



*République et canton de Genève
Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement
Service scientifique de l'environnement*

QUALITÉ DE L'AIR 2001

Juillet 2002

Sommaire

1. Bilan	3
2. Réseau d'Observation de la Pollution Atmosphérique à Genève (ROPAG)	5
2.1. Introduction	6
2.2. Programme et méthodes de mesure	7
2.3. Valeurs limites d'immission selon l'OPair	8
2.4. Mesures des immissions	9
2.5. Evolution de la pollution atmosphérique	29
3. Capteurs passifs	35
3.1. Campagne NO ₂	35
3.2. Campagne NH ₃	38
4. Mesure du dioxyde de carbone en milieu forestier	41
4.1. Introduction	41
4.2. Le cycle du carbone	41
4.3. Méthode et appareil de mesure	42
4.4. Résultats	42
4.5. Conclusion	44
5. Retombées atmosphériques	45
5.1. Introduction	45
5.2. Résultats	45
6. Information sur la qualité de l'air	51
7. Glossaire	53

1. Bilan

Dioxyde d'azote

En milieu urbain (Ste-Clotilde, Ile et Wilson), la valeur limite d'immission, pour la **moyenne annuelle**, est encore dépassée. En milieu suburbain (Meyrin et Foron), les moyennes annuelles restent en dessous de la valeur limite, avec une légère baisse pour Meyrin et une légère remontée pour Foron. En milieu rural (Anières, Jussy et Passeiry), les moyennes annuelles tout en étant inférieures à la valeur limite, restent stables.

La valeur limite d'immission des **percentiles 95**, qui indiquent que 95% des moyennes semi-horaires d'une année sont en dessous de la valeur fixée par l'OPair, est respectée.

La **valeur limite journalière** n'a été dépassée qu'une fois, et ce pour la station de l'Ile située en milieu urbain.

Par ailleurs, 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 2001. Les taux de dioxyde d'azote n'ont jamais atteint $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne journalière) trois jours consécutivement.

Ozone

Pour toutes les stations le nombre de dépassements de la **valeur limite horaire** est toujours trop élevé. Il n'y a pas eu de nette amélioration par rapport à l'année 2000.

A l'instar des années précédentes, on constate que la charge en ozone augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du milieu urbain. Les immissions d'ozone sont toujours excessives, cela signifie que la charge des émissions de polluants primaires (oxydes d'azote et composés organiques volatils) est trop élevée. Ce phénomène touche l'ensemble du bassin lémanique.

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. La relation entre la formation de smog photochimique et les émissions des précurseurs n'est pas linéaire. Afin de pouvoir pronostiquer les concentrations d'ozone au sol, il faut recourir à des modèles qui tiennent compte de la météorologie et de la photochimie atmosphérique.

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

Particules fines (PM10)

Par rapport à l'année 2000, la **moyenne annuelle** mesurée à chaque station a légèrement diminué sauf pour la station de Passeiry qui a connu une augmentation. Aucune moyenne ne dépasse la valeur limite d'immission fixée par l'OPair.

En milieu rural la **valeur limite journalière** a été dépassée plusieurs fois.

Dans tous les cas, les **moyennes annuelles de plomb et de cadmium** dans les PM10 sont inférieures aux valeurs limites de l'OPair. Ces valeurs sont en baisse par rapport à l'année 2000, sauf pour la station de Cartigny.

La valeur limite pour les PM10 est entrée en vigueur dans l'OPair le 1^{er} mars 1998. En 2001, ces poussières ont été mesurées sur le site de Ste-Clotilde (milieu urbain), celui du Foron (milieu suburbain) depuis la fin juillet, ainsi qu'à Anières, Passeiry et Cartigny (milieu rural).

Monoxyde de carbone

La **moyenne journalière** n'a jamais dépassé la valeur limite d'immission fixée par l'OPair.

Les immissions de monoxyde de carbone restent faibles, stationnaires et en légère baisse par rapport aux valeurs de 2000.

Retombées de poussières

Les différentes **moyennes annuelles** (total des retombées de poussières, Pb – Cd – Zn dans les retombées de poussières) sont respectées sur tous les sites de mesure.

Avec toujours des valeurs plus fortes dans les milieux urbains et suburbains, toutes les valeurs sont en baisse par rapport à l'année 2000.

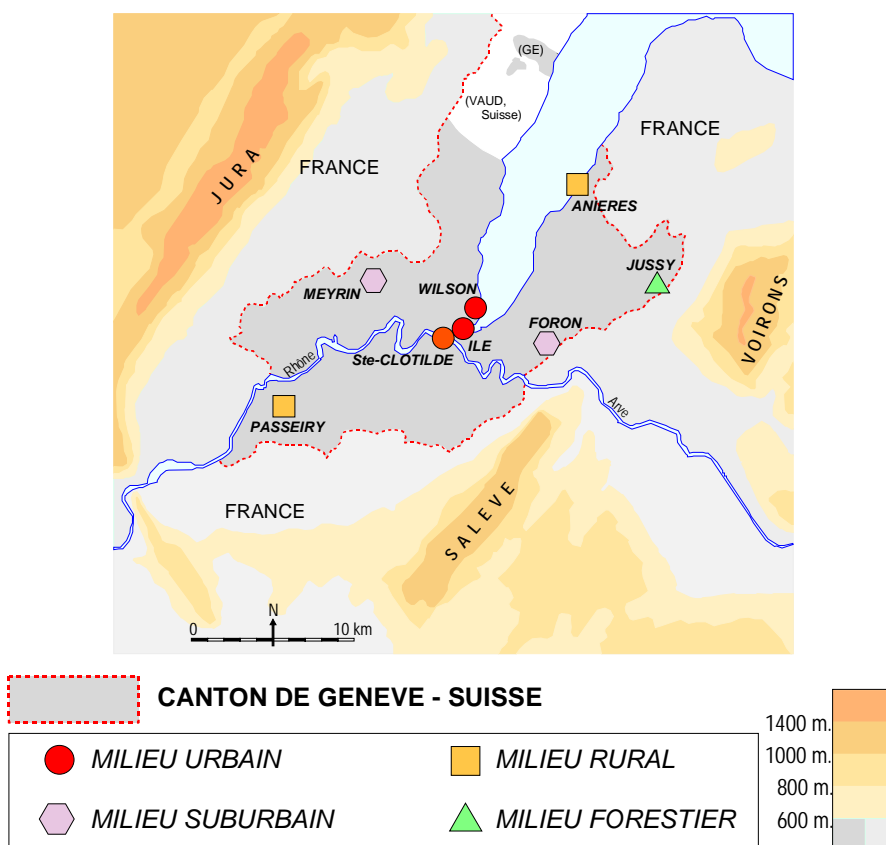
Dioxyde de soufre

Les **valeurs limites d'immissions** sont respectées sur tout le territoire cantonal depuis plusieurs années. C'est pourquoi nous avons renoncé à cette mesure dans les zones où la charge est la plus faible.

En 2001, les immissions de SO₂ ont encore légèrement diminué par rapport à celles de 2000.

Comme plus de 90% du dioxyde de soufre d'origine anthropique est formé lors de la consommation de combustibles d'origine fossile (charbon, mazout), on peut penser que cette situation est liée à l'amélioration de la qualité du mazout dont la teneur en soufre est de plus en plus faible, à la suppression de l'utilisation des huiles lourdes, ainsi qu'au contrôle systématique du rendement des installations de chauffage.

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



Emplacement des 8 stations de mesure fixes du ROPAG.

Le groupe ROPAG

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

Construction, maintenance : H. Broillet, G. Baillif

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

2.1. Introduction

Actif dans la mesure des immissions à Genève depuis plus de vingt ans, le réseau ROPAG a pour objectif d'analyser la qualité de l'air dans le canton de Genève et d'en suivre l'évolution.

Les concentrations des polluants sont mesurées selon les « recommandations relatives à la mesure des immissions de polluants atmosphériques » du 15 janvier 1990 de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP).

Ceci permet une comparaison avec les valeurs limites d'immission qui sont fixées dans l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair).

En 2001, 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 circulation 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).

Milieus rural et forestier (Anières, Passeiry, Jussy)

Les stations d'*Anières* et *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. A cette station l'air est prélevé à 23 m du sol, soit à la hauteur de la cime des arbres.

Les résultats des mesures effectuées par les 9 stations du ROPAG durant l'année 2001 sont présentés sous forme de graphiques au chapitre 2.4.

Le chapitre suivant (2.5) offre une vision globale de l'évolution de la pollution atmosphérique à Genève.

2.2. Programme et méthodes de mesure

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

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*	-	TC	H	AN	-
Meyrin	-	CL*	CL*	AUV**	-	-	-	-	TC	H	AN	A
Foron	DOAS*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / AUV**	-	-	-	-	TC	H	AN	-
Anières (Mobile)	FUV*	CL*	CL*	AUV**	FID*	FID*	IR*	G	TC	H	AN	-
Passeiry	DOAS*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / AUV**	-	-	-	Aβ	TC	H	AN	-
Jussy	-	CL*	CL*	AUV**	-	-	-	-	TC	H	AN	-
Cartigny (Mobile) - Cheneviers	FUV*	CL*	CL*	AUV**	FID*	FID*	-	G	TC	H	AN	A

*étalonnage avec gaz de référence

**étalon OFMET (Office Fédéral de Métrologie)

(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

A	albedomètre
Aβ	absorption β
AUV	absorption UV
AN	anémomètre
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

2.3. Valeurs limites d'immission selon l'OPair¹

Substance		Valeur limite d'immission	Définition statistique
Anhydride sulfureux (SO ₂)		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 (PM ₁₀)	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 que"

¹ Annexe 7 de l'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air.

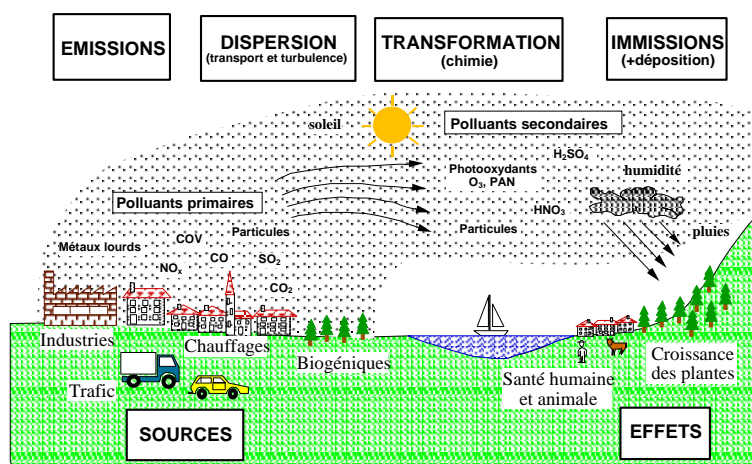
Mise à jour selon le ch. II de l'Ordonnance du 15 déc. 1997, en vigueur depuis le 1^{er} mars 1998 (RO 1998 223).

2.4. Mesures des immissions

Introduction

Dès lors que les polluants sont émis ils subissent plus ou moins vite, selon leur nature, des transformations.

Ainsi, 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 pourront avoir lieu comme la dispersion ou l'accumulation, l'absorption ou l'accumulation.



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

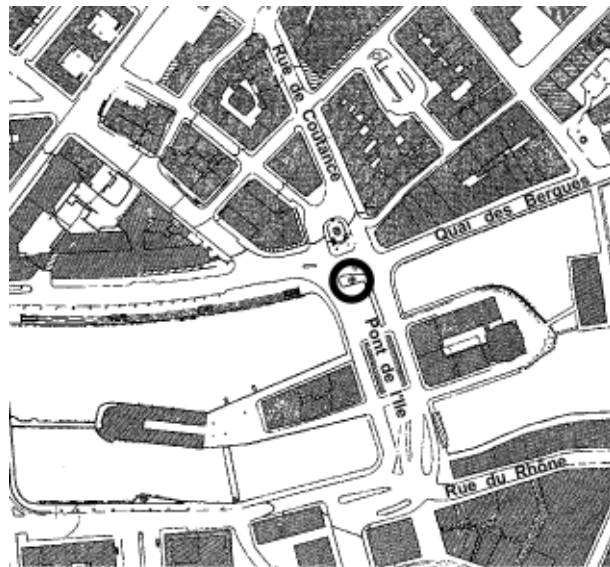
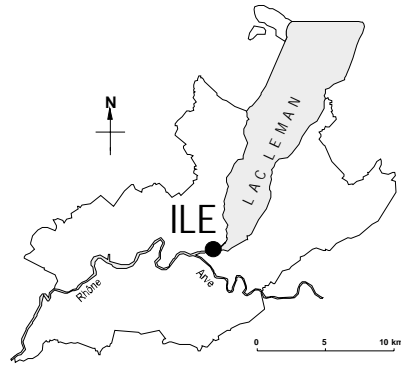
Les **émissions** concernent les polluants rejetés dans l'environnement par les installations, les véhicules ou les produits. Elles sont mesurées à la source de leur rejet alors que les polluants ne sont pas encore dilués dans l'atmosphère.

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.

Présentation des résultats par station

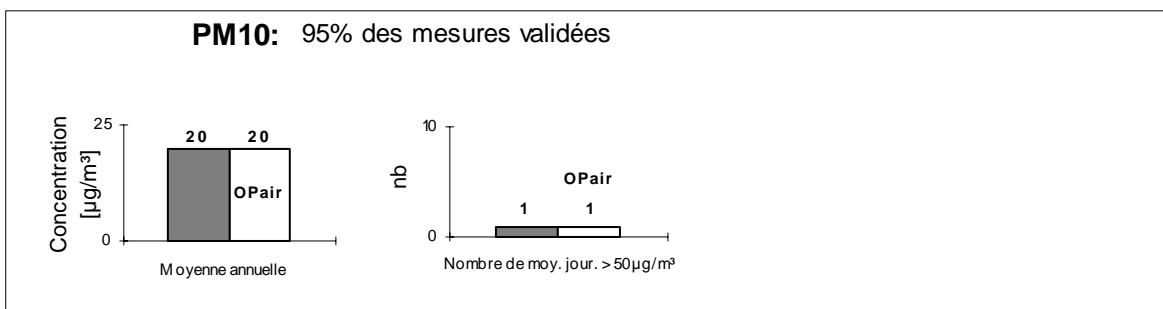
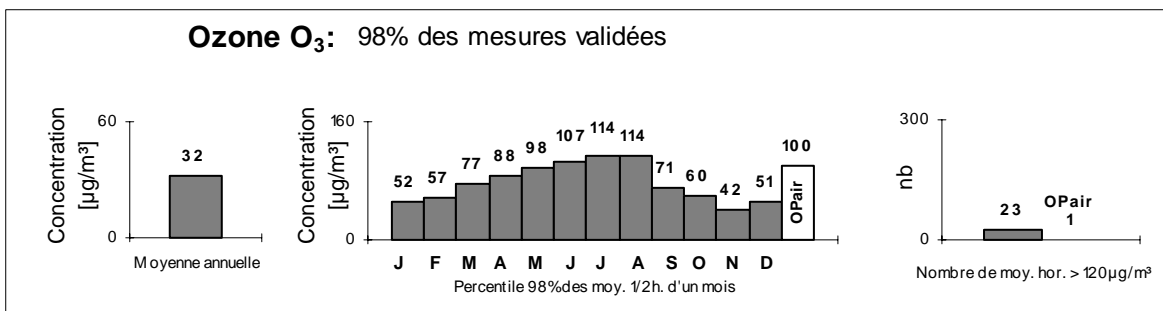
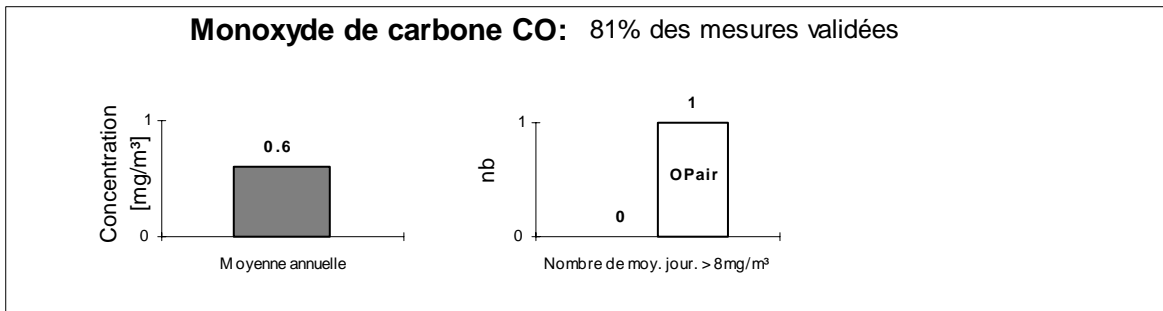
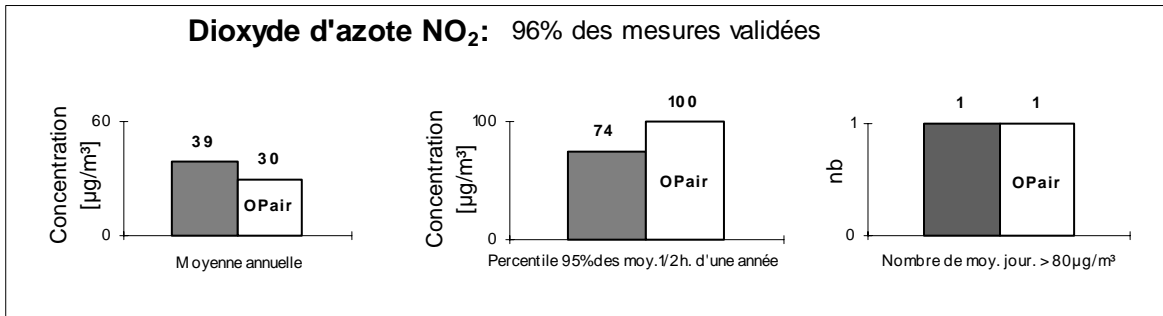
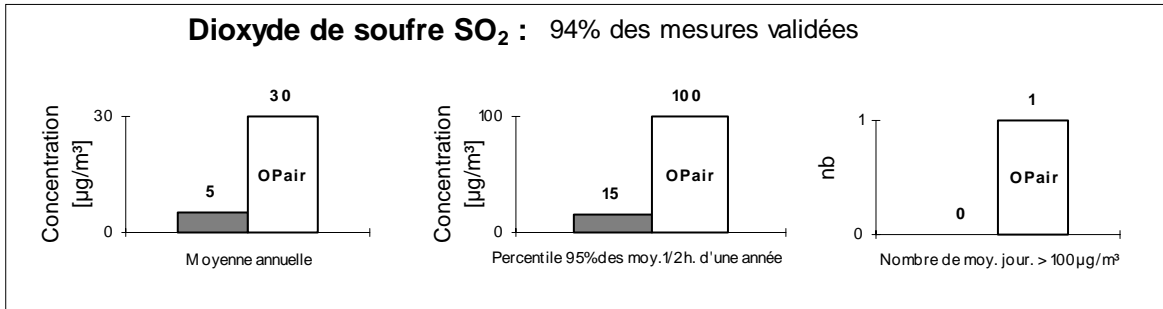
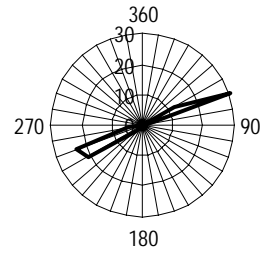
Les résultats de l'année 2001, pour 8 stations fixes et une station mobile, sont présentés ci-après.

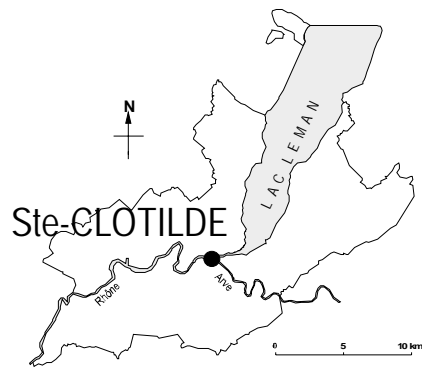


Coordonnées OTF : 499989 / 117953

Station de mesure en milieu urbain

ILE

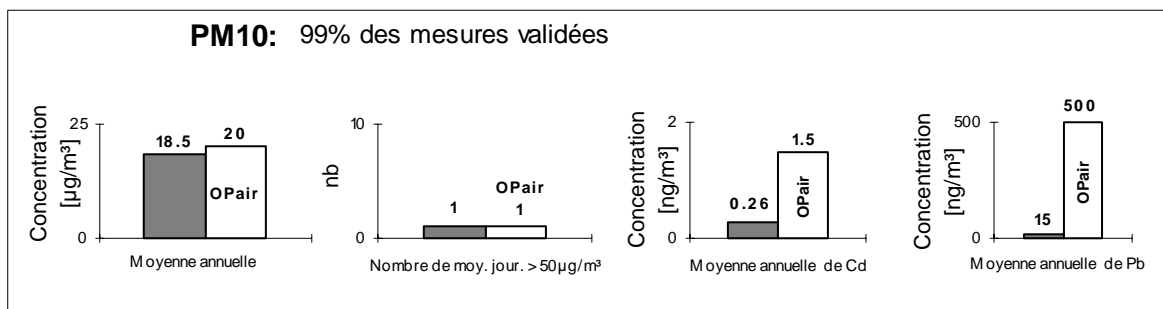
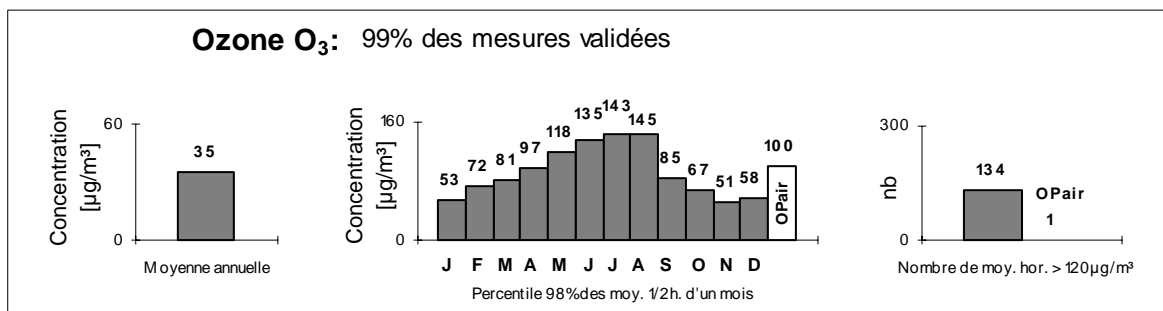
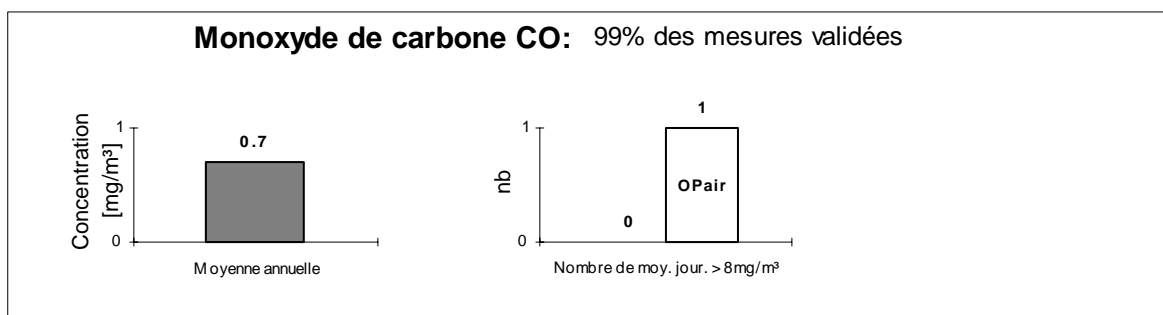
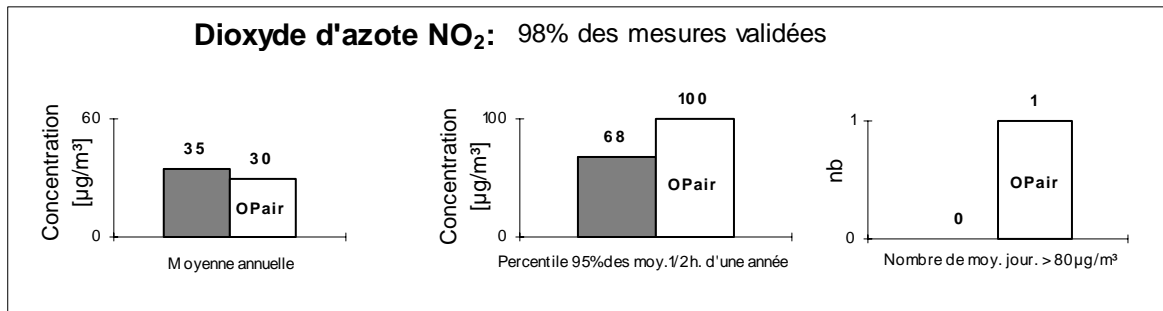


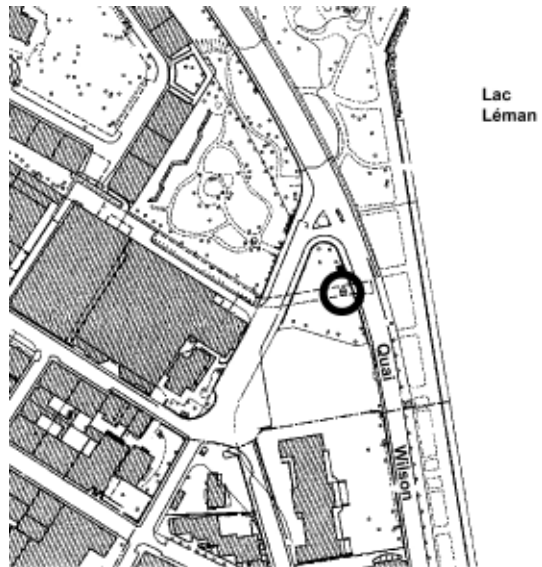
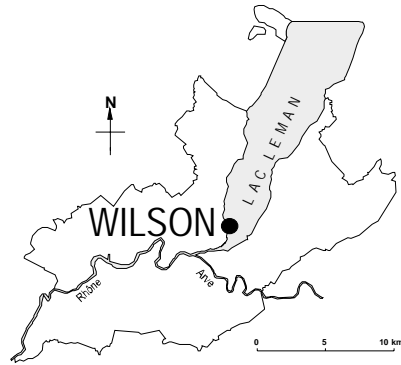


Coordonnées OTF : 499159 / 117222

Station de mesure en milieu urbain

STE - CLOTILDE



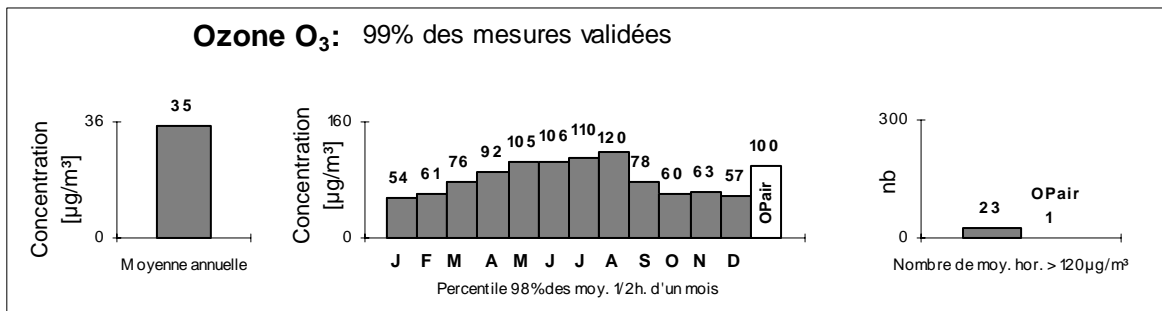
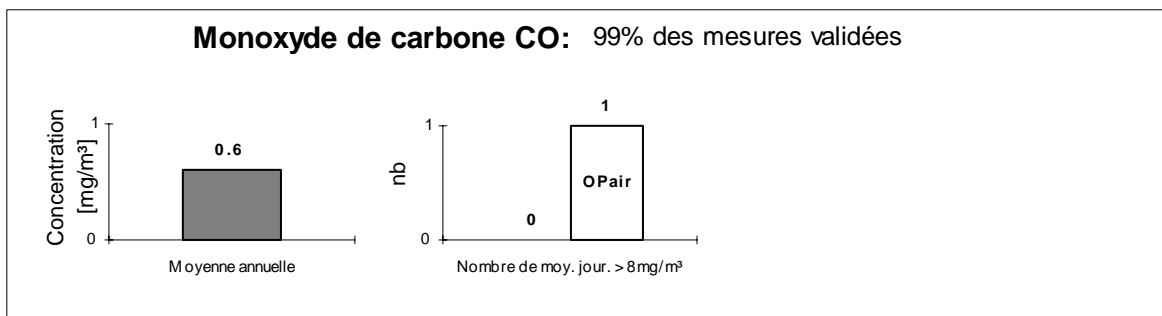
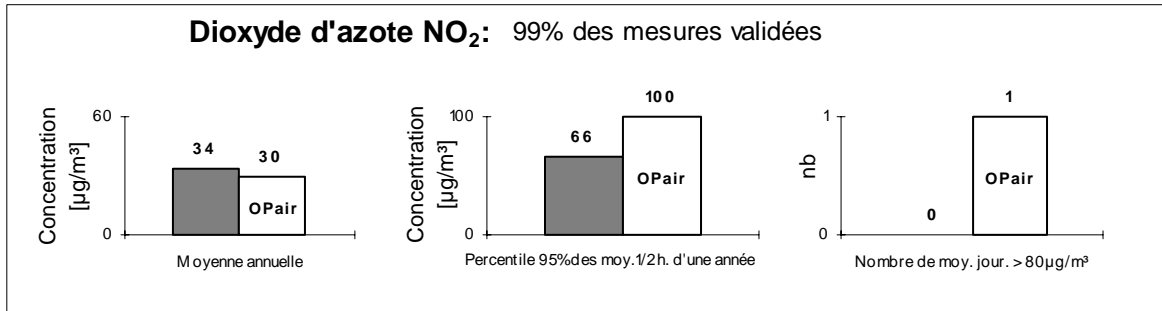
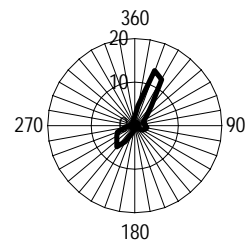


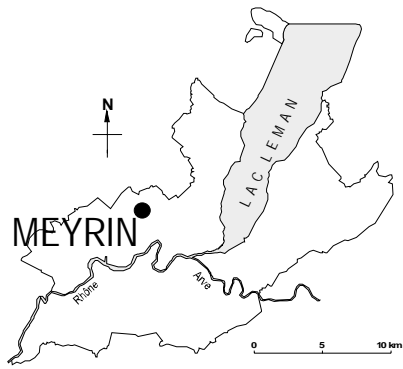
Coordonnées OTF : 500660 / 119110

Station de mesure en milieu urbain

WILSON

Rose des vents %

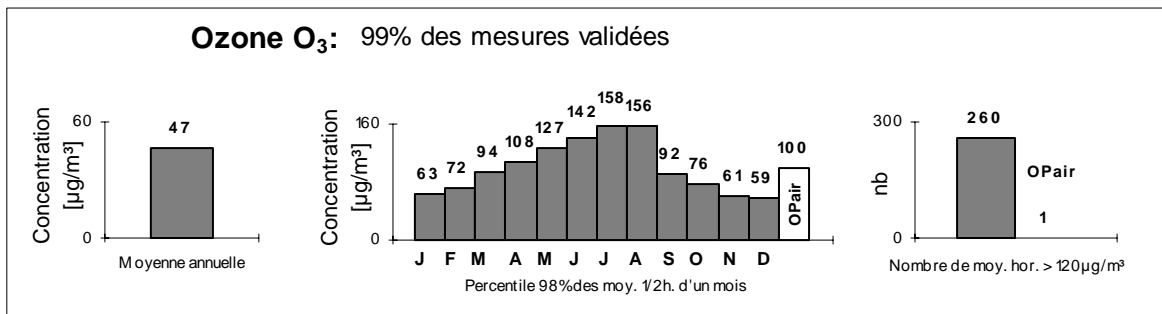
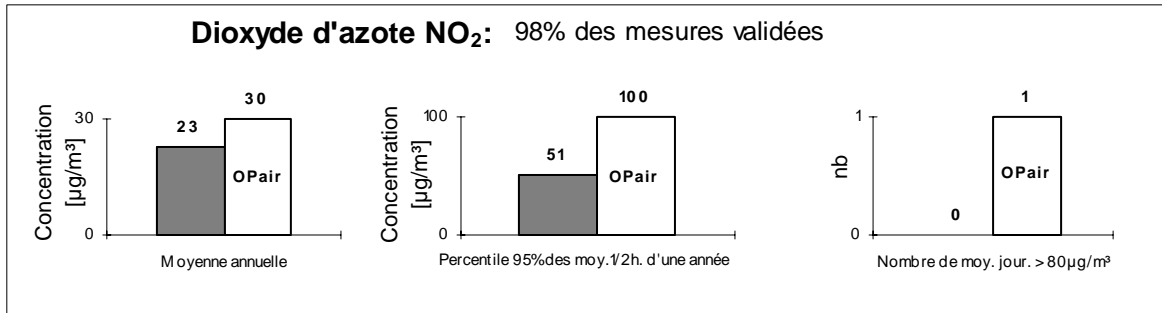
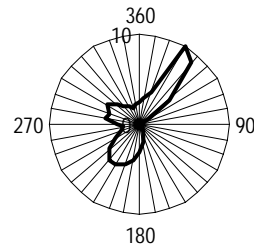


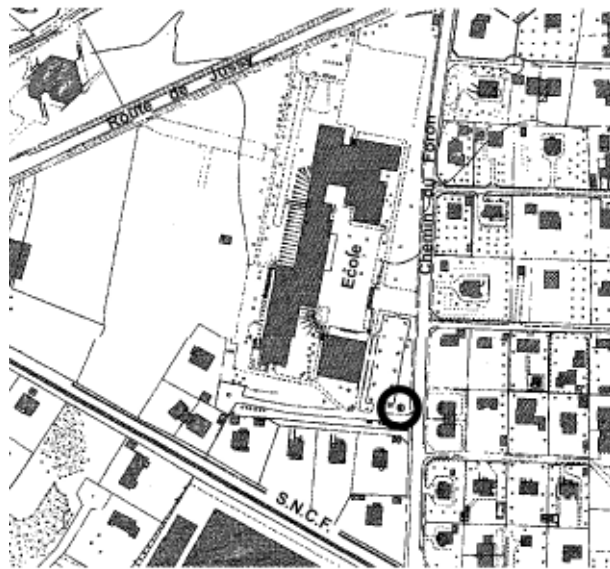
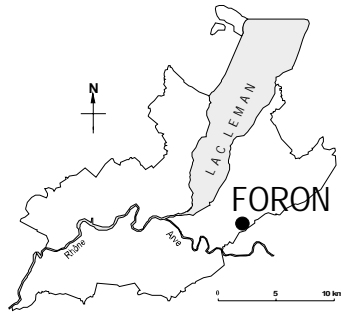


Coordonnées OTF : 494742 / 120876

Station de mesure en milieu suburbain

MEYRIN

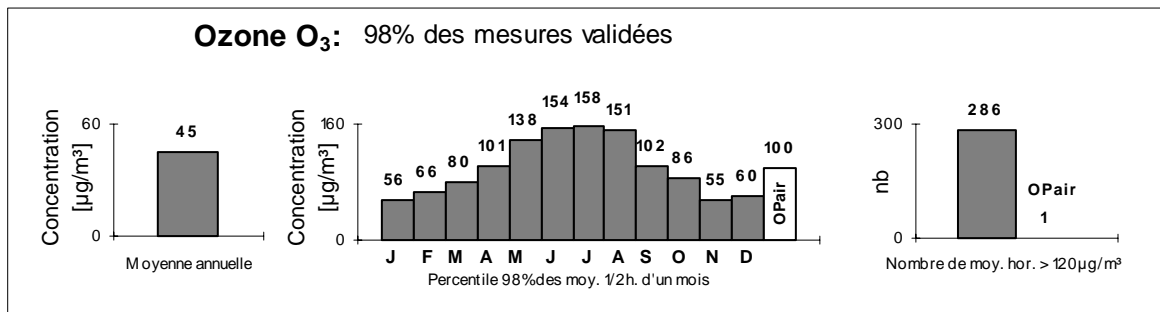
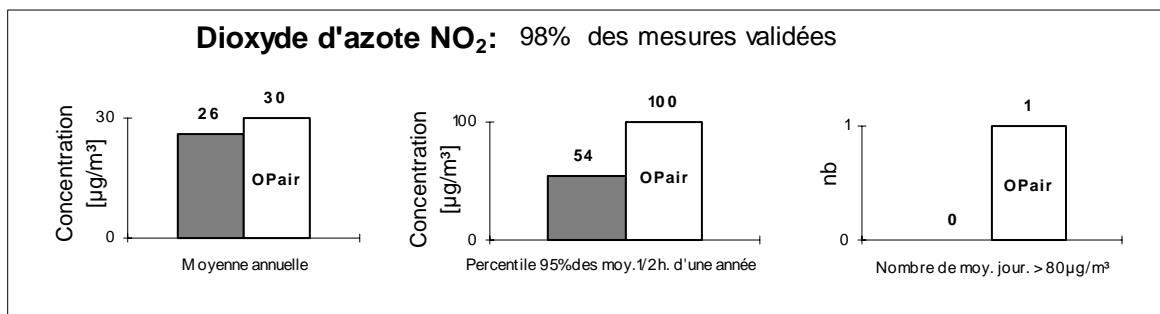
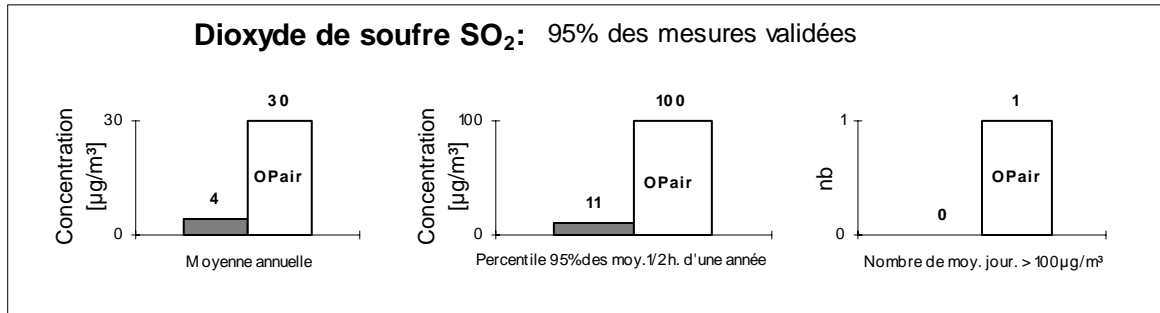
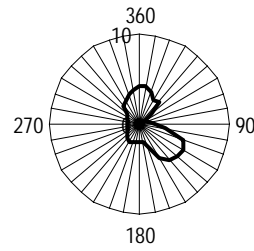


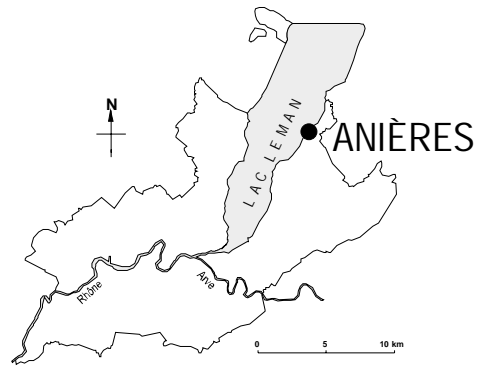


Coordonnées OTF : 505251 / 116754

Station de mesure en milieu suburbain

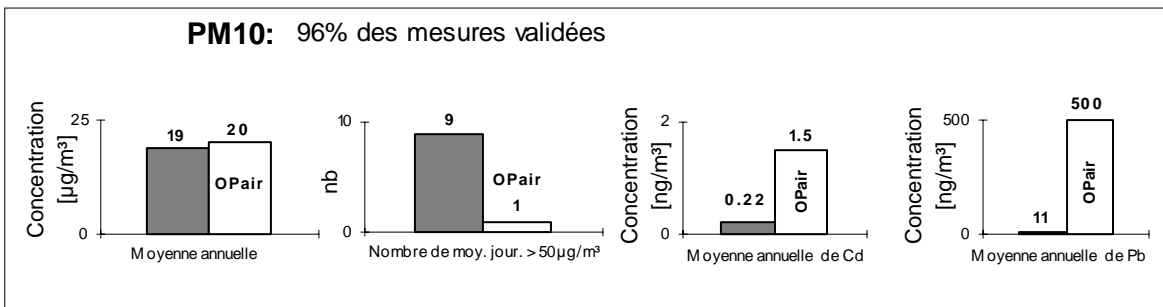
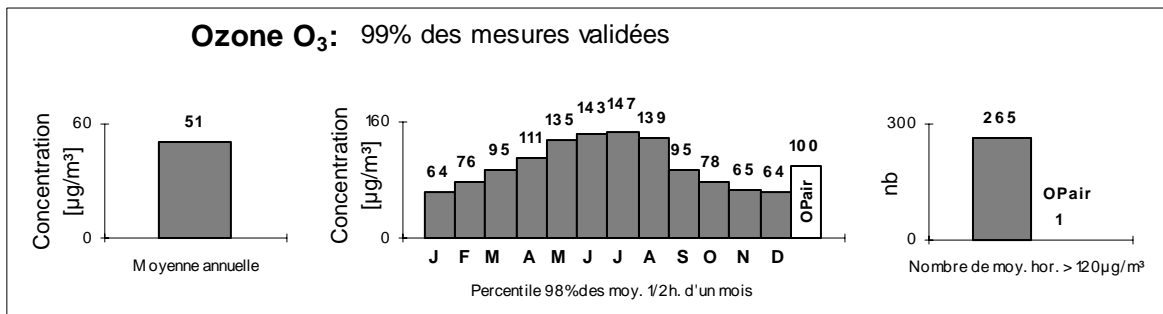
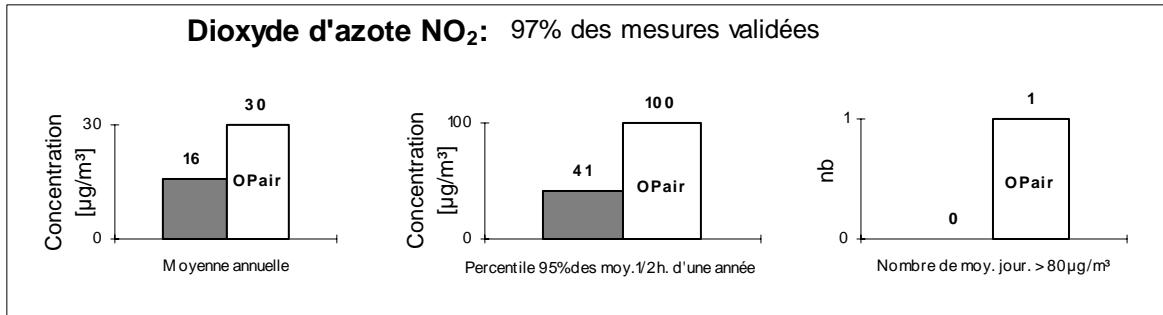
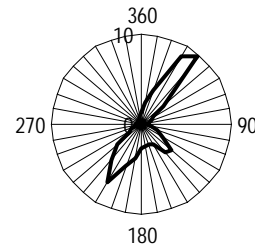
FORON

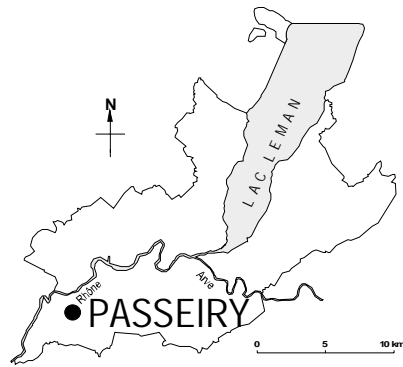




Station de mesure en milieu rural

ANIERES

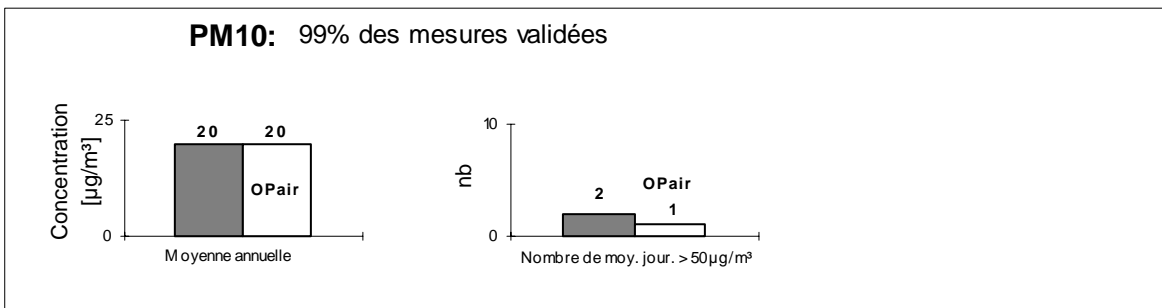
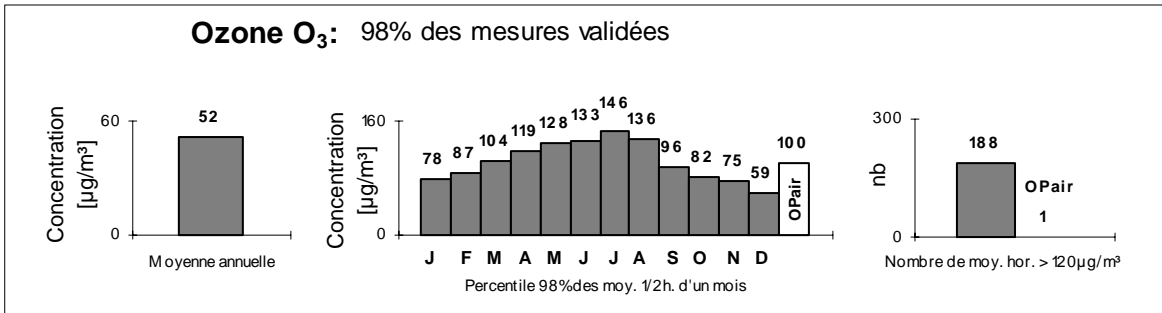
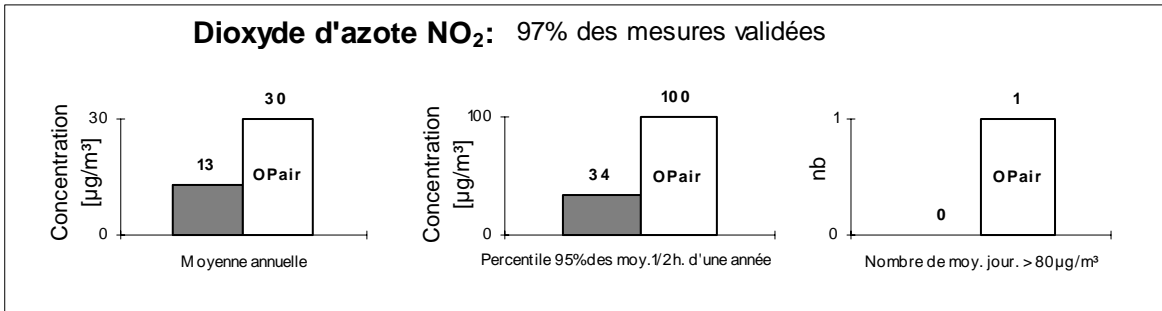
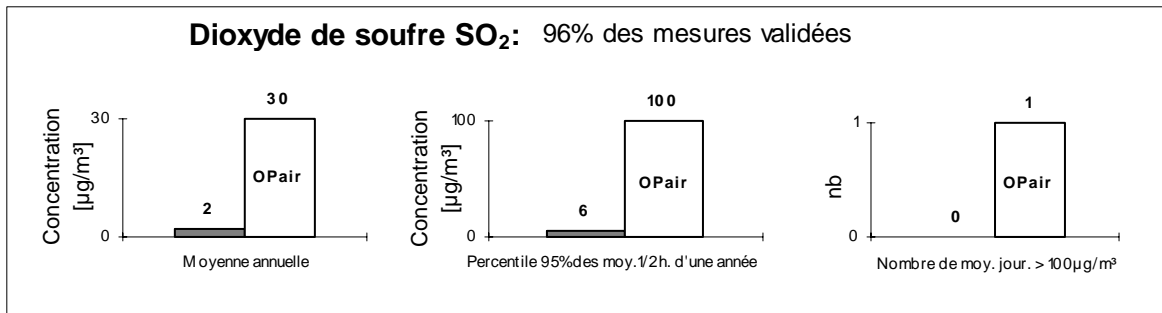
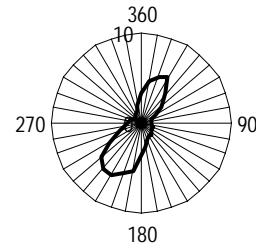


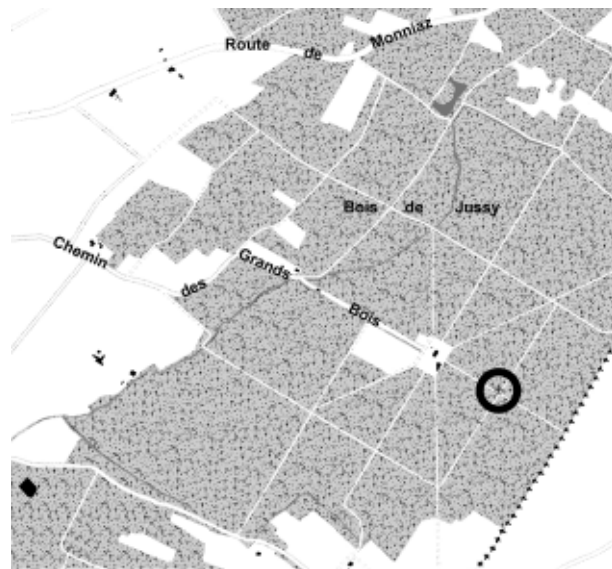
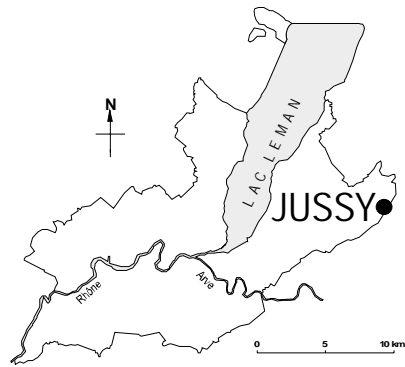


Coordonnées OTF : 489281 / 113355

Station de mesure en milieu rural

PASSEIRY

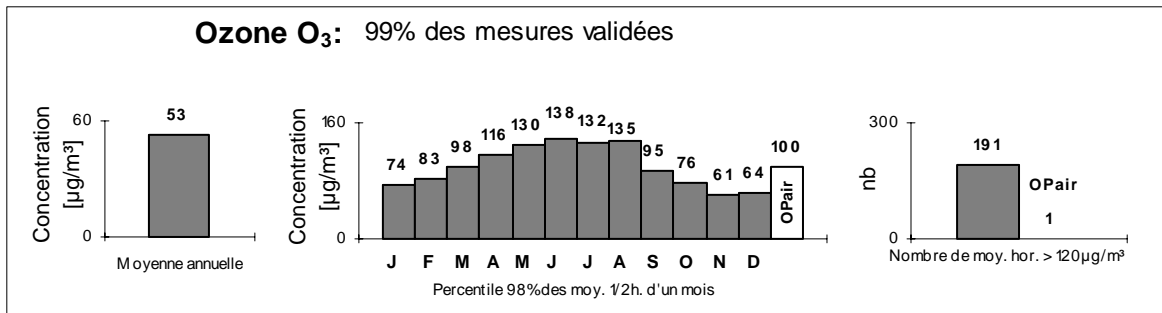
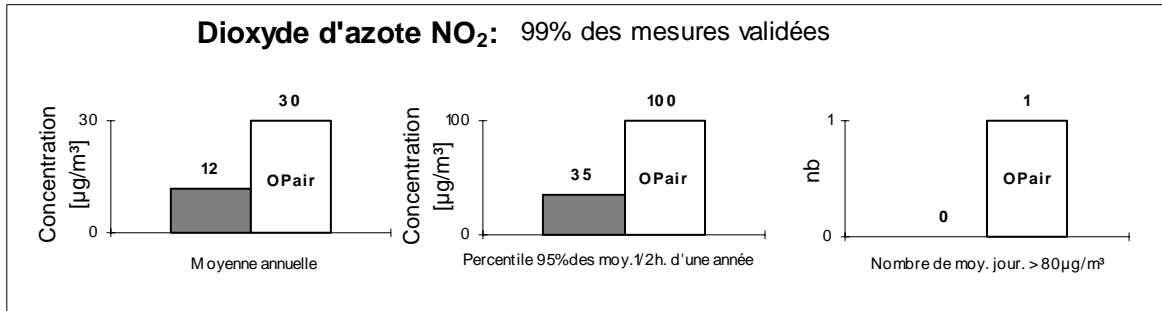
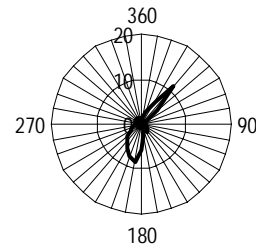


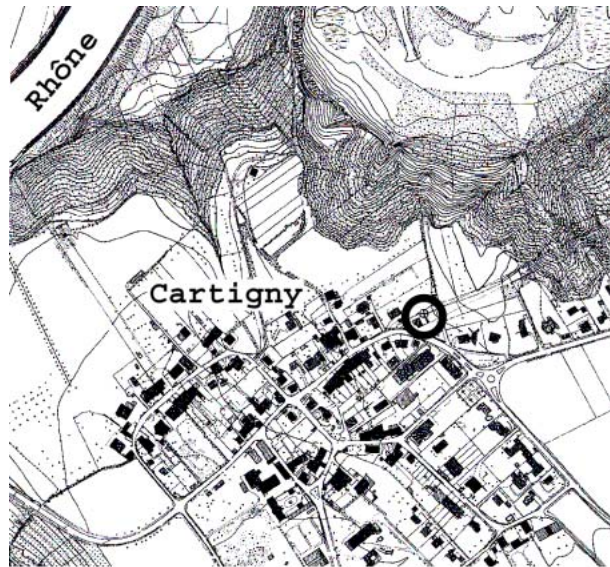
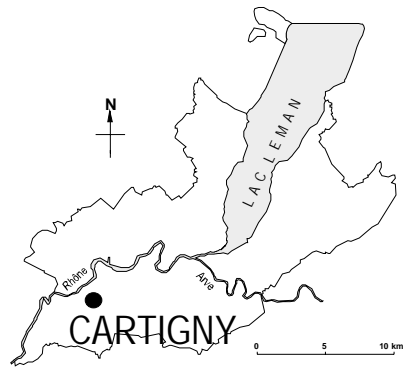


Coordonnées OTF : 511848 / 120546

Station de mesure en milieu rural

JUSSY

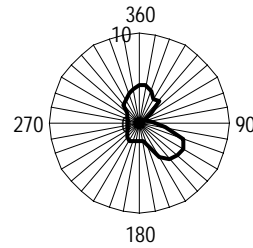




Coordonnées OTF : 490605 / 114753

Station mobile (milieu rural)

CARTIGNY



Les mesures présentées ci-dessous concernent la période du 27.08.2000 au 26.08.2001

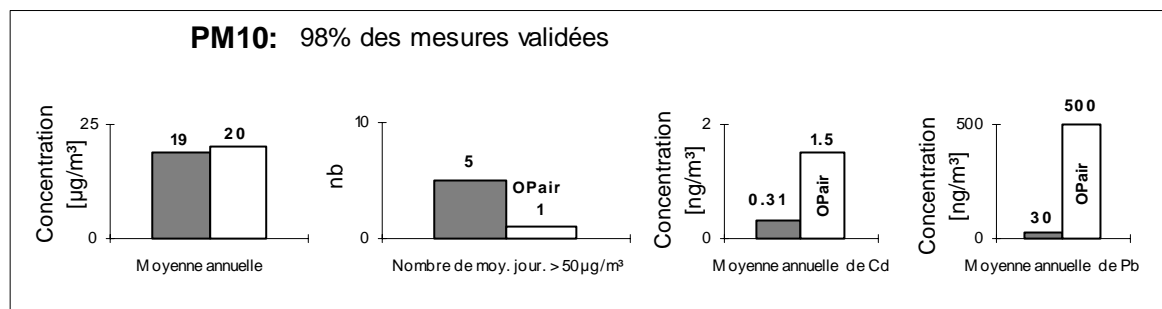
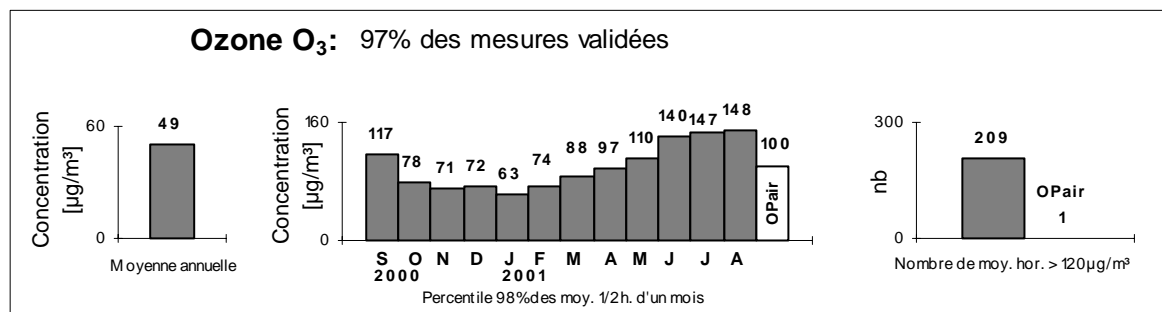
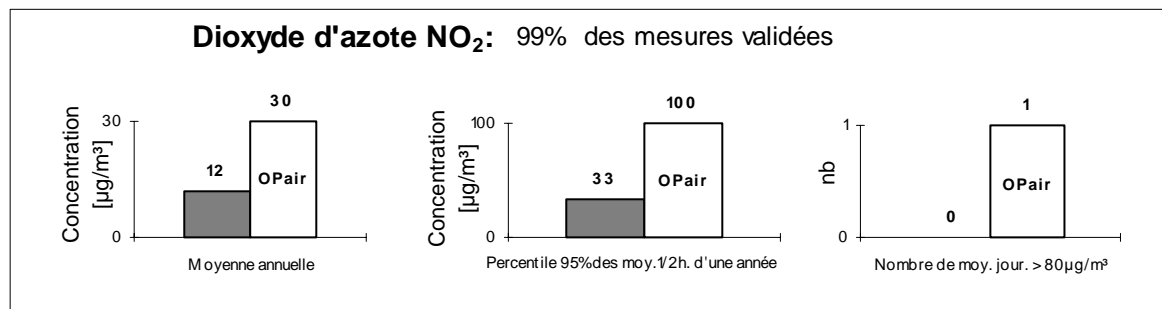
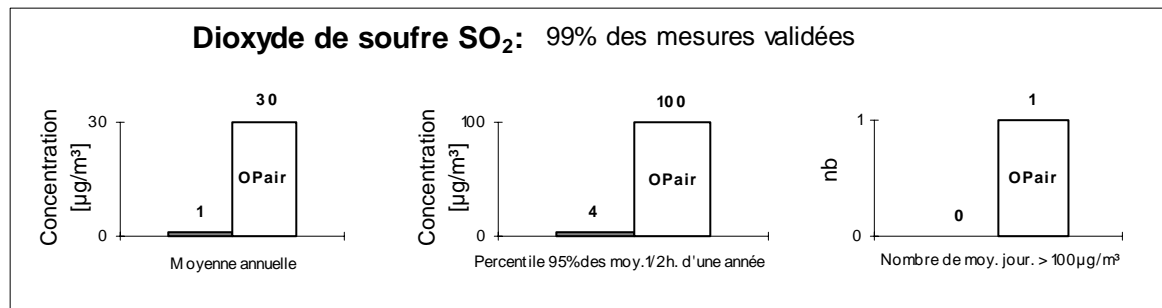


Tableau récapitulatif des données 2001

Les mesures concernent la période du 1^{er} janvier 2001 au 31 décembre 2001, **sauf** pour la station de Cartigny qui s'étendent du 27 août 2000 au 26 août 2001.

Substance	Donnée	Unité	Valeur Limite d'Immission O'Pair	Station de mesure									
				Ile	Ste-Clotilde	Wilson	Meyrin	Foron	Anières	Passeiry	Jussy	Cartigny	
												2000	2001
SO ₂	Mes. validées	%		94				95		96		99	
	Moy. ann.	µg/m ³	30	5				4		2		1	
	Perc. 95	µg/m ³	100	15				11		6		4	
	Nb*>100 µg/m ³	nb	1	0				0		0		0	
NO ₂	Mes. validées	%		96	98	99	98	98	97	97	99	99	
	Moy. ann.	µg/m ³	30	39	35	34	23	26	16	13	12	12	
	Perc. 95	µg/m ³	100	74	68	66	51	54	41	34	35	33	
	Nb*>80 µg/m ³	nb	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
CO	Mes. validées	%		81	99	99							
	Moy. ann.	mg/m ³		0.6	0.7	0.6							
	Nb*>8 mg/m ³	nb	1	0	0	0							
O ₃	Mes. validées	%		98	99	99	99	98	99	98	99	97	
	Moy. ann.	µg/m ³		32	35	35	47	45	51	52	53	49	
	Perc. 98	Janv.	µg/m ³	100	52	53	54	63	56	64	78	74	63
		Fév.	µg/m ³	100	57	72	61	72	66	76	87	83	74
		Mar.	µg/m ³	100	77	81	76	94	80	95	104	98	88
		Avr.	µg/m ³	100	88	97	92	108	101	111	119	116	97
		Mai.	µg/m ³	100	98	118	105	127	138	135	128	130	110
		Juin.	µg/m ³	100	107	135	106	142	154	143	133	138	140
		Juil.	µg/m ³	100	114	143	110	158	158	147	146	132	147
		Aout.	µg/m ³	100	114	145	120	156	151	139	136	135	148
		Sept.	µg/m ³	100	71	85	78	92	102	95	96	95	117
		Oct.	µg/m ³	100	60	67	60	76	86	78	82	76	78
		Nov.	µg/m ³	100	42	51	63	61	55	65	75	61	71
Déc.	µg/m ³	100	51	58	57	59	60	64	59	64	72		
Nb**>120 µg/m ³	nb	1	23	134	23	260	286	265	188	191	209		
PM10	Mes. validées	%		95	99				96	99		98	
	Total	Moy. ann.	µg/m ³	20	20	18.5				19	20		19
		Nb*>50 µg/m ³	nb	1	1	1				9	2		5
		Pb	Moy. ann.	ng/ m ³	500		15				11		
	Cd	Moy. ann.	ng/ m ³	1.5		0.26				0.22			0.31

Légendes et abréviations :

 : Dépassement de la valeur limite fixée par l'O'Pair.

Mes. validées : Pourcentage de mesures validées.

Moy. ann. : Moyenne annuelle.

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

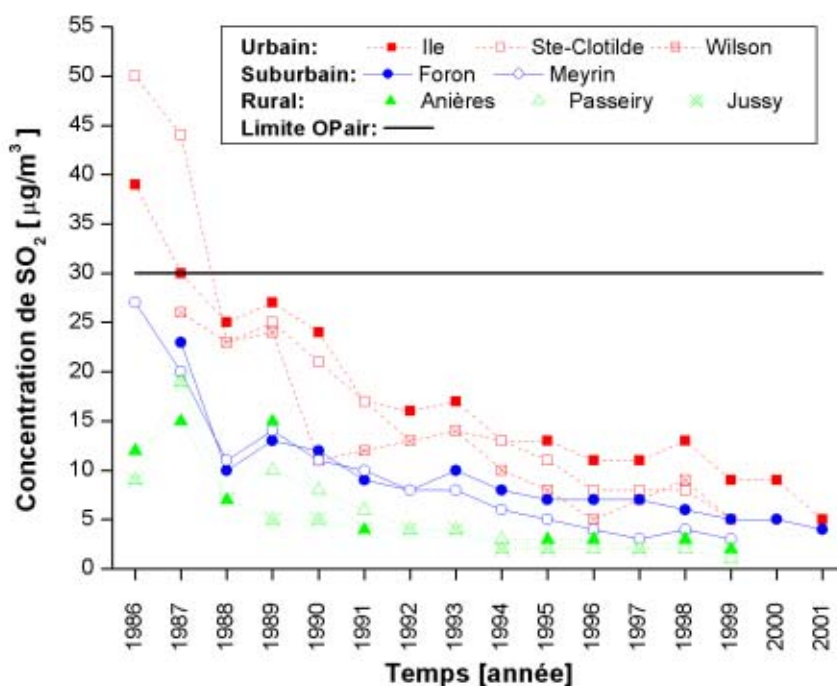
Perc. 98 : Percentile 98 des moyennes semi-horaires mensuelles.

Nb* : Nombre de moyennes journalières.

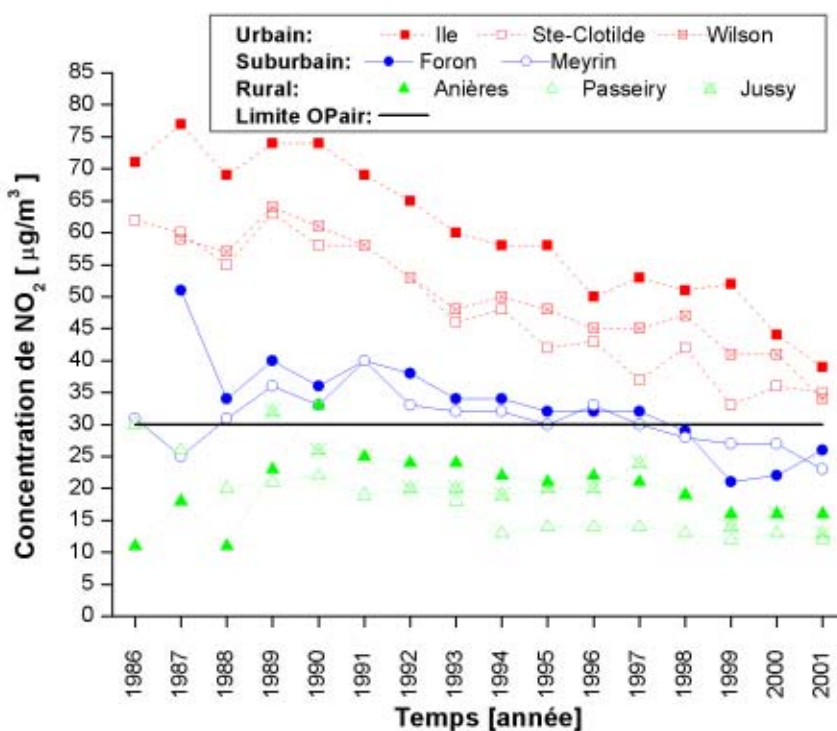
Nb** : Nombre de moyennes horaires.

2.5. Evolution de la pollution atmosphérique

Moyennes annuelles de SO₂, NO₂, TSP* et PM10

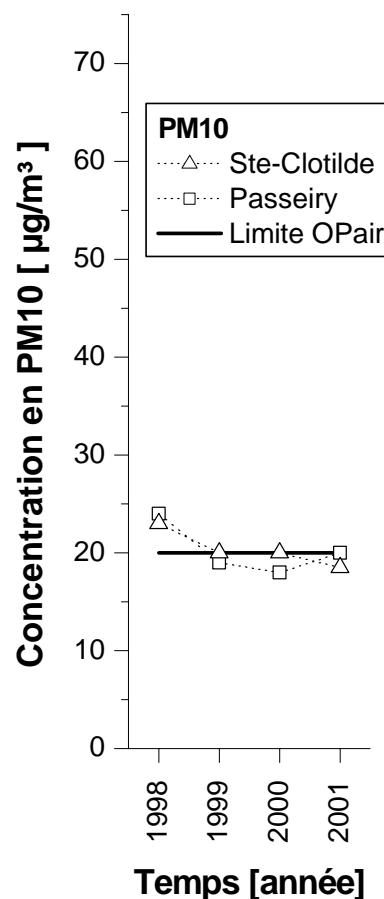
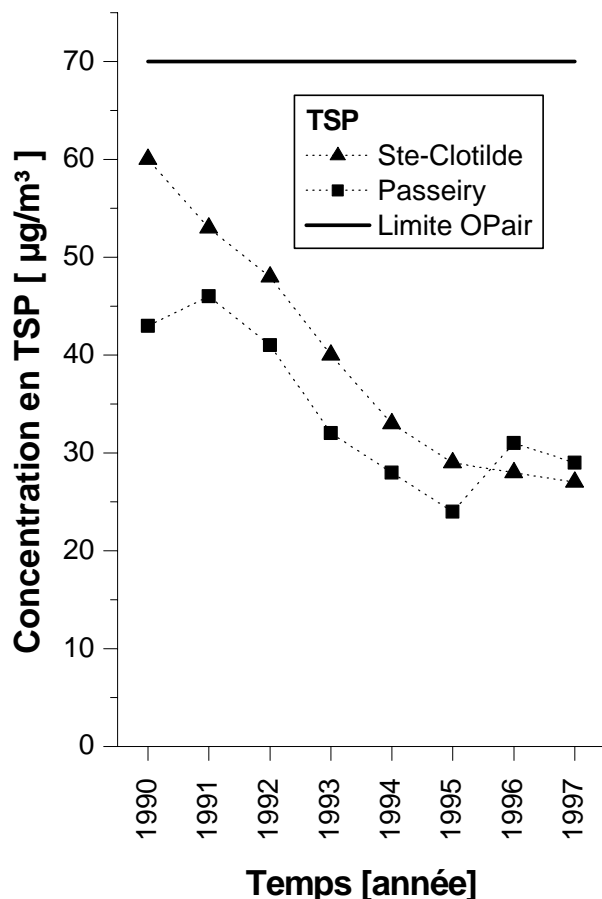


Evolution des moyennes annuelles de SO₂



Evolution des moyennes annuelles de NO₂

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



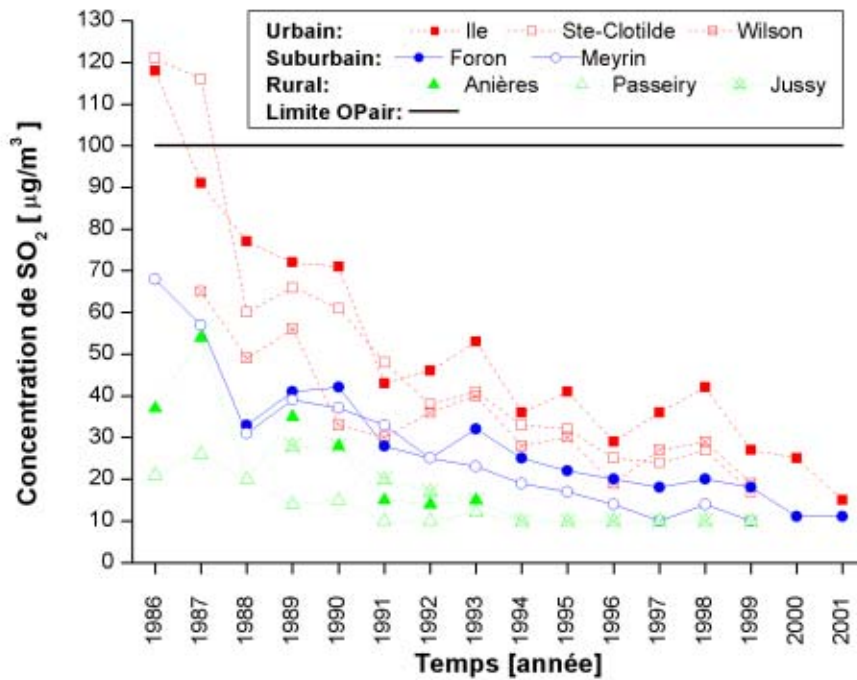
Evolution des moyennes annuelles des TSP et des PM10

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

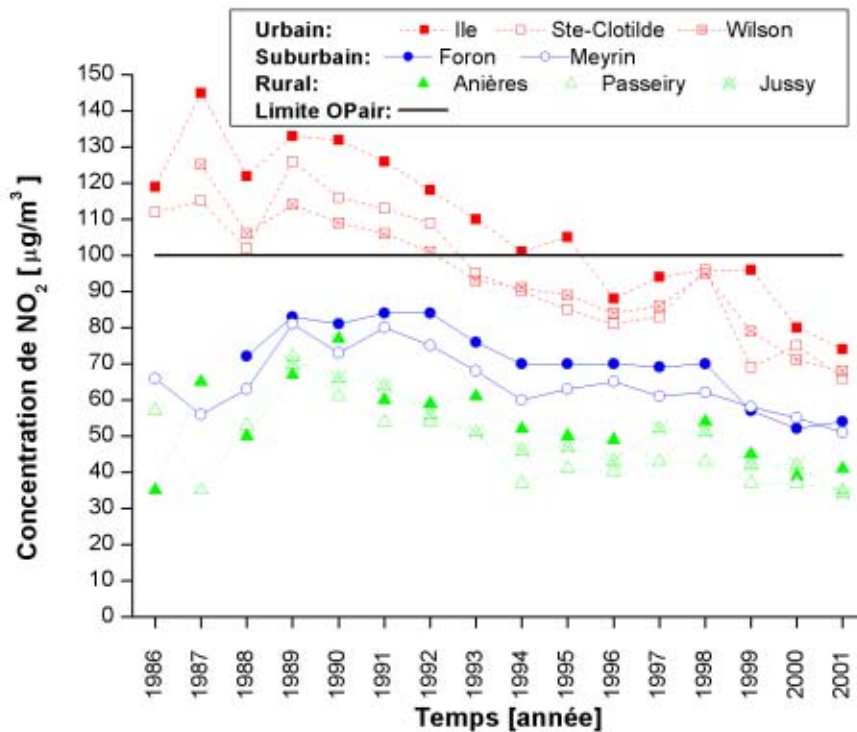
Avant 1998, les poussières en suspension totales (TSP) étaient mesurées. Dès 1998, on ne mesure que les poussières en suspension dans l'air dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10µm (PM10).

Cela explique pourquoi il y a une cassure en 1998 dans la figure ci-dessus, date à partir de laquelle les PM10 ont été mesurés. De plus, la limite OPair a été modifiée.

Percentiles 95 de SO₂ et NO₂

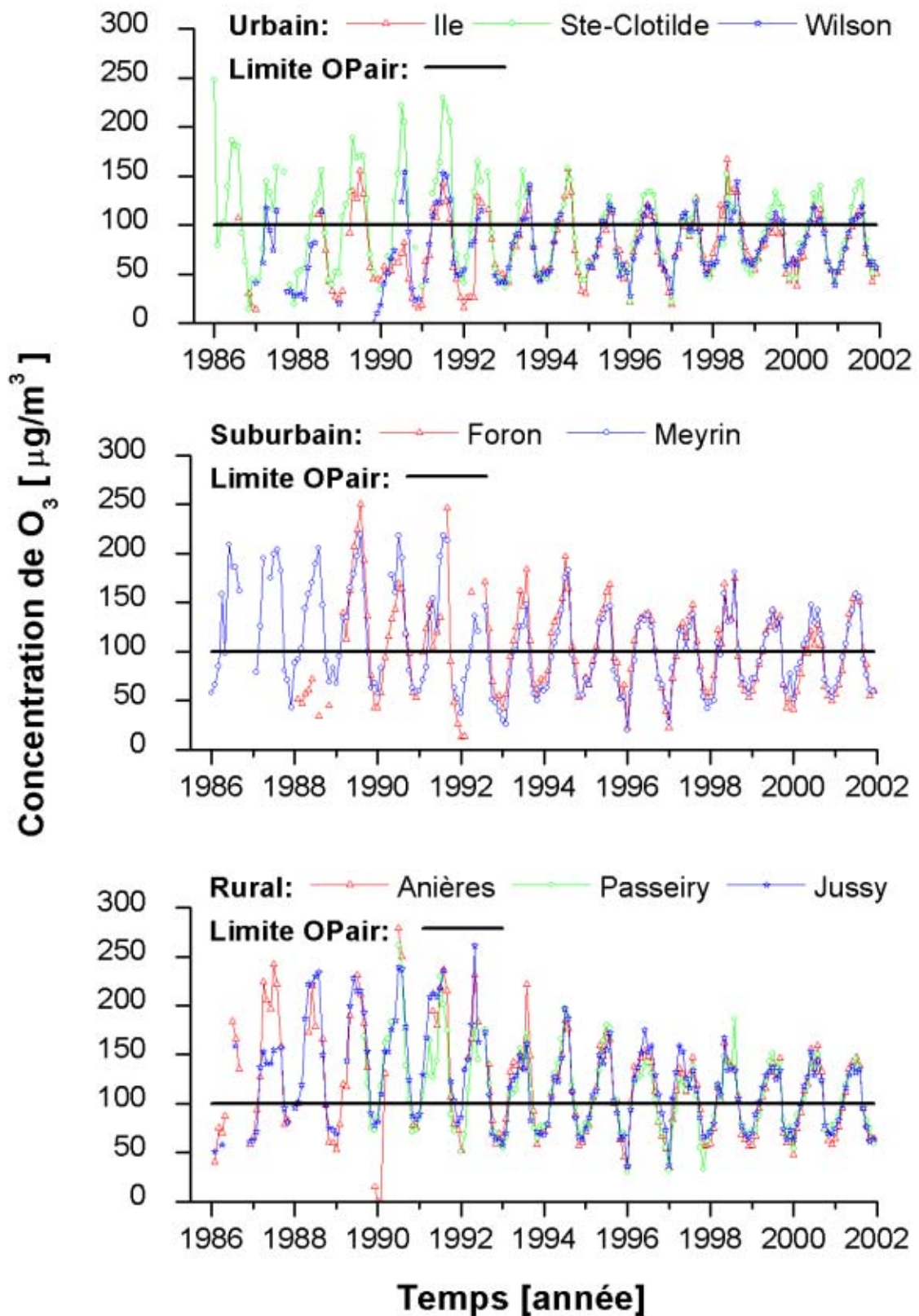


Evolution des percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de SO₂



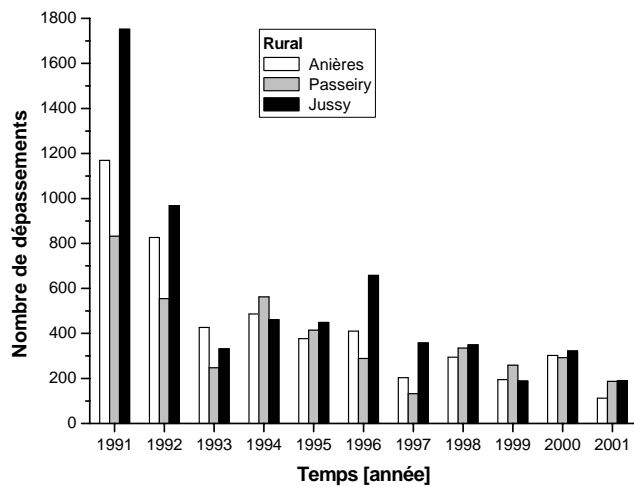
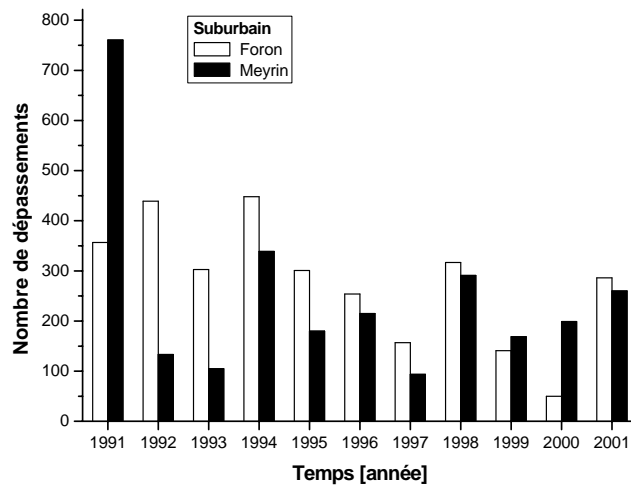
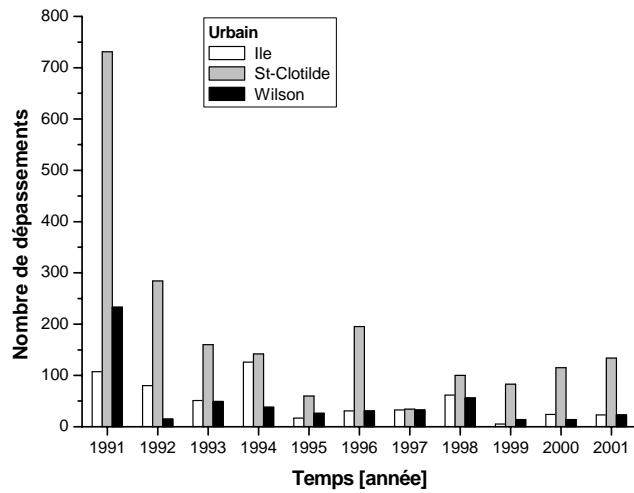
Evolution des percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de NO₂

Percentiles 98 de O₃

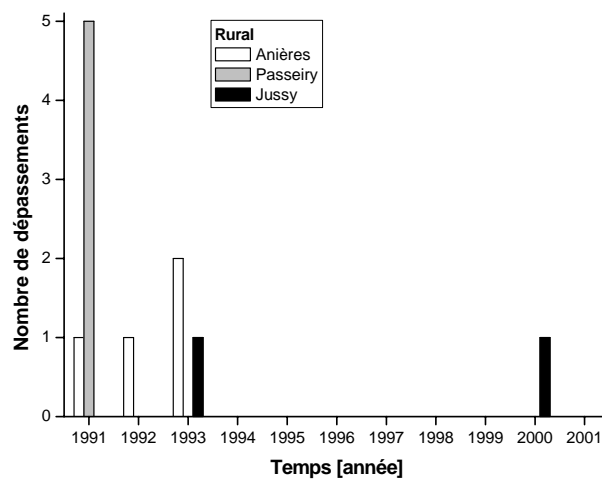
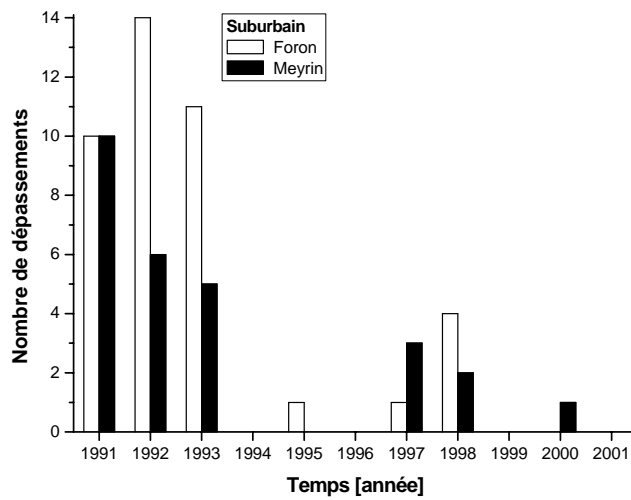
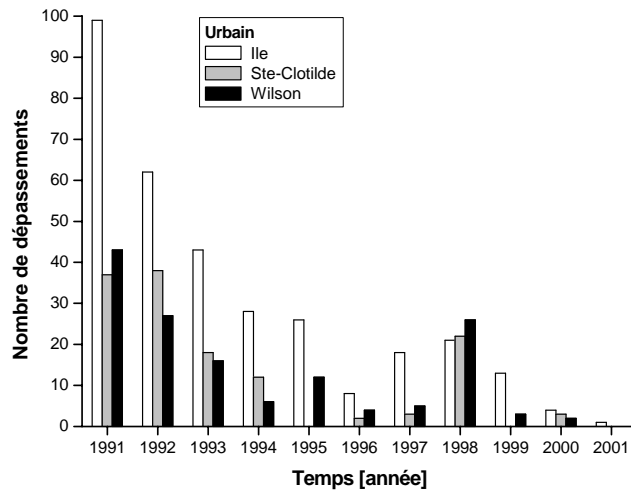


Evolution des percentiles 98 des moyennes semi-horaires mensuelles de O₃

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

3. Capteurs passifs

3.1. Campagne NO₂

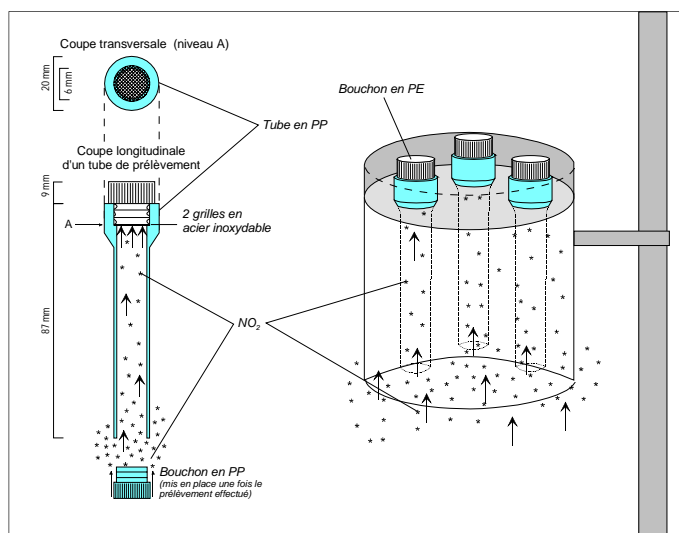
Introduction

Depuis 1994-1995, des mesures du dioxyde d'azote (NO₂) par capteurs passifs, sont faites dans l'agglomération genevoise afin d'établir une cartographie des immissions de NO₂ et d'en suivre l'évolution. Le rapport « Qualité de l'air 2000 » a présenté le résultat des mesures du NO₂ par cette méthode, pour la partie sud-ouest de l'agglomération. Cette campagne a été réalisée du 28 juin 2000 au 30 mai 2001.

Pendant la seconde partie de l'année, de fin juin 2001 à fin décembre 2001, des mesures sur la zone sud-est du canton ont été effectuées, et ce toujours avec une résolution de l'ordre du km². Les résultats de ces mesures sont exposés ci-après.

Méthodologie

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



Principe de montage des capteurs passifs de NO₂

Passé cette période d'exposition, les tubes sont collectés et refermés avant de subir en laboratoire les analyses permettant de retrouver la concentration en NO₂ durant la période considérée. Ces mesures nous ont permis de faire la moyenne de fin juin 2001 à fin décembre 2001.

Emplacements

La zone concernée couvre une partie mixte ville-campagne du canton, au sud-est de l'agglomération genevoise. 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.

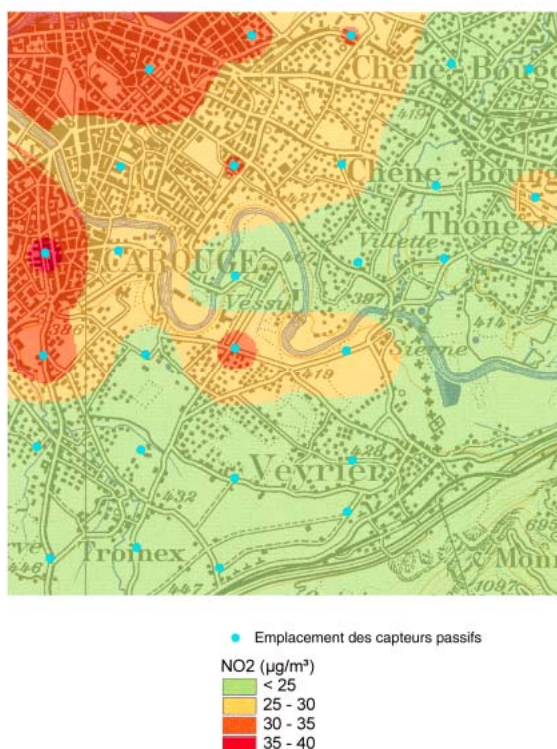
Le tableau ci-après donne les emplacements des capteurs passifs.

Emplacements	Coordonnées OTF		Concentration moyenne annuelle de NO ₂ [µg/m ³]
	Coord. X	Coord. Y	
Prom. de St-Antoine	500605	117334	33.8
Rue Ernest-Block	501610	117673	30.9
Ch. Frank-Thomas	502588	117683	30.7
Ch. de Grange-Falquet	503576	117409	24.7
Ch. des Meures	504342	117363	17.2
Rue Alcide Jentzer	500331	116381	28.7
Av. Eugène Pittard	501444	116399	30.7
Ch. des Bougeries	502506	116417	26.9
Rte de Malagnou	503434	116212	23
Av. Adrien Jeandin	504413	116106	26.6
Place de Sardaigne	499594	115525	36.7
Rue Daniel Gevril	500315	115551	27.9
Stade de Vessy	501462	115314	19.8
Ch. de Rogoux	502673	115458	20.8
Ch. de la Béraille	503516	115498	19.4
Rte.de Drize	499582	114530	34.3
Plateau de Pinchat	500585	114543	24
Rte de Veyrier	501465	114614	32.6
Rte du Stand-de-Veyrier	502559	114595	29.3
Ch. Massenet	499522	113620	16.9
Ch. Sous-le-Crêt	500545	113597	19.1
Ch. des Marais	501467	113325	21.4
Ch. des Rasses	502625	113508	21.8
Rte d'Annecy	499654	112532	21.5
Rte de Pierre-Grand	500506	112643	18.4
Ch. de la Contonnière	501320	112444	24
Ch. de Tatte-Simond	502578	113003	23.5

Emplacement des capteurs passifs et concentrations moyennes annuelles

Résultats

La figure ci-après nous montre la carte des immissions construite par interpolation, au moyen d'un modèle mathématique, à partir des 27 points de mesures. On peut y reconnaître les zones soumises à des immissions excessives.



Concentration moyenne du NO₂ sur la période allant du 27 juin 2001 au 9 janvier 2002

Prélèvements: E. Piguet, Ph. Butty

Analyses: E. Piguet

3.2. Campagne NH₃

Introduction

Le ROPAG, pour la région de Genève, a participé durant l'année 2001 à une campagne de mesure de l'ammoniac par capteurs passifs sur le territoire suisse, dans la continuation de celle de 1999 – 2000.

Cette campagne, reconduite en 2002, a pour but de suivre l'évolution des concentrations de NH₃ sur le territoire suisse.

Cette étude est menée par le FUB (8640 Rapperswil) - *Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (Institut de recherche pour l'observation de l'environnement)* sous mandat de l'OFEFP (*Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage*) et des cantons de Genève, Lucerne et Thurgovie.

Les résultats exposés à la figure p. 40 sont tirés du rapport de juin 2002 « Ammoniak – Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 und 2001 » (Mesure des immissions d'ammoniac en Suisse en 2000 et 2001) fait par le FUB.

Objectif de la campagne

Les immissions d'ammoniac (NH₃) constituent un problème pour l'environnement. Elles contribuent aux apports totaux de composés azotés dans les biotopes naturels que sont les forêts, les marais et les eaux superficielles. Or, des quantités assez importantes d'ammoniac sont déposées sur des sites qui se trouvent à l'écart des sources d'émissions, même si les concentrations dans l'air y sont relativement faibles. L'ammoniac se caractérise en effet par une grande vitesse de déposition. Selon Beat Rihm¹, cette vitesse est de 12 mm/s sur les champs et 30 mm/s sur les forêts. Il en résulte des dépôts azotés allant jusqu'à 14 kg/ha/an sur les champs et 34 kg/ha/an sur les forêts.

Sur la base des mesures d'immissions effectuées, d'autres questions se posent :

- comment varient les concentrations d'une année à l'autre.
- comment peut-on expliquer les concentrations élevées d'ammoniac dans les villes.
- les mesures d'immissions d'ammoniac peuvent-elles être utilisées pour effectuer un contrôle de suivi lorsque des mesures de réduction des émissions sont mises en œuvre.

Les buts de ce projet sont multiples : établir la situation en matière d'immissions sur différents types de sites, déterminer la relation entre les immissions enregistrées et les sources d'émission (agriculture, trafic automobile, canalisations d'eaux usées), et évaluer l'importance des variations saisonnières en Suisse.

Une description plus détaillée des résultats peut être obtenue dans le rapport cité ci-dessus dans l'introduction.

¹ Rihm Beat 1996, Critical loads of nitrogen and their exceedances – Eutrophying atmospheric deposition. Environmental Series No 275 – Air; Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, SAEFL (ed.), Bern.

Méthodologie

Les tubes à diffusion « Zürcher » sont préparés par le FUB, qui s'occupe de la gestion de ce projet. Ils sont montés par nos soins sur le site de mesure selon un schéma similaire à la figure "principe de montage des capteurs passifs de NO₂", p. 36, et sont exposés à l'air ambiant pendant 15 jours.

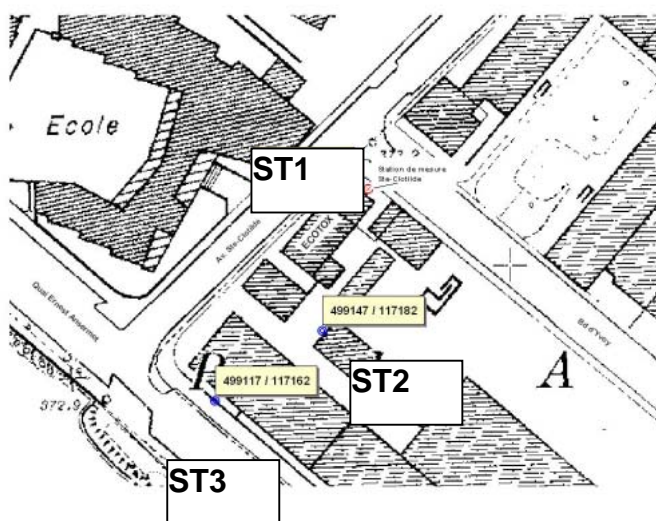
Passé cette période d'exposition les tubes sont collectés, refermés et envoyés au FUB qui détermine la concentration de NH₃ par chromatographie ionique.

Emplacements et périodes

Pendant la période 1999 - 2001 deux zones de Genève ont été retenues.

- Le site de Ste-Clotilde où des mesures ont été effectuées du 15 septembre 1999 au 5 septembre 2000. Ayant été confronté à des concentrations en ammoniac relativement élevées par rapport à d'autres capteurs mesurant dans des situations similaires, ce site a fait l'objet du 19 février au 28 mai 2001 de mesures en trois points, selon la figure ci-après.

- Le site de l'Ile, situé à la station du pont de l'Ile, où des mesures ont été effectuées depuis le 5 février 2001, jusqu'au 20 décembre 2001.



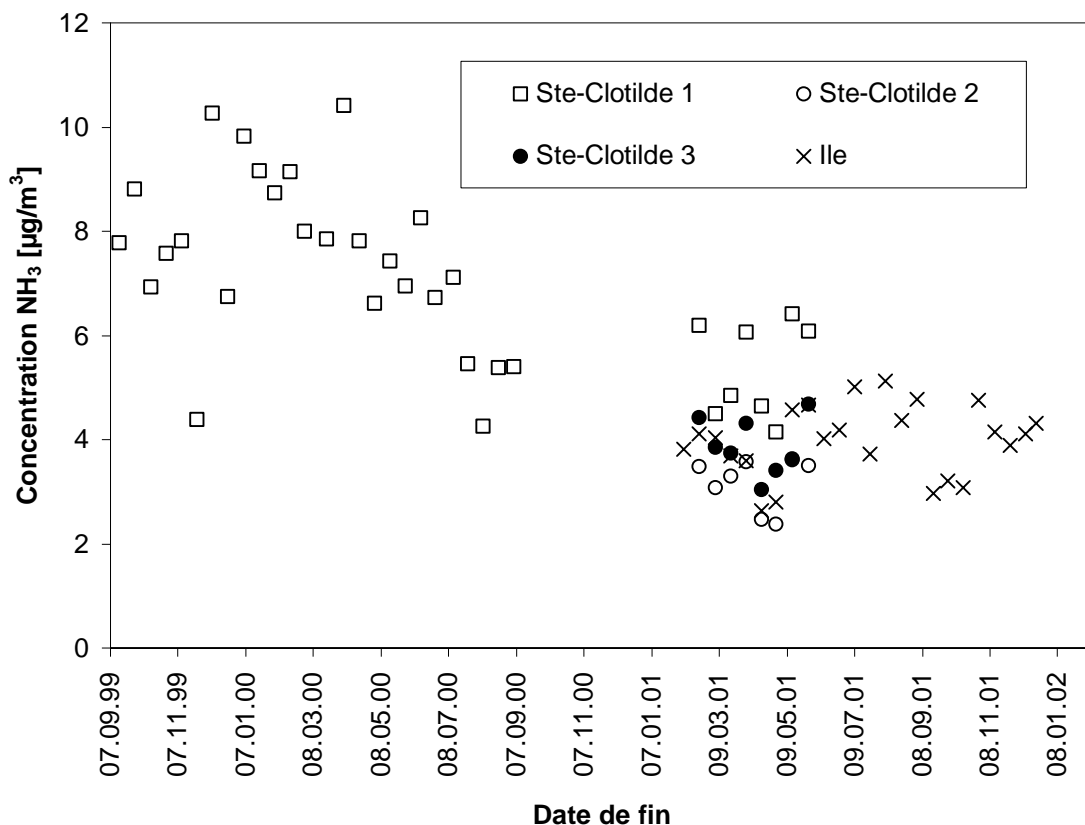
Emplacement des capteurs sur le site de Ste-Clotilde

Comme on peut le voir à la figure suivante, les mesures complémentaires effectuées à Ste-Clotilde semblent indiquer une source d'émission locale indéterminée. Raison pour laquelle, en 2002, les mesures se concentreront sur le site de l'Ile plus représentatif de la concentration en ville de Genève.

De manière similaire à la campagne de mesure de concentration du NO₂, et 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.

Résultats

La figure ci-après nous donne un résumé des mesures du NH₃ effectuées sur Genève.



Concentration moyenne du NH₃ sur la période allant de début septembre 1999 à fin décembre 2001

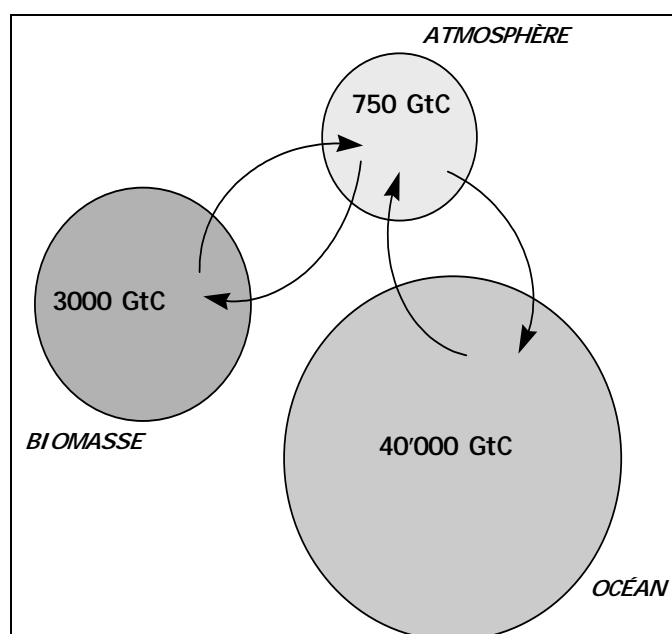
Prélèvements : E. Delicado

Analyse : FUB

4. Mesure du dioxyde de carbone en milieu forestier

4.1. Introduction

Dans la continuation de la campagne de mesure entreprise en 2000, et afin de pouvoir répondre de manière objective à de nombreuses demandes de la population, nous avons poursuivi pendant l'année 2001 une campagne de mesure du dioxyde de carbone sur le territoire cantonal. Il nous a semblé judicieux de choisir comme emplacement de mesure la station 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, la mesure du dioxyde de carbone au niveau de la frondaison devrait mettre en évidence ce phénomène.



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 4.1. Schéma simplifié du cycle du carbone à l'échelle globale

4.2. 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 années² 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. A l'échelle d'un modèle planétaire, le carbone est contenu dans trois réservoirs : les océans, l'atmosphère et la biomasse (voir figure *FIG 4.1*). 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 ces 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 10'000 dernières années.

4.3. Méthode et appareil de mesure

Un appareil de mesure en continu du dioxyde de carbone, fonctionnant sur le principe de l'absorption infra-rouge, a été installé. Il est étalonné au moyen d'un gaz de calibration certifié. Une procédure de réglage du zéro automatique recale le signal toutes les 6 heures. Les concentrations moyennes semi-horaires sont archivées.

4.4. Résultats

La figure *FIG 4.2* montre l'évolution de la moyenne mensuelle en CO₂, de début janvier à fin décembre 2001. On constate une légère augmentation de la concentration en période hivernale dont l'origine est à attribuer à l'absence de l'activité de la photosynthèse.

² Keeling, C.D. (1960). The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere. *Tellus* 12, 200-203

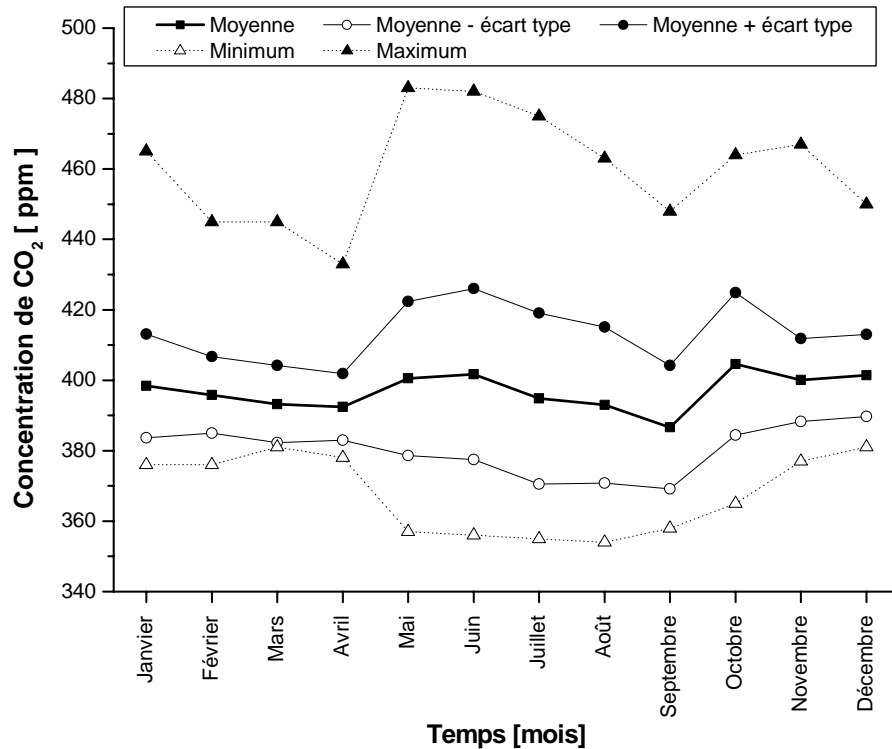


FIG 4.2. Concentrations moyennes mensuelles en CO₂ pendant 2001

La figure FIG 4.3 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.

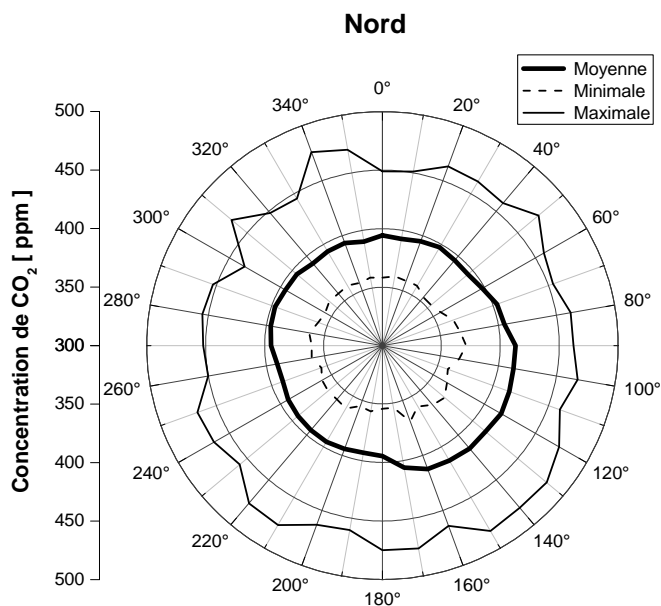


FIG 4.3. Concentration du CO₂ en fonction de la direction des vents

La figure *FIG 4.4* montre l'influence de la vitesse du vent et de l'ensoleillement sur les concentrations moyennes semi-horaires du dioxyde de carbone.

On remarque que lorsque la vitesse du vent augmente, la concentration en CO₂ diminue. Les concentrations butent sur une valeur d'environ 360 ppm, qui représente la concentration de fond de l'atmosphère.

Pour le soleil, on constate le même phénomène. Lorsque l'énergie solaire augmente, la concentration en CO₂ diminue de par l'activité de la photosynthèse. La concentration limite est la même que celle observée avec la vitesse du vent.

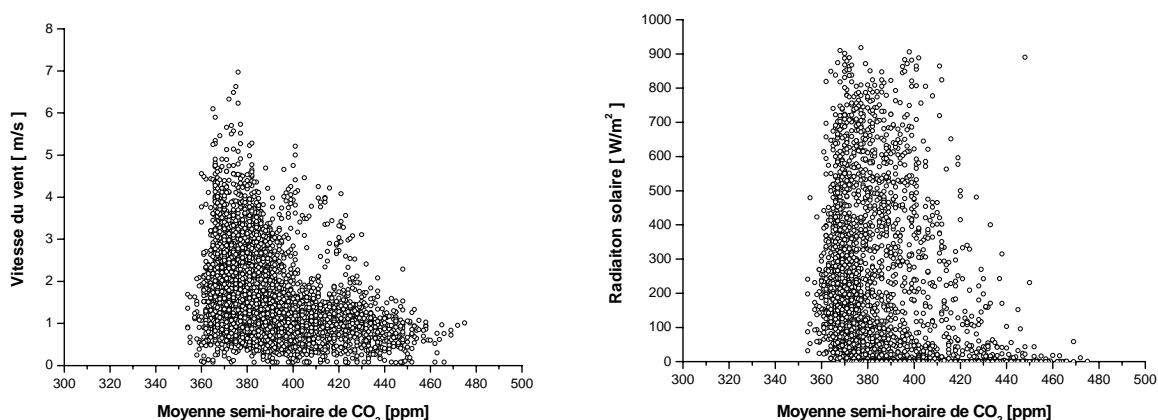


FIG 4.4. Influence du vent et du rayonnement solaire sur la concentration du dioxyde de carbone pendant la période estivale

4.5. Conclusion

Les mesures effectuées à la station de Jussy permettent de mettre en évidence les sources locales et confirment la valeur actuelle de la concentration de fond de l'atmosphère en dioxyde de carbone qui est d'environ 360 ppm.

Rappelons que la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère était restée voisine de 270 ppm pendant environ 10'000 ans.

5. Retombées atmosphériques

5.1. Introduction

Retombées de poussières

Les retombées de poussières et les hydrométéores (pluie, grêle, neige) sont recueillis dans des récipients en verre de forme cylindrique de 10 cm de diamètre, appelés "Bergerhof".

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.

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 (Ø 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 au laboratoire.

Ce mode de prélèvement peut être soumis à diverses contaminations, raison pour laquelle les résultats peuvent présenter des « aberrations ». C'est ce que l'on peut supposer, par exemple sur les valeurs d'ammonium pour le site de Peney en avril et mai (§ 4.2.2).

Prélèvements : Ph. Butty

Préparation des échantillons : M.-C. Chevelu

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

5.2. Résultats

Retombées de poussières

Le tableau ci-après résume les résultats de l'année 2001.

Comparés avec ceux de l'année 2000, on peut remarquer que ceux-ci confirment une tendance à la baisse déjà entamée quelques années auparavant.

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	364	45	144	22	0.10
STE-CLOTILDE	364	24	110	8	0.05
WILSON	364	59	277	24	0.15
FORON	364	28	150	5	0.04
ANIERES	364	31	19	5	0.09
PASSEIRY	364	14	7	2	0.04
CARTIGNY	235	49	10	5	0.04
PENEY	364	21	9	4	0.04
VALEURS LIMITES OPair		200	400	100	2

Résultats des analyses des Bergerhof pour 2001

Eaux de pluie - Peney

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	49	10	19	51	14	15	0	23	0	0	8	41	5
Février	47	9	7	62	16	14	10	33	1	0	7	48	1
Mars	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Avril	88	70	16	392	35	26	624	968	97	0	154	63	10
Mai	73	38	9	92	19	16	586	642	9	15	71	107	8
Juin	130	17	39	283	41	0	22	108	10	0	190	277	19
Juillet	89	10	12	147	21	0	12	57	4	0	63	115	9
Août	90	10	15	191	22	2	9	45	6	0	28	140	14
Septembre	106	6	18	106	29	17	8	56	2	0	38	89	10
Octobre	84	10	18	117	32	15	4	32	1	0	39	96	14
Novembre	33	10	7	43	15	10	0	18	1	0	4	41	2
Décembre	39	15	11	57	23	11	13	66	5	0	7	39	2

* Débordement des récepteurs : pas d'analyse.

Eaux de pluie - Versoix

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⁺)
	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	53	23	28	69	19	17	0	35	1	0	22	185	4
Février	44	8	7	42	13	13	7	25	1	0	2	34	2
Mars	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Avril	111	10	23	133	28	31	0	75	3	0	4	93	5
Mai	57	18	12	129	16	25	0	65	2	0	17	71	6
Juin	111	19	60	271	66	12	119	207	9	0	74	183	20
Juillet	104	20	22	146	40	0	15	69	5	0	35	62	8
Août	35	18	19	119	26	0	5	17	1	0	21	60	8
Septembre	95	6	30	88	33	16	6	39	2	0	27	88	6
Octobre	73	9	24	119	29	3	18	80	2	0	22	62	6
Novembre	38	10	10	54	17	13	0	28	2	0	8	29	2
Décembre	45	11	16	60	26	12	6	22	1	0	5	32	3

* Débordement des récepteurs : pas d'analyse.

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	52	10	24	52	13	13	0	64	3	0	22	31	3
Février	29	25	12	51	18	12	39	65	4	0	14	44	4
Mars	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Avril	101	12	20	97	21	32	0	64	1	7	0	89	4
Mai	52	22	10	98	15	27	0	68	2	0	15	41	3
Juin	125	16	25	304	66	37	29	125	7	0	210	172	18
Juillet	64	39	29	225	107	0	10	79	8	0	258	244	29
Août	56	22	22	106	34	0	23	154	18	0	122	133	14
Septembre	57	29	22	96	158	1	0	32	2	0	252	128	15
Octobre	70	89	27	167	981	0	3	48	2	0	1015	292	75
Novembre	24	46	10	52	125	18	2	37	1	0	111	58	13
Décembre	20	18	10	42	20	10	3	16	1	0	8	28	3

* Débordement des récepteurs : pas d'analyse.

6. Information sur la qualité de l'air

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 5000 données journalières, puis de les intégrer et de les envoyer sur Internet.

Toutes les données sur les concentrations journalières des polluants dans l'air y sont diffusées quotidiennement. On peut ainsi 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 indiquant 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 présentant les mesures journalières et les moyennes annuelles des polluants.
- Un plan permettant de situer les stations et d'y avoir accès.
- Un glossaire définissant les termes utilisés.
- Et finalement, la possibilité de visualiser, d'imprimer ou d'enregistrer le bulletin de la qualité de l'air.

Rédaction :

*F. Cupelin
E. Golay*

Traitement des données :

*A. Jetzer
G. Baillif
H. Broillet
F. Magnin*

Secrétariat :

*C. Achahbar
C. Bac
J. Campiche
L. Ducommun
J. Perréard
S. Pierre*

7. Glossaire

A

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.

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.

Composés organiques volatils (COV)

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 (nous parlons ici de celle 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 de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre 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.

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.

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.

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 cardiovasculaires 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.

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

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 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) :



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.
- 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.

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 et de COV.

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'OFEFP 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 µg/m³ (± 10 µg/m³) : Ozone naturel.

70 µg/m³ (± 20 µg/m³) : Concentration de fond (dictée par les émissions de toute l'Europe).

60 µg/m³ (± 60 µg/m³) : Réservoir d'ozone (dicté par les polluants émis dans un rayon de 500 à 1000 km).

40 µg/m³ (± 20 µg/m³) : 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

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 particules, dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm, sont appelées PM10 (PM pour Particulate Matter). 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.

R

Répartition des stations 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

Le terme de smog est issu de la contraction anglo-saxonne 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

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 utilisée pour la mesure de concentrations.

Le milligramme par mètre cube (mg/m^3) est 1000 fois plus grand que le microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et 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.

Z

Zinc

Cf. *Métaux lourds*.