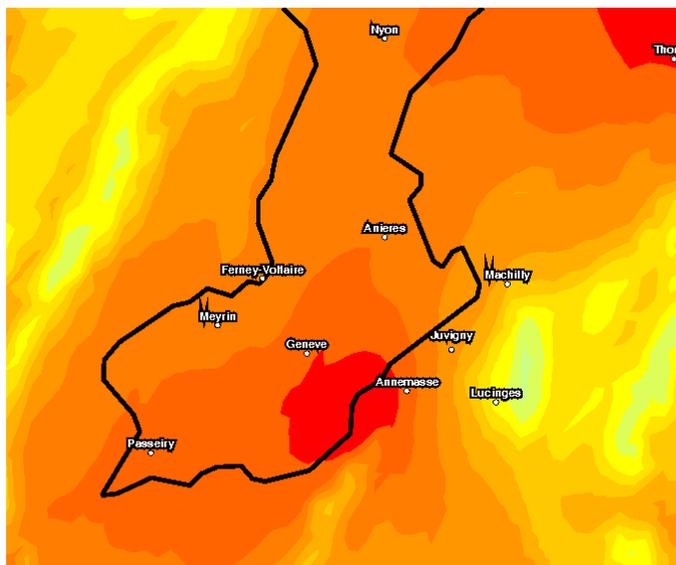
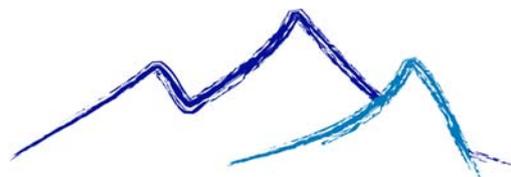




Etude de la qualité de l'air sur le bassin genevois et les Voirons en 2009



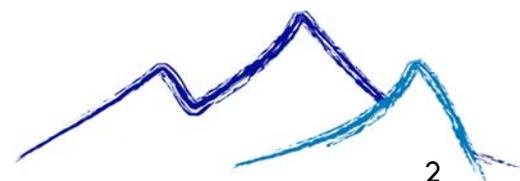
L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie
Savoie Technolac - BP 339 - 73377 LE BOURGET DU LAC Cedex
Tél. 04.79.69.05.43 - Fax. 04.79.62.64.59 -
e-mail: air-aps@atmo-rhonealpes.org





Sommaire

Sommaire	2
Introduction	3
1- Des mesures à l'échelle du bassin d'air	4
1.1. Les polluants prospectés et leurs effets sur la santé humaine	4
1.2. La réglementation	4
1.3. Des concentrations suivies par des analyseurs	5
1.3.1. Moyens de mesures	5
1.3.2. Localisation des sites de mesures	5
2-Bilan des émissions	8
2.1. Particules en suspension	8
2.2. Oxydes d'azote	9
2.3. Dioxyde de soufre	10
3- Caractérisation de la qualité de l'air	11
3.1. Le dioxyde de soufre	11
3.2. Le dioxyde d'azote	12
3.3. Les particules en suspension	14
3.4. L'ozone	17
3.4.1. Comportement général de l'ozone sur le bassin d'air	17
3.4.2. Etude des épisodes du 13 juillet et 20 août 2009	20
3.4.3. Modélisation de l'ozone	25
4. Situation en regard des normes en vigueur	27
Conclusions	29



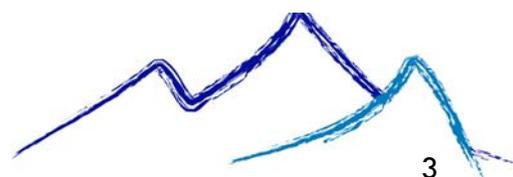


Introduction

La communauté d'agglomération d'Annemasse est un territoire particulièrement sensible aux pics de pollution à l'ozone. Il enregistre en effet fréquemment, en été, des valeurs parmi les plus hautes enregistrées en Rhône-Alpes. La station fixe d'Annemasse a même enregistré le record de notre réseau de surveillance avec $286 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne horaire le 17 juin 2002.

Pour mieux comprendre la physico-chimie du bassin d'air, une évaluation de la qualité de l'air a été réalisée sur Annemasse en 2008 (rapport Air-APS, « Etat des lieux de la qualité de l'air sur Annemasse en 2008 »). Cette évaluation a été complétée en 2009 par des mesures sur les Voirons. Si l'ozone a bien sur été particulièrement investigué, les autres polluants auxquels le territoire est confronté ont été mesurés : les particules en suspension et les oxydes d'azote. La pollution particulaire est un aspect sensible de notre territoire où s'ajoutent les émissions du chauffage, du trafic et de l'industrie avec des conditions météorologiques particulières aux zones montagneuses qui peuvent conduire rapidement à des épisodes marqués de pollution. Les oxydes d'azote (NO et NO₂), sont, quand à eux, plus particulièrement émis par le trafic et se retrouvent ainsi comme des traceurs de l'activité économique qui peuvent potentiellement impacter la population.

Ce rapport fera donc un bilan de la qualité de l'air vis-à-vis de la réglementation sur la zone des Voirons et tentera de comprendre la physico-chimie de la masse d'air qui peut amener à des pics de pollution sur le bassin genevois.





1- Des mesures à l'échelle du bassin d'air

1.1. Les polluants prospectés et leurs effets sur la santé humaine

Lorsqu'une évaluation de la qualité de l'air est réalisée, il n'est pas envisageable de qualifier et quantifier les centaines d'espèces chimiques présentes dans l'atmosphère. Certains de ces polluants sont considérés comme étant à risque pour la santé humaine et une réglementation s'applique à leur présence dans l'atmosphère. Annemasse Agglo n'étant pas particulièrement exposée au dioxyde de soufre (cela sera démontré), les polluants atmosphériques plus spécifiquement suivis ont été :

✓ les poussières en suspension (PM10): il s'agit en fait d'un mélange complexe de substances minérales et organiques, qui peuvent être d'origine naturelle et/ou anthropique. Seules les particules les plus fines, dont le diamètre moyen est inférieur à 15 μm , restent en suspension dans l'air. Les particules que nous analysons ont un diamètre moyen inférieur à 10 μm : on les appelle les «PM 10». Ces particules représentent la fraction dangereuse car elles correspondent à celles pénétrant dans les voies respiratoires. Surtout chez l'enfant ou les personnes sensibles, les particules fines peuvent irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire. Certaines peuvent même avoir des effets cancérogènes, mutagènes ou tératogènes suivant les composées qu'elles transportent.

✓ les oxydes d'azotes (NO_x), ces gaz émanent de toutes les combustions à haute température, par combinaison de l'oxygène et de l'azote présents dans l'air ou dans les combustibles. La formule chimique NO_x rassemble le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2) dont les concentrations seront examinées ici, puisque seul le NO_2 est considéré comme un polluant au regard de ses effets sur la santé humaine. Chez les asthmatiques, ce gaz peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique. Chez les enfants et les personnes sensibles il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

✓ l'ozone (O_3), ce gaz est présent sur les agglomérations, particulièrement en période estivale et les polluants issus du trafic routier font partis de ses précurseurs. C'est un oxydant puissant qui peut provoquer des irritations oculaires, des migraines, des toux, et une altération pulmonaire, surtout chez les enfants et les asthmatiques.

1.2. La réglementation

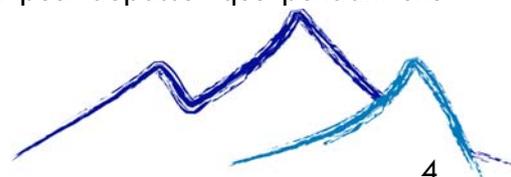
En France, la réglementation relative à la qualité de l'air ambiant pour les polluants suivis lors de cette étude est définie par deux textes législatifs :

- la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE), du 30 décembre 1996,
- le décret 2002-213 du 15 février 2002, adaptation en droit français d'une directive européenne.

Cette réglementation fixe quatre types de valeurs selon les polluants :

1) les **objectifs de qualité** correspondent aux concentrations pour lesquelles les effets sur la santé sont réputés négligeables et vers lesquelles il faudrait tendre en tout point du territoire,

2) les **valeurs limites** sont les valeurs de concentration que l'on ne peut dépasser que pendant une durée limitée : en cas de dépassement des mesures permanentes





pour réduire les émissions doivent être prises par les Etats membres de l'Union Européenne,
3) en cas de dépassement du **seuil d'information et de recommandations**, des effets sur la santé des personnes sensibles (jeunes enfants, asthmatiques, insuffisants respiratoires et cardiaques, personnes âgées,...) sont possibles. Un arrêté préfectoral définit la liste des organismes à informer et le message de recommandations sanitaires à diffuser auprès des médias,
4) **le seuil d'alerte** détermine un niveau à partir duquel des mesures immédiates de réduction des émissions (abaissement de la vitesse maximale des véhicules, réduction de l'activité industrielle, ...) doivent être mises en place.

1.3. Des concentrations suivies par des analyseurs

1.3.1. Moyens de mesures

Afin de caractériser la qualité de l'air de manière précise, une cabine de mesures a été implantée de manière à suivre en continu, au pas de temps horaire, l'évolution de la qualité de l'air. Ce moyen « mobile » (il reste implanté sur un même site durant l'étude) se présente sous forme d'analyseurs automatiques installés dans une enceinte à température régulée (voir photo 2 à Lucinges).

Le fonctionnement d'un moyen mobile est identique à celui de l'ensemble des sites permanents du réseau fixe d'Air-APS et implique des contraintes techniques lourdes: lignes électriques et téléphoniques ainsi que la maintenance régulière des analyseurs. La finesse des mesures horaires permet d'étudier l'évolution temporelle des concentrations tout au long de la journée et ainsi d'identifier l'impact potentiel de sources locales d'émissions.

Ce moyen technique a été complété par des analyseurs d'ozone portables en période estivale afin de spatialiser les valeurs de ce polluant (photo 1).

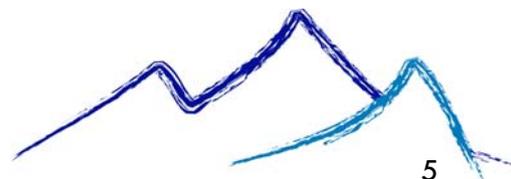


Photo 1 – Analyseur portable d'ozone utilisé sur l'agglomération durant l'été 2009.

1.3.2. Localisation des sites de mesures

La remorque permettant de suivre les polluants primaires et l'ozone a été implantée sur la commune de Lucinges (photo 2) durant 4 périodes d'au moins 14 jours (1 période par saison afin d'être représentatif de l'année).

Les analyseurs portables ont été placés durant la période estivale sur les communes de Cranves-Sales, Juvigny et Machilly (photo 2).





Cranves-Sales
Alt : 495 m (6.2834°E ; 46.1834°N)



Juvigny
Alt : 506 m (6.2831°E ; 46.2176°N)



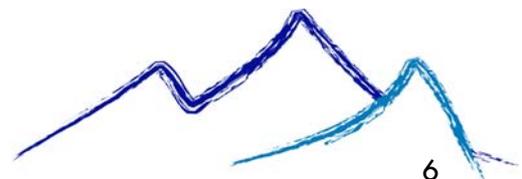
Machilly
Alt : 547m (6.3325°E ; 46.2532°N)



Lucinges
Alt : 703 m (6.3182°E ; 46.1902°N)

Photo 2 - Moyens mobiles déployés en 2009 sur Annemasse-Agglo.

Ces moyens mobiles ont complété le dispositif de stations fixes du bassin composé de 3 stations (photo 3) : Gaillard, Annemasse et Thonon-les-Bains.





Station fixe de Gaillard



Station fixe d'Annemasse



Station fixe de Thonon-les-Bains

Photo 3 - Stations fixes du bassin d'air d'Annemasse Agglo.

Le dispositif de mesures déployé durant l'étude comprend ainsi au maximum 7 moyens de mesures sur le bassin d'air (photo 4).

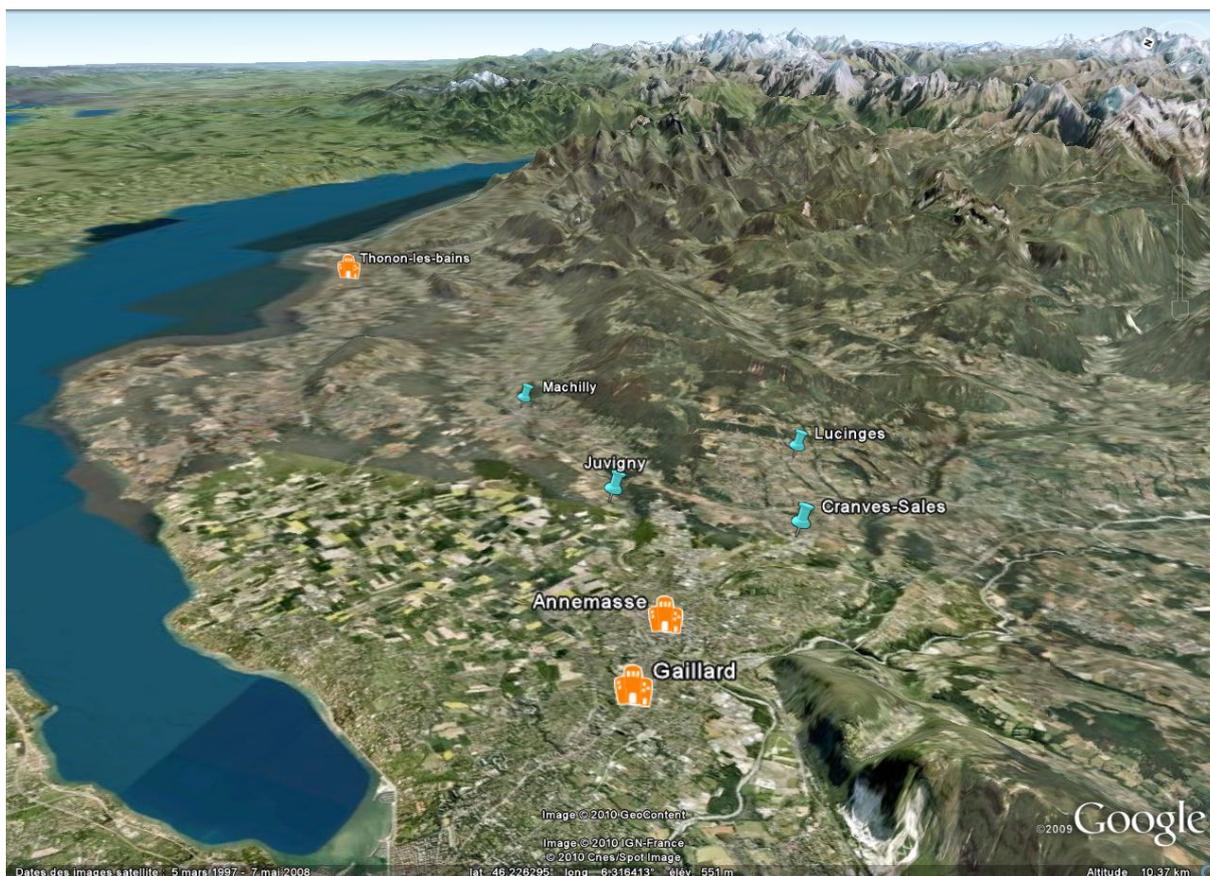


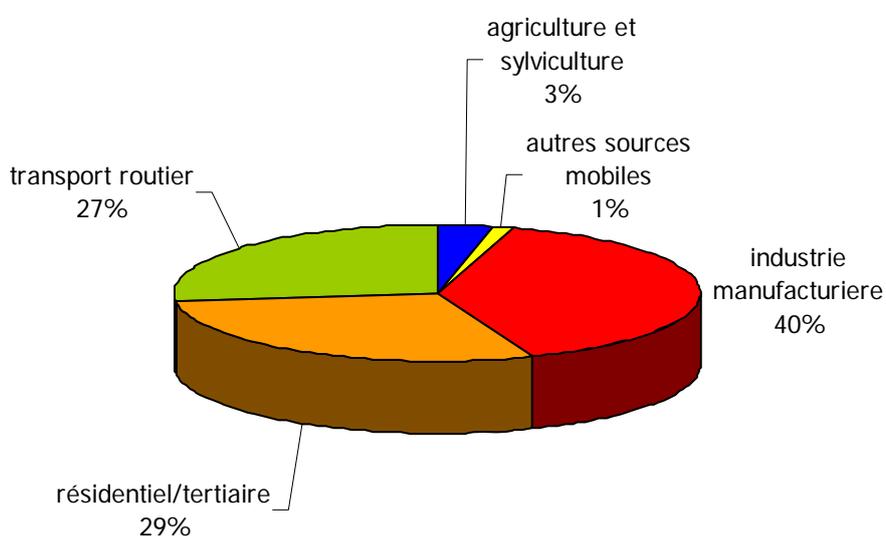
Photo 4 – Cartographie des moyens de mesures déployés sur le bassin d'air d'Annemasse Agglo.





2-Bilan des émissions

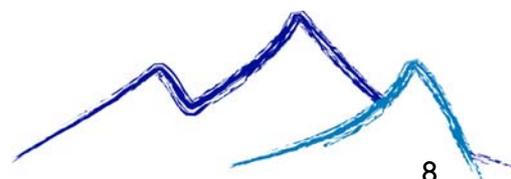
2.1. Particules en suspension



Graphique 1 - Répartition des émissions en particules en suspension sur Annemasse Agglo

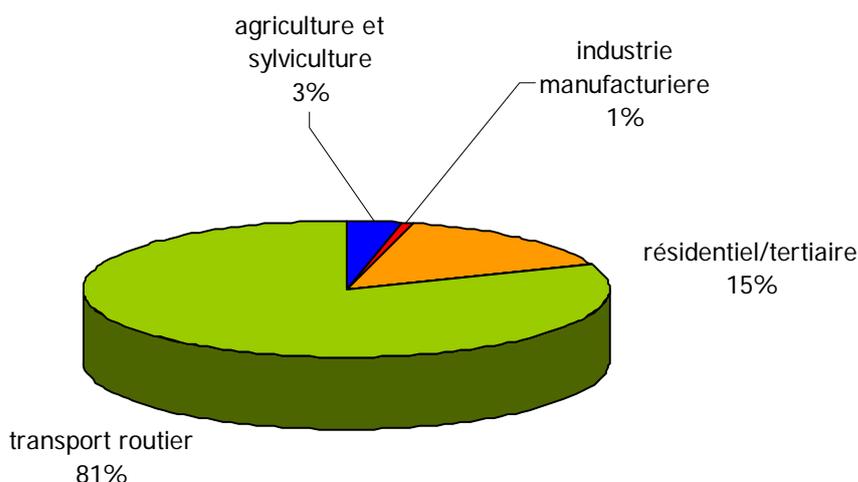
La répartition des émissions sur Annemasse Agglo montre 3 émetteurs principaux : l'industrie, le résidentiel/tertiaire à travers principalement du chauffage, et le transport routier (graphique 1). Cette répartition des émissions est équivalente à celle à l'échelle du département avec 43% des émissions pour l'industrie, 31% pour le résidentiel/tertiaire et 15% pour le transport. L'agriculture est plus présente à l'échelle départementale avec 10% des émissions du territoire.

Les émissions de l'industrie et du résidentiel/tertiaire d'Annemasse Agglo représentent environ 4.5% des émissions du département pour ces même secteur. Le transport routier prend une part un peu plus importante avec 8.7% des émissions de l'agglomération par rapport au département. Ceci s'explique par le fort taux d'urbanisation de l'agglomération et le passage d'importants axes structurants sur le territoire.





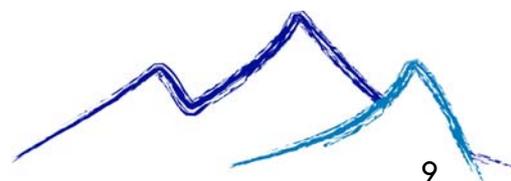
2.2. Oxydes d'azote



Graphique 2 - Répartition des émissions d'oxydes d'azote sur Annemasse Agglo

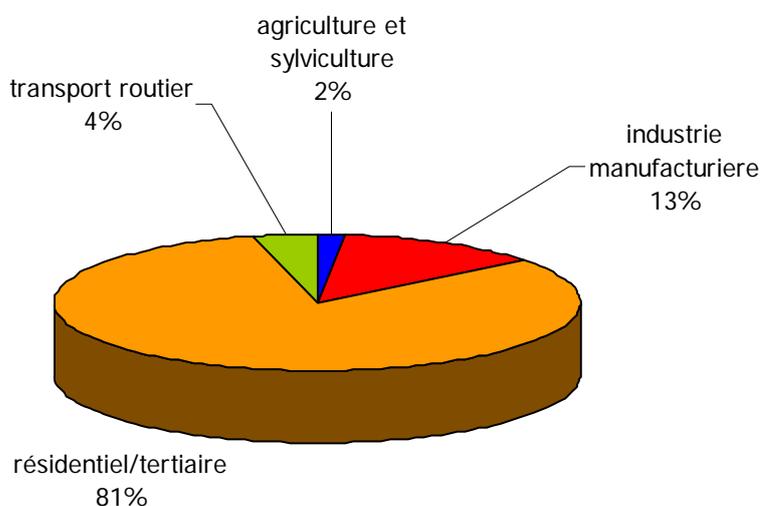
La répartition des émissions de NO_x sur Annemasse Agglo montre le transport routier comme émetteur principal avec 81% des émissions (graphique 2). Le secteur résidentiel/tertiaire représente environ 15% des émissions de l'agglomération.

A l'échelle du département, le transport routier représente 72% des émissions. Les émissions d'oxydes d'azote de l'agglomération représentent 8.4% des émissions du département. Cette situation du transport routier en émetteur principal de NO_x est classique puisque même à l'échelle de la France elles représentent environ 55% de ces émissions.





2.3. Dioxyde de soufre

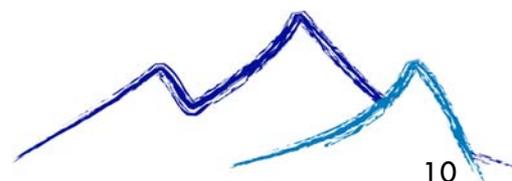


Graphique 3 - Répartition des émissions de dioxyde de soufre sur Annemasse Agglo

La répartition des émissions de SO_2 sur Annemasse Agglo montre une prédominance du secteur résidentiel/tertiaire avec 81% des émissions pour ce polluant (graphique 3). Le secteur industriel représente environ 13% des émissions de SO_2 de l'agglomération. A l'échelle du département les émissions du SO_2 du résidentiel/tertiaire représentent 52% du total de ce territoire, l'industrie 26%.

Les émissions pour ce polluant sont relativement faibles puisque seulement 113 tonnes sont émises par an à l'échelle de l'agglomération. Pour comparaison en vallée de Maurienne où les émissions sont élevées et suivis spécifiquement elles sont d'environ 2800 tonnes.

Ces faibles émissions de SO_2 ne conduisent pas sur le territoire d'Annemasse Agglo à des concentrations significatives dans l'air ambiant : l'indice estimé sur les stations fixes du réseau à Annemasse et Gaillard est de 1 sur une échelle de 10 pour ce polluant (équivalent à une très bonne qualité de l'air).



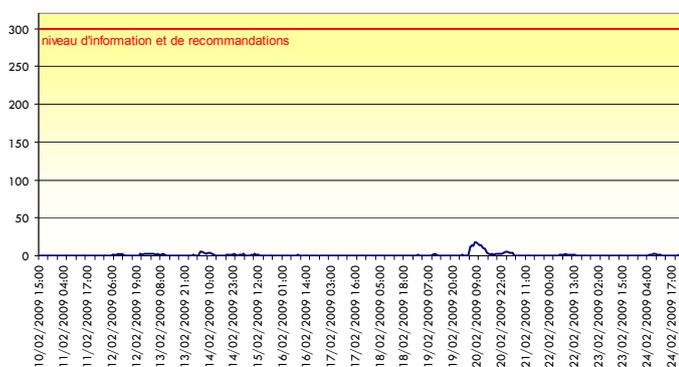


3- Caractérisation de la qualité de l'air

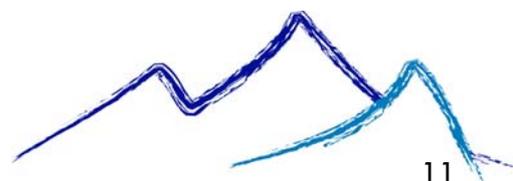
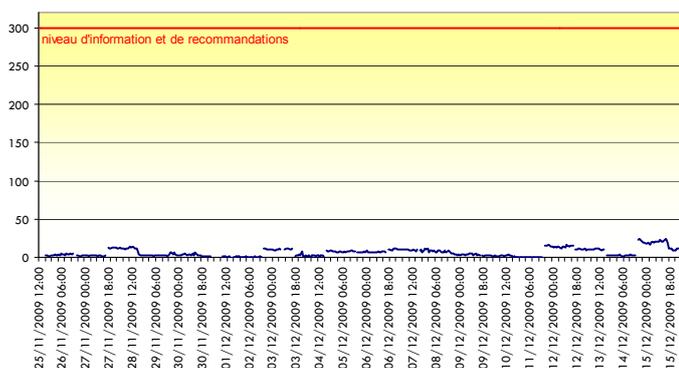
3.1. Le dioxyde de soufre

Malgré les faibles émissions de ce composé, un appareil de mesures du dioxyde de soufre a été placé à Lucinges en hiver et en automne (saison où les concentrations sont les plus élevées de par la stabilité de la masse d'air).

En dessous de $80 \mu\text{g.m}^{-3}$ l'indice AMTO du SO_2 reste très bon avec une valeur de 1 ou 2 sur une échelle de 10. L'indice de 1 ($40 \mu\text{g.m}^{-3}$) n'a jamais été dépassé par les mesures durant les 2 campagnes (graphiques 4a et 4b). Ceci confirme les faibles concentrations dans l'air ambiant sur ce secteur. La valeur limite et l'objectif de qualité sont respectés pour ce polluant.



Graphique 4a - Evolution horaire du dioxyde de soufre durant la campagne hivernale en $\mu\text{g.m}^{-3}$.

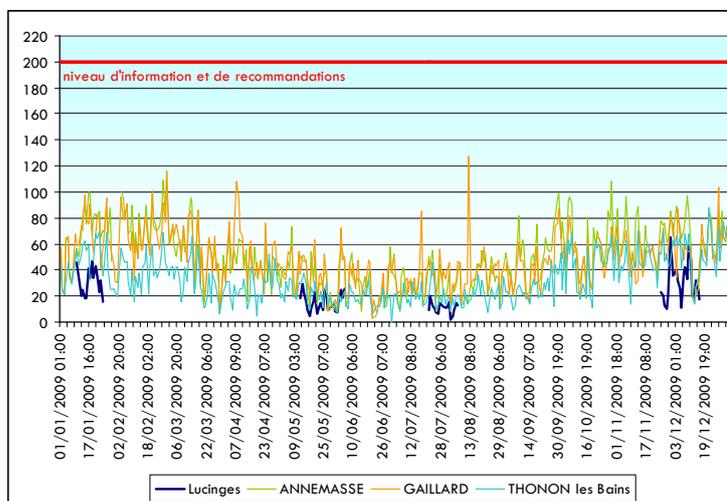




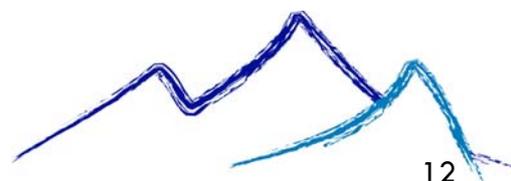
Graphique 4b - Evolution horaire du dioxyde de soufre durant la campagne automnale en $\mu\text{g.m}^{-3}$.

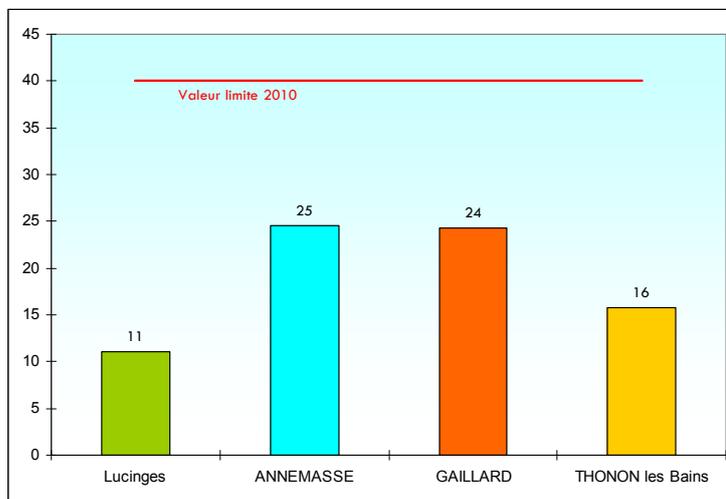
3.2. Le dioxyde d'azote

Les maximums journaliers pour les périodes d'étude (graphique 5) montrent, comme attendu, des concentrations en dioxyde d'azote (NO_2) estivales moins élevées que celles rencontrées en hiver et en automne. Cela se traduit pour la période estivale, par un maximum journalier de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ et une moyenne de $5 \mu\text{g.m}^{-3}$. Pour la période automnale, un maximum journalier de $65 \mu\text{g.m}^{-3}$ est observé et une moyenne de $14 \mu\text{g.m}^{-3}$. C'est en hiver que la moyenne saisonnière est la plus forte avec $19 \mu\text{g.m}^{-3}$. Cet effet de saisonnalité s'explique lors de la saison froide par l'augmentation de la consommation énergétique et donc des émissions (chauffage...) et par des conditions météorologiques (brouillards matinaux, inversions de température) plus défavorables à la dispersion des polluants. Ces niveaux maximum journaliers enregistrés restent très en dessous du niveau d'information et de recommandations des personnes sensibles fixé à $200 \mu\text{g.m}^{-3}$. A noter également que les valeurs enregistrées à Lucinges sont toujours en dessous des valeurs enregistrées à Annemasse, Thonon et Gaillard.



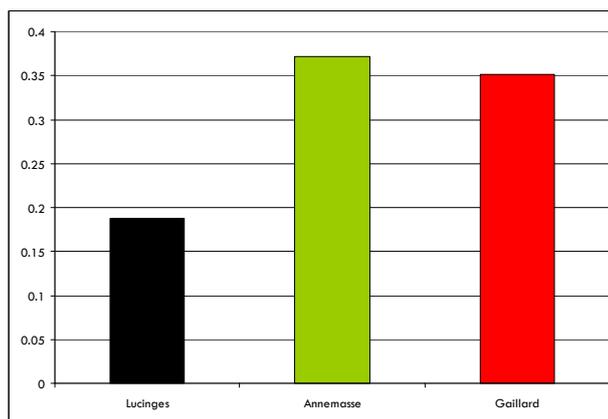
Graphique 5 - Maximum journalier pour le NO_2 en $\mu\text{g.m}^{-3}$.



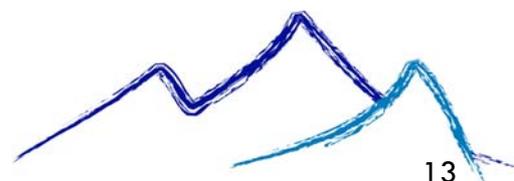


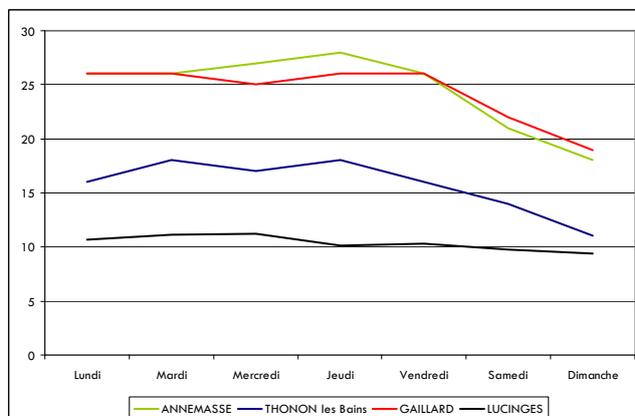
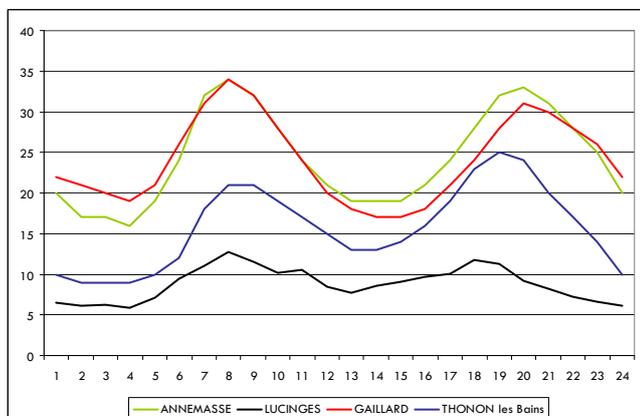
Graphique 6 - Moyenne annuelle pour le NO₂ en µg.m⁻³.

L'ensemble des sites du bassin genevois respectent l'objectif de qualité et la valeur limite 2010 pour la moyenne annuelle de ce polluant (graphique 6). Les concentrations moyennes respirées par une majorité de la population sont très en dessous de cette valeur limite. Toutefois, localement, les habitants exposés aux axes les plus circulants peuvent se retrouver dans des situations de dépassement de cet objectif comme cela a été démontré dans le rapport sur la qualité de l'air sur Annemasse en 2008. Le rapport NO/NO₂ traduit la proximité des sources liées à ces polluants : plus ce rapport est élevé plus le site est impacté par des sources proches. Ce rapport est d'en moyenne 0.19 à Lucinges, 0.37 à Annemasse et 0.35 à Gaillard. Ceci confirme une nouvelle fois le caractère rural du site des Voirons qui ne semble pas impacté, pour ce polluant, par la forte densité de population et l'important trafic généré par Annemasse.



Graphique 7 - Rapport moyen NO/NO₂ à Lucinges, Annemasse et Gaillard en 2009.





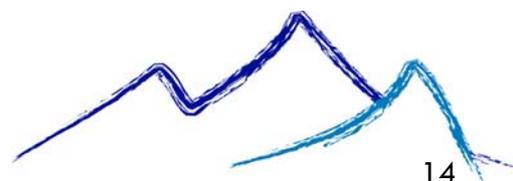
Graphique 8 - Profils horaires (à gauche) et journaliers (à droite) pour le NO₂ en moyenne annuelle sur 2009 (en µg.m⁻³).

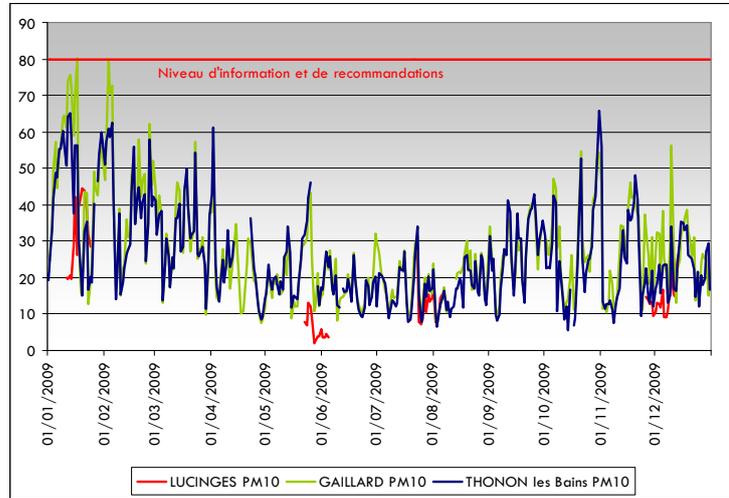
Les profils horaires et journaliers des stations du bassin d'air montrent un profil typique des déplacements pendulaires avec une pointe le matin vers 8 heures et le soir vers 19 heures (graphique 8). Les profils d'Annemasse et de Gaillard montrent le même niveau de concentration. Le profil journalier montre des niveaux de concentrations pratiquement constants les jours de semaine sur l'ensemble des sites et des concentrations en NO₂ à la baisse le week-end. Cette baisse est moins marquée sur Lucinges que sur les autres stations de l'agglomération.

Les concentrations enregistrées à Thonon sont plus faibles qu'à Annemasse et Gaillard. Celles mesurées à Lucinges sont encore plus faibles en gardant tout de même la signature du trafic automobile : si les Voirons ne subissent pas les effets du trafic circulant à l'intérieur d'Annemasse, ils subissent les effets du trafic local.

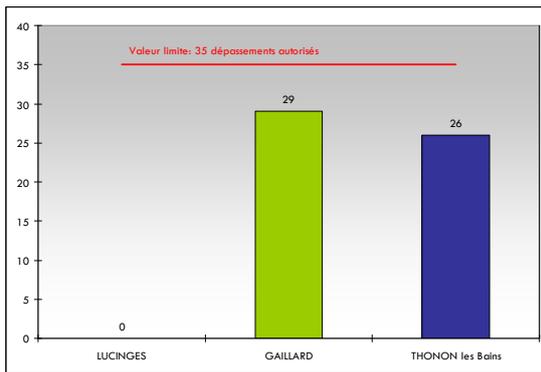
3.3. Les particules en suspension

Les concentrations en poussières PM₁₀ mesurées à Lucinges restent faibles comparativement aux autres stations du bassin d'air d'Annemasse (graphique 9). Ceci confirme le caractère périurbain de la zone avec un habitat de type pavillonnaire relativement dispersé et sans grande voie de circulation. Les concentrations en automne et en hiver y sont plus élevées qu'en été et au printemps (graphique 9) : ceci s'explique comme pour le dioxyde d'azote par une augmentation des émissions liée au chauffage et par des conditions météorologiques qui vont favoriser les accumulations au niveau du sol. Les concentrations mesurées restent particulièrement faibles puisque qu'en moyenne journalière aucun dépassement du 50 µg.m⁻³ n'a été relevé. De ce fait la valeur limite est parfaitement respectée pour le nombre de jour de dépassement de cette concentration (graphique 10). La moyenne annuelle estimée à Lucinges (17 µg.m⁻³) est bien en dessous de la moyenne annuelle mesurée à Gaillard et Thonon (graphique 11). Elle est du même ordre de grandeur qu'une station rurale (24 µg.m⁻³ mesurés à St Germain-sur-Rhône).

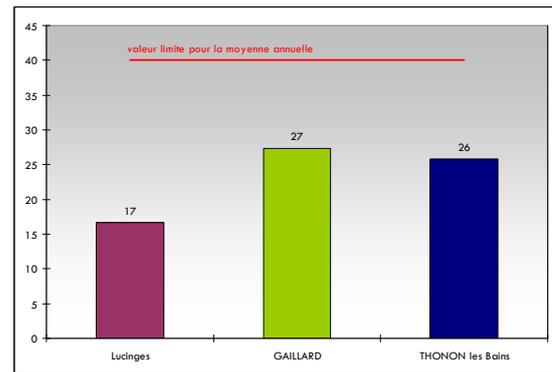




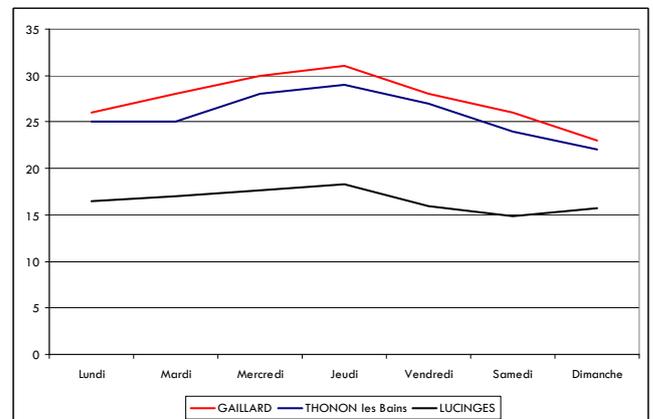
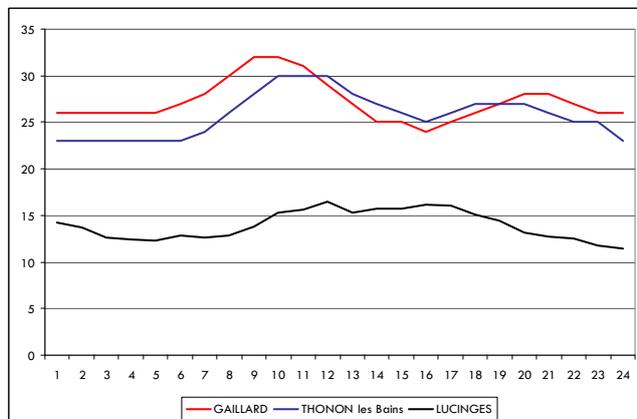
Graphique 9 - Moyenne journalière pour le PM10 en $\mu\text{g.m}^{-3}$.



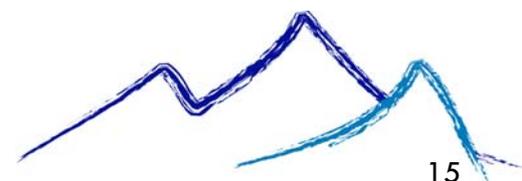
Graphique 10 : Nombre de dépassements du $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne journalière pour les PM10 (35 dépassements autorisés).



Graphique 11 : Moyenne annuelle pour le PM10 en $\mu\text{g.m}^{-3}$.



Graphique 12 - Profils horaires (à gauche) et journaliers (à droite) pour les PM10 en moyenne annuelle sur 2009 (en $\mu\text{g.m}^{-3}$).





Les profils horaires et journaliers sont typiques du trafic pendulaire avec une pointe le matin vers 8 heures et le soir vers 19 heures pour les stations de Thonon et Gaillard (graphique 12). Les niveaux de concentrations enregistrés à Lucinges sont beaucoup moins élevés et il est difficilement possible d'observer le même phénomène de déplacement lié aux trajets domicile/travail. Il semble qu'un mode jour/nuit soit identifiable avec des émissions de particules plutôt liées à l'ensemble des activités qu'au seul trafic des véhicules. Ceci se confirme sur le profil journalier avec des concentrations très dépendantes du jour de la semaine à Gaillard et Thonon ce qui est beaucoup moins le cas à Lucinges où la variabilité inter journalière est faible.

Les concentrations relevées à Lucinges sont relativement faibles et comparables à des stations de fond: les communes des Voirons semblent subir le fond régional plutôt qu'un transfert de pollution depuis Annemasse ou Genève.

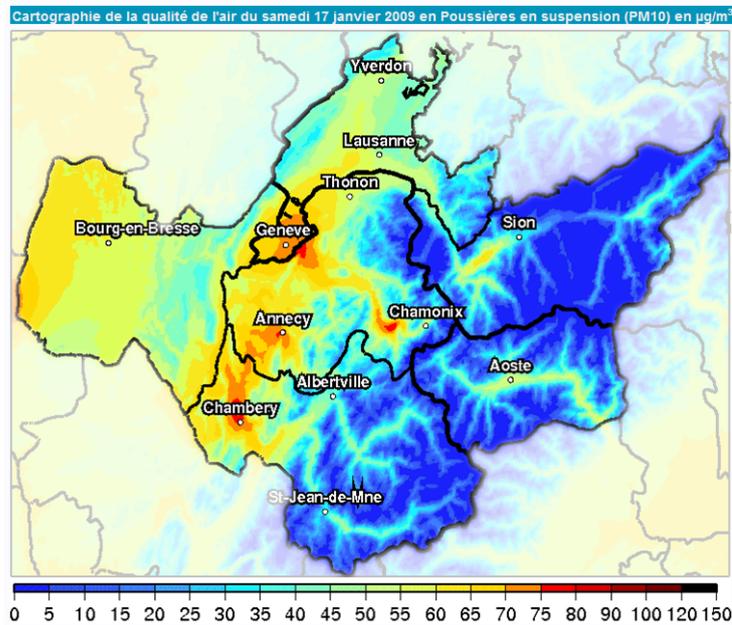
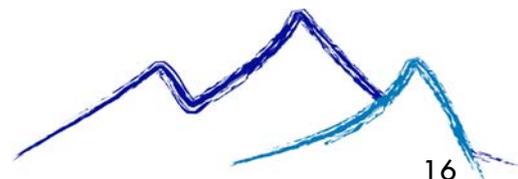
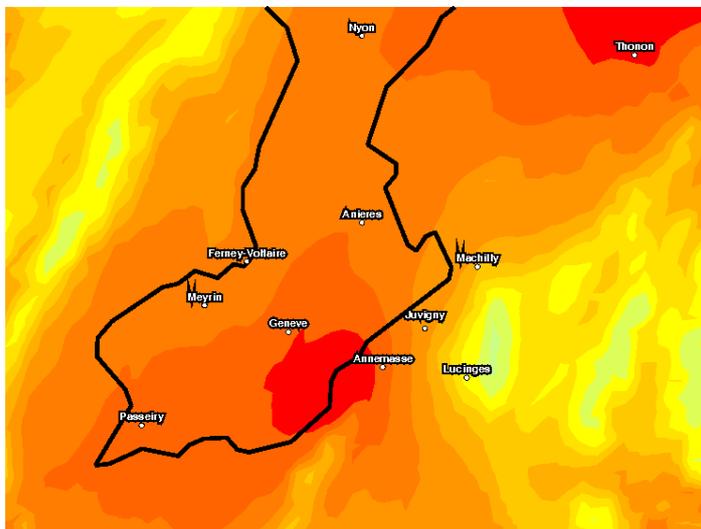


Figure 1 - Modélisation des poussières en suspension PM10 le samedi 17 janvier 2009 sur l'espace Transalpin en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



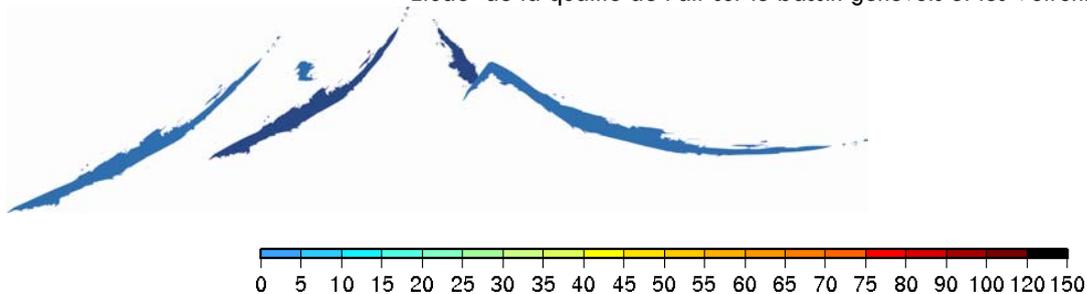


Figure 2 - Modélisation des poussières en suspension PM10 le samedi 17 janvier 2009 sur le bassin genevois en $\mu\text{g.m}^{-3}$.

L'un des maxima journalier sur le bassin d'Annemasse en 2009 a été enregistré le samedi 17 janvier avec une concentration de $80 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour les PM10 sur la station de mesures de Gaillard. La figure 1 est une modélisation à l'échelle de l'espace Transalp'air de la moyenne journalière du 17/1/9. Cette figure montre à l'échelle d'un espace beaucoup plus grand que le bassin d'Annemasse qu'un grand nombre de vallées sont touchés : bassin chambérien, annécien, basse vallée de l'Arve et bassin genevois. Sur le bassin genevois, les concentrations sont restées relativement homogènes ce jour de pic de pollution avec un maximum modélisé qui est localisé entre Genève et Annemasse (figure 2).

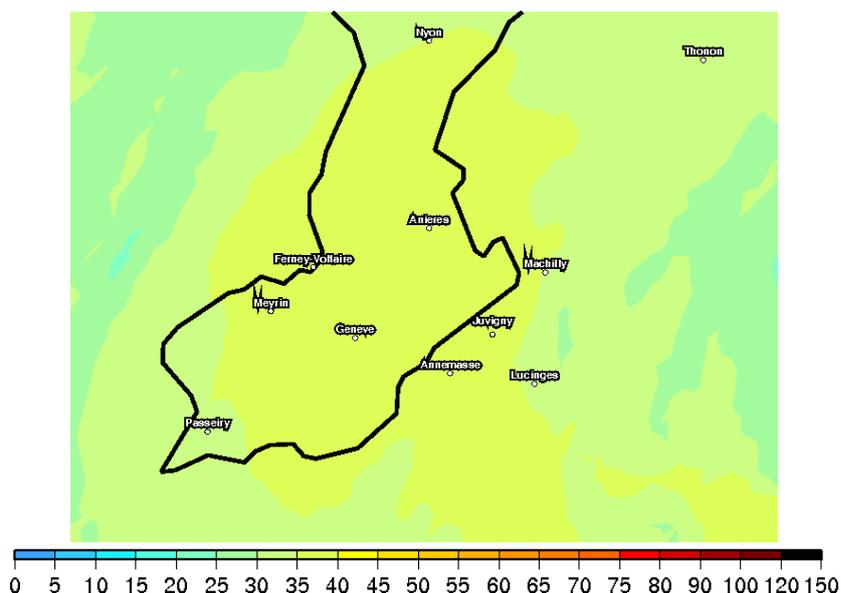


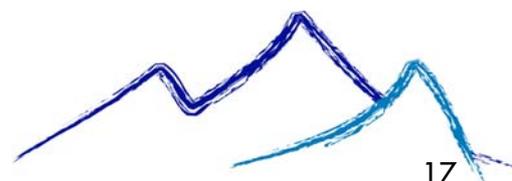
Figure 3 - Modélisation du percentile 0,75 des poussières en suspension PM10 sur le bassin genevois en $\mu\text{g.m}^{-3}$ durant l'hiver 2009.

La figure 3 permet de se représenter sur une plus longue période l'exposition aux particules des différentes communes du bassin d'air. Le percentile 0,75 permet en effet de se représenter ce que respire la population la plupart du temps (75% du temps). Sur cette figure (résultat de modélisation) l'ensemble du territoire est soumis à la même gamme de concentration : seules les zones plus en altitudes sont épargnées par les poussières fines.

L'ensemble de ces éléments redémontre le caractère souvent régional de la pollution liée aux particules où les conditions météorologiques vont jouer un rôle défavorable en lien avec les émissions hivernales (chauffage, trafic, industrie...) sur un grand territoire.

3.4. L'ozone

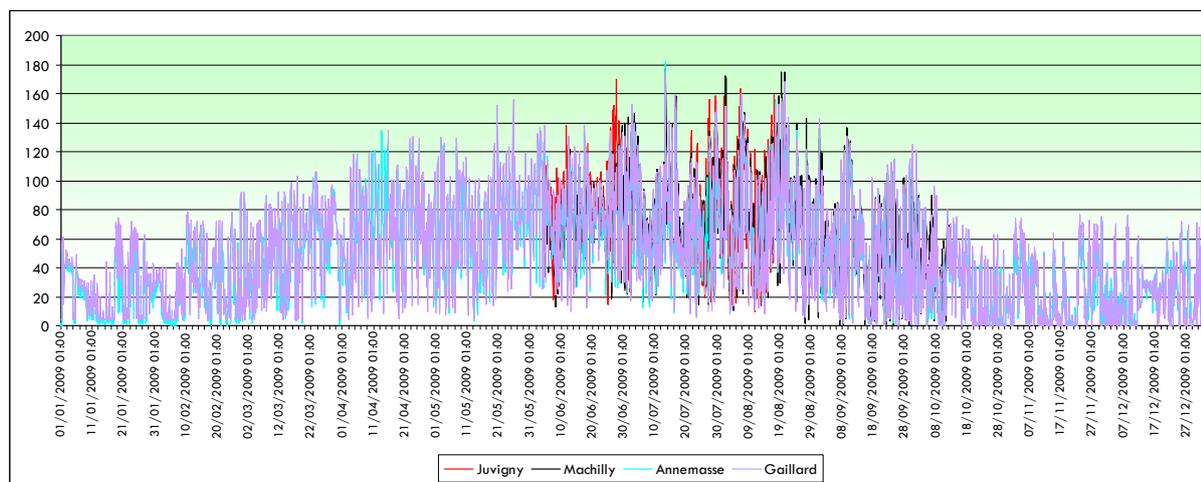
3.4.1. Comportement général de l'ozone sur le bassin d'air



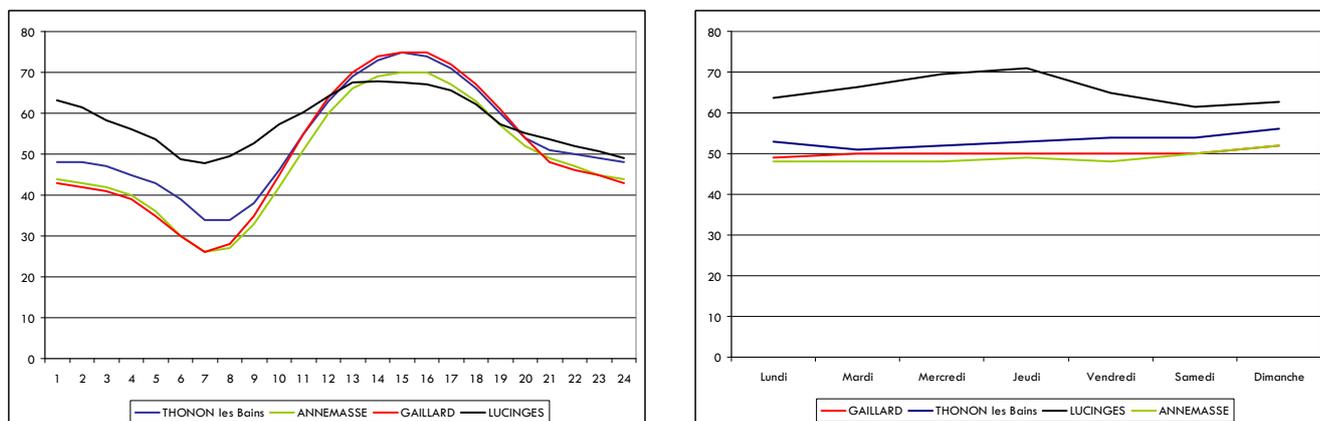


Le bassin Annemassien étant particulièrement sensible à l'ozone, le dispositif de mesures de ce polluant a été renforcé durant l'été afin de tenter de mieux cerner les mécanismes pouvant amener à une masse d'air chargée de cet oxydant.

Sur l'année 2009, un schéma classique de concentrations d'ozone est observé : les concentrations les plus faibles sont enregistrées en hiver et les plus élevées en été (graphique 13). En première approche, l'ensemble des stations semblent avoir le même comportement en termes de variabilité annuelle.

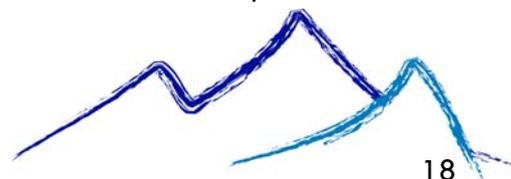


Graphique 13 - Evolution des concentrations d'ozone sur l'année 2009 (données horaires en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).



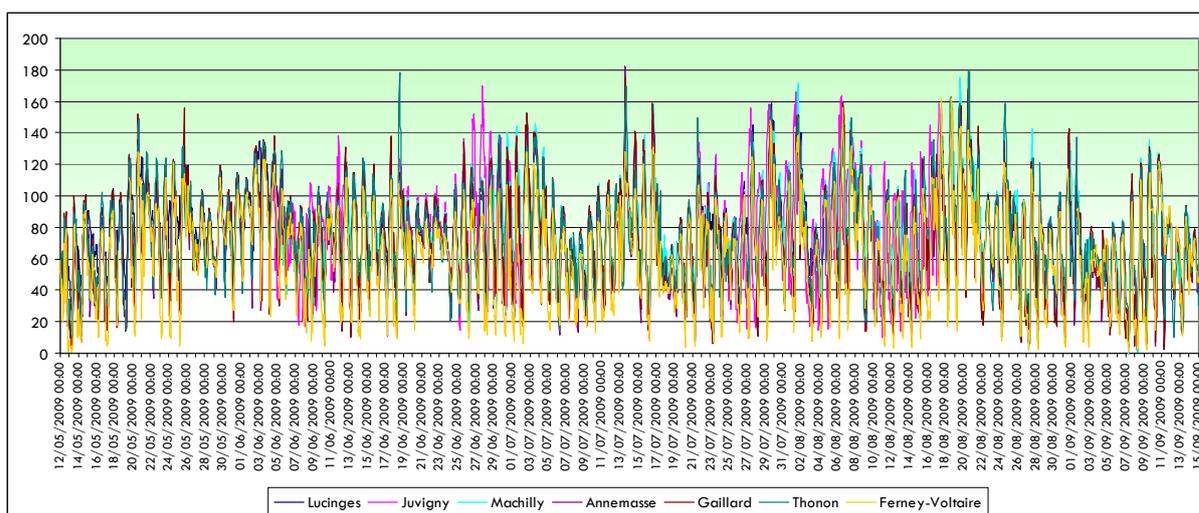
Graphique 14 - Profils horaires (à gauche) et journaliers (à droite) pour l'ozone en moyenne annuelle sur 2009 (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

L'évolution horaire moyenne des concentrations en ozone montre des maximums vers 16h00 et des minimums vers 7h00 pour l'ensemble des stations (graphique 14). Toutefois le profil observé à Lucinges est beaucoup plus lissé que le profil des autres stations de la zone. Comme pour les particules, le profil de l'ozone s'apparente à celui d'une station rurale : les oxydes d'azote sont beaucoup moins présents et la destruction de l'ozone est moins efficace empêchant les niveaux de redescendre fortement la nuit comme dans le cas d'une station urbaine (graphique 14). Le profil journalier de l'ozone montre un comportement et des niveaux de concentrations identiques pour les stations de Gaillard, Annemasse et Thonon-les-Bains. Le profil journalier de Lucinges diffère





légèrement : les concentrations y sont plus élevées (moins de réaction chimique de ce polluant face aux émissions du trafic). L'autre différence relevable est que le minima observé en ozone intervient le week-end. Cet écart semaine/week-end est toutefois peu important.



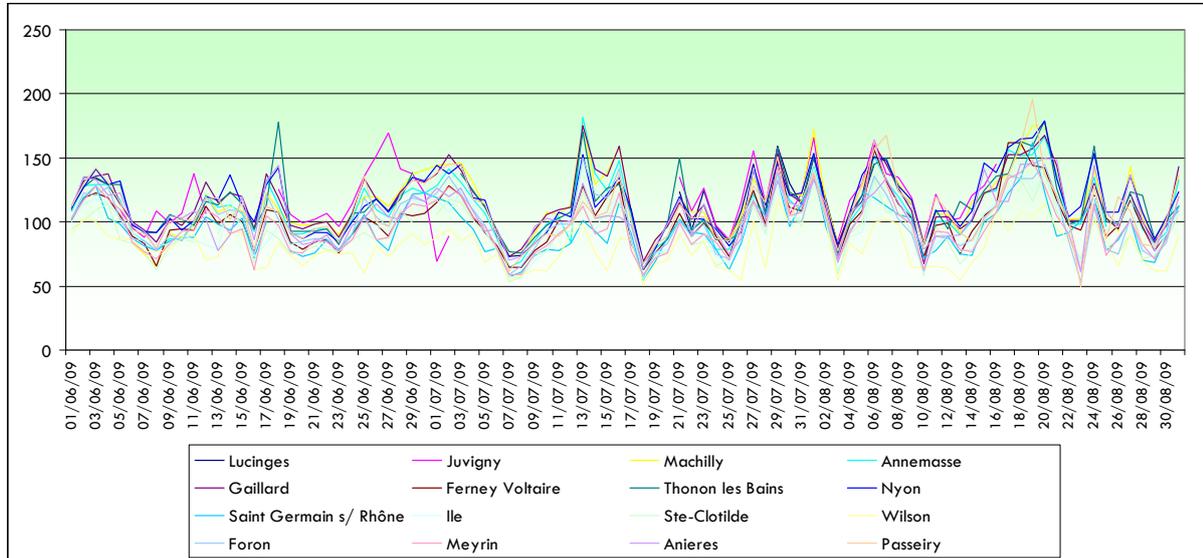
Graphique 15 - Zoom sur les valeurs horaires en ozone durant la période estivale avec les 7 stations du bassin d'air (en $\mu\text{g.m}^{-3}$).

Les valeurs relevées sur l'été 2009 sont restées à des niveaux élevés, mais moins importants que d'autres années, avec des concentrations n'atteignant que très rarement le $180 \mu\text{g.m}^{-3}$ (graphique 15). D'une manière générale, les stations ont le même comportement mais sans être identiques : maxima différents et heures de ces maxima également différentes. La station de Ferney-Voltaire est visiblement la plus différente avec des concentrations qui redescendent très bas durant la nuit (graphique 15).

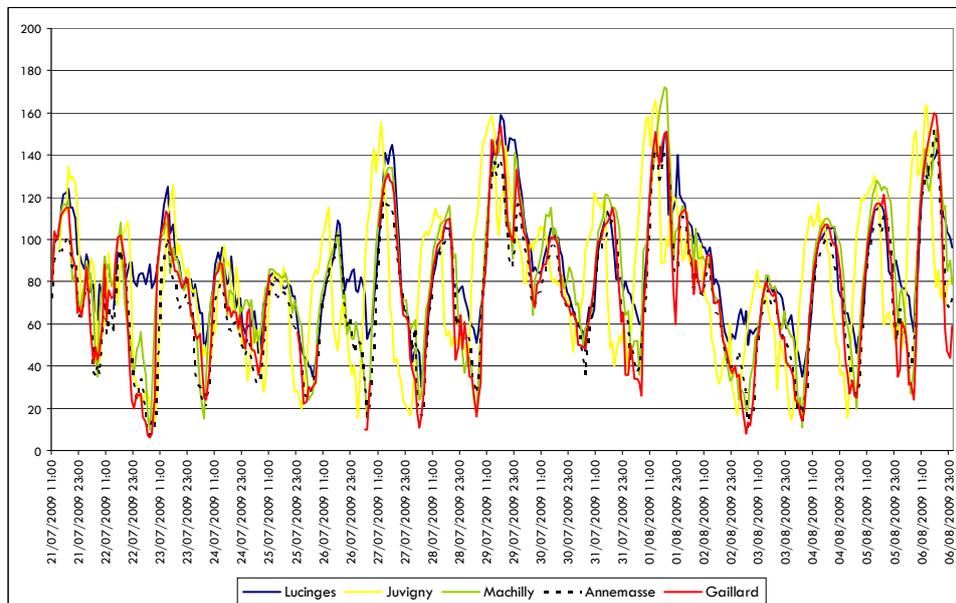
Les maxima journaliers enregistrés sur les 16 stations fixes ou déployés durant l'été 2009 montrent 2 périodes particulièrement critiques pour la qualité de l'air : le 13 juillet et le 20 août (graphique 16) : l'ensemble des stations durant ces 2 périodes montrent les concentrations les plus élevées.

Le graphique 17 reprend les concentrations horaires enregistrées sur la période où tous les analyseurs d'ozone ont fonctionnés en même temps sur Annemasse Agglo. Sur ce graphique les stations de mesures présentent des caractéristiques similaires en première approche: maxima et minima des pics, variabilité horaire et heure des maxima et des minima qui concordent entre les analyseurs. Sur cette période les stations de Gaillard et Annemasse enregistrent systématiquement un maxima journalier inférieur à celui des autres stations. Les stations de Lucinges, Machilly et Juvigny enregistrent des concentrations maximales journalières très semblables sans qu'il soit possible de prédire quelle sera la station avec la plus forte concentration. L'analyseur de Juvigny enregistre un léger décalage temporel par rapport aux autres stations pour le maxima journalier à partir du 26/7. Ce décalage d'une heure est peu significatif et difficilement explicable.



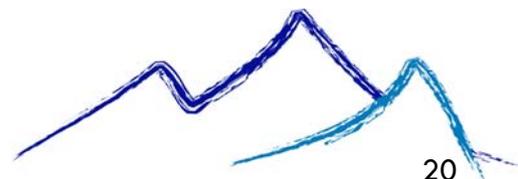


Graphique 16 - Maxima horaires journaliers ozone durant la période estivale sur l'ensemble du bassin genevois (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).



Graphique 17 - Concentrations horaire des 5 stations de mesures d'ozone sur Annemasse Agglo (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

3.4.2. Etude des épisodes du 13 juillet et 20 août 2009



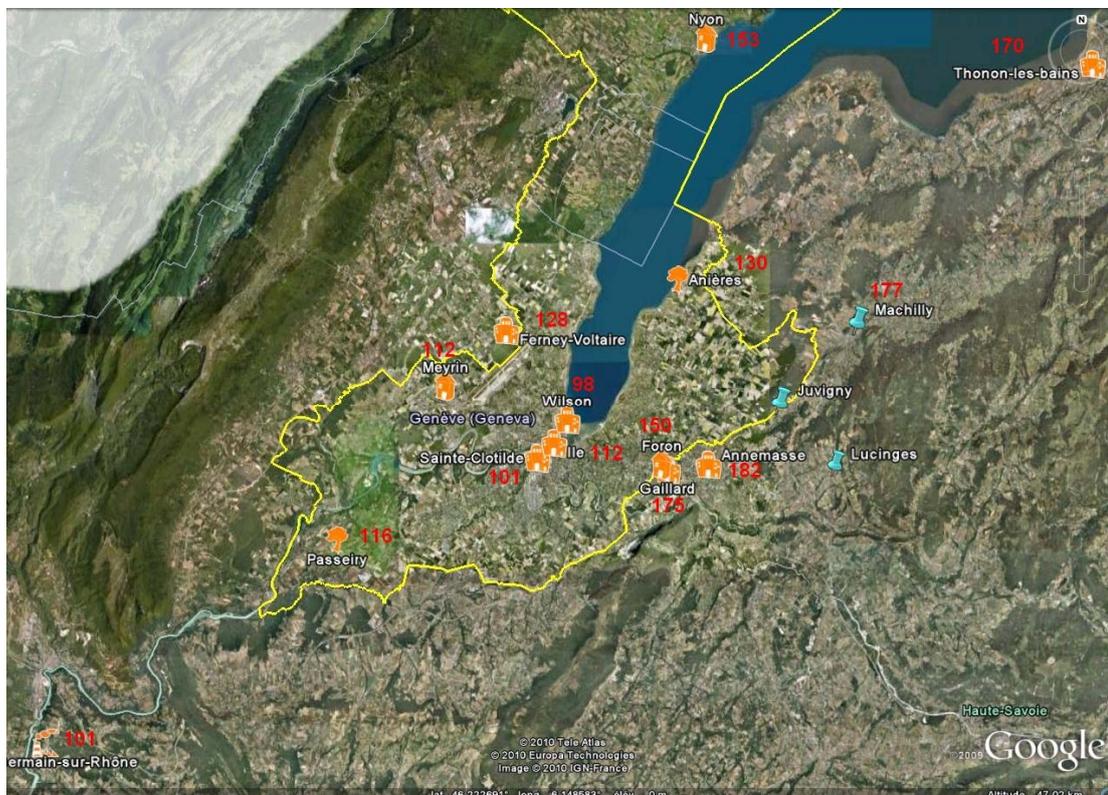
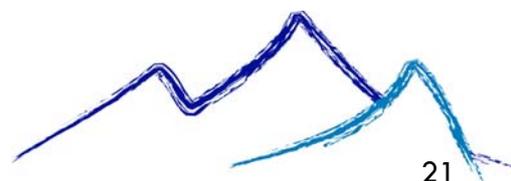


Photo 5 - Maxima journalier d'ozone observés le 13 juillet 2009 sur le bassin genevois en $\mu\text{g.m}^{-3}$.

La photo 5 spatialise les concentrations maximales relevées sur les différentes stations le 13 juillet. Sur cette photo les concentrations les plus élevées se retrouvent sur les stations d'Annemasse, de Gaillard, de Machilly et de Thonon-les-Bains. La figure 4 est une représentation modélisée de ces concentrations : on retrouve clairement la zone à l'Est de Genève avec les plus fortes concentrations. Genève dans cet épisode est relativement à l'abri des fortes valeurs (en lien avec les émissions de NO_2). Toute la partie Sud-Ouest, de Genève à Saint-Germain-sur-Rhône, soit environ 25 km, semble épargnée par ce pic de pollution.

Les concentrations en horaire de cette journée (graphique 18) montrent que pour l'ensemble des stations de mesures de la zone à l'exception de Thonon-les-Bains et Nyon le maximum journalier est atteint entre 13 :00 et 15 :00 soit à l'heure où les réactions chimiques de production de l'ozone sont à leur maximum grâce à l'ensoleillement et à la chaleur. Ceci montre une production locale depuis cette zone, et non pas un apport extérieur. L'effet local du lac apportant une masse d'air propice à se charger en ozone est une hypothèse à considérer mais n'est pas vérifiable à partir des mesures réalisées. En effet, le niveau maximum d'ozone est atteint en fonction du rapport COV/NO_x présent dans l'atmosphère. La masse d'air dépourvu de NO_x présente au dessus du lac pourrait être un réservoir d'air « propre » favorisant par brise locale (ou par des cellules de convection) le renouvellement de l'air et entraînant ainsi une augmentation de ce rapport et donc un potentiel pic d'ozone lorsque les conditions météorologiques sont réunies.

Les concentrations maximales enregistrées à Nyon et Thonon-les-Bains le sont à 17 :00 soit 2 heures après le maximum des autres stations. Ceci tend à montrer une part de responsabilité au transport par le vent depuis l'agglomération d'Annemasse vers cette zone.



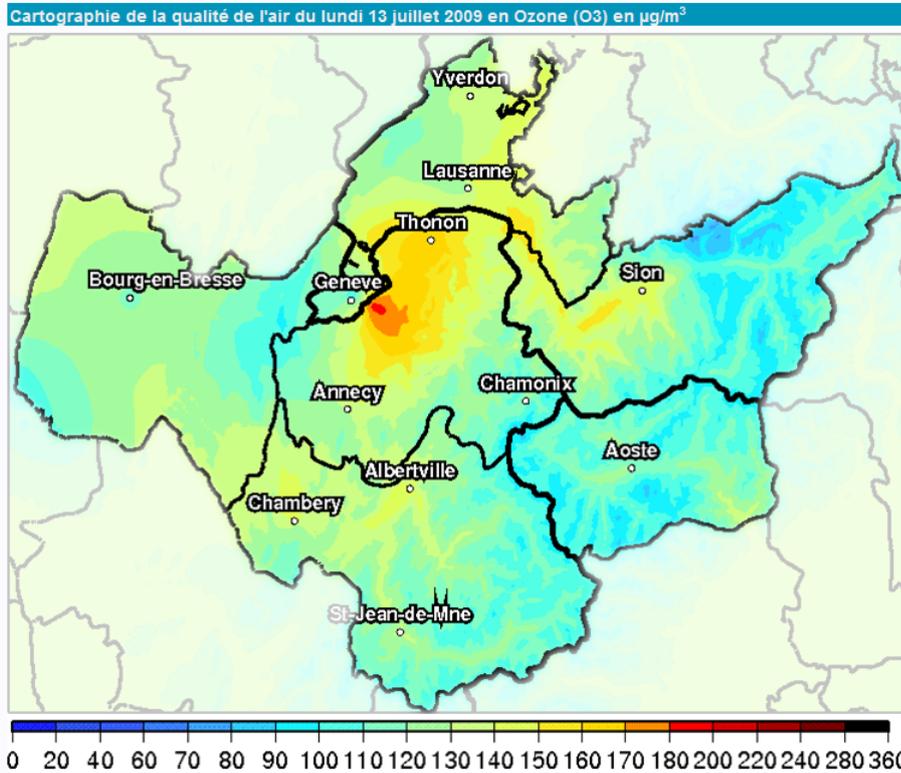
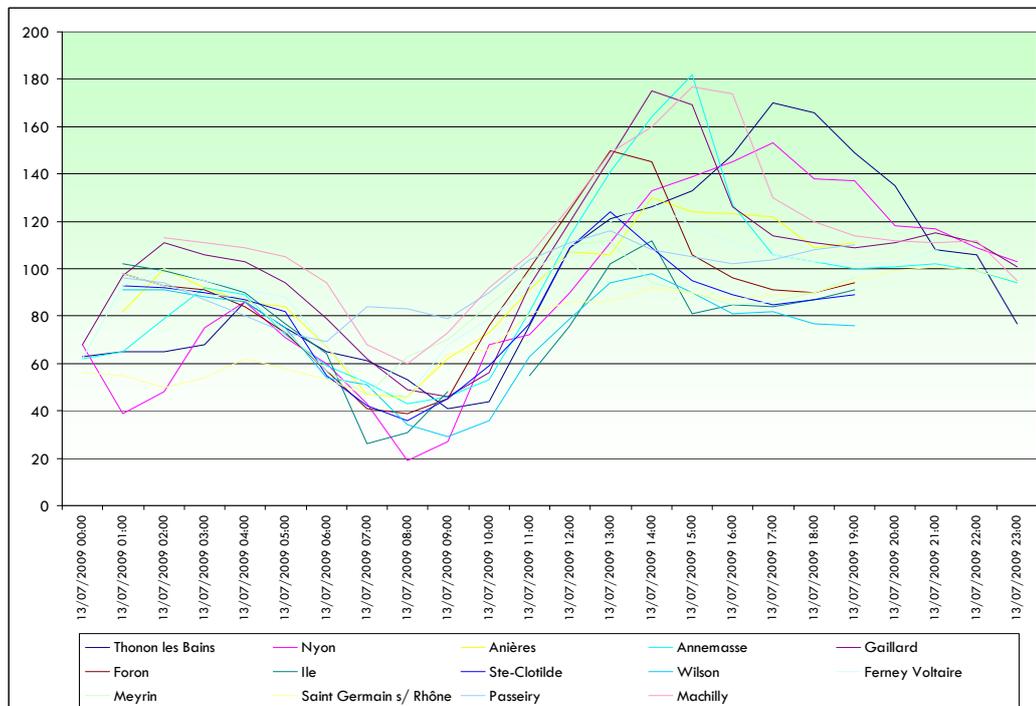
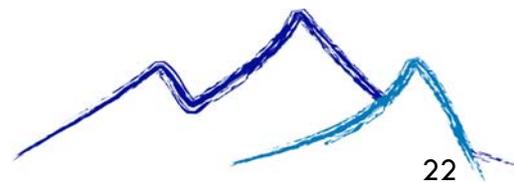


Figure 4 - Modélisation de l'ozone le lundi 13 juillet 2009 sur l'espace Transalpair en µg.m⁻³.



Graphique 18 - Données horaires en O₃ des stations du bassin Genevois le 13 juillet 2009 en µg.m⁻³.





Le second épisode de pollution a été observé le 20 août. La photo 6 nous montre les concentrations maximales horaires observées sur le bassin genevois cette journée. Les concentrations les plus élevées touchent encore dans cet épisode les stations de Gaillard, Annemasse, Machilly, Thonon-les-Bains et Nyon. La modélisation réalisée à cette date (figure 5) montre les concentrations les plus élevées entre Genève et Thonon. Les résultats des mesures et de la modélisation montrent cette fois encore des concentrations plus faibles à Genève et sur l'Ouest du lac que sur la zone comprise en Gaillard et Thonon où le maximum est atteint.

Le développement temporel de ce pic d'ozone (graphique 19) montre qu'une majorité de stations atteignent leur maximum journalier à l'heure où les réactions photochimiques sont les plus intenses : vers 14h00. Une nouvelle fois, les stations de Thonon-les-Bains et Nyon atteignent leur maxima plus tardivement (avec environ 2h de décalage) ce qui tend à montrer l'advection vers cette zone (qui ne jouerait alors qu'un rôle limité dans la production du bassin Genevois).

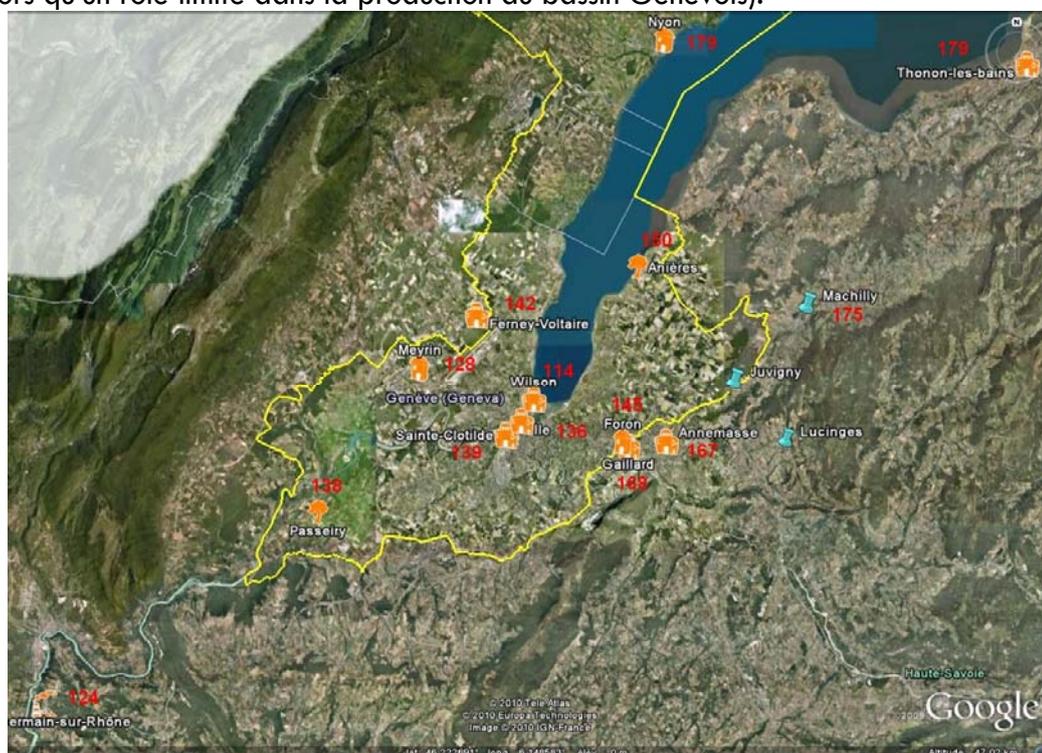
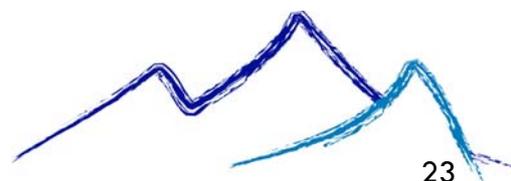


Photo 6 - Maxima journalier d'ozone observés le 20 août 2009 sur le bassin genevois en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



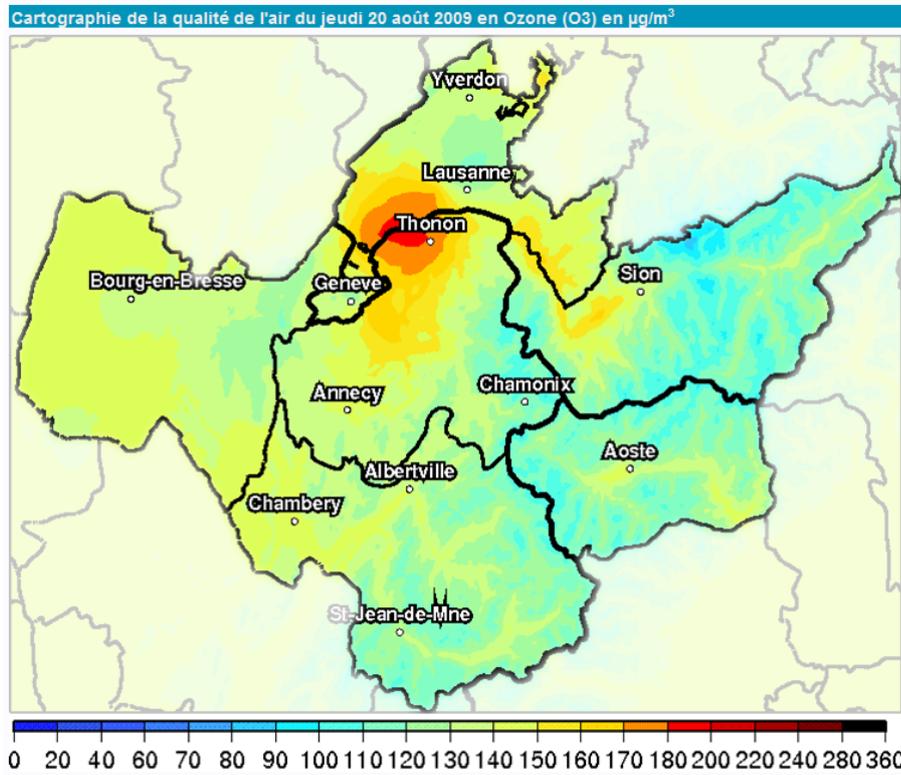
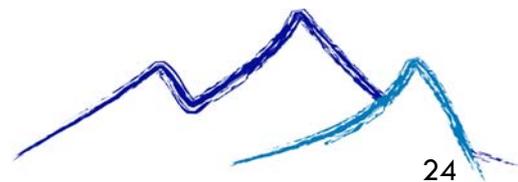
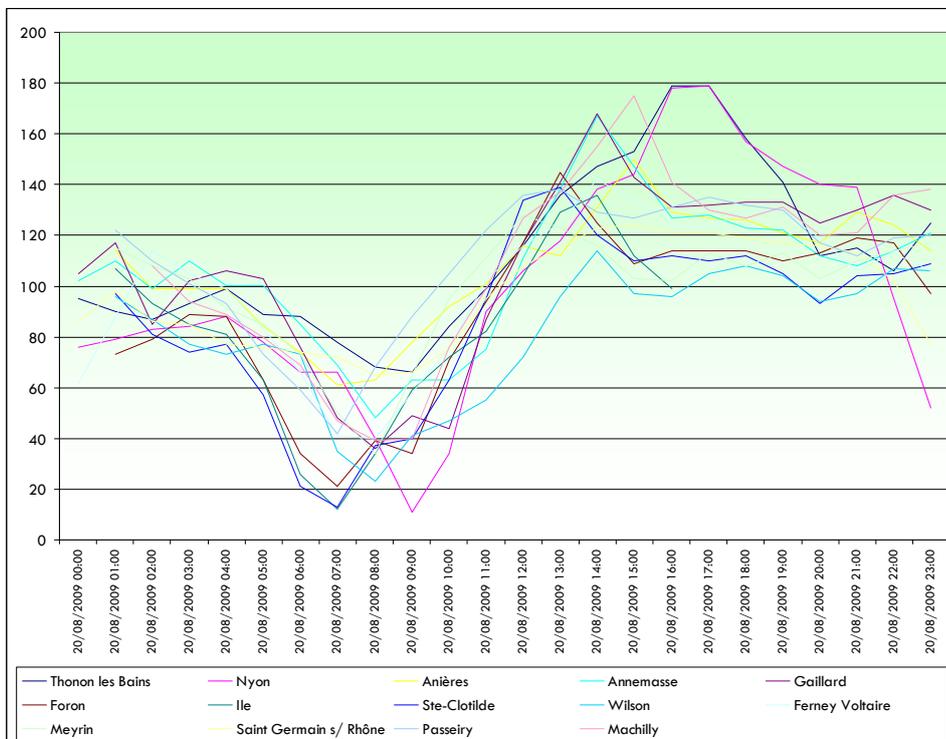


Figure 5 - Modélisation de l'ozone le jeudi 20 août 2009 sur l'espace Transalpair en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



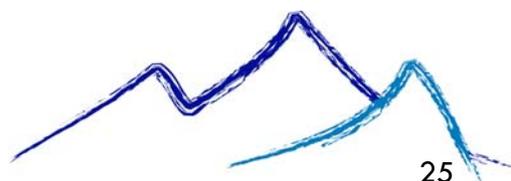


Graphique 19 - Données horaires en O₃ des stations du bassin Genevois le 20 août 2009 en µg.m⁻³.

3.4.3. Modélisation de l’ozone

La figure 6 montre le maximum modélisé de l’ozone sur le bassin d’air en 2009 (maximum asynchrone) : l’ensemble du bassin d’air est dans la même gamme de concentration (160-170 µg.m⁻³) et le maximum d’environ 180 µg.m⁻³ est modélisé sur Vétraz-Monthoux. L’ensemble du territoire est donc soumis à la même gamme de concentrations maximale que l’on soit à Genève, à l’Est ou à l’Ouest du lac.

La figure 7 est une représentation du percentile 0,75 de l’ozone durant l’été : ceci permet de se représenter ce que respire la population la plupart du temps (75% du temps). Sur cette figure (résultat de modélisation), comme sur la figure 6 avec la représentation du maximum, l’ensemble de la zone est soumis à la même gamme de concentrations: de 120 à 140 µg.m⁻³. Les zones d’altitude subissent les mêmes concentrations que les zones de plaines.



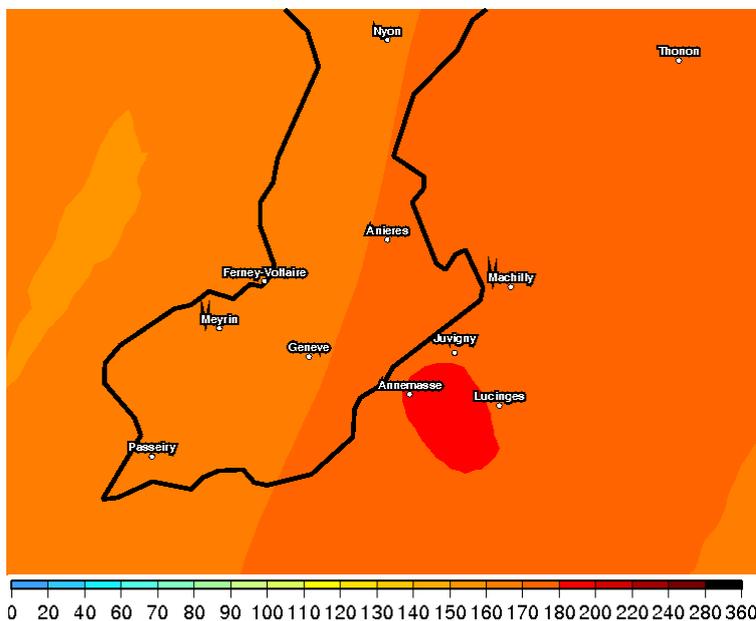


Figure 6 - Modélisation du maximum de l'ozone sur le bassin genevois en $\mu\text{g.m}^{-3}$ durant l'été 2009.

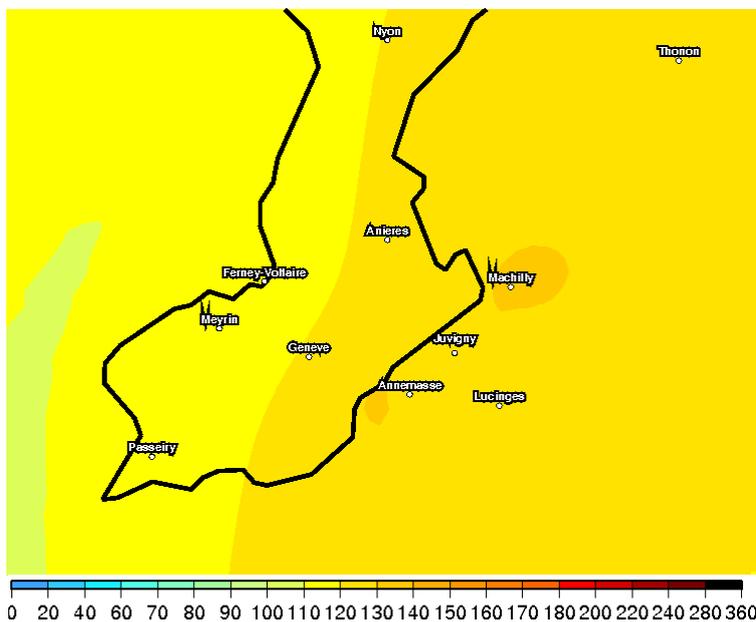
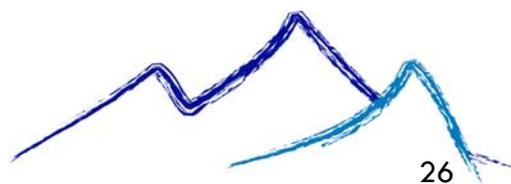


Figure 7 - Modélisation du percentile 0,75 de l'ozone sur le bassin genevois en $\mu\text{g.m}^{-3}$ durant l'été 2009.

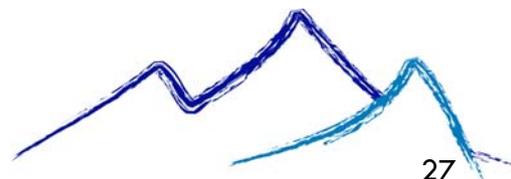




4. Situation en regard des normes en vigueur

	Norme	Pas de temps	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respect de la norme
Dioxyde de soufre	Valeur limite	Moyenne horaire	350 à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile Et 125 à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile	OUI (0 dépassement)
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	50	OUI (4 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$)
Dioxyde d'azote	Objectif qualité	Moyenne annuelle	40	OUI (11 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$)
	Valeur limite en 2010	Moyenne horaire	200 (18 dépassements autorisés)	OUI (0 dépassement)
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne horaire	200	OUI (max à 65 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$)
PM 10	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30	OUI (17 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$)
	Valeur limite	Moyenne journalière	50 (35 dépassements autorisés)	OUI (0 dépassement)
		Moyenne annuelle	40	OUI (31 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$)
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne journalière	80	OUI (45 $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$)
Ozone	Valeur cible	Max journalier de la moyenne sur 8 heures	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, à ne pas dépasser plus de 25 fois par année civile	NON
	Objectif à long terme	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures pendant une année civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NON
		Niveau d'information et recommandations	1 heure	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

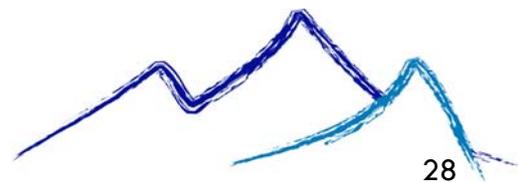
Tableau 2 - Respect de la réglementation des gaz de la qualité de l'air concernant la santé humaine





dans l'air ambiant sur la station de mesures des Voirons à Lucinges en 2009.

Le tableau 2 reprend les éléments mesurés lors des 4 campagnes de mesures à Lucinges en 2009 et les confronte à la réglementation pour les principaux gaz de la qualité de l'air réglementés dans l'air ambiant. Pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les poussières en suspension PM10 les normes sont bien respectées. Pour l'ozone ; ni la valeur cible, ni l'objectif à long terme ne sont respectés ce qui est le cas sur la majorité du territoire Rhône-Alpin.



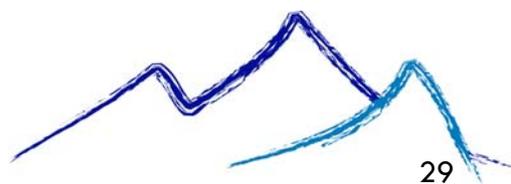


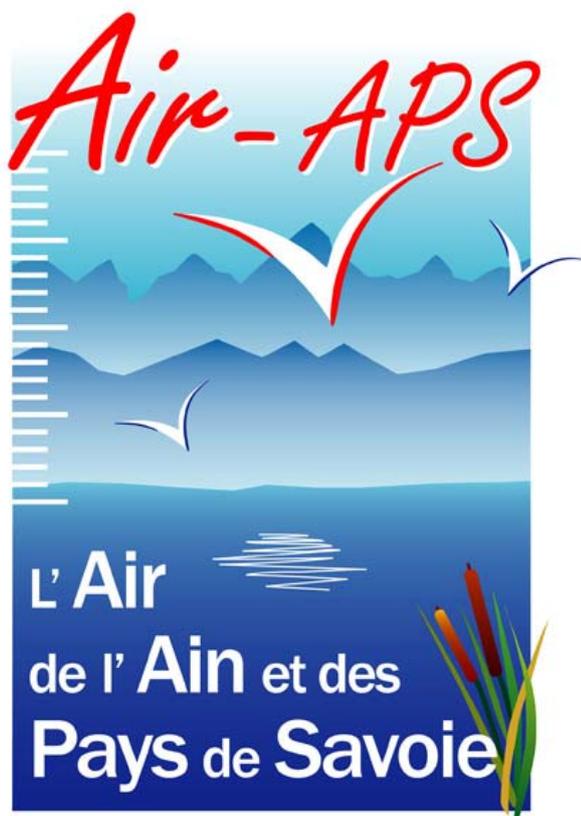
Conclusions

Durant l'année 2009 une évaluation de la qualité de l'air ambiant a été réalisée sur le bassin genevois et plus particulièrement sur les Voirons où une station de mesures mobile a été déployée à chaque saison durant au moins 14 jours. Pour renforcer ce dispositif (et en complément du réseau fixe franco-genevois), afin de mieux investiguer ce territoire particulièrement sensible à l'ozone, des analyseurs d'ozone ont été spécifiquement déployés portant à 7 le nombre de sites de mesures pour ce polluant durant l'été, côté français. Les mesures réalisées à Lucinges montrent pour le SO_2 , le NO_2 , et les PM_{10} que les normes en vigueur sont bien respectées. Pour l'ozone, en revanche, ni la valeur cible, ni l'objectif à long terme ne sont respectés ce qui est le cas sur la majorité du territoire Rhône-Alpin.

Les concentrations relevées et modélisées en particules PM_{10} montrent que lors d'un pic de pollution le bassin d'air est soumis comme le reste de la région à une météorologie qui joue un rôle aggravant sur les niveaux relevés. Les concentrations sont moins importantes sur les zones d'altitude pour les poussières en suspension en général et lors des pics de pollution en particulier.

L'analyse de la masse d'air chargée en ozone montre que lors des 2 plus importants épisodes de pollution de l'été 2009, la part de production locale est importante et vient s'ajouter à un fond régional déjà chargé de cet oxydant. Le rôle de la masse d'air présente au dessus du lac agissant comme catalyseur des réactions photochimiques reste l'hypothèse privilégiée, même s'il ne peut être démontré par cette étude. A travers les mesures et la modélisation réalisées, le caractère régional de ce polluant est confirmé, mais les émissions polluantes du bassin de vie, ajoutées aux conditions météorologiques, contribuent à l'observation de concentrations d'ozone importantes sur le secteur. Il est à noter que c'est toutefois l'Est du bassin Genevois qui est plus particulièrement concerné par les concentrations d'ozone les plus importantes.





L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie

Savoie Technolac - BP 339
73377 LE BOURGET DU LAC Cedex

Tél. 04.79.69.05.43. - Fax. 04.79.62.64.59.
e-mail: air-aps@atmo-rhonealpes.org

Membre de

