

G²AME - Grand Genève Air Modèle Émissions

G²AME - Grand Genève Air Model Emissions

Guillaume BRULFERT
Didier CHAPUIS
Air Rhône-Alpes, Bron, France

Philippe ROYER
Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants,
république et canton de Genève, Suisse

Résumé

Avec presque 1 million d'habitants sur le Grand Genève, l'amélioration de la qualité de l'air constitue un enjeu sanitaire important, tout autant qu'une attente forte des populations. Ce constat est largement partagé entre la France et la Confédération helvétique. Les actions des uns ayant des répercussions sur la qualité de l'air respiré par les autres, il est par conséquent indispensable qu'il existe une vision partagée, des outils communs puis une gestion coordonnée de la qualité de l'air à l'échelle des 212 communes de l'espace franco-suisse qu'est le Grand Genève.

Les éléments du premier diagnostic de la qualité de l'air sur le Grand Genève établi en 2012 ont mis en évidence certains points de vigilance comme le centre-ville et l'aéroport de Genève, ainsi que les secteurs résidentiels. La région Rhône-Alpes est concernée par des dépassements réguliers des normes de qualité de l'air définies au niveau européen. Parmi les secteurs qui posent problème figure l'agglomération d'Annemasse, avec des dépassements enregistrés en poussières fines. Cette agglomération est située entre deux zones particulièrement concernées par la pollution atmosphérique : d'un côté, le bassin genevois et, de l'autre, la vallée de l'Arve, faisant actuellement l'objet d'un Plan de Protection de l'Atmosphère (dont certaines communes font partie du Grand Genève).

L'objectif du projet G²AME (Grand Genève Air Modèle Émission) a été de produire un outil commun et harmonisé de diagnostic et d'aide à l'établissement d'un plan d'actions à l'échelle du Grand Genève. Cet outil a permis de mieux connaître les émissions de polluants du territoire transfrontalier, de travailler de manière prospective en identifiant les secteurs les plus émetteurs et de tester l'évaluation d'actions d'aménagement du territoire, d'infrastructure ou d'action d'amélioration de la qualité de l'air.

Ainsi, le programme élaboré sur 2 ans, de juin 2013 à l'été 2015, a permis :

- la mise en cohérence des inventaires d'émissions en situation actuelle : cette action a permis de cartographier de part et d'autre de la frontière les sources et polluants, et d'estimer quantitativement les différentes sources d'émissions du bassin. Ainsi, ce travail a permis de mettre en évidence les différences de parc roulant entre les pays, la prédominance des émissions de PM₁₀ du secteur résidentiel côté français, l'importance des émissions d'oxydes d'azote de Genève et de la zone aéroportuaire ;

- le développement d'un modèle transfrontalier commun pour la cartographie de la qualité de l'air et l'étude des scénarios : ce modèle numérique permet de cartographier les concentrations et les dépassements de normes de la qualité de l'air sur le bassin (selon les normes en vigueur dans chaque pays). Ce modèle permet à la fois un calcul de la pollution de fond régional par WRF/Chimère en prenant en compte l'ensemble des stations de mesures françaises et suisses puis un calcul à l'échelle de la rue sur l'ensemble du réseau routier, à l'aide du modèle SIRANE ;

- le calcul prospectif de scénarios d'émissions : cette action a permis d'élaborer des scénarios réalistes à l'échéance 2020 et 2030, afin de cartographier et estimer l'évolution des émissions et des concentrations associées, ainsi que les populations impactées à ces échéances (entre 50 et 75 % de la population encore impactée sur le Grand Genève pour les PM₁₀, suivant les normes suisses actuelles en 2030).

G²AME est une opération réalisée dans le cadre du programme de coopération territoriale européenne INTERREG IV A France-Suisse 2007-2013.

Mots-clés

Pollution de l'air, zone frontalière, émissions, modélisation, programme INTERREG IV.

Abstract

With almost 1 million inhabitants in the "Grand Genève" area, improving air quality is a major health issue as much as a high expectation from the population. This finding is largely shared between France and the Swiss Confederation. The actions of each affecting air quality breathed by others, it is therefore essential to build a shared vision, common tools and a coordinated management of air quality across the 212 municipalities of the Franco-Swiss space that is the "Grand Genève". The elements of the first diagnosis of the air quality on this area established in 2012, have highlighted some points : the city center and Geneva airport and residential areas. The Rhône-Alpes region is affected by regular exceedances of air quality standards defined at European level. Among the problem areas is included the agglomeration of Annemasse registered with PM10 overruns. This community is located between two areas particularly affected by air pollution : on one side, the Geneva area and the other the Arve Valley currently the subject of an Atmospheric Protection Plan (some towns are part of the "Grand Genève").

The objective of G²AME project (Grand Geneva Air Emission Model) was to produce a common and harmonized diagnostic tool and support for the establishment of an action plan across the "Grand Genève". This tool has enabled to better know the pollutant emissions of border territory, work prospectively identifying the most emitting sectors and test evaluation of spatial planning activities, infrastructure or action improving air quality.

The program was developed over 2 years, from June 2013 to the summer of 2015 with :

- the alignment of emissions inventories in current situation : this action helped to map both sides of the border sources and pollutants and to quantitatively estimate the different sources of emissions. Thus this work has helped to highlight the differences in fleet between countries, the predominance of PM10 French side of the residential sector, the importance of nitrogen oxide emissions from Geneva and the airport area ;

- the development of a common cross-border model for mapping concentrations of air quality pollutants and study of scenarios : this digital model allows all partners to map concentrations exceeding the air quality standards (depending on current regulations in each country). This model allows the calculation of both a regional background by WRF/Chimera taking into account all the French and Swiss measuring stations and a calculation across the street on the entire road network using the SIRANE model ;

- the prospective calculation of emission scenarios : this action helped to develop realistic scenarios for 2020 and 2030 to map and assess the evolution of

emissions and concentrations and also populations over impacted at these deadlines (between 50 and 75 % of the population still impacted on the "Grand Genève" for PM10 under current Swiss standards in 2030).

G²AME is a project carried out under the European Territorial Cooperation Program INTERREG IV A France-Switzerland 2007-2013.

Keywords

Air pollution, country border area, emissions, modeling, INTERREG IV program.

1. Contexte

L'amélioration de la qualité de l'air constitue un enjeu sanitaire important, tout autant qu'une attente forte des populations. Ce constat est largement partagé entre la France et la Confédération helvétique. 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 Grand Genève.

Les premiers éléments du diagnostic de la qualité de l'air sur le Grand Genève (diagnostic établi avec le projet d'agglomération Franco-Valdo-Genevois) ont mis en évidence certains points de vigilance, comme le centre-ville et l'aéroport de Genève, ainsi que les secteurs résidentiels. La région Rhône-Alpes est concernée par des dépassements réguliers des normes de qualité de l'air définies au niveau européen. Parmi les secteurs qui posent problème figure l'agglomération d'Annemasse, avec des dépassements enregistrés en poussières fines. Cette agglomération est située entre deux zones fortement émettrices : d'un côté, le bassin genevois et, de l'autre, la vallée de l'Arve faisant actuellement l'objet d'un Plan de Protection de l'Atmosphère (dont certaines communes font partie du Grand Genève).

L'objection du projet G²AME a été de produire un outil d'aide à l'établissement d'un plan d'actions à l'échelle du Grand Genève. Cet outil permet de mieux connaître les émissions de polluants du territoire, de travailler de manière prospective en identifiant les secteurs les plus émetteurs, et de réaliser l'évaluation d'actions avant leur mise en œuvre.

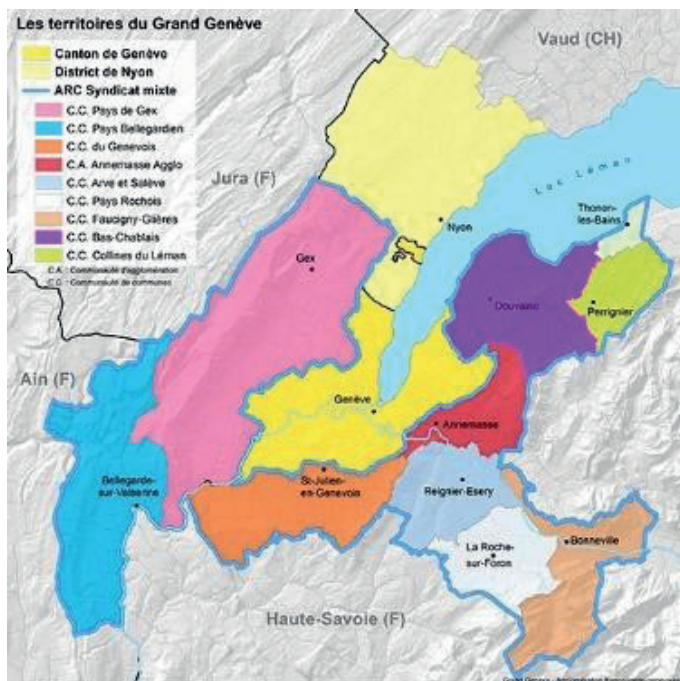


Figure 1. Carte des territoires du Grand Genève (source : Grand Genève).
Map of Grand Genève territories.

2. Des inventaires d'émissions harmonisés

Côté suisse, les cantons de Genève et Vaud disposent d'un inventaire d'émissions commun, élaboré au travers de l'outil CADERO, dont la réalisation a été confiée au bureau d'études suisse SEDE (Société d'Études De l'Environnement).

Côté français, c'est l'inventaire des émissions géré par Air Rhône-Alpes qui est utilisé. La méthodologie utilisée suit très majoritairement les préconisations du guide national PCIT (Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux).

Le domaine considéré couvre les 212 communes du Grand Genève. Les polluants ont été retenus selon leur disponibilité côté suisse et français et au regard des besoins en modélisation des concentrations de NO₂, PM₁₀ et O₃. Les polluants suivants ont été retenus pour l'harmonisation des inventaires : NO_x, PM₁₀, COVNM et NH₃.

Les référentiels utilisés par les deux inventaires pour référencer les sources sont différents :

- côté suisse, c'est le référentiel NFR qui est utilisé ;

- côté français, le référentiel SNAP est employé.

La chaîne de modélisation qualité de l'air d'Air Rhône-Alpes étant construite sur la base des SNAP, c'est cette dernière qui est retenue : une correspondance NFR/SNAP a ainsi été établie pour exprimer l'ensemble des émissions par codes SNAP.

L'arrivée du Modèle Multimodal des Transports (MMT) sur le Grand Genève est une opportunité pour utiliser cette source d'information précise et homogène sur le territoire modélisé. Air Rhône-Alpes disposant d'une expertise depuis de nombreuses années sur l'utilisation de cette source d'information a proposé de réaliser le calcul des émissions routières sur l'ensemble de l'aire de l'étude (y compris en Suisse).

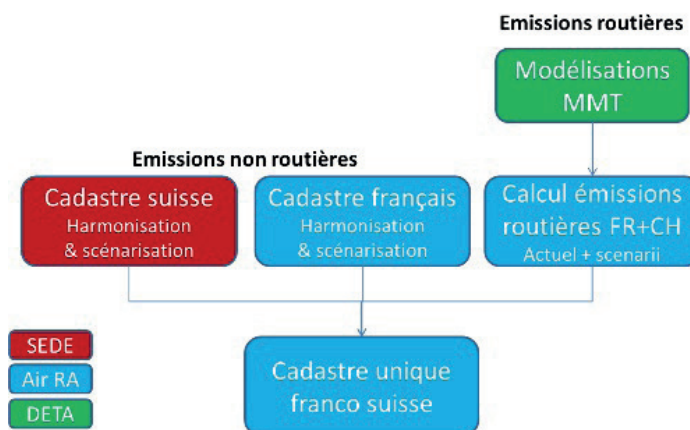


Figure 2. Organisation des calculs d'émissions entre Air Rhône-Alpes et SEDE.
Organisation of emissions calculation between Air Rhône-Alpes and SEDE.

En revanche, les autres sources d'émissions sont traitées par chaque partenaire, comme indiqué sur la figure 2.

Un travail mené sur l'analyse des bilans des émissions, les facteurs d'émissions, l'intégration du modèle multimodal de transport commun au Grand Genève (donnée d'entrée à la fois précise et homogène sur le territoire modélisé) a permis de dresser un bilan harmonisé des émissions sur l'ensemble du territoire.

Ainsi, la contribution de chaque secteur d'activité dans les émissions de NO_x est présentée dans la figure 3. Le transport routier reste l'émetteur le plus important, quel que soit le pays considéré. La part du transport aérien est

non négligeable côté suisse, avec la présence de l'aéroport international de Genève dans le périmètre d'étude.

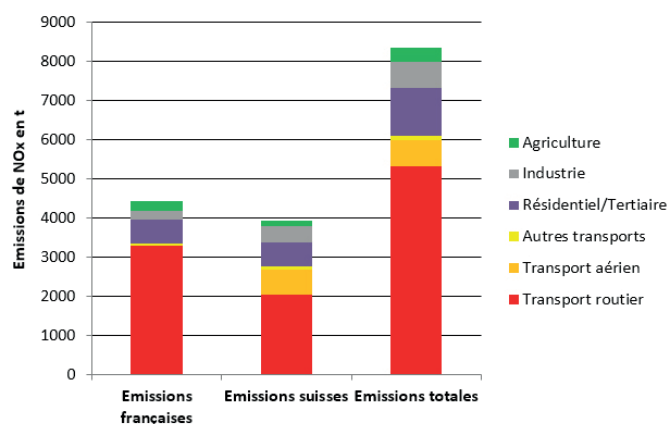


Figure 3.

Comparaison des émissions de NOx, selon les grands secteurs d'activités en 2010.

Comparison of NOx emissions according to major activity sectors in 2010.

Pour les PM₁₀, l'écart entre les deux pays est plus important en quantités d'émissions : la partie française rejette 1 338 tonnes de PM₁₀ par an, alors que la partie suisse, seulement 465 tonnes. Ainsi, une répartition plus fine est proposée, selon le format SECTEN, pour identifier les secteurs majoritaires dans chacun des pays. En effet, pour ce polluant, il est intéressant de distinguer le transport routier des autres modes de transport (aérien, ferroviaire et fluvial).

La contribution de chaque secteur d'activité dans les émissions de PM₁₀ est présentée dans la figure 4.

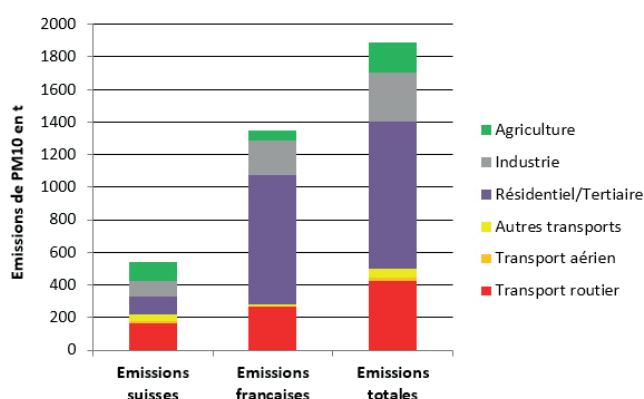


Figure 4.

Comparaison des émissions de PM₁₀ selon les grands secteurs d'activités en 2010.

Comparison of PM₁₀ emissions according to major activity sectors in 2010.

La grande différence entre les deux pays, concernant les émissions de PM₁₀, se situe au niveau de la part du résidentiel/tertiaire. En France, ce secteur est responsable de 59 % des émissions totales de particules, notamment dû à la forte utilisation du chauffage au bois. Côté suisse, ce pourcentage n'est que de 34 %. Il est à noter que le parc suisse d'appareils de chauffage au bois est plus performant, du fait de normes d'émissions sur les appareils individuels. La part du transport routier représente moins de 20 % dans les deux pays.

Des représentations cartographiques maillées de ces données existent et servent de données d'entrée au modèle de chimie-transport.

3. Description de la chaîne de modélisation

L'outil de modélisation est issu d'une chaîne de modélisation combinant les résultats de modèles à l'échelle de la région et à l'échelle de la rue. Le principe général de cette chaîne réside dans la combinaison de deux cartographies de concentration.

La première cartographie est issue d'un calcul à partir de modèles dits régionaux et géostatistiques (figure 5). Elle permet d'obtenir une spatialisation des polluants à l'échelle régionale dite de fond, c'est-à-dire à l'échelle du kilomètre. Cette approche utilise en première étape le modèle météorologique WRF et le modèle de chimie transport CHIMERE. WRF permet de calculer les conditions météorologiques (direction du vent, pression, températures, etc.) avec une résolution horaire. CHIMERE permet à partir des données WRF de modéliser le transport atmosphérique des polluants toujours avec la même résolution temporelle. Ces deux modèles sont utilisés à des résolutions spatiales de 3 km sur la région Rhône-Alpes et une partie de la Suisse. À la fin de cet enchaînement des modèles régionaux, un raffinement de maillage est utilisé afin de passer de la résolution de 3 km à 1 km, appelé GIRAF. En deuxième étape, un traitement géostatistique, appelé krigeage, est appliqué à la carte de 1 km. L'objectif du krigeage est d'obtenir une représentation des concentrations de fond. Pour ce faire, les valeurs horaires ou les moyennes journalières des mesures des stations des réseaux sont utilisées pour corriger géostatistiquement la carte de modélisation. Le krigeage « force » les

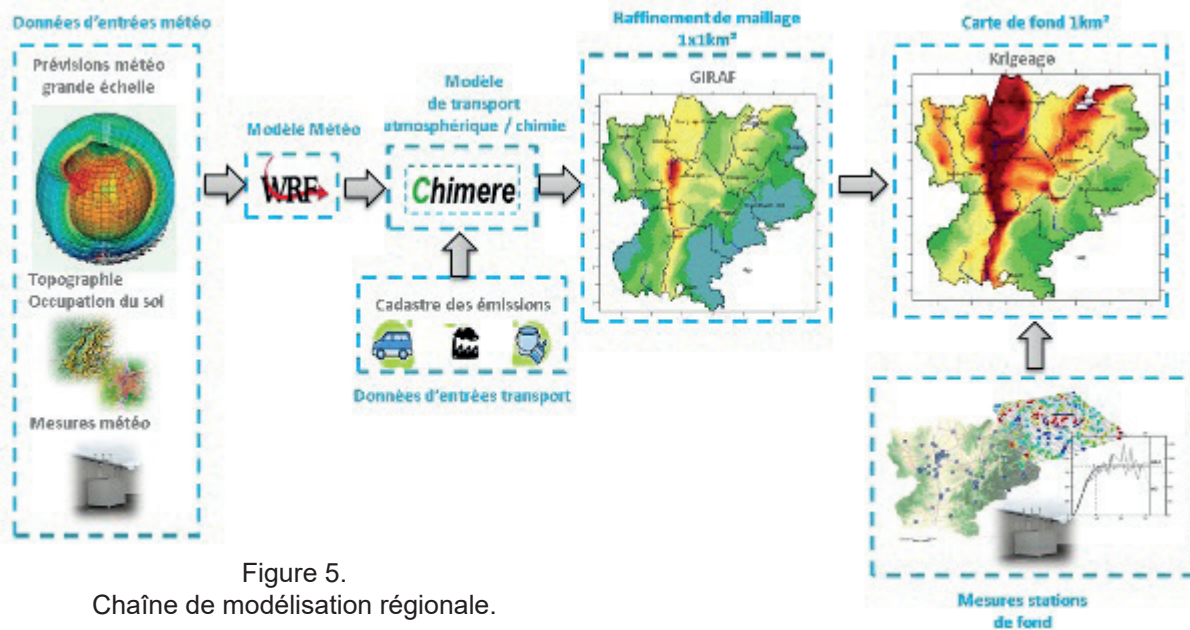


Figure 5.
Chaîne de modélisation régionale.
Regional modeling chain.

valeurs de concentrations modélisées vers les valeurs mesurées localement. Cette méthode géostatistique doit être paramétrée de manière judicieuse, afin de minimiser le biais des valeurs modélisées hors points de mesures.

La seconde cartographie utilise le modèle SIRANE, développé par l'École Centrale de Lyon (figure 6). Ce modèle permet de calculer les

concentrations de polluants à partir d'un réseau de rues prenant en compte le bâti. Il est validé pour des échelles de l'ordre de la centaine à la dizaine de mètres. Dans cet outil, SIRANE modélise le transport dû aux émissions du trafic à l'échelle de la dizaine de mètres pour les agglomérations et à proximité des routes principales de la région.

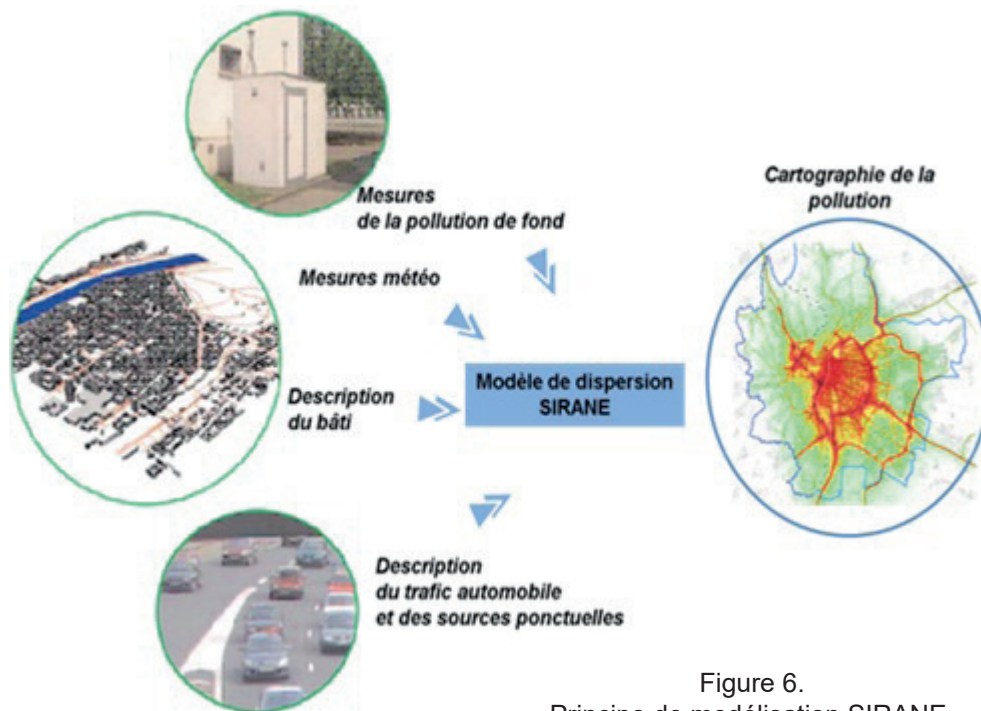


Figure 6.
Principe de modélisation SIRANE.
Principle of modeling with SIRANE.

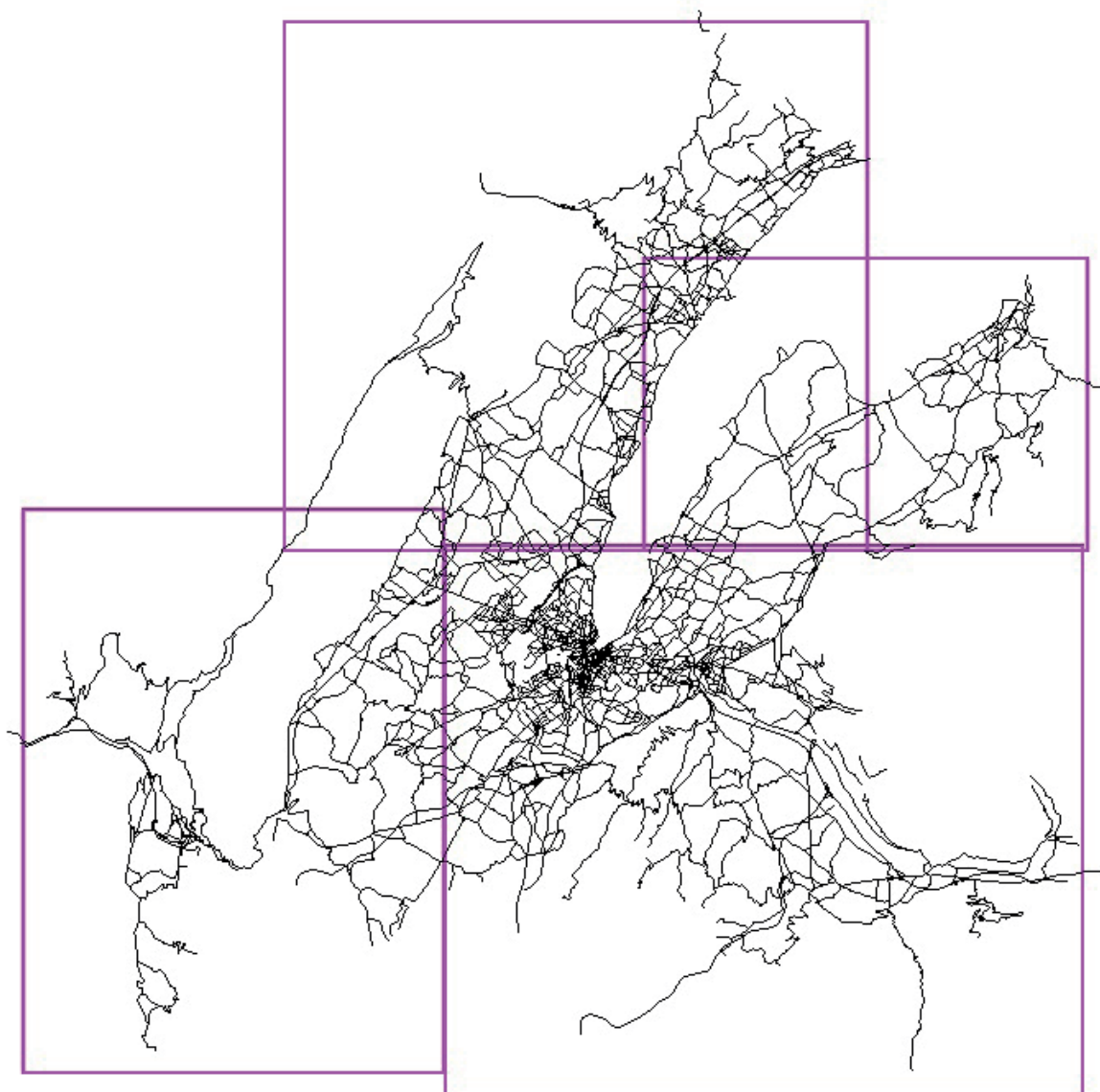


Figure 6.
Mini-domaines SIRANE utilisés pour G²AME.
SIRANE mini domains used for G²AME.

La cartographie obtenue est donc liée aux émissions du trafic de proximité. SIRANE fonctionne avec des domaines d'emprise maximum de 30 km², avec une résolution de 10 m. Pour couvrir la zone d'intérêt G²AME, un découpage de la région est réalisé (figure 7).

La cartographie régionale finale des polluants à fine échelle est alors calculée en combinant la cartographie de proximité avec la cartographie de fond (figure 8). Dans le cas de plusieurs domaines SIRANE, ces derniers sont indépendamment combinés avec le fond régional pour fournir une cartographie finale de 250 m ou 10 m de la zone d'intérêt.

Les enjeux et intérêts de cette méthode sont multiples. En effet, le modèle de transport atmosphérique CHIMÈRE est adapté à la dispersion des polluants à l'échelle du kilomètre et sur des emprises de l'ordre de la région ou continentale. L'approche de ce modèle permet de prendre en compte des processus chimiques complexes, les effets du relief, ainsi que les concentrations de fond liées aux émissions hors de la région Rhône-Alpes et de la Suisse. Cependant, à proximité des sources type trafic routier, le modèle CHIMÈRE n'est pas adapté, du fait de sa résolution horizontale qui, pour des raisons de temps de calcul, est limitée à 3 km, mais aussi par son concept de modélisation. Ainsi, il ne permet pas de prendre en compte

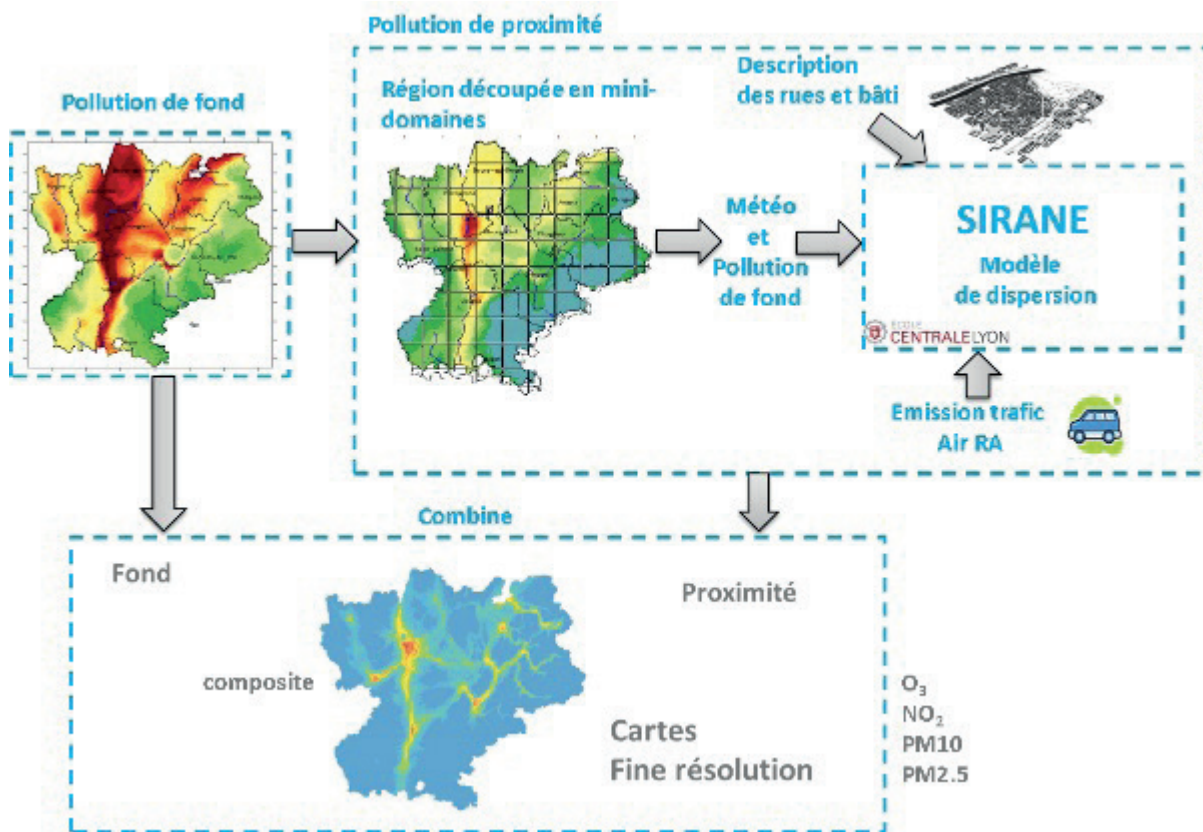


Figure 7.
Chaîne de modélisation fine échelle.
Modeling chain for fine scale.

explicitement la géométrie et les hauteurs des bâtiments, ou encore les effets canyons dans les réseaux de rues.

Le modèle de proximité SIRANE utilise une approche par réseau de rues à des résolutions de l'ordre de la dizaine de mètres. L'utilisation de ce modèle à partir des émissions trafic est adaptée au transport de ces polluants en proximité urbaine. En revanche, un calcul SIRANE avec une résolution de 10 m ou 250 m sur un domaine unique couvrant plus de 30 km² est impossible actuellement, pour des raisons de temps de calcul et de mémoire. Son utilisation seule sans fond régional ne serait pas adaptée non plus. En effet, les hypothèses de transport atmosphérique proposées par SIRANE sont valables en proximité des rues mais pas à l'échelle régionale. Les processus chimiques sont aussi simplifiés, ce qui est valable en proximité urbaine mais difficilement envisageable pour de longs transports.

Le krigeage, quant à lui, permet d'obtenir une carte de pollution de fond, qui est ajoutée à la proximité trafic modélisée par SIRANE. Le double compte des émissions trafic entre la modélisation régionale et de proximité est alors réduit dans

cette méthode, tout en prenant en compte le transport lointain et les processus chimiques.

Ainsi, l'outil de modélisation proposé pour le projet G²AME associe une approche de fond et de proximité trafic. Cet outil est adapté à l'échelle spatiale du projet G²AME car il propose une modélisation qui prend en compte au maximum possible les phénomènes régionaux et de proximité.

4. Cartographie des concentrations sur l'année de référence (2010)

Afin de pouvoir comparer les projections de la qualité de l'air dans les prochaines années, il est nécessaire de faire le bilan de la situation actuelle à partir d'une année de référence, caractéristique de la qualité de l'air moyenne sur les 5 dernières années (2009-2013). C'est finalement l'année 2010 qui a été qualifiée comme étant la plus représentative pour le territoire transfrontalier.

4.1. Le dioxyde d'azote

La quasi-totalité de la commune de Genève, une partie de Vernier, une partie du grand Saconnex et de Lancy sont en zone de dépassement de la valeur limite suisse. Les abords immédiats de l'autoroute A1, ainsi que des principaux axes de circulation de l'agglomération genevoise sont également situés en zone de dépassement. Il n'y a quasiment pas de dépassement en dehors de l'agglomération genevoise.

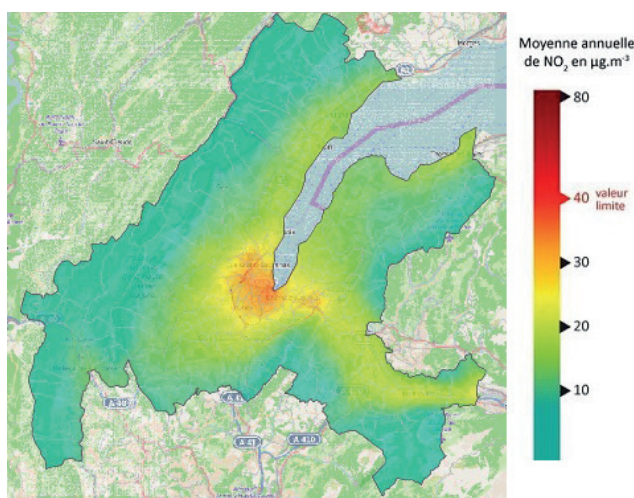


Figure 9.

Moyenne annuelle de dioxyde d'azote en 2010.
Comparaison à la norme française.

Average annual concentration of nitrogen dioxide in 2010. Comparison to French standard.

Les zones en dépassement se situent aux abords immédiats des grands axes de circulation genevois. Il n'y a pas de zone en dépassement côté français (figure 9).

4.2 Les particules PM₁₀

La zone de dépassement couvre l'ensemble de la zone urbanisée autour du lac Léman et dans la basse vallée de l'Arve. Seules les zones de très faible urbanisation ou de relief sont épargnées par la pollution aux particules.

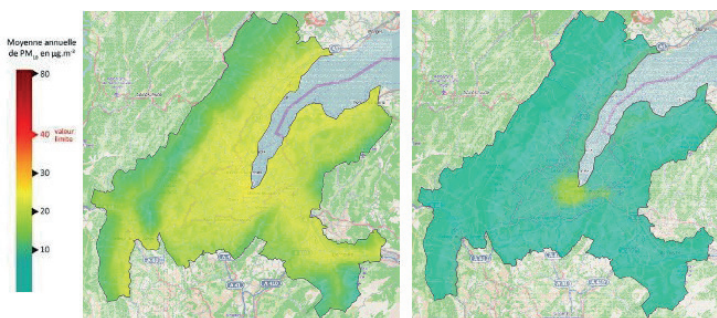


Figure 10.

À gauche, moyenne annuelle de particules PM₁₀ en 2010. À droite, nombre de jours pollués aux particules PM₁₀. Comparaison aux normes françaises.

On the left, annual average of PM₁₀ in 2010. On the right, number of polluted days with PM₁₀. Comparison to French standard.

La réglementation française étant beaucoup plus souple que la réglementation suisse, pour les particules PM₁₀, il n'y a pas eu de zone en dépassement des valeurs réglementaires françaises sur la zone, en 2010 (figure 10).

5. Cartographie prospective des concentrations (2020-2030)

5.1. Le dioxyde d'azote

L'enjeu principal sur les NOx est le secteur des **transports**. En évolution tendancielle, si en 2010 les émissions totales de NOx sont plus élevées côté français, c'est côté suisse que les NOx sont les plus élevés à l'horizon 2030 (figure 11) : si les émissions du transport routier baissent fortement grâce à l'amélioration technologique des nouveaux véhicules soumis aux normes Euro, et ce malgré une hausse des distances parcourues, les émissions de l'aéroport de Genève Cointrin augmentent entre 2010 et 2030, en lien avec le développement attendu de ce mode de transport, ce qui explique en grande partie cette évolution. Sur les communes françaises, les émissions du trafic routier représentent plus de la moitié des émissions totales de NOx en 2030, alors qu'il s'agit seulement d'un quart des émissions suisses de NOx. En 2030, côté suisse, le principal émetteur de NOx est l'aéroport de Genève : 38 % des émissions totales de NOx, soit 13 points de plus que le transport routier. Sur l'ensemble du Grand Genève, le principal émetteur de NOx en

2010 et 2020 est le **transport routier** (avec une part respective de 64 % et 54 %). Les émissions baissent toutefois significativement entre 2010 et 2030 (-47 % dans ce scénario tendanciel).

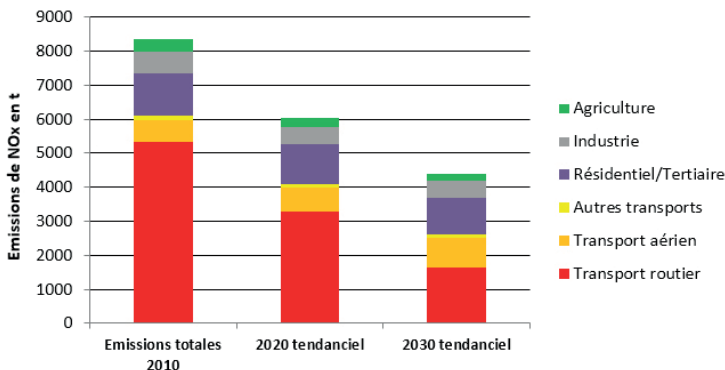


Figure 11.

Évolution tendancielle des émissions d'oxydes d'azote entre 2010, 2020 et 2030.

Natural trend of nitrogen oxid emissions between 2010, 2020 and 2030.

Selon les normes françaises

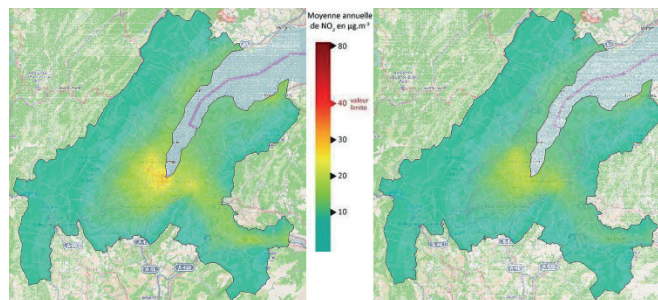


Figure 13.

Moyenne annuelle de dioxyde d'azote en 2020 (à gauche), 2030 (à droite). Comparaison à la norme française.

Dioxid nitrogen annual average in 2020 (left), 2030 (right). Comparison to French standard.

Les normes françaises sont respectées sur l'ensemble du territoire du Grand Genève, en 2020 comme en 2030, selon le scénario tendanciel (figure 13).

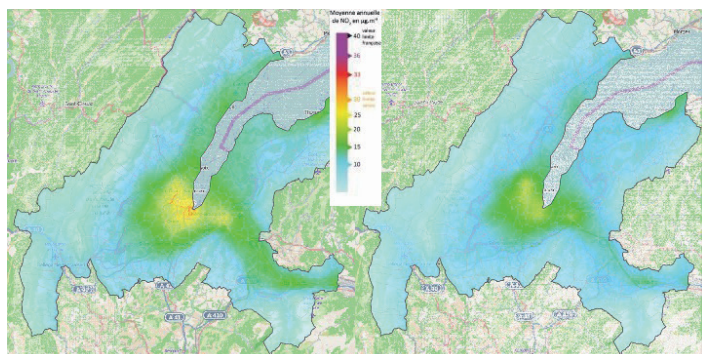


Figure 12.

Moyenne annuelle de dioxyde d'azote en 2020 (à gauche), 2030 (à droite). Comparaison à la norme suisse.

Dioxid nitrogen annual average in 2020 (left), 2030 (right). Comparison to Switzerland standard between 2010, 2020 and 2030.

Selon les normes suisses

Seules les zones en proximité immédiate du trafic automobile, sur le territoire suisse, restent en dépassement des valeurs réglementaires suisses en 2020, pour disparaître complètement en 2030 (figure 12). Genève et les abords de l'autoroute blanche restent les zones les plus exposées au dioxyde d'azote.

5.2. Les particules PM₁₀

Contrairement aux NOx, les principales sources d'émissions de particules sont différenciées de part et d'autre de la frontière. Côté français, le secteur résidentiel/tertiaire constitue le principal contributeur, à hauteur d'environ 60 %, jusqu'à l'horizon 2030 (figure 14). En suisse, le secteur des transports (routier et dans une moindre mesure ferroviaire) représente une contribution comprise entre 35 et 40 %. *A contrario* des NOx, l'aéroport de Genève ne contribue qu'à hauteur de 3,5 % des émissions en 2010 (2,7 % en 2030). On peut noter une baisse plus importante des émissions routières côté français, en lien avec la généralisation du filtre à particules sur les véhicules diesel, plus nombreux en France à l'heure actuelle.

Sur l'ensemble du Grand Genève, le principal émetteur de PM₁₀ demeure le secteur résidentiel/tertiaire, et en particulier le chauffage individuel au bois, bien qu'en baisse significative grâce à l'amélioration des équipements. Les émissions baissent toutefois significativement entre 2010 et 2030 (-47 % pour le scénario tendance).

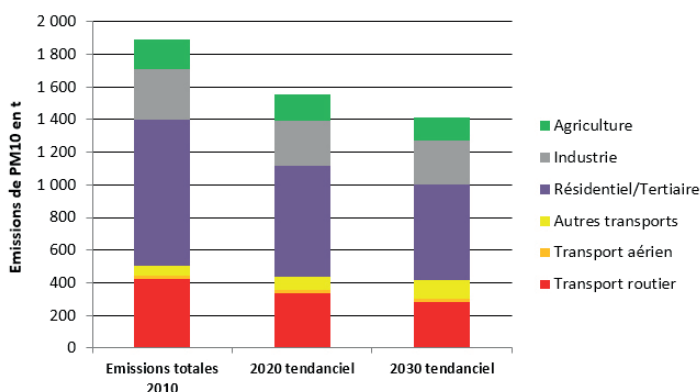


Figure 14.

Évolution tendancielle des émissions de particules PM₁₀ entre 2010, 2020 et 2030.

Natural trend of PM₁₀ emissions between 2010, 2020 and 2030.

Selon les normes françaises

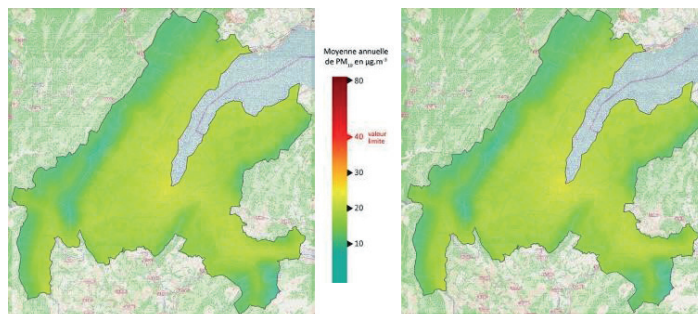


Figure 16.

Moyenne annuelle de particules PM₁₀ en 2020 (à gauche), 2030 (à droite). Comparaison à la norme française.

PM₁₀ annual average in 2020 (left), 2030 (right). Comparison to French standard.

Selon les normes suisses

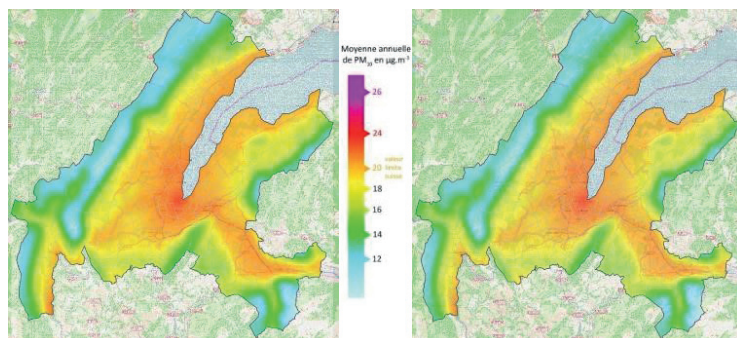


Figure 15.

Moyenne annuelle de particules PM₁₀ 2020 (à gauche), 2030 (à droite). Comparaison à la norme suisse et à la valeur de l'OMS.

PM₁₀ annual average in 2020 (left), 2030 (right). Comparison to Switzerland and OMS standards.

Comme en 2010, la zone de dépassement couvre l'ensemble de la zone urbanisée autour du lac Léman et dans la basse vallée de l'Arve. Seules les zones de très faible urbanisation ou de relief sont épargnées par la pollution aux particules, en 2020 comme en 2030, selon le scénario tendanciel (figure 15).

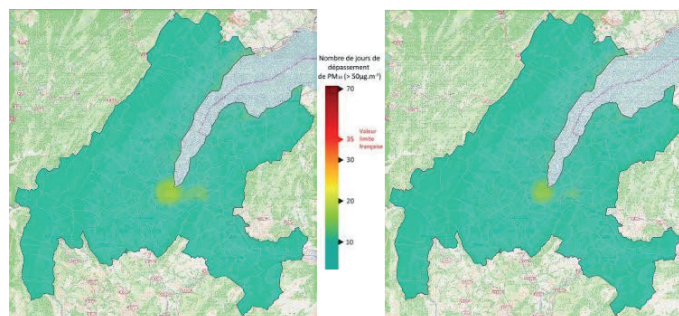


Figure 17.

Nombre de jours pollués¹ aux particules PM₁₀ en 2020 (à gauche), en 2030 (à droite). Comparaison aux normes françaises.

Number of polluted days with PM₁₀ in 2020 (left), 2030 (right). Comparison to French standard.

La réglementation française sur la moyenne annuelle étant beaucoup plus souple que la réglementation suisse (40 µg/m³ admis en France pour 20 µg/m³ en Suisse), pour les particules PM₁₀, il n'y pas de zone en dépassement des valeurs réglementaires françaises en 2020, comme en 2030, selon le scénario « tendance » (figures 16 et 17).

Concernant le nombre de jours pollués¹, l'année de référence météorologique 2010 étant représentative des années les moins exposées aux fortes valeurs quotidiennes en particules, les cartes prospectives 2020 et 2030 selon le

¹ Jour pollué : jour où la moyenne journalière est supérieure à 50µg/m³.

scénario « tendance » ne montrent pas de zone de dépassement de la valeur limite française.

6. Exposition des populations

60 % de la population se situe sur le territoire suisse, principalement à Genève et dans sa petite couronne. Sur le territoire français, la population est concentrée sur la banlieue genevoise (Annemasse, Gaillard...), à Thonon-les-Bains et dans la basse vallée de l'Arve.

Sur le territoire français, la population est disponible à l'échelle du bâti. Elle a été calculée selon la méthodologie définie par le Laboratoire central de surveillance de qualité de l'air.

Sur le territoire suisse, il existe une grille de population à l'hectare, diffusée par l'office fédéral de la statistique.

Pour conserver une homogénéité sur l'ensemble du territoire, le choix a été fait de décliner la population par maille d'un hectare. Par conséquent, les populations disponibles par bâtiment côté français ont été agrégées par maille d'un hectare (figure 18).

Les concentrations modélisées étant disponibles à 10 m pour le dioxyde d'azote et les particules PM₁₀, nous avons affecté 1/100^e de la population des mailles d'un hectare à chaque maille de 10 m. Ainsi, afin de limiter les temps de calcul, l'approximation d'une répartition homogène de la population au sein des mailles d'un hectare a été considérée.

Les hypothèses d'évolution de population sont issues du MMT et basées sur des hypothèses de données socio-économiques prospectives. Elles sont disponibles à l'échelle communale selon les différents scénarios, aux horizons 2020 et 2030.

Selon le scénario « Tendance », il est prévu une augmentation de population de + 14,5 % entre 2010 et 2020 sur l'ensemble du territoire du Grand Genève, et de + 27,7 % entre 2010 et 2030 sur ce même territoire. Toutefois des disparités d'évolution sont prévues entre le territoire français et le territoire suisse. En effet, l'augmentation prévue est beaucoup plus importante en France (respectivement + 20,7 % et + 38,2 % entre 2010 et 2020, et 2010 et 2030), qu'en Suisse (respectivement + 10,2 % et + 20,6 % entre 2010 et 2020, et 2010 et 2030). Ces différences d'évolution démographique auront donc un impact sur l'évolution de l'exposition des populations.

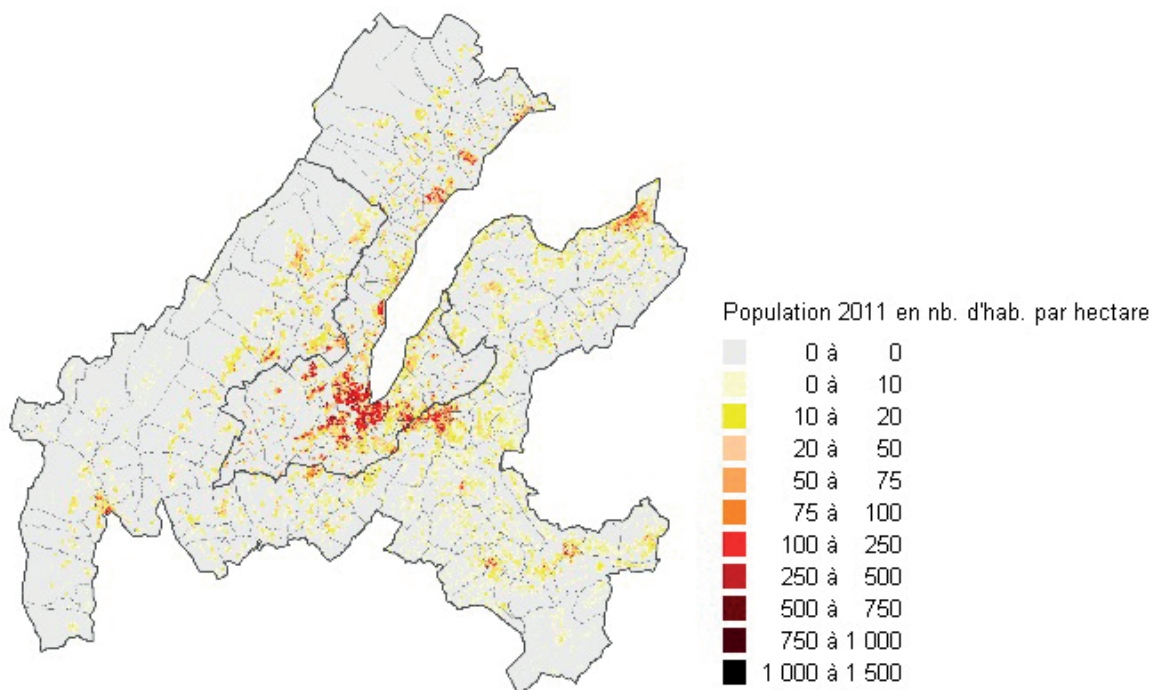


Figure 18.
Répartition de la population par hectare en 2011.
Population distribution per hectare in 2011.

6.1. L'exposition au dioxyde d'azote

Selon les normes suisses (valeur limite annuelle NO₂ égale à 30 µg/m³)

Exposition des territoires

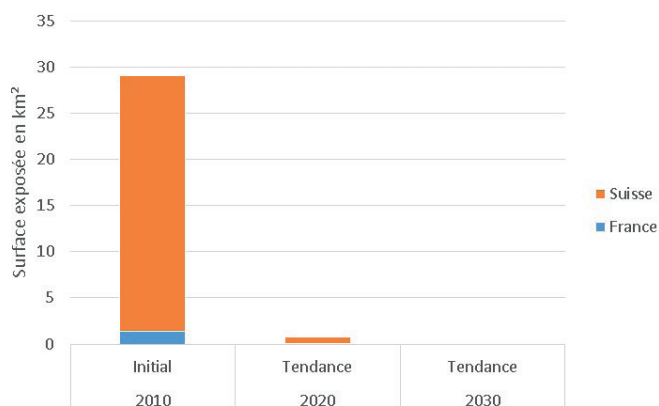


Figure 19.

Exposition des territoires au dioxyde d'azote. Comparaison aux normes suisses.

Territories exposure to nitrogen dioxide. Comparison to Switzerland standard.

Le territoire de 29 km², initialement exposé à des dépassements de la valeur limite suisse en 2010, est réduit à moins de 1 km² en 2020 situé uniquement sur le territoire suisse, puis à néant en 2030, selon le scénario « tendance » (figure 19).

L'évolution au « fil de l'eau » permet ainsi de supprimer les zones de dépassement de cette valeur limite à l'horizon 2030.

Exposition des populations

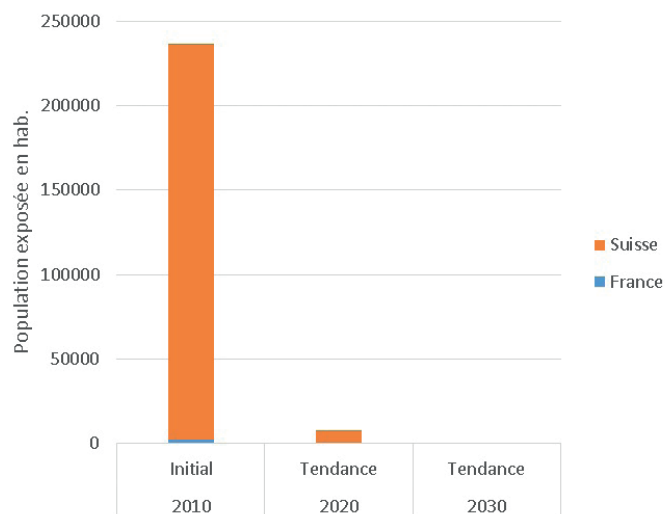


Figure 20.

Exposition des populations au dioxyde d'azote. Comparaison aux normes suisses.

Population exposure to nitrogen dioxide. Comparison to Switzerland standard.

De même, la population de 236 000 habitants initialement exposée à des dépassements de la valeur limite suisse en 2010 est réduite à moins de 8 000 habitants en 2020, uniquement sur le territoire suisse, puis à néant en 2030, selon le scénario « tendance » (Figure 20).

Selon les normes françaises (valeur limite annuelle NO₂ égale à 40 µg/m³)

Aux horizons 2020 et 2030, selon le scénario « tendance », aucun habitant du Grand Genève ne serait exposé à des dépassements de la valeur limite française pour le NO₂.

6.2 L'exposition aux particules PM₁₀

Selon les normes suisses (valeur limite annuelle PM₁₀ égale à 20 µg/m³)

Remarque : la valeur limite annuelle suisse correspond à la valeur limite préconisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Une analyse des dépassements de cette valeur est donc particulièrement pertinente sur l'ensemble du territoire d'étude.

Exposition des territoires

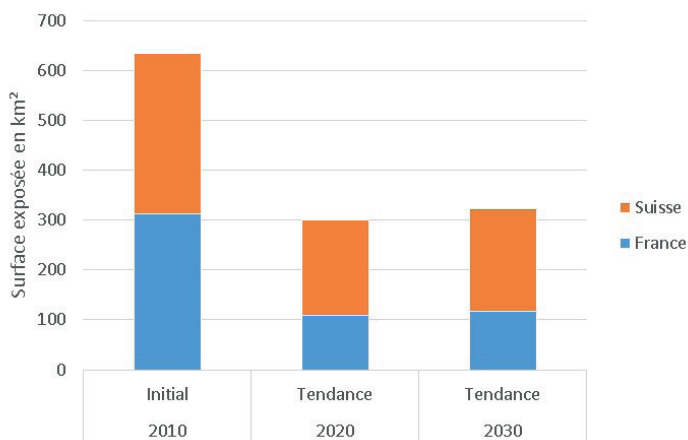


Figure 21.

Exposition des territoires aux particules PM₁₀. Comparaison aux normes suisses et à la norme OMS.

Territories exposure to PM₁₀. Comparison to Switzerland and OMS standards.

L'exposition du territoire à des dépassements de la valeur limite suisse pour les particules PM₁₀ est réduite de plus de moitié à l'horizon 2020. Elle stagne par contre en 2020 et 2030 et se maintient autour de 300 km² de territoire exposé (figure 21).

Exposition des populations

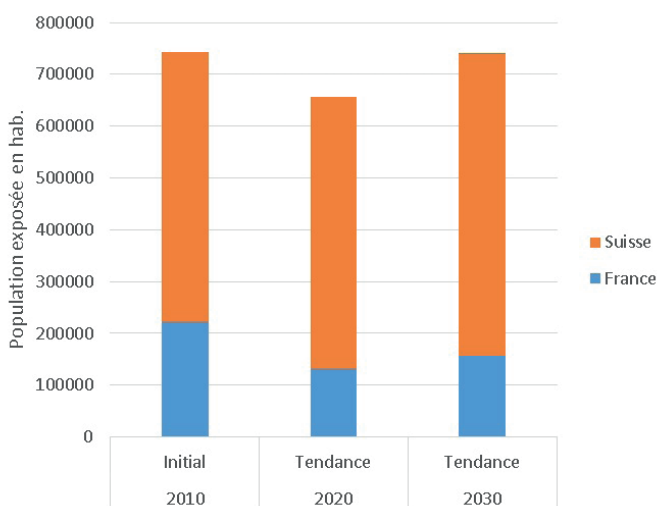


Figure 22.

Exposition des populations aux particules PM₁₀. Comparaison aux normes suisses.

Population exposure to PM₁₀. Comparison to Switzerland standard.

Les populations exposées à des dépassements de la valeur limite suisse pour les particules PM₁₀ baissent légèrement entre 2010 et 2020, puis augmentent à nouveau entre 2020 et 2030 (figure 22). En effet, les taux de particules baissent peu à ces horizons, hormis en proximité immédiate des axes routiers où l'urbanisation est faible. En dehors de ces zones, la population augmente. L'exposition est donc également en augmentation.

Selon les normes françaises

L'année météorologique de référence (2010), quoique représentative d'une année moyenne, a été épargnée par des conditions météorologiques favorables à des pics de pollution aux particules. Les deux valeurs réglementaires françaises (moyenne annuelle et moyenne journalière) sont respectées sur l'ensemble du territoire en 2020 comme en 2030, selon le scénario « tendance ».

7. Conclusions et perspectives

La spatialisation des concentrations de polluants sur l'ensemble de l'agglomération franco-valdo-genevoise permet d'identifier les zones les plus exposées, ainsi que leur influence sur le reste du territoire, sans considération de frontière.

La comparaison des concentrations modélisées aux normes suisses et françaises a permis d'évaluer l'exposition des territoires et des populations à des dépassements de valeurs réglementaires propres à chaque État, les valeurs réglementaires suisses étant beaucoup plus contraignantes que les normes françaises. Cette première étape pourra ainsi faciliter la transition vers des valeurs réglementaires homogènes sur l'ensemble du territoire, comme proposées dans le projet d'agglomération du Grand Genève.

Enfin, cette nouvelle plate-forme de modélisation opérationnelle sur le territoire du Grand Genève ouvre de nouveaux horizons pour l'évaluation d'impacts d'actions d'amélioration de la qualité de l'air. Ainsi, un nouveau programme franco-suisse Interreg est en cours de dépôt, avec comme objectif principal la mise en place d'un plan prospectif d'actions unique pour la qualité de l'air sur le Grand Genève.

Références

- CHIMÈRE : Institut Pierre-Simon Laplace, INERIS, CNRS. [En ligne] : <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/chimere.php>
- GIRAF : Raffinement de maillage développé par Air Rhône Alpes. [En ligne] : <http://www.lcsqa.org/rapport/2012/ineris/methodologie-repartition-spatiale-population>
- http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/dienstleistungen/geostat/datenbeschreibung/volks-__gebaeude-0.html
- Rapport d'étude de la qualité de l'air aux abords du tunnel de Fourvière. [En ligne] : <http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/683860>
- Soulhac L, Salizzoni P, Cierco FX, Perkins R. (2011). The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion ; Part I : Presentation of the model. *Atmos Environ*, n° 45(39), p. 79-95.
- Soulhac L, Salizzoni P, Mejean P *et al.* (2012). The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion ; Part II : Validation of the model on a real case study. *Atmos Environ*, n° 49(0), p. 320-337.
- WRF: National Center for Atmospheric Research. [En ligne] : <http://www.wrf-model.org/>