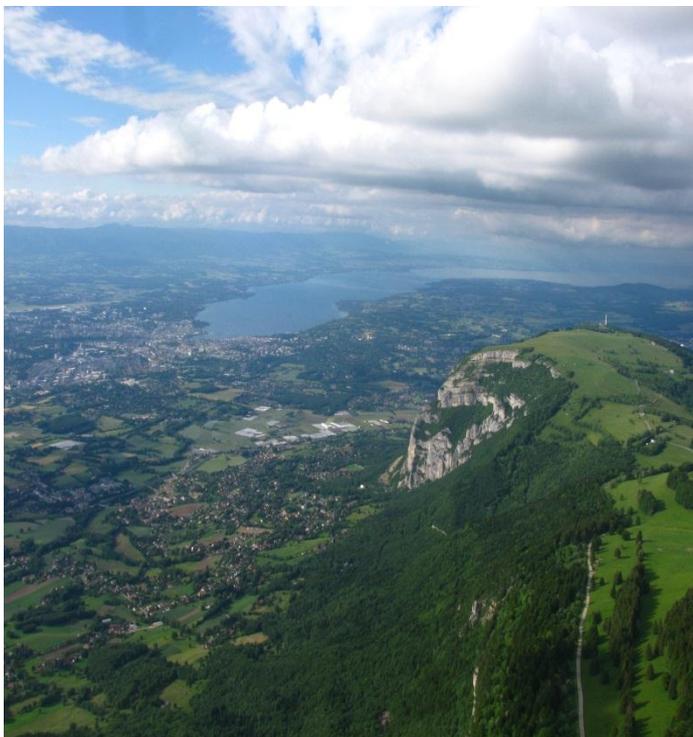


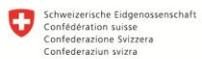
Cahier n°18-20



**Qualité de l'air dans  
le Grand Genève**

NOVEMBRE 2012







.....

Cahier n°18-20

.....

## **Qualité de l'air dans le Grand Genève**

**Auteurs :**

**Air Rhône-Alpes, France**

**Service de protection de l'air (SPAir) - Canton de Genève, Suisse**

**Service de l'environnement et de l'énergie (SEVEN) - Canton de Vaud, Suisse**

Avec l'appui de :

**Sylvain FERRETI, Hervé VILLARD**

**L'Équipe du Grand Genève, le Comité de Projet et les partenaires**



## Tableau de suivi des remarques

(A remplir par le rédacteur du Cahier)

Version	Type de correction	Auteur
24/10/2011	<i>Rédactionnel et mise en page du rapport</i>	Air Rhône-Alpes
21/05/2012	<i>Intégration corrections de tous les partenaires</i>	Air Rhône-Alpes
01/08/2012	<i>Ajout du chapitre 7 « perspectives »</i>	Air Rhône-Alpes
14/11/2012	<i>Vérification et compléments</i>	SPAir, canton de Genève



# Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Contexte actuel et prévu / Objectifs.....</b>	<b>8</b>
1.1. Normes et seuils réglementaires par polluant et par pays .....	8
1.2. Contraintes d'une homogénéisation à l'échelle de l'agglomération .....	12
1.3. Identification des polluants problématiques.....	12
1.4. Harmonisation des objectifs en vue de la mise en œuvre d'une stratégie commune .....	13
<b>2. Emissions .....</b>	<b>15</b>
2.1. Présentation des cadastres existants .....	15
2.1.1. Les cadastres genevois et vaudois.....	15
2.1.2. Le cadastre français.....	16
2.2. Mise en cohérence des éléments nécessaires à une vision homogène à l'échelle de l'agglomération .....	17
2.2.1. Les systèmes de coordonnées .....	17
2.2.2. Les données.....	17
2.2.3. Les résolutions .....	17
2.2.4. Les unités.....	17
2.2.5. Conclusion .....	18
2.3. Construction du cadastre commun cohérent par type d'émission.....	19
2.3.1. Les émissions du trafic.....	19
2.3.2. Les émissions du chauffage .....	24
2.3.3. Les émissions industrielles .....	24
2.3.4. Les émissions « offroad » .....	25
2.3.5. Les émissions biogéniques.....	25
2.4. Emissions totales .....	25
2.5. Difficultés rencontrées et perspectives .....	28
<b>3. Immissions.....</b>	<b>29</b>
3.1. Etat des lieux des moyens de mesurage des immissions .....	29



3.2.	Situation actuelle par rapport aux normes et objectifs fixés .....	31
3.2.1.	Le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) .....	31
3.2.2.	Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....	35
3.2.3.	Poussières en suspension (PM10) .....	37
3.2.4.	L'ozone (O <sub>3</sub> ) .....	43
3.3.	Bilan / conclusions / perspectives .....	47
<b>4.</b>	<b>Catalogue de mesures pouvant permettre d'assainir l'air .....</b>	<b>49</b>
<b>5.</b>	<b>Modélisation.....</b>	<b>53</b>
5.1.	Présentation de l'outil de modélisation « Transalp'Air » .....	53
5.2.	Etude de sensibilité des paramètres d'émissions.....	54
5.2.1.	Calculs de sensibilité pour l'ozone (O <sub>3</sub> ).....	54
5.2.2.	Calculs de sensibilité pour le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) .....	57
5.2.3.	Calculs de sensibilité pour les poussières en suspension (PM <sub>10</sub> ) .....	58
<b>6.</b>	<b>Résumé / Conclusion .....</b>	<b>60</b>
<b>7.</b>	<b>Perspectives .....</b>	<b>61</b>
7.1.	Les points de vigilances.....	61
7.1.1.	Les particules fines à Annemasse .....	61
7.1.2.	La pollution de proximité au centre-ville de Genève .....	61
7.1.3.	La pollution des secteurs résidentiels par l'ozone .....	62
7.1.4.	L'Aéroport International de Genève .....	62
7.2.	Les plans de mesures.....	62
7.2.1.	La vallée de l'Arve et le Plan de Protection de l'Atmosphère .....	62
7.2.2.	Le Plan des mesures OPAir.....	62
7.3.	La mise en cohérence des dispositifs d'alerte .....	63
7.4.	L'harmonisation du réseau de mesures.....	63
7.5.	L'élaboration d'un outil commun de surveillance et d'évaluation de la qualité de l'air .....	64
7.6.	En résumé .....	64
<b>8.</b>	<b>Sigles et abréviations.....</b>	<b>66</b>



## Introduction

Territoire stratégique et pôle urbain en expansion, le bassin franco-valdo-genevois est au cœur de problématiques majeures d'aménagement de l'espace. La démarche de Projet d'Agglomération, associant tous les partenaires du territoire constituant le Grand Genève, vise à en garantir un développement compatible avec la préservation des espaces naturels, des paysages et plus globalement de toutes les ressources environnementales.

C'est pourquoi la première génération du Projet d'agglomération, adoptée en 2007, a fixé quatre objectifs majeurs en matière d'environnement, confirmés par la signature en juin 2012 de la charte du deuxième Projet d'Agglomération:

- > gérer les ressources naturelles locales (sol, eau, air, énergie, forêt-bois, matériaux minéraux, valorisation des déchets) dans une logique de durabilité régionale et transfrontalière ;
- > préserver et valoriser les espaces naturels et paysagers, ainsi que leurs interconnexions ;
- > **maîtriser les émissions et les concentrations de polluants (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, ozone) et de gaz à effet de serre ainsi que les nuisances sonores ;**
- > maîtriser les risques naturels et technologiques, notamment ceux liés aux crues des cours d'eau.

Parmi tous les facteurs environnementaux, la question de la qualité de l'air est particulièrement cruciale à l'échelle de l'agglomération : la pollution atmosphérique ignorant les frontières, une nécessaire solidarité doit en effet s'établir pour maîtriser globalement les sources potentielles de polluants et offrir aux habitants un milieu de vie respectant les exigences sanitaires.

Ainsi, dans le cadre de la commission Environnement du CRFG, les spécialistes genevois, vaudois et français de la qualité de l'air se sont associés pour produire un état des lieux de la qualité de l'air dans le Grand Genève. Au-delà d'analyses et commentaires statistiques, ce diagnostic de la qualité de l'air est aussi l'occasion de mettre en exergue les nuances liées aux méthodologies françaises et suisses de surveillance de la qualité de l'air. En effet, les autorités de surveillance de l'air dans les cantons de Genève et de Vaud relèvent des réglementations fédérales, alors que les mesures effectuées dans les départements de l'Ain et de la Haute-Savoie s'appuient sur des directives européennes.

Ce travail ouvre aussi des perspectives vers des solutions pour atteindre l'objectif d'un air assaini sur tout le Grand Genève : cela passe par l'établissement de plans d'actions coordonnés, d'harmonisations de procédures, mais aussi par la mise en place d'outils performants permettant un meilleur suivi pour lutter contre la pollution atmosphérique transfrontalière.



# 1. Contexte actuel et prévu / Objectifs

## 1.1. Normes et seuils réglementaires par polluant et par pays

La réglementation en matière de qualité de l'air est relativement complexe à aborder pour le citoyen ordinaire. Dans le Grand Genève, cette complexité est double puisque la réglementation française, donc déclinant des directives européennes, est bien différente de la réglementation suisse. Le tableau des pages suivantes présente l'intégralité des polluants concernés et les niveaux à respecter.

Les **valeurs limites** sont des concentrations devant être respectées immédiatement dans le cas suisse et à partir d'une certaine date d'entrée en vigueur et indépendamment de la faisabilité de mettre en œuvre les actions nécessaires dans le cas français. Dans le premier cas, le non-respect de ces valeurs limites impose la mise en place immédiate d'un plan de mesures d'assainissement de l'air avec des mesures ciblées et agissant à la source des émissions. Dans le second cas, lors de l'entrée en vigueur d'une valeur limite, des marges de tolérance permettent temporairement des taux plus élevés. Chaque année, les marges de tolérance se sont réduites par palier pour atteindre la valeur zéro à la date à laquelle la valeur limite doit être respectée. Les marges de tolérance ne permettent pas de relativiser les valeurs limites. En cas de dépassement de la somme de la valeur limite et de la marge de tolérance, elles influencent simplement les politiques de l'administration par exemple à travers la publication de plans de qualité de l'air pendant les années qui précèdent l'entrée en vigueur des valeurs limite, afin de pouvoir les respecter à ce moment-là.

Les **valeurs cibles** fixent des valeurs de la politique de la protection atmosphérique à long terme. Elles doivent permettre d'éviter des répercussions nuisibles sur la santé humaine et/ou l'environnement en général et devront être atteintes dans un laps de temps déterminé. En ce qui concerne l'ozone des valeurs cibles à long terme ont été fixées.

Une **valeur guide** est un niveau de concentration de polluants fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre et à ne plus dépasser dans la mesure du possible, dans un délai donné.

Le niveau **de recommandations et d'information** est qualifié de "premier niveau" de pollution par opposition au niveau d'alerte (deuxième niveau). A constatation de dépassement de ce premier niveau, les organismes de surveillance de l'air ont obligation réglementaire de communiquer les résultats et les conditions de dépassement de ce seuil.

Le **niveau d'alerte** représente le niveau maximal de concentration d'une substance polluante dans l'atmosphère, fixé sur la base de connaissances scientifiques, au-delà de laquelle il peut y avoir un risque pour la santé humaine ou l'environnement. Passé le niveau d'alerte, des mesures d'urgence doivent être prises. Ce terme est très général et ne donne pas de précision sur la durée d'exposition.



Polluant	Norme	Paramètre	France		Suisse	
			Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (si aucune unité)	Nombre de dépassements tolérés	Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (si aucune unité)	Nombre de dépassements tolérés
Dioxyde d'azote	Valeur limite	Moyenne annuelle	40	-	30	-
		Moyenne journalière	-	-	80	1 j/an
		Moyenne horaire	200	18 h/an	-	-
		Moyenne sur 30mn	-	-	100	876 $\frac{1}{2}$ h / an
	Niveau d'information	Moyenne horaire	200	-	-	-
	Niveau d'alerte	Moyenne horaire	400	-	-	-
		Moyenne journalière	-	-	120 (Genève)	-
Dioxyde de soufre	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	50	-	-	-
	Valeur limite	Moyenne annuelle	-	-	30	-
		Moyenne journalière	125	3 j/an	100	1 j/an
		Moyenne horaire	350	24 h/an	-	-
		Moyenne sur 30 mn	-	-	100	876 $\frac{1}{2}$ h/an
	Niveau d'information	Moyenne horaire	300	-	-	-
	Niveau d'alerte	Moyenne horaire dépassée sur 3h consécutives	500	-	-	-



Polluant	Norme	Paramètre	France		Suisse	
			Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (si aucune unité)	Nombre de dépassements tolérés	Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (si aucune unité)	Nombre de dépassements tolérés
Poussières en suspension (PM10)	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30	-	-	-
	Valeur limite	Moyenne annuelle	40	-	20	-
		Moyenne journalière	50	35 j/an	50	1 j/an
	Niveau d'information	Moyenne journalière	80 (en 2010) 50 (en 2011)	-	75 (romand)	-
	Niveau d'alerte	Moyenne journalière	125 (en 2010) 80 (en 2011)	-	100 (niveau 1 romand)  150 (niveau 2 romand + Genève)	-
Poussières en suspension (PM2.5)	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	10	-	-	-
	Valeur limite	Moyenne annuelle	28,5 (en 2010) 25 (en 2015)	-	-	-
Ozone	Objectif de qualité	Maximum de la moyenne glissante sur 8h	120	25j/an	-	-
	Valeur limite	Moyenne sur 30mn	-	-	100	30 ½h /mois
		Moyenne horaire	-	-	120	1h/an
	Niveau d'information	Moyenne horaire	180	-	180 (romand)	-
	Niveau d'alerte	Moyenne horaire	240	-	220 (niveau 1 Genève) 240 (niveau 2 Genève)	-
	Objectif de qualité pour la végétation	AOT40 (de mai à juillet de 8h à 20h)	6 000 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	-	-	-
	Valeur cible pour la végétation	AOT40 (de mai à juillet de 8h à 20h)	18 000 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) (en moyenne sur 5 ans)	-	-	-
Benzène	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	2	-	-	-
	Valeur limite	Moyenne annuelle	5	-	-	-
Monoxyde de carbone	Valeur limite	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h	10 000	-	-	-
		Moyenne journalière	-	-	8 000	1 j/an



Polluant	Norme	Paramètre	France		Suisse	
			Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (si aucune unité)	Nombre de dépassements tolérés	Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (si aucune unité)	Nombre de dépassements tolérés
Plomb	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	0,25	-		
	Valeur limite (dans les PM10)	Moyenne annuelle	0,5	-	0,5	
	Valeur limite (dans les retombées de poussières)	Moyenne annuelle	-	-	100 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{j})$	
Arsenic	Valeur cible 2012	Moyenne annuelle	6 (ng/m <sup>3</sup> )	-	-	-
Cadmium	Valeur cible 2012	Moyenne annuelle	5 (ng/m <sup>3</sup> )	-	-	-
	Valeur limite (dans les PM10)	Moyenne annuelle	-	-	1,5 · 10 <sup>-3</sup>	-
	Valeur limite (dans les retombées de poussières)	Moyenne annuelle	-	-	2 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{j})$	
Nickel	Valeur cible 2012	Moyenne annuelle	20 (ng/m <sup>3</sup> )	-	-	-
Mercure	Valeur guide	Moyenne annuelle	1	-	-	-
Benzo[a] Pyrène	Valeur cible 2012	Moyenne annuelle	1 (ng/m <sup>3</sup> )	-	-	-
Zinc	Valeur limite (dans les retombées de poussières)	Moyenne annuelle			400 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{j})$	
Thallium	Valeur limite (dans les retombées de poussières)	Moyenne annuelle			2 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{j})$	

Tableau 1. Comparatif des normes de qualité de l'air en vigueur en France et en Suisse



## 1.2. Contraintes d'une homogénéisation à l'échelle de l'agglomération

Le bassin franco-valdo-genevois témoigne des différences parfois significatives entre la réglementation française (donc européenne) et suisse :

- > Tout d'abord, la notion d'objectif de qualité n'existe pas dans la Confédération : ce point est important, car il pose comme principe en Suisse que "l'air n'est jamais assez pur" et que les efforts pour l'assainir doivent être permanents (si les valeurs limites sont dépassées).
- > Second point majeur distinguant les deux réglementations, les valeurs limites suisses sont plus sévères que les européennes. L'exemple le plus net concerne probablement les PM10 : l'objectif de (bonne) qualité de l'air à atteindre sur la partie française du territoire est à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, un niveau supérieur à la valeur limite de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à ne surtout pas dépasser côté suisse. La valeur limite européenne en moyenne annuelle est, du coup, 2 fois supérieure à son équivalent suisse ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  contre 20) : l'exigence suisse en PM10 est même plus contraignante que la future réglementation européenne en PM2,5 ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2015). Cet exemple sur les particules en suspension est le plus flagrant, mais la même situation de valeurs limites suisses nettement inférieures se retrouve pour le  $\text{NO}_2$  et le  $\text{SO}_2$ .
- > La gestion des épisodes de pollution n'est pas non plus comparable, avec des valeurs et des appellations différentes pour les niveaux d'information et d'alerte.
- > Quatrième point : à part pour les polluants classiques ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , PM10), on peut constater que la surveillance n'est pas requise pour les mêmes polluants. La réglementation suisse ne requiert pas de surveillance pour les PM2,5, le benzène, l'arsenic, le nickel, le mercure et le benzo[a]pyrène, alors que la France n'a pas de valeurs de références pour le zinc et le thallium.
- > Enfin, au niveau métrologique, des valeurs à la demi-heure n'existent pas en France (elles seraient même difficiles à obtenir côté français, compte tenu de systèmes de gestion des bases de données).

## 1.3. Identification des polluants problématiques

- > Dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ), en moyenne annuelle et journalière
- > Poussières en suspension (PM10), en moyenne annuelle et journalière
- > Ozone ( $\text{O}_3$ ), en moyenne horaire et AOT40



## 1.4. Harmonisation des objectifs en vue de la mise en œuvre d'une stratégie commune

Les organismes de surveillance de la qualité de l'air dans le bassin franco-valdo-genevois ne sont pas légitimes pour déterminer les seuils et normes de pollution à ne pas dépasser, ces travaux étant conduits par des épidémiologistes, des toxicologues sur la base d'études multiples. Il est donc difficile pour Air Rhône-Alpes, le SPAir/ROPAG ou le SEVEN/Vaud'air de décréter quelle est la "bonne norme" à respecter, d'autant qu'ils doivent chacun répondre aux exigences réglementaires.

Néanmoins, un principe de bon sens voudrait que, dans un souci d'harmonisation vertueux, la norme la plus exigeante soit retenue pour servir de référence sur ce territoire.

Par ailleurs, dans un objectif de simplification, il ne faudrait retenir que des valeurs cibles, et non des objectifs de qualité : celles-ci s'appliqueraient alors aux moyennes annuelles uniquement.

Sur la base de ces quelques éléments simples, une suggestion de valeurs de références s'appliquant aux trois polluants primaires classiques, sur ce territoire franco-suisse pourrait être la suivante :

Polluant	Norme	Paramètre	Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] France et Suisse
<b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>	Valeur cible	Moyenne annuelle	<b>30</b>
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Valeur cible	Moyenne annuelle	<b>30</b>
<b>Poussières en suspension (PM10)</b>	Valeur cible	Moyenne annuelle	<b>20</b>

Tableau 2. Valeurs cibles proposées à l'échelle franco-suisse pour le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et les PM10

Pour l'ozone, la réglementation suisse est particulièrement exigeante. Mais étant donné que l'OMS a récemment abaissé ses recommandations de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 8h (valeurs retenues par l'union européenne et donc la France) à 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 8h, norme encore plus sévère que celle de la Suisse, la valeur de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une heure semble être un bon compromis.

En complément de ces critères relatifs à la santé humaine, l'ozone se prête bien à estimer l'impact des polluants atmosphériques sur la végétation : l'AOT 40 (dose d'ozone cumulée sur la période végétative) et son objectif de qualité à 6000 pourrait être un bon indicateur.



Polluant	Norme	Paramètre	Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] France et Suisse
<b>Ozone</b> <b>(O<sub>3</sub>)</b>	Valeur cible	Moyenne horaire	120
	Objectif de qualité pour la végétation	AOT40	6 000 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ )

Tableau 3. Valeurs de référence pour la protection de la végétation pour l'ozone

En complément, il serait opportun de mesurer des polluants non encore tracés de manière permanente, mais dont la cancérogénicité probable mérite un suivi régulier. C'est le cas pour le benzène et le B(a)P, bien que non réglementés en Suisse à ce jour. Il leur serait appliqué la référence la plus exigeante, à savoir l'objectif de qualité pour le benzène et la valeur guide 2012 pour le B(a)P.

Polluant	Norme	Paramètre	Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] France et Suisse
<b>Benzène</b> <b>(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	Valeur cible	Moyenne annuelle	2
<b>Benzo[a]Pyrène</b> <b>(B(a)P)</b>	Valeur cible	Moyenne annuelle	1

Tableau 4. Proposition de valeur de référence pour le benzène et le BaP

Cette proposition de valeurs de référence n'intègre pas, à ce stade des réflexions, la gestion des épisodes de pollution. Contrairement à une valeur cible qui s'établit en moyenne annuelle et ne nécessite donc pas d'actions immédiates, les opérations concomitantes à la mise en œuvre d'un niveau d'information ou d'alerte ne concernent pas que les réseaux de surveillance de la qualité de l'air. Il incombe aux autorités concernées (communales, cantonales, préfectorales) de définir préalablement leur stratégie de la gestion d'un pic de pollution : est-elle à 1 ou 2 niveaux, est-elle à finalité d'information ou de restrictions des émissions, après un constat ou sur la base d'une prévision, etc.



## 2. Emissions

L'élaboration d'un cadastre des émissions commun entre la France et la Suisse est à la fois un des objectifs de la thématique "Environnement" du projet d'agglomération franco-valdo-genevoise et le point de départ pour le développement d'un outil prévisionnel basé sur un modèle déterministe. Il s'agit d'évaluer les émissions de polluants sur une année donnée pour différentes sources. Il est donc indispensable d'homogénéiser les données des deux côtés de la frontière pour construire un cadastre commun cohérent et utilisable à la fois dans un modèle de prévision, mais aussi pour des applications ponctuelles moins poussées.

### 2.1. Présentation des cadastres existants

#### 2.1.1. Les cadastres genevois et vaudois

##### Caractéristiques du cadastre genevois

Ce cadastre est issu du logiciel CadaGE, développé pour le SPAir depuis le début des années 2000 par le bureau d'étude suisse SEDE [4] et actualisé régulièrement. CadaGE prend en compte un nombre considérable de données et de paramètres concernant l'ensemble des domaines susceptibles d'émettre des polluants dans l'atmosphère. On y trouve notamment les émissions calculées provenant du trafic automobile (axes routiers et quartiers), du trafic motorisé hors-route/offroad (chantiers par exemple), des installations de chauffage, des entreprises, de l'aéroport, ainsi que les émissions biogéniques.

Le cadastre genevois combine des modes de calcul de type "bottom-up" basé sur des données locales (exemples : émissions liées au trafic routier, aux industries et à l'aéroport) et "top-down" basé sur des coefficients nationaux (émissions liées aux chauffages, aux sources offroad et à la nature). Ce cadastre repose ainsi sur l'utilisation de données statistiques cantonales et fédérales (population, emplois, charges de trafic), ainsi que de coefficients recommandés par la Confédération suisse.

La résolution du cadastre genevois est de 1 hectare. Ainsi, on dispose d'informations précises sur chaque source sommée sur une maille hectométrique. Il est important de relever que CadaGE déborde sur le territoire français, ainsi les couches "trafic", "chauffage" et "industries" s'étendent sur tout le bassin versant genevois, mais les résultats ne sont qu'indicatifs.

Les résultats CadaGE à disposition sont groupés dans une base de données comportant des champs avec les coordonnées x, y et les émissions calculées. Les polluants retenus pour le cadastre commun franco-suisse sont

- > **NO<sub>x</sub>**
  - > **COV**
  - > **PM10a**
  - > **PM10c**
  - > **SO<sub>2</sub>**
- } **PM10** = PM10 d'abrasion + PM10 de combustion

**Les sources** utilisées sont :

= combinés en 1 source **Offroad**



- > Aéroport }
  - > Offroad }
    - > Chauffage résidentiel et tertiaire → combiné en 1 source chauffage
    - > Trafic diffus (détaillé: une table par polluant) } = combinés en 1 source **Trafic**
    - > Trafic (détaillé: une table par polluant) }
  - > **Industrie** }
    - > Nature } = combinés en 1 source Nature ou **Biogénique**
    - > Cheptel }

### Format des cadastres genevois et vaudois

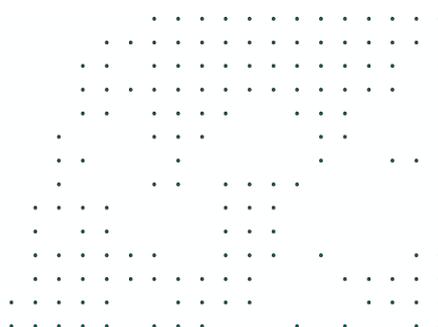
Système de coordonnées projetées : CH1903\_LV03

Résolution : 0.01 km<sup>2</sup> ou 1 hectare

Formes : Points (représentants le coin en bas  
à gauche des mailles de 100m)

Unités : kg/ha/an

Format des valeurs : Réel double



### 2.1.2. Le cadastre français

#### Caractéristiques du cadastre français

On y trouve les différentes couches correspondant aux types d'émissions, moins détaillées que dans les cas genevois et vaudois et avec une résolution plus faible. La construction de ce cadastre est de type "top-down", c'est-à-dire que les données sont récoltées à l'échelle du département puis répercutées ensuite au nombre d'habitants ou au nombre d'emplois. De plus, les objectifs du cadastre français sont :

- > de servir la modélisation et une résolution de 1 km<sup>2</sup> est très largement suffisante,
- > de suivre l'évolution des émissions énergétiques à l'échelle du territoire.

#### Format du cadastre français

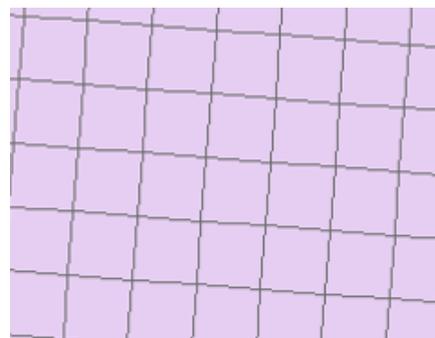
Système de coordonnées projetées : ED50\_UTM\_Zone\_31N

Résolution : 1 km<sup>2</sup>

Formes : Surfaces  
(lignes pour les données  
relatives au trafic, et points pour les  
Grandes Sources Ponctuelles)

Unités : g / km<sup>2</sup> / an

Format des valeurs : Réel double





## 2.2. Mise en cohérence des éléments nécessaires à une vision homogène à l'échelle de l'agglomération

### 2.2.1. Les systèmes de coordonnées

Les couches doivent être dans le même système de coordonnées géographiques : la couche de base provenant de la Suisse en Swiss\_New\_Grid et le cadastre français étant en WGS 1984, les données sont importées en coordonnées suisses.

### 2.2.2. Les données

Les données issues de CadaGE, POLCA et d'Air Rhône-Alpes sont très disparates. Il en résulte une différence entre le nombre de couches et le contenu de celles-ci. Par exemple, quand CadaGE donne pour le chauffage les couches "résidentiel" et "tertiaire", on trouvera en France une seule couche appelée "chauffage". Il est donc parfois nécessaire de mettre ensemble plusieurs couches suisses pour obtenir le même type d'information entre les deux pays.

### 2.2.3. Les résolutions

Il est important de noter que les deux cadastres n'ont pas la même résolution, ni la même représentation pour le traitement en SIG. En effet, en France, on aura une maille représentée par une surface de 1km<sup>2</sup> contenant les informations des émissions; par contre, en Suisse, le cadastre se compose d'entités ponctuelles disposées chaque hectare. Il a donc fallu homogénéiser ces représentations pour obtenir un cadastre commun. L'objectif de ce travail a été de sommer l'ensemble des points contenus dans la maille de 1km<sup>2</sup> afin de donner aux différentes couches la même représentation.

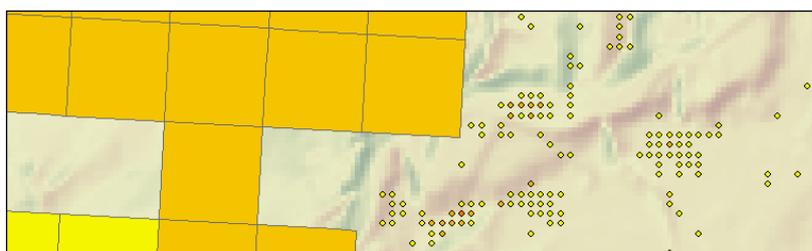


Figure 1 : Données brutes des PM10 du chauffage : à gauche partie française, à droite partie suisse.

### 2.2.4. Les unités

Les émissions ne sont pas exprimées avec les mêmes unités. Le cadastre suisse a des données brutes en kg/ha/an alors qu'en France les émissions sont en g/km<sup>2</sup>/an. Les valeurs sont ramenées en g/km<sup>2</sup>/an.



### **2.2.5. Conclusion**

Pour résumer, le cadastre "mis en cohérence" a les caractéristiques suivantes:

<b>Couches:</b>	<b>Trafic, Chauffage, Industrie, Offroad, Biogénique</b>
<b>Système de coordonnées:</b>	<b>Swiss_New_Grid</b>
<b>Résolution:</b>	<b>1km<sup>2</sup></b>
<b>Unité:</b>	<b>g/km<sup>2</sup>/an</b>



## 2.3. Construction du cadastre commun cohérent par type d'émission

Dans cette partie sera détaillée l'élaboration de la couche "trafic" du cadastre commun afin d'exploiter la démarche du début à la fin. Les autres couches utilisent la même méthodologie et seront donc présentées plus succinctement.

### 2.3.1. Les émissions du trafic

Cette source est la principale émettrice de  $\text{NO}_x$  et de  $\text{PM}_{10}$ . Sur le territoire genevois, il y a une grande diversité d'informations à l'hectare qu'il convient de sommer afin d'avoir une émission globale pour la couche "trafic". En effet, à partir de CadaGE on obtient deux couches principales correspondant aux émissions des moteurs à chaud et à froid, divisées en plusieurs type de véhicules, à savoir : véhicules de tourisme, véhicules de livraison, poids lourds, cyclomoteurs, motocycles. C'est donc après avoir sommé l'ensemble des émissions qu'on obtient une couche représentant le trafic sur l'agglomération, comme le montre la figure 2 ci-après.

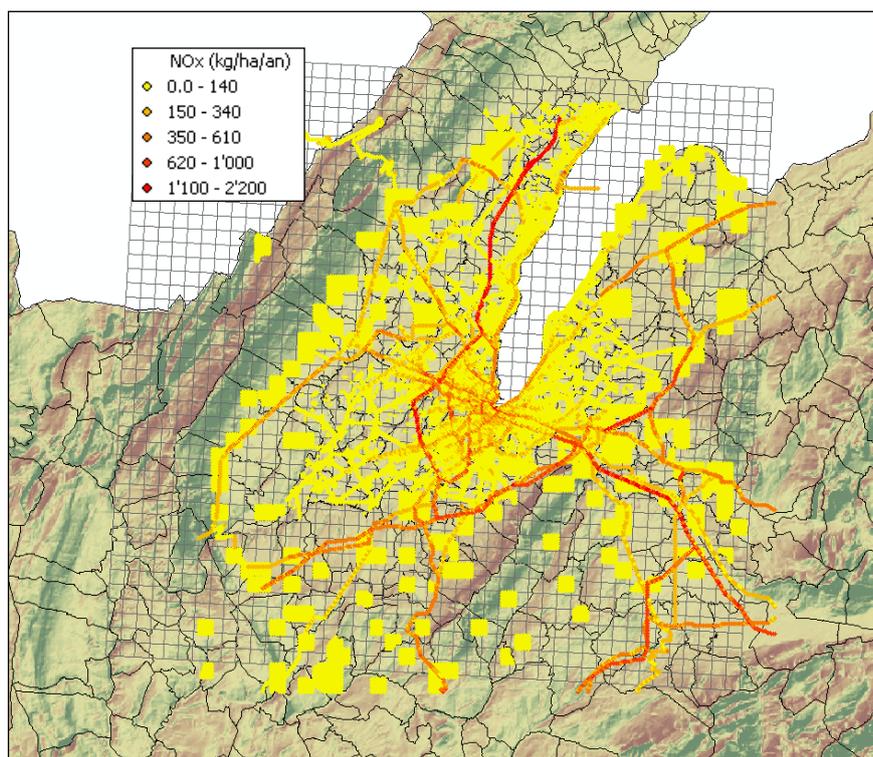


Figure 2. Représentation de la répartition des émissions de NOX du trafic à partir de CadaGE à l'hectare



Après cette première étape, il est nécessaire de calculer les émissions au kilomètre carré, résolution finale du cadastre "commun". Pour cela, on somme les points qui sont dans chaque maille de la grille. On note sur la figure 3 que le cadastre genevois déborde largement à l'extérieur des frontières en raison des données livrées à la SEDE (Société d'Etude De l'Environnement) par la DREAL (Direction Régionale, de l'Aménagement et du Logement) de la région Rhône-Alpes.

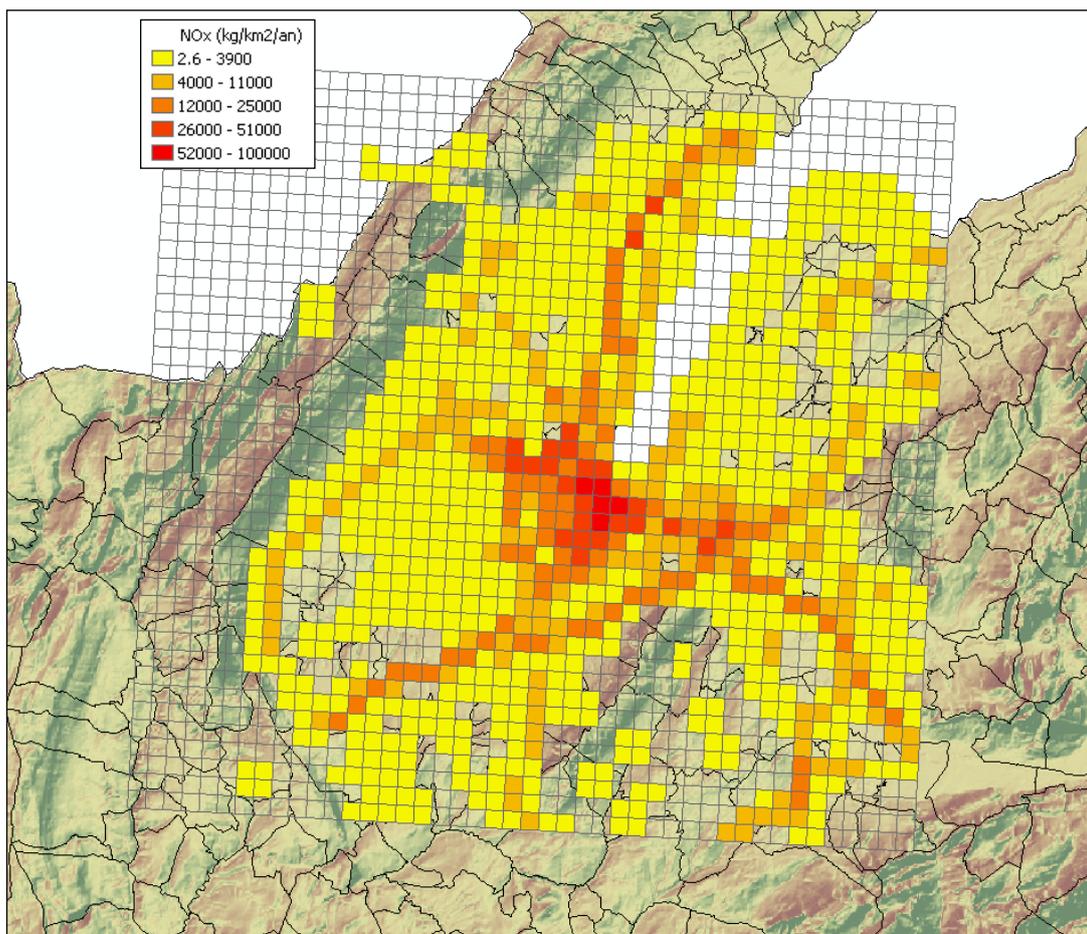


Figure 3. Représentation de la répartition des émissions de NOX du trafic à partir de CadaGE au km2



En considérant que l'Air Rhône-Alpes maîtrise entièrement les données sur le territoire français et que les informations du SPAir les plus pertinentes concernent spécifiquement la Suisse, il faut découper les zones où les données se recourent pour obtenir le cadastre genevois sur le territoire genevois (figure 4).

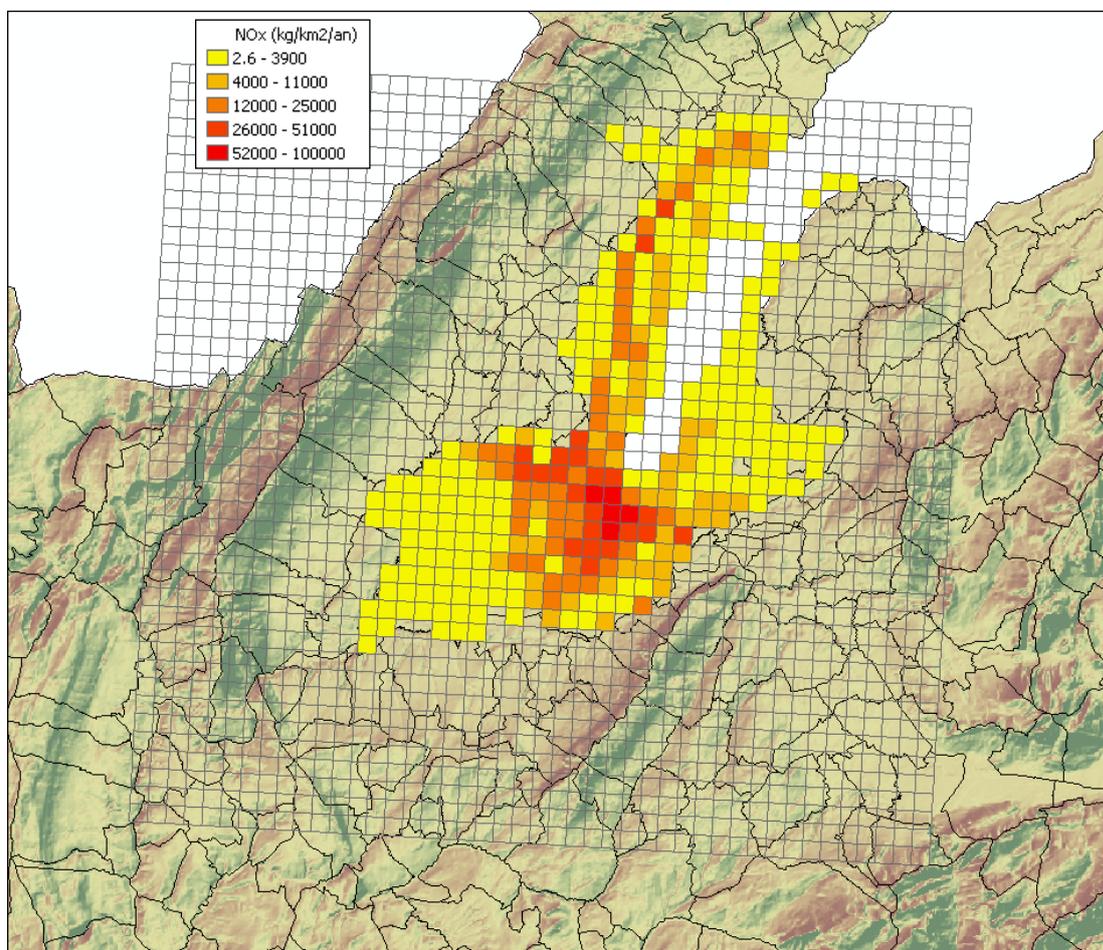


Figure 4. Représentation de la répartition des émissions de NOX du trafic au km2 sur le territoire genevois



Il faut ensuite convertir le cadastre français fournit par Air Rhône-Alpes, en le mettant dans le système de coordonnées Swiss\_New\_Grid (figure 5).

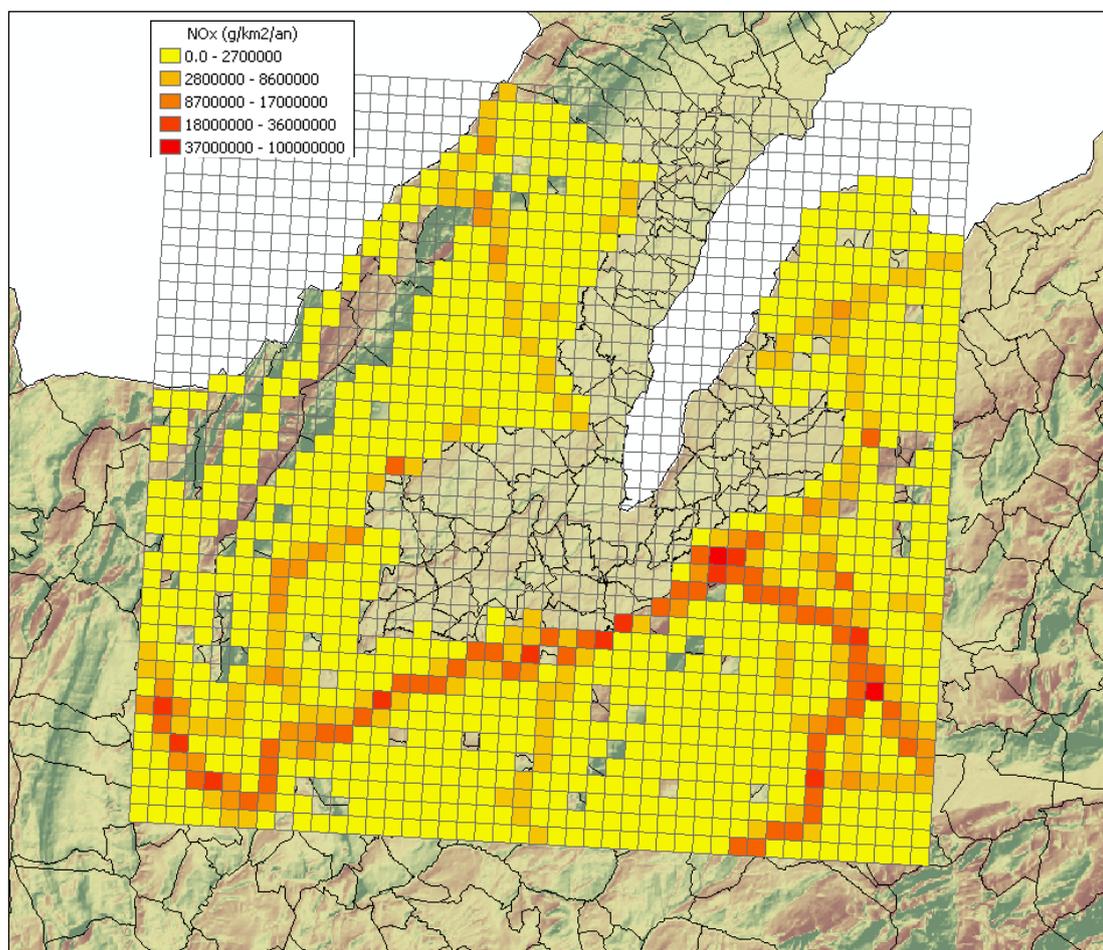


Figure 5. Représentation de la répartition des émissions de NOx du trafic à partir du cadastre français Air Rhône-Alpes au km<sup>2</sup>



Lorsqu'on superpose les couches françaises et genevoises, que les unités correspondent de part et d'autre de la frontière on aboutit alors à un cadastre commun homogène (figure 6).

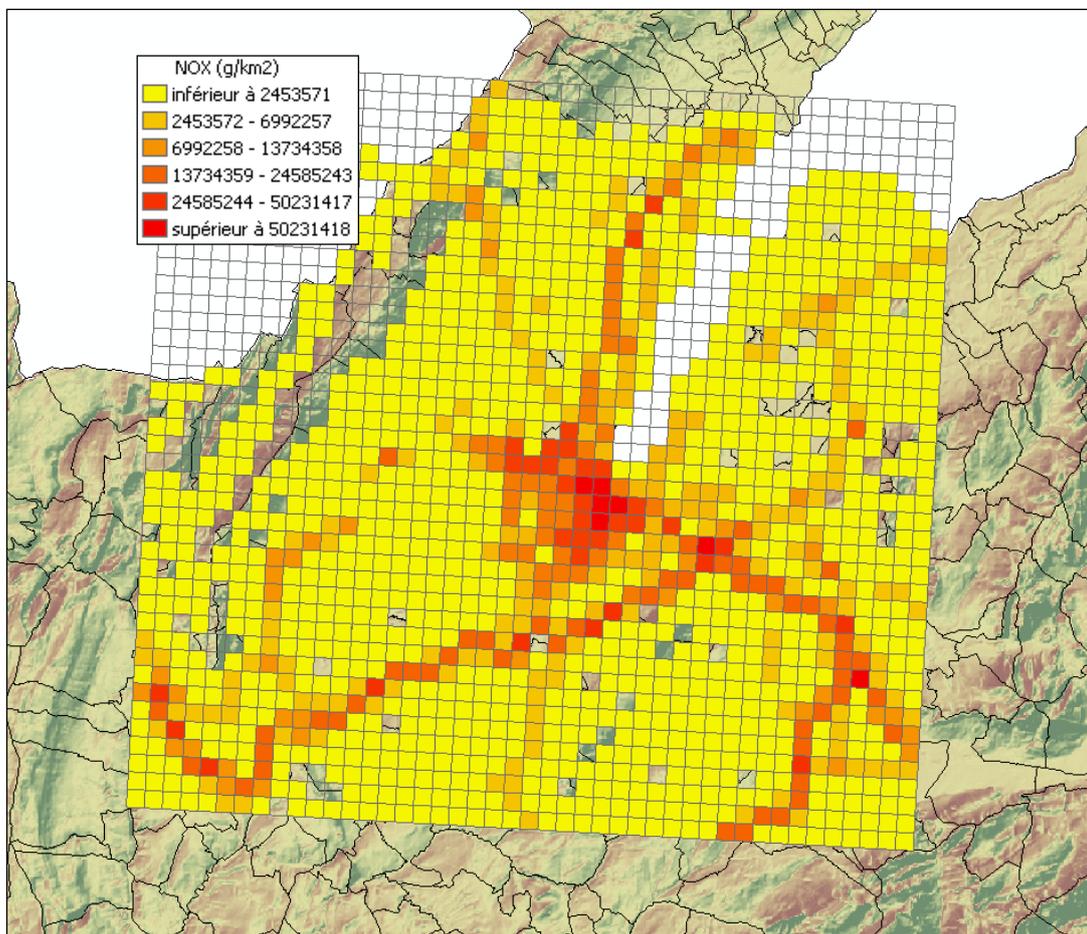


Figure 6. Représentation de la répartition des émissions de NOX du trafic au km2 par an sur le bassin franco-genevois

Sur la figure précédente, apparaissent nettement les zones où le trafic est important tel que les autoroutes et routes nationales ainsi que les villes de Genève, Annemasse et Saint-Julien-en-Genève. Les nœuds routiers ont aussi des valeurs élevées. A l'inverse, le massif du Jura se distingue par un alignement de cellules vides, dû à un manque de données.

De plus, on note que bien qu'aucun coefficient d'émission n'ait été modifié entre les deux pays, les données sont homogènes et ne varient pas grandement. On en déduit la convergence et la cohérence des méthodes suisses et françaises pour l'évaluation des émissions du trafic, bien qu'on ait une perte d'information côté suisse puisqu'on passe d'une résolution de un hectare à une résolution moins fine du kilomètre carré. Cette résolution est toutefois suffisante pour la modélisation.

L'élaboration des couches suivantes se base sur la même méthodologie que précédemment.



### **2.3.2. Les émissions du chauffage**

Cette couche correspond, dans le cas genevois, aux émissions des chauffages des installations résidentielles (habitations) et tertiaires (locaux commerciaux, bureaux). En France, il y a une seule couche appelée "chauffage" regroupant ces deux appellations. Comme précédemment, il convient donc de sommer les données suisses pour représenter les mêmes sources.

Les méthodologies françaises et suisses pour la détermination des émissions ne sont pas communes et les résultats qui en découlent sont significativement différents. En effet, pour une densité de population similaire de part et d'autre de la frontière on voit une nette différence de comportement. On explique cette différence grâce aux facteurs d'émissions utilisés pour la détermination des émissions. Ceux-ci peuvent varier de manière importante selon les sources et les équipements considérés. Ils sont toutefois ajustés en fonction de l'état de recensement des parcs de chauffage (une source relativement méconnue verra ses facteurs d'émissions majorés et inversement), ce qui permet au final d'obtenir des inventaires comparables.

Ne connaissant pas de manière précise la part de chaque type de chauffage, il a été choisi d'effectuer la moyenne des différences afin de corriger les variations entre les deux pays. Les émissions françaises sont prises comme référence, il en résulte un cadastre beaucoup plus homogène, dont les différences entre France et Suisse ne sont plus perceptibles, mais où apparaissent nettement les zones de population plus dense.

### **2.3.3. Les émissions industrielles**

Pour les mêmes raisons que précédemment on retrouve les mêmes différences de coefficients entre la couche "industrie" suisse et la couche française. De plus, dans la région de Divonne-les-Bains il vient s'ajouter une imprécision concernant les émissions de l'industrie. Ce problème est visible sur la partie du cadastre genevois qui se trouve en France. En effet, les données rassemblées pour la construction de CadaGE proviennent de différentes sources qui ne sont pas forcément comparables. Du côté suisse, les industries sont partiellement recensées, leurs émissions sont connues et les informations sont utilisées pour faire un cadastre de type "bottom-up". Par contre, lorsque CadaGE déborde sur les départements de l'Ain (01) et de la Haute-Savoie (74), les données des émissions sont départementales et l'ensemble des émissions industrielles sont réparties suivant la population. Air Rhône-Alpes ne peut localiser avec précision que les entreprises soumises à la déclaration de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes et donc contrôlées par la DREAL. Cette méthode "top-down" a pour conséquence de donner des valeurs élevées d'émissions industrielles là où la densité de population est importante, ce qui n'est pas juste. Pour cette raison, on utilisera les données de CadaGE uniquement pour le territoire genevois, en France on préférera le cadastre d'Air Rhône-Alpes dont les informations sont plus cohérentes. Suite à ces observations, la couche industrie a été modifiée pour donner une représentation plus fidèle de la réalité.



### **2.3.4. Les émissions « offroad »**

La couche "offroad" concerne les domaines du rail, de l'aviation, de la navigation, de la construction, de l'agriculture, du jardinage et de l'armée. Les émissions genevoises sont estimées à partir des émissions au niveau national selon une clef de passage qui varie en fonction du domaine. Il faut relever le fait que la partie agricole de cette couche se réduit à l'étude des engins agricoles et non du cheptel qui est intégré dans les émissions biogéniques. De plus, les données brutes issues de CadaGE donnent une couche différente et plus précise pour l'aéroport qu'il a fallu incorporer dans le cadastre "offroad". Lors de la fusion des couches française et suisse, on remarque que les valeurs sont très différentes entre les deux parties. En effet, les émissions "offroad" sont bien plus faibles en Suisse. Une différence de méthodologie semble être à la base de ces résultats. Cependant les émissions "offroad" étant très faibles (de 1 à 2%) par rapport à la contribution d'autres sources, les résultats sont maintenus tels quels.

### **2.3.5. Les émissions biogéniques**

Les sources considérées en Suisse sont les forêts, les prairies, les cultures (vergers, vignobles, terres arables) ainsi que les animaux d'élevage. D'autres sources naturelles indépendantes de l'homme ne sont pas considérées, soit parce qu'elles sont négligeables (gibier, animaux sauvages, foudre, incendie), soit par manque de données (érosion). En France, les données utilisées proviennent d'informations récoltées par image satellite et recensent les émissions naturelles de manière globale. On voit nettement sur le cadastre français le recoupement entre les images qui représente une zone où les données sont manquantes. On remarque également que le cadastre ne tient pas compte de la faune puisque le satellite procède par une reconnaissance du type de végétation au sol dont les émissions seront estimées à partir de clés de passage. Il en résulte une différence dans les polluants pris en compte puisque la France ne considère que les COV (en différenciant isoprène, monoterpène et autres COV) alors que le cadastre suisse possède sept catégories (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV totaux, CO, PM10, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>). La mise en commun ne peut donc se faire que pour les COV.

## **2.4. Emissions totales**

Après avoir étudié séparément les différentes composantes du cadastre, il est possible d'effectuer la somme de toutes les couches d'émissions (trafic, chauffages, etc...) pour aboutir à une représentation générale du cadastre pour chaque polluant. Dans le cas des NO<sub>x</sub>, on notera que la part du trafic est la plus importante et que les zones où la population est dense ressortent également (Fig. 7).

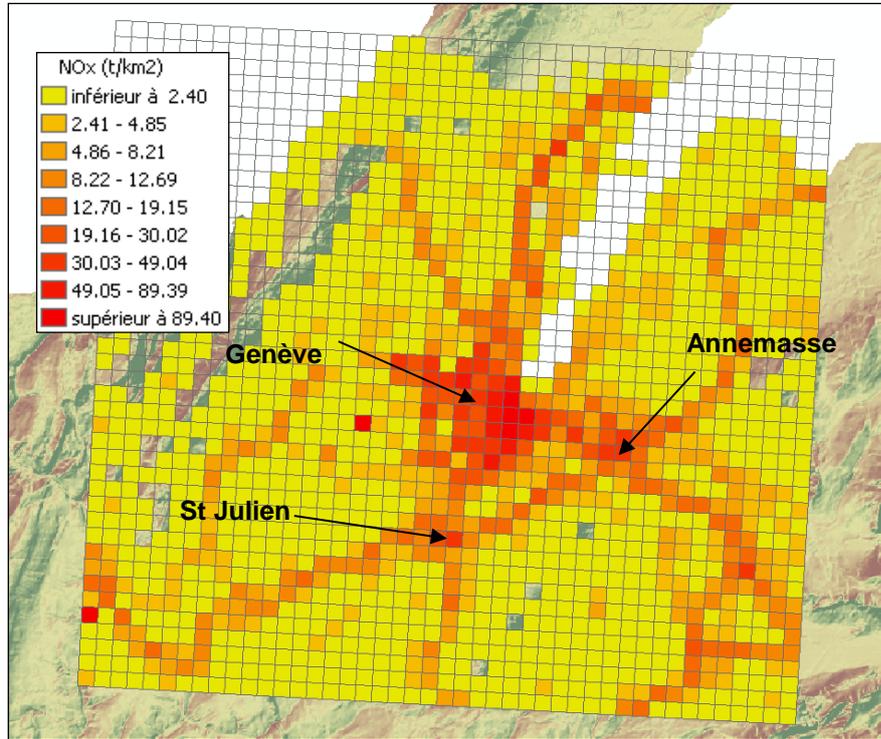


Figure 7.: Représentation de la répartition des émissions totales de NOx au km2 sur le bassin franco-genevois

### Répartition des émissions de polluants

En plus de les représenter sous forme de cadastre, ce travail permet un inventaire répartissant les émissions par types de sources, sur l'ensemble du périmètre du Grand Genève : ces données sont donc issues des travaux d'Air-Rhône-Alpes, du service de protection de l'air du canton de Genève et du service de l'Environnement et de l'Energie du canton de Vaud.

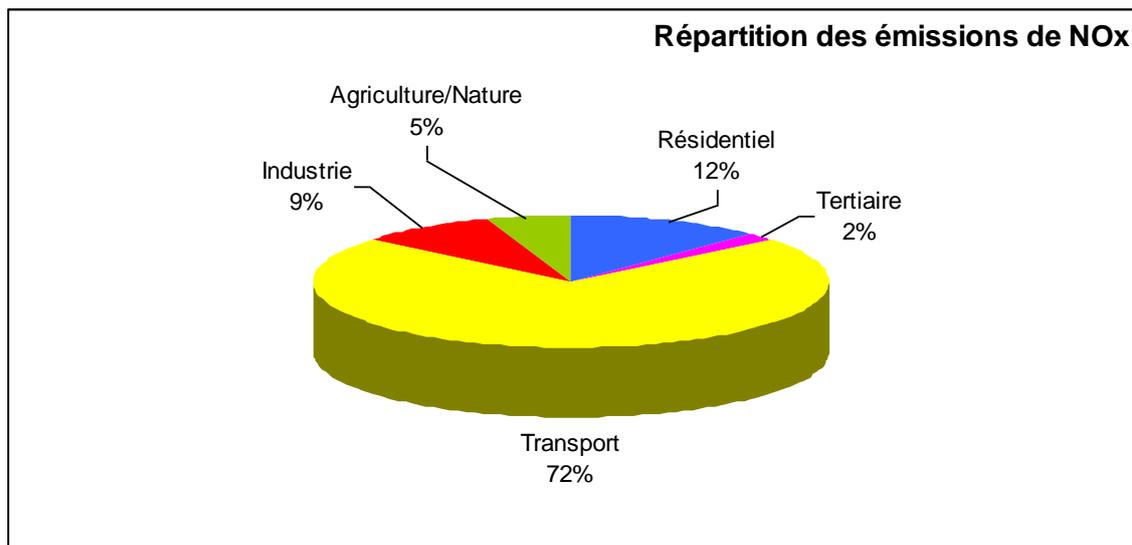


Figure 8. Répartition des émissions de NOx sur le territoire franco-valdo-genevois\*

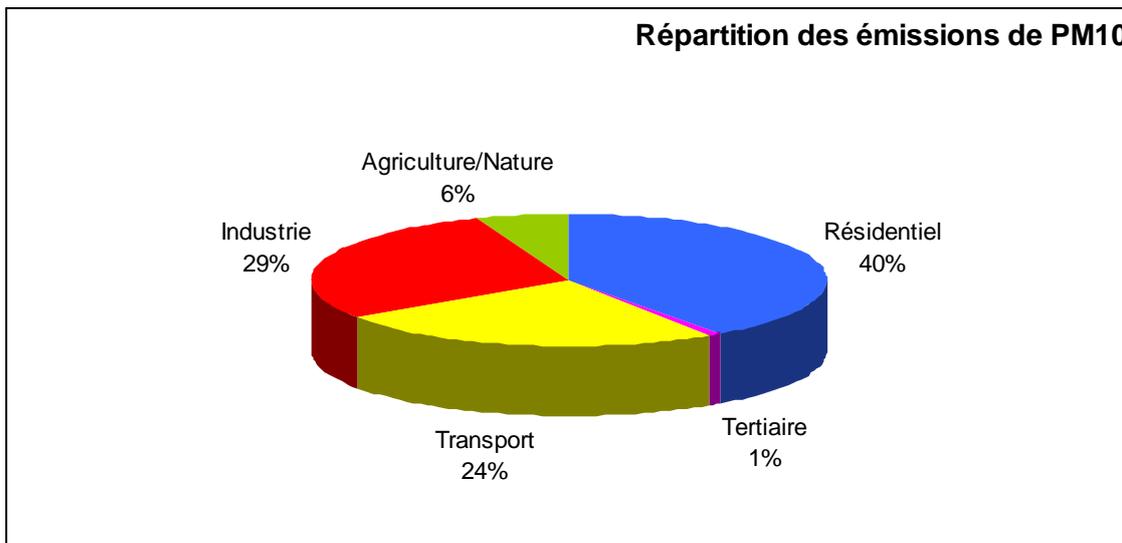


Figure 9. Répartition des émissions de PM10 sur le territoire franco-valdo-genevois\*

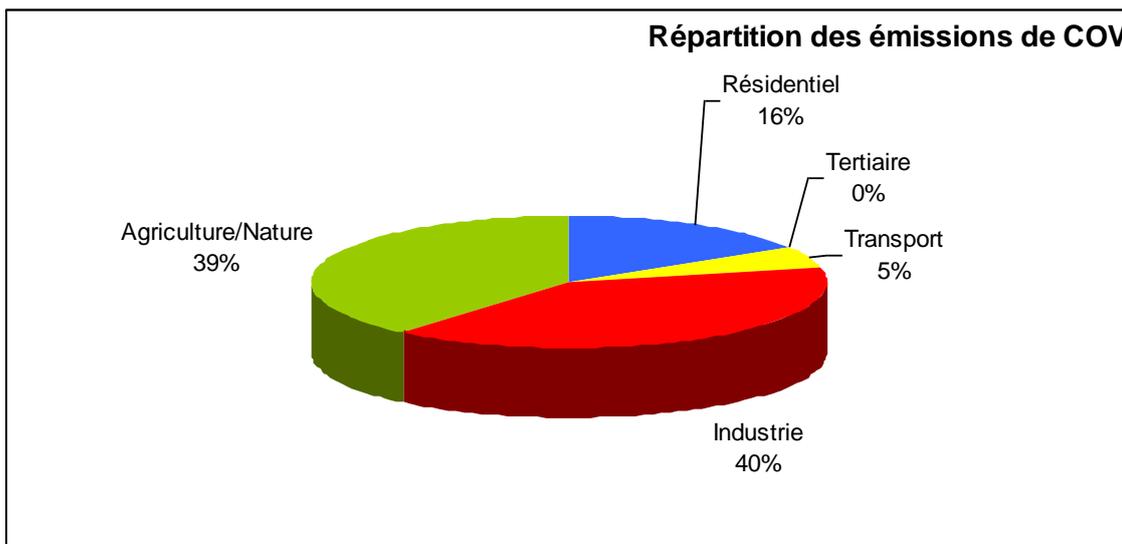


Figure 10. Répartition des émissions de COV sur le territoire franco-valdo-genevois\*

\*Les émissions des secteurs résidentiel et tertiaire forment la catégorie chauffage (paragraphe 2.3.2). Les émissions « off-road » (paragraphe 2.3.4) sont incluses dans le secteur des transports.



## 2.5. Difficultés rencontrées et perspectives

La mise en commun et la construction de ce cadastre a montré les différences de méthodologie entre la France et la Suisse au niveau des émissions. Il en résulte une perte d'information sur le canton genevois (passage d'une maille de 1 ha à 1 km<sup>2</sup> et agrégation de certaines couches) qui apparaît toutefois nécessaire pour les prochaines étapes. On note également que l'homogénéité du cadastre sera bonne pour les NO<sub>x</sub>, en raison de l'importance du trafic sur toute la zone, mais moins pertinente en ce qui concerne les COV du fait des différences méthodologiques de prise en compte des sources entre les deux pays.

Ce cadastre commun peut être utilisé dans le cadre de la modélisation déterministe, il correspond mieux à la réalité que le cadastre européen dont la résolution est de six kilomètres. Cependant, on préférera garder le cadastre genevois issu de CadaGE pour des applications plus fines ne faisant pas intervenir cette notion de modélisation à plus grande échelle, par exemple pour visualiser des émissions ponctuelles ou locales.

Pour conclure, il faut évoquer un projet actuellement en cours de développement : la mise en commun des cadastres de Suisse romande au sein de CADERO (Cadastre des émissions romand). Celui-ci regroupera les données des cantons de Vaud, du Valais et de Genève. De plus, ce cadastre pourra s'inscrire dans l'effort de modélisation à une échelle plus grande, comme le territoire de Transalp'Air par exemple (*voir annexe A.VII*). Dans cette perspective, l'élaboration d'un cadastre commun cohérent devra tenir compte des difficultés rencontrées ici, à savoir le mode de prise en compte et la pondération des données, la conformité des coefficients d'émissions et l'homogénéisation des résultats.



## 3. Immissions

### 3.1. Etat des lieux des moyens de mesurage des immissions

Le tableau ci-dessous dresse un inventaire des stations de mesures de la qualité de l'air présentes sur le territoire du Grand Genève et des principaux polluants qu'elles suivent :

Typologie	Station	Réseau	Polluants					
			NO <sub>x</sub>	PM10	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	Retombées de poussières
Industrielle	St-Germain-sur-Rhône	Air Rhône-Alpes	x	x	x	x		
Péri-urbaine	Foron	ROPAG	x	x	x	x		x
	Meyrin	ROPAG	x	x	x	x		
	Nyon	SEVEN	x	x	x			
Rurale	Anières	ROPAG	x	x	x	x		x
	Passeiry	ROPAG	x	x	x	x		x
Urbaine	Annemasse	Air Rhône-Alpes	x	x	x			
	Ferney-Voltaire	Air Rhône-Alpes	x	x	x			
	Gaillard	Air Rhône-Alpes	x	x	x			
	Ile	ROPAG	x	x	x	x		x
	Ste-Clothilde	ROPAG	x	x	x		x	x
	Thonon-les-Bains	Air Rhône-Alpes	x	x	x			
	Wilson	ROPAG	x	x	x			x

Tableau 6. Liste des stations de mesures de la qualité de l'air



Protocoles de mesures utilisés :

- > SO<sub>2</sub> : Fluorescence UV, DOAS
- > NO<sub>x</sub> : Chimiluminescence, DOAS
- > PM10 : Gravimétrie (pesée), gravimétrie (micro-balance), absorption  $\beta$
- > O<sub>3</sub> : Absorption UV, DOAS
- > CO : Absorption IR
- > Retombées de poussières : Méthode Bergerhoff
- > Métaux : ICPMS

La figure ci-dessous montre la répartition géographique des stations de mesures.

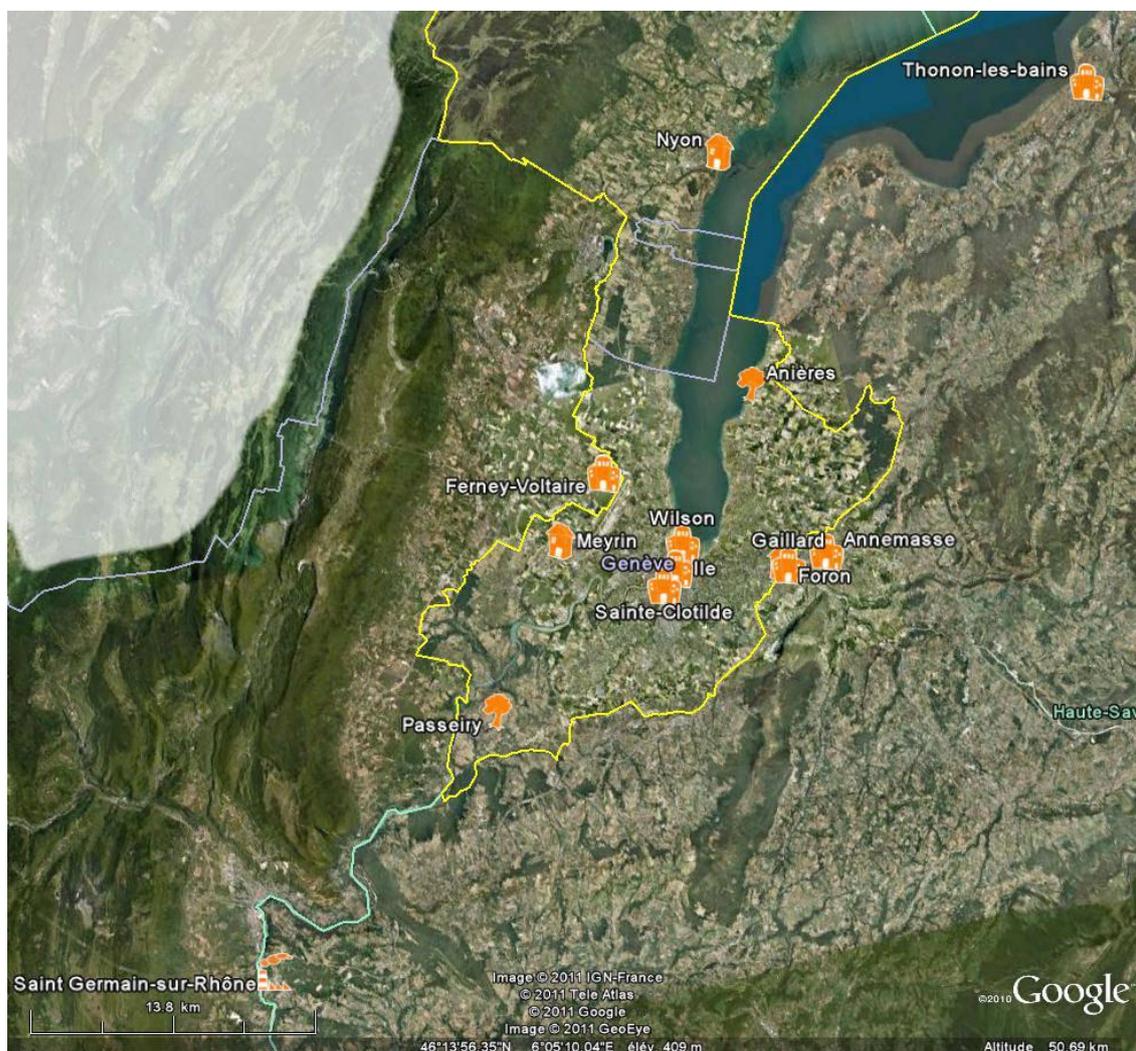


Figure 11. Carte des stations de mesures



## 3.2. Situation actuelle par rapport aux normes et objectifs fixés

### 3.2.1. Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

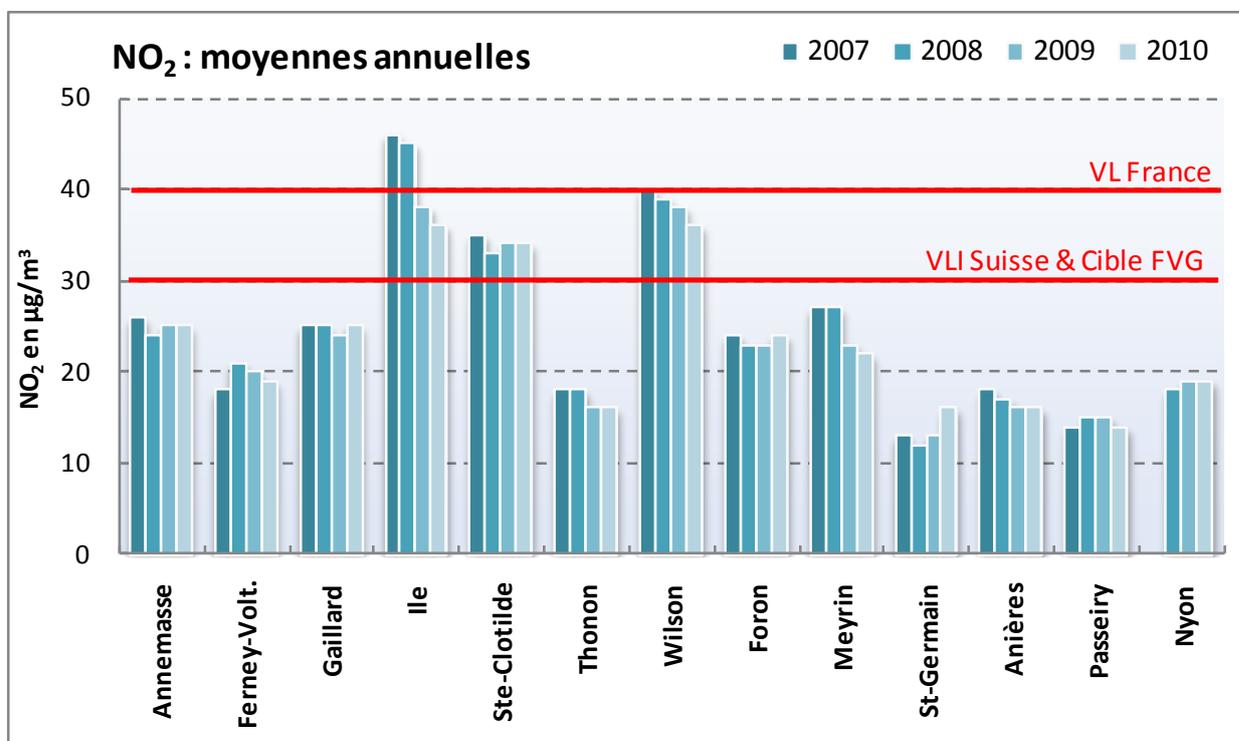


Figure 12. Evolution des moyennes annuelles de NO<sub>x</sub>

Malgré une tendance à l'amélioration sur les 4 dernières années, les valeurs de NO<sub>2</sub> ne respectent pas la VLI suisse (Valeur Limite d'Immission) sur les 3 sites les plus exposés à la circulation automobile : Wilson, Ste-Clotilde et Ile dépassent en effet les 30 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, qui correspondent aussi à la Valeur Cible proposée pour le bassin franco-valdo-genevois. Très proche des voies de circulation, la station d'Ile a même dépassé la VL française en 2007 et 2008 (à partir de 2009, la station de l'Ile a changé pour un emplacement moins exposé au trafic de proximité, déplacement qui se voit sur la baisse des niveaux à la figure 12). Pour les 10 autres points de mesure, la réglementation française est respectée sur ce paramètre.



Comme le montrent les graphes ci-dessous, la VLI suisse n'est souvent pas respectée si on se réfère à la moyenne journalière. A noter qu'il n'existe pas de VL journalière en France :

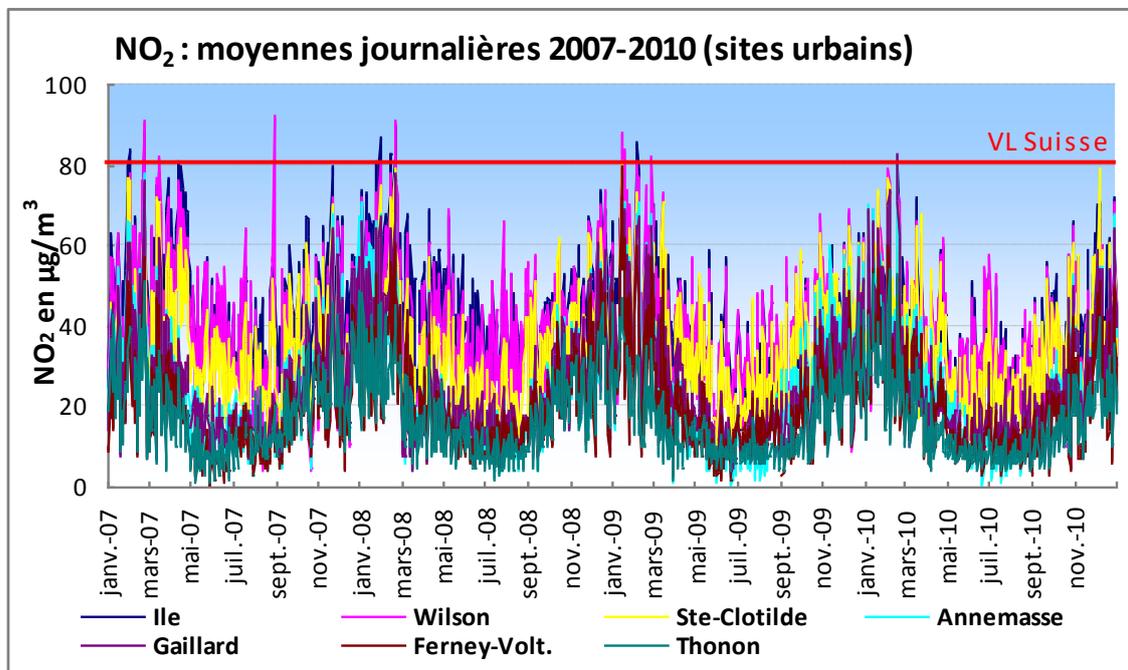


Figure 13. Moyennes journalières de NO2 (sites urbains)

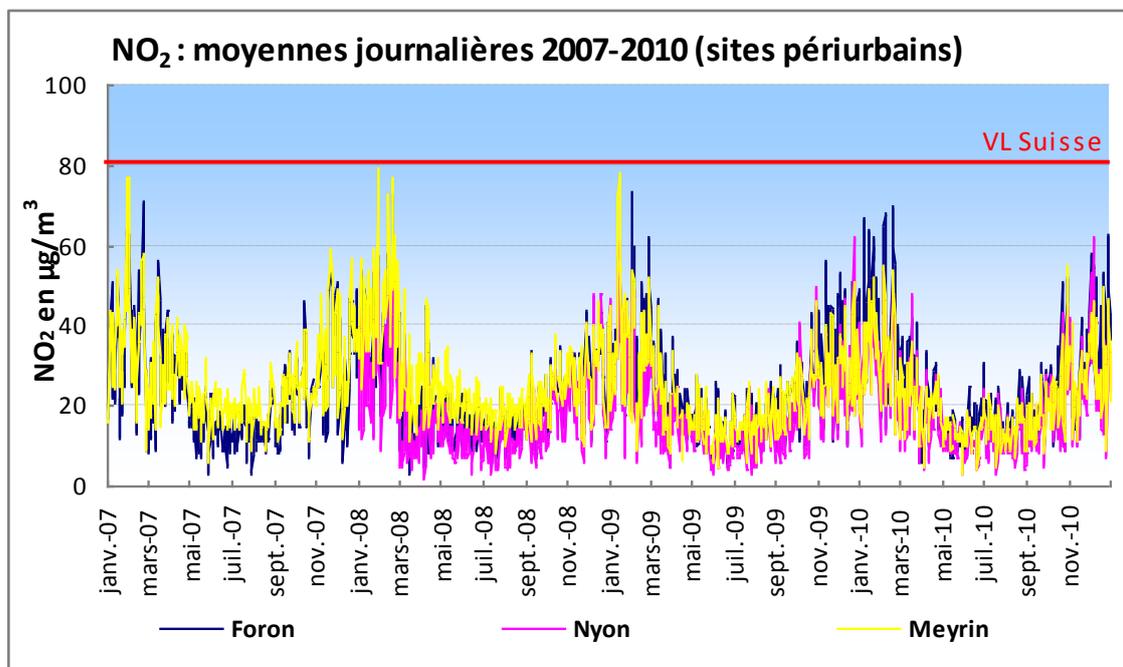


Figure 14. Moyennes journalières de NO2 (sites périurbains)

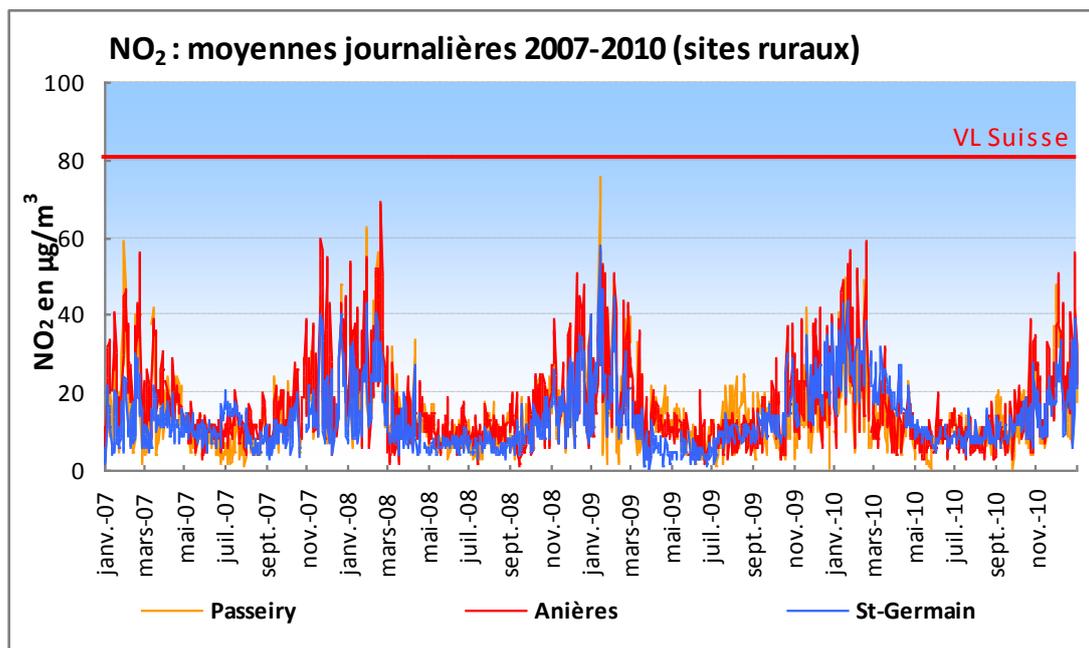


Figure 15. Moyennes journalières de NO2 (sites ruraux)

Au cours de chaque saison hivernale, on voit en effet que les concentrations de NO<sub>2</sub> s'élèvent, au point de dépasser occasionnellement la VLI suisse établie à 80 µg/m<sup>3</sup> (figure 15).

En regardant ces dépassements dans le détail, fort logiquement, ce sont les sites Wilson et surtout Ile qui sont les plus concernés, comptant jusqu'à 7 jours de dépassements de cette VLI suisse. En revanche, 6 sites n'ont pas enregistré de dépassements de cette valeur réglementaire au cours des 4 dernières années.

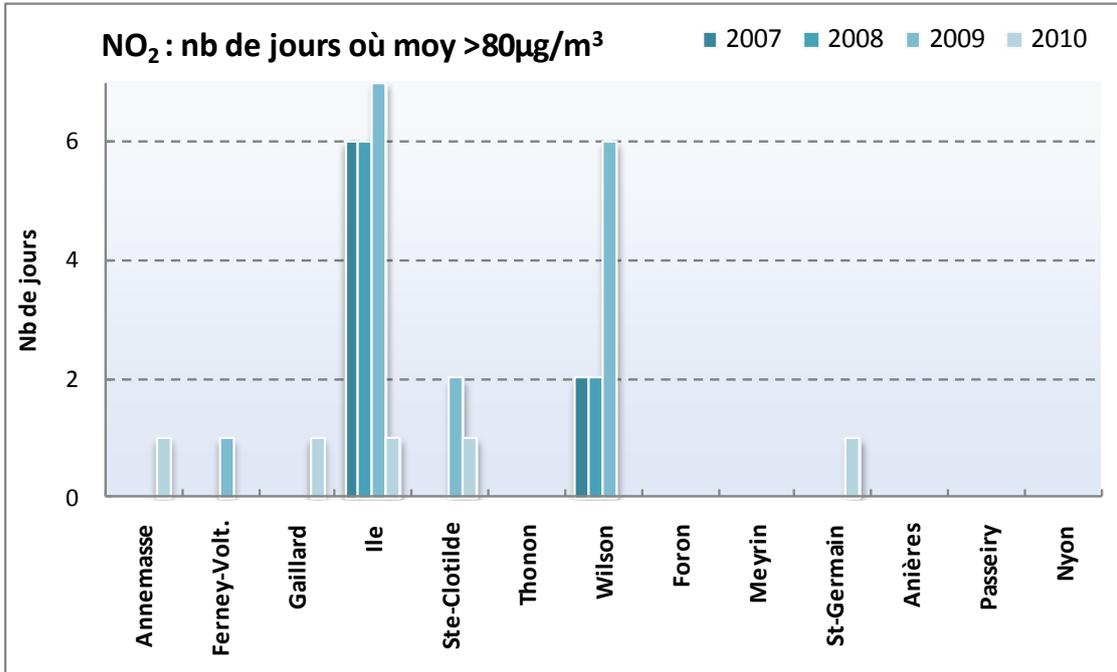


Figure 16. Nombre de jours de dépassements du 80 µg/m<sup>3</sup>

Point positif néanmoins : même si des accumulations hivernales favorisent de fortes concentrations, la figure 17 montre que jamais au cours des 4 dernières années le seuil de 200 µg/m<sup>3</sup> sur 1 heure n'a été atteint : les concentrations maximales, sur tous les sites, sont toutes restées nettement inférieures à la VL et au niveau d'information français (et donc *a fortiori*, au niveau d'alerte genevois à 240 µg/m<sup>3</sup>).

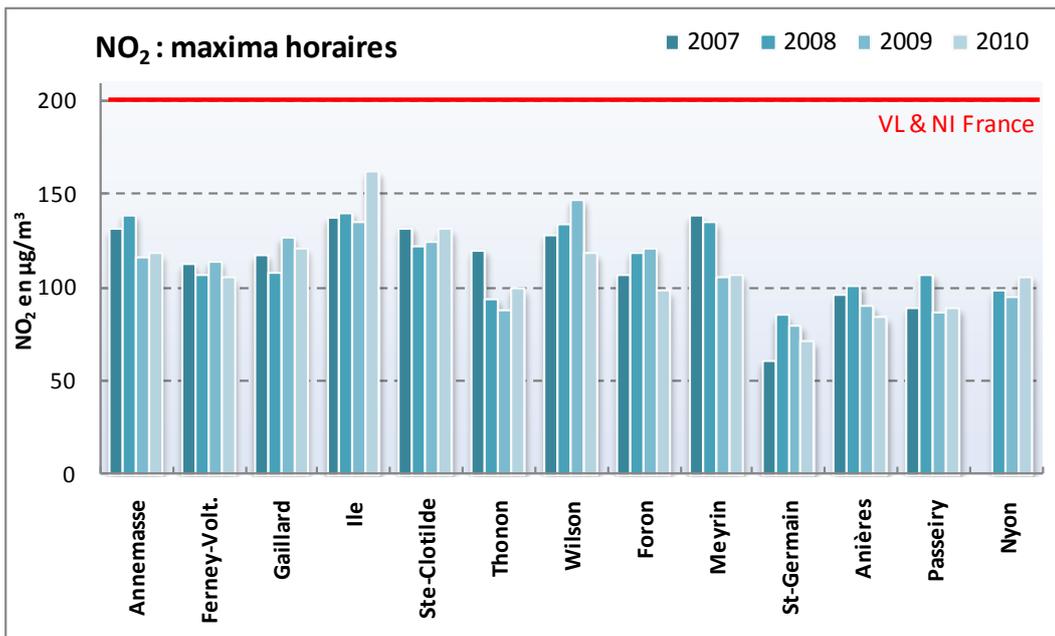


Figure 17. Moyennes horaires maximales en NO<sub>2</sub>



### 3.2.2. Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

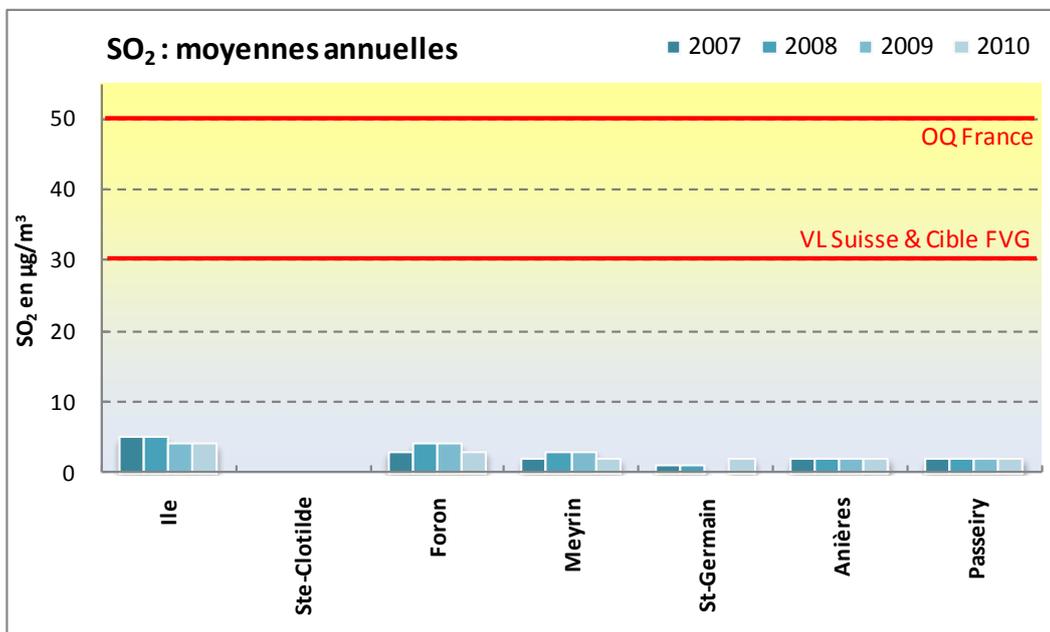


Figure 18 : Moyennes annuelles de SO<sub>2</sub>

En moyenne annuelle, ce polluant ne pose absolument aucun problème : sur l'ensemble du territoire d'étude, les valeurs enregistrées entre 2007 et 2010 sont au moins 10 fois inférieures à l'objectif de qualité français. Elles respectent donc encore plus largement la valeur cible envisagée sur le périmètre franco-valdo-genevois.

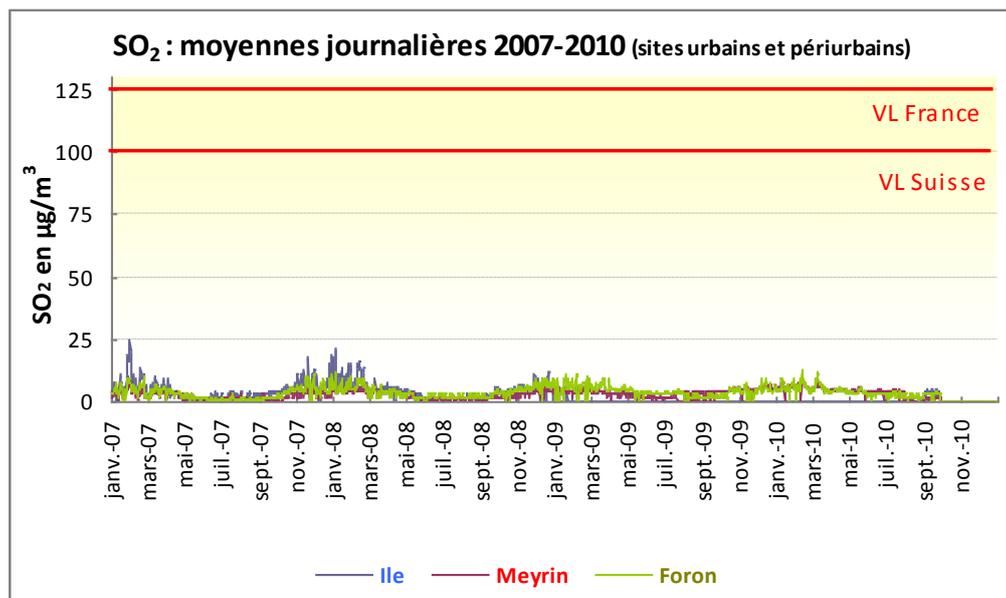


Figure 19 : Moyennes journalières en SO<sub>2</sub> (sites urbains et périurbains)



Comme le montrent les figures 19, 20, 21, 22 et suivantes, le même constat peut être dressé en moyenne journalière, mais aussi en maxima horaires journaliers : en dépit de quelques accumulations hivernales sporadiques sans conséquences, toutes les valeurs réglementaires de référence concernant le SO<sub>2</sub> sont largement respectées, en tous points du secteur d'étude.

On peut donc dire que ce polluant ne pose pas de problème actuellement et qu'il n'en posera probablement pas davantage dans le futur.

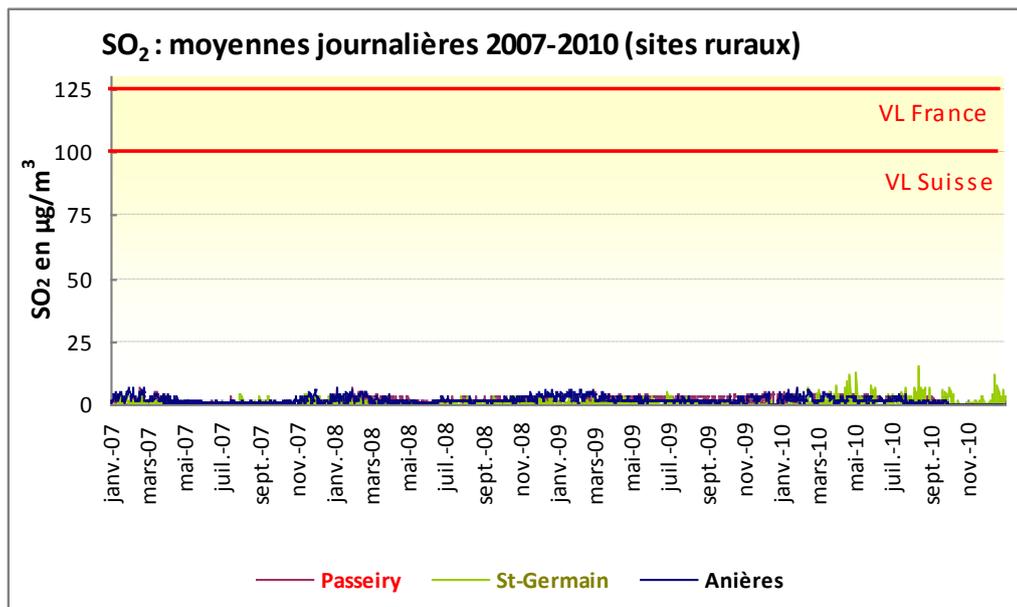


Figure 20. Moyennes journalières en SO<sub>2</sub> (sites ruraux)

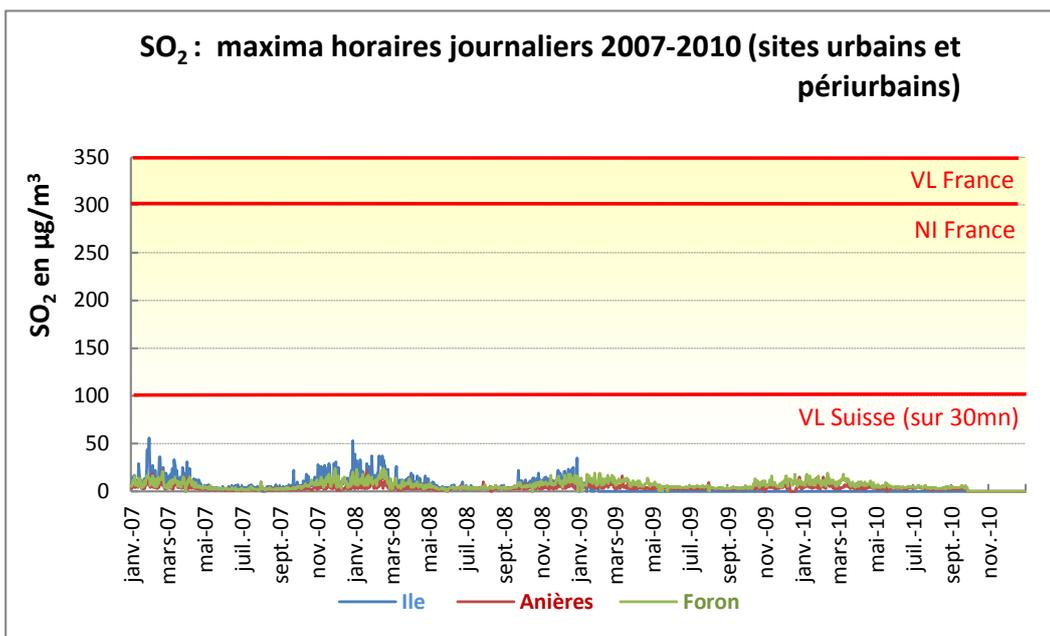


Figure 21. Maxima horaires journaliers en SO<sub>2</sub> (sites urbains et périurbains)

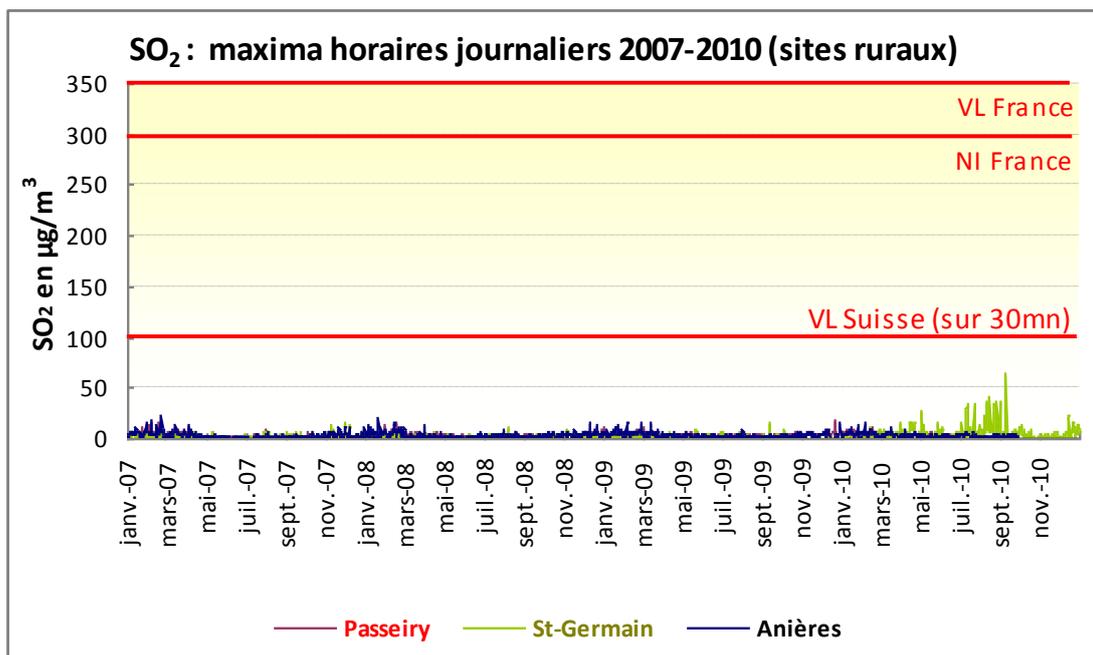


Figure 22. Maxima horaires journaliers en SO2 (sites ruraux)

### 3.2.3. Poussières en suspension (PM10)

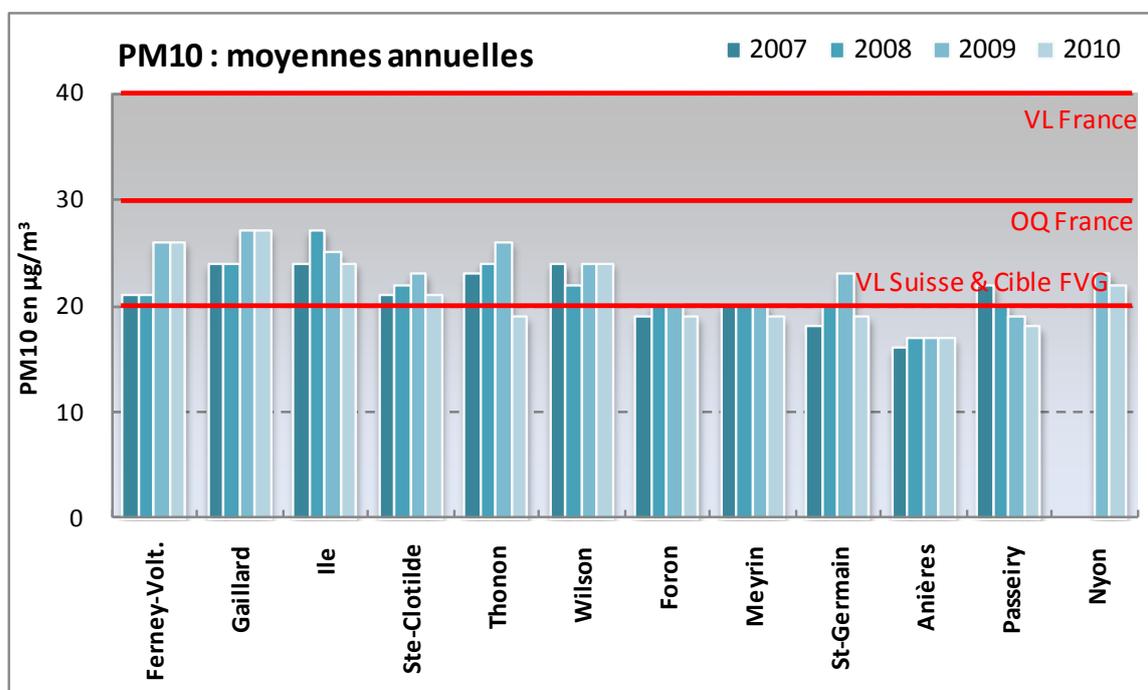


Figure 23. Moyennes annuelles en PM10



Contrastant avec le SO<sub>2</sub>, la situation des concentrations de PM<sub>10</sub> montre un tout autre visage : la plupart des sites témoignent de moyennes annuelles supérieures à la VLI suisse, choisie pour exprimer la valeur cible sur tout le bassin.

En revanche, la valeur limite et l'objectif de qualité français ont été respectés au cours des 4 dernières années. Sur ce paramètre annuel, les tendances d'évolution ne sont pas nettes, et peuvent varier d'un site à un autre, orientées à la hausse (Ferney, Gaillard) ou bien à la baisse (Passeiry).

Quand on examine les concentrations moyennes journalières (figures 24, 25, 26, 27), on constate, principalement en période hivernale mais pas exclusivement, de très fréquents dépassements du seuil de la valeur limite à 50 µg/m<sup>3</sup> qui devient en 2011 niveau d'information en France. On relève aussi des dépassements du seuil de 80 µg/m<sup>3</sup>, désormais synonymes de niveau d'alerte dans l'Ain et la Haute-Savoie (depuis début 2011) et également des dépassements à Passeiry et Gaillard du premier niveau d'alerte suisse à 100µg/m<sup>3</sup>.

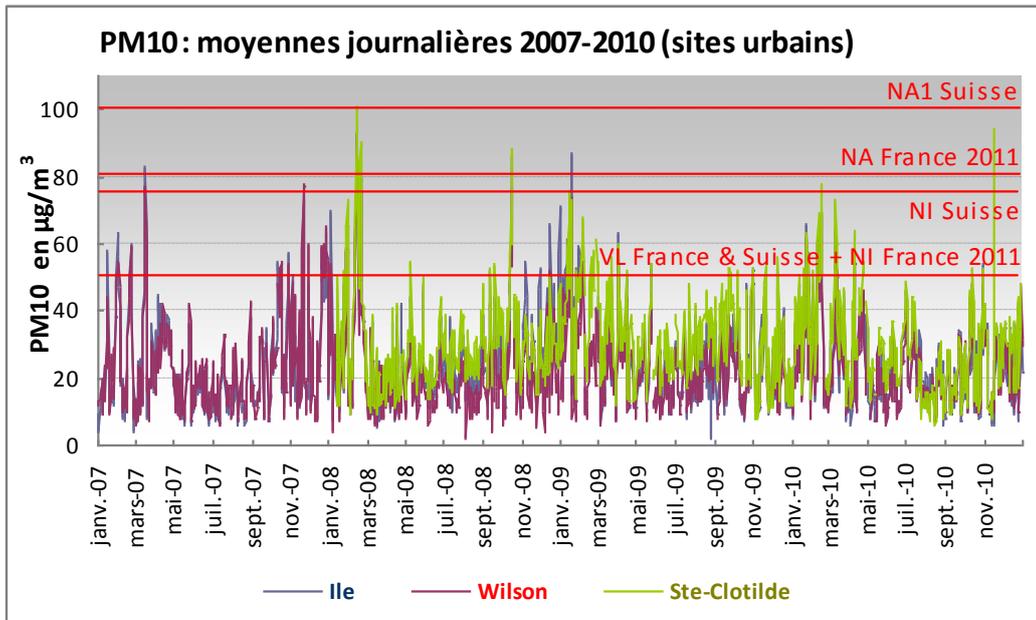


Figure 24. Moyennes journalières en PM<sub>10</sub> (sites urbains suisses)

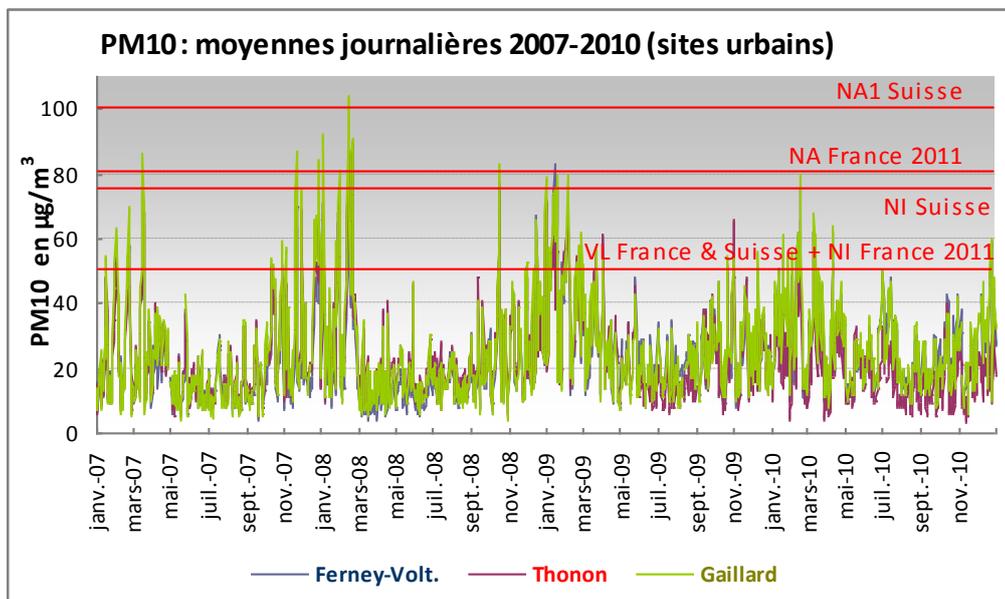


Figure 25. Moyennes journalières en PM10 (sites urbains français)

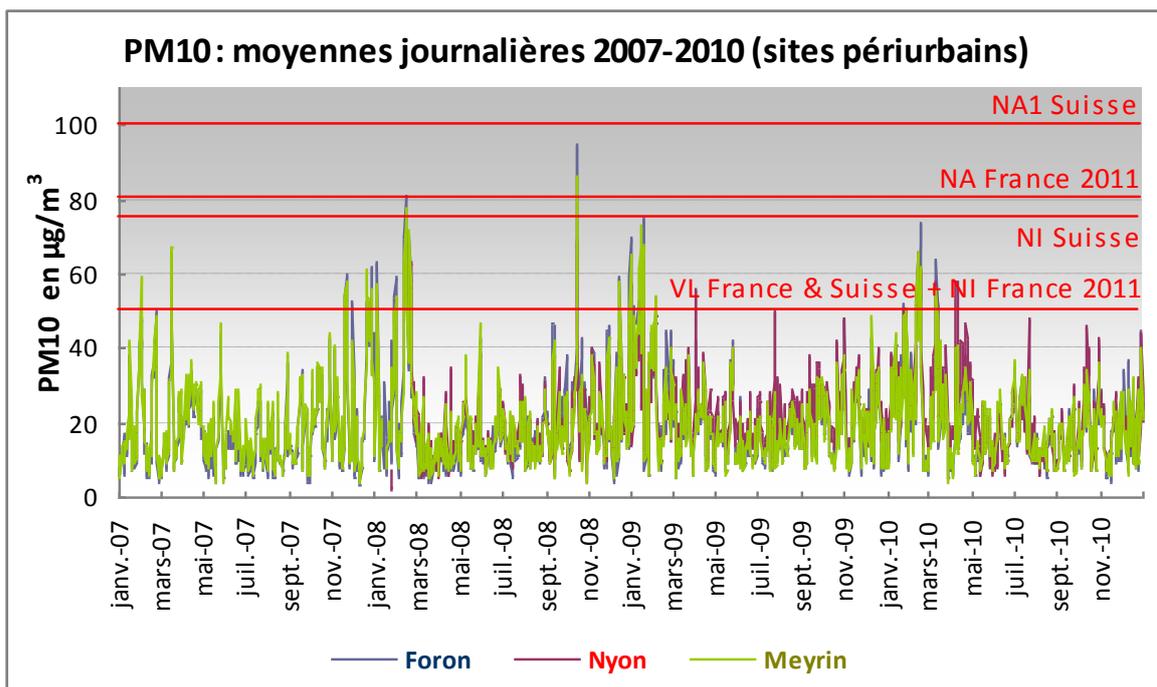


Figure 26. Moyennes journalières en PM10 (sites périurbains)

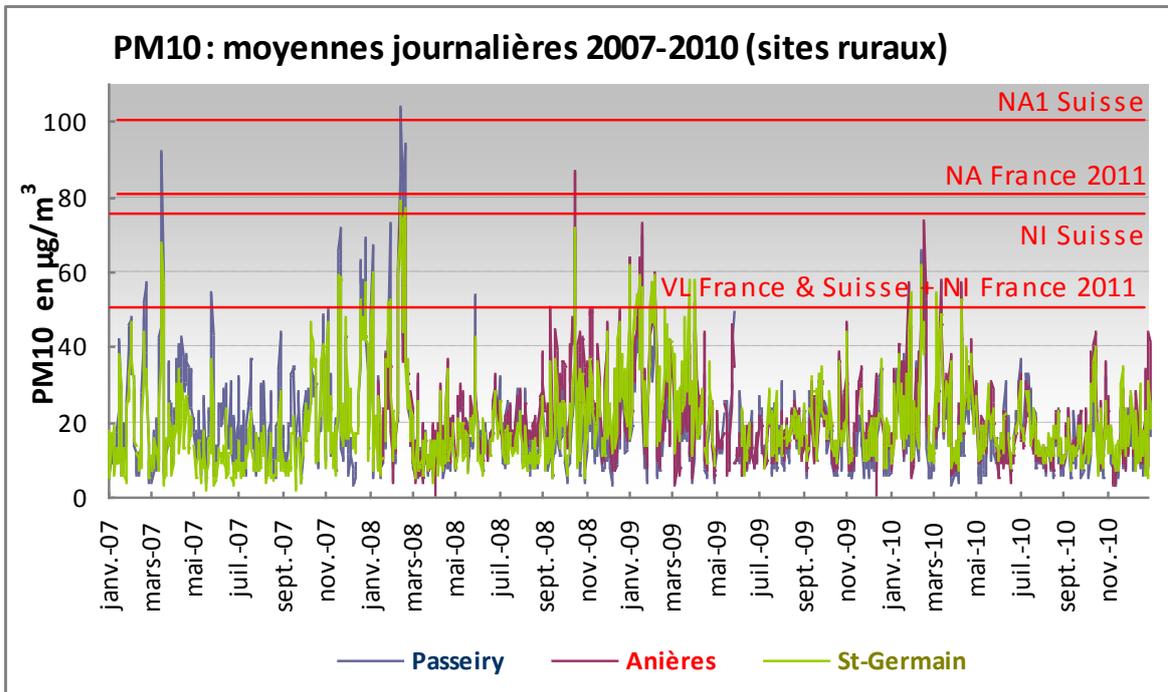


Figure 27. Moyennes journalières en PM10 (sites ruraux)

Si la Suisse ne tolère qu'un seul jour de dépassement de ce seuil de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , il peut être dépassé "théoriquement" 35 fois au cours d'une année en France. Malgré cela, le site de Gaillard n'a pas respecté en 2007 cette référence réglementaire : c'est le seul exemple en 4 ans sur tout le bassin franco-genevois.

Sur ce paramètre du nombre de jours de dépassements de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les évolutions sont contradictoires : si l'on fait abstraction de l'année 2010, durant laquelle les épisodes d'accumulation de PM10 ont été moins sévères, le nombre de dépassements annuels était orienté à la hausse à Thonon, St-Germain pendant qu'il diminuait à Gaillard, Wilson ou Passeiry. Difficile dans ces conditions de statuer sur les évolutions futures...

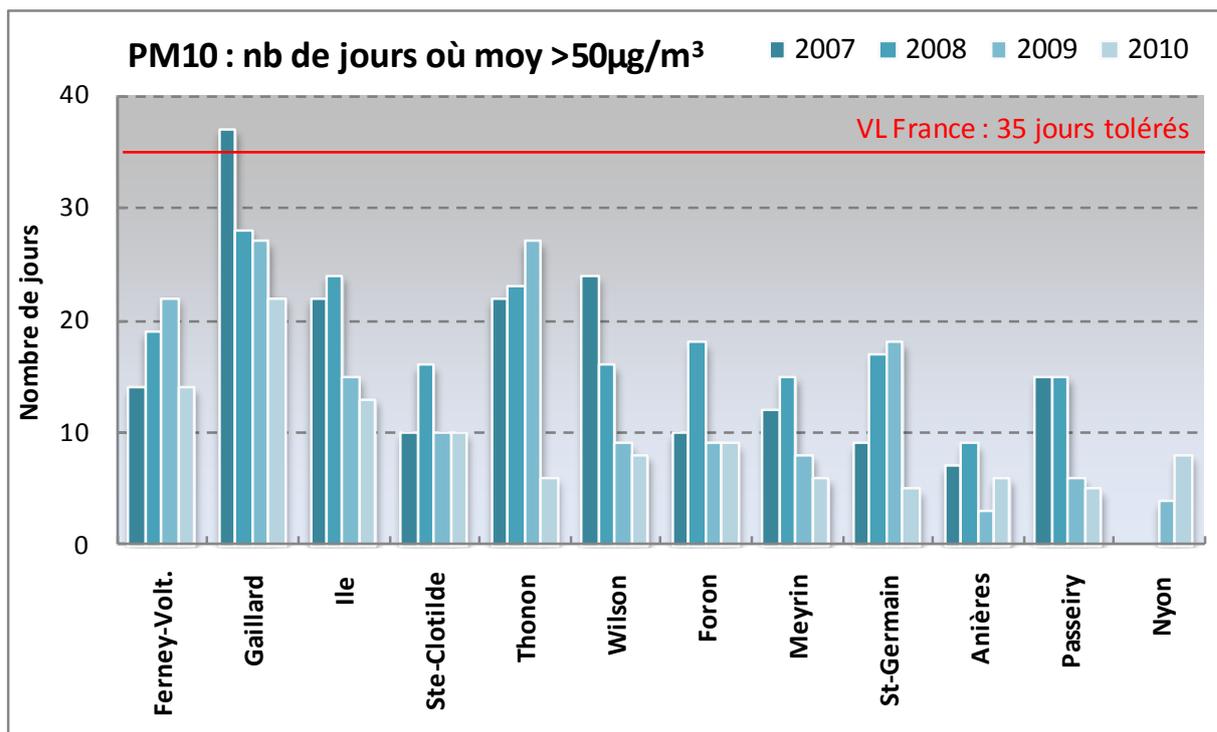


Figure 28. Nombre de jours de dépassement du 50 µg/m<sup>3</sup> pour les PM10

Toujours est-il que toutes les stations ne respectent pas la réglementation suisse, en dépassant chaque année au moins une fois le seuil de 50µg/m<sup>3</sup> : ce constat occasionnerait, à partir de cette année 2011, autant de dépassements du niveau d'information selon la réglementation française, et même plusieurs dépassements du nouveau niveau d'alerte établi à 80µg/m<sup>3</sup>, comme le montre la figure 29 ci-après.

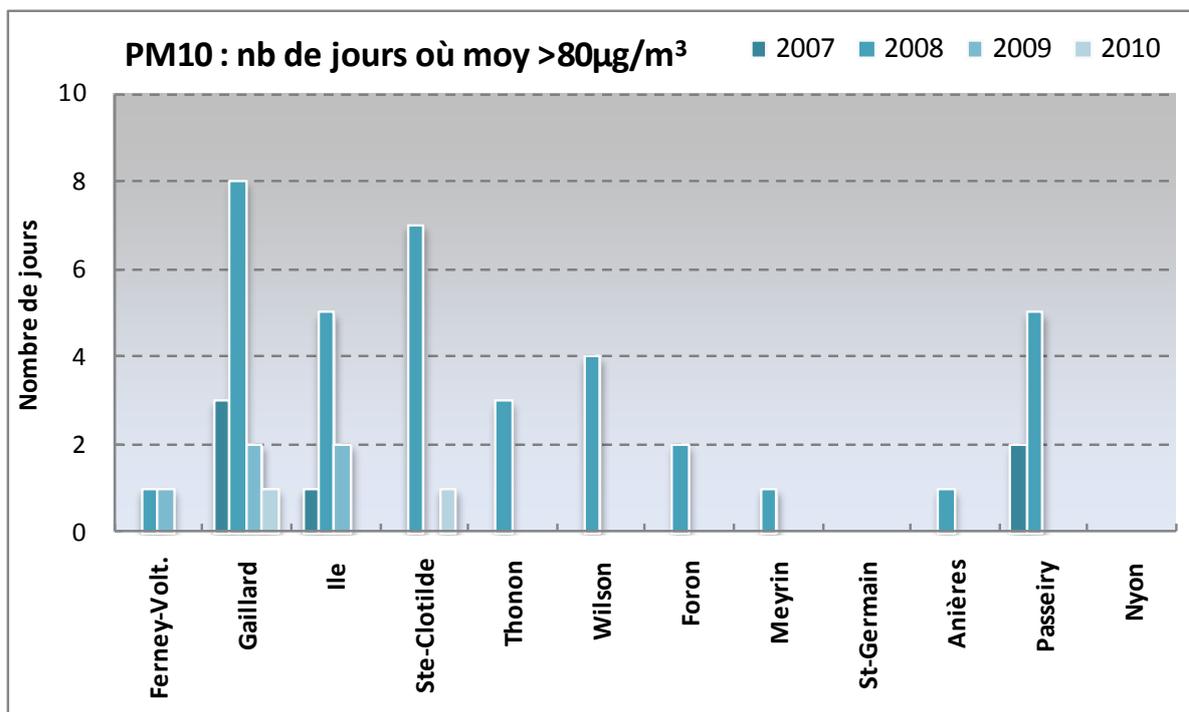


Figure 29. Nombre de jours de dépassement du 80 µg/m<sup>3</sup> pour les PM10

En effet, au cours des 4 dernières années, en se basant sur les termes récents de ce dispositif français, il aurait été activé au moins une fois sur chaque site de mesures, exception faite de St Germain/Rhône et Nyon. Sur ce critère, le site de Gaillard est particulièrement concerné puisque cette situation y a été rencontrée au moins une fois chaque année.



### 3.2.4. L'ozone (O<sub>3</sub>)

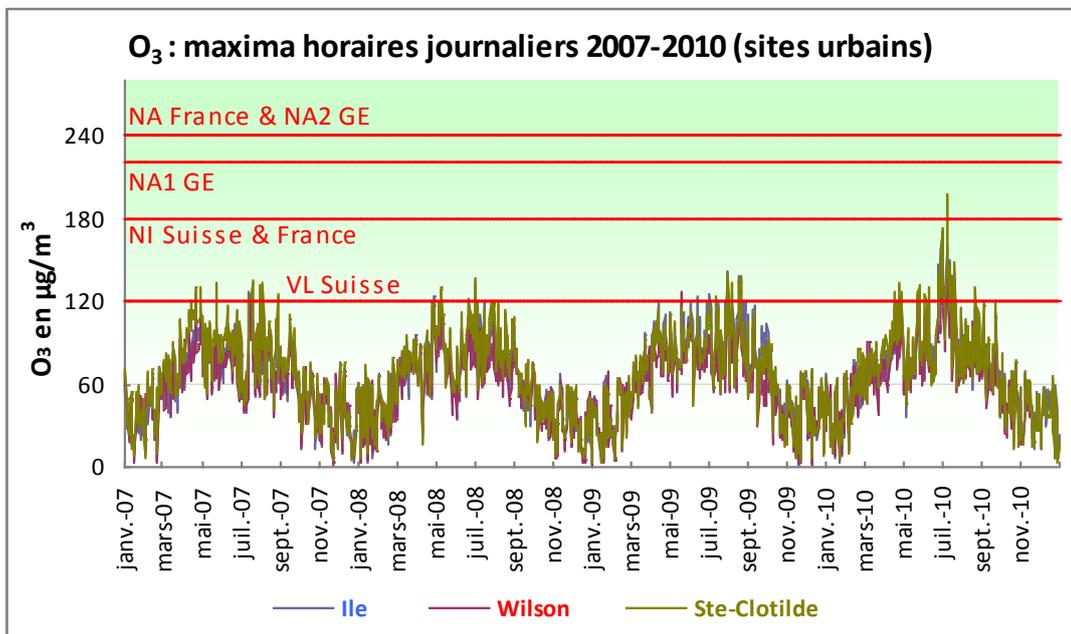


Figure 30. Maxima horaires journaliers en O<sub>3</sub> (sites urbains suisses)

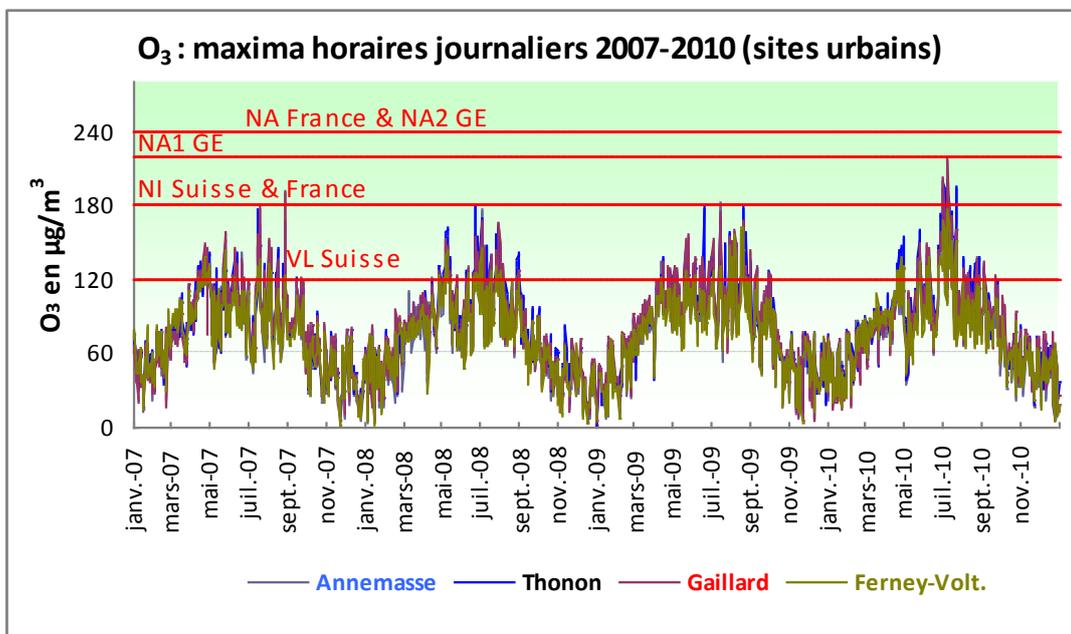


Figure 31. Maxima horaires journaliers en O<sub>3</sub> (sites urbains français)

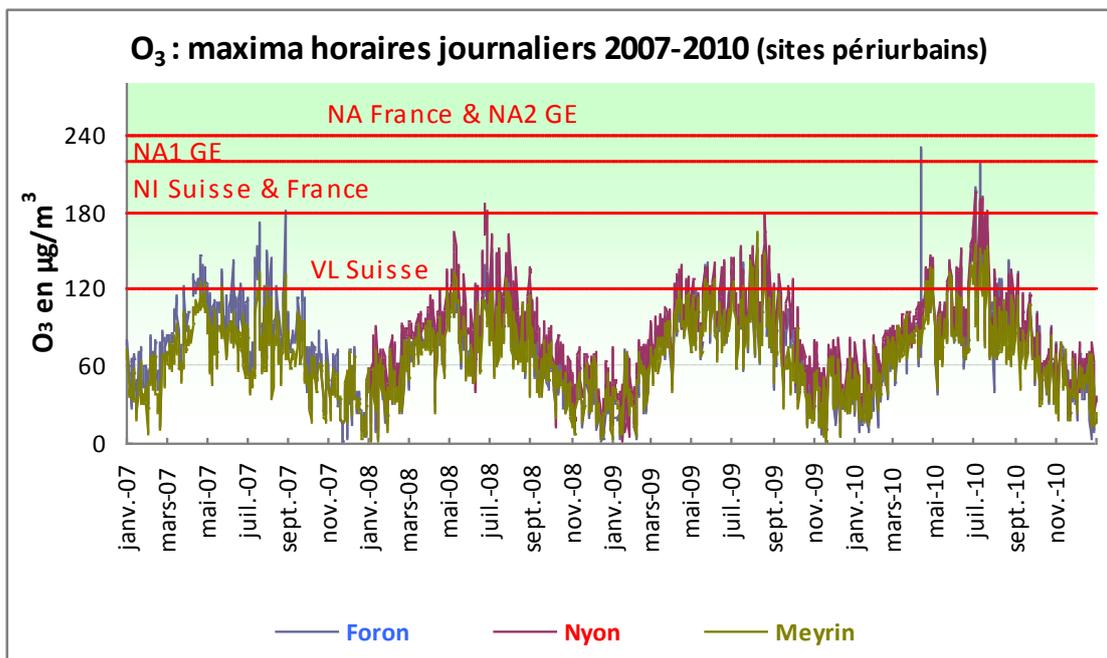


Figure 32 .Maxima horaires journaliers en O<sub>3</sub> (sites périurbains)

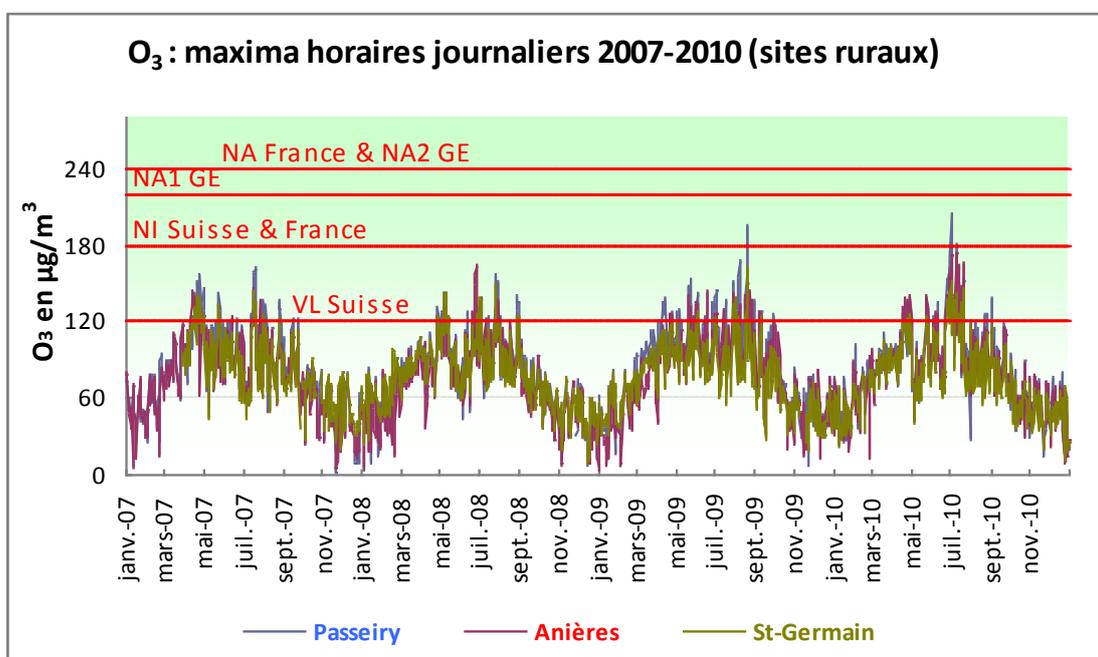


Figure 33. Maxima horaires journaliers en O<sub>3</sub> (sites ruraux)



Très dépendant de l'ensoleillement qui régule sa formation, les concentrations d'ozone sont largement tributaires de la météorologie, et les évolutions au fil des années témoignent des étés plus ou moins ensoleillés. Néanmoins, et comme le montrent les figures 30, 31, 32 et 33 précédentes, le constat est clair : chaque été, même sans canicule exceptionnelle, la valeur limite suisse est fréquemment dépassée. Le niveau d'information suisse et français est lui aussi dépassé, mais pas sur tous les sites, et de manière plus occasionnelle.

A deux occasions, le 1<sup>er</sup> niveau d'alerte genevois ( $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a été atteint : c'était en 2010 sur le site de Foron.

Toutefois, en dépit de ce bilan peu favorable, jamais le niveau d'alerte français et le niveau 2 suisse n'ont été atteint entre 2007 et 2010 dans le bassin franco-genevois.

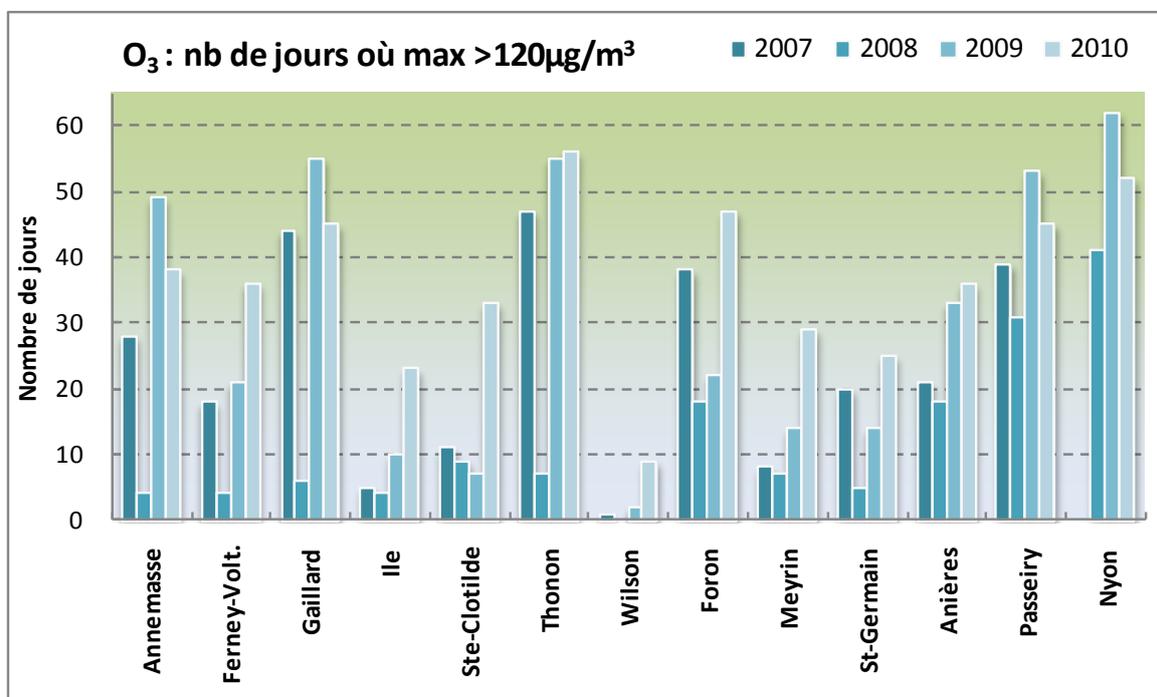


Figure 34. Nombre de jours de dépassement du  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en O<sub>3</sub> (moyenne horaire)

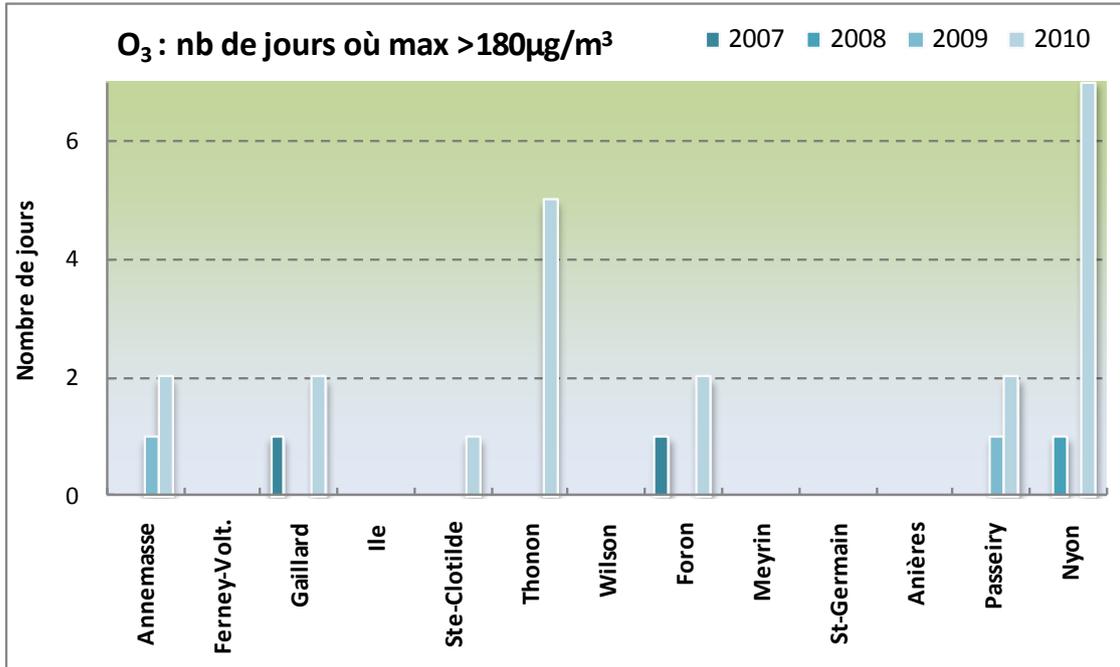


Figure 35. Nombre de jours de dépassement du 180 µg/m<sup>3</sup> en O<sub>3</sub> (moyenne horaire)

Quand on regarde dans le détail les dépassements de ces valeurs réglementaires (figure 34), on remarque qu'absolument tous les sites dépassent chaque année la valeur limite suisse, avec même plus de 50 jours de non-respect à Thonon, Gaillard, Passeiry et Nyon. Ces sites périphériques au centre-ville de Genève sont les plus exposés : on retrouve ici les conséquences des mécanismes photochimiques de formation de l'ozone, qui expliquent ces concentrations extrêmement fortes. A tel point qu'elles sont parfois supérieures à 180µg/m<sup>3</sup> (cf. figure 35), valeur de référence pour le niveau d'information français et suisse (jusqu'à 5 jours durant l'été 2010 à Thonon et 7 à Nyon).

A l'inverse, mais fort logiquement, les stations davantage exposées au trafic automobile, et donc aux émissions de dioxyde d'azote, telles que l'Ile, Ste-Clotilde et Wilson, sont celles qui connaissent le moins de jours de dépassements de la VLI suisse.

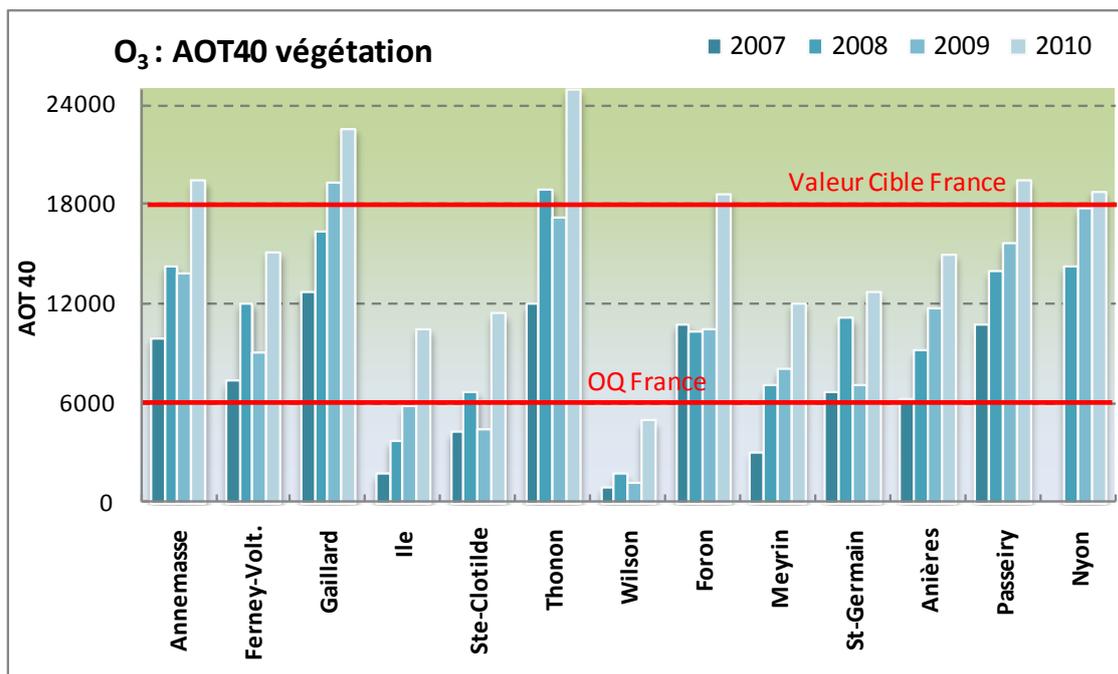


Figure 36. AOT40 en O<sub>3</sub> pour la protection de la végétation

Si l'on prend pour référence les valeurs de protection de la végétation, on retrouve sensiblement le même "palmarès".

On constate surtout que l'objectif de qualité français n'est respecté que sur un seul site, Wilson. Autre constat intéressant, cet indicateur semble progresser d'année en année, témoignant ainsi d'une présence massive et surtout régulière de l'ozone dans l'air franco-genevois : cela concerne aussi les stations situées à proximité immédiate des voies routières, dont on avait signalé la tendance à l'amélioration pour le NO<sub>2</sub> : ainsi, Ile a dépassé l'objectif de qualité pour la première fois en 2010.

### 3.3. Bilan / conclusions / perspectives

Le bassin franco-valdo-genevois s'étendant sur deux pays, les réglementations afférentes à l'air ambiant qui le régissent sont différentes de part et d'autre de la frontière. Cette situation rend complexe la surveillance de la qualité de l'air, mais rend surtout complexe l'information des citoyens.

Ce bilan fait ressortir trois problématiques :

- > le dioxyde d'azote, par sa présence excessive en centre-ville de Genève, et par son rôle de précurseur de l'ozone;
- > les PM10, en raison de concentrations moyennes partout supérieures aux valeurs limites suisses, et par la survenue d'épisodes d'accumulation aggravée plusieurs fois par an;
- > l'ozone, par des teneurs estivales systématiquement élevées, occasionnant des troubles à la santé humaine et préjudiciable à la végétation.



Afin de réduire leurs concentrations, des politiques conjointes doivent être conduites, et doivent pour cela se fixer des objectifs de qualité de l'air à respecter en France comme en Suisse. En cherchant à clarifier et simplifier la situation actuelle, elles se veulent aisément opérationnelles, mais aussi mobilisatrices pour les habitants et tous les acteurs de la qualité de l'air.



## 4. Catalogue de mesures pouvant permettre d'assainir l'air

Pour améliorer l'état actuel de la qualité de l'air, de nombreuses solutions peuvent être proposées. Elles sont évoquées dans le tableau suivant. Mais bien évidemment, en France comme en Suisse, leur mise en œuvre nécessite un travail préalable de concertation pour associer les différents acteurs concernés.

Titre de la mesure	Description	Polluants concernés	Effets attendus	Acteurs concernés	Estimation de la difficulté
I - Aménagement du territoire	Coordination entre le projet d'agglomération et les objectifs d'assainissement	NO <sub>x</sub> , PM	Baisse des émissions de polluants routiers due à une réduction des déplacements et à un renforcement des transports publics et alternatifs	Communes, collectivités	Difficile : d'autres considérations (sociales et économiques) rentrant en compte dans le développement de l'agglomération. La coordination entre les communes et l'agglomération nécessiterait un cadre légal pour être efficace.
	Affectation géographique des sites d'activités commerciales	NO <sub>x</sub> , PM	Baisse des émissions de polluants routiers en lien avec une réduction du trafic automobile dû à des activités commerciales, professionnelles et de loisir.	Pour les cantons : Service de l'aménagement du territoire (SAT), de la mobilité (SM), l'économie, du logement et du tourisme (SELT) et de l'environnement et de l'énergie. Municipalités et services d'urbanisme communaux.	Moyenne/difficile : les communes pouvant craindre un déséquilibre des activités économiques sur le territoire si cette action n'est pas menée de concert avec le développement d'un réseau de transport adapté
	Maîtrise du stationnement privé afin de dissuader le stationnement lié aux activités pendulaires	Adapter de manière locale l'offre de stationnement en fonction de l'activité économique de chaque secteur et de l'offre de desserte.	NO <sub>x</sub> , PM	Dissuader le stationnement, donc le trafic, des pendulaires dans les centres en favorisant le transfert modal. Inciter au renoncement à la voiture pour certains déplacements, en complétant l'offre TP par une limitation du stationnement à destination. Garantir le stationnement des habitants dans leur quartier pour éviter des déplacements inutiles.	Les communes, les cantons et collectivités devant assurer la coordination entre les services de l'aménagement du territoire, les services de la mobilité, de l'économie, du logement et du tourisme et de l'environnement et de l'énergie



	Titre de la mesure	Description	Polluants concernés	Effets attendus	Acteurs concernés	Estimation de la difficulté
II - Transports	Réduction des vitesses maximales autorisées	D'une façon générale, une baisse de la vitesse entraîne une nette diminution des émissions de NOx, ainsi que celles des composés organiques volatils (COV). Cette mesure propose ainsi une réduction de la vitesse sur les tronçons les plus chargés. En outre, cette mesure permettrait de réduire les nuisances sonores et d'améliorer la sécurité routière.	NOx, PM, COV	Diminution des émissions de polluants sur les tronçons routiers les plus importants.	Pour les cantons suisses : service des routes (SR), avec approbation de l'Office fédéral des routes (OFROU). Communes, DDT, DREAL.	Facile : cette mesure allant de pair avec les objectifs des communes en terme de nuisances et sécurité. De plus, cette mesure n'implique pas des coûts financiers importants
	Maîtrise du stationnement public et développement des parkings d'échange	Cette mesure vise à maîtriser la réalisation de nouvelles places de stationnement public dans les zones desservies par des transports publics performants. Le deuxième objectif est de favoriser l'utilisation des transports publics dans le centre de l'agglomération par la création de parkings relais.	NOx, PM	Décongestion du centre urbain, diminution des émissions routières par le report sur les modes de déplacement alternatifs.	Communes, en collaboration avec les services des états concernés	Facile/moyen : cette mesure doit être accompagnée d'une réorganisation de l'offre de desserte de transports publics.
	Plan de mobilité des entreprises, des collectivités ou des zones d'activités	Favoriser l'utilisation des moyens de transports alternatifs pour les déplacements professionnels. Encouragement au covoiturage et à l'autopartage, encouragement à l'utilisation des transports publics, aménagement des horaires de travail, limitation du stationnement, aide à la location de logements proches de l'entreprise.	NOx, PM	Report modal des pendulaires sur les TP et les modes doux. Renforcement du covoiturage, limitation du nombre de voitures en circulation. Diminution des émissions routières	Communes en collaboration avec les entreprises concernées	Moyenne : implique pour les communes des coûts importants en matière de communication/sensibilisation. De plus, les entreprises doivent avoir les moyens financiers de mettre en œuvre ces mesures sans que cela leur soit préjudiciable.
II - Transports	Développer le transport collectif notamment régional et transfrontalier	Développer une offre de transports publics (tram, train, bus) desservant efficacement les deux côtés de la frontière	NOx, PM	Augmentation de la part des déplacements effectués en transports publics. Diminution du trafic automobile pendulaire.	Pour les cantons suisses : services de la mobilité (SM) en collaboration avec les autres services cantonaux concernés. Les collectivités et les entreprises concessionnaires	Coût important pour les communes et les collectivités territoriales



II - Transports

<p>Veiller à la complémentarité entre transports collectifs et mobilité douce</p>	<p>La complémentarité entre transports publics et vélos passe par deux axes principaux :                      - accroître l'offre en places de stationnement pour vélos aux arrêts des transports publics (aménagement des stations)                      - développer les possibilités d'embarquement des vélos dans les véhicules des transports publics.</p>	<p>NO<sub>x</sub>, PM</p>	<p>Augmentation de la part modale des transports publics et de la mobilité douce</p>	<p>Communes et exploitants des transports publics. Pour les cantons suisses, services de la mobilité (éventuellement l'Office Fédéral des Transports selon les solutions techniques retenues).</p>	<p>Scepticisme de certaines communes sur l'efficacité de ces mesures. Craintes sur les conséquences financières</p>
<p>Réalisation d'infrastructures de déplacement et de stationnement pour vélos</p>	<p>Réalisation d'un nombre minimal de places de stationnement pour les deux-roues pour toute nouvelle construction. Création de places de stationnement pour vélos à proximité immédiate du terminus de la ligne et des principaux arrêts.</p>	<p>NO<sub>x</sub>, PM</p>	<p>Augmentation de la part modale des transports publics et de la mobilité douce</p>	<p>Communes, pour les cantons suisses : service de l'aménagement du territoire, service de la mobilité et service des routes.</p>	<p>Idem</p>
<p>Etablir une stratégie pour l'approvisionnement en marchandise de l'agglomération</p>	<p>Incitation des transporteurs à utiliser les véhicules les moins polluants pour les prestations réalisées dans le périmètre du plan des mesures (recommandations au niveau général, campagne d'information et de communication. Dans le cas des chantiers, exigences liées à l'obtention des permis de construire).</p>	<p>NO<sub>x</sub>, PM</p>	<p>Réduire les émissions dues au transport de marchandises, renouvellement du parc poids lourds par l'achat des véhicules adaptés aux normes environnementales les plus sévères.</p>	<p>Pour les cantons suisses : office cantonal des automobiles et de la navigation (OCAN), Etat.</p>	<p>Moyenne : implique pour les communes des coûts importants en matière de communication/sensibilisation. De plus, les entreprises doivent avoir les moyens financiers de mettre en œuvre ces mesures sans que cela leur soit préjudiciable</p>



	Titre de la mesure	Description	Polluants concernés	Effets attendus	Acteurs concernés	Estimation de la difficulté
<b>III - Secteur économique</b>	Suivi environnemental des grands chantiers	Equipement des machines de chantier en filtre à particules afin de diminuer les nuisances au voisinage et l'exposition des ouvriers aux PM10.	PM, NO <sub>x</sub> , PM, CO	Utilisation généralisée de machines et engins dotés de filtres à particules et de camions répondant aux normes EURO les plus récentes	Maîtres d'œuvre, DREAL, pour les cantons suisses : contrôle des grands chantiers (niveau B), services de l'environnement	Moyenne : risque de surcoût des chantiers et de mise en difficulté des entreprises de TP. Alourdissement des procédures d'autorisation de chantier
<b>IV - Energie</b>	Développement des réseaux de chaleur	Extension des réseaux dans toutes les zones densément construites	PM	Développement des énergies de réseau. Valorisation de l'énergie produite par l'incinération des déchets. Meilleure dispersion des polluants émis à plus haute altitude (cheminée)	Communes, collectivités, sociétés privées	
	Incitation à l'application de normes plus strictes en matière de performance thermique pour les nouveaux bâtiments et la rénovation	Incitation aux travaux de rénovation visant à l'amélioration de l'isolation thermique des bâtiments existants et à la diminution progressive des besoins en énergie	CO <sub>2</sub> , PM	Encourager la réalisation de bâtiments neufs à plus faible consommation ; déclencher des investissements de rénovation de bâtiments entraînant une diminution de la consommation ; soutenir l'activité du secteur bâtiment.	Associations professionnelles	Facile
	Limitation des émissions de PM10 pour les installations de combustion supérieures à 70 kW	Installation d'équipements de traitement des fumées pour toutes les installations de combustion supérieures à 70 kW	PM	Généralisation des équipements de traitement des fumées performants	Associations professionnelles, constructeurs.	Moyen : les coûts de mise en conformité pouvant être importants
	Incitation au renouvellement des anciennes installations individuelles vers des installations plus performantes	Incitation à l'achat d'équipements de chauffage plus performants (meilleure combustion conduisant à une baisse des émissions polluantes)	PM	Renouvellement progressif du parc d'appareil de chauffage	Associations professionnelles, propriétaires, constructeurs	Facile/moyen : cette mesure peut impliquer des coûts aux collectivités/Etat/Canton (aides financières, crédit d'impôt)

Tableau 7 : récapitulatif des mesures d'amélioration de la qualité de l'air



## 5. Modélisation

### 5.1. Présentation de l'outil de modélisation « Transalp'Air »

Transalp'Air est une chaîne opérationnelle de modèles physiques, chimiques et géostatistiques interfacée pour effectuer des calculs de manière spécifique sur les régions alpines. Ce système de modélisation a été initialement développé pour la prévision et l'analyse des épisodes de pollution transfrontaliers sur le territoire de l'Ain, la Savoie, la Haute-Savoie, les cantons de Genève, Vaud, Valais et la vallée d'Aoste.

Ce système est multi-échelles : les champs météorologiques et les concentrations de polluants peuvent être calculés sur différentes régions de plus ou moins grande taille. Cet outil est ainsi appliqué à la zone du projet d'agglomération. Les modèles conventionnels n'étant pas encore adaptés aux régions à relief complexe, un post traitement automatisé basé sur l'expérience d'Air Rhône-Alpes dans les mesures en altitude permet par traitement géostatistique de fournir une information qui peut être cartographiée à l'échelle infra communale.

La chaîne de modèle intègre :

- > le modèle météorologique méso-échelle MM5. Il prévoit et simule l'ensemble des paramètres météorologiques nécessaires à la chimie atmosphérique.
- > le modèle de chimie-transport CHIMERE développé par l'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace), en collaboration avec l'INERIS (Institut National Environnement Industriel et des Risques). Il prévoit et simule la distribution spatiale des polluants.
- > le logiciel de géostatistique ISATIS qui permet par un apprentissage permanent de spatialiser l'information aux plus fines échelles par des variables explicatives de la concentration.

#### Applications :

Transalp'Air est un modèle opérationnel qui :

- > alimente en continu par des cartographies le site internet <http://www.transalpair.eu/>.
- > permet le suivi de la qualité de l'air commune par commune sur la partie française.

#### Entrées et sorties du système de modélisation :

- > occupation des sols et relief;
- > conditions aux limites météorologiques et chimiques;
- > inventaire spatialisé des émissions;
- > données météorologiques à grande échelle;
- > concentrations mesurées par le réseau français (Air Rhône-Alpes) de la région Rhône-Alpes mais aussi par les réseaux suisses des cantons de Genève (SPAir-ROPAG), Vaud (SEVEN-



Vaud'air) et Valais (SPE-Résival) ainsi que le réseau italien de la région autonome Val d'Aoste (ARPA).

Les sorties se font le plus souvent sous forme de cartographies du type ci-dessous :

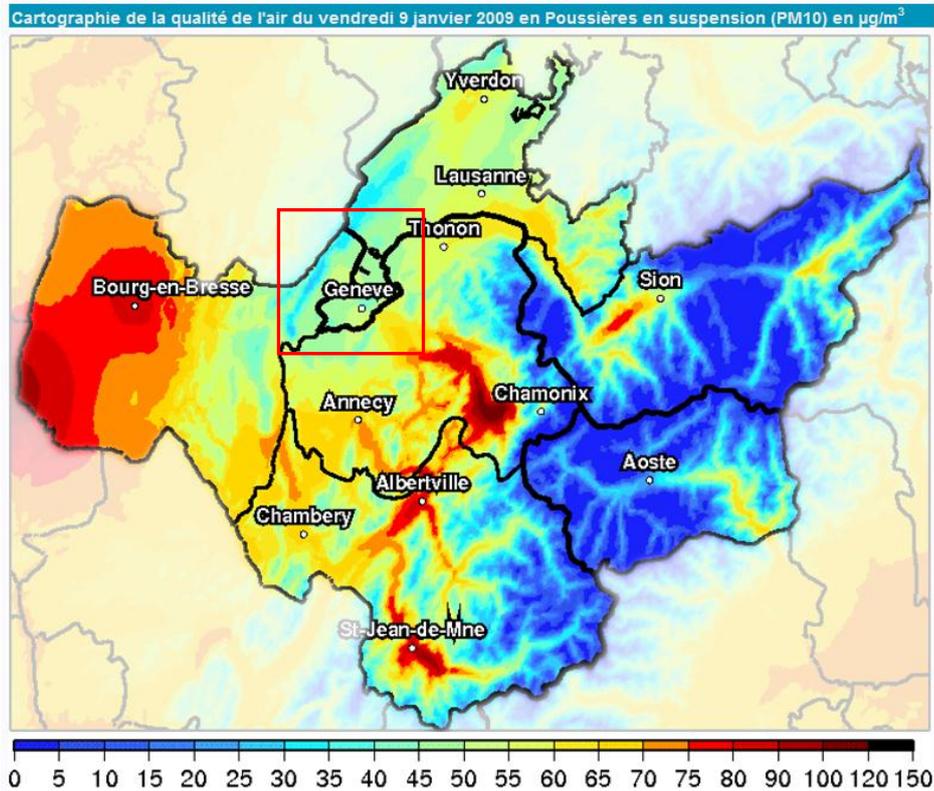


Figure 37. Modélisation d'un pic de pollution aux particules le 09/01/09

**Méthode de validation :**

Les résultats sont validés par comparaison avec les stations fixes du réseau et sont suivis dans le cadre du système qualité d'Air-Rhône-Alpes.

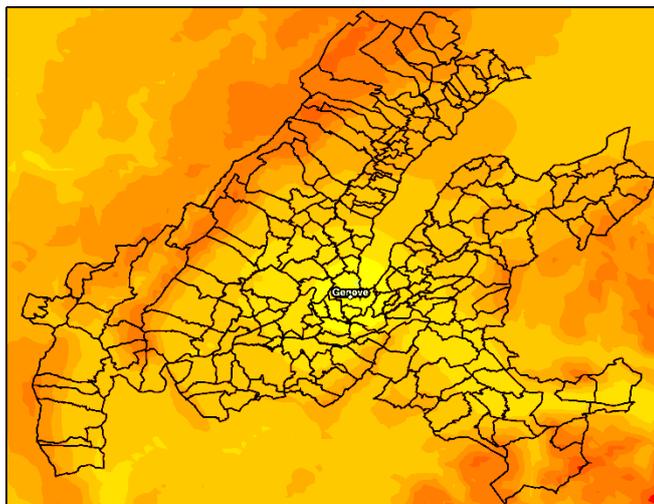
**Intégration des émissions de la zone :**

Le principal enjeu de cette chaîne de calcul est l'intégration des émissions calculées par les différents partenaires permettant ainsi d'améliorer la résolution spatiale du modèle.

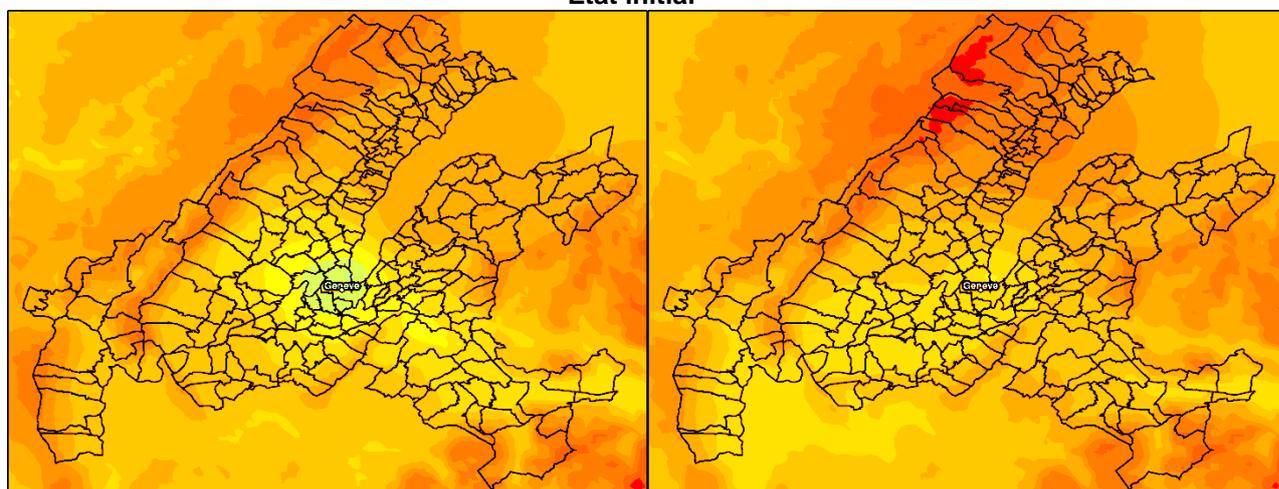
**5.2. Etude de sensibilité des paramètres d'émissions**

**5.2.1. Calculs de sensibilité pour l'ozone (O3)**

L'ozone est un polluant secondaire particulièrement présent en période estivale lorsque la chaleur et l'ensoleillement sont présents. Il est sensible aux variations de concentration des oxydes d'azote et des composés organiques volatils. Un test de sensibilité aux émissions des transports est indiqué pour ce polluant et a été réalisé sur l'année 2010.



Etat initial



Réduction de 50% des émissions du transport

Augmentation de 50% des émissions du transport

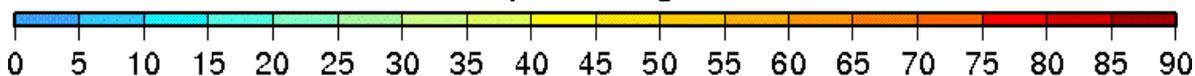
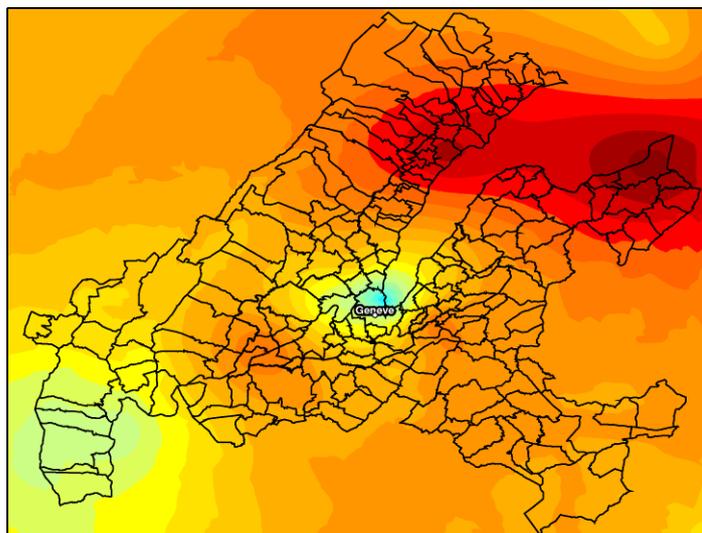
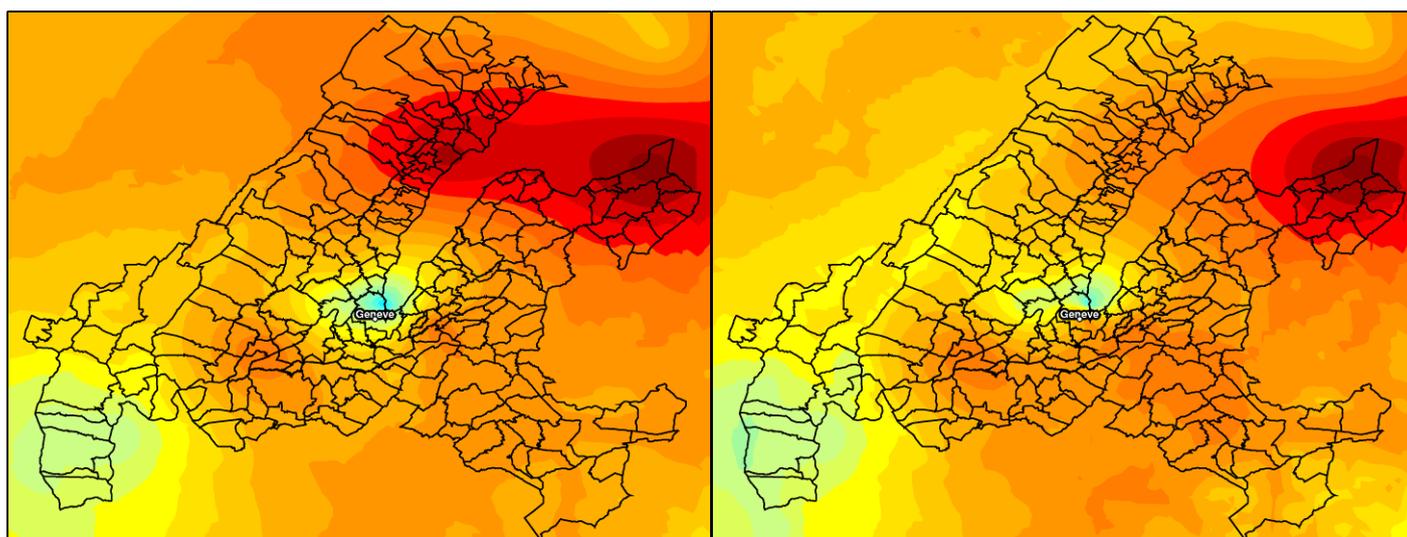


Figure 38. Moyennes annuelles en O3 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et modélisation de 2 scénarii

Le résultat des tests de sensibilité (cf. figure 38) montre que sur Genève la qualité de l'air serait améliorée avec une réduction des émissions des transports. Cette amélioration est moins visible à l'échelle du bassin d'air. D'autre part, l'augmentation des émissions des transports dégraderait la qualité de l'air sur Genève et sur le Haut Jura.



Etat initial



Réduction de 50% des émissions du transport

Augmentation de 50% des émissions du transport

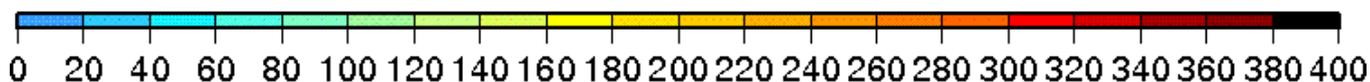


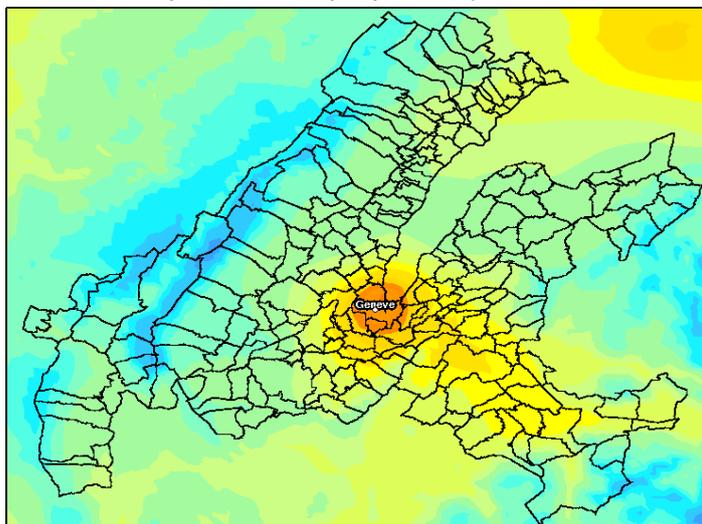
Figure 39. Nombre d'heures de dépassement du  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et modélisation de 2 scénarii

En ce qui concerne le nombre d'heures de dépassement du  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (cf. figure 39), une réduction des émissions des transports ne changerait pas significativement ce nombre d'heures de dépassement et, par contre, une augmentation des émissions limiterait le nombre d'heures de dépassements. L'ensemble de ces résultats s'expliquent par une forte sensibilité de l'ozone aux concentrations d'oxydes d'azote, par une évolution non linéaire des immissions et par un bassin d'air relativement petit qui subit les concentrations à méso-échelle (jusqu'à 500km).

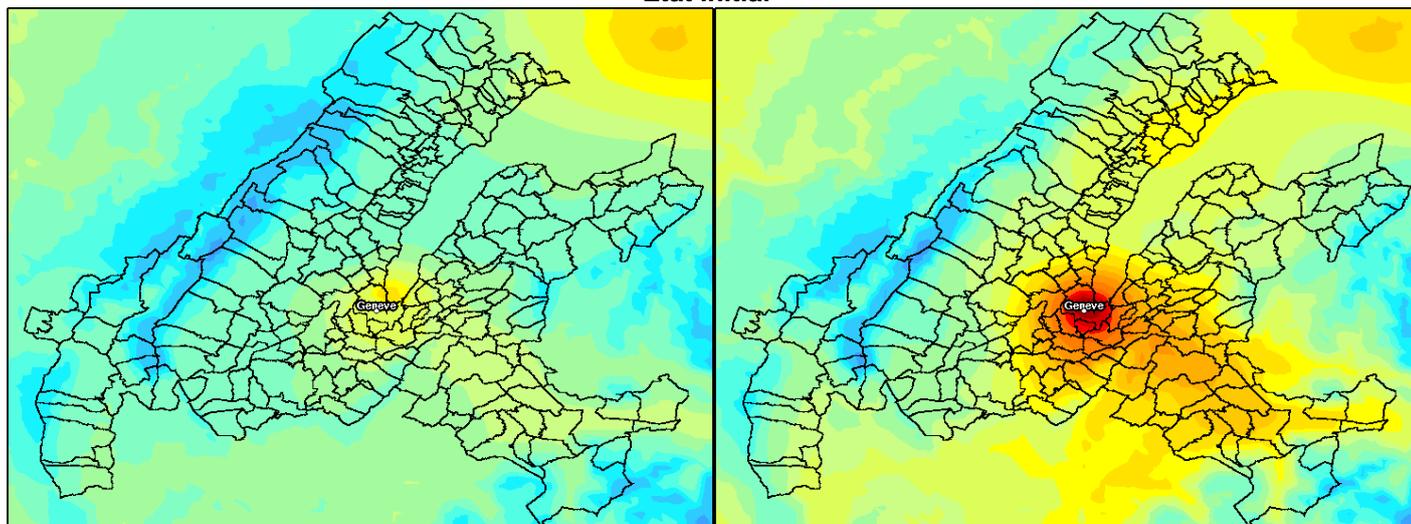


### 5.2.2. Calculs de sensibilité pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Le dioxyde d'azote est un polluant primaire dont l'émetteur principal est le trafic routier avec environ 50% des émissions. En bordure des grands axes, il est présent tout au long de l'année. Un test de sensibilité aux émissions des transports est indiqué pour ce polluant et a été réalisé sur l'année 2010.



Etat initial



Réduction de 50% des émissions du transport

Augmentation de 50% des émissions du transport



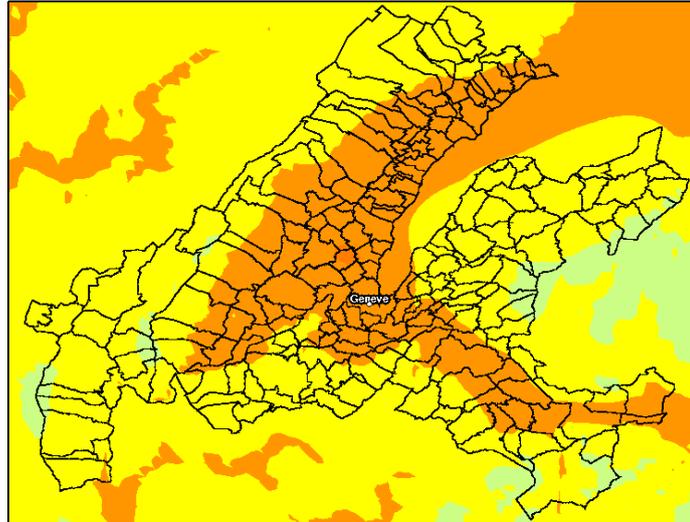
Figure 40. Moyenne annuelle de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup> et modélisation de 2 scénarii

La réduction des émissions du transport montre une amélioration sensible des concentrations de NO<sub>2</sub> sur Genève et Annemasse. Par ailleurs, l'augmentation des émissions fait par contre basculer Genève au-dessus de la valeur limite fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> et augmente significativement les niveaux sur l'axe Genève - La Roche-sur-Foron.

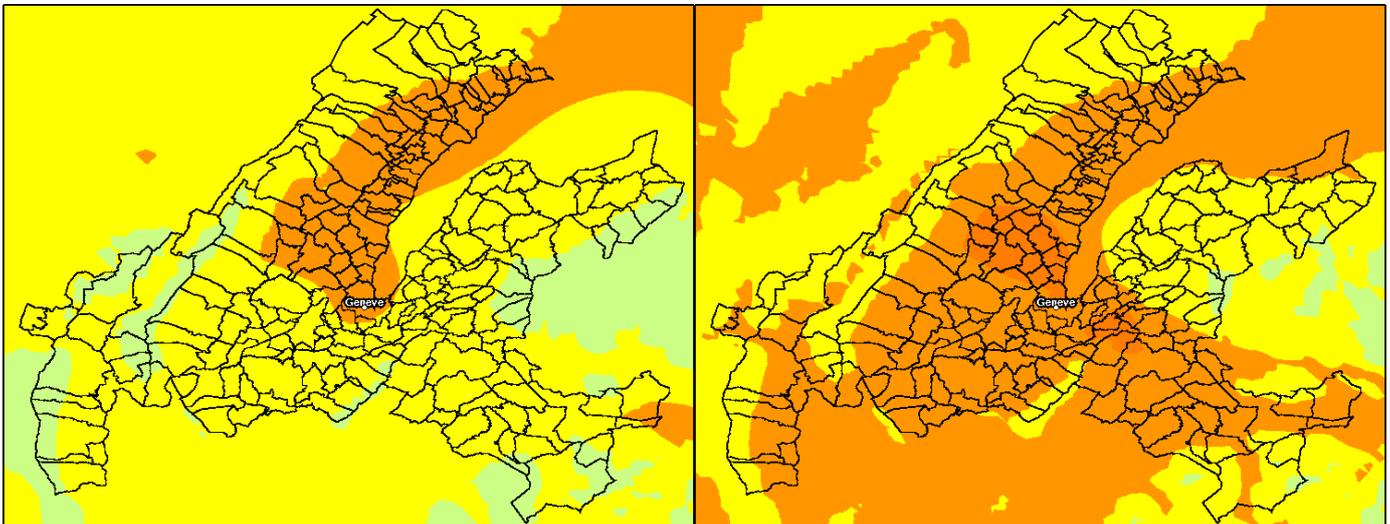


### 5.2.3. Calculs de sensibilité pour les poussières en suspension (PM<sub>10</sub>)

Les concentrations relevées en PM<sub>10</sub> sont souvent problématiques en période hivernale en lien avec les émissions du chauffage qui viennent s'ajouter aux autres sources présentes toute l'année et à cause des conditions météorologiques peu propices à la dispersion. Un test de sensibilité aux émissions du secteur résidentiel/tertiaire est indiqué pour ce polluant et a été réalisé sur l'année 2010.



Etat initial



Réduction de 50% des émissions du résidentiel/tertiaire

Augmentation de 50% des émissions du résidentiel/tertiaire

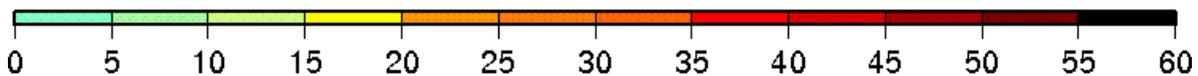
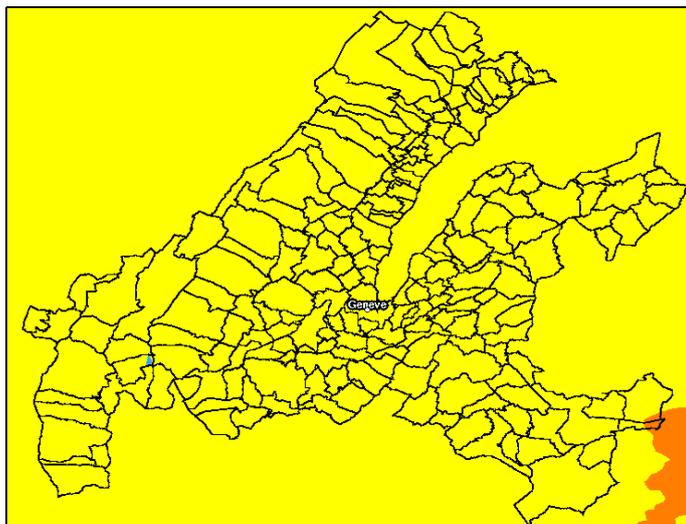
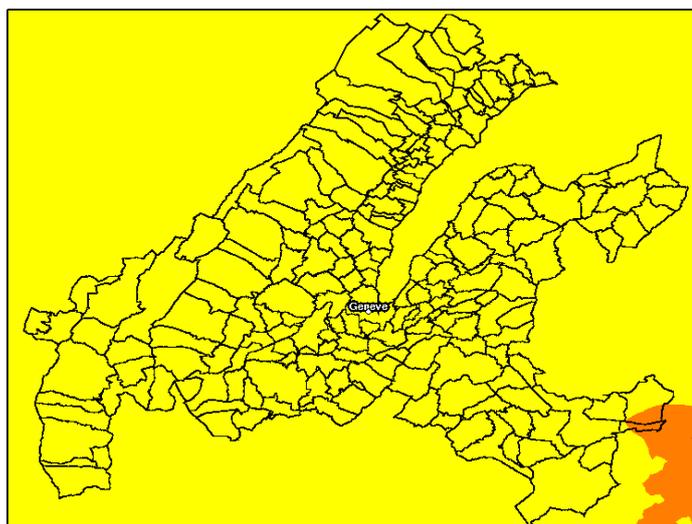


Figure 41. Moyenne annuelle en PM<sub>10</sub> et modélisation de 2 scénarii

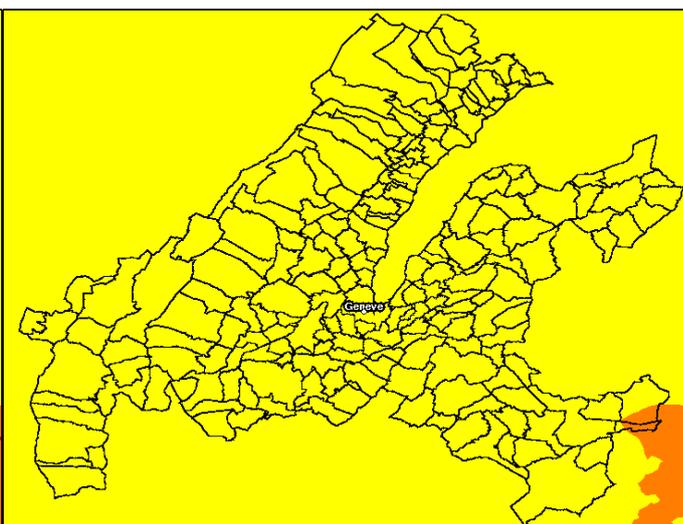
En terme de moyenne annuelle l'augmentation ou la diminution des émissions de PM<sub>10</sub> est un facteur sensible qui permettrait, dans le scénario "diminution", à une partie importante du territoire de redescendre sous la barre des 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.



Etat initial



Réduction de 50% des émissions du résidentiel/tertiaire



Augmentation de 50% des émissions du résidentiel/tertiaire



Figure 42. Nombre de jours de dépassement du 50 µg/m<sup>3</sup> et modélisation de 2 scénarii

Concernant les pics de pollution (nombre de jours supérieurs à 50 µg/m<sup>3</sup>), la situation est plus contrastée car une large majorité du territoire est entre 1 et 30 jours de dépassements. La situation météorologique semble être un facteur aussi important que les émissions, qui sont elles-mêmes diluées dans un bassin d'air plus vaste que le CRFG. En conséquence, les actions doivent être menées sur les territoires les plus vastes possibles pour être efficaces.



## 6. Résumé / Conclusion

Le bassin franco-valdo-genevois, territoire stratégique et pôle urbain en expansion, se doit de se doter d'un outil transfrontalier de surveillance et d'information de la qualité de l'air.

- Le premier objectif de ce présent bilan a été de mettre en exergue plusieurs problématiques communes aux deux pays et nécessitant, de fait, une réponse concertée :
  - Le dioxyde d'azote, par sa présence excessive en centre-ville de Genève, et en proximité routière en générale, joue aussi un rôle important dans la formation de l'ozone.
  - Les PM10, en raison de concentrations moyennes partout supérieures aux valeurs limites suisses, et par la survenue d'épisode d'accumulation aggravée plusieurs fois par an. Ce polluant se retrouve aussi bien en proximité routière qu'en fond urbain.
  - L'ozone, par des teneurs estivales systématiquement élevées. Il touche essentiellement les zones périurbaines et rurales.

Ainsi, l'intégralité du territoire considéré est impactée par l'une ou l'autre de ces pollutions.

- Le deuxième objectif de ce rapport était de mettre en évidence les nuances liées aux méthodologies françaises et suisses de surveillance et d'estimation de la qualité de l'air. Dans une perspective de surveillance conjointe et coordonnée de la qualité de l'air à l'échelle franco-suisse, il a été proposé des pistes d'harmonisation ou en tous cas de mise en adéquation, par exemple : valeurs cibles d'immissions, résolution kilométrique pour le cadastre des émissions, coefficients d'émissions.

Pour obtenir une résolution adéquate du cadastre des émissions, il sera peut-être nécessaire de passer d'une maille de 1 ha à 1 km<sup>2</sup> avec agrégation de certaines couches pour les prochaines étapes. On note également que l'homogénéité du cadastre sera bonne pour les NO<sub>x</sub>, en raison de l'importance du trafic sur toute la zone, mais moins pertinente en ce qui concerne les COV du fait des différences méthodologiques de prise en compte des sources entre les deux pays.

Ce cadastre commun peut être utilisé dans le cadre de la modélisation déterministe, il correspond mieux à la réalité que le cadastre européen d'une résolution de six kilomètres. Cependant, on préférera garder le cadastre genevois issu de CadaGE pour des applications plus fines pour la Suisse ne faisant pas intervenir cette notion de modélisation à plus grande échelle, par exemple pour visualiser des émissions ponctuelles ou locales. L'uniformisation des méthodologies va ainsi permettre des modélisations multi échelles. Cependant, à moyen et long termes, un cadastre unique (données et méthodologie commune) devrait permettre une modélisation encore plus fidèle à la réalité et constituera un outil d'aide à la décision efficace.

Ce projet est enfin à mettre en parallèle avec la mise en commun des cadastres de Suisse romande au sein de CADERO (Cadastre des émissions romand) qui regroupera les données des cantons de Vaud, du Valais et de Genève. Ce cadastre pourra servir de base à une modélisation à grande échelle (équivalente à Transalp'Air), ce qui apporte une justification supplémentaire à l'élaboration de la plateforme transfrontalière.



## 7. Perspectives

Plus que tout autre élément, l'air est un bien partagé par l'ensemble de la population du bassin de vie du Grand Genève, sur lequel les actions des uns ont des répercussions sur la qualité de l'air respiré par les autres. Il est par conséquent indispensable qu'il existe une gestion coordonnée et partagée de la qualité de l'air à l'échelle du bassin franco-valdo-genevois.

Le travail conjoint entre les deux pays s'appuie sur plusieurs années de coopération spontanée entre les organismes français et suisses chargés de la surveillance de l'air. Le Projet d'Agglomération ne fait "qu'officialiser" et orienter cette coopération vers une meilleure adéquation avec les besoins exprimés par les partenaires présents sur le territoire.

Outre les problématiques relevées dans le chapitre 6 (Résumé), notamment sur les besoins d'harmonisation des objectifs en matière de qualité de l'air (valeurs-cibles), le développement d'un cadastre homogénéisé des émissions ou encore la mise en œuvre d'un catalogue de mesures permettant d'assainir l'air à l'échelle du Grand Genève, différents enjeux ont également été identifiés et ciblés comme prioritaires.

### 7.1. Les points de vigilances

Définis selon des critères de sensibilité potentielle ou de dégradations avérées, les points de vigilance concernent des territoires plus ou moins étendus, où une attention particulière doit se porter pour résoudre un problème récurrent ou examiner une situation "à risque".

#### 7.1.1. *Les particules fines à Annemasse*

En dépassant régulièrement les valeurs limites européennes tolérées en PM10, l'agglomération d'Annemasse est un des secteurs identifiés au niveau français comme faisant l'objet d'un contentieux avec l'Union Européenne. Cette situation exige des actions correctives immédiates, suffisamment efficaces pour ramener les concentrations à des niveaux conformes à la réglementation. Différentes études, récentes ou en cours, convergent pour indiquer que la solution n'est pas locale, mais à l'échelle du Grand Genève. La résolution de ce problème récurrent pourrait illustrer la nécessité de la coopération franco-suisse en matière de gestion de la qualité de l'air.

#### 7.1.2. *La pollution de proximité au centre-ville de Genève*

Le centre-ville de Genève, par la congestion et l'ampleur de la circulation automobile, connaît les taux d'oxydes d'azote les plus élevés de la région, ainsi que de PM10 importants. Les niveaux d'exposition de la population, en forte densité dans ce secteur, doivent donc diminuer. Des mesures spécifiques devront y parvenir à un horizon le plus proche possible, et le suivi de la qualité de l'air dans ce secteur sera un bon indicateur de leur efficacité. Si le périmètre impacté est relativement circonscrit à



la proximité des principaux axes de circulation, les actions d'amélioration de la qualité de l'air devront être réalisées sur un périmètre suffisamment large pour qu'elles soient efficaces.

### **7.1.3. La pollution des secteurs résidentiels par l'ozone**

Les très nombreux déplacements quotidiens réalisés sur le périmètre du Grand Genève contribuent aux rejets de polluants précurseurs de l'ozone. Ce gaz se forme sous l'action du rayonnement solaire et dépend également des conditions géographiques qui, dans le cas du bassin genevois, favorisent la formation de ce composé. Les précurseurs se transforment alors pour produire de l'ozone que l'on retrouve en plus forte quantité en périphérie des centres urbains en France, comme en Suisse. Par exemple, les concentrations d'ozone observées dans le Genevois français sont parmi les plus fortes de la région Rhône-Alpes et dépassent régulièrement les seuils réglementaires. Par conséquent, elles doivent faire l'objet de la vigilance de tous les services en regard des risques sanitaires pour les populations.

### **7.1.4. L'Aéroport International de Genève**

En raison de sa situation géographique, les impacts de l'aéroport sur la pollution en particules et oxydes d'azote peuvent potentiellement se manifester de part et d'autre de la frontière franco-suisse : la gestion des nuisances doit donc être partagée et faire l'objet d'une stratégie coordonnée, permettant d'isoler sa contribution spécifique parmi toutes les autres sources. Parce que, certes, il constitue une zone d'émissions a priori importante de polluants atmosphériques, mais aussi parce qu'il cristallise la méfiance des riverains, il convient d'objectiver ses impacts sur l'air avec des outils adaptés.

## **7.2. Les plans de mesures**

### **7.2.1. La vallée de l'Arve et le Plan de Protection de l'Atmosphère**

Le PPA est l'outil mis en place dans les grandes agglomérations françaises et/ou les secteurs connaissant des problèmes réguliers de mauvaise qualité de l'air. Malheureusement concernée par une procédure de contentieux avec l'Union Européenne, comme Annemasse, la vallée de l'Arve (de la Roche sur Foron en aval, à Vallorcine en amont) a vu se mettre en place un PPA au cours des derniers mois. Le PPA se compose de mesures temporaires et de mesures permanentes, dont certaines sont relativement contraignantes : limitation de vitesse, interdiction de circulation aux véhicules les plus polluants,... Le PPA s'attaque aussi aux sources de pollution souvent négligées : le brûlage à l'air libre et le chauffage au bois, thématiques relevant d'un contexte péri-urbain ou rural.

### **7.2.2. Le Plan des mesures OPAir**

Du côté Suisse, le plan des mesures OPAir est une obligation légale découlant de l'Ordonnance sur la protection de l'air et existe à Genève depuis 1991. Focalisé sur la zone à immissions excessives du canton, il participe de la stratégie globale de protection de l'air et a pour but l'assainissement dans les zones critiques du point de vue de la qualité de l'air.



A ce jour, ces deux plans de mesures cohabitent sur des territoires géographiquement proches et confrontés aux mêmes polluants. La question de la cohérence de ces plans de mesures à l'échelle du territoire du Grand Genève, voire la création d'un plan de mesures unique pour le Grand Genève, doit rapidement être à l'ordre du jour.

### **7.3. La mise en cohérence des dispositifs d'alerte**

La réglementation française et européenne prévoit de pouvoir intervenir rapidement et immédiatement en cas de survenue d'épisodes de pollution atmosphérique. Côté Suisse, des procédures de suivi, d'information et d'intervention ont également été mises au point et sont coordonnées entre les cantons, notamment de Suisse romande. La cohérence des deux dispositifs de vigilance mérite aujourd'hui d'être actualisée et renforcée, notamment à l'échelle du Grand Genève.

Cette situation amène effectivement des incompréhensions lorsque des niveaux d'information de la population voire d'alerte sont décidés sans cohérence d'un côté ou de l'autre de la frontière..

Si les services techniques de surveillance de l'air s'informent mutuellement de tels épisodes et si des procédures ont déjà été discutées conjointement, nous sommes très loin d'un dispositif harmonisé qui permettrait à la population genevoise et française de bénéficier d'une information homogène. Cette différence, mise en exergue par les médias, porte préjudice à la crédibilité globale des actions concernant la qualité de l'air.

C'est pourquoi une vraie concertation doit s'établir entre les autorités concernées et les services de chaque pays, le cadre légal doit être adapté pour aboutir à davantage de cohérence au niveau des dispositifs d'alerte : les écueils administratifs et juridiques seront certainement nombreux à lever, mais cet objectif doit être fixé malgré tout.

### **7.4. L'harmonisation du réseau de mesures**

Les réseaux de surveillance genevois, vaudois et français sont constitués sur une logique propre, s'appuyant sur les législations nationales et dépendant de leurs seuls territoires de compétence. De ce fait, la cohérence géographique n'a pas été prise en compte pour l'implantation des réseaux de surveillance.

Dans le respect des prérogatives propres à chaque Etat, une organisation du réseau de mesures à l'échelle de l'agglomération serait souhaitable, afin de rendre compte de la qualité de l'air dans les diverses typologies de configuration rencontrées sur ce territoire.



## 7.5. L'élaboration d'un outil commun de surveillance et d'évaluation de la qualité de l'air

C'est sans nul doute l'ambition et le projet le plus important à développer le plus rapidement possible : mettre au point et déployer un outil de modélisation de la qualité de l'air, s'appuyant sur un inventaire géolocalisé harmonisé des sources de pollution, couplé à un modèle de chimie atmosphérique et d'écoulement des masses d'air. Un tel outil possède plusieurs vertus essentielles :

- > Fournir des éléments d'informations sur la situation actuelle de la qualité de l'air, en tous points du territoire, indépendamment des stations de mesures "traditionnelles"
- > Prévoir la qualité de l'air, plusieurs heures voire plusieurs jours en avance, atout indispensable dès qu'existe un dispositif d'information des pics de pollution
- > Permettre de simuler des situations scénarisées, et ainsi tester l'efficacité de mesures d'assainissement ou l'impact de futurs équipements.

Ces trois caractéristiques rendent d'ores et déjà cet outil indispensable pour répondre correctement aux problématiques des "points de vigilance" citées plus haut et pour accompagner la mise en place du Projet d'Agglomération et son évaluation environnementale. Outil intégrateur, il est au service des aménageurs et des urbanistes pour tester et affiner avec eux les hypothèses les plus vertueuses. Si la qualité de l'air est prise comme donnée d'entrée dès le départ des politiques d'aménagement, cela évitera qu'au terme de certains projets la contrainte sur l'atmosphère soit telle qu'elle impose finalement des actions de remédiation.

## 7.6. En résumé ...

Les pistes de travail sont nombreuses et d'une relative "urgence", compte-tenu des attentes fortes et récurrentes de la population et des élus, à savoir :

- > La résolution du problème récurrent de la pollution aux particules fines à Annemasse.
- > Des mesures spécifiques pour réduire la pollution de proximité au centre-ville de Genève.
- > Une vigilance accrue de la pollution par l'ozone dans les secteurs résidentiels.
- > Une mise en cohérence des plans de mesures destinés à améliorer la qualité de l'air des zones critiques, voir un plan de mesures commun au Grand Genève
- > La gestion coordonnée des nuisances dues à l'Aéroport international de Genève.
- > La cohérence des dispositifs d'alerte à actualiser et renforcer à l'échelle du Grand Genève



- > Une harmonisation du réseau de mesurage à l'échelle de l'agglomération.
- > L'élaboration d'un outil commun de surveillance et d'évaluation de la qualité de l'air (mise au point d'un système de modélisation et de prévision).

La mise en œuvre de ces pistes de travail nécessitera une analyse détaillée des ressources financières et/ou humaines nécessaires à leur réalisation. Par ailleurs, les équipes techniques concernées possèdent déjà une véritable expérience du travail en commun et partagent le diagnostic d'une situation à améliorer.



## 8. Sigles et abréviations

<b>AOT</b>	Accumulated Ozone exposure over a Threshold (exposition cumulée d'ozone au-delà de la valeur seuil)
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane
<b>CO</b>	Monoxyde de carbone
<b>COV</b>	Composés Organiques Volatils <b>NO</b> Monoxyde d'azote
<b>CRFG</b>	Comité Régional Franco-Genevois
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniac
<b>NO</b>	Monoxyde d'azote
<b>NO<sub>x</sub></b>	Oxydes d'azote
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'azote
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozone
<b>PM10</b>	Poussières en suspension de diamètre inférieur à 10µm
<b>PM2,5</b>	Poussières en suspension de diamètre inférieur à 2,5µm
<b>ROPAG</b>	Réseau d'Observation de la Pollution de l'Air de Genève
<b>SEVEN</b>	Service de l'environnement et de l'énergie (du Canton de Vaud)
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de soufre
<b>SPAIR</b>	Service de la Protection de l'Air (du Canton de Genève)
<b>VLI</b>	Valeur Limite d'Immission