

# Qualité de l'air 2003



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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>3</b>
<b>1. L'essentiel en bref</b> .....	<b>5</b>
1.1. Tableau résumé .....	5
1.2. Bilan par polluant.....	5
<b>2. Mesure des immissions</b> .....	<b>9</b>
2.1. Introduction .....	9
2.2. Valeurs limites d'immission selon l'OPair .....	10
<b>3. La mesure de la qualité de l'air à Genève : le ROPAG</b> .....	<b>11</b>
3.1. Introduction .....	11
3.2. Présentation des stations du ROPAG.....	11
3.3. Programme et méthodes de mesure .....	12
<b>4. Résultats de l'année 2003</b> .....	<b>15</b>
4.1. Tableau récapitulatif.....	15
4.2. Présentation des résultats par station.....	16
<b>5. Evolution de la qualité de l'air</b> .....	<b>39</b>
5.1. Moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> .....	39
5.2. Moyennes annuelles de NO <sub>2</sub> .....	39
5.3. Moyennes annuelles des poussières en suspension totales (TSP) et PM10 .....	40
5.4. Percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de SO <sub>2</sub> .....	41
5.5. Percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de NO <sub>2</sub> .....	41
5.6. Percentiles 98 des moyennes semi-horaires mensuelles de O <sub>3</sub> .....	42
5.7. Nombre de dépassements de la VLI OPair journalière de NO <sub>2</sub> .....	43
5.8. Nombre de dépassements de la VLI OPair horaire de O <sub>3</sub> .....	44
<b>6. Capteurs passifs : Campagne NO<sub>2</sub></b> .....	<b>45</b>
6.1. Introduction .....	45
6.2. Méthodologie.....	45
6.3. Emplacements .....	46
6.4. Résultats .....	47
<b>7. Bilan de la pollution à l'ozone durant l'été 2003</b> .....	<b>51</b>
7.1. Problématique .....	51
7.2. Météorologie .....	51
7.3. Mesures effectuées aux stations ROPAG.....	52
7.3.1. <i>Emplacements et période de mesure</i> .....	52
7.3.2. <i>Détails pour l'année 2003, du 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre</i> .....	52
7.3.3. <i>Comparaison entre les années 2002 et 2003</i> .....	56
7.3.4. <i>Evolution depuis 1991</i> .....	56
7.4. Le système de prévision ozone à Genève.....	57
7.5. Le dispositif d'information et d'alerte à l'ozone : les cas suisse et français .....	58

<b>8. Mesure du dioxyde de carbone en milieu forestier .....</b>	<b>61</b>
8.1. Introduction.....	61
8.2. Méthode et appareil de mesure.....	61
8.3. Résultats.....	62
8.4. Conclusion.....	63
<b>9. Retombées de poussières.....</b>	<b>65</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>67</b>
<b>Information sur la qualité de l'air sur l'Internet.....</b>	<b>69</b>
<b>Gloss'air .....</b>	<b>71</b>

En accord avec les « Recommandations pour la mesure des immissions de polluants atmosphériques » de l'OFEFP du 1<sup>er</sup> janvier 2004, les coefficients de conversion des unités de concentrations ont changé (passage de 9°C / 950 mbar à 20°C / 1013 mbar, en accord avec l'Union Européenne).

La base de données a été entièrement recalculée pour pouvoir élaborer des graphiques montrant l'évolution dans le temps. Ceci peut expliquer des divergences avec les mesures présentées auparavant, notamment dans les bilans annuels précédents.

**Un glossaire en page 71 explique les termes techniques ou scientifiques**

**Rédaction**

B. Lazzarotto  
 F. Dubas  
 P. Kunz  
 Y. Bellégo  
 E. Siegenthaler

**Traitement des données**

A. Jetzer  
**Schémas – photos**  
 C. Deléaval  
**Secrétariat**  
 S. Pierre

# Avant-propos

Dans le cadre de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair), la Confédération confie aux cantons la tâche de surveiller l'état et l'évolution de la qualité de l'air sur leur territoire. Actif depuis près de 20 ans, le Réseau d'Observation de la Pollution Atmosphérique à Genève (ROPAG) est responsable de cette tâche pour le territoire genevois. Année après année, il analyse la qualité de l'air dans le canton de Genève et informe les autorités, ainsi que la population, des résultats de ses mesures. Le rapport « Qualité de l'air 2003 » présente les données enregistrées en 2003 par le ROPAG sous forme de tableaux, de graphiques ou de cartes. Il expose le cadre législatif des mesures, présente les emplacements des stations du ROPAG, ainsi que les méthodes utilisées pour les mesures et les analyses. L'objectif de ce document est d'exposer les résultats de manière factuelle et scientifique, à un public de spécialistes qui souhaite disposer des données exactes sur l'évolution de la pollution atmosphérique à Genève.

Les résultats du ROPAG sont particulièrement importants puisque la législation prévoit qu'en cas de dépassements répétés des valeurs limites d'immission (VLI) fixées par l'OPair, un plan de mesures d'assainissement de la qualité de l'air doit être mis en place. A Genève, le premier plan de mesures OPair a été adopté par le Conseil d'Etat en 1991. Grâce au suivi effectué par le ROPAG, il a été constaté que malgré une amélioration sensible de la qualité de l'air pendant les années 1990, une partie importante du territoire genevois était toujours soumise à des immissions excessives en 2002, notamment de dioxyde d'azote et d'ozone. Un second plan de mesures OPair pour la période 2003-2010 a donc été adopté par le Conseil d'Etat en avril 2003. Il prévoit des mesures concernant les transports, l'énergie et les installations de chauffage, ainsi que les émissions liées à l'Aéroport International de Genève, l'entretien des bâtiments et les chantiers. Suite au constat de l'accroissement de la demande de logements, de l'augmentation des activités et de la mobilité, en particulier les déplacements domicile-lieu de travail, ce plan de mesures prévoit également d'agir dans ces domaines. Dans le cadre de la mise en œuvre de ce plan OPair, les mesures du ROPAG permettent d'évaluer les progrès effectués grâce aux efforts fournis par les pouvoirs publics, les communautés et les privés. Les résultats de l'année 2003 revêtent une importance particulière puisqu'ils représentent « l'état zéro » de la mise en œuvre du nouveau plan de mesures.

Les données présentées dans ce rapport montrent une détérioration généralisée de la qualité de l'air en 2003 par rapport à l'année précédente. Les conditions météorologiques, notamment les températures élevées et le fort ensoleillement qui ont caractérisé la période estivale, peuvent en partie expliquer la progression de la pollution à l'ozone. Elles ne suffisent cependant pas à expliquer l'augmentation des concentrations de dioxyde d'azote ou de particules fines (PM10). Cette aggravation, contrecarrant les améliorations des années précédentes, est d'autant plus navrante qu'il faut bien constater que, malgré l'attention portée à la maîtrise de la mobilité et les progrès réalisés grâce au plan de mesures OPair précédent, les mauvais résultats du dioxyde d'azote en milieu urbain suivent, pour une bonne part, l'évolution du parc des véhicules et l'augmentation du trafic motorisé individuel. Cette situation doit nous motiver à prendre les choses en main, la mise en œuvre du nouveau plan de mesures 2003-2010, étant plus que jamais d'actualité.

Françoise Dubas, directrice  
Service cantonal de protection de l'air



# 1. L'essentiel en bref

## 1.1. Tableau résumé

D'un point de vue global, l'état de la qualité de l'air qui prévaut actuellement est caractérisé, pour le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules fines (PM10), par une situation d'immissions excessives.

Le tableau ci-dessous résume la qualité de l'air à Genève pour l'année 2003 ainsi que l'évolution (amélioration, stabilisation ou dégradation), associée à une nuance de bleu, en référence à la valeur limite OPair (VLI OPair).

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

### Etat :

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

### Tendance :

-  : Amélioration.
-  : Stabilisation.
-  : Dégradation.

 : Pas de données (situation non critique : mesures stoppées).

## 1.2. Bilan par polluant

### Dioxyde d'azote

#### **Moyenne annuelle**

En milieu urbain (Ile, Ste-Clotilde et Wilson), les moyennes annuelles continuent de dépasser la VLI OPair et, par rapport aux années précédentes, ont tendance à augmenter (Ile et Ste-Clotilde). C'est la station mobile installée à la rue des Deux-Ponts du 15.12.2002 au 14.12.2003 qui indique la plus forte moyenne annuelle en NO<sub>2</sub> (70 µg/m<sup>3</sup>).

En milieu suburbain (Meyrin et Foron) et en milieu rural (Anières, Passeiry et Jussy), les moyennes annuelles sont en augmentation par rapport à 2002. Elles demeurent cependant en-dessous de la VLI OPair, les stations suburbaines la frôlant.

#### **Percentile 95**

Bien qu'elles respectent la VLI OPair dans la majorité des stations, les percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles suivent la même tendance à l'augmentation que les moyennes annuelles.

Seule la station de la rue des Deux-Ponts présente un dépassement de cette VLI OPair avec 128 µg/m<sup>3</sup>.

### **Moyenne journalière**

La VLI OPair journalière a été dépassée un grand nombre de fois, mais seulement dans les sites urbains. La station mobile installée à la rue des Deux-Ponts l'a dépassée 98 fois.

### **Bilan**

Après la décroissance des immissions de dioxyde d'azote observée pendant les années 1990 à 2001, particulièrement marquée en milieu urbain, l'année 2003 confirme l'augmentation des concentrations moyennes annuelles de ce polluant amorcée en 2001 dans la majorité des stations. Cette situation n'est pas entièrement expliquée par les conditions météorologiques de l'année 2003.

## **Ozone**

### **Moyenne horaire**

On observe, pour toutes les stations, de multiples dépassements de la VLI OPair horaire en période estivale, avec une nette progression par rapport à 2002 due très probablement aux conditions météorologiques particulières enregistrées pendant l'été.

### **Percentile 98**

Les percentiles 98 des moyennes semi-horaires mensuelles sont en augmentation par rapport à 2002.

### **Moyenne annuelle**

Les moyennes annuelles ont augmenté à toutes les stations.

### **Bilan**

Pour tous les indicateurs, on observe une forte progression. Ceci est principalement dû à un été 2003 caniculaire et beaucoup plus ensoleillé que l'été 2002.

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. Comme par le passé, la charge en ozone augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du milieu urbain.

## **Particules fines (PM10)**

### **Moyenne annuelle totale**

Par rapport à l'année 2002, les moyennes annuelles totales ont toutes augmenté et montrent des dépassements de la VLI OPair. C'est la station mobile de la rue des Deux-Ponts du 15.12.2002 au 14.12.2003, qui indique la plus forte moyenne annuelle totale en PM10 (34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Moyenne journalière totale**

La VLI OPair journalière totale a été dépassée dans toutes les stations, avec une aggravation par rapport à 2002.

### **Moyennes annuelles en plomb et cadmium dans les PM10**

Dans toutes les stations, les moyennes annuelles de plomb et de cadmium dans les PM10 ont été inférieures aux VLI OPair, avec une relative amélioration pour le plomb et une stabilisation pour le cadmium.

### **Bilan**

Le constat, pour les moyennes totales, en 2003, représente une nette aggravation de la situation par rapport à 2002.

## **Monoxyde de carbone**

### ***Moyenne journalière***

Les moyennes journalières n'ont pas dépassé la VLI OPair.

### ***Bilan***

Les concentrations restent faibles et stationnaires par rapport à celles de 2002.

## **Retombées de poussières**

**Nota :** A la différence des PM10, poussières en suspension dans l'air dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm, les retombées de poussières concernent plus particulièrement les grosses particules qui sédimentent et qui, de part leur masse, ne restent pas en suspension dans l'air et tombent au sol.

### ***Moyenne annuelle totale, moyenne annuelle en Pb / Cd / Zn***

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, sauf celui de Ste-Clotilde. Ce site, situé en milieu urbain, présente une concentration en Zinc supérieure à la VLI OPair, qui peut s'expliquer par la proximité du toit attenant à la station. Les valeurs sont en général plus fortes dans les sites urbains et suburbains que dans les sites ruraux. Ceci est encore mieux vérifié pour les métaux lourds dans les poussières.

### ***Bilan***

On observe une relative stabilisation par rapport à 2002.

## **Dioxyde de soufre**

### ***Moyenne annuelle, percentile 95, moyenne journalière***

Les VLI OPair (moyenne annuelle, percentile 95, moyenne journalière) sont respectées sur tout le territoire cantonal, comme c'est le cas depuis plusieurs années.

### ***Bilan***

En 2003, les immissions de SO<sub>2</sub> sont restées au niveau de celles de 2002, bien en-dessous des VLI OPair.

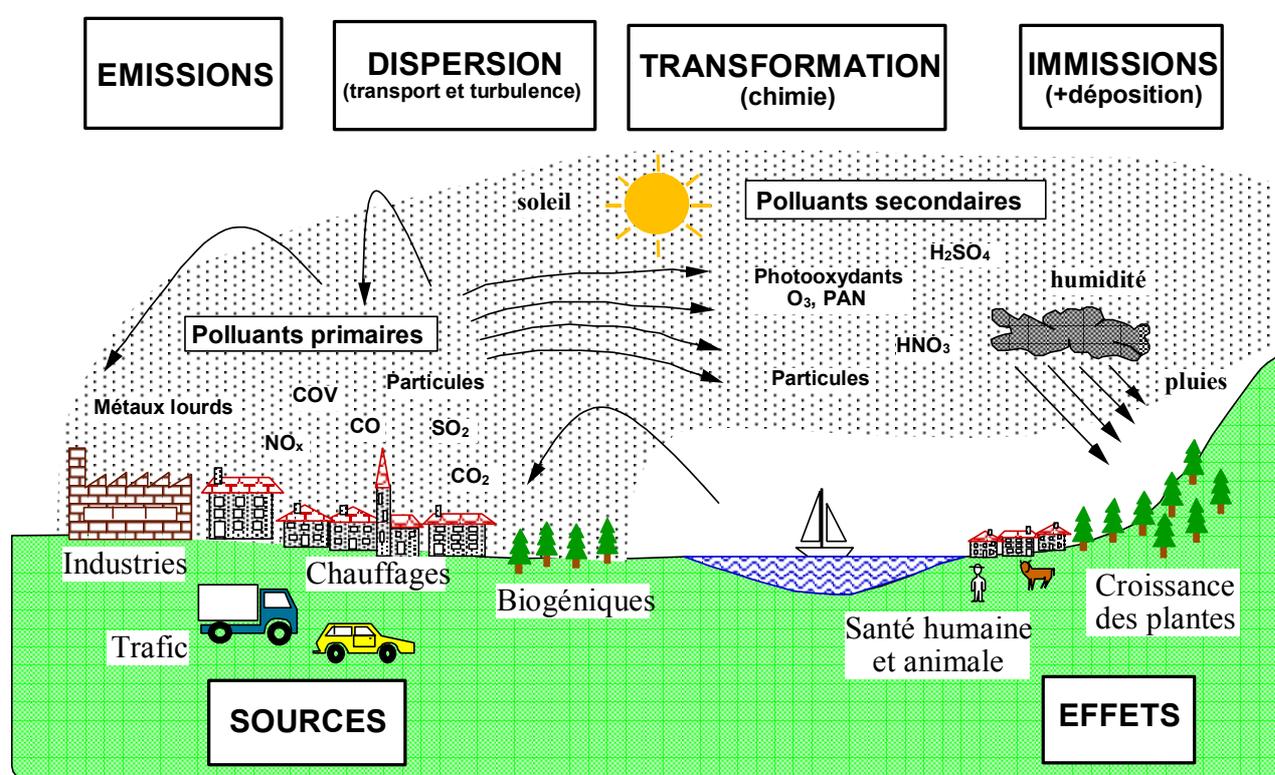


## 2. Mesure des immissions

### 2.1. Introduction

Tous les polluants émis dans l'environnement subissent, plus ou moins vite, selon leur nature, les conditions météorologiques ou autres, des transformations.

Comme le montre la figure ci-dessous, les « polluants primaires » émis dans l'air ambiant 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 et certains phénomènes physiques, tels que la dispersion, l'accumulation ou l'absorption, peuvent avoir lieu dans l'atmosphère.



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

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

Les **immissions** représentent la pollution en suspension dans l'atmosphère à l'endroit où elle déploie ses effets sur l'homme, les animaux, les plantes, le sol et les constructions.

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'échantillons 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 ». Cette ordonnance (la 1<sup>ère</sup> version date 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, la dernière modification datant du 30 avril 2003.

L'annexe 7 de cette ordonnance fixe les VLI OPair pour un certain nombre de composés tels que le SO<sub>2</sub>, le NO<sub>2</sub>, le CO, l'O<sub>3</sub>, les PM10 et les retombées de poussières. Le tableau ci-dessous donne ces différentes valeurs limites.

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

# 3. La mesure de la qualité de l'air à Genève : le ROPAG

## 3.1. Introduction

En vertu de l'article 27 de l'OPair, les cantons sont chargés 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 ». Ces dernières ont été définies par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) le 15 janvier 1990 et modifiées le 1<sup>er</sup> janvier 2004.

Dans le canton de Genève, c'est le Réseau d'Observation de la Pollution Atmosphérique à Genève (ROPAG), qui mesure les immissions depuis plus de vingt ans et qui a pour mission d'analyser la qualité de l'air, d'en suivre l'évolution et d'informer la population.

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

Les mesures de la qualité de l'air effectuées par le ROPAG permettent de déterminer si les VLI OPair sont respectées à Genève et, dans le cas contraire, de proposer un plan de mesures d'assainissement permettant d'atteindre cet objectif.

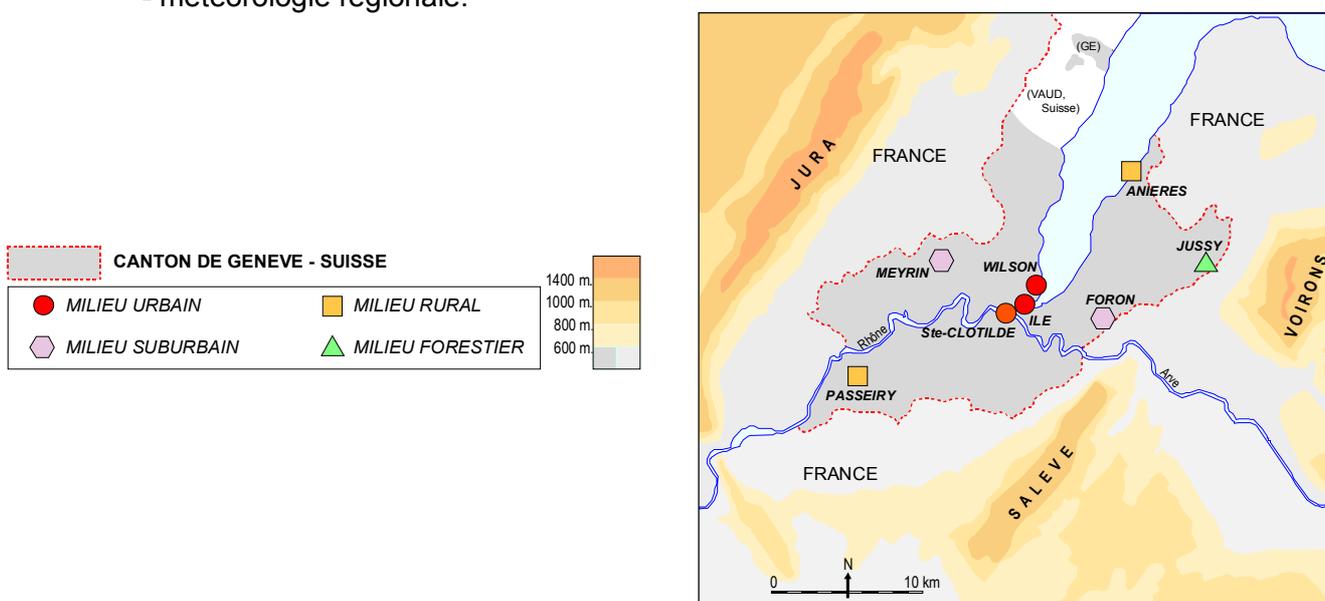
## 3.2. Présentation des stations du ROPAG

En 2003, huit stations de mesure fixes et deux stations mobiles étaient en activité.

### Stations fixes

Les emplacements des huit stations de mesure fixes 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 d'habitation avec une activité tertiaire dense.

La station de **Wilson** est située sur la rive droite, à la limite 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 de secteur sud-ouest, l'apport des polluants de l'agglomération.

#### Milieu suburbain (Meyrin, Foron)

La station de **Meyrin** se trouve 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 périphérique 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 en dehors de l'agglomération et de la mettre en relation avec l'état de la forêt. L'air y est prélevé à 16 m du sol, soit à la hauteur de la cime des arbres.

### Stations mobiles

Les emplacements des deux stations de mesure mobiles sont déterminés en fonction des besoins. L'une surveille la qualité de l'air autour de l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) des Cheneviers, alors que l'autre est plutôt dédiée à des problématiques urbaines. Elles effectuent des mesures sur un an.

## 3.3. Programme et méthodes de mesure

Le tableau ci-dessous présente les méthodes de mesure utilisées, par station, pour chaque polluant. Une explication de chaque terme est donnée dans le « gloss'air », en page 71.

#### Abréviations utilisées

<b>Paramètres mesurés</b>	<b>Méthode de mesure</b>
SO <sub>2</sub> dioxyde de soufre	Py pyranomètre
NO <sub>2</sub> dioxyde d'azote	Aβ absorption β
NO monoxyde d'azote	AUV absorption UV
O <sub>3</sub> ozone	AN anémomètre
HCT hydrocarbures totaux	AN-US anémomètre à ultrasons
CH <sub>4</sub> méthane	CL chimiluminescence
CO monoxyde de carbone	DOAS absorption spectrophotométrique différentielle
PM10 particules fines (<10μm)	FID détecteur à ionisation de flamme
CO <sub>2</sub> dioxyde de carbone	FUV fluorescence UV
T température	G gravimétrie (pesée)
HR humidité relative	G° gravimétrie (micro balance)
VENT vitesse et direction du vent	H hygromètre à cheveu
RS rayonnement solaire	IR absorption infrarouge
P pression	TC Pt – 100
	PR capteur piezo-résistif

MESURE STATION	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	O <sub>3</sub>	HCT	CH <sub>4</sub>	CO	PM10	CO <sub>2</sub>	T	HR	VENT	RS	P
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	-	PR
Meyrin	DOAS*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / 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	Py	
Passeiry	DOAS*	DOAS* / CL*	CL*	DOAS* / AUV**	-	-	-	Aβ	-	TC	H	AN	-	
Jussy	-	CL*	CL*	AUV**	-	-	-	-	IR	TC	H	AN-US	-	
Deux-Ponts (mobile)	FUV*	CL*	CL*	AUV**	FID*	FID*	IR*	Aβ	-	TC	H	AN		PR
Peney-dessous (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).

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

## Les acteurs

### Le groupe ROPAG (et affiliés)

**Coordination** : B. Lazzarotto / F. Cupelin / Ph. Arrizabalaga  
**Construction, maintenance** : H. Broillet  
**Calibration, maintenance** : E. Delicado  
**Poussières, laboratoire** : E. Piquet  
**Informatique** : F. Magnin  
**Traitement des données** : A. Jetzer  
**Mécanique, installation** : Y. Lutzelschwab  
**Secrétariat** : S. Pierre

### Autres contributions aux mesures

**Capteurs passifs, retombées atmosphériques** : Ph. Butty, M-C. Chevelu  
**Retombées atmosphériques** : G. Pfister



# 4. Résultats de l'année 2003

## 4.1. Tableau récapitulatif

Les mesures concernent la période du 1<sup>er</sup> janvier 2003 au 31 décembre 2003, sauf pour les stations mobiles installées l'une à la rue des Deux-Ponts (du 15 décembre 2002 au 14 décembre 2003) et l'autre à Peney-Dessous (du 1<sup>er</sup> décembre 2002 au 30 novembre 2003).

Substance	Donnée	Unité	Valeur Limite d'Immission O'Pair	Station de mesure											
				Fixes							Mobiles				
				Ile	Ste-Clotilde	Wilson	Meyrin	Foron	Anières	Passeiry	Jussy	Deux-Ponts		Peney-Dessous	
										2002	2003	2002	2003		
SO <sub>2</sub>	Mes. validées	%		85 <sup>#</sup>			83 <sup>#</sup>	95	96	82 <sup>#</sup>			99	95	
	Moy. ann.	µg/m <sup>3</sup>	<b>30</b>	5			3	4	2	3			6	2	
	Perc. 95	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	18			8	13	6	7			13	6	
	Nb*>100 µg/m <sup>3</sup>	nb	<b>1</b>	0			0	0	0	0			0	0	
NO <sub>2</sub>	Mes. validées	%		99	89 <sup>#</sup>	96	96	97	99	97	95		96	94	
	Moy. ann.	µg/m <sup>3</sup>	<b>30</b>	50	43	38	28	30	24	19	14		70	17	
	Perc. 95	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	90	85	77	63	65	57	48	40		128	46	
	Nb*>80 µg/m <sup>3</sup>	nb	<b>1</b>	12	11	5	0	0	0	0	0		98	0	
CO	Mes. validées	%		88 <sup>#</sup>	97	93							97		
	Moy. ann.	mg/m <sup>3</sup>		0.7	0.8	0.5							1.5		
	Nb*>8 mg/m <sup>3</sup>	nb	<b>1</b>	0	0	0							0		
O <sub>3</sub>	Mes. validées	%		99	99	99	98	98	99	99	99		99	97	
	Moy. ann.	µg/m <sup>3</sup>		40	40	39	50	49	58	55	63		26	49	
	Perc. 98	Janv.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	54	63	59	63	67	67	70	70		50	74
		Fév.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	64	67	61	69	78	89	78	89		53	80
		Mar.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	89	98	86	107	111	123	138	133		65	127
		Avr.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	85	119	102	121	103	133	131	134		88	131
		Mai.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	91	118	100	119	112	126	132	134		75	126
		Juin.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	115	134	117	136	126	157	142	160		92	145
		Juil.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	138	149	127	153	129	155	158	163		109	161
		Aout.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	137	144	141	171	160	172	164	173		111	170
		Sept.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	117	119	98	130	131	147	143	147		76	141
		Oct.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	70	55	54	64	75	79	73	71		44	75
	Nov.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	56	45	36	50	63	64	60	60		29	55	
Déc.	µg/m <sup>3</sup>	<b>100</b>	53	61	53	60	66	74	66	69	29 <sup>@</sup>	36 <sup>@</sup>	58		
Nb**>120 µg/m <sup>3</sup>	nb	<b>1</b>	124	263	93	433	262	605	605	859		13	539		
PM10	Mes. validées	%		97	99	99	98	95	97	98			97	98	
	Total	Moy. ann.	µg/m <sup>3</sup>	<b>20</b>	26	23	23	27	22	21			34	23	
		Nb*>50 µg/m <sup>3</sup>	nb	<b>1</b>	8	16	13	10	24	14	8		52	16	
	Pb	Moy. ann.	ng/ m <sup>3</sup>	<b>500</b>		8.3				9.3				7.8	
Cd	Moy. ann.	ng/ m <sup>3</sup>	<b>1.5</b>		0.25				0.22				0.25		

### Légendes et abréviations :

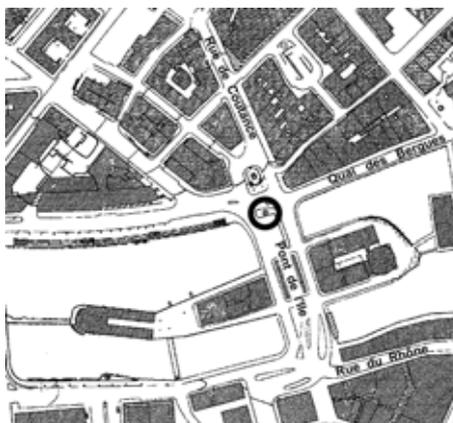
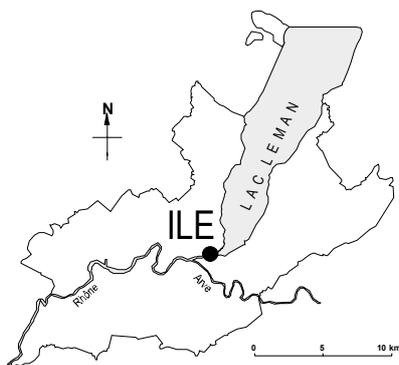
 : Dépassement de la VLI O'Pair.  
 Mes. validées : Pourcentage de mesures validées.  
 Moy. ann. : Moyenne annuelle.  
 Perc. 95 : Percentile 95 des moyennes semi-horaires annuelles.  
 Perc. 98 : Percentile 98 des moyennes semi-horaires mensuelles.

Nb\* : Nombre de moyennes journalières.  
 Nb\*\* : Nombre de moyennes horaires.  
 # : Nombre de mesures insuffisant  
 (selon les recommandations de l'OFEFP).  
 @ : Mesures effectuées sur 15 jours.

## 4.2. Présentation des résultats par station

Les résultats de l'année 2003, pour les 8 stations fixes, pour les 2 stations mobiles ainsi que pour le DOAS de l'Aéroport International de Genève (AIG) sont présentés ci-après.

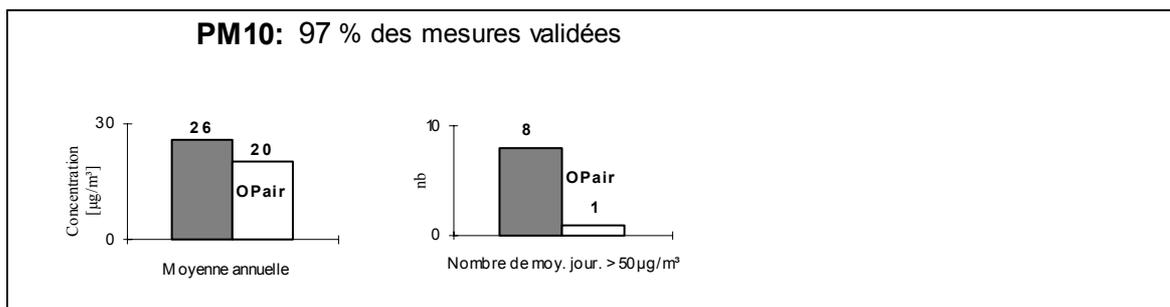
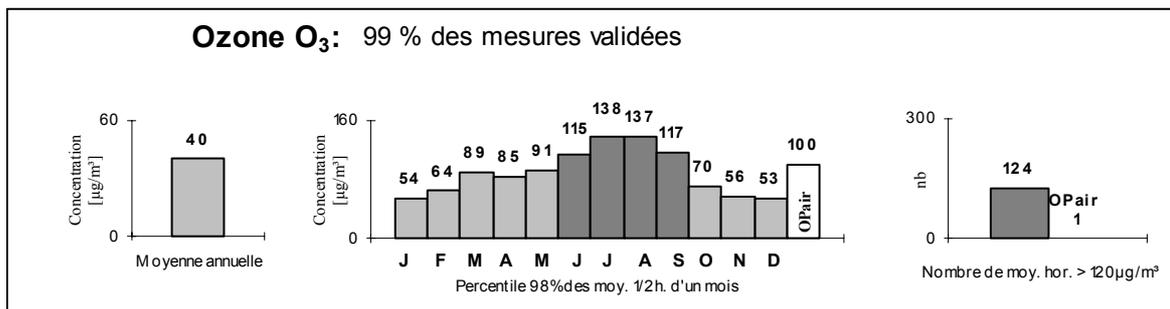
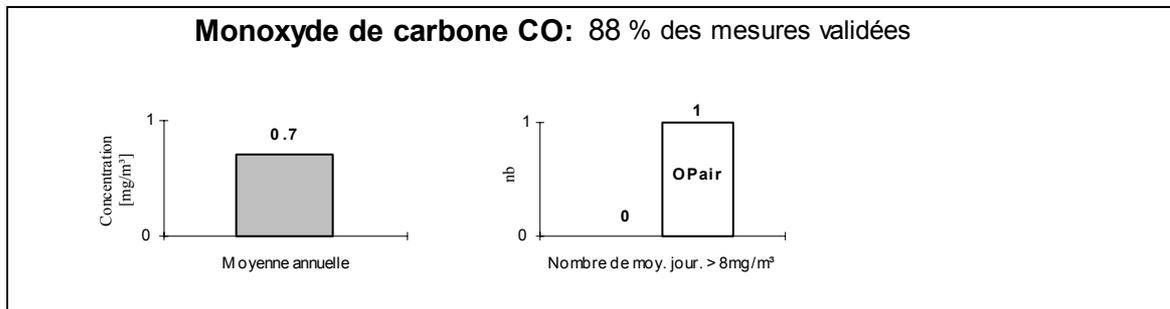
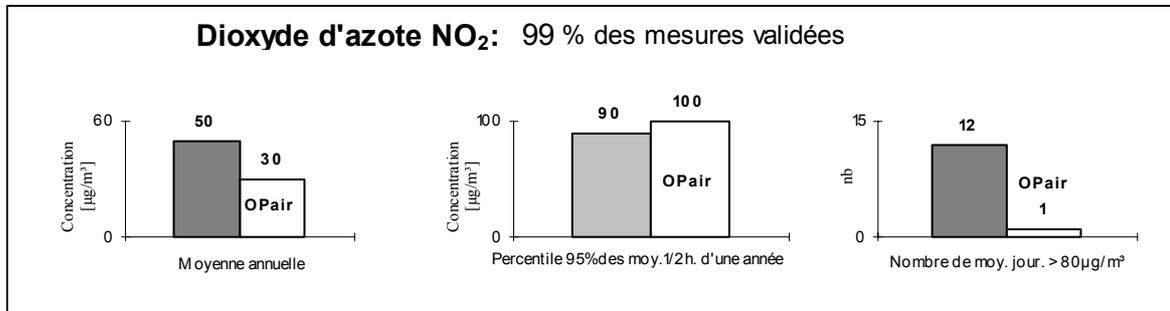
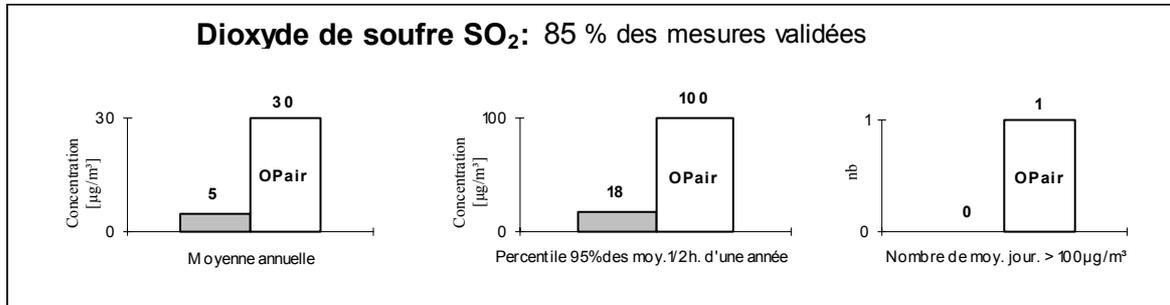
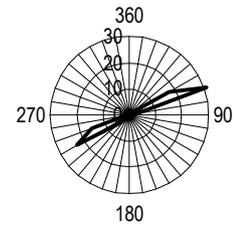
### ILE



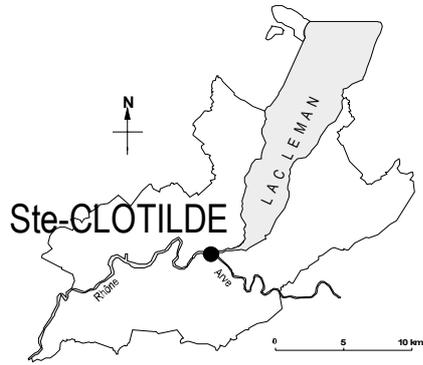
Coordonnées OTF : 499989 / 117953

Milieu urbain

ILE



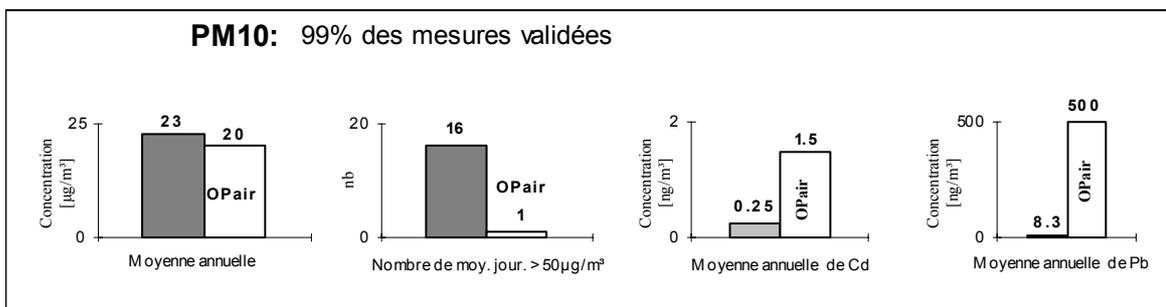
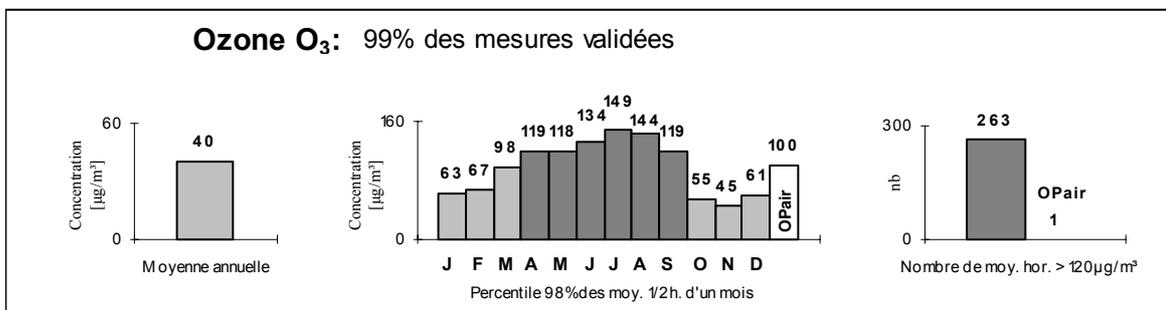
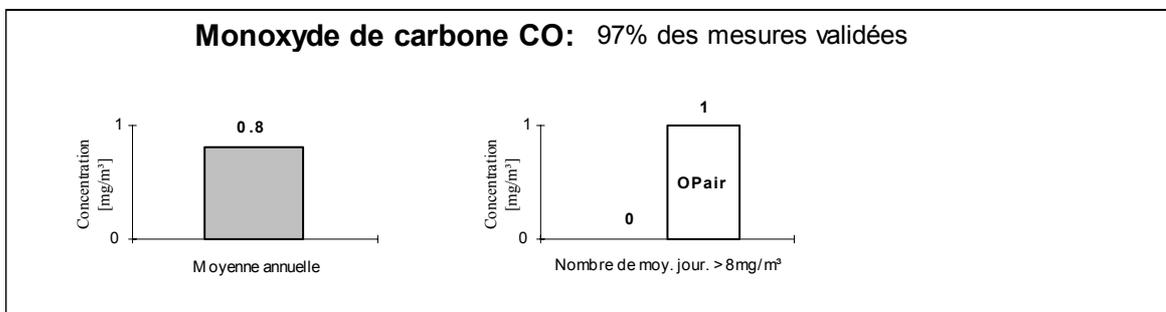
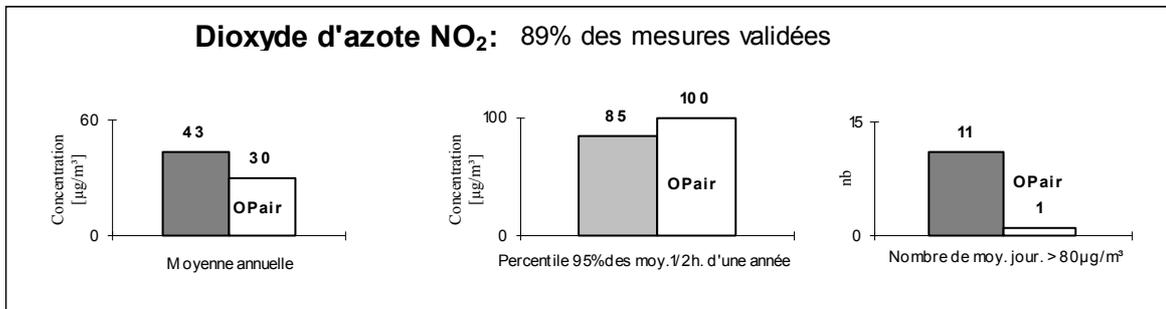
# STE - CLOTILDE



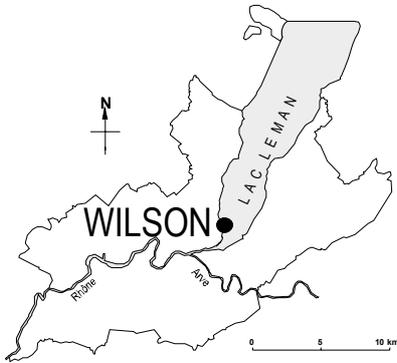
Coordonnées OTF : 499159 / 117222

## Milieu urbain

# STE - CLOTILDE



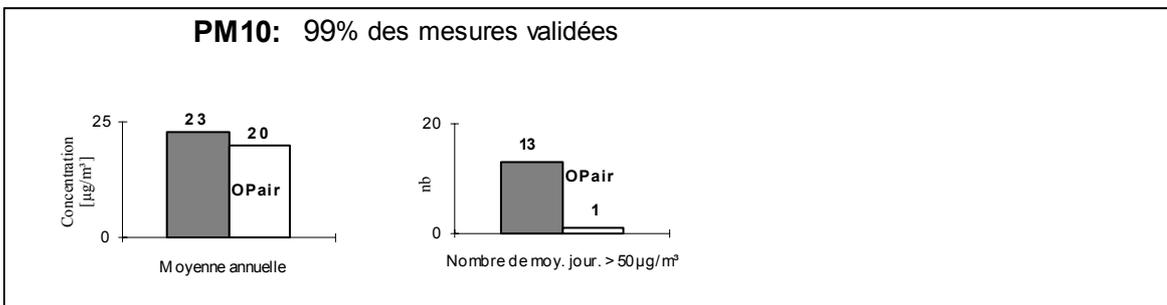
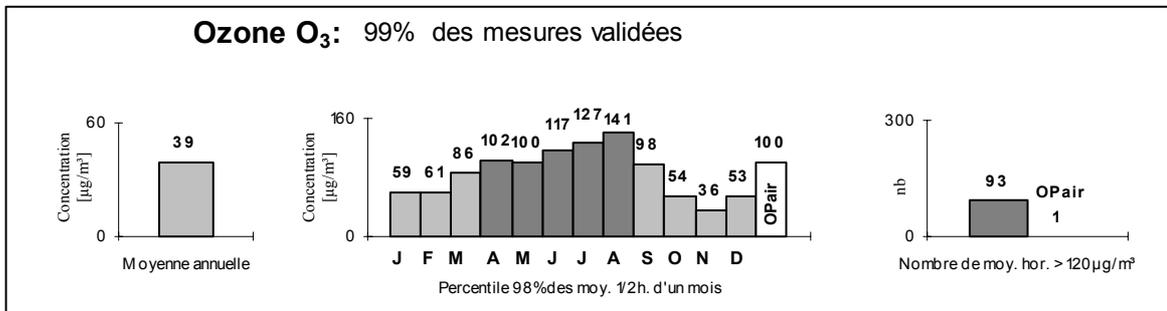
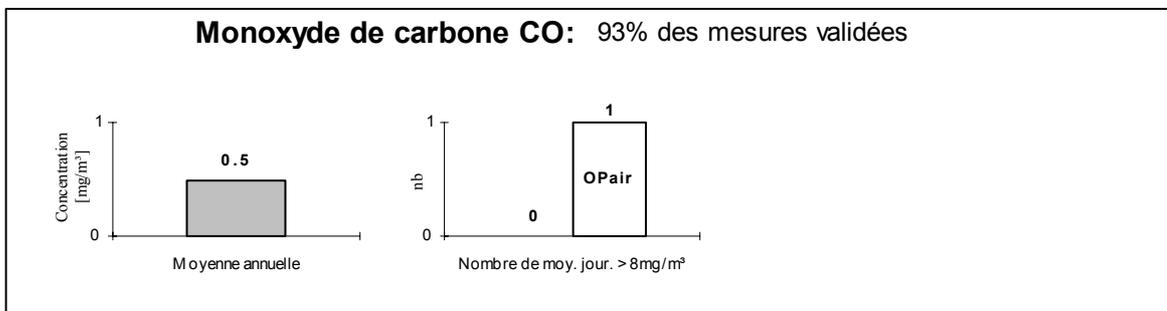
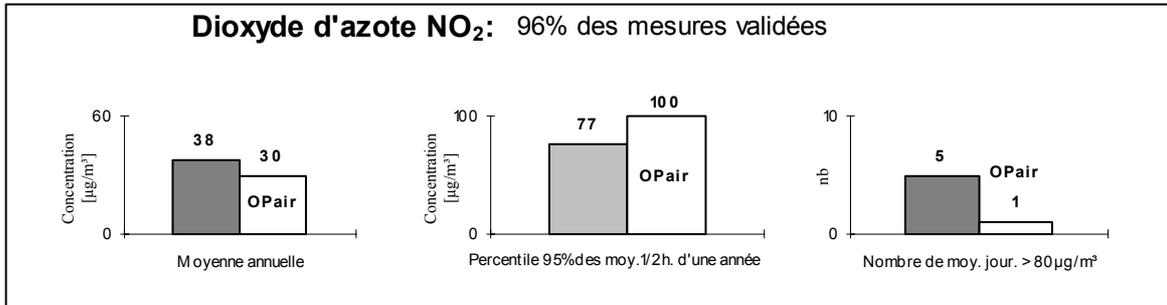
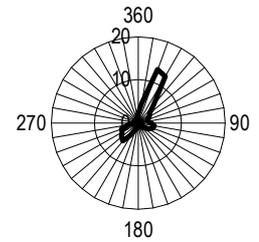
# WILSON



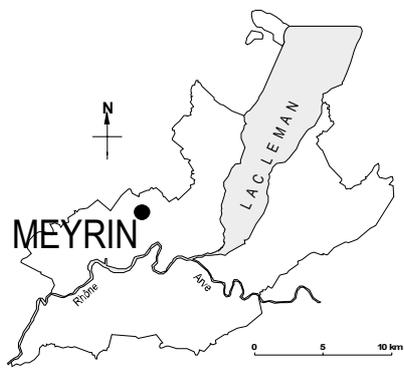
Coordonnées OTF : 500660 / 119110

Milieu urbain

# WILSON



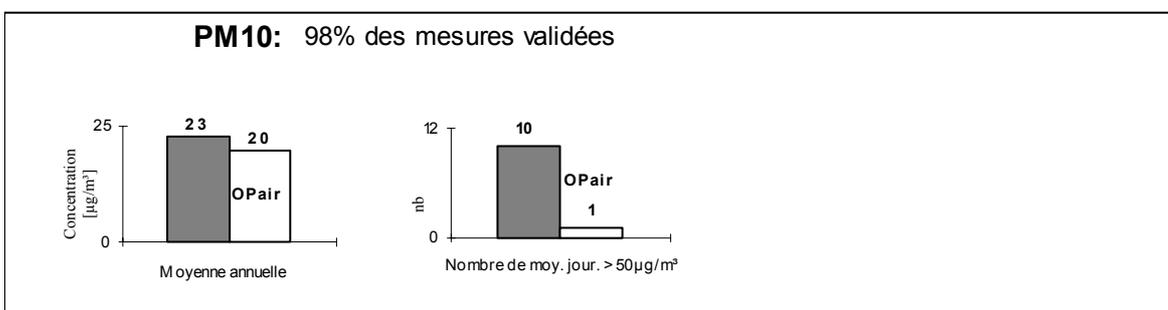
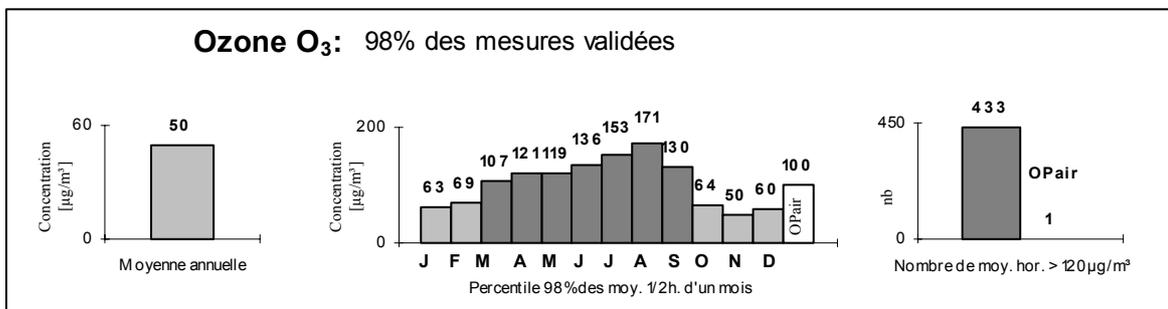
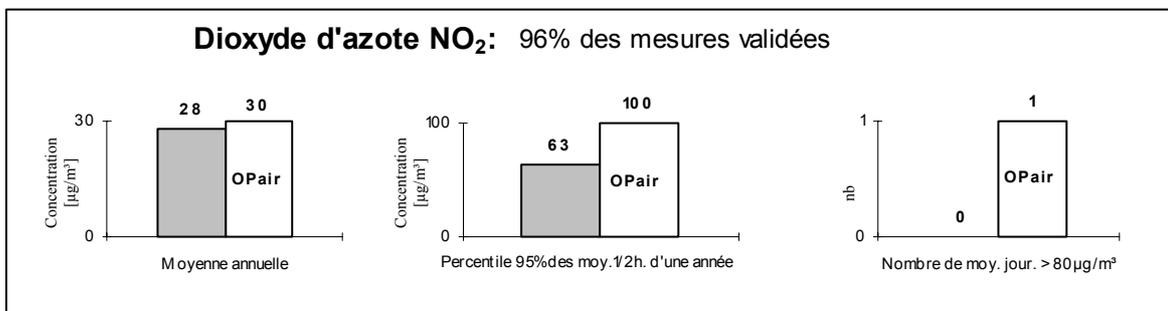
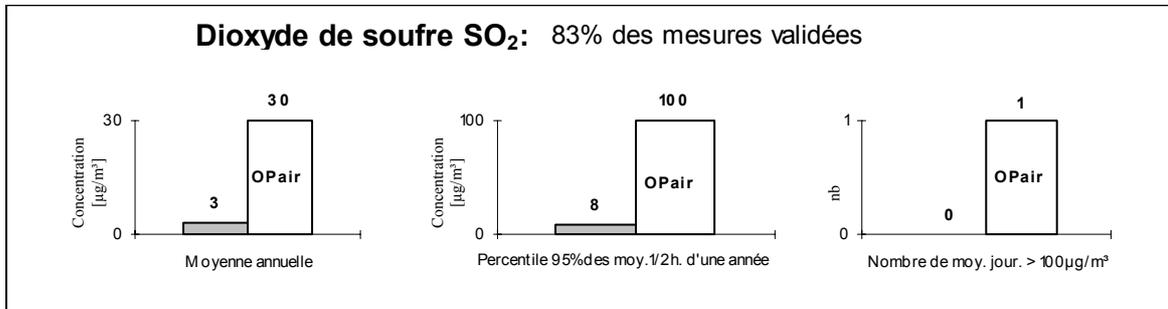
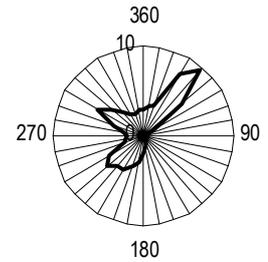
# MEYRIN



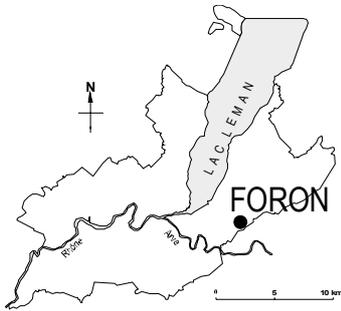
Coordonnées OTF : 494742 / 120876

Milieu suburbain

# MEYRIN



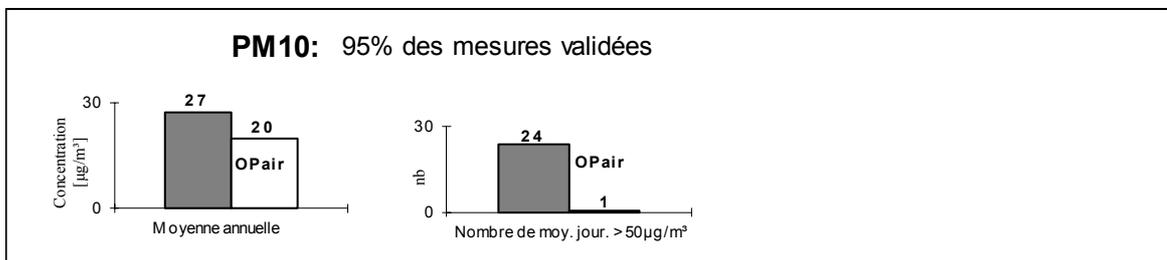
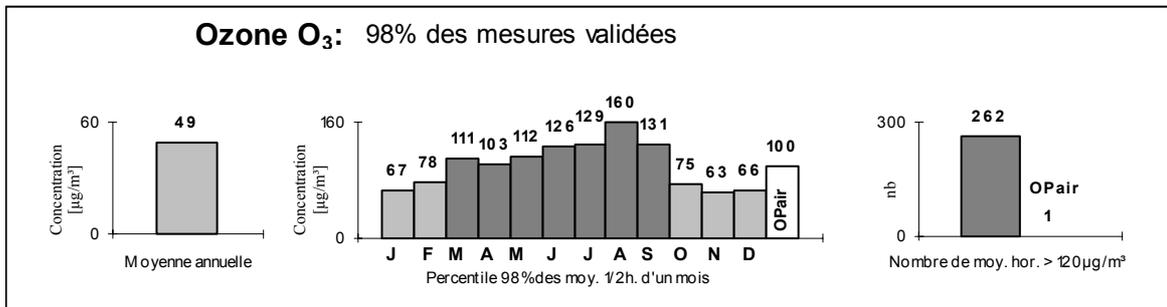
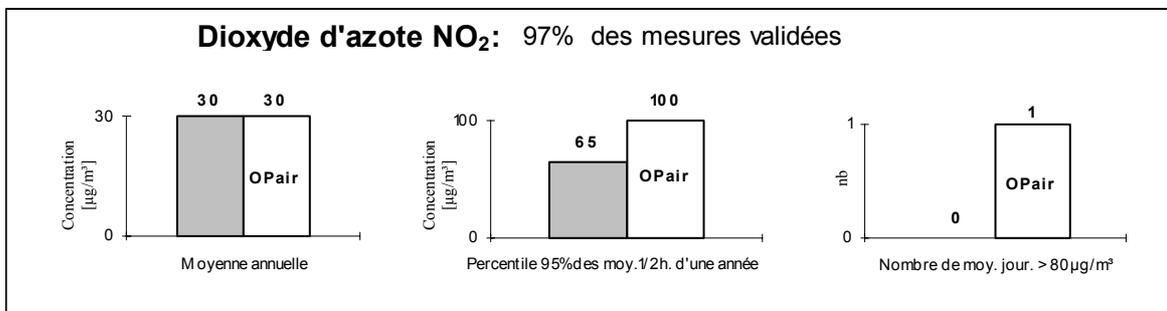
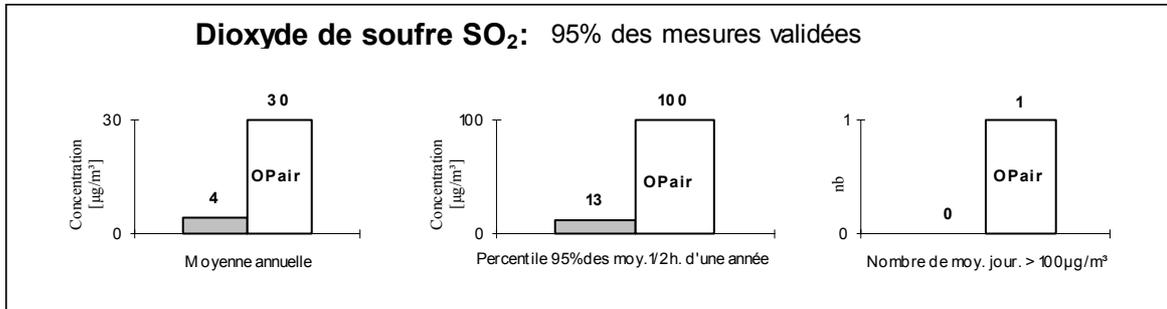
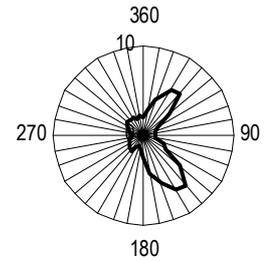
# FORON



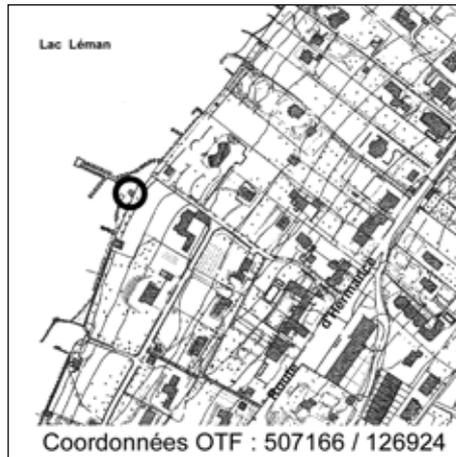
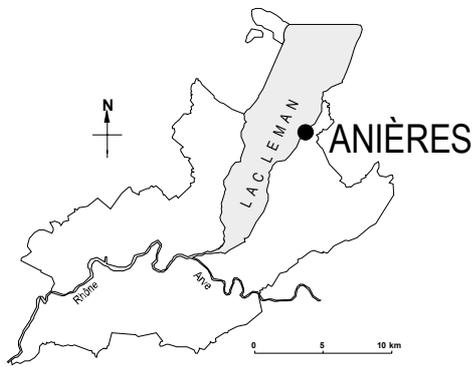
Coordonnées OTF : 505251 / 116754

Milieu suburbain

# FORON

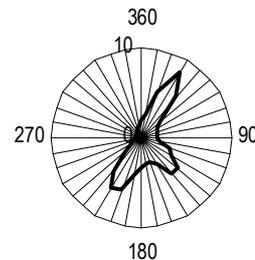


# ANIÈRES

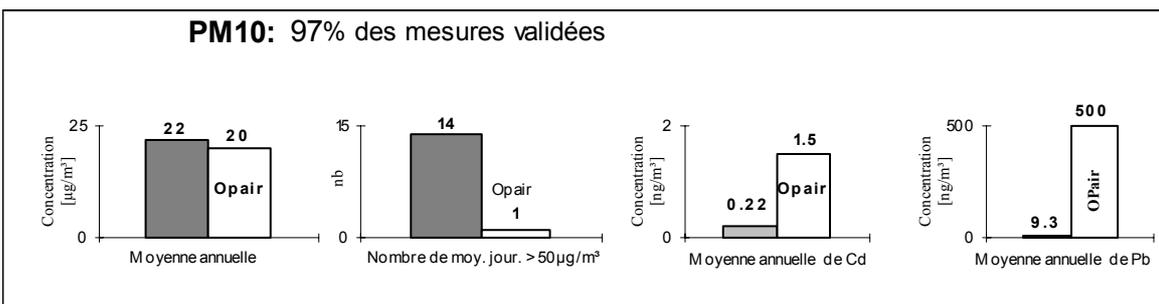
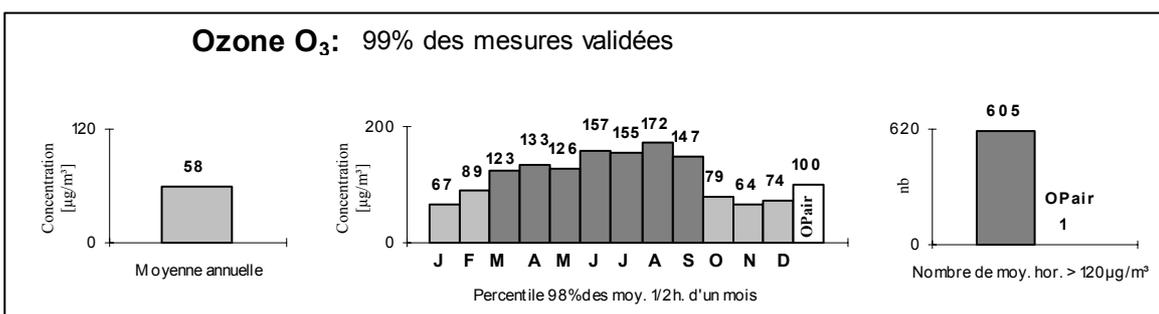
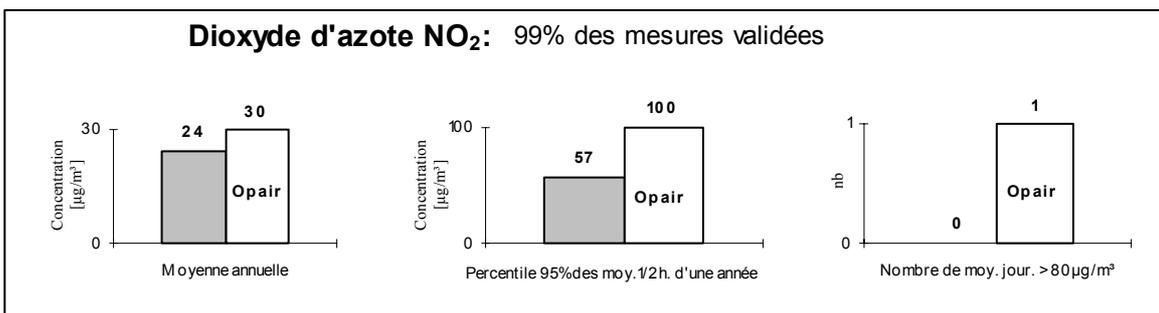
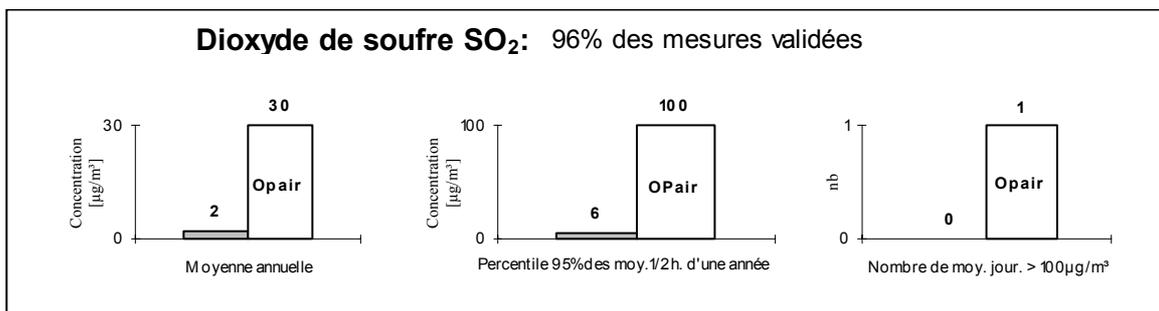


Milieu rural

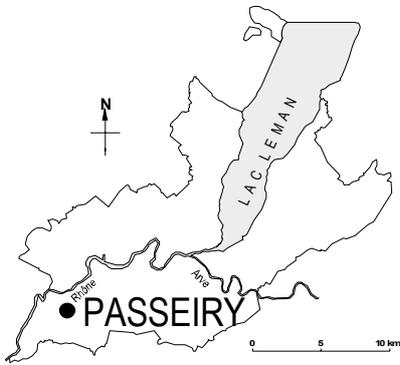
# ANIÈRES



**Nota :** La station d'Anières a changé d'emplacement depuis fin novembre 2000. Auparavant, elle était située à 1500m de l'emplacement actuel, en direction d'Hermance, et ce jusqu'au 15 novembre 2000. A cette date, une station mobile a pris le relais à l'emplacement actuel jusqu'au début janvier 2001, date à laquelle la nouvelle station fixe a fourni les premières mesures.



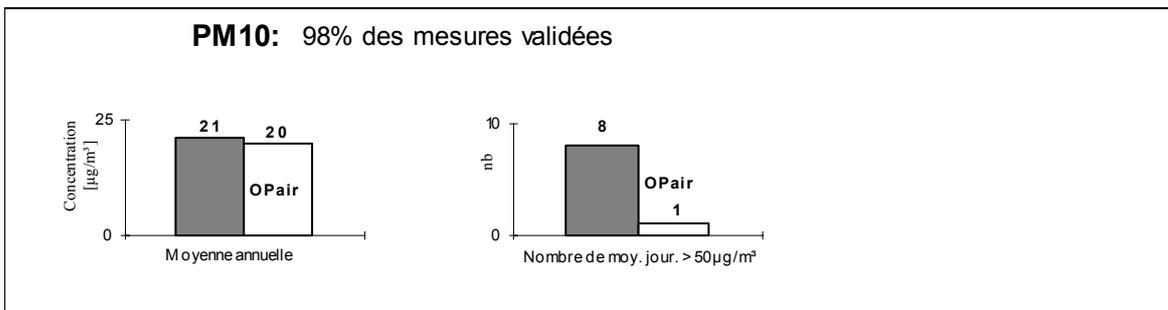
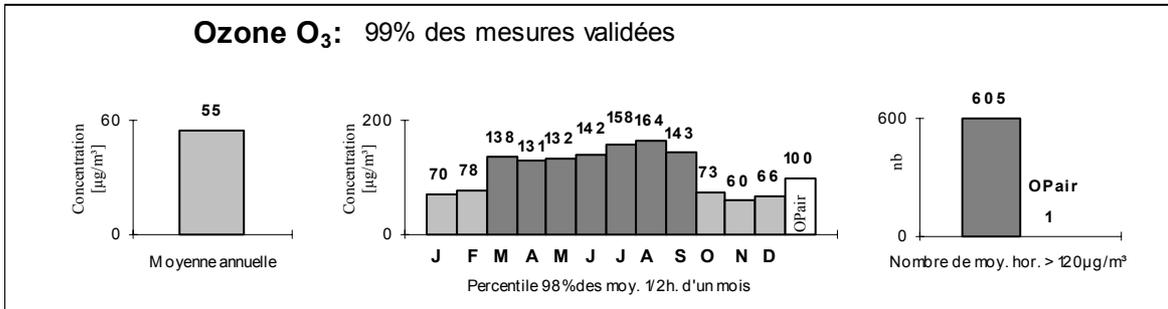
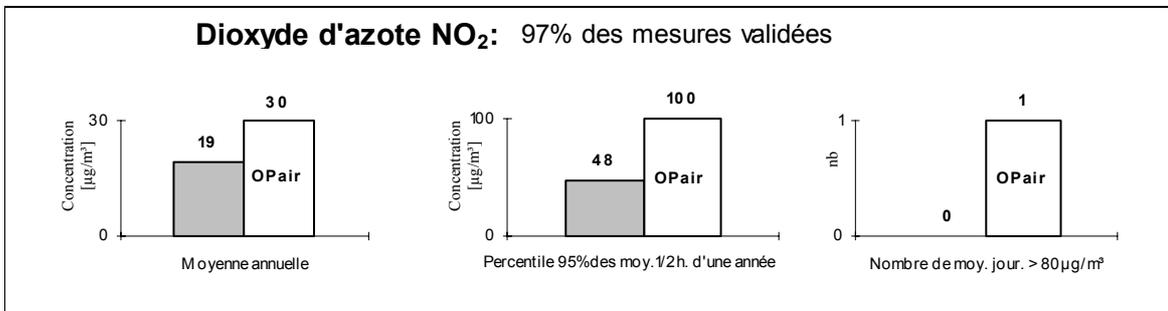
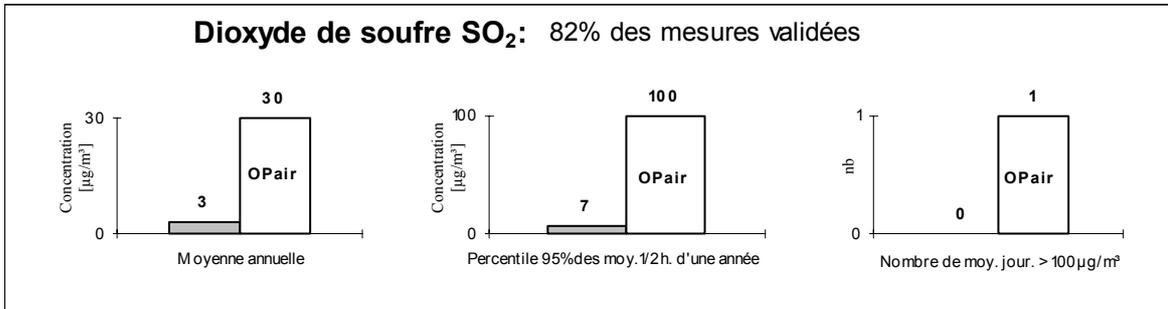
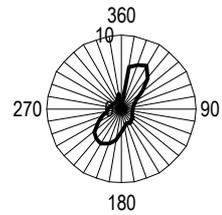
# PASSEIRY



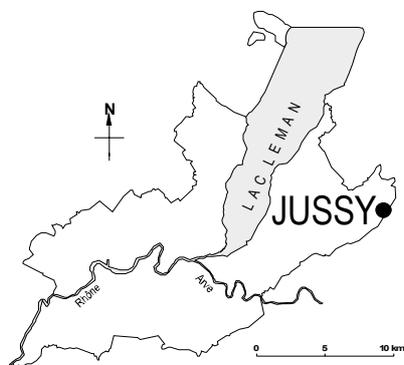
Coordonnées OTF : 489281 / 113355

Milieu rural

# PASSEIRY



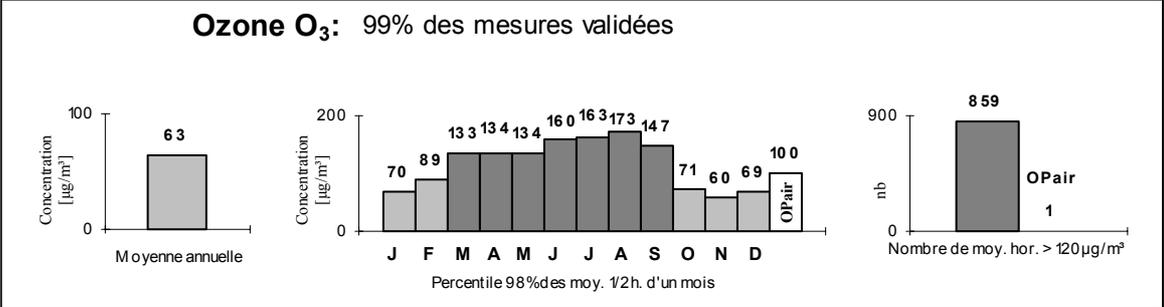
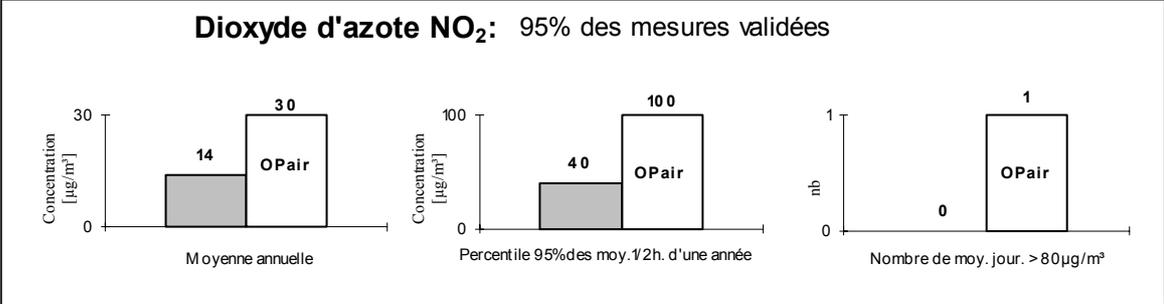
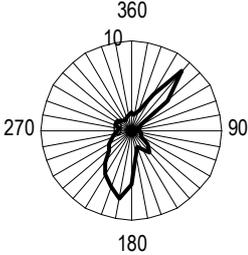
# JUSSY



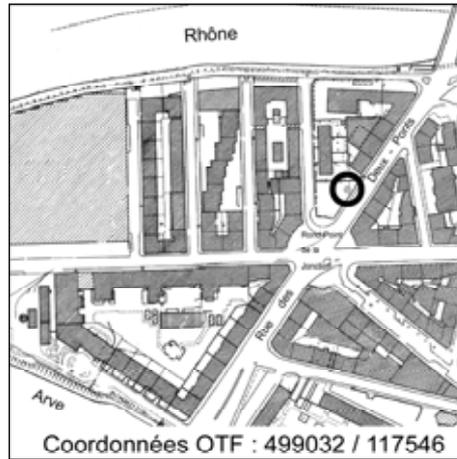
Coordonnées OTF : 511848 / 120546

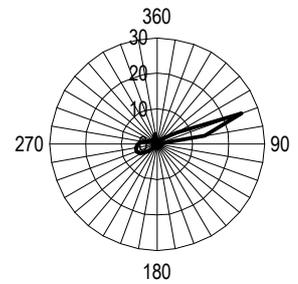
Milieu rural

# JUSSY



# DEUX-PONTS

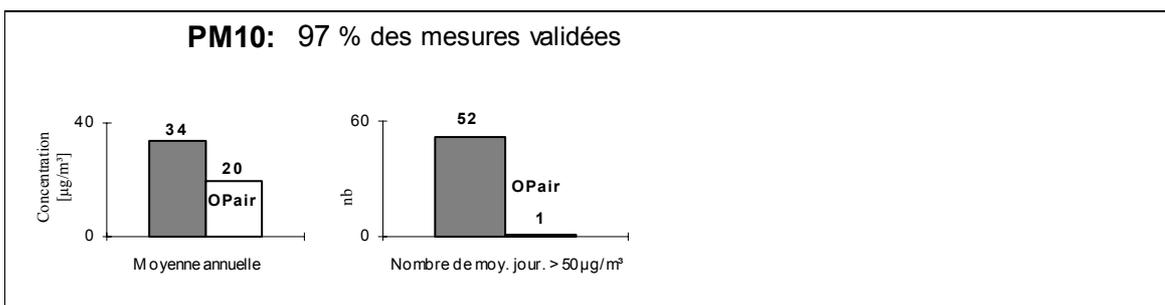
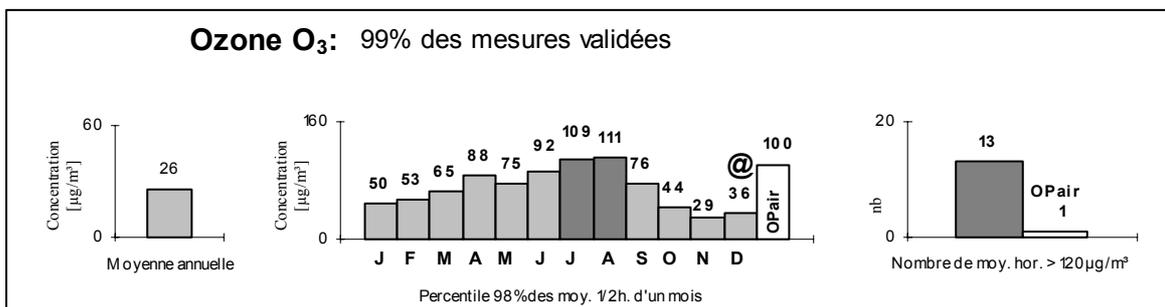
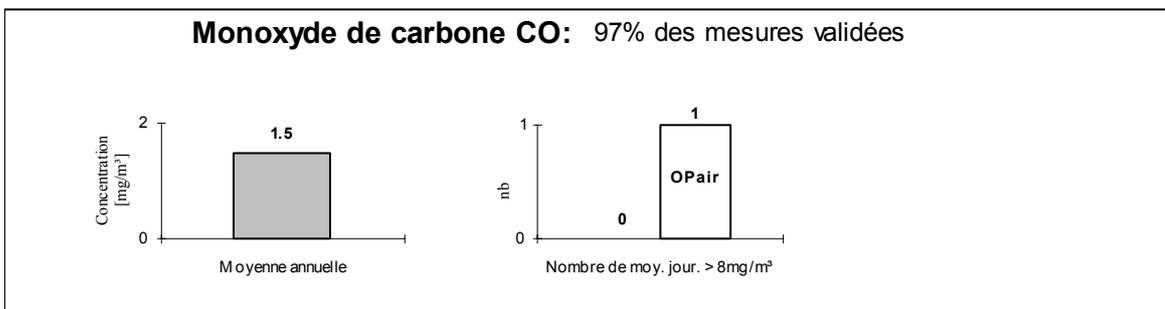
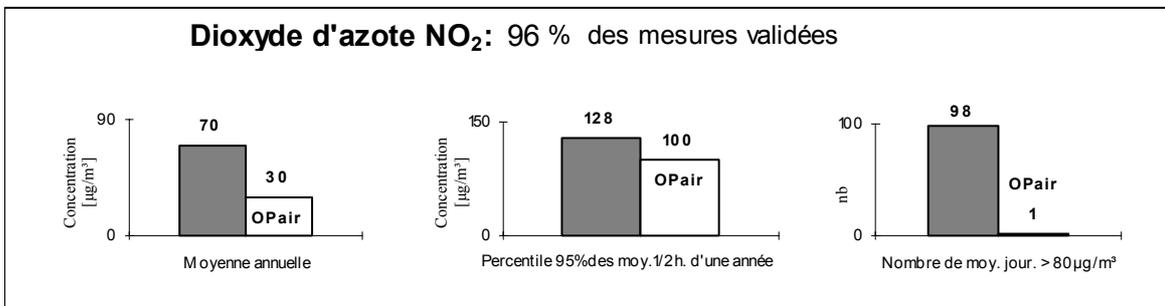
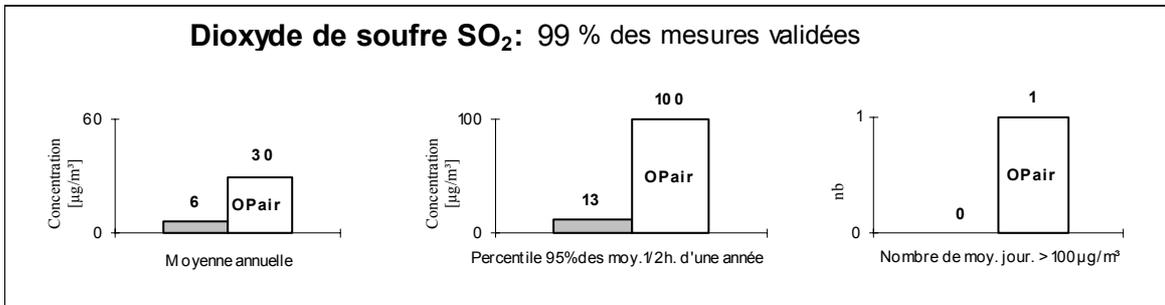




Station mobile (milieu urbain)

# DEUX-PONTS

Les mesures présentées ci-dessous concernent la période du 15.12.2002 au 14.12.2003



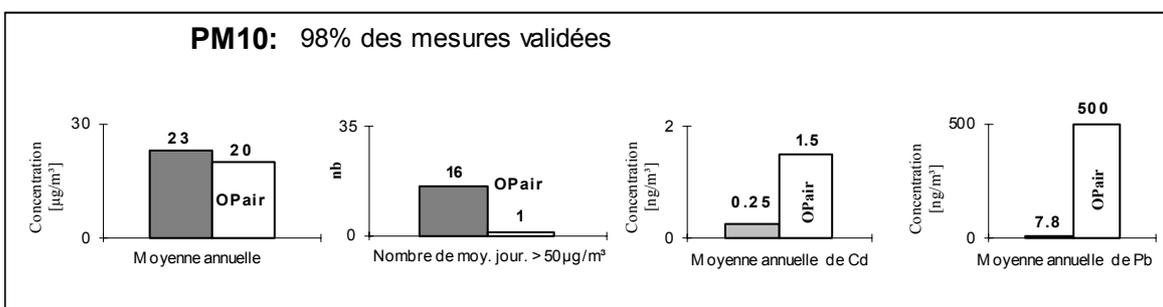
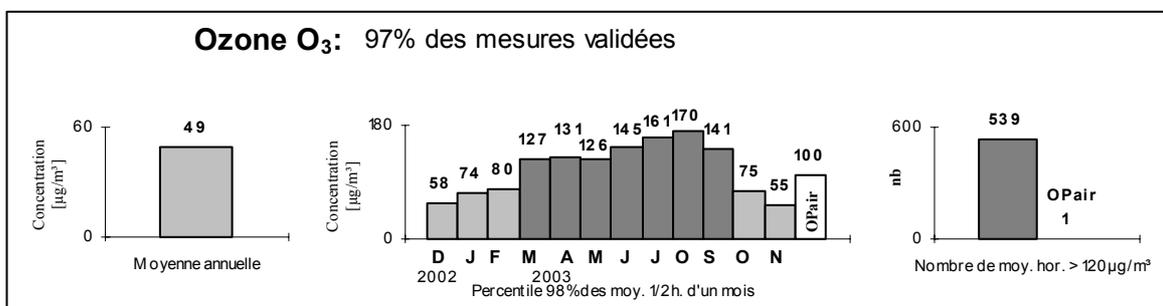
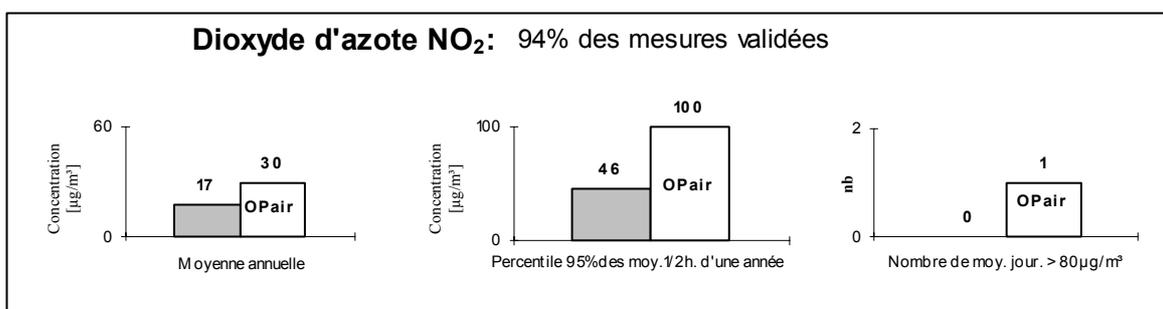
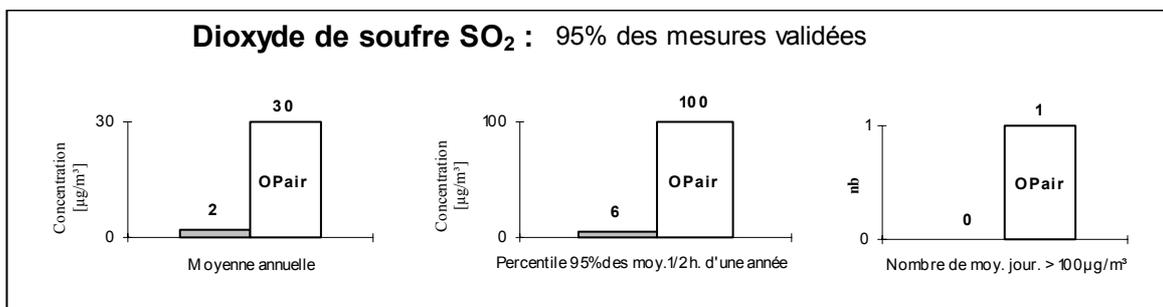
# PENEY-DESSOUS



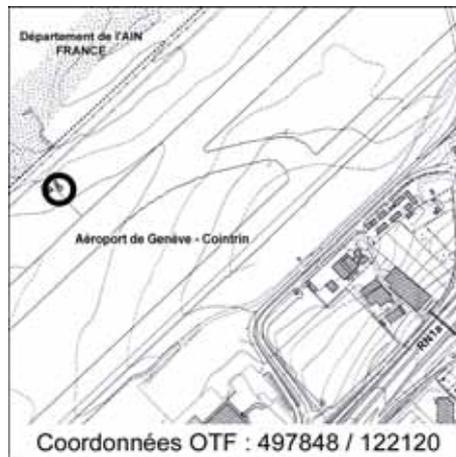
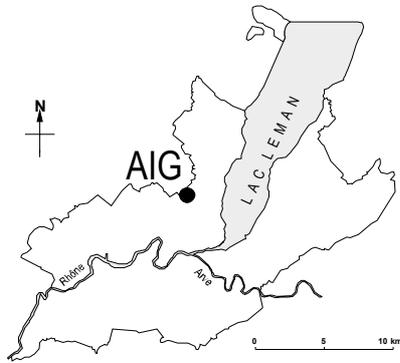
## Station mobile (milieu rural)

# PENEY-DESSOUS

Les mesures présentées ci-dessous concernent la période du 01.12.2002 au 30.11.2003

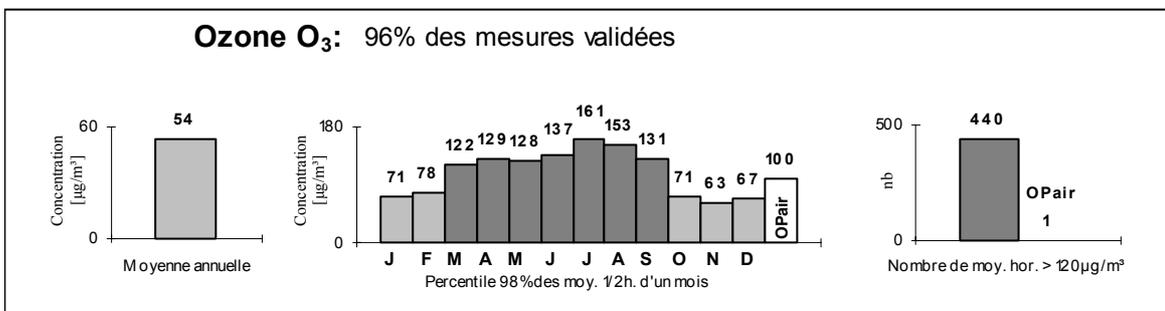
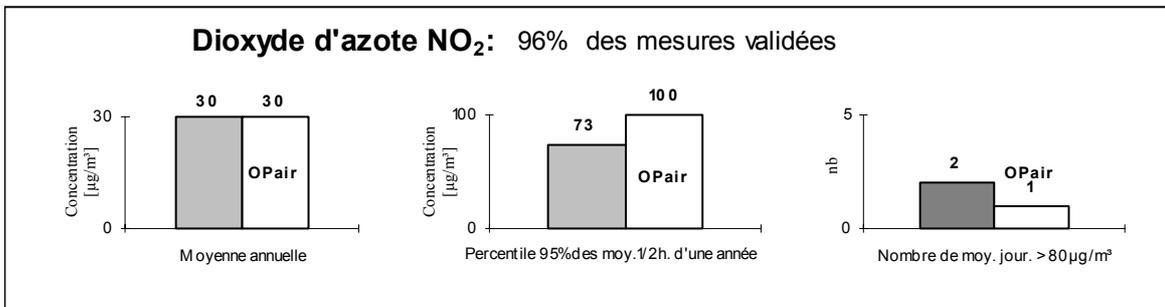
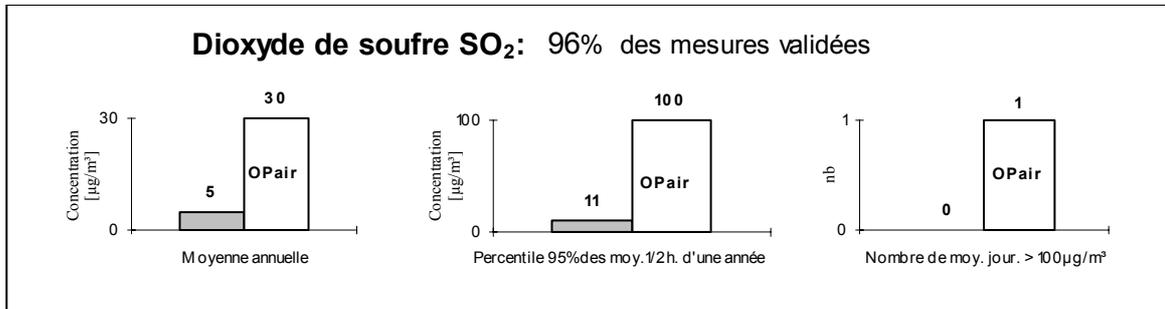
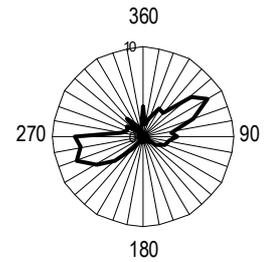


# AIG



# AIG

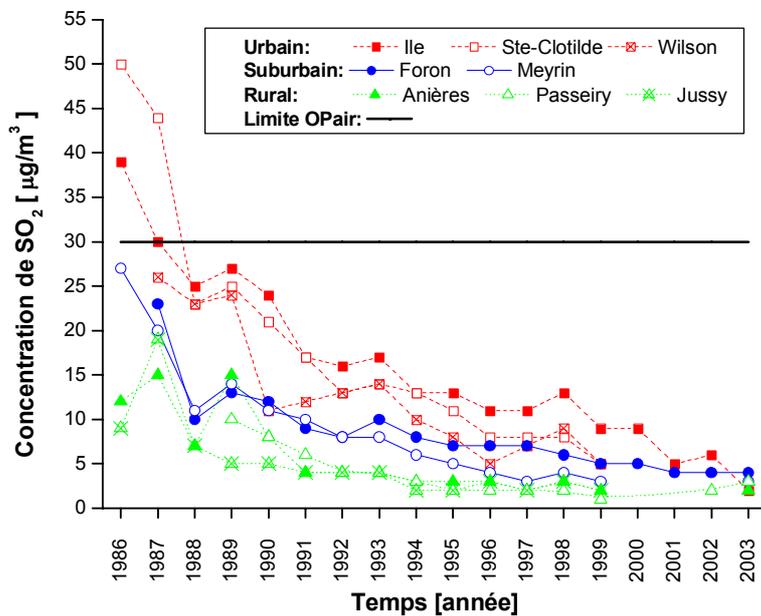
## (Aéroport International de Genève)



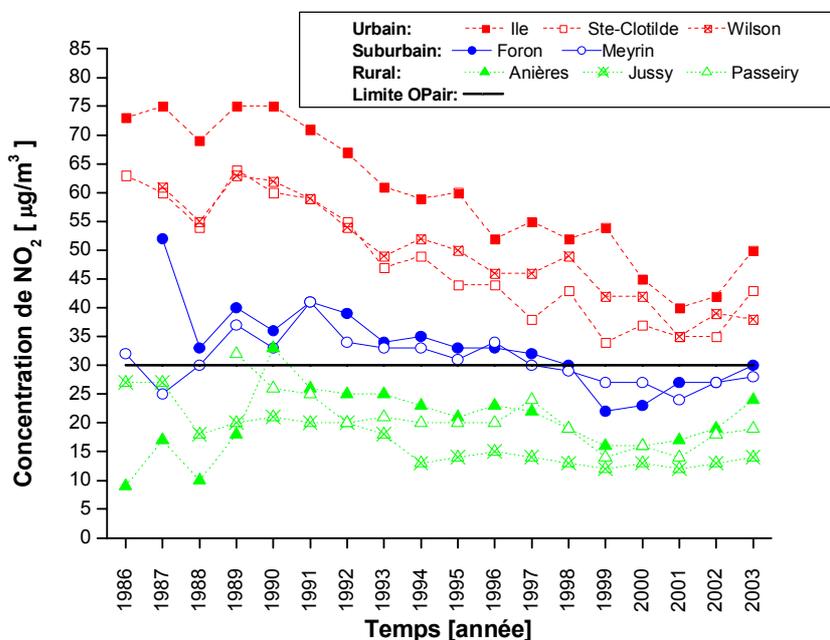


# 5. Evolution de la qualité de l'air

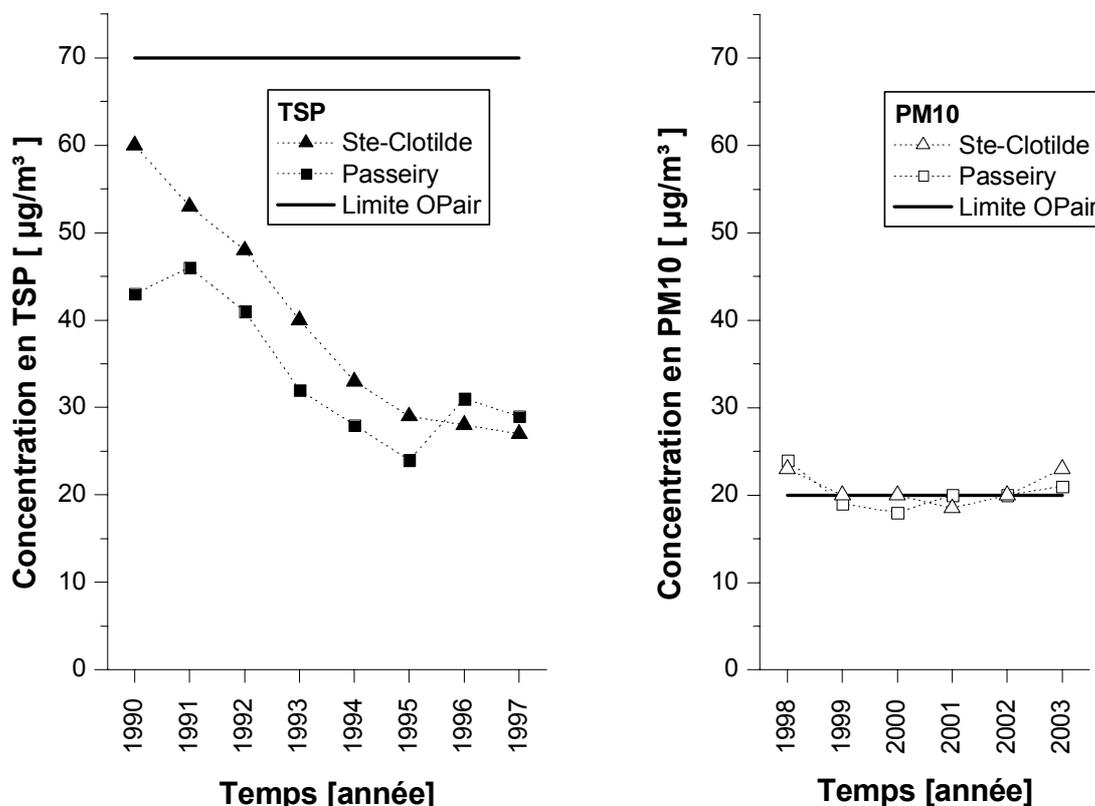
## 5.1. Moyennes annuelles de SO<sub>2</sub>



## 5.2. Moyennes annuelles de NO<sub>2</sub>



### 5.3. Moyennes annuelles des poussières en suspension totales (TSP<sup>‡</sup>) et PM10

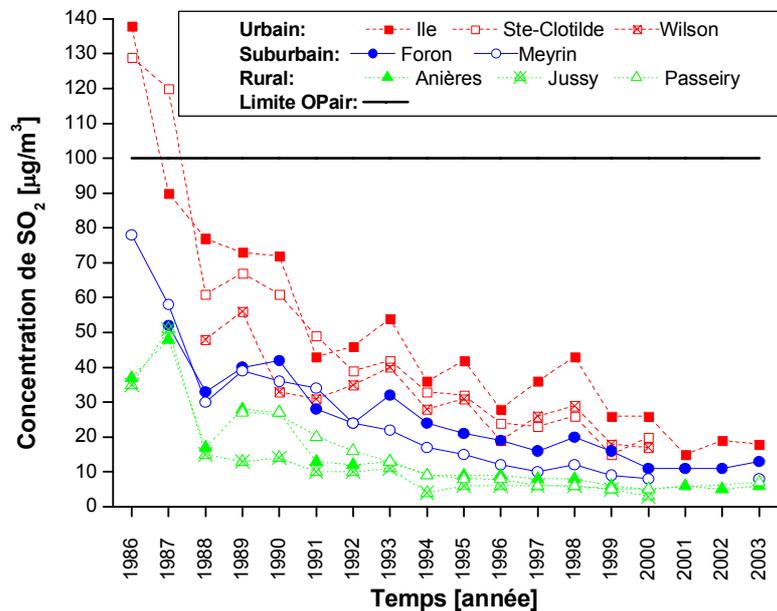


Avant 1998, les poussières en suspension totales (TSP) étaient mesurées. Suite à une modification de l'annexe 7 de l'OPair (mise à jour selon le chapitre II de l'ordonnance du 15 décembre 1997, RO 1998 223) en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> mars 1998, on ne mesure plus que les poussières en suspension dans l'air dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm (PM10).

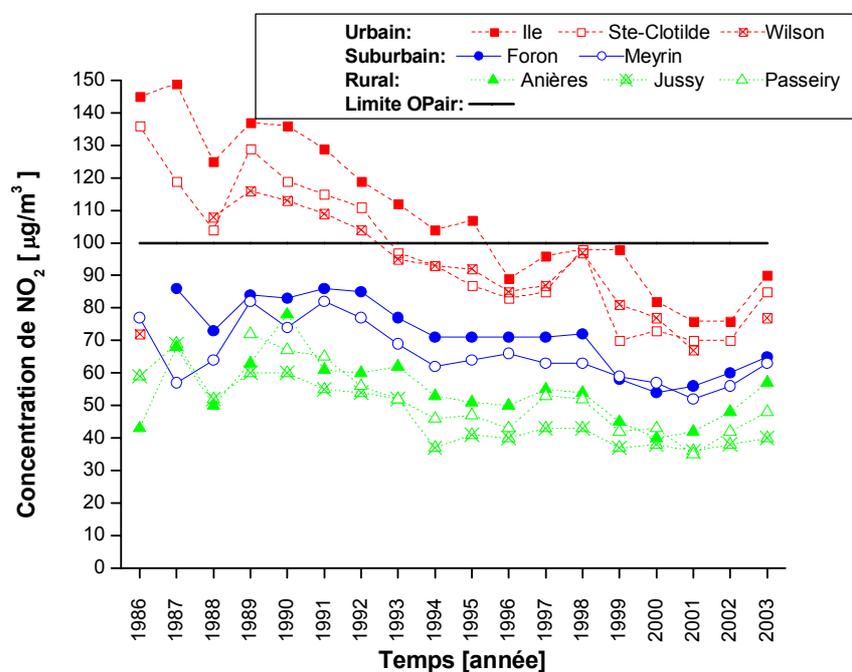
Dans la figure ci-dessus, ceci explique la « cassure » en 1998, date à partir de laquelle les PM10 ont été mesurées. Il faut noter qu'à cette date, la VLI OPair a aussi été modifiée (70 µg/m<sup>3</sup> avant 1998 pour les TSP, 20 µg/m<sup>3</sup> après 1998 pour les PM10).

<sup>‡</sup> TSP : Total suspended particulate.

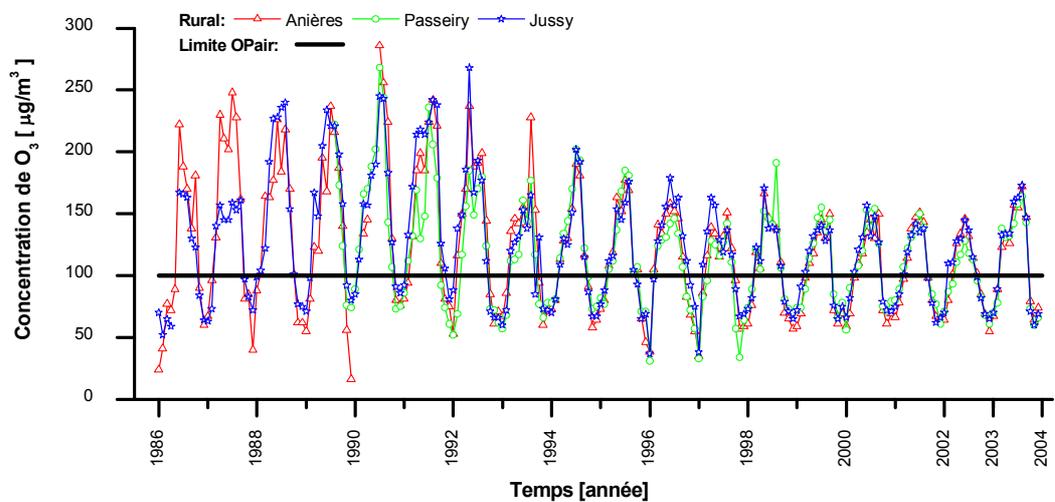
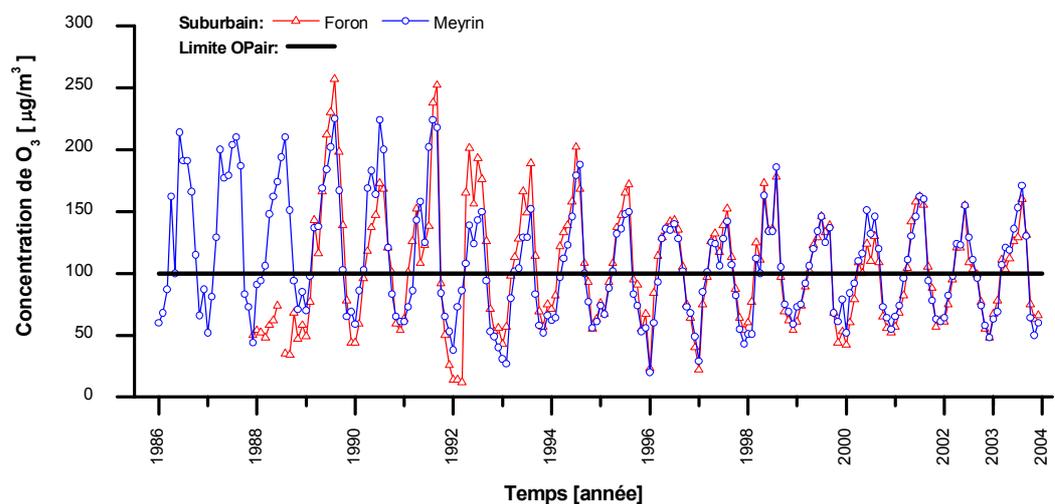
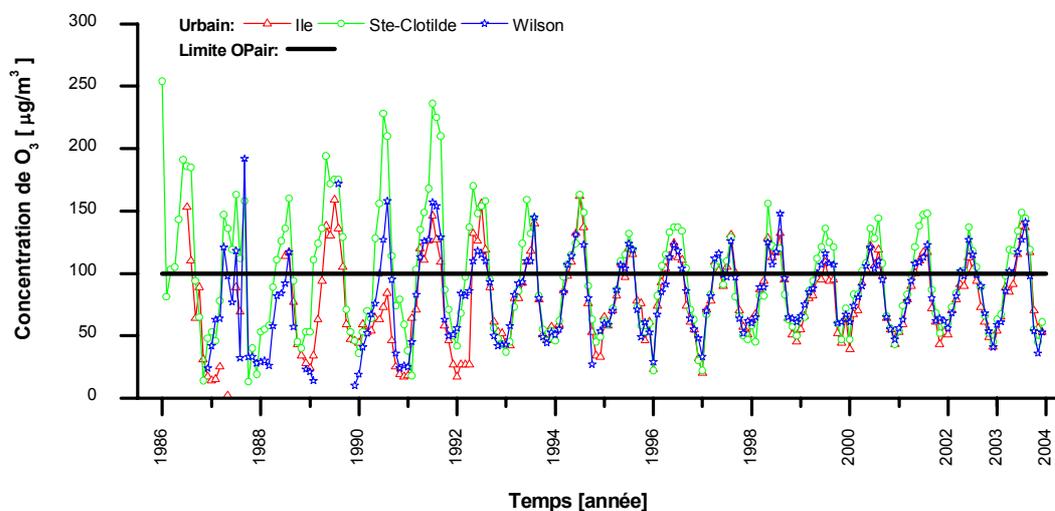
## 5.4. Percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de SO<sub>2</sub>



## 5.5. Percentiles 95 des moyennes semi-horaires annuelles de NO<sub>2</sub>

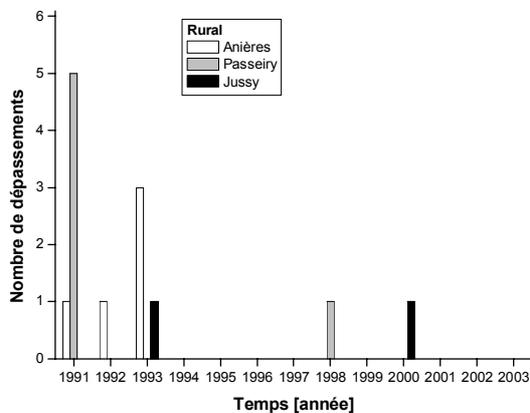
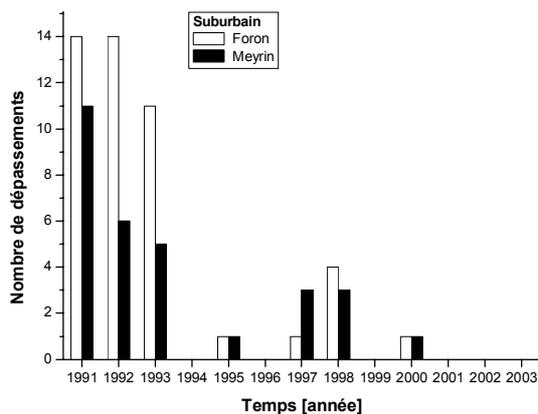
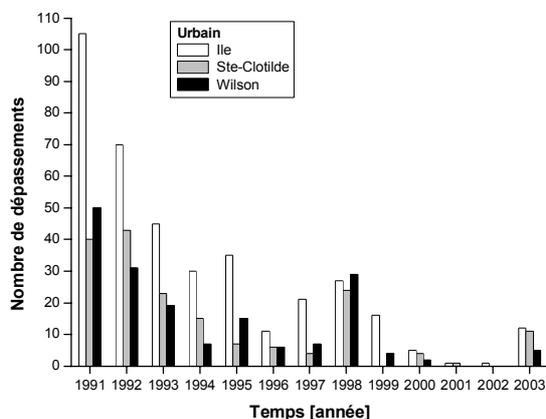


## 5.6. Percentiles 98 des moyennes semi-horaires mensuelles de O<sub>3</sub>



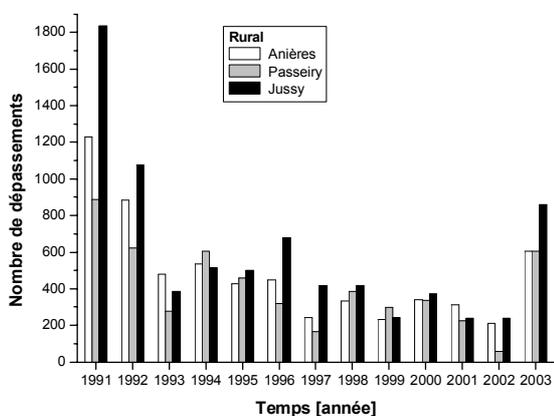
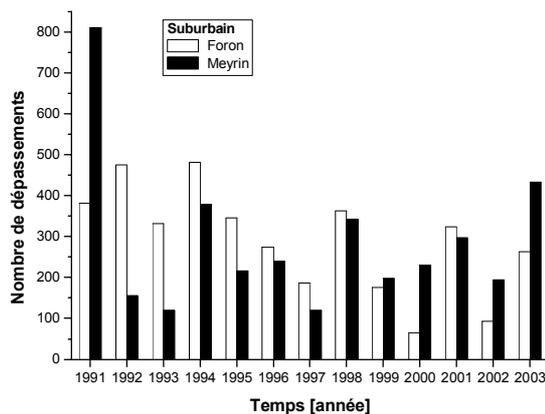
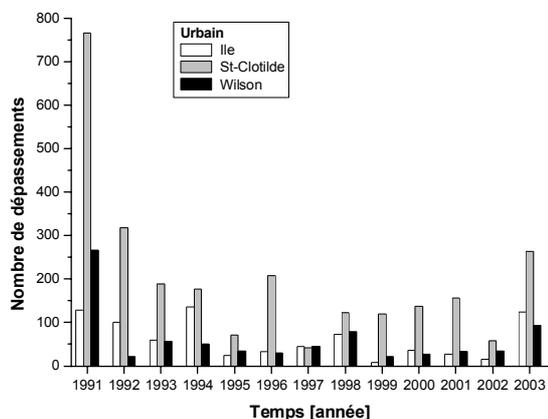
## 5.7. Nombre de dépassements de la VLI OPair journalière de NO<sub>2</sub>

NOTA : Dans les différents graphiques ci-dessous, le lecteur aura soin de faire attention aux échelles différentes sur l'axe des ordonnées, notamment pour faire des comparaisons.



## 5.8. Nombre de dépassements de la VLI O<sub>3</sub> horaire

**NOTA :** Dans les différents graphiques ci-dessous, le lecteur aura soin de faire attention aux échelles différentes sur l'axe des ordonnées, notamment pour faire des comparaisons.



# 6. Capteurs passifs : Campagne NO<sub>2</sub>

## 6.1. 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.

Cette méthode, validée en Suisse par l'OFEFP ainsi que par Cercl'Air (société suisse des responsables de l'hygiène de l'air), permet de constituer un cadastre d'immission du dioxyde d'azote sur de vastes territoires. L'interpolation de l'ensemble des mesures permet de tracer des cartes d'égalité de concentrations, qui servent à vérifier la justesse des modèles de calcul des immissions.

## 6.2. Méthodologie

### Généralités

Un capteur passif est un tube fermé à une extrémité, au fond duquel sont placées des grilles métalliques imprégnées d'une substance qui absorbe le NO<sub>2</sub>. Cette absorption crée une diffusion du NO<sub>2</sub> à l'intérieur du tube, due à la différence de concentration produite.

Cette méthode permet d'accumuler le NO<sub>2</sub> et, dès lors, de mesurer des concentrations pendant une période donnée.

### Préparation

Les tubes à diffusion en polypropylène (PP) sont préparés dans les laboratoires du Service scientifique de l'environnement. Ils sont munis de deux grilles en acier inoxydable, et de deux bouchons en polyéthylène (PE).

Les grilles en acier inox sont traitées dans du Metex 5 %, à 60°C, aux ultrasons, puis rincées à l'eau. Elles subissent ensuite un traitement de passivation à l'acide sulfurique 5 %, à 60°C, puis des rinçages à l'eau Milli-Q. Elles sont enfin séchées à l'étuve à 120°C. Ce traitement a pour but d'améliorer la mouillabilité de l'acier inox lors du dépôt de la triéthanolamine (TEA) sur les grilles.

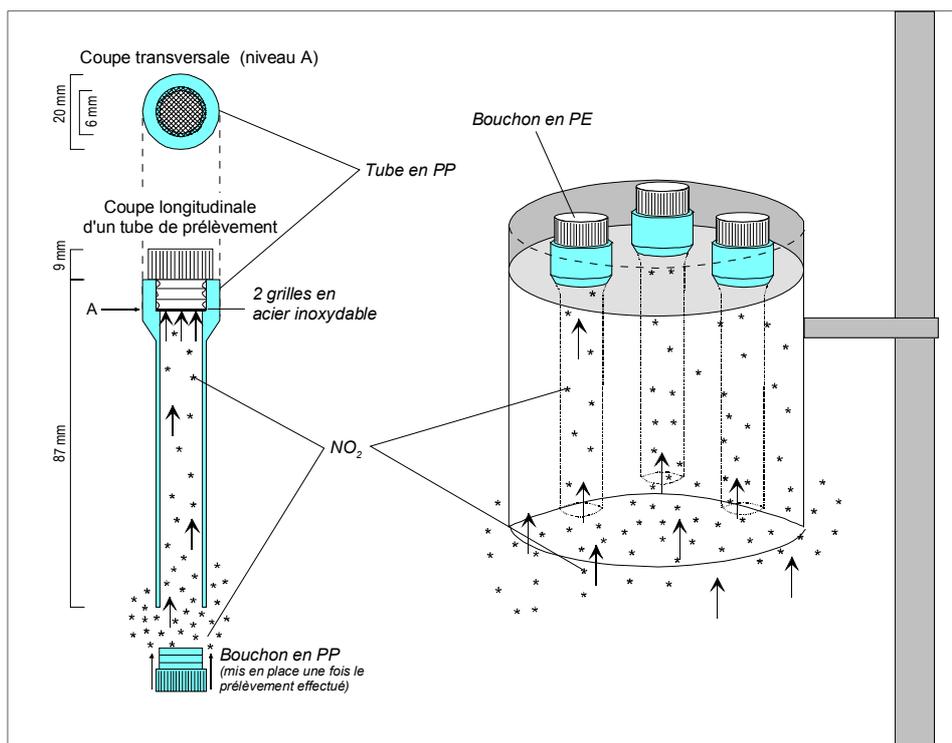
Chaque capteur reçoit deux grilles en acier inox traitées et est obturé à une extrémité par un bouchon en PE. A l'aide d'une micro pipette, 30 µl d'une solution composée de TEA 20 % sont déposés sur les grilles. Afin d'éviter toute contamination due au NO<sub>2</sub> atmosphérique ambiant, l'extrémité ouverte est alors immédiatement bouchée au moyen d'un bouchon en PE.

### Pose - dépose

Les capteurs sont ensuite installés sur le site de mesure, par lots de 3 dans des boîtiers en PP, et exposés au NO<sub>2</sub> pendant 14 jours en enlevant les bouchons inférieurs.

Au bout de cette période, les tubes sont collectés et refermés avant d'être analysés dans notre laboratoire, pour déterminer la concentration en NO<sub>2</sub> durant la période considérée.

La figure ci-après montre le schéma de principe de montage des capteurs passifs.



#### **Principe de montage des capteurs passifs de NO<sub>2</sub>**

### **Analyse**

Les tubes collectés sont analysés de la manière suivante.

Dans chaque tube, il est mis 2 ml d'eau Milli-Q ainsi que 2 ml de réactif combiné. Après 15 minutes, l'absorbance à 540 nm de chaque tube est déterminée par colorimétrie à l'aide d'un spectrophotomètre.

Un blanc et des standards de 50, 150 et 450 µg/l de NO<sub>2</sub> (nitrite de sodium) contenant 0.3 ml de TEA / 100 ml de standard sont mesurés pour déterminer une droite d'étalonnage, et par voie de conséquence, la concentration des tubes analysés.

### **6.3. Emplacements**

Afin que les capteurs soient représentatifs des concentrations moyennes d'exposition de la population au NO<sub>2</sub>, ils sont placés à des endroits qui ne constituent pas une zone de proximité immédiate des sources d'émissions.

Jusqu'à la fin 2001, les mesures correspondaient chaque année à un quart du réseau total, avec à chaque fois une partie de recouvrement commune. Le réseau total était ainsi couvert au terme de 4 ans.

Depuis le début 2002, l'ensemble des 88 points du réseau est relevé en permanence, la zone couverte par le réseau de capteurs passifs représentant une partie mixte ville – campagne, englobant l'agglomération genevoise et ses abords.

Le tableau qui se trouve en page 50 donne les emplacements des 88 boîtiers contenant les capteurs passifs de NO<sub>2</sub>, ainsi que les concentrations correspondantes pour les années 2002 et 2003.

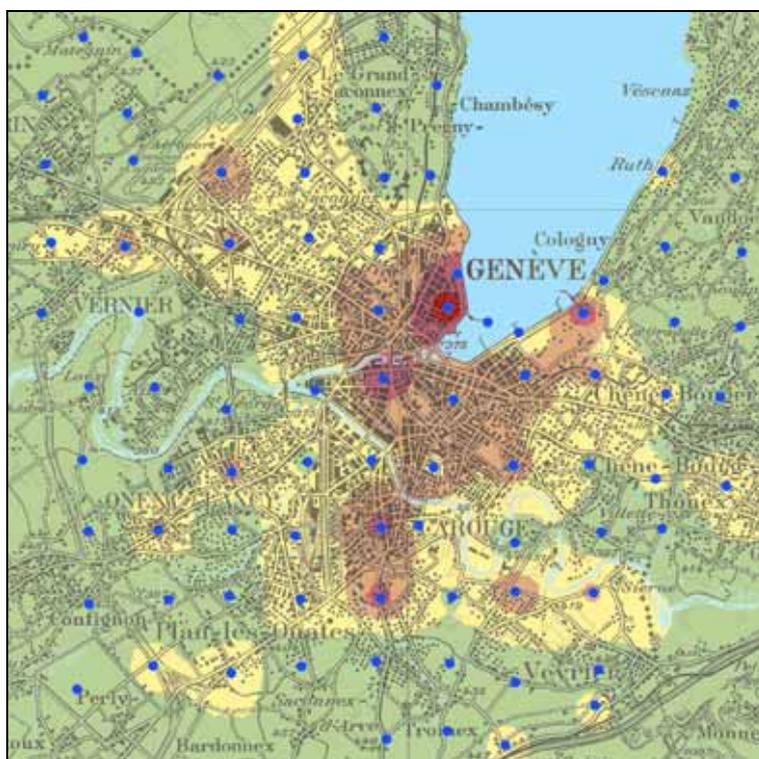
## 6.4. Résultats

Les mesures du réseau de capteurs passifs sont présentées sous la forme de cartes montrant les immissions de dioxyde d'azote en moyennes annuelles, calculées par interpolation des résultats obtenus sur les 88 points de prélèvements (indiqués par un point bleu sur la carte). Les cartes ainsi établies pour l'année 2002 et l'année 2003 se trouvent en page 48 et 49. On peut y reconnaître les zones soumises à des immissions excessives, dont la moyenne annuelle est supérieure à la VLI OPair ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Une comparaison de ces deux cartes confirme la tendance à une aggravation, en 2003, de la pollution au dioxyde d'azote sur le territoire genevois indiquée par le graphique du paragraphe 5.2. Une zone beaucoup plus étendue de l'agglomération genevoise se trouve au-dessus de la VLI OPair, la plupart des 88 points de mesure ayant connu, en moyenne, une augmentation d'environ  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (5%) entre 2002 et 2003. Pour comparaison, l'augmentation moyenne des valeurs annuelles de  $\text{NO}_2$  des 8 stations fixes du ROPAG a été de quelques  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (15%) entre ces deux années. L'année 2003 ayant été marquée, en hiver et en été, par de longues périodes anticycloniques, donc par une météorologie plus stable et moins propice à la dispersion des polluants, la forte aggravation de la pollution au  $\text{NO}_2$  peut ainsi en partie être expliquée par les conditions météorologiques.

En conclusion, il faut retenir qu'après une amélioration importante des immissions de dioxyde d'azote pendant les années 1990-2001, 2003 semble confirmer la tendance à l'aggravation amorcée dès 2001 dans l'ensemble des stations de mesure. Les données de l'année 2004 permettront de voir si cette tendance se confirme.

## Concentration moyenne du NO<sub>2</sub> pour l'année 2002



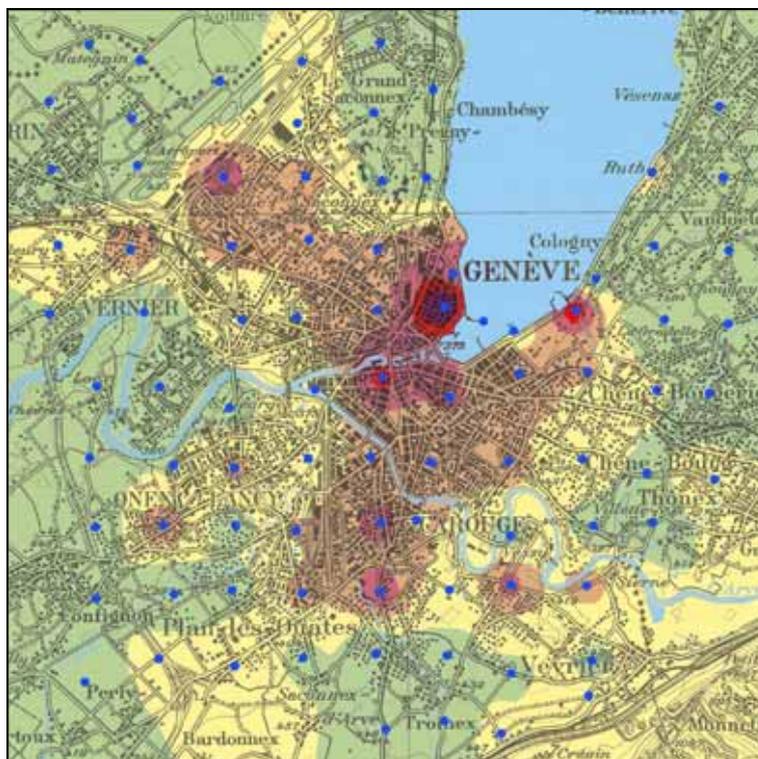
• Emplacement des capteurs passifs

Concentration moyenne annuelle de NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



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

## Concentration moyenne du NO<sub>2</sub> pour l'année 2003



- Emplacement des capteurs passifs

Concentration moyenne annuelle de NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



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

## Emplacements et concentrations moyennes annuelles des capteurs passifs

Emplacements	Coordonnées OTF		C*(NO <sub>2</sub> ) [µg/m <sup>3</sup> ]		Emplacements	Coordonnées OTF		C*(NO <sub>2</sub> ) [µg/m <sup>3</sup> ]	
	X	Y	2002	2003		X	Y	2002	2003
Rte de Prévessin	495434	122459	15.9	16.8	Prom. de St-Antoine	500605	117334	35.5	36.1
Av. A.F. Dubois	496167	122239	22.7	23.3	Rue Ernest-Block	501610	117673	32.9	33.5
Aéroport/Bois Perdriaux	497311	121917	15.6	16.5	Ch. Frank-Thomas	502588	117683	31.2	30.9
Voie des Traz/Voirie	498502	122207	30.0	30.1	Ch. de Grange-Falquet	503576	117409	26.6	26.4
Ch. de Valérie	499629	122464	21.9	23.0	Ch. des Meures	504342	117363	18.9	18.9
Ch. des Cornillons	500379	121780	23.6	20.7	Ch. des Mouilles/Rtede Loex	495413	116483	20.1	22.1
Rue des Lattes	494862	121644	16.2	16.7	Av. des Grandes-Communes	496618	116369	24.1	25.2
Ch. du Marais Long	496044	121388	16.9	17.9	Av. des Morgines	497503	116314	32.1	31.8
Ch. de la Colombelle	498422	121308	27.3	28.5	Ch. de Surville	498567	116454	24.8	26.6
Ch. Palud	499528	121458	21.7	21.8	Rte des Acacias	499461	116477	28.9	30.8
Ch. de Trémessaz	504515	121513	20.1	21.0	Rue Alcide-Jentzer	500331	116381	30.4	30.5
Rue de la Golette	494898	120665	19.3	20.2	Av. Eugène-Pittard	501444	116399	32.1	32.9
Ch. de Perrault	496128	120714	19.1	19.9	Ch. des Bougeries	502506	116417	25.2	26.0
Ch. Riant-Bosquet	497366	120544	34.5	39.6	Rte de Malagnou	503434	116212	25.8	25.1
Ch. du Pommier	498533	120537	29.3	32.0	Av. Adrien-Jeandin	504413	116106	28.9	29.7
CICR	499639	120470	23.5	23.5	Ch. de Gambay	495497	115472	20.8	22.7
Ch. de l'Impératrice	500280	120510	21.4	21.7	Ch. de l'Auberge	496473	115493	31.6	34.7
Ch. du Nant d'Argent	503528	120559	27.1	27.5	Ch. de Gilly	497508	115486	20.4	23.2
Ch. Marclay	504550	120480	15.7	16.7	Av. Eugène-Lance	498390	115409	28.7	30.8
Ch. Deley	494977	119560	26.9	29.5	Place de Sardaigne	499594	115525	37.6	38.7
Rte de Vernier	496020	119503	32.0	34.8	Rue Daniel Gevril	500315	115551	29.5	29.7
Les Avanchets	497469	119536	31.1	31.7	Stade de Vessy	501462	115314	20.8	22.5
Ch. des Crêts	498586	119622	29.5	30.9	Ch. de Rojoux	502673	115458	22.3	23.6
Square de Mesmes	499570	119479	29.3	30.5	Ch. de la Béraille	503516	115498	21.5	22.3
Station Wilson	500657	119115	37.8	39.2	Ch. des Marais	495505	114445	23.1	24.0
Ch. de Bellefontaine	502710	119020	21.8	22.3	Ch. des Charrotons	496623	114506	19.5	20.3
Ch. de la Fraidieu	503567	119499	21.1	20.8	Ch. du Nant-Boret	497463	114553	21.7	22.8
Ch. des Peutets	504637	119420	17.8	17.7	Ch. des Pontets	498463	114509	28.6	32.0
Ch. du Progrès	494846	118560	22.5	25.5	Rte de Drize	499582	114530	37.4	39.8
Ch. du Moulin-des-Frères	496211	118576	17.0	19.5	Plateau de Pinchat	500585	114543	25.0	27.2
Ch. du Croissant	497613	118465	24.3	27.3	Rte de Veyrier	501465	114614	35.2	37.1
Rue de Bourgogne	498406	118498	28.0	30.2	Rte du Stand-de-Veyrier	502559	114595	31.1	32.5
Rue Eberhardt	499562	118596	33.0	34.4	Ch. des Bis	495334	113242	17.8	19.3
Place de la Navigation	500528	118634	45.2	55.1	Rte de Base	496397	113575	27.2	28.7
Phare des Pâquis	501088	118427	25.3	27.0	Rte de Bardonnex	497492	113464	28.3	29.9
Débarcadère CGN	501518	118284	26.2	26.3	Ch. de Vers/Ch.Vandel	498479	113564	21.9	24.4
Rampe de Cologny	502420	118556	38.5	43.5	Ch. Massenet	499522	113620	18.7	19.9
Ch. des Falquets	503700	118430	15.8	16.9	Ch. Sous-le-Crêt	500545	113597	20.1	21.5
Ch. de la Seymaz	504619	118365	20.0	21.0	Ch. des Marais	501467	113325	23.5	25.0
Ch. des Blanchards (ferme)	495513	117520	19.0	21.4	Ch. des Rasses	502625	113508	23.8	24.8
Ch. Nicolas-Bogueret	496430	117511	19.3	21.1	Rte d'Annecy	499654	112532	23.7	24.8
Ferme de St-Georges	497429	117196	21.6	23.0	Rte de Pierre-Grand	500506	112643	20.2	21.3
Dépôt TPG	498667	117459	24.3	26.0	Ch. de la Cantonnière	501320	112444	26.5	27.2
Rue de la Synagogue	499622	117624	39.0	41.6	Ch. de Tatte-Simond	502578	113003	25.9	26.1

C\*(NO<sub>2</sub>) : Concentration moyenne annuelle pour le NO<sub>2</sub>.

# 7. Bilan de la pollution à l'ozone durant l'été 2003

## 7.1. Problématique

L'ozone près du sol (troposphérique) est un polluant dit « secondaire », formé sous l'effet des rayons du soleil à partir de polluants « primaires », les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et les composés organiques volatiles (COV), émis dans l'air en grande partie par le trafic, mais aussi par les industries et les ménages.

La pollution à l'ozone est un phénomène essentiellement estival puisqu'il dépend de l'ensoleillement et des températures élevées des mois d'été. A Genève, des taux d'ozone dépassant la VLI OPair horaire ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ne devant pas être dépassée plus d'une fois par année, peuvent survenir entre mai et septembre pendant les pics de chaleur.

Il est maintenant bien établi que l'ozone peut affecter la santé, notamment des petits enfants et des personnes âgées, ainsi que des sportifs et des ouvriers qui accomplissent en plein air un effort physique astreignant. En outre, les personnes souffrant de pathologies respiratoires ou cardio-vasculaires, notamment les asthmatiques, sont particulièrement sensibles à ce polluant, les allergies s'en trouvant aussi exacerbées. Les effets de l'ozone sont très variables d'un individu à l'autre et dépendent de la durée de l'exposition et de la concentration.

## 7.2. Météorologie<sup>§</sup>

Selon les relevés de MétéoSuisse, l'année 2003 fut une année exceptionnelle à bien des égards.

L'hiver a connu, la nuit surtout, un mois de février glacial. A la fin de ce mois un fort anticyclone a instauré un net redoux et un afflux d'air très sec faisant chuter, pendant le mois de mars, les valeurs d'humidité relative à des minima jamais atteints depuis les années 1901. Dès le 11 mars des températures quasi estivales étaient déjà présentes, hormis une chute du mercure aux alentours du 8 avril avec un afflux d'air froid. La dernière semaine d'avril a amené d'emblée des températures estivales.

Par la suite, la période allant de mai à août a vu une succession de records. La présence d'un anticyclone subtropical quasi permanent, dont l'influence a nettement augmenté depuis 1982, a durablement repoussé vers le nord l'air maritime frais affluant d'habitude vers la zone alpine et l'Europe centrale, hormis pendant les périodes 1-4 juillet et 30-31 août. Ainsi, la chaleur a été extrême en juin (de 6 à  $7.5^\circ\text{C}$  supérieure à la moyenne des années 1961-1990) et durant la première quinzaine d'août. Il s'agit des deux mois les plus chauds depuis les 250 dernières années. Le mois de juillet, après un début relativement frais, a été finalement aussi très chaud. L'excédent a été de 2 à  $3^\circ\text{C}$ , ce qui est considérable, mais néanmoins négligeable par rapport aux mois de juin et août.

Fin août les températures ont baissé en quelques semaines. En octobre, des afflux d'air polaire ont fait baisser la température ce qui permis par endroit l'apparition d'un manteau neigeux en altitude.

Les autres corollaires à cet anticyclone ont été un ensoleillement et une sécheresse exceptionnels. L'année 2003 a été l'une des années les plus sèches depuis 1901, le canton de Genève ayant connu un déficit hydrique marqué de 193 mm d'eau par rapport à la moyenne (1961-1990).

---

<sup>§</sup> Evaluations fournies par MétéoSuisse.

## 7.3. Mesures effectuées aux stations ROPAG

### 7.3.1. Emplacements et période de mesure

Les mesures présentées ci-après ont été effectuées dans les 8 stations fixes du réseau ROPAG, dont les emplacements sont décrits au paragraphe 3.2. La période décrite couvre les mois de mai à septembre, les pollutions à l’ozone se produisant durant la période estivale.

### 7.3.2. Détails pour l’année 2003, du 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre

#### Tableaux récapitulatifs

Les tableaux suivants présentent, pour chaque jour des mois de mai à septembre, pour l’O<sub>3</sub> :

- le nombre de dépassements de la VLI OPair de 120 µg/m<sup>3</sup> (en moyenne horaire)
- le nombre de dépassements de 180 µg/m<sup>3</sup> (en moyenne horaire)
- le maximum journalier de la concentration moyenne horaire.

Le premier dépassement de la VLI OPair horaire a été enregistré à la station de Jussy le 22 mars, inaugurant une courte série de dépassements du 23 au 27 mars.

Après quelques séries sporadiques de dépassements durant les mois d’avril et mai, avec un maxima horaire de 160 µg/m<sup>3</sup> à la station d’Anières le 17 avril, les trois mois suivants (juin – juillet – août) ont connu une suite quasi continue de dépassements de la VLI OPair horaire, causée en grande partie par la situation caniculaire de la période estivale. La valeur horaire la plus élevée de la saison, 261 µg/m<sup>3</sup>, a été enregistrée le 13 août à la station du Foron.

Les derniers dépassements sont survenus entre le 16 et le 22 septembre.

Jour	Ozone - Mai 2003																							
	Nb de dépassements de la Valeur Limite OPair (moyenne horaire) 120 µg/m <sup>3</sup>								Nb de dépassements de la moyenne horaire 180 µg/m <sup>3</sup>								Maximum horaire en µg/m <sup>3</sup>							
	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passerly	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passerly	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passerly	Anières	Jussy
01.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	71	61	101	88	110	97	109
02.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	72	73	95	79	104	97	100
03.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	81	76	102	94	104	100	113
04.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	86	66	112	90	119	113	114
05.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	106	90	83	107	111	112	131	128
06.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	97	86	74	109	110	113	121	125
07.05.2003	3	0	0	1	4	6	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	123	96	95	121	127	133	121	151
08.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	75	78	110	103	104	117	119
09.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	65	71	84	99	92	90	100
10.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	73	71	99	96	107	101	101
11.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	75	67	105	107	103	96	101
12.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92	80	77	95	106	96	112	122
13.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	74	74	96	82	105	102	84
14.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	75	83	94	89	98	101	99
15.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	81	92	113	102	115	117	117
16.05.2003	0	0	0	3	0	10	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	117	98	116	140	114	150	132	145
17.05.2003	4	0	0	6	0	12	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	129	102	119	133	110	138	130	144
18.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	87	95	100	95	94	97	103
19.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	63	67	90	90	88	100	85
20.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	67	65	84	88	89	100	83
21.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	76	63	99	95	103	111	97
22.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	48	51	71	74	72	81	85
23.05.2003	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	57	65	121	109	124	98	104
24.05.2003	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	101	85	93	97	111	113	125	137
25.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	70	69	93	79	107	96	91
26.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	47	58	67	71	70	63	64
27.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	50	61	75	85	91	81	83
28.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92	71	72	103	104	108	108	121
29.05.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	74	73	96	102	101	100	102
30.05.2003	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	115	83	87	115	111	136	115	126
31.05.2003	6	0	0	2	3	1	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	151	110	115	123	130	121	140	137

■ : Dépassement de la VLI OPair.

Jour	Ozone - Juin 2003																							
	Nb de dépassements de la Valeur Limite OPair (moyenne horaire) 120 µg/m <sup>3</sup>								Nb de dépassements de la moyenne horaire 180 µg/m <sup>3</sup>								Maximum horaire en µg/m <sup>3</sup>							
	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeray	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeray	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeray	Anières	Jussy
01.06.2003	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	83	92	126	109	118	121	107
02.06.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	99	90	109	111	116	130	130
03.06.2003	1	1	0	1	2	5	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	127	127	104	120	139	135	152	165
04.06.2003	0	1	0	0	2	5	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	113	121	103	116	127	128	154	156
05.06.2003	0	0	0	0	0	0	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	107	98	98	110	118	119	141	145
06.06.2003	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	100	81	119	121	136	124	114
07.06.2003	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	94	83	111	113	140	123	117
08.06.2003	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	104	87	88	102	110	112	112	121
09.06.2003	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	115	88	72	110	117	119	106	133
10.06.2003	1	0	0	0	1	9	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	123	114	105	117	129	140	141	158
11.06.2003	5	1	0	6	4	3	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	161	126	105	144	152	143	134	151
12.06.2003	4	2	2	4	0	9	10	11	0	0	0	0	0	0	3	3	132	150	149	134	113	139	191	212
13.06.2003	2	0	0	3	0	6	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	128	109	106	129	102	150	155	160
14.06.2003	6	0	1	8	2	9	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	149	117	123	144	127	150	144	164
15.06.2003	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	91	89	130	96	124	119	117
16.06.2003	0	0	0	0	0	7	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	116	95	98	117	101	131	130	139
17.06.2003	0	0	0	0	0	2	6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	116	107	105	112	115	123	150	162
18.06.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	82	89	98	85	111	110	117
19.06.2003	0	0	0	0	0	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	105	87	97	113	104	131	127	125
20.06.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	74	67	113	79	87	111	94
21.06.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	69	71	88	101	111	94	108
22.06.2003	7	0	0	7	0	11	8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	144	108	107	152	119	142	139	138
23.06.2003	0	0	0	0	1	2	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	117	97	112	115	123	130	130	155
24.06.2003	1	0	0	0	1	3	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	126	117	111	98	131	124	165	141
25.06.2003	2	1	1	3	4	4	11	14	0	0	0	0	0	0	0	0	133	124	121	124	139	145	175	177
26.06.2003	3	0	0	6	2	10	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	125	110	98	155	125	177	142	145
27.06.2003	0	0	0	1	2	1	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	110	103	98	121	122	121	149	151
28.06.2003	3	0	0	5	0	3	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	131	106	102	133	120	127	137	149
29.06.2003	8	1	2	6	3	10	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	137	122	125	130	126	140	132	149
30.06.2003	4	0	3	4	8	9	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	139	110	131	131	126	146	125	165

■ : Dépassement de la VLI OPair.

Jour	Ozone - Juillet 2003																							
	Nb de dépassements de la Valeur Limite OPair (moyenne horaire) 120 µg/m <sup>3</sup>								Nb de dépassements de la moyenne horaire 180 µg/m <sup>3</sup>								Maximum horaire en µg/m <sup>3</sup>							
	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeray	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeray	Anières	Jussy	Ste-Clotilde	Ile	Wilson	Meyrin	Foron	Passeray	Anières	Jussy
01.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	71	89	110	89	102	87	110
02.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	75	81	89	95	112	109	104
03.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	77	87	95	100	113	109	107
04.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	72	89	100	92	92	92	96
05.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	72	74	97	95	104	93	105
06.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	110	83	81	115	103	116	113	125
07.07.2003	3	0	0	6	2	3	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	131	110	97	140	127	132	148	169
08.07.2003	7	0	0	12	4	12	12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	137	108	118	147	129	152	149	153
09.07.2003	12	0	8	13	8	12	14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	149	117	139	160	133	172	164	172
10.07.2003	8	2	3	11	6	11	12	15	0	0	0	0	0	0	0	0	155	127	131	157	139	173	155	173
11.07.2003	7	0	0	10	0	10	9	14	0	0	0	0	0	0	0	0	130	105	113	139	119	147	141	146
12.07.2003	9	0	0	12	0	11	12	15	0	0	0	0	0	0	0	0	142	106	117	140	120	147	151	150
13.07.2003	12	1	3	14	5	12	7	15	0	0	0	0	0	0	0	0	152	124	126	150	130	151	145	154
14.07.2003	9	2	3	10	9	11	10	15	0	0	0	1	0	0	0	0	160	123	123	190	139	166	148	161
15.07.2003	9	9	6	11	4	13	11	18	0	0	0	0	0	0	0	0	146	151	138	153	134	154	167	167
16.07.2003	0	0	0	0	0	1	4	13	0	0	0	0	0	0	0	0	105	109	104	115	113	131	141	141
17.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	92	84	94	93	99	85	111
18.07.2003	0	0	0	1	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	115	89	93	126	102	128	117	130
19.07.2003	8	9	1	9	1	11	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	153	141	126	144	123	154	138	159
20.07.2003	8	8	5	12	5	11	5	16	0	0	0	0	0	0	0	0	179	170	130	155	140	141	138	179
21.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	100	94	109	91	105	117	117
22.07.2003	3	3	1	5	1	1	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	143	143	128	143	122	122	137	154
23.07.2003	7	6	5	8	1	8	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	133	132	132	140	123	137	138	157
24.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	94	102	83	114	101	104	111	122
25.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	107	95	102	118	107	117	111	141
26.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	103	105	81	117	99	116	108	129
27.07.2003	1	0	0	4	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	113	104	129	99	121	136	0
28.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	71	77	98	92	98	101	101
29.07.2003	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	104	86	97	130	101	118	100	125
30.07.2003	2	2	0	4	0	1	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	127	123	103	142	110	120	128	131
31.07.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	97	97	99	95	85	102	108

■ : Dépassement de la VLI OPair.

Jour	Ozone - Août 2003																										
	Nb de dépassements de la Valeur Limite OPair (moyenne horaire) 120 µg/m <sup>3</sup>								Nb de dépassements de la moyenne horaire 180 µg/m <sup>3</sup>								Maximum horaire en µg/m <sup>3</sup>										
	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			
01.08.2003	4	0	0	12	7	9	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	125	107	118	149	124	130	127	136			
02.08.2003	0	0	0	9	3	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	117	111	116	136	125	125	119	133			
03.08.2003	2	2	0	9	3	9	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	128	122	119	164	133	149	133	136			
04.08.2003	3	1	1	11	6	9	8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	124	123	125	157	136	154	157	151			
05.08.2003	5	4	0	11	8	10	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	140	129	117	176	144	173	174	155			
06.08.2003	6	1	5	13	11	11	12	14	0	0	0	1	0	0	0	0	142	131	145	182	147	166	168	176			
07.08.2003	5	7	6		10	10	14	14	0	0	0	0	0	0	1	0	143	142	150		175	167	180	191			
08.08.2003	0	0	0		10	5	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	113	119	111		147	151	174	149			
09.08.2003	8	5	7		13	11	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	146	135	156		151	164	171	173			
10.08.2003	7	7	7		10	10	9	13	0	0	0	0	0	0	0	0	148	142	138		167	171	156	166			
11.08.2003	1	3	0	10	9	11	11	15	0	0	0	0	2	0	0	0	125	131	118	163	154	203	149	164			
12.08.2003	8	5	5	13	11	11	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	156	136	142	177	158	171	169	173			
13.08.2003	5	7	4	12	12	11	11	18	3	0	0	5	7	0	3	4	222	180	147	234	261	180	184	193			
14.08.2003	6	7	5	17	7	14	18	19	0	0	0	0	0	0	0	0	138	142	142	156	159	150	171	167			
15.08.2003	0	0	0	7	0	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	100	107	108	125	116	125	132	131			
16.08.2003	0	0	0	10	2	8	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	114	112	107	145	122	142	148	131			
17.08.2003	1	1	0	6	1	6	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	121	123	99	145	125	133	136	127			
18.08.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	95	89	108	105	106	118	113			
19.08.2003	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	106	79	107	113	121	124	115			
20.08.2003	0	0	0	1	1	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	92	98	96	121	127	129	134	127			
21.08.2003	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	103	106	98	112	110	129	124	121			
22.08.2003	0	0	0	4	1	8	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	106	116	94	130	126	149	135	128			
23.08.2003	2	2	0	6	2	8	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	125	123	109	140	128	163	144	139			
24.08.2003	4	3	2	7	1	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	128	126	124	141	122	141	147	145			
25.08.2003	1	1	2	8	7	7	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	131	126	126	143	142	145	144	156			
26.08.2003	2	3	0	2	6	4	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	131	131	105	134	145	127	172	149			
27.08.2003	1	4	1	6	7	8	9	8	0	0	0	0	0	1	0	0	124	131	121	149	147	139	185	151			
28.08.2003	0	1	0	3	4	4	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	111	121	105	128	135	151	166	139			
29.08.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	94	84	88	108	96	103	99			
30.08.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	76	62	73	94	77	84	73			
31.08.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	86	66	82	105	87	92	88			

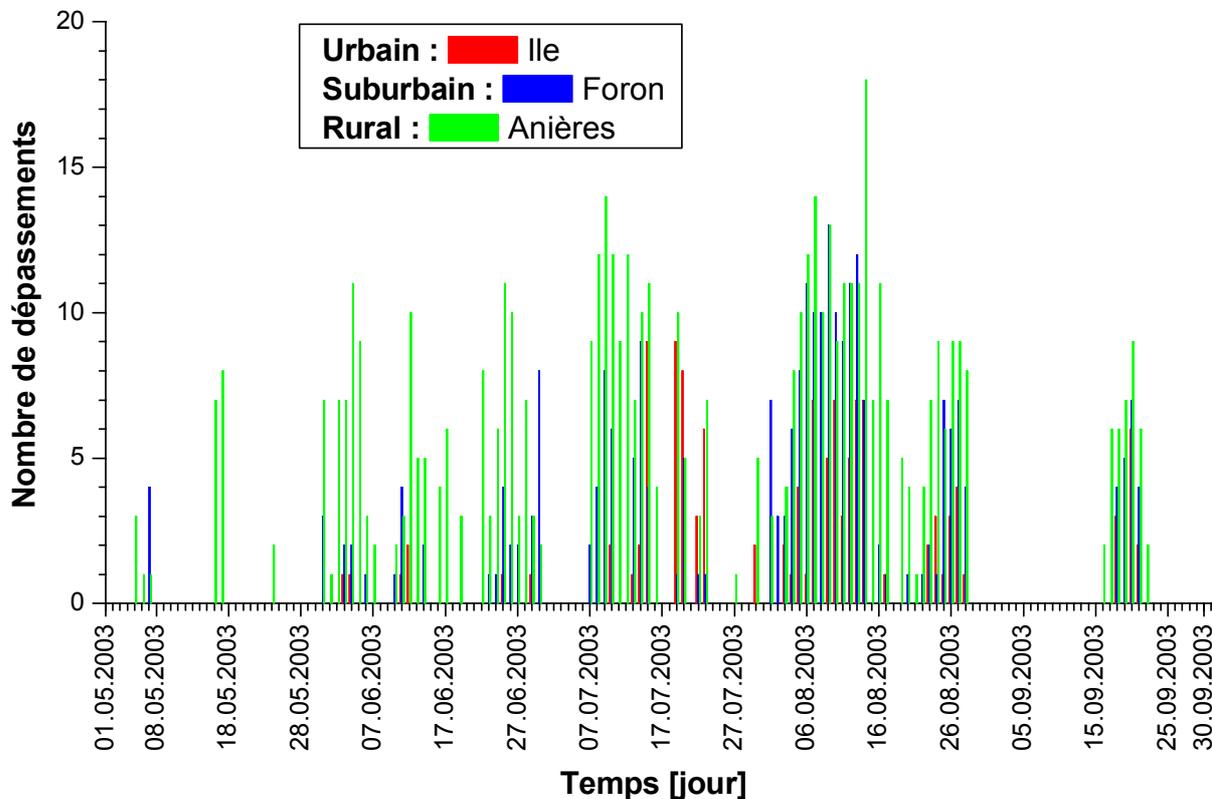
■ : Dépassement de la VLI OPair.

Jour	Ozone - Septembre 2003																										
	Nb de dépassements de la Valeur Limite OPair (moyenne horaire) 120 µg/m <sup>3</sup>								Nb de dépassements de la moyenne horaire 180 µg/m <sup>3</sup>								Maximum horaire en µg/m <sup>3</sup>										
	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			
01.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	86	89	92	103	99	104	101			
02.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	88	94	96	106	103	115	111			
03.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	83	89	89	98	99	114	105			
04.09.2003	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	97	105	94	105	111	125	117	125			
05.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	76	53	70	73	85	106	87			
06.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	96	86	89	108	97	108	109			
07.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	98	81	107	104	108	119	101			
08.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	94	85	86	90	84	105	95			
09.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	68	67	66	83	68	64	69			
10.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	81	67	74	91	85	80	94			
11.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	66	54	65	76	67	62	73			
12.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	81	73	83	97	92	89	92			
13.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	86	92	91	104	98	92	103			
14.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	83	81	88	93	83	83	91			
15.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	91	78	90	99	108	112	100			
16.09.2003	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	86	98	69	97	106	111	131	122			
17.09.2003	0	0	0	1	0	5	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	106	106	95	121	116	146	155	135			
18.09.2003	2	3	0	5	4	6	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	137	143	111	147	145	143	152	177			
19.09.2003	1	0	0	5	5	8	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	127	117	106	150	155	168	161	158			
20.09.2003	6	6	4	7	7	8	9	13	0	0	0	0	0	2	3	0	163	163	150	147	163	158	202	190			
21.09.2003	5	2	0	5	4	7	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	132	123	88	134	132	141	136	144			
22.09.2003	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66	95	92	89	115	107	123	123			
23.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	77	68	66	83	70	85	80			
24.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	60	64	61	79	67	75	58			
25.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	68	46	65	80	70	95	75			
26.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	100	90	92	105	108	119	112			
27.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	75	57	66	83	81	86	89			
28.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	59	39	60	64	67	74	68			
29.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	75	67	76	89	67	89	79			
30.09.2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	77	69	80	85	82	101	78			

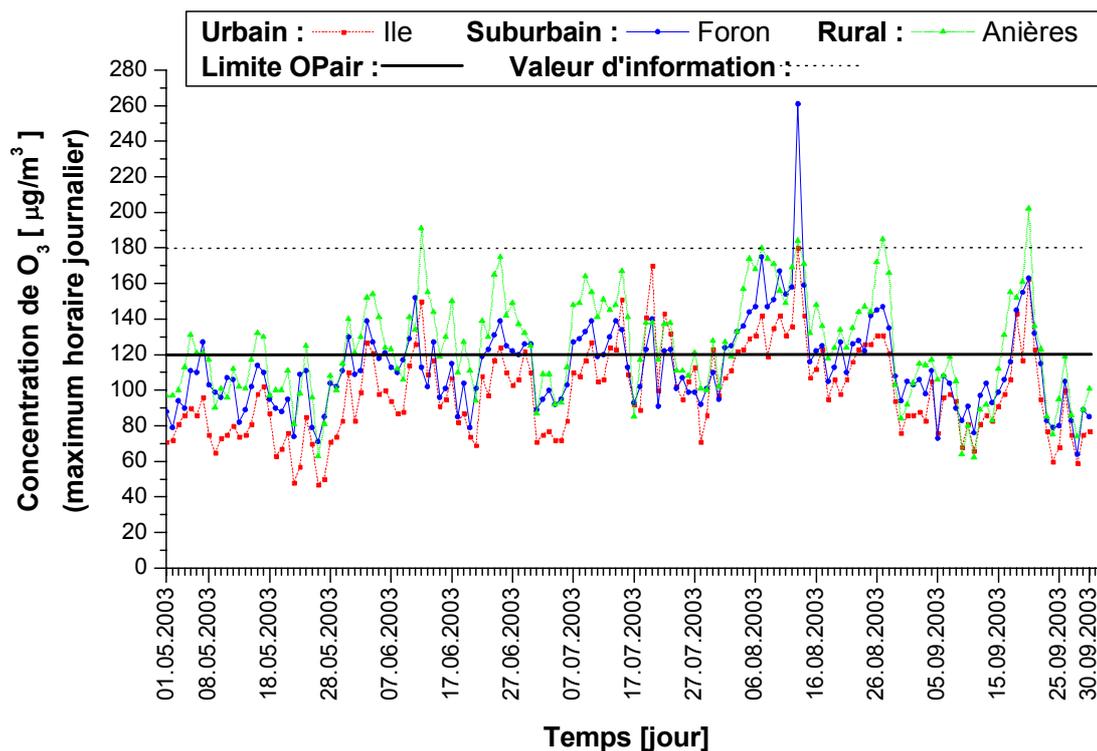
■ : Dépassement de la VLI OPair.

D'une manière plus visuelle, nous montrons ci-dessous une compilation des résultats, de mai à septembre 2003, pour les stations de l'Île (urbain), du Foron (suburbain) et d'Anières (rural).

### Nombre de dépassements de la VLI O<sub>3</sub> horaire

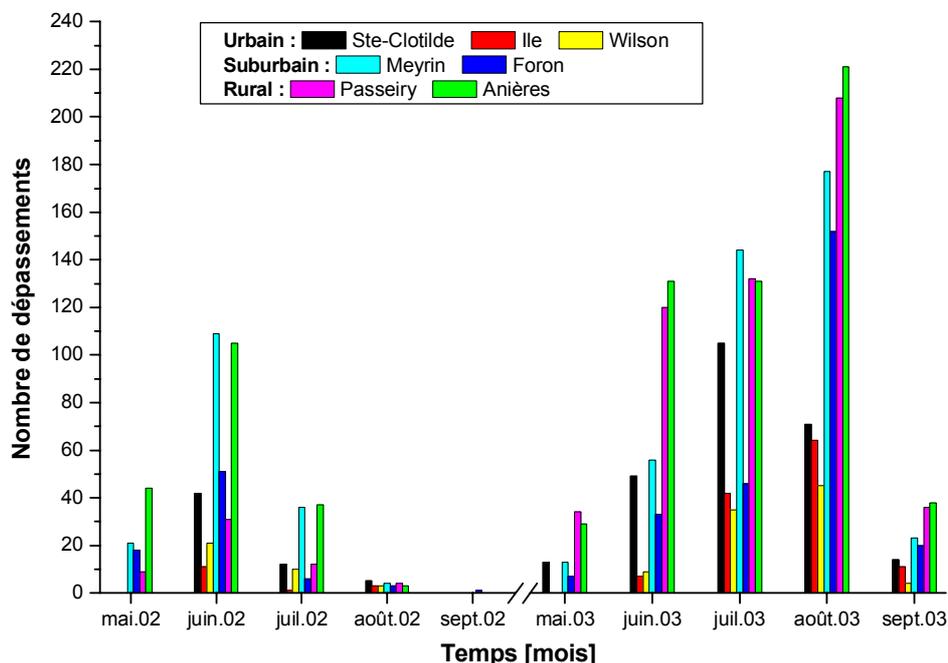


### Concentration maximale horaire journalière



### 7.3.3. Comparaison entre les années 2002 et 2003

La figure ci-après montre la comparaison du nombre de dépassements de la VLI O<sub>3</sub> horaire pour l'O<sub>3</sub> sur les périodes mai – septembre 2002 et mai – septembre 2003.



Les résultats des deux années reflètent des conditions météorologiques très différentes. Alors que l'année 2002 fut relativement « maussade », hormis un mois de juin tropical avec une série de jours consécutifs où la température a dépassé 30°C, l'année 2003 fut exceptionnelle sur bien des plans et les mois de juin, juillet et août accumulèrent les records de température.

### 7.3.4. Evolution depuis 1991

Le paragraphe 5.8 présente l'évolution, de 1991 à 2003, du nombre de dépassements de la VLI O<sub>3</sub> horaire (120 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire).

Sur ces figures on constate une tendance à la baisse, d'autant plus marquée en milieu rural, dans l'ensemble des stations de mesure depuis 1991, hormis pour 2003 qui représente une nette dégradation. Celle-ci est principalement due aux conditions météorologiques exceptionnelles.

En complément, le tableau ci-dessous donne les valeurs maximales horaires d'O<sub>3</sub> enregistrées, par année et par station.

Année	Valeur maximale horaire [µg/m <sup>3</sup> ]						
	Ile	Ste-Clotilde	Wilson	Foron	Meyrin	Anières	Passeiry
1991	230	284	211	348	348	334	276
1992	227	227	139	268	199	289	264
1993	178	206	198	236	206	324	227
1994	216	210	159	267	224	228	281
1995	156	163	155	224	195	234	261
1996	138	155	148	171	174	230	185
1997	198	172	176	198	163	182	179
1998	152	191	194	216	225	203	246
1999	130	169	142	190	183	179	210
2000	166	181	141	150	178	209	202
2001	173	201	170	218	212	212	177
2002	145	179	213	262	199	197	150
2003	180	222	156	261	234	202	203

## 7.4. Le système de prévision ozone à Genève

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.

Jusqu'en 2003, la prévision de la concentration horaire maximale d'ozone pour le lendemain parvenait de MétéoSuisse à Payerne. Théoriquement, cette prévision est valable jusqu'à la région genevoise, mais une adaptation a été faite par les soins du ROPAG. Elle consiste en une régression linéaire, issue de la comparaison entre les prévisions de MétéoSuisse-Payerne et les mesures faites à la station ROPAG de Meyrin. La prévision communiquée pendant la saison estivale 2003 a donc été « calée » sur la station de Meyrin et n'était valable, en principe, que pour cette région. La valeur du « calage » était la suivante :

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

Par extension, cette prévision a été utilisée pour la journée du lendemain à l'échelle de tout le canton de Genève, était à la base du plan d'information ozone (PIO) en 2003. Pour plus d'informations, voir le paragraphe 7.5.

Comme nous l'avons évoqué dans le rapport précédent « Gestion de la qualité de l'air 2002 », cette prévision, élaborée sur la base de la prévision ozone de MétéoSuisse-Payerne, fournissait des résultats d'une précision inégale, une situation qui s'est confirmée 2003. De plus, cette prévision présentait l'inconvénient de ne fournir une information étayée que pour une zone du canton de Genève et d'arriver trop tard pour pouvoir être diffusée dans les journaux.

Pour ces raisons, une étude a été conduite dans le but d'élaborer des prévisions du maxima horaire journalier en ozone pour chacune des 8 stations du ROPAG et, par voie de conséquence, pour pouvoir disposer des prévisions par zone (urbaine, suburbaine et rurale). Un premier travail, achevé fin 2002 et basé sur les classes (météorologiques) N, n'a pas permis d'améliorer la prévision ozone faite pour Genève sur la base de la prévision ozone de MétéoSuisse-Payerne. Lors d'une deuxième étape, le modèle prévisionnel a été fondamentalement remis en cause et une analyse détaillée des paramètres nécessaires a été menée. Courant mai 2003, un modèle simple et robuste était opérationnel, sensiblement meilleur que le précédent.

L'année 2003 a constitué une année charnière durant laquelle la prévision d'ozone faite par MétéoSuisse-Payerne a servi pour le plan d'information ozone, alors que la prévision du ROPAG était effectuée chaque jour, en parallèle, dans le but de valider cette prévision genevoise.

Au terme de la saison estivale 2003 un bilan a été tiré avec les organismes partenaires (MétéoSuisse-Genève, MétéoSuisse-Payerne, SEDE, SCPA, SScE). Cet exercice a permis de valider notre nouveau modèle genevois et de proposer des pistes permettant encore de l'améliorer. Un mandat a été lancé afin d'explorer ces pistes : les résultats de cette dernière étude seront livrés début 2004.

Pour les saisons estivales à venir, il est prévu les procédures suivantes :

- Une prévision des valeurs maximales horaires d'ozone pour le jour J+1 sera générée automatiquement vers 16h, pour les trois zones (urbaine, suburbaine et rurale), sur la base des données mesurées pendant le jour J par les stations du réseau ROPAG et des prévisions météorologiques pour le jour J+1 mises à disposition par MétéoSuisse-Genève,
- Entre les mois de mai et de septembre, la prévision d'ozone sera à disposition sur le site de l'air de l'Etat de Genève [www.geneve.ch/air](http://www.geneve.ch/air).

## 7.5. Le dispositif d'information et d'alerte à l'ozone : les cas suisse et français

### Au niveau national

Afin de lutter contre les pics d'ozone, touchant en été plusieurs cantons suisses, la Confédération ne prévoit aucune mesure spécifique à court terme. En effet, jusqu'ici, elle a considéré que seules des mesures durables, mise en œuvre à long terme, étaient à même de supprimer l'apparition du phénomène de smog estival, en agissant sur les concentrations de gaz précurseurs à la formation de l'ozone. Il est vrai que grâce à l'application rigoureuse des mesures concrètes et durables de réduction des émissions, entrées en vigueur avec les différentes révisions de l'Ordonnance sur la Protection de l'air (OPair), une amélioration notable de la qualité de l'air a été enregistrée.

La question des concepts d'alarme dans les situations où les VLI OPair 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 à disposition, 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).

Pour leur part, les cantons où les VLI OPair fixées par la Confédération sont dépassées, doivent mettre en œuvre des plans de mesures pour réduire à long terme la présence des polluants et respecter les exigences légales. Même si les pics d'ozone représentent une situation où des mesures spéciales pourraient être prises, seul le canton du Tessin, particulièrement touché par le smog estival, dispose d'un plan de mesures saisonnières ciblé plus particulièrement vers la lutte contre la pollution à l'ozone.

### L'exemple genevois

Le canton de Genève a adopté, le 2 avril 2003, un nouveau Plan de mesures OPair pour la période 2003 à 2010, ayant comme objectif l'assainissement de la qualité de l'air. Les plans précédents ont porté sur la période allant de 1991 à 2002. Ce plan contient des mesures à long terme permettant de diminuer les émissions des précurseurs de l'ozone.

Pour le cas spécifique des pics estivaux d'ozone, une procédure particulière d'information et de recommandation a été mise en place, à l'instar de la France et de l'Union européenne. Si cette dernière 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 (paragraphe 7.4). Ainsi, dans le canton de Genève, 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.

Depuis l'été 2003, où les épisodes d'ensoleillement ont été particulièrement intenses et où les mesures de la qualité de l'air ont mis en évidence des concentrations d'ozone dépassant largement la VLI OPair horaire, nombre de cantons, dont celui de Genève, ont interpellé la Confédération sur sa politique en matière de pollution à l'ozone. Le Conseil d'Etat genevois n'a néanmoins pas attendu la Confédération pour adopter, le 19 août 2003, un extrait de procès-verbal relatif à la mise en place, dès 2004, de mesures nouvelles, particulières ou en tout cas exceptionnelles permettant de réduire la concentration d'ozone en région genevoise.

Par ce biais, le Conseil d'Etat a:

- institué un groupe de travail interdépartemental,
- chargé ce groupe de travail
  - d'évaluer les atteintes à la santé provoquées par l'ozone et les effets des mesures à long et à court terme sur la diminution de la concentration d'ozone ;
  - de proposer des mesures "saisonnnières" à appliquer dans le cadre de l'intensification de la mise en œuvre du Plan de mesures OPair 2003-2010 ;
  - de présenter un catalogue de mesures d'urgence à mettre en œuvre en cas d'immissions excessives d'ozone ;
  - de déterminer la valeur d'alarme justifiant une intervention de l'Etat pour la mise en œuvre de mesures d'urgence ;
  - de préparer les différents projets d'arrêtés et de décisions nécessaires à l'application de ces mesures.

### **En France**

La France a repris, dans sa législation, les concentrations de référence fixées par l'Union Européenne. Ainsi, elle a 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 :

#### *- Le 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 afin que les personnes sensibles ou fragiles adaptent leurs activités, afin de se protéger des effets potentiellement néfastes de l'ozone.

#### *- Le seuil d'alerte*

Jusqu'en septembre 2003, il correspondait 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 une nouvelle directive européenne de février 2002, et est devenu effectif en septembre 2003 (délai de 18 mois pour la transcription en Droit français).

Face à la situation très critique de la pollution à l'ozone durant l'été 2003, Mme Roselyne Bachelot, ministre de l'Ecologie, a présenté le 5 novembre 2003 au Conseil des ministres un « plan air » destiné à prévenir les épisodes de pollution. Ce plan prévoit de répondre de manière graduée à un problème de pollution à l'ozone et d'avoir recours à la circulation alternée (en plus de toutes les mesures de restriction des niveaux précédents) en dernier recours, en cas de dépassement de la valeur de  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Par contre, dès  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  des réductions de vitesses maximales et des émissions industrielles doivent être effectuées. Dès  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  s'ajoutent des limitations concernant les transports routiers de transit.



# 8. Mesure du dioxyde de carbone en milieu forestier

## 8.1. Introduction

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), principal gaz à effet de serre est produit par tous les processus de combustion, allant des moteurs des voitures aux chauffages industriels, liés à l'utilisation de carburants et de combustibles fossiles.

Du point de vue sanitaire, le CO<sub>2</sub> ne présente pas de risque, puisque sa concentration dans l'air (environ 360 ppm à l'heure actuelle) est bien inférieure à la valeur de son seuil de toxicité (en Allemagne la VLI de moyenne exposition admise dans les locaux de travail est de 2'000 à 5'000 ppm). L'OPair ne fixe donc pas de VLI pour ce composant.

Depuis quelques années, le CO<sub>2</sub> est cependant au centre du débat sur le développement durable car l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre représente une menace pour le climat. L'effet de serre résulte de l'échauffement des couches inférieures de l'atmosphère dû à la présence de certains gaz (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC, et autres) qui absorbent le rayonnement solaire. Il a pour conséquence diverses perturbations climatiques (réchauffement, sécheresses, pluies accrues, ouragans, élévation du niveau des océans, ...).

L'analyse des micro-bulles d'air contenues dans les carottes de glace polaire a permis de mesurer rétrospectivement les concentrations en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Ces études ont montré que la concentration du CO<sub>2</sub> a fluctué entre 200 et 280 ppm pendant environ 200'000 ans. Elle n'a commencé à augmenter que depuis 1750, soit au début de l'ère industrielle, pour se confirmer depuis 1850, fin du « petit âge glaciaire », avec une augmentation quasi exponentielle. Devant l'ampleur des enjeux, les participants à la conférence de Kyoto de 1997 se sont engagés à réduire les émissions de six gaz à effet de serre de 5.2%, entre 2008 et 2012, par rapport aux niveaux de 1990. La Suisse s'est engagée pour sa part à les réduire de 10% d'ici à 2010, et a ratifié le 9 juillet 2003 le protocole de Kyoto, principal instrument international pour tenter de réguler les émissions de CO<sub>2</sub>, sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies.

La campagne de mesure du dioxyde de carbone sur le territoire cantonal commencée en 2000, permettant de répondre de manière objective à de nombreuses demandes de la population, s'est poursuivie en 2003. Comme les années précédentes, l'emplacement choisi reste la station de mesure de Jussy, située en forêt et éloignée des sources d'émissions de CO<sub>2</sub>.

## 8.2. 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.

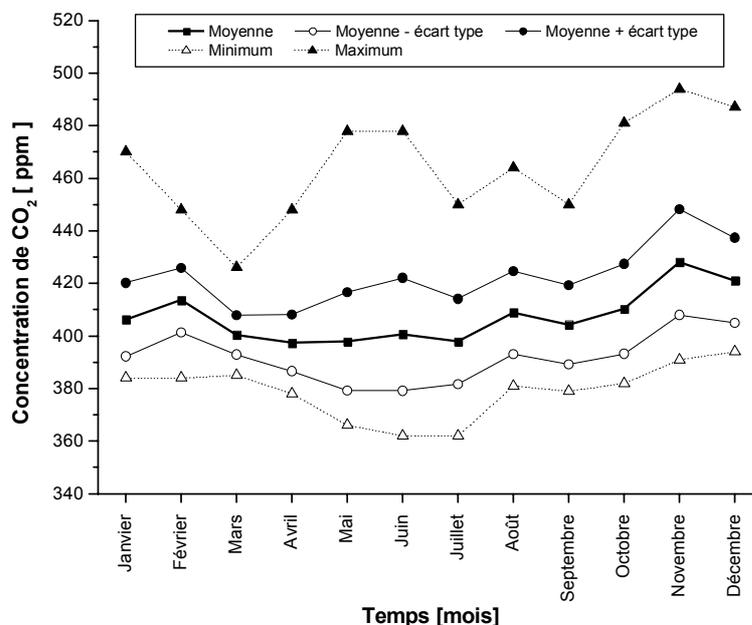
Seules les concentrations moyennes semi-horaires sont archivées.

## 8.3. Résultats

### Variation mensuelle de la concentration

La figure ci-dessous montre l'évolution de la moyenne mensuelle en CO<sub>2</sub>, de début janvier à fin décembre 2003.

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.

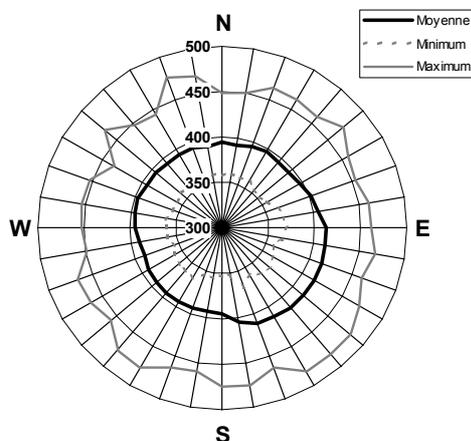


### Concentrations moyennes mensuelles en CO<sub>2</sub>

### Variation de la concentration avec la direction du vent

La figure ci-après montre la variation de la concentration en dioxyde de carbone en fonction de la direction des vents.

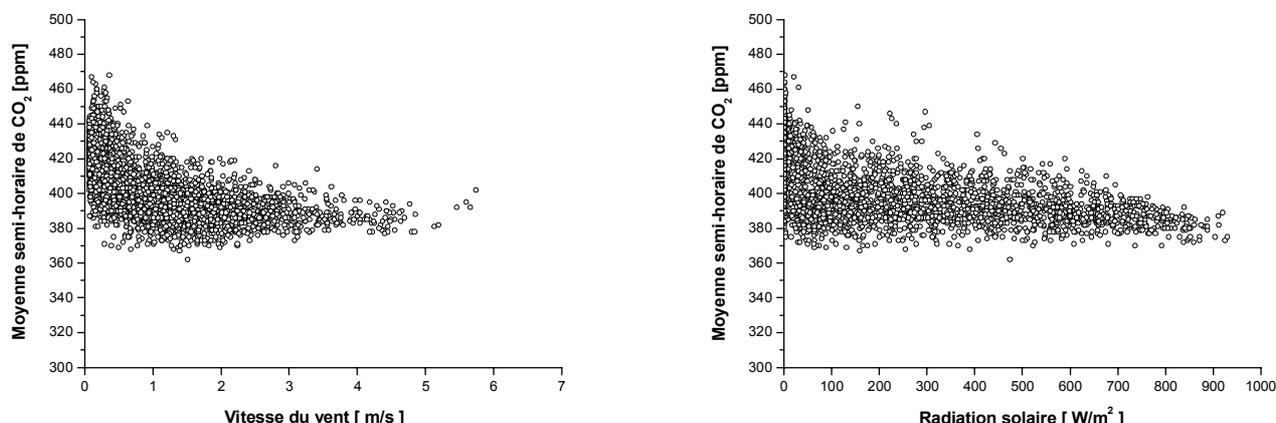
Les concentrations sont maximales dans le secteur sud-est, soit au vent des sources les plus proches.



### Concentration du CO<sub>2</sub> (en ppm) en fonction de la direction des vents

## Influence du vent et de l'ensoleillement

Les figures suivantes montrent l'influence de la vitesse du vent et de l'ensoleillement sur les concentrations moyennes semi-horaires du dioxyde de carbone.



### *Influence du vent et du rayonnement solaire sur la concentration du dioxyde de carbone pendant la période estivale*

On remarque qu'en présence de faibles vitesses de vent, les concentrations en CO<sub>2</sub> peuvent être plus variables que pour des vitesses élevées. Lorsque la vitesse du vent augmente, la concentration en CO<sub>2</sub> tend à diminuer. Les concentrations butent sur une valeur d'environ 360 ppm, qui représente la concentration de fond de l'atmosphère.

Le même phénomène est observé avec l'ensoleillement. En effet, lorsque l'énergie solaire est faible, les concentrations de CO<sub>2</sub> montrent une variabilité plus grande que lorsque l'énergie solaire est grande. Logiquement, la concentration en CO<sub>2</sub> diminue avec une augmentation de l'énergie solaire, puisque la photosynthèse des plantes, dépendante de l'ensoleillement, consomme du CO<sub>2</sub>. La concentration limite est la même que celle observée lorsque la vitesse du vent augmente.

## 8.4. Conclusion

Les mesures effectuées à la station de Jussy confirment la valeur actuelle de la concentration de fond de l'atmosphère en dioxyde de carbone, qui est d'environ 360 ppm. En outre, elles mettent en évidence l'importance des sources locales de CO<sub>2</sub>.



## 9. Retombées de poussières

Les retombées de poussières et les hydrométéores (pluie, grêle, neige) sont recueillis chaque mois dans des récipients de 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.

**Nota :** A la différence des PM10, poussières en suspension dans l'air dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm, les retombées de poussières concernent plus particulièrement les grosses particules, qui sédimentent et qui, de par leur masse, ne restent pas en suspension dans l'air et tombent au sol.

Les PM10 représentent un danger en tant qu'éléments respirables pouvant aller au plus profond des poumons, alors que les retombées de poussières peuvent constituer une charge polluante pour les sols, les plantes (et l'homme via la chaîne alimentaire).

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

Le tableau ci-après résume les résultats de l'année 2003.

Station	Durée de l'exposition [Nombre de jours]	Concentration des retombées de poussières			
		Total [mg / (m <sup>2</sup> .d)]**	Zinc [µg / (m <sup>2</sup> .d)]	Plomb [µg / (m <sup>2</sup> .d)]	Cadmium [µg / (m <sup>2</sup> .d)]
ILE	360	64	207	35	0.13
STE-CLOTILDE	360	113	596	35	0.33
WILSON	360	35	171	10	0.07
FORON	360	28	185	5	0.09
ANIERES	360	28	8	2	0.03
PASSEIRY	360	32	13	4	0.08
PENEY (STEP)	Pas de mesures (bêcher cassé)				
PENEY (stat. Mobile)	378	27	28	6	0.13
<b>VLI OPair</b>		<b>200</b>	<b>400</b>	<b>100</b>	<b>2</b>

Les concentrations sont bien en dessous des VLI OPair à l'exception de la concentration en zinc à la station de Ste-Clotilde, valeur imputable au toit zingué attenant au lieu de prélèvement.

Par rapport à l'année précédente, on constate une relative stabilisation des concentrations.

---

\*\* d : day



# Conclusion

Les données mesurées par les dix stations de mesure du ROPAG, ainsi que par le réseau de capteurs passifs, et présentées sous différentes formes dans ce document, montrent qu'après plusieurs années d'amélioration, l'air du canton de Genève a subi en 2003 une dégradation marquée. Les résultats des mesures montrent en effet de fortes augmentations par rapport à l'évolution des années précédentes. C'est le cas, notamment, du dioxyde d'azote en milieu urbain, des particules fines (PM10) et de l'ozone dans toutes les zones. Pour ces trois polluants, les valeurs limites d'immission (VLI) fixées par l'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air (OPair) ne sont pas respectées. Il est en particulier inquiétant de constater qu'une plus large part de l'agglomération genevoise, dont le centre-ville, se trouve au-dessus de la VLI OPair annuelle pour le NO<sub>2</sub> fixée par la Confédération.

La péjoration enregistrée en 2003 a concerné principalement les immissions de dioxyde d'azote, polluant pour lequel l'augmentation amorcée en 2001 est confirmée en 2003. Comme on pouvait le prévoir, c'est la station mobile installée à la rue des Deux-Ponts, une rue relativement encaissée caractérisée par un trafic très dense, qui indique la plus forte moyenne annuelle (70 µg/m<sup>3</sup>). La situation en milieu rural et suburbain est meilleure qu'en milieu urbain puisque les taux de NO<sub>2</sub> n'y dépassent pas la VLI OPair. L'augmentation des concentrations de NO<sub>2</sub> concerne l'ensemble des stations de mesure réparties entre la ville et la campagne. Il faut souligner que l'aggravation de la situation peut, en partie, être imputable à la situation météorologique particulière en 2003.

Les particules fines (PM10) ont elles aussi augmenté dans l'air genevois. Les moyennes annuelles totales sont toutes en augmentation et des dépassements des VLI OPair sont enregistrés, aussi bien aux stations urbaines que suburbaines ou rurales. Cette situation représente une nette aggravation par rapport à l'année 2002. C'est également la station mobile de la rue des Deux-Ponts qui indique la plus forte moyenne annuelle totale (34 µg/m<sup>3</sup>).

Pour ce qui concerne l'ozone, tous les indicateurs, notamment les concentrations maximales et le nombre de dépassements, ont montré, en 2003, une très forte progression par rapport aux années précédentes. Les conditions météorologiques exceptionnelles qui ont caractérisé les mois d'été, notamment le fort ensoleillement et les températures élevées au cours des mois de juin, juillet et août, ainsi que la charge élevée en polluants primaires tels que les oxydes d'azote, sont très probablement responsables en grande partie de l'intense pollution à l'ozone observée.

Pour leur part, le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre, dont les moyennes annuelles n'ont pas dépassé les VLI OPair depuis quelques années déjà, sont restés stables comparativement à l'année 2002.

Sur le plan de la pollution atmosphérique, l'année 2003 a donc été une année très « décevante », puisque les efforts fournis par les pouvoirs publics, les communautés et les particuliers pour améliorer la qualité de l'air dans le canton de Genève n'ont pas atteint leur objectif. Pour ce qui est du dioxyde d'azote et des poussières fines, la tendance à l'amélioration qui prévalait ces dernières années grâce aux mesures de limitation des émissions mises en oeuvre, semble s'inverser, pour faire apparaître une péjoration.



# Information sur la qualité de l'air sur l'Internet

## Site de l'Etat de Genève

Depuis 1999, les informations sur la qualité de l'air du canton sont disponibles sur <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, de calculer et de valider 5'000 données journalières, puis de les intégrer et de les publier en ligne.

Les informations suivantes sont disponibles sur ce 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 VLI OPair, des commentaires et des 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'avoir accès aux données les concernant.
- Un glossaire définit les termes utilisés.
- Une liste des publications relatives à la qualité de l'air à Genève.

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.

Un dossier d'information sur l'ozone est disponible sur <http://www.ozonok.ch>.

## 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>

ASPA – 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 $\beta$

On mesure l'absorption, par le composé, d'un rayonnement  $\beta$  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 réfléchi 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 (NH<sub>3</sub>)

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 effectués 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<sub>x</sub>. Suite à la réaction entre NO et O<sub>3</sub> (qui est rapide et complète en présence d'un excès de O<sub>3</sub>) une molécule de NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub>, 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 NO<sub>2</sub> 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 (N<sub>2</sub>) : 78.1%

Oxygène (O<sub>2</sub>) : 20.9%

Argon (Ar) : 0.9%

Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) : 0.03%

Et

Vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) : hautement variable

Ozone (O<sub>3</sub>), Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), .... : ppb

#### Particules

Poussières de toutes sortes, aérosols, ...

## D

### Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Cf. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).

### Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

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 CO<sub>2</sub> ne présente pas un danger pour la santé mais pour le climat, car étant l'un des principaux gaz à effet de serre.

### Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

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 spectrophotométrique 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 CO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub>) 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 m<sup>3</sup> 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<sup>er</sup> février 1985.

Dixit l'article énonçant le but de la LPE, art. premier, 1<sup>er</sup> 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/m<sup>3</sup>. 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 (CH<sub>4</sub>)

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<sub>x</sub>).

### 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/m<sup>3</sup>) contrairement aux autres polluants dont l'unité de mesure est le microgramme par mètre cube (µg/m<sup>3</sup>).

## 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 incommodes ».

La 1<sup>ère</sup> 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<sub>x</sub>)

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 NO<sub>2</sub>, la totalité des émissions est exprimée en dioxyde d'azote.

Le terme "Oxydes d'azote" (NO<sub>x</sub>), recouvre le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) :



En combinaison avec les composés organiques volatils, et sous l'action de l'énergie solaire, les NO<sub>x</sub> 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

Cf. *Monoxyde de carbone (CO)*, *Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)*.

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 (O<sub>3</sub>)

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<sub>x</sub>, 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/m<sup>3</sup>, 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  $\mu\text{m}$  (resp. 2.5  $\mu\text{m}$ ), 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 - lumière, humidité, catalyseurs (poussières, métaux), recombinaison, etc. - les polluants primaires subissent des transformations chimiques et donnent naissance à des polluants secondaires.

### 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  $2\pi$  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 ( $\mu\text{g}$ ) 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 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) 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 d'immission (VLI)

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.

#### VLI à court terme :

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

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.

#### VLI 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 (VLI 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*.