de 15 % pour la production de chaleur (combustibles) par rapport à 1990. L'indicateur retenu par la Confédération est la vente des combustibles et des carburants sur territoire helvétique. Il faut relever que le kérosène, carburant lié au trafic aérien, n'est pas concerné par les accords de Kyoto.

Pour le nouveau Plan de mesures 2003-2010, l'échéance de 2010 a été retenue, car elle correspond à celle qu'a fixée la Confédération pour répondre aux objectifs internationaux de lutte contre la pollution atmosphérique, auxquels elle a adhéré.

12. Plans de mesures cantonaux

Le premier Plan de mesures du canton de Genève au sens des articles 31, 32 et 33 de l'OPair a été adopté par le Conseil d'Etat le 27 mars 1991, dans le but de lutter contre les immissions excessives.

Des rapports de suivi ont été publiés en 1996 et 2000. Un rapport actualisé, prémisses du nouveau Plan de mesures 2003-2010, a été publié en 2000. Il a fait l'objet d'un rapport de suivi en 2001. En tout, 66 mesures ont été conduites sur la période 1991-2002, dont le bilan est présenté dans le chapitre suivant. Pour plus de détails, ces documents sont disponibles sur le site Internet : www.geneve.ch/air/publi.

Comme cela a été annoncé dans le Plan de mesures actualisé, publié en juin 2000, le nouveau Plan de mesures s'oriente vers un outil méthodologique plus ambitieux que la seule approche OPair. Un véritable système de management de la qualité de l'air sera mis en place, visant à intégrer l'ensemble des politiques mises en oeuvre par l'administration pour améliorer la qualité de l'air. Le suivi des indicateurs spécifiques permettra, par un processus d'amélioration continue, de corriger les mesures adoptées en fonction des objectifs atteints.

Des mesures seront mises en place dans le but de réduire les émissions de dioxyde de carbone sur l'ensemble du canton et de réduire celles des oxydes d'azote dans les zones soumises à des immissions excessives.

Le Plan de mesures 2003-2010, approuvé par le Conseil d'Etat le 2 avril 2003, propose 26 mesures :

- **treize** concernent les transports,
- **huit** l'énergie et les installations de chauffage,
- **deux** l'Aéroport International de Genève,
- **une** l'entretien des bâtiments,
- **une** les chantiers,
- **une** l'information.

13. Bilan 1991 - 2002

Transports individuels motorisés

Les transports individuels motorisés poursuivent leur développement. Celui-ci est très important en couronne d'agglomération pour l'automobile, ainsi qu'au centre pour ce qui concerne les motos et les scooters. Largement supérieur à la progression démographique et des emplois, ce développement traduit l'étalement urbain et le poids économique croissants de la périphérie.

La distance moyenne des déplacements s'allonge et ceux-ci se traduisent par conséquent de plus en plus par des moyens mécanisés. L'évolution des modes de vie vers un très net accroissement des loisirs éloignés du lieu d'habitat (plus de 50 % des distances parcourues quotidiennement !), participe à ce développement.

Cette tendance s'exprime pour l'instant nettement en faveur de la voiture et du scooter, notamment dans les zones périphériques peu denses et fatalement moins bien desservies en transports collectifs que le centre-ville.

Transports collectifs

L'effort entrepris dans le domaine des transports publics s'accélère et se poursuivra dans les quinze à vingt prochaines années par la réalisation d'une ossature articulée sur le réseau RER (CEVA) et un réseau dense de lignes de tramway. En termes d'exploitation, le renforcement de la desserte par autobus s'est poursuivie avec, comme objectif, une limitation des transbordements au centre-ville. Les nouvelles prestations s'accompagnent d'une hausse de fréquentation, modeste mais prometteuse, de 5.6 % entre 1998 et 2002.

Mobilité douce (marche et vélo)

La marche à pied et le vélo résistent bien, voire se développent en milieu urbain dense (Genève et Carouge). Ces modes perdent cependant du terrain en périphérie, très vraisemblablement en raison :

- de l'allongement des distances de déplacement,
- du faible attrait de ces modes face au risque d'intempérie,
- de l'insécurité réelle et / ou perçue compte tenu de la fragilité de ces modes par rapport au reste du trafic.

Transport de marchandises

Le transport de marchandises par le rail a continué de perdre du terrain face à la route. Seul le transport par container se développe de façon significative à la Praille.

Les restructurations et les concentrations dans tous les secteurs économiques (boulangeries, industries, postes, lingeries, etc.) aboutissent inéluctablement à un éloignement des pôles d'alimentation de l'agglomération, ce qui profite presque exclusivement au trafic routier.

Un accroissement des utilitaires de moins de 3.5 tonnes est notamment sensible dans l'agglomération urbaine pour répondre aux "flux tendus" qui se généralisent (diminution des stocks sur le lieu de consommation et rotation accélérée des marchandises).

Stationnement

Alors que les domaines publics de la Ville de Genève et de Carouge sont bientôt entièrement réglementés par une limitation de la durée de stationnement (zones bleues avec macarons payants réservés aux résidents, horodateurs), le bénéfice de cette politique dissuasive à l'égard des pendulaires tarde à se concrétiser.

L'insuffisance des moyens de contrôle est sans doute largement responsable du relatif échec enregistré jusqu'ici.

Les restrictions imposées en matière de capacités de stationnement autorisé dans le cadre de réalisations privées (terrasses gagnées sur la chaussée par exemple) sont l'objet de vives contestations, qui témoignent de l'attachement des acteurs économiques à l'automobile, dans une agglomération de taille modeste comme Genève.

La fréquentation des parcs-relais, dont la Fondation des parkings poursuit la réalisation avec vitalité, connaît un succès inégal.

Il est indéniable que les réalisations de transports collectifs en cours et un contrôle plus strict du stationnement sur rue (durée limitée et stationnement sauvage), sont susceptibles de modifier radicalement ce constat.

Trafic aérien et installations aéroportuaires

Aucune des mesures inscrites dans le Plan de mesures du 27 mars 1991 ne fait l'objet d'une poursuite dans le nouveau Plan de mesures. L'inscription de ces mesures est devenue sans objet, l'objectif ayant été réalisé ou la mesure n'ayant plus de raison d'être.

Trois mesures figurant à l'origine dans le Plan de mesures de 1991 ont été poursuivies jusqu'en 2002 et font l'objet du présent bilan.

Fin 2002, 14 positions de stationnement d'avions ont été équipées d'installations fixes d'alimentation en courant électrique et en air pré-conditionné. Il est prévu de poursuivre l'équipement des trois positions gros porteurs en 2003 et des quatre positions correspondant aux nouvelles salles d'embarquement frontales en 2005. Un premier bilan montre que l'utilisation des nouvelles installations a permis une réduction de la consommation de kérosène de l'ordre de 3'400 tonnes en 2001, soit l'équivalent de 21 tonnes de NO_x et de 26 tonnes de CO émis.

En 2002, la part du parc véhicule de l'ensemble des instances et sociétés aéroportuaires fonctionnant à l'énergie électrique est de l'ordre de 20 %, tandis que 50 % des véhicules fonctionnent au diesel. L'AIG procède progressivement au remplacement de certains de ses véhicules de service par des véhicules électriques.

Comme indiqué dans le rapport de suivi du Plan de mesures 1999, une surtaxe sur les émissions gazeuses est appliquée à l'Aéroport International de Genève depuis le 1^{er} novembre 1998. Entre 1999 et 2001, le produit de cette surtaxe a baissé de 23 %, malgré l'augmentation du trafic aérien. Sur cette base, il y a lieu de constater que les avions qui opèrent sur l'Aéroport International de Genève sont en moyenne moins polluants qu'il y a trois ans.

Energie

Les mesures du rapport sur la Conception générale de l'énergie (CGE) de 1999, pertinentes dans le cas du Plan de mesures OPair, s'appliquent dans trois secteurs distincts, soit :

- *Energies renouvelables*

Le développement du solaire thermique substitue directement une part du combustible fossile et diminue d'autant les émissions de dioxyde de carbone. Depuis 2000, l'augmentation des surfaces installées est significative (env. 350 m² par an entre 1991 et 1999 et plus de 1000 m² par an entre 1999 et 2001). Cette évolution se répercute directement sur le domaine des combustibles. Dans le bilan de la CGE 99, on considère cette tendance comme satisfaisante.

- *Domaine des combustibles*

Les actions devant être considérées dans ce domaine sont : la construction et rénovation de bâtiments, l'assainissement du parc immobilier existant, l'efficacité des chaufferies, la récupération de chaleur, l'encouragement à l'utilisation du gaz naturel. Le bilan de la CGE 99 évalue les résultats de ce secteur comme relativement satisfaisants.

- *Domaine des carburants*

Toutes les actions de ce secteur ont une relation avec la protection de l'air, soit : les besoins en déplacement, l'efficacité des véhicules, l'efficacité des transports. Le bilan de la CGE 99 évalue les résultats de ce secteur comme satisfaisants.

Il est entendu par satisfaisant, des résultats dont la tendance correspond à ce qui est nécessaire pour atteindre les objectifs fixés dans le cadre du protocole de Kyoto, soit réduire la consommation de 15 % pour les combustibles et 8 % pour les carburants, tout en augmentant à 3 % la part de chaleur produite par des énergies renouvelables.

Mesures incitatives

- *Mesures visant à améliorer l'état du parc automobile*

Une nouvelle série de mesures avait été prise en 2000 dans le but de diminuer les émissions du parc automobile. Le contrôle systématique des gaz de combustion des véhicules non catalysés qui se présentent à la visite périodique, s'est poursuivi.

Une enquête réalisée auprès des détenteurs de véhicules non catalysés a permis de confirmer la tendance observée depuis ces deux dernières années, à savoir une disparition de ce type de

véhicules dans le parc automobile genevois. Deux catégories de propriétaires restent toutefois attachées à ces véhicules : les futurs collectionneurs et les adeptes du "tuning".

D'une manière globale, la part des prestations kilométriques couvertes par ces véhicules sera de plus en plus faible face à l'ensemble du parc automobile. Il a donc été décidé de ne pas poursuivre d'action particulière concernant les véhicules non catalysés.

- *Exonération d'impôt*

Il a été jugé opportun de favoriser l'achat de véhicules neufs peu polluants et à faible consommation. C'est pourquoi, lors de la révision de la loi générale sur les contributions publiques, le Grand Conseil a adopté un projet de loi modifiant l'impôt sur les véhicules à moteur. Le Conseil d'Etat a la faculté d'exonérer les véhicules de faible consommation et peu polluants.

Le règlement d'application de la loi précise que, chaque année, un arrêté du Conseil d'Etat détermine, en fonction des critères retenus, les modèles mis au bénéfice de cette exonération d'impôt, valable pendant trois ans.

En 2002, 368 voitures ont été exonérées, représentant une masse fiscale annuelle de 82'905 FS. Elles étaient réparties sur 10 marques représentant 35 modèles. Le résultat obtenu est au-dessous de la cible qui avait été fixée à 1000 véhicules par an.

En 2003, suite à une réflexion engagée avec les importateurs d'automobiles, une meilleure promotion de la mesure devra permettre d'améliorer le score. En outre, deux arrêtés du Conseil d'Etat, entrés en vigueur le 1^{er} janvier 2003, fixent de nouveaux critères pour l'exonération des véhicules.

- *Journée "En ville sans ma voiture" (22 septembre)*

Depuis 1999, l'Etat de Genève soutient chaque année la journée "En ville sans ma voiture" pilotée par la Ville de Genève. En 2002, le dimanche 22 septembre, elle s'est déroulée principalement sur le quai Wilson. Une campagne d'information active a été organisée dans les zones fermées à la circulation. Elle a permis de sensibiliser la population, particulièrement nombreuse ce dimanche-là, au bord du lac.

Conclusion

Dans la première partie de ce document, nous avons indiqué les principales références législatives dans le domaine de la qualité de l'air, les systèmes d'analyse mis en oeuvre ainsi que les concentrations en polluants mesurées aux différents endroits représentatifs de notre territoire.

Dans la seconde partie, il a été expliqué que la politique d'assainissement de l'air à Genève repose sur la situation actuelle et future des concentrations de polluants servant d'indicateurs. Son application est figurée par le Plan de mesures OPair 2003-2010, dont les effets seront suivis annuellement.

Cette structure de suivi et de documentation de l'assainissement s'inscrit dans le système de management de la qualité de l'air. Celui-ci constitue un outil de gestion sans précédent pour les autorités en charge de la protection de l'air, mais également un outil de communication pour la population soucieuse de connaître la qualité de l'air qu'elle respire.

D'un point de vue global, l'état de la qualité de l'air qui prévaut actuellement est caractérisé, pour certains polluants, par une situation d'immissions excessives.

Le tableau ci-dessous illustre la qualité de l'air à Genève pour l'année 2002, ainsi que la tendance associée à une nuance de bleu, en référence à la valeur limite OPair (VLI).

	zone urbaine	zone suburbaine	zone rurale
dioxyde d'azote	☹	☺	☺
ozone	☹	☹	☹
particules fines (PM10)	☹	☹	☹
monoxyde de carbone	☺		☺
dioxyde de soufre	☺	☺	☺

Qualité de l'air à Genève : état en 2002 et tendance

Etat :

- ☺ : Valeur limite OPair respectée.
- ☹ : Valeur limite OPair respectée, mais immissions proches de cette VLI.
- ☹☹ : Valeur limite OPair non respectée. Immissions excessives.

Tendance :

- ☺ : Amélioration.
- ☹ : Stabilisation.
- ☹☹ : Dégradation.
- ☹☹☹ : Non disponible.

Information sur la qualité de l'air via Internet

Site de l'Etat de Genève

Depuis 1999, les informations sur la qualité de l'air du canton sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante : <http://www.geneve.ch/air>

Les données, récoltées dans les différentes stations fixes et mobiles du réseau d'observation de la pollution de l'air à Genève, sont mises à jour automatiquement tous les matins.

Un programme informatique a été élaboré et permet de relever, calculer et valider 5'000 données journalières, puis de les intégrer et de les publier via Internet.

Toutes les données sur les concentrations journalières des polluants dans l'air y sont diffusées quotidiennement et permettent de s'informer sur la qualité de l'air de la veille.

De plus, en période estivale, une prévision de la concentration maximale d'ozone pour le lendemain, ainsi que des recommandations à la population, sont diffusées.

Les informations suivantes sont disponibles sur le site:

- 2 histogrammes indiquent la tendance générale des concentrations sur le canton pour l'ozone et le dioxyde d'azote.
- En cas de dépassement des valeurs limites, des commentaires et recommandations sur les risques encourus et les comportements à adopter sont proposés.
- 8 pages présentent les mesures journalières et les moyennes annuelles des polluants.
- Un plan permet de situer les stations et d'y avoir accès.
- Un glossaire définit les termes utilisés.
- La possibilité de visualiser, d'imprimer ou d'enregistrer le bulletin de la qualité de l'air.
- Une liste des publications concernant la qualité de l'air à Genève.

Rédaction du site Internet : *F. Cupelin, E. Golay, F. Magnin*

Autres sites

Pour tout renseignement complémentaire :

<http://www.geneve.ch/environnement-info> Site d'Environnement Info.

Nous donnons ci-dessous une liste d'adresses de sites Internet, non exhaustive, qui dispensent une information en relation avec la qualité de l'air :

<http://www.admin.ch/ch/f/rs>

Législation suisse.

<http://www.environnement-suisse.ch/>

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP).

<http://www.metas.ch>

Office fédéral de métrologie et d'accréditation suisse.

<http://www.who.int/fr>

Organisation mondiale de la santé.

<http://www.unep.org/>

Site du programme des Nations Unies pour l'environnement. Il est consacré aux pollutions dans tous les pays du monde.

<http://europa.eu.int/comm/environment/air>

Rubrique spécifique à la pollution de l'air du site de l'union européenne.

<http://europa.eu.int/eur-lex/fr>

Législation en vigueur, et en préparation, dans l'union européenne.

Adresses d'autres réseaux de mesure de la qualité de l'air :

<http://www.ne.ch>

SCPE - Service de la protection de l'environnement (canton de Neuchâtel).

<http://www.dse.vd.ch/environnement/index.html>

SEVEN – Service de l'environnement et de l'énergie (canton de Vaud).

<http://www.lausanne.ch/sehl>

SEHL – Service de l'environnement, de l'hygiène et du logement (ville de Lausanne).

<http://www.vs.ch>

RESIVAL – Réseau de mesure des immissions du canton du Valais.

<http://www.be.ch>

OFIAMT, division protection de l'environnement.

<http://www.fr.ch/open/>

SEN – Service de l'environnement. Division protection de l'air (canton de Fribourg).

<http://www.atmo-rhonealpes.org>

APS - L'air de l'Ain et des Pays de Savoie.

<http://www.atmo-rhonealpes.org>

ASCOPARG – Association pour le contrôle et la préservation de l'air dans la région grenobloise.

<http://www.asqab.asso.fr>

ASQAB – Association de la surveillance de la qualité de l'air dans l'agglomération bisontine et le sud Franche-Comté.

<http://www.arpam.asso.fr>

ARPAM – Réseau de surveillance de la Qualité de l'air dans le nord – Franche-Comté.

<http://www.atmo-alsace.net>

ASPAM – Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace.

Gloss'air

A

Absorption

Phénomène par lequel un rayonnement traversant une matière cède à celle-ci une partie ou la totalité de son énergie.

Absorption β

On mesure l'absorption, par le composé, d'un rayonnement β produit par une source radioactive. Cette méthode est utilisée pour les poussières.

Absorption IR

On mesure l'absorption, par le composé, d'un rayonnement IR produit par une lampe infrarouge. Cette méthode est utilisée pour le monoxyde de carbone.

Absorption UV

On mesure l'absorption, par le composé, d'un rayonnement UV produit par une lampe ultraviolet. Cette méthode est utilisée pour l'ozone.

Albédomètre

L'albédo représente la fraction de radiation réfléchie par le sol par rapport à la radiation incidente.

L'albédomètre est formé de deux pyranomètres identiques opposés: un dirigé vers le haut (ciel) l'autre vers le bas (terre). Le pyranomètre dirigé vers le haut mesure le rayonnement global (direct + diffus) incident sur le terrain, tandis que celui dirigé vers le bas mesure le rayonnement global réfléchi par le terrain.

Ammoniac (NH₃)

L'ammoniac sert à la fabrication des engrais ainsi que des fibres synthétiques et plastiques.

Sources principales

- Agriculture (engrais azotés).
- Elevages industriels.

Effets

- Brûlures des muqueuses, maux de tête, toux.
- Cytolytique intense qui entrave la croissance végétale.
- Acidification des sols.

Anémomètre

L'anémomètre est un instrument qui permet de mesurer la vitesse du vent.

Le principe le plus communément employé pour mesurer le vent horizontal est le suivant : un moulinet de trois coupelles se met à tourner sous l'effet du vent. La vitesse de rotation de ce moulinet est proportionnelle à la vitesse du vent horizontal. Couplé à une girouette, on peut alors mesurer la vitesse du

vent et sa direction en 2 dimensions (dans le plan horizontal).

Les anémomètres à ultrasons permettent de mesurer, en utilisant l'effet Doppler, la vitesse du vent et sa direction en 3 dimensions.

B

Bergerhoff

Cette méthode permet de faire l'analyse des retombées de poussières.

Les relevés ainsi que les analyses sont faits conformément à la norme VDI 2119. Dans le cadre de l'OPair, les concentrations en plomb, cadmium et zinc sont déterminées.

C

Cadmium

Cf. *Métaux lourds*.

Combustibles - Carburants

Les combustibles concernent tous les corps utilisés pour produire de la chaleur.

Par exemple le bois, les huiles, le charbon, le gaz.

Les carburants sont les combustibles qui, mélangés à l'air, peuvent être utilisés dans un moteur à explosion. Ils sont par conséquent intimement liés au domaine des transports.

Par exemple l'essence, le diesel, le kérosène.

Chimiluminescence

Se dit du phénomène par lequel certaines molécules portées à un état excité, par un apport d'énergie venant d'une réaction chimique, retournent à l'état fondamental en restituant une partie de l'énergie sous forme de lumière.

Dans l'analyse de la qualité de l'air, ce phénomène est utilisé pour mesurer des concentrations de NO_x. Suite à la réaction entre NO et O₃ (qui est rapide et complète en présence d'un excès de O₃) une molécule de NO₂ excitée est formée. Cette molécule va se désexciter en émettant un rayonnement dans le proche infrarouge.

L'intensité de ce rayonnement est proportionnel à la quantité de NO présent dans l'air et permet alors d'en déduire la concentration.

Si l'on veut mesurer une concentration en NO₂, il faut en premier lieu former du NO grâce à un catalyseur,

puis lui faire subir la réaction de chimiluminescence (ou faire une réaction de chimiluminescence entre le NO₂ et le luminol).

Composés organiques volatils (COV)

Sous ce nom générique, on regroupe des milliers de composés aux caractéristiques très variables. Ce sont des molécules constituées principalement d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ils sont multiples et s'évaporent relativement facilement.

Ils ne comprennent pas le méthane et les CFC.

Ils sont émis lors de l'évaporation de solvants (dans les peintures, les encres, les produits de nettoyage et de vitrification des sols, etc.), de carburants (lors du transvasement de produits pétroliers ou d'hydrocarbure pour les véhicules à moteur) et lors d'une combustion incomplète.

Sources principales :

- Trafic routier.
- Industrie, artisanat.

Effets :

- Certains composés sont inoffensifs, d'autres hautement toxiques et cancérigènes (par ex. le benzène).
- Ils vont de la simple gêne olfactive, à une irritation ou à la diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des risques d'effets cancérigènes.
- Combinés aux oxydes d'azote, ce sont d'importants précurseurs d'oxydants photochimiques (ozone / smog estival)

Composition de l'atmosphère

L'atmosphère (au niveau du sol) est composée de molécules et de différentes particules en suspension.

Molécules :

Azote (N₂) : 78.1%

Oxygène (O₂) : 20.9%

Argon (Ar) : 0.9%

Dioxyde de carbone (CO₂) : 0.03%

Et

Vapeur d'eau (H₂O) : hautement variable

Ozone (O₃), Dioxyde d'azote (NO₂), Dioxyde de soufre (SO₂), : ppb

Particules

Poussières de toutes sortes, aérosols, ...

D

Dioxyde d'azote (NO₂)

Cf. Oxydes d'azote (NO_x).

Dioxyde de carbone (CO₂)

Il est émis lors de toute combustion.

Sources principales :

- Chauffages industriels et domestiques.
- Véhicules à moteur (trafic routier et autres).

Effets

Dans les concentrations actuelles, le CO₂ ne présente pas un danger pour la santé mais pour le climat car étant l'un des principal gaz à effet de serre.

Dioxyde de soufre (SO₂)

Synonyme : Anhydride sulfureux.

Il est émis lors de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre (fioul, charbon). L'émission du dioxyde de soufre dépend directement de la teneur en soufre du combustible.

Sources principales :

Chauffages industriels et domestiques.

Effets :

- Maladies respiratoires.
- Dommages divers aux plantes et aux écosystèmes fragiles.
- Corrosion des métaux et altération des matériaux de construction.
- Importants précurseurs de pluies acides et de poussières fines.

Direction (- horizontale - du vent)

La direction est une des deux grandeurs qui, avec la force, caractérise le vent horizontal.

En météorologie, on donne toujours la direction d'où vient le vent repérée par rapport aux points cardinaux (nord, est, sud, ouest) ou par l'angle de cette direction par rapport au Nord.

Par exemple, un vent de sud sera de secteur 180°, un vent d'ouest sera de secteur 270°.

DOAS

Acronyme pour « Differential Optical Absorption Spectroscopy », c.-à-d. « absorption spectro-photométrique différentielle ».

Cette technique est basée sur les propriétés d'absorption d'un faisceau lumineux par les molécules étudiées.

Une des différences fondamentales par rapport à un analyseur ponctuel « classique » est que la mesure donnée par un DOAS est intégrée sur un chemin optique.

E

Emissions

Polluants rejetés dans l'environnement par les installations, les véhicules ou les produits.

Ils sont mesurés à la source de leur rejet alors qu'ils ne sont pas encore dilués dans l'atmosphère.

F

FID

Acronyme pour « Flame Ionisation Detector », traduit par « Détecteur à ionisation de flamme ».

Si l'on injecte dans une flamme air-hydrogène des molécules contenant des atomes de carbone, on obtient des ions. En les faisant passer entre des électrodes chargées, un courant est produit. Celui-ci est proportionnel au nombre d'atomes de carbone présents dans la flamme, ce qui permet d'en mesurer la concentration.

Le coefficient de proportionnalité dépend de la "famille" des molécules : hydrocarbures (env. 1), alcools, cétones, solvants chlorés (env. 0) ...

On peut considérer que la réponse est pratiquement spécifique des hydrocarbures présents dans l'air ambiant (les autres molécules contenant du carbone, comme CO₂, ne contribuant pas à cette réponse) et celle-ci est proportionnelle à la quantité d'hydrocarbures présents.

Par ailleurs, le méthane étant un constituant naturellement présent dans l'air ambiant (méthane anthropogénique), il peut être intéressant de le séparer des autres hydrocarbures dus à l'activité humaine. On peut donc soit doser les "hydrocarbures totaux" si l'air ambiant est directement envoyé dans le brûleur, soit les hydrocarbures "non-méthaniques", en plus des hydrocarbures totaux et du méthane obtenu par différence, par des techniques de séparation des hydrocarbures (en général méthane - autres hydrocarbures) à l'aide d'une cartouche de charbon actif, ou d'une colonne de chromatographie en phase gazeuse, ou encore par destruction sélective des hydrocarbures non-méthaniques à l'aide d'une colonne d'hopcalite chauffée à 260° C.

FUV

Acronyme pour « Fluorescence UV ».

Lorsqu'elles sont soumises à un rayonnement UV qui va les porter dans un état excité, certaines molécules (comme par exemple le SO₂) peuvent céder ce supplément d'énergie par fluorescence.

Ce rayonnement de fluorescence peut être capté par un photo détecteur et est proportionnel à la concentration du gaz analysé.

G

Gravimétrie

En chimie, se dit d'une méthode d'analyse par pesée. Cette méthode est utilisée dans la mesure des concentrations des PM10 dans l'air ambiant. Au ROPAG deux types de mesures sont utilisées : par pesée et par *micro-balance*.

Pesée

On aspire, après une sélection de la taille des particules à étudier par un impacteur, un volume de 720 m³ d'air extérieur à analyser en 24 h à travers un filtre en fibre de quartz de 15 cm de diamètre.

La différence entre les pesées avant et après l'accumulation permet de recouvrer la concentration.

Cette méthode de référence répond à la norme EN 12341.

Micro-balance

On aspire, après une sélection de la taille des particules à étudier par un impacteur, un volume d'air extérieur à analyser à travers un filtre. Celui-ci repose sur la tête d'une tige vibrante, et la masse des particules accumulées va alors modifier la fréquence de vibration. Cela permet alors de recouvrer la concentration.

H

Humidité relative

Cette unité donne la teneur en vapeur d'eau de l'air.

On raisonne souvent avec l'humidité relative, qui exprime la quantité de vapeur d'eau en pourcentage par rapport à l'état de saturation.

D'autres unités permettent de donner la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, comme le rapport de mélange, qui est la masse de vapeur d'eau par kilogramme d'air sec.

Hydrocarbures totaux (HCT)

Cf. FID.

Hygromètre

L'hygromètre est un instrument destiné à mesurer l'humidité relative de l'air.

Les hygromètres traditionnels utilisent les propriétés des cheveux qui s'allongent quand l'humidité s'accroît. D'autres types d'hygromètres sont électroniques, basés sur le principe de la variation de capacité d'un condensateur avec l'humidité

I

Immissions

Pollution atmosphérique à l'endroit où elle déploie ses effets sur l'homme, les animaux, les plantes, le sol et les biens matériels.

Les polluants sont émis dans l'atmosphère et subissent un certain nombre de dilutions et transformations chimiques. Il s'agit d'une pollution "ambiante" en suspension dans l'atmosphère.

Les immissions sont mesurées par prise d'échantillon dans l'air qui nous entoure.

L

LPE

Acronyme pour « Loi sur la protection de l'environnement ».

Cette loi fédérale a été adoptée à l'unanimité le 7 octobre 1983 et est entrée en vigueur le 1^{er} février 1985.

Dixit l'article énonçant le but de la LPE, art. premier, 1^{er} al. : « La présente loi a pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes des atteintes nuisibles ou incommodes, et de conserver la fertilité du sol ».

M

Métaux lourds

Se dit des éléments chimiques dont la masse spécifique est supérieure à 5'000 kg/m³. Leur abondance naturelle est généralement inférieure à 0.1 % , c.a.d. 1000 ppm : on parle de « trace ».

Dans l'atmosphère ces métaux se rencontrent le plus souvent incorporés aux particules fines en suspension.

Pour l'être humain, ces particules peuvent alors pénétrer dans les poumons, et ce d'autant plus profondément qu'elles sont petites.

Dans la nature il y a un phénomène d'accumulation, notamment du fait que ces métaux ne sont pas dégradables (que ce soit biologiquement ou chimiquement).

Plomb

Sources principales

- Traitement des déchets métalliques.
- Batteries.
- Secteur du bâtiment.
- Combustion de l'essence au plomb (source qui a fortement diminué depuis l'introduction de l'essence sans plomb).

Effets

- Entrave la formation de l'hémoglobine et provoque des modifications de la composition du sang.
- Neurotoxique.
- Effets toxiques sur les systèmes cardio-vasculaires et nerveux.
- S'accumule dans les chaînes alimentaires.

Cadmium

Sources principales

- Traitement de surface des métaux.
- Stabilisateur des plastiques.
- Combustion de produits cadmiés (couleurs, produits artificiels).
- Pigmentations (interdit en Europe depuis 1991).
- Batteries, accumulateurs.
- Incinérations : métaux, ordures ménagères.

Effets

- Cancérogène.
- Perturbations des reins et du foie.
- Poison pour les végétaux.
- S'accumule dans les chaînes alimentaires.

Zinc

Sources principales

- Industrie (traitement des métaux par ex.).
- Combustion de carburants.
- Usines d'incinération.
- Usure des pneus, des chaussées.

Effets

Oligo-élément essentiel pour l'homme et les plantes, il devient très toxique à forte concentration.

Thallium

Source principale

Industrie du ciment.

Effets

- Élément très persistant dans les sols, il peut alors être absorbé par le biais de la chaîne alimentaire.
- Effets néfastes déjà à de très petites concentrations.

Méthane (CH₄)

Cf. FID.

Il est émis lors de la dégradation microbienne de substances organiques, notamment dans l'élevage de bovins et dans les décharges.

Il est inoffensif pour l'homme et l'animal dans les concentrations d'immissions normales.

Il participe à l'effet de serre ainsi qu'à la formation de l'ozone dans la troposphère.

Monoxyde d'azote (NO)

Cf. Oxydes d'azote (NO_x).

Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone est émis lors de combustion incomplète de carburants et de combustibles.

Sources principales :

- Véhicules à moteur (trafic routier).
- Chauffages domestiques et industriels.
- Feux de forêt.

Effets :

- Inhalé à doses importantes et répétées, c'est un poison pour l'homme et les animaux à sang chaud (il bloque l'apport d'oxygène dans le sang).
- Intervient dans la formation de l'ozone troposphérique.

La moyenne journalière est exprimée en milligramme par mètre cube (mg/m³) contrairement aux autres polluants dont l'unité de mesure est le microgramme par mètre cube (µg/m³).

Moyennes

Moyenne semi-horaire

Chaque demi-heure, la moyenne des valeurs enregistrées est calculée.

Moyenne horaire maximale

La moyenne horaire se calcule à partir de la moyenne des 2 valeurs semi-horaires. La moyenne horaire maximale est donc le chiffre maximum des moyennes obtenues durant la journée. Sur une heure il y a deux moyennes semi-horaires.

Moyenne journalière

La moyenne journalière se calcule à partir des moyennes semi-horaires d'une journée. Pour calculer la moyenne journalière, il faut au moins 36 moyennes semi-horaires.

Moyenne annuelle

Elle se calcule à partir des moyennes semi-horaires d'une année. Pour calculer la moyenne annuelle, il faut au moins 13'140 moyennes semi-horaires.

Moyenne annuelle glissante

Elle se calcule à partir des moyennes semi-horaires effectuées durant les 365 jours précédents. Elle est recalculée quotidiennement. Pour calculer la moyenne annuelle glissante, il faut au moins 13'140 moyennes semi-horaires.

Percentile 95

95% des moyennes semi-horaires d'une année doivent être inférieures à la valeur fixée x.

Ce qui veut dire que sur 100 moyennes, 95 d'entre elles doivent être inférieures à la valeur fixée x. Seules 5 valeurs peuvent être supérieures.

Percentile 98

98% des moyennes semi-horaires d'un mois doivent être inférieures à la valeur fixée x.

Donc, sur 100 moyennes, 98 d'entre elles doivent être inférieures à la valeur fixée x. Seules 2 valeurs peuvent être supérieures.

O

OPair

Acronyme pour « Ordonnance (fédérale) sur la protection de l'air ».

Elle a pour but « de protéger l'homme, les animaux et les plantes, leurs biotopes et biocénoses, ainsi que le sol, des pollutions atmosphériques nuisibles ou incommodantes ».

La 1^{ère} version date du 16 décembre 1985, et découle de la LPE – Loi sur la protection de l'environnement du 12 octobre 1983.

Cette ordonnance a été renforcée plusieurs fois depuis, la dernière datant du 12 octobre 1999.

Oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote sont émis lors de la combustion, que ce soit de la transformation de l'azote contenu dans le combustible, ou le carburant, ou de l'oxydation de l'azote amené par l'air.

Etant donné que le NO s'oxyde rapidement en NO₂, la totalité des émissions est exprimée en dioxyde d'azote.

Le terme "Oxydes d'azote" (NO_x), recouvre le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) :



En combinaison avec les composés organiques volatils, et sous l'action de l'énergie solaire, les NO_x interviennent dans la formation de l'ozone troposphérique.

Sources principales :

- Véhicules à moteur (trafic routier et autres machines).
- Installations de combustion.

Effets :

- Maladies respiratoires.
- Dommages divers aux plantes et aux écosystèmes fragiles lorsqu'ils sont combinés à d'autres polluants.
- Fertilisation excessive des écosystèmes.
- Importants précurseurs de pluies acides et de poussières fines.

Oxydes de carbone

Les oxydes de carbone sont émis lors de la combustion des combustibles ou des carburants, qui contiennent du carbone.

Lorsque la combustion est incomplète, celle-ci génère une quantité importante de monoxyde de carbone. C'est le cas, par exemple, d'un moteur de véhicule mal réglé.

Ozone (O₃)

L'ozone est un constituant naturel de l'atmosphère qui se forme soit :

- dans la stratosphère, par un processus photochimique, et qui parvient à la troposphère par des processus d'échange.
 - par une transformation photochimique due à la présence naturelle de NO_x, COV et CO.
- D'après des mesures effectuées au début du siècle dernier, époque à laquelle on peut supposer que les émissions anthropiques étaient faibles, on estime que la concentration naturelle en ozone était de 10 à 15 ppb au niveau du sol.

A cela s'ajoute l'ozone résultant de l'activité humaine. Pour illustrer ceci, voici un exemple tiré d'un rapport de l'OFEP du 3 février 1995.

« Une charge estivale en ozone de 200 µg/m³, mesurée dans une agglomération du nord des Alpes, se compose aujourd'hui comme suit :

- 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) : Ozone naturel.
- 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) : Concentration de fond (dictée par les émissions de toute l'Europe).
- 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) : Réservoir d'ozone (dicté par les polluants émis dans un rayon de 500 à 1000 km).
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) : Ozone produit localement (dicté par les émissions produites dans un rayon de 50 km). »

Contrairement aux autres polluants, l'ozone n'est pas émis directement par une source particulière. L'ozone proche du sol est un polluant secondaire qui se forme par réaction chimique dans la troposphère à partir d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils sous l'action de la lumière du soleil.

Sources principales :

- Trafic
- Industrie et artisanat

Effets :

L'effet néfaste de l'ozone vient de sa très grande réactivité.

- Irritation des muqueuses, des voies respiratoires.
- Irritations oculaires.
- Provoque des sensations d'oppression.
- Diminue la fonction pulmonaire.
- Endommage les plantes.

Les effets sont augmentés lors d'exercices physiques et sont variables selon les individus.

P

Percentile 95, Percentile 98

Cf. *Moyenne*.

Plomb

Cf. *Métaux lourds*.

Poussières - PM 10 - PM 2.5

Les poussières parviennent dans l'atmosphère par le biais des procédés industriels ou de combustion, mais aussi de processus naturels et de l'agriculture.

Les poussières, dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 μm (resp. 2.5 μm), sont appelées PM10 (resp. PM2.5). Ce sont ces poussières fines qui ont un impact sur la santé humaine car elles peuvent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires.

Sources principales

- Trafic routier : émissions, abrasions diverses.
- Industrie : chauffages, chantiers, incinérations.
- Agriculture
- Particuliers : chauffages, jardinage.

Effets

- Affection des voies respiratoires (irritation, infection).
- Crises d'étouffement, toux.

- Charge du sol en métaux.
- Pollution des bâtiments et des installations.

Polluants primaires et secondaires

Polluant primaire

C'est un composé chimique qui est émis à la source.

Polluant secondaire

Sous l'action de nombreux paramètres, les polluants primaires subissent des transformations chimiques et donnent naissance à des polluants secondaires.

Parmi ces paramètres, on trouve la lumière, l'humidité, les catalyseurs (poussières, métaux) ou la recombinaison.

Pt – 100

Capteur utilisé pour la mesure de la température.

Son principe de fonctionnement repose sur la variation de la résistance d'un fil de platine en fonction de la température. La mesure de cette résistance étant réalisée à l'aide d'un pont de Wheatstone.

Son utilisation s'étend de 13,81 K (point triple de l'hydrogène) à 903,89 K (point de solidification de l'antimoine).

Pression

La pression est une force par unité de surface. La pression atmosphérique (poids de l'atmosphère par unité de surface) est l'une des quantités utilisées par les météorologistes (comme la température) pour caractériser le temps qu'il fait. Pour comparer entre elles les pressions atmosphériques mesurées à des endroits d'altitudes différentes, on calcule une pression fictive qui serait celle qu'on mesurerait au niveau de la mer à cet endroit : c'est la pression au niveau de la mer.

La pression est exprimée en hecto-Pascal (hPa), le Pascal étant très petit (1 Bar=100000 Pascal). Elle varie dans le temps et dans l'espace beaucoup plus rapidement selon la verticale que dans le plan horizontal, où sa répartition se décrit en terme d'anticyclones, de dépressions, de dorsales, de thalwegs...

Pyranomètre

Il permet de mesurer l'éclairement énergétique global, ainsi que l'éclairement énergétique diffus par adjonction d'un dispositif d'occultation du disque solaire.

L'élément sensible (thermopile) du pyranomètre est une série de thermocouples exposés au rayonnement solaire, dont les soudures froides sont maintenues à la température de l'air par conduction et qui délivre une différence de potentiel proportionnelle au flux incident.

R

Rayonnement solaire

Rayonnement diffus: éclairage énergétique solaire dirigé vers le sol reçu par une surface horizontale, provenant de tout l'hémisphère à l'exception de l'angle solide limité au disque solaire.

Rayonnement global (direct et diffus): éclairage énergétique solaire reçu par une surface horizontale à partir d'un angle solide de 2π sr.

Répartition des stations du ROPAG sur le canton

Milieu urbain :

Zone comprenant les stations situées au centre de la ville (Sainte-Clotilde, Ile, Wilson).

Milieu suburbain :

Zone comprenant les stations situées dans l'agglomération, en périphérie du centre (Meyrin, Le Foron).

Milieu rural :

Zone comprenant les stations situées dans ou proches d'une zone agricole (Anières, Passeiry).

Milieu forestier :

Station située en forêt, dans les bois de Jussy.

S

Smog

Ce terme (anglo-saxon) est issu de la contraction de "smoke" et de "fog" (fumée et brouillard).

En hiver, ce phénomène se rencontre lors d'inversion de température : dans des conditions anticycloniques, l'air proche du sol se refroidit plus vite que l'air des couches supérieures et les vents sont faibles. De ce fait, les polluants ne peuvent plus se diluer dans l'atmosphère. C'est ce qu'on appelle le smog hivernal.

En été, sous l'action de l'énergie du soleil, des réactions photochimiques donnent naissance, à partir de précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils) à de l'ozone ainsi qu'à des composés chimiques dispersés sous forme de fumée. C'est ce qu'on appelle le smog estival, ou smog photochimique.

T

Température

La température de l'air en un lieu donné est la quantité qui caractérise la sensation de chaleur ou de froid que l'on y éprouve et dont la mesure objective est fournie par le thermomètre. On mesure la température en degrés Celsius. Dans la troposphère,

c'est-à-dire du sol jusqu'à environ 10km d'altitude, la température décroît quand l'altitude augmente.

Thallium

Cf. *Métaux lourds*.

U

Unités de mesure

Le microgramme (μg) est 1000 fois plus petit que le milligramme (mg).

Le microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) est une des unités utilisées pour la mesure de concentrations.

Le milligramme par mètre cube (mg/m^3) est 1000 fois plus grand que le microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). C'est l'unité communément utilisée pour les concentrations de CO.

Les résultats peuvent aussi être exprimés en :

- parts par milliard : ppb ("b" pour billion en anglais).
- parts par million : ppm.

Une relation existe entre les $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et les ppb. Celle-ci dépend de la température et de la pression auxquelles on fait la mesure.

V

Valeurs limites

Elles répondent aux critères de la Loi sur la Protection de l'Environnement (LPE), selon lesquels l'homme, les animaux, les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes doivent être protégés contre les atteintes nocives ou incommodantes, et la fertilité du sol préservée.

Valeurs limites à court terme :

Elles sont fixées de façon à bannir les épisodes de pollution aiguës.

Les périodes d'évaluation sont le jour (limite journalière), l'heure (limite horaire), ou la demi-heure (limite semi-horaire) selon les polluants.

Elles ne peuvent être dépassées plus d'une fois par année.

Valeurs limites à long terme :

Elles ont pour but d'éviter le développement de maladies dues à l'effet d'un taux de pollution relativement faible mais sur une longue durée d'exposition.

La période d'évaluation est l'année (valeur limite annuelle).

Elles ne doivent pas être dépassées.

Vent

C'est un déplacement de l'air.

En météorologie, on caractérise le vent par sa vitesse et la direction d'où il souffle.

Z**Zinc**

Cf. *Métaux lourds*.