

**AIG**

# **Aéroport International de Genève**

---

## **PROJECTIONS 2030 DE LA QUALITE DE L'AIR**



Rapport N°	<b>1319 A</b>
Version	<b>V7 / fd</b>
Date	<b>18.05.14</b>

Pour contact :

**SEDE SA**

Fabienne Despot

Rue du Midi 33 CP 1126

Tel. ++41 (0)21/921 05 15

[info@sede.ch](mailto:info@sede.ch)

[www.sede.ch](http://www.sede.ch)

CH – 1800 Vevey

## SOCIETE D'ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT

## AEROPORT INTERNATIONAL DE GENEVE

## PROJECTIONS 2030 DE LA QUALITE DE L'AIR

## Table des matières

1. Résumé.....	4
2. Cadastre des émissions et prévisions.....	5
2.1.    Trafic routier sur le réseau.....	5
2.2.    Données socio-économiques.....	6
2.3.    Chauffages.....	7
2.4.    Aéroport.....	7
2.4.1.    Bilans d'émissions.....	7
2.4.2.    Répartition des émissions du cycle LTO.....	9
2.4.3.    Emissions de PM10.....	11
2.4.4.    Répartition des émissions des parkings.....	11
2.4.5.    Répartition des émissions pour les autres secteurs.....	13
2.5.    Autres sources sur Suisse.....	14
2.6.    Bilans d'émissions.....	14
2.7.    Cadastre hors territoire genevois.....	15
3. Modélisation des immissions.....	16
3.1.    Conditions météorologiques.....	16
3.2.    Résultats de la modélisation.....	16
4. Conclusion.....	21

## 1. Résumé

Dans le cadre de l'établissement du plan sectoriel d'infrastructure aéronautique est intégrée une analyse prévisionnelle de la qualité de l'air. Le présent document établit des cartes prévisionnelles des immissions de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et de poussières fines PM10, à l'horizon 2030. Ces cartes sont réalisées de manière similaire à celles établies à l'horizon 2020 pour le plan des mesures pour l'assainissement de la qualité de l'air sur Genève. Elles sont de plus zoomées sur la zone aéroportuaire.

Afin de déterminer la contribution de l'aéroport aux immissions moyennes annuelles de polluants atmosphériques, un état 2030 est modélisé sans les émissions dues aux activités aéroportuaires.

Ce travail a exigé une analyse de l'évolution des émissions à partir des prévisions existantes, sur l'ensemble du bassin genevois, allant au-delà des frontières cantonales. Les domaines d'émissions concernés sont les chauffages, le trafic routier, les industries, le domaine hors-route « offroad », l'AIG, en relation avec l'évolution prévisionnelle des données socio-économiques. La difficulté a résidé en la mise en parallèle de deux cadastres d'émissions, soit CADAGE, qui couvre tout le bassin genevois y compris les proches régions française et vaudoise, et CADERO, le nouveau cadastre des émissions de polluants atmosphériques de la Romandie, qui recouvre les territoires des cantons de Genève, Vaud et Valais.

Les données d'émissions de l'AIG proviennent de Service Environnement de l'AIG. Une recherche a été effectuée sur les émissions de PM10 afin de tenter d'affiner leur prise en compte ; elle n'a à ce stade pas apporté de nouveaux éléments pour les coefficients d'émissions PM10 des mouvements d'avions.

Par contre une analyse détaillée du report géographique des émissions de l'AIG a été entreprise, variant selon le secteur, et définie dans les trois dimensions. Les couloirs aériens ont également été revus.

Les cartes de concentrations moyennes annuelles de polluants s'établissent à l'aide du logiciel Polytox, modèle eulérien multi-boîtes non stationnaire adapté à la région genevoise et calibré à partir de valeurs réelles d'immissions mesurées aux stations du réseau ROPAG.

A partir de l'évolution des bilans des émissions et des résultats des immissions, il est observé les remarques suivantes :

Grâce aux améliorations techniques apportées aux moteurs des véhicules, qui se traduisent par une forte baisse des coefficients d'émissions MICET, et grâce aux améliorations techniques apportées aux chaudières, la baisse générales des émissions de NO<sub>x</sub> devrait se poursuivre, bien que s'atténuant, entre 2020 et 2030. Ce qui se traduit, en termes d'immissions, par une diminution des concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub>, permettant un assainissement d'une grande partie du territoire genevois. Il faut cependant s'attendre à des dépassements de la limite OPair fixée à 30 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle en centre-ville et dans quelques sites dont les caractéristiques de dispersion et de confinement sont particulièrement défavorables, mais plus à proximité de l'aéroport.

Il n'en est pas de même avec les poussières fines dont la situation stagne. En termes d'émissions, les bilans évoluent vers une augmentation tant dans le domaine des chauffages que de celui des transports. Les immissions de PM10 restent excessives, même en l'absence d'activités aéroportuaires, et ce sur une part importante du territoire genevoise.

## 2. Cadastre des émissions et prévisions

Les méthodologies utilisées sont reconnues par les cantons de Genève, de Vaud et du Valais, dont les services de l'environnement utilisent le cadastre des émissions CADERO. Les données de ce cadastre sont soit extraites de bases certifiées au niveau fédéral (comme MICET pour les coefficients d'émission du trafic routier), soit le fruit d'une décision au niveau cantonal (comme les hypothèses de chauffages définies en accord avec le service genevois de l'énergie SCANE).

### 2.1. Trafic routier sur le réseau

#### Coefficients d'émissions

Les émissions du trafic routier sont déterminées à partir de plans de charge (débits de véhicules sur le réseau) et de coefficients d'émissions. Ces derniers proviennent de la version 3.1 de MICET et sont disponibles pour toutes les années jusqu'en 2030.

#### Réseau routier

Le graphe routier a fait l'objet d'une mise à jour en 2009. Un plan de charges prévisionnel a été dernièrement établi par la Direction de la Mobilité pour l'horizon 2020. Ce plan de charge, a été développé sur le graphe routier 2009, en reprenant les paramètres de condition de circulation, de part poids lourds et de la proportionnalité d'heures en stop & go établis pour les précédents plans de charge.

La stratégie « Mobilités 2030 » adoptée en mai 2013 par le Conseil d'Etat devrait permettre de développer à l'horizon 2030, malheureusement hors délai pour la présente étude. C'est ainsi sur la base d'anciennes hypothèses du modèle de trafic MMT qu'un plan de charge trafic est établi pour 2030 sur le canton de Genève.

Il nous a été transmis par la direction générale de mobilité sur plan. Une grande part des tronçons routiers y ont des charges indiquées (TJM). Les charges sur les tronçons sans indication ont été estimées à partir des charges 2020 en regard de l'évolution entre 2020 et 2030 sur les tronçons voisins.

Au sein de CADERO, les états 2020 et 2030 sont calculés en tenant compte des périodes d'engorgement du trafic. Ces périodes allant en augmentant, elles sont prévues, pour les axes les plus chargés, à 4 heures de stop&go par jour, aux horizons 2020 et 2030.

Horizon	Prestations kilométriques [km.véh/jour]	Evolution [%]
2009	5'494'000	
2020	6'697'000	21.9
2030	8'341'000	24.5

Tableau 1 : Evolution des prestations kilométriques sur le réseau routier genevois.

## 2.2. Données socio-économiques

Le Service cantonal de recherche et d'information statistiques a réalisé des calculs de projections de population pour le canton de Genève, de 2010 à 2040 <sup>(1)</sup>. Quatre scénarios ont été envisagés selon diverses probabilités migratoires. Il en découle les projections suivantes :

Scénario	#Habitants 2020	#Habitants 2030
<b>I Morosité économique</b> , développement fortement freiné par une situation économique défavorable. Considéré comme scénario catastrophe.	493'879	516'865
<b>II Tendance récente</b> , selon une conjonction économique favorable, une pression démographique élevée, un solde migratoire de l'ordre de 2000 personnes/an et une augmentation annuelle du parc en augmentation mais insuffisante pour couvrir le solde migratoire	498'212	537'560
<b>III Engagement transfrontalier</b> , avec un fort engagement de l'Etat pour réaliser rapidement des projets de construction, un contexte économique favorable avec une importante croissance d'emplois, un solde migratoire de plus de 3000 personnes/an.	504'128	551'205
<b>IV Dynamisme urbain</b> , au développement remarquable de la Genève internationale, un solde migratoire atteignant peu à peu 4000 personnes/an, un développement intense du parc immobilier.	511'269	564'586

Selon les choix du SABRA l'horizon 2020 est basé sur le scénario le plus défavorable, soit le scénario « dynamisme urbain » pour ce qui est du total démographique, et sur un scénario de tendance (nommé « laisser faire ») pour ce qui est de la répartition géographique par secteur et des emplois. Ce scénario est donc logiquement conservé pour les projections 2030.

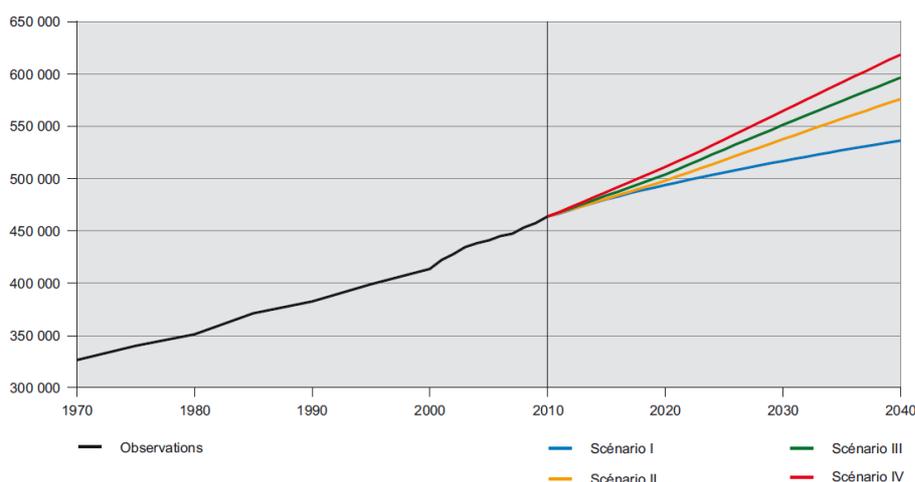


Figure 1 : Evolution de la population résidente, selon quatre scénarii développés par l'OCSTAT et le service cantonal de recherche et d'information statistiques SCRIS.

<sup>1</sup> Cahier N° 39, « projections démographiques pour le canton de Genève. Population résidente de 2010 à 2040 », SCRIS, avril 2011.

Il n'existe pas de projections pour le nombre d'emplois. Celui est estimé en faisant le parallèle entre l'évolution 2002-2013 des habitants et des emplois, les caractéristiques du scénario IV retenu et les prévisions fournies pour les habitants à l'horizon 2030.

De la mise à jour des données socio-économiques découle celles

- des chauffages, dont les émissions sont déterminées à partir d'une consommation d'énergie par emploi et par habitant,
- du trafic diffus, à savoir le trafic non comptabilisé sur le réseau, et déterminé à partir d'une distance moyenne parcourue hors réseau par emploi et par habitant.

---

## 2.3. Chauffages

---

Le scénario d'évolution énergétique sélectionné par le SABRA pour le chauffage des locaux est également le plus défavorable, soit le scénario « Continuation ». Ce scénario implique une consommation de combustibles par habitant et par emploi à Genève 14% supérieure à celle définie dans le scénario établi par l'office cantonal et validé par le Conseil d'Etat (CGE ou Conception Générale de l'Energie) et 27% supérieur à celle du scénario dit « Ambitieux » défini sur la base d'une réalisation de la société à 2000W à l'horizon 2150.

Sur cette base ont été établies les prévisions de consommations énergétiques par habitant et par emploi jusqu'en 2034. Elles sont disponibles pour 2030. La répartition selon les types de combustibles est déduite pour l'horizon 2030 à partir des valeurs prévues pour 2020 et 2035, à partir de l'analyse présentée comme « Conception générale de l'Energie ».

L'extension des réseaux de chauffage à distance, et plus particulièrement du chauffage prévu à partir d'une nouvelle usine au Lignon, est prise en compte. Le projet de Lignon 2, apport important tant de chaleur que d'électricité, a fait l'objet d'oppositions qui retardent sa mise en œuvre. Cependant ce projet de centrale à gaz à cycle combiné avec cogénération est inscrit dans le plan directeur des énergies, il est certain que sa construction ne se fera pas selon le calendrier prédéfini. La SEDE a posé l'hypothèse que cette centrale serait en fonction à l'horizon 2030.

---

## 2.4. Aéroport

---

### 2.4.1. Bilans d'émissions

Depuis 2009, les données d'émissions relatives aux activités de l'aéroport sont fournies par M. Philippe Quaglia du Service Environnement de l'AIG. Une distinction par domaine a été reprise d'une ancienne étude d'impact, introduite dans le cadastre des émissions de polluants atmosphériques du canton de Genève, CadaGE, puis au sein du cadastre romand CADERO.

Les émissions de ces domaines sont réparties de manière spécifique, à l'hectare. Les chauffages sont assignés aux bâtiments, les émissions des parkings sont géoréférencées selon les précisions données au chapitre 2.4.4, l'exploitation et l'entretien sont réparties sur le tarmac, et les émissions du cycle LTO sont réparties en trois dimensions en tenant compte des couloirs aériens, de la part de décollage et de la part au sol (cf chapitre 2.4.2).

- "**Trafic service**" comprend les émissions des véhicules de service sur le tarmac
- "**APU**" correspond aux émissions des moteurs d'appoint embarqués des avions (basé sur une durée de fonctionnement par cycle LTO) ;
- "**Essais moteur**" comprend les émissions dues aux essais moteurs (sur la base d'une valeur d'émission donnée pour chaque essai) ;

- "**Groupes Elec.**" correspond aux émissions des groupes électriques de secours. Leur durée de fonctionnement varie chaque année essentiellement en fonction de la météo (brouillard) ;
- "**Chauffage**" correspond aux émissions de la centrale thermique au fuel et des chauffages au gaz (grand hangar et aviation générale) ;
- "**Parkings**" comprend les émissions dans les parkings, dues à la circulation automobile (y compris émissions à froid et évaporation pendant le stationnement) ;
- "**Entretien**" prend en compte les émissions dues aux goudrons et peintures. Ce sont seulement des émissions de COV ;
- "**Avitaillement**" comprend les émissions de COV dues au stockage et à la manutention des carburants ;
- "**LTO**" prend en compte les émissions des avions pendant leur cycle LTO.

Les bilans prévisionnels 2020 et 2030, déterminés à partir des hypothèses d'évolution de l'AIG, sont calculés et répartis par domaine par le Service Environnement de l'AIG<sup>2</sup>. Les dernières estimations d'émissions tiennent compte des remarques de l'OFAC. Elles sont présentés ci après en comparaison des valeurs actuelles, état 2012.

2012	Services	APU	Essais	Groupe	Chauff	Parking	Entretien	Ravitail	LTO
NO <sub>x</sub>	24727	9773	2026	755	5617	3933	0	0	614068
COV	5723	1506	327	38	420	10976	143476	12063	67861
CO <sub>2</sub>	4072	5013	405	39	6875	861	0	0	146203
PM10	2811	316	24	16	28	24	1103	0	9224
CO	16184	12335	1313	113	1173	55327	0	0	488700
2020	Services	APU	Essais	Groupe	Chauff	Parking	Entretien	Ravitail	LTO
NO <sub>x</sub>	26938	10647	2207	823	5033	1286	0	0	668987
COV	6235	1641	356	41	390	10501	196127	13141	73930
CO <sub>2</sub>	4436	5461	441	43	6152	865	0	0	159279
PM10	3063	345	26	18	25	348	1508	0	10049
CO	17632	13438	1430	123	1064	29841	0	0	532407
2030	Services	APU	Essais	Groupe	Chauff	Parking	Entretien	Ravitail	LTO
NO <sub>x</sub>	30279	11968	2481	925	1125	1158	0	0	836155
COV	7008	1845	400	46	191	11631	268384	14771	55081
CO <sub>2</sub>	4987	6139	496	48	1316	971	0	0	203712
PM10	3442	387	30	20	5	425	2064	0	12852
CO	19818	15105	1608	139	335	32111	0	0	582183

Tableau 2 : Emissions annuelles de polluants en kg/an. Emissions annuelles de CO<sub>2</sub> en to/an.

<sup>2</sup> Etat des données au 24.04.14.

## 2.4.2. Répartition des émissions du cycle LTO

L'AIG fournit également la part des émissions du cycle LTO à reporter au niveau du sol, et celle liée au décollage. Ces valeurs dépendent du polluant et varient d'une année à l'autre :

Polluant	fraction au sol			fraction au décollage		
	2012	2020	2030	2012	2020	2030
NO <sub>x</sub>	0.083	0.083	0.085	0.246	0.246	0.246
COV	0.841	0.841	0.939	0.012	0.012	0.004
CO	0.794	0.794	0.898	0.013	0.013	0.004
PM10	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1
CO <sub>2</sub>	0.275	0.275	0.275	0.138	0.138	0.140

Tableau 3 : Fractions des émissions du cycle LTO au sol et au décollage, données AIG déterminées en nov.2013.

Les valeurs PM10 sont reprises de celles fournies pour l'année 2012.

La part des décollages selon l'une ou l'autre direction varie également aux cours des ans. Selon l'analyse et les prévisions de l'AIG, elle est fixée pour 2020 et 2030 à 40% en direction du NE.

Un élément nouveau apporté dans la présente étude est la distinction pour le reste du cycle LTO, partie en altitude, entre la montée et l'approche. Les parts indiquées présentées au Tableau 4 sont normées de manière à ce que la somme des fractions au sol + décollage + montée + approche fasse 1.

Polluant	fraction à la montée (climb-out)			fraction à l'approche		
	2012	2020	2030	2012	2020	2030
NO <sub>x</sub>	0.514	0.514	0.165	0.156	0.156	0.498
COV	0.033	0.033	0.045	0.114	0.114	0.012
CO	0.057	0.057	0.089	0.137	0.137	0.010
CO <sub>2</sub>	0.357	0.357	n.c.	0.230	0.230	n.c.

Tableau 4 : Fractions des émissions du cycle LTO au sol et au décollage, données AIG déterminées en nov.2013.

Cette répartition n'étant pas connue pour les PM10, elle est fixée par défaut à 0.25/0.25.

Le repérage géographique des couloirs aériens a été entièrement revu, sur la base d'un document établi par l'AIG<sup>3</sup> et présenté en annexe. Les hectares concernés par cette nouvelle répartition sont représentés à la Figure 2. Au décollage une trajectoire s'éloigne de la direction donnée par la piste, c'est la trajectoire Konil qui fait un virage à droit en piste 23.

La répartition en altitude est également reprise du document mentionné. Dans CADERO ne peut être introduite qu'une seule altitude par hectare. Cette altitude correspond à la trajectoire au décollage, avec une pente forte et une élévation de 3000 pieds sur 3.5 miles, soit 915 m sur 6.5km. L'approche est réalisée sur une pente presque trois fois plus faible. La répartition entre ces deux trajectoires est réalisée en fonction des fractions présentées dans le Tableau 4 après l'extraction des données de CADERO.

<sup>3</sup> « Répartition spatiale des émissions de polluants. Etude qualité de l'air 2030. », Philippe Quaglia, AIG, 29.04.14.

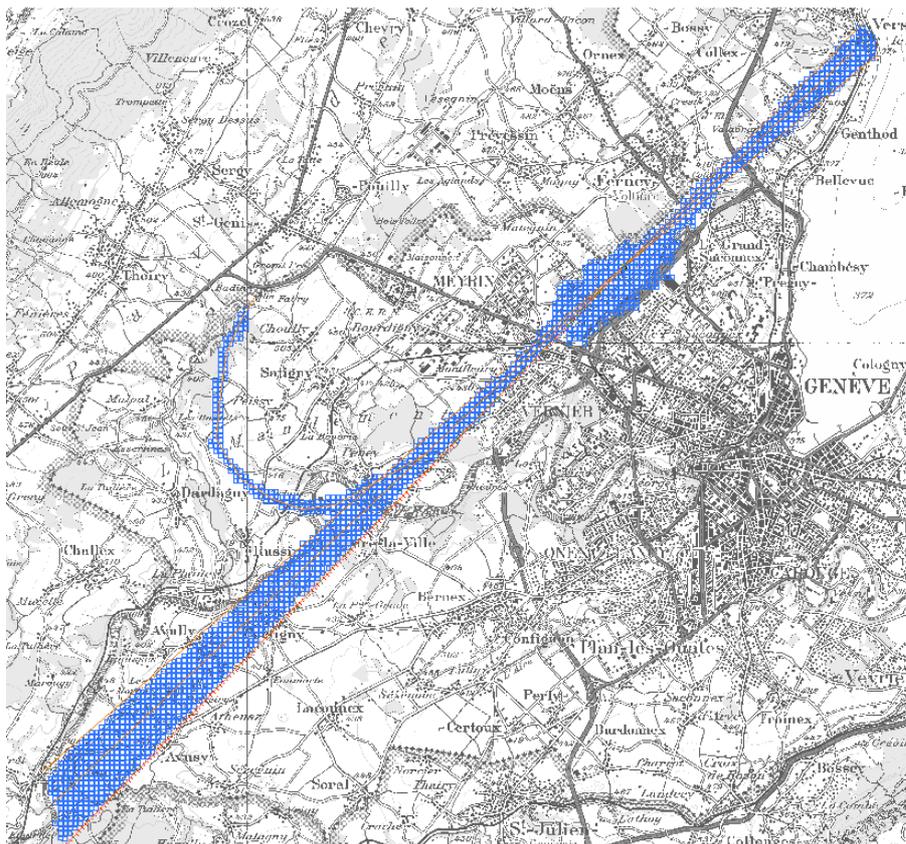
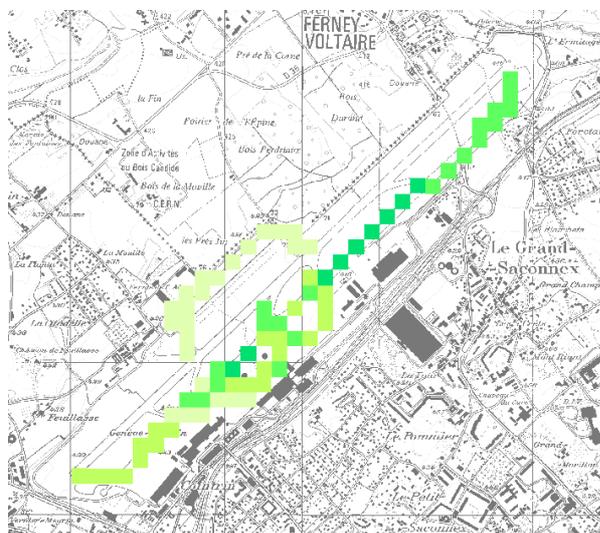
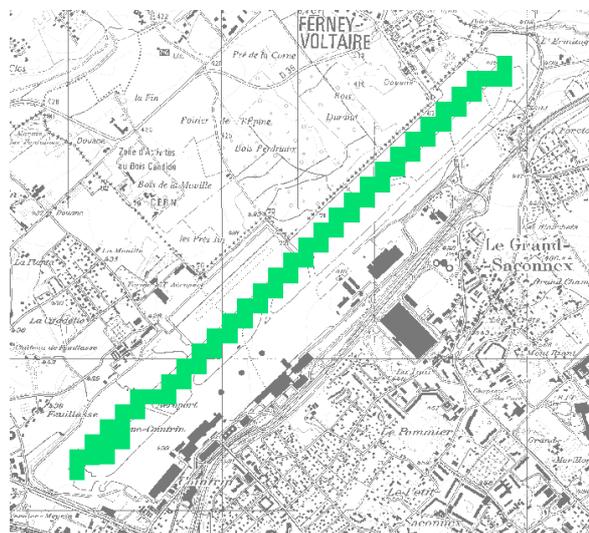


Figure 2 : Répartition à l'hectare des émissions de l'AIG et couloirs aériens sur territoire genevois.

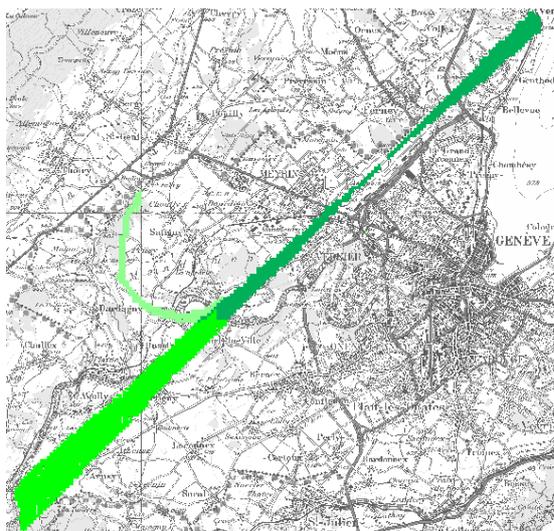
Plus précisément, le cycle LTO est réparti comme suit :



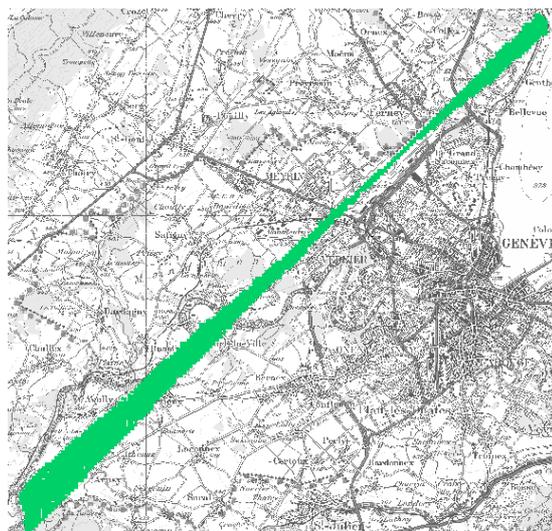
Au sol



Au décollage



A la montée



A l'approche

Figure 3 : Répartition géographique du cycle LTO.

### 2.4.3. Emissions de PM10

Dans le cycle LTO, les émissions de PM10 des moteurs sont mal connues, et elles ne sont estimées dans le bilan de l'AIG qu'en appliquant un facteur de conversion à partir des émissions de CO<sub>2</sub>. Quant aux émissions de PM10 dues à l'abrasion ou à l'usure des freins et des pneus, elles ne sont pas prises en compte, par manque de données disponibles.

L'agence européenne de l'environnement a établi un guide pour les inventaires d'émissions<sup>(4)</sup>. Une annexe à son « Guidebook 2009 fournit des coefficients d'émissions pour l'aviation civile et militaire. Les principaux polluants qui y sont traités sont CO, COV, NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>, auxquels s'ajoute le dioxyde de carbone comme gaz à effet de serre. Les poussières fines, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> sont traités de manière non prioritaire.

En p.31, table 3-5 de ce document sont fournis des facteurs en kg/LTO pour une vingtaine de types d'avions. Le tableau 3-6 permet d'élargir l'utilisation de ces données via une comparaison entre types d'avions. Ces valeurs présentées en annexe ne sont mentionnées ici qu'à titre indicatif, la SEDE n'intervenant pas à ce stade dans le calcul des émissions du cycle LTO.

Le document indiqué en référence ne comporte aucun élément concernant l'usure des freins et des pneus. Une étude en cours dans le Missouri devrait prochainement fournir des valeurs de coefficients de type g/LTO ou g/décollage g/atterrissage.

### 2.4.4. Répartition des émissions des parkings

Il est prévu une augmentation du stationnement dans les parkings en proportion à l'augmentation du nombre de passagers. Les prévisions ont été fournies par le service environnement de l'AIG. La part modale actuelle est de 45 % pour les passagers, et elle devrait se stabiliser à ce niveau en 2020 et 2030. La part modale est actuellement de 38 % pour les employés, l'objectif est d'arriver à 45 % en 2020.

Des projets de construire de nouveaux parkings existent, notamment par-dessus l'autoroute. Une carte des parkings a été fournie à la SEDE par le Service Environnement de l'AIG. Parmi les

<sup>4</sup> EMEP / EEA air pollutant emission inventory guidebook.

parkings appartenant à l'aéroport, les plus importants sont le P1 (face à l'aérogare, cf figure 2), le P51 à l'ouest et le P26 à l'est. D'importants parkings appartiennent à diverses sociétés.

A signaler également :

- P49 n'est utilisé pratiquement que pendant le salon de l'auto ;
- P48 est principalement utilisé pour parquer des avions, et est réservé aux voitures uniquement pendant les 15 jours du salon de l'auto.
- P47, depuis peu propriété de l'aéroport, est utilisé à 30 % de sa capacité environ. Il est considéré comme utilisé à 100% dès 2020.
- Par contre, les autres parkings sont tous proches de la saturation, voir saturés.

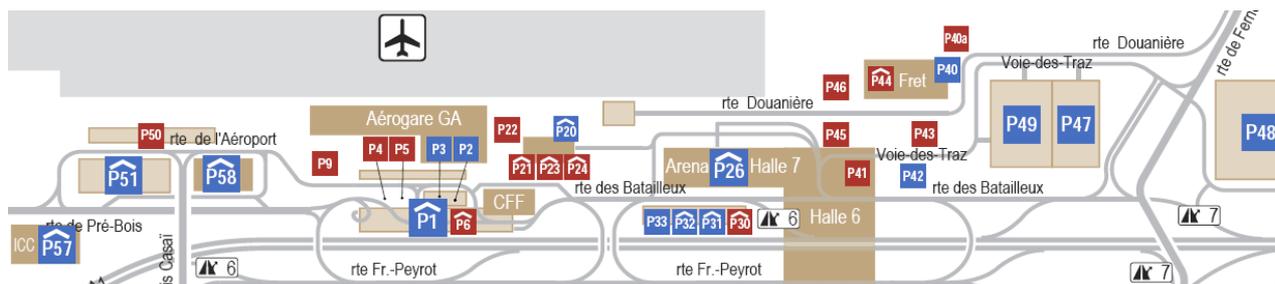
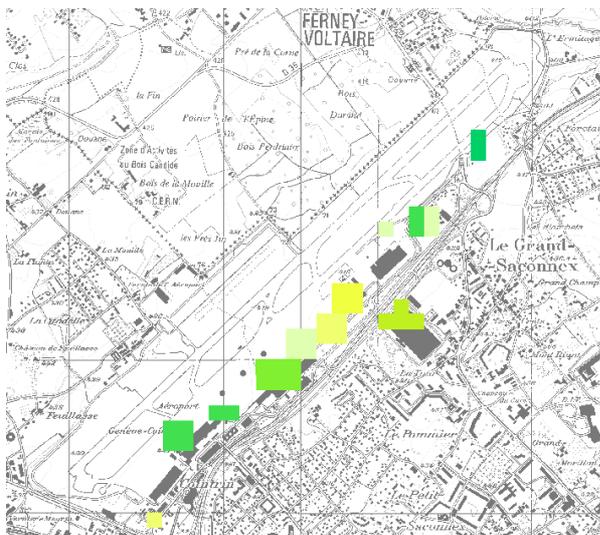


Figure 4 : Emplacement des parkings proches de l'AIG - 2012.



Sur la base des considérations a été revue la répartition géographique à l'ha des émissions de l'AIG.

Figure 5 : Répartition des émissions pour les parkings 2010

### 2.4.5. Répartition des émissions pour les autres secteurs

Les chauffages, dont la répartition actuelle est présentée ci-contre, varieront à l'horizon 2030, avec l'arrêt de la chaufferie principale, repérable ici par le rectangle vert sombre au centre de la figure 7.

APU et avitaillement sont considérés comme ayant une même répartition géographique.

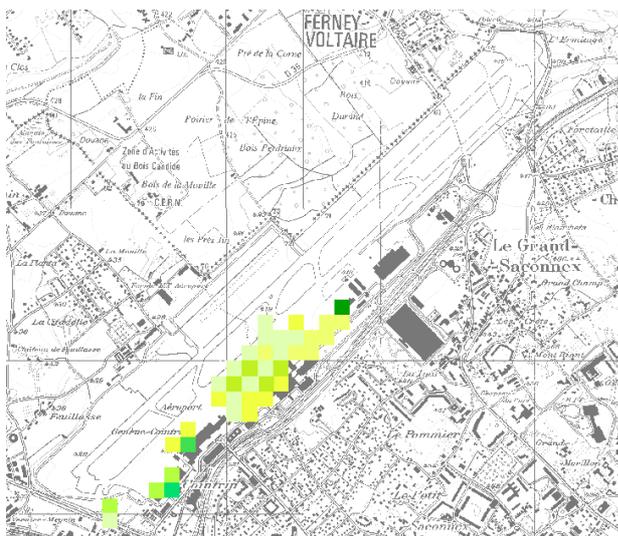


Figure 6 : Répartition des émissions des APU.

La répartition pour l'entretien est indiquée ci-contre. Celle pour les essais ci-dessous tient compte, à l'horizon 2020, de la mise en fonction de l'amortisseur de bruit.

Figure 7 : Répartition pour les essais.



Répartition actuelle (2010)

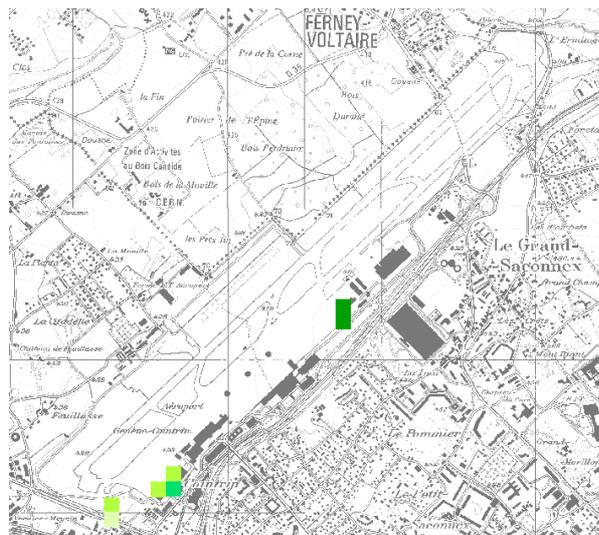


Figure 8 : Répartition des émissions de chauffage.

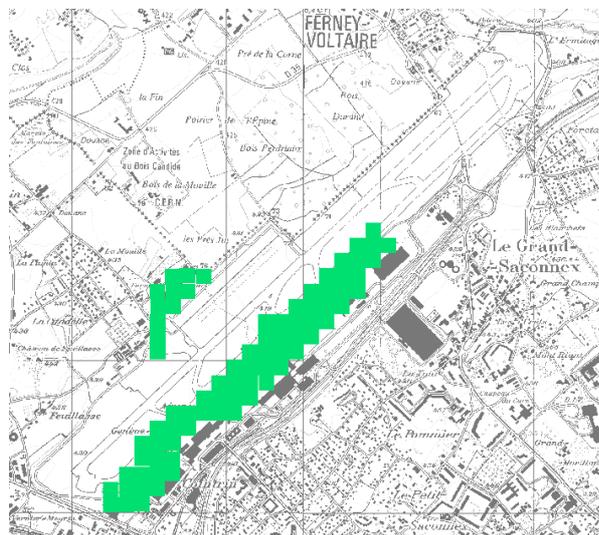
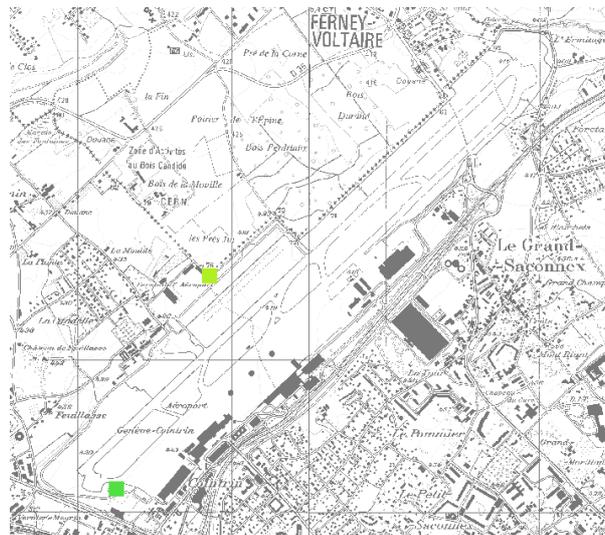


Figure 9 : Répartition des émissions pour l'entretien.



Répartition dès 2020

## 2.5. Autres sources sur Suisse

Le « Switzerland's Informative Inventory Report » de 2013 fournit des projections d'émission jusqu'en 2035 pour les bilans nationaux d'émissions d'émissions « offroad ». Cela concerne les secteurs suivants : navigation, construction, agriculture/sylviculture, jardinage, armée. Une clef de répartition permet d'en déduire les bilans cantonaux, et les émissions sont ensuite réparties géographiquement sur le territoire cantonal en fonction du type d'occupation du sol.

Les données industrielles (hormis ce qui concerne l'extension du chauffage à distance, discutée au point 2.3), celles concernant la nature, le rail et les tramways n'ont pas été modifiés par rapport à leur état actuel dans CADERO.

## 2.6. Bilans d'émissions

Les émissions de NO<sub>x</sub> et de PM10 calculées au sein de CADERO sont exportées à l'hectare pour être utilisées comme paramètre d'entrée au modèle des immissions. Elles sont ici sommées sur le périmètre du canton de Genève, en distinguant les types de sources. Une partie des émissions de l'AIG n'est pas reportée sur le territoire genevois ; le total indiqué ci-dessous est donc inférieur au bilan du tableau 2.

	Chauf- fages	Trafic réseau	Trafic diffus	Industries	Nature	Offroad	Autres	AIG	TOTAL
<b>2020</b>									
NO <sub>x</sub>	409.9	606.1	67.0	200.6	25.1	111.2	7.7	678.0	2105.6
PM10	28.5	86.7	8.5	0.6	5.7	118.3	33.7	14.9	296.9
<b>2030</b>									
NO <sub>x</sub>	408.2	405.7	49.8	229.6	25.1	111.2	7.7	837.2	2074.5
PM10	45.2	96.7	7.3	0.7	5.7	117.5	33.7	18.7	325.5

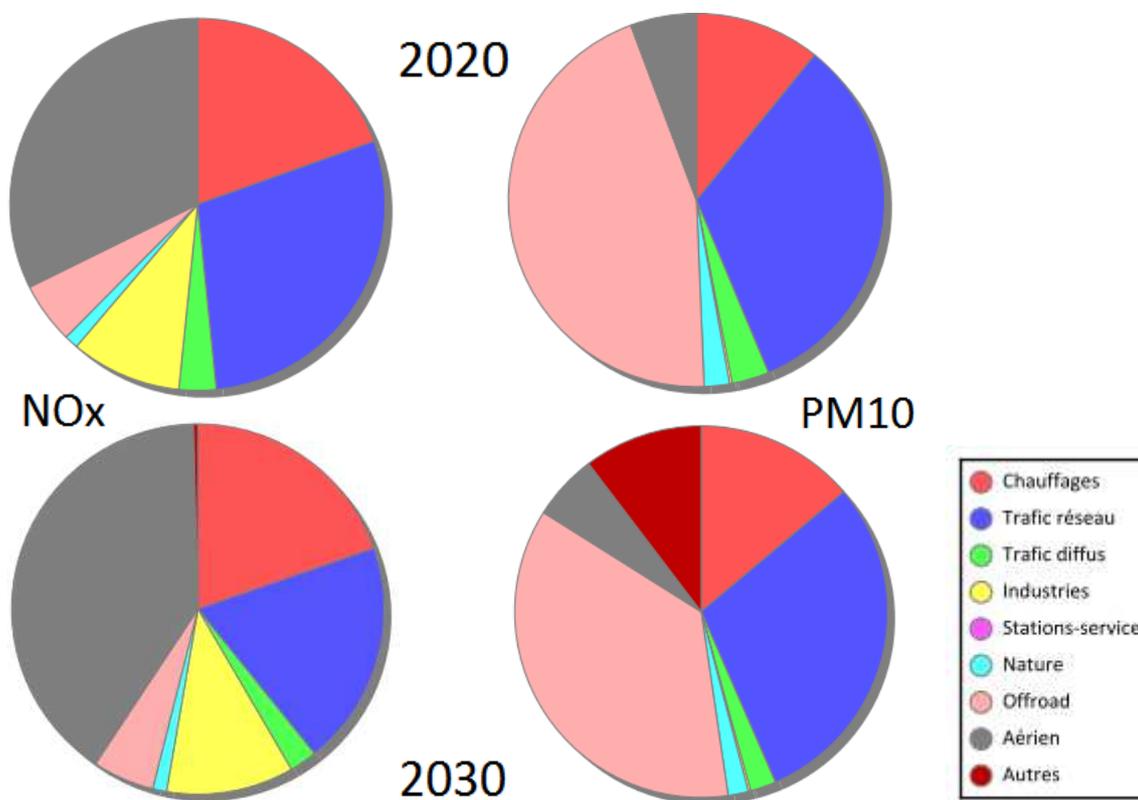


Tableau 5 : Emissions annuelles de NO<sub>x</sub> et de PM10 en to/an, par domaine, sur le territoire cantonal genevois.

L'évolution prévue au cours des deux prochaines décennies se traduit par une diminution sensible des oxydes d'azote, provoquée par l'amélioration technique apportée aux moteurs des voitures. L'optimisation des bâtiments, en diminuant les consommations d'énergie pour les chauffages, permet de compenser l'effet démographique. Malgré une augmentation significative des émissions de NO<sub>x</sub> de l'AIG, le bilan total est à la baisse entre 2020 et 2030.

Par contre les émissions de poussières fines ont plutôt tendance à augmenter. La part des émissions du trafic due à l'abrasion, avec des coefficients qui n'évoluent pas avec le temps, suit la progression ascendante de la charge de trafic, alors que les émissions à la combustion suivent la diminution forte des coefficients d'émissions trafic au pot d'échappement. L'extension de l'utilisation du bois conduit à une augmentation des émissions de PM10 dues aux chauffages.

---

## 2.7. Cadastre hors territoire genevois

---

Les immissions de polluants doivent être modélisées en tenant compte des émissions sur un domaine nettement plus vaste que le seul aéroport de Genève. C'est pour cette raison que l'ensemble des données du cadastre genevois pour tout le canton de Genève a été analysé. C'est aussi pour cette raison qu'il s'agit d'estimer les émissions des territoires voisins, pour le moins celui de l'Ain qui borde les terrains de l'AIG.

CADERO incluant le territoire vaudois, il est possible d'exporter les émissions du cadastre vaudois afin de les prendre en compte dans une modélisation des immissions. Cependant il n'y a pas eu de mise à jour des données vaudoises à l'horizon 2030. Des plans de charges trafic 2020 et 2030 sont cependant disponibles mais établis indépendamment l'un de l'autre, et donc non comparables.

CADERO a un territoire limité aux frontières suisse et ne comprend ainsi pas la région française voisine. Les résultats de cette partie du bassin genevois sont extraits de l'ancien cadastre genevois CADAGE qui couvrait le bassin genevois au-delà des frontières cantonales. Cette manière de faire a posé quelques difficultés dans la mesure où les données de CADAGE n'ont pas été mises à jour depuis plusieurs années. Malgré les quelques évolutions que nous avons apportées au sein du présent mandat, elles restent nettement moins précises que les données suisses.

Les émissions du trafic routier prennent en compte la dernière version MICET 3.1 et un parc roulant spécifique à la France. Le plan de charge 2015, déjà le fruit d'une estimation prévisionnelle, est modifié comme suit pour déterminer un plan de charge 2030 sur Ain et Haute-Savoie : considérant une augmentation de 26.6% en moyenne sur les tronçons du réseau routier genevois entre 2020 et 2030, une augmentation de 30% est appliquée aux plans de charge français entre 2015 et 2030. Les données ainsi utilisées sont donc moins fiables que celles précisées pour le canton de Genève.

Pour les données socio-économiques françaises, l'on se basera sur l'Insee qui a réalisé des projections de population à l'échelle des départements à l'aide du modèle OMPHALE. Ces projections permettent d'estimer les habitants à l'horizon 2030 en conservant la répartition géographique définie en 1990 au km<sup>2</sup>. Les projections du nombre d'emplois n'étant pas disponibles, une évolution du nombre d'emplois a été définie en comparant l'évolution parallèle des emplois et des résidents au cours des trente dernières années.

### Emissions reportées du cycle LTO

Le couloir aérien tel que défini géographiquement pour la répartition des émissions du cycle LTO est en dehors du territoire de CADERO. Les émissions à reporter au-dessus du lac ont été ajoutées hors CADERO.

## 3. Modélisation des immissions

### 3.1. Conditions météorologiques

Le calcul des immissions (moyennes annuelles des concentrations au sol de NO<sub>2</sub> et de PM10) est effectué à partir du logiciel Polytox. Ce logiciel, modèle de transport et diffusion des polluants, de type eulérien non stationnaire, prend en compte les données du cadastre d'émissions, préalablement définies en moyennes annuelles puis modulées en fonction de la saison et du moment dans la journée. Il prend également en compte les conditions de transport et dispersion des polluants spécifiques au bassin genevois.

Ces conditions météorologiques déterminant la dispersion et la diffusion des polluants atmosphériques dans la région de Genève ont été synthétisées sur la base d'un regroupement de cycles nycthéméraux des vecteurs vents<sup>5</sup>. Hormis les fluctuations des vents au niveau du sol sont également intégrés le profil du vent, la stabilité de l'air et la diffusion, la hauteur de mélange et la capacité d'oxydation de l'atmosphère, influençant la vitesse de réaction de transformation du NO en NO<sub>2</sub>.

Une quarantaine d'épisodes ont été créés en regroupant des journées de cycles de vent caractérisées par une météorologie à grande échelle (classes Hess-Brezowski-Perret) une période dans l'année (trois « saisons », hiver = novembre-février, printemps-automne = mars + avril + septembre + octobre, et été) et découpées par moment dans la journée (périodes nuit et jour, dont la durée varie en fonction de la saison). Les paramètres météorologiques de ces épisodes ont été déterminés à partir des mesures ANETZ à Cointrin et à la Dôle ainsi que des mesures météorologiques du réseau ROPAG. Une analyse plus fine basée sur les données de vents réalisées par MeteoSuisse au poste SwissMetNet de Cointrin (coordonnées topographiques suisses 498'580 / 122'320, années 2008 à 2010) a permis d'affiner et de retravailler ces épisodes afin qu'ils rendent au mieux les caractéristiques de transport et de dispersion des polluants dans le bassin genevois<sup>6</sup>.

La formation des PM10 secondaires tient compte des émissions de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV et NH<sub>3</sub>.

### 3.2. Résultats de la modélisation

La modélisation fournit des valeurs moyennes d'immissions dans une structure de boîtes de 200m de côté et 20m de haut. Il s'agit donc d'une image moyenne de la réalité sans tenir compte des particularités locales tel l'encaissement des routes.

L'état 2030 est modélisé, à partir de conditions météorologiques moyennes, déterminées par les occurrences moyennes des catégories de types de temps sur la base de trente ans de statistiques.

Un état 2030 sans l'influence des émissions de polluants liées à l'AIG est également modélisé, afin de définir l'impact des seules émissions de l'AIG.

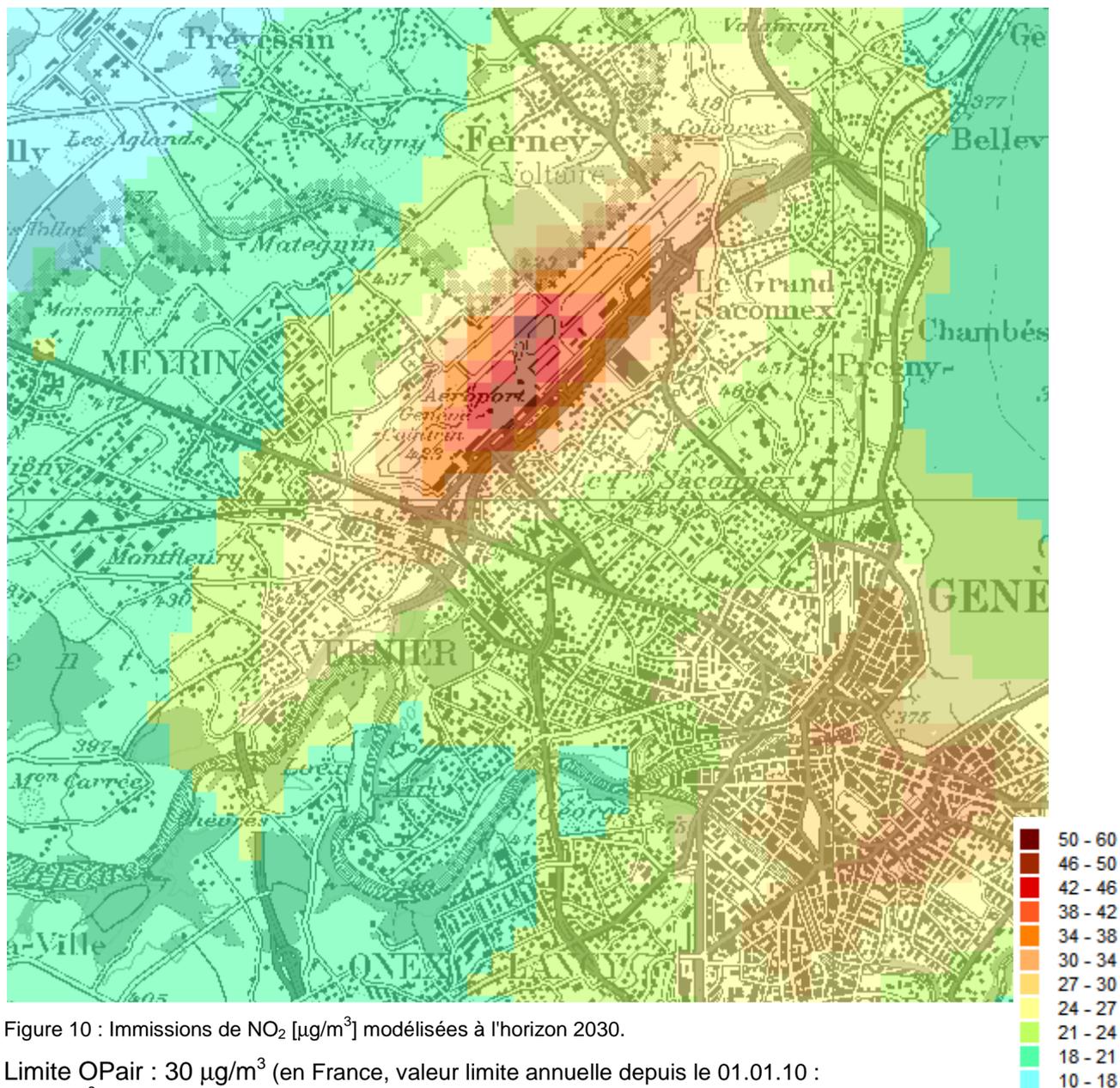
Le résultat des modélisations prévisionnelles pour NO<sub>2</sub> et PM10 est présenté ci-dessous, avec des cartes de concentrations au niveau du sol en moyenne sur des surfaces de 200m de côté,

<sup>5</sup> « Plan directeur 2015, impact sur la qualité de l'air. Etat initial 1998 », N° 9926A, SEDE sa, juin 2000.

<sup>6</sup> « Plan des mesures AIR », révision des émissions et immissions, N° 1116A, SEDE sa, janv. 2012.

pour les deux polluants à l'horizon 2030, avec et sans les émissions liées aux activités aéroportuaires.

En 2030, les zones dépassant la limite OPair NO<sub>2</sub> (fixée à 30 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) se réduisent à quelques hectares en centre-ville. Le reste de la ville est assaini, hormis la région aéroportuaire, à savoir le site même de l'aéroport et en bordure d'autoroute.



En 2030, en l'absence d'émissions liées aux activités aéroportuaires, les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> passeraient au-dessous de 21 µg/m<sup>3</sup> dans une grande partie du Nord genevois, sauf en bordure d'autoroute, où elles ne dépasseraient pas 23 µg/m<sup>3</sup>.

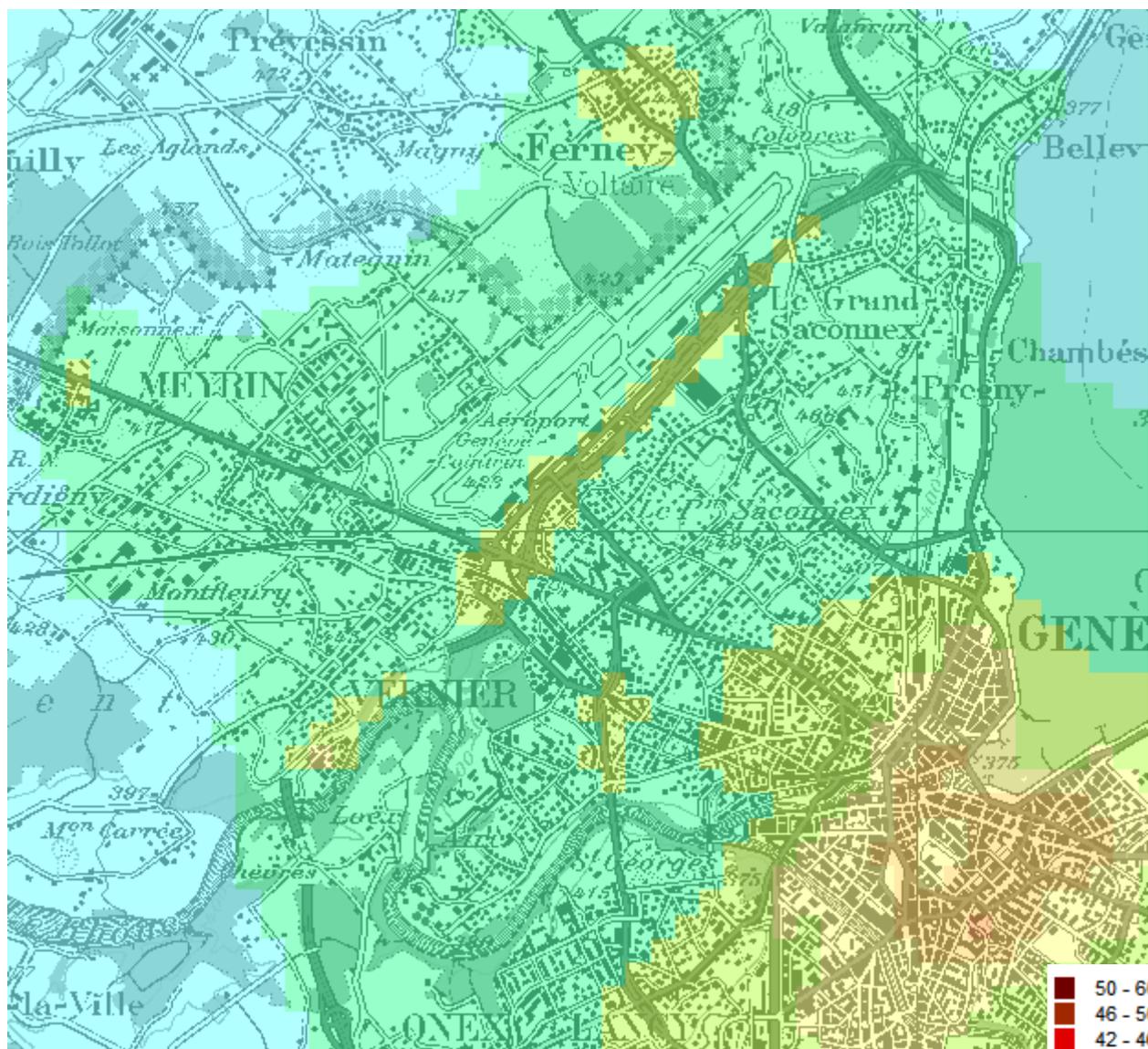
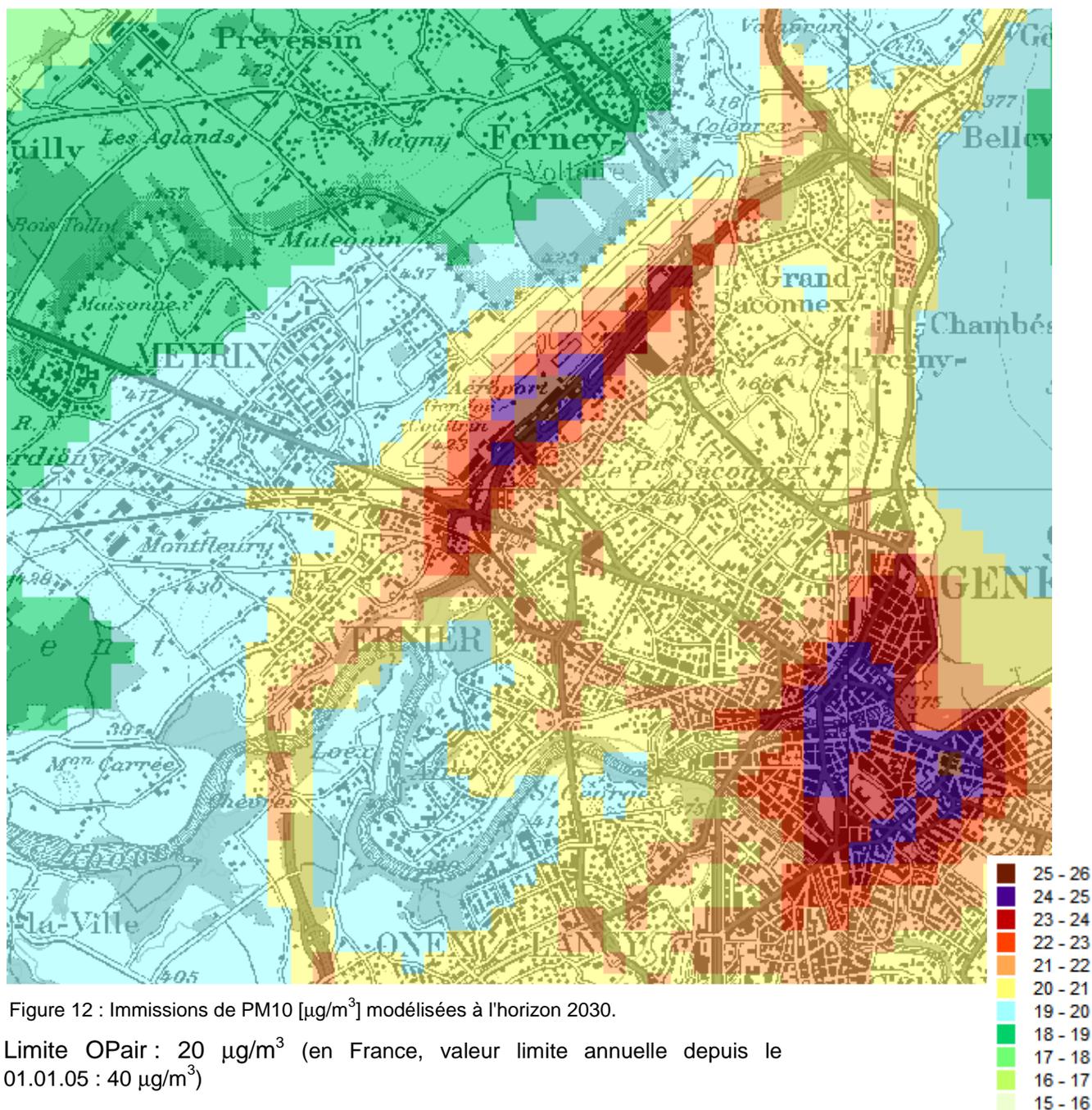


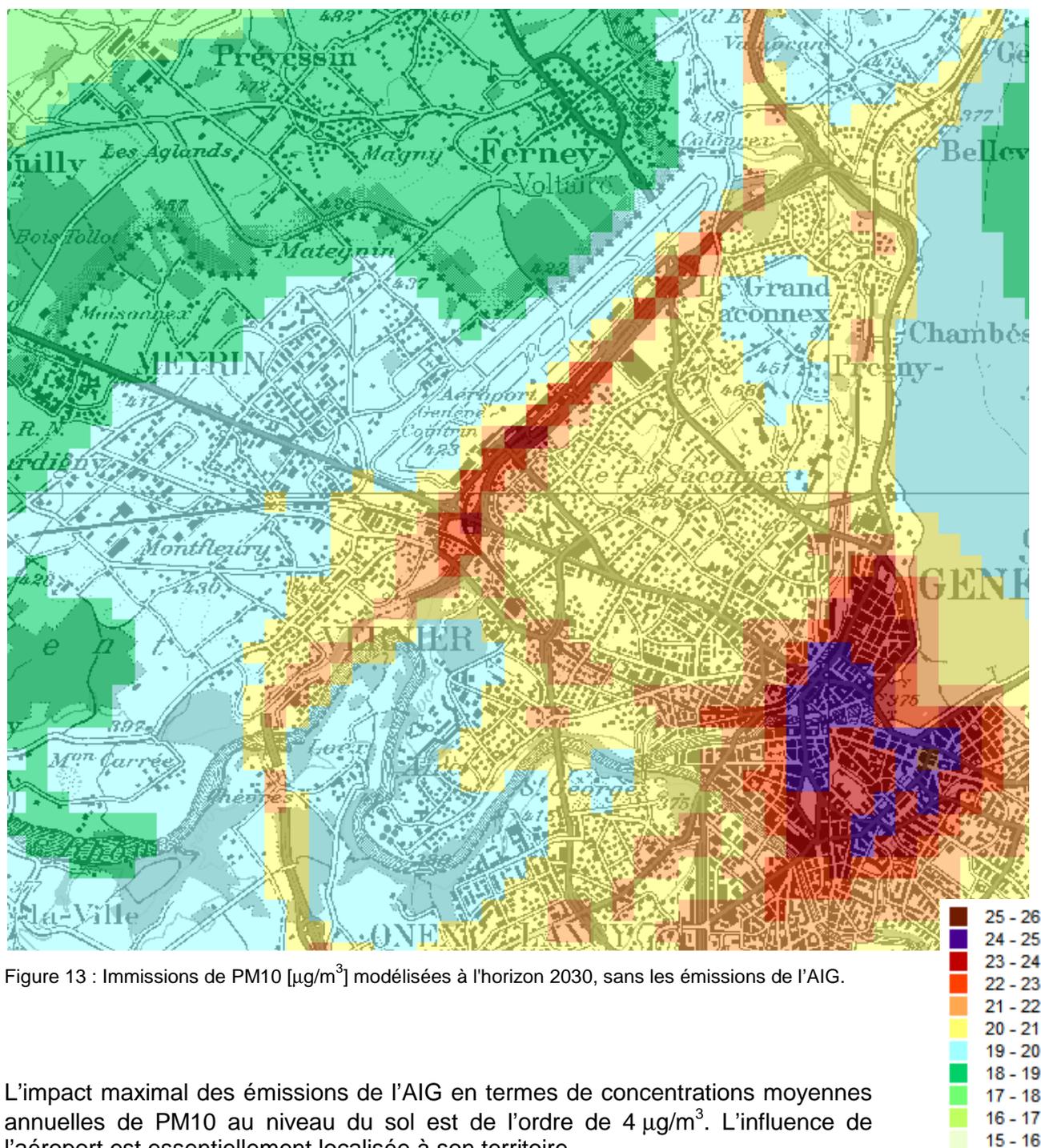
Figure 11 : Immissions de NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] modélisées à l'horizon 2030, sans les émissions de l'AIG.

L'impact des émissions de l'AIG en termes de concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> au niveau du sol peut dépasser 30 µg/m<sup>3</sup> au centre du tarmac et sur le site des avitaillement. Il est de l'ordre de 10 µg/m<sup>3</sup> à la hauteur de la route de Meyrin, de 12 µg/m<sup>3</sup> sur l'autoroute qui longe l'aéroport. Les émissions de l'aéroport ont une influence de l'ordre de 4 à 6 µg/m<sup>3</sup> sur le Grand-Saconnex, Vernier et Ferney-Voltaire, de l'ordre de 1 µg/m<sup>3</sup> sur Meyrin.

En 2030, la limite OPair PM10 (fixée à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) est dépassée sur une partie importante du territoire genevois, avec des valeurs maximales de l'ordre de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en centre-ville et sur l'autoroute à proximité de l'aérogare.



En l'absence des émissions liées aux activités aéroportuaires, les concentrations de PM10 en bordure d'autoroute restent supérieures à la limite, de l'ordre de  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'endroit le plus chargé.



L'impact maximal des émissions de l'AIG en termes de concentrations moyennes annuelles de PM10 au niveau du sol est de l'ordre de  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'influence de l'aéroport est essentiellement localisée à son territoire.

## 4. Conclusion

Grâce aux améliorations techniques apportées aux moteurs des véhicules, qui se traduisent par une forte baisse des coefficients d'émissions MICET, et grâce aux améliorations techniques apportées aux chaudières, la baisse générale des émissions de NO<sub>x</sub> devrait se poursuivre, bien que s'atténuant, entre 2020 et 2030. Ce qui se traduit, en termes d'immissions, par une diminution des concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub>, permettant un assainissement d'une grande partie du territoire genevois. Il faut cependant s'attendre à des dépassements de la limite OPair fixée à 30 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle en centre-ville et à proximité de l'AIG, dont les émissions prennent une ampleur particulière avec le temps. L'impact des émissions de l'AIG en termes d'immissions de NO<sub>2</sub> est particulièrement marqué sur le tarmac.

L'évolution des poussières fines est moins réjouissante, car la situation stagne. En termes d'émissions, les bilans évoluent vers une augmentation tant dans le domaine des chauffages que de celui des transports. Les immissions de PM10 restent excessives, même en l'absence d'activités aéroportuaires, et ce sur une part importante du territoire genevoise.

SEDE SA / FD / V7 / 18.05.14

\\docum\region\ge\1319\_AIG2030\_v7.docx

# Répartition spatiale des émissions de polluants

## Étude qualité de l'air 2030

Philippe Quaglia, service environnement, Genève Aéroport, avril 2014

### Introduction

Dans le cadre de l'étude de la qualité de l'air en 2030 dans la zone aéroportuaire réalisée pour le PSIA, Genève Aéroport a transmis à Sede les prévisions des valeurs des émissions à cet horizon.

Dans ce document, nous précisons également le lieu géographique où ont lieux ces émissions, pour les différents types d'émissions, et si nécessaire, pour les années 2012 et 2030.

### Émissions

**Trafic services :** Les véhicules de service et d'assistance aux avions circulent selon les voies de cheminement représentées en vert sur la carte ci-dessous. De plus, les engins et les bus passagers stationnent et travaillent autour des avions, ce qui conduit à des émissions assez locales sur les positions les plus utilisées. Nous proposons de prendre comme hypothèse que 50 % des émissions se font sur les trajets verts ci-dessous, et que 50 % se font aux positions, pour lesquelles on pourra utiliser la répartition géographique utilisée au chapitre des APU.



Figure 1: Les cheminements des véhicules sont ceux représentés en vert.

## APU :

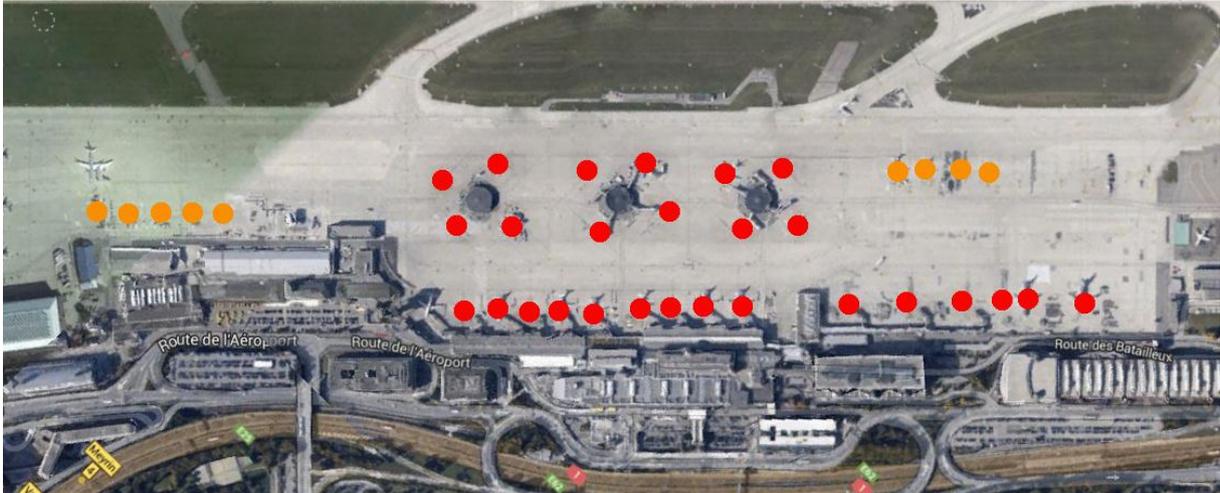


Figure 2: Les APU sont utilisées aux positions de stationnement des avions. En rouge, les positions les plus utilisées. En orange, les positions moins utilisées.

Les APU sont utilisées aux positions de stationnement des avions. Seules les positions les plus utilisées sont représentées ici. D'un point de vue du nombre des mouvements uniquement, 12 % d'entre eux ont lieu sur l'aire nord (non représentée sur la carte), mais ils sont le fait de petits avions, et ne sont donc pas significatifs pour les émissions. Les positions en rouge (frontales et satellite) représentent 61 % des mouvements en 2013, et celles en orange 13 % des mouvements.

Pour construire le modèle, si on estime que toutes les émissions sont concentrées sur ces positions, on les répartit ensuite en proportion des rotations. On en déduit alors que les positions en rouge concentrent environ 82 % des émissions, et celles en orange 18 %.

**Essais moteurs :** les essais moteurs sont réalisés au sud en position 19 en 2012, et dans une moindre mesure dans les baies d'attente en position 23 et 05. Des essais des petits avions sont également réalisés au nord dans le petit amortisseur de bruit. La répartition moyenne des essais est la suivante : 41 % des essais ont lieu au nord, 51 % au sud en position 19 (point en bas au centre), 3 % en baie d'attente 23 (point à gauche) et 5% en baie d'attente 05 (point à droite). En 2030, les essais seront réalisés dans le nouvel amortisseur de bruit sur l'aire sud, et dans le petit amortisseur au nord. On garde la même répartition qu'en 2012, c'est-à-dire 41 % des essais au nord, et 59 % au sud.



Figure 3: position des essais moteurs 2012. En rouge, les essais moteurs des gros avions, en orange, les essais des petits avions dans l'amortisseur de bruit.



Figure 4: position des essais moteurs 2030, en rouge le nouvel amortisseur, en orange le petit amortisseur sur l'aire nord.

**Groupes électrogènes :** Les groupes de secours sont situés dans différents bâtiments de l'aéroport selon la carte ci-dessous.



Figure 5: emplacement des groupes de secours (10 points).

**Chauffages :** la chaufferie de l'aéroport doit disparaître en 2030 au profit d'une installation de pompe à chaleur fonctionnant avec l'eau du lac. En conséquence, les cartes des émissions varient entre 2012 et 2030.

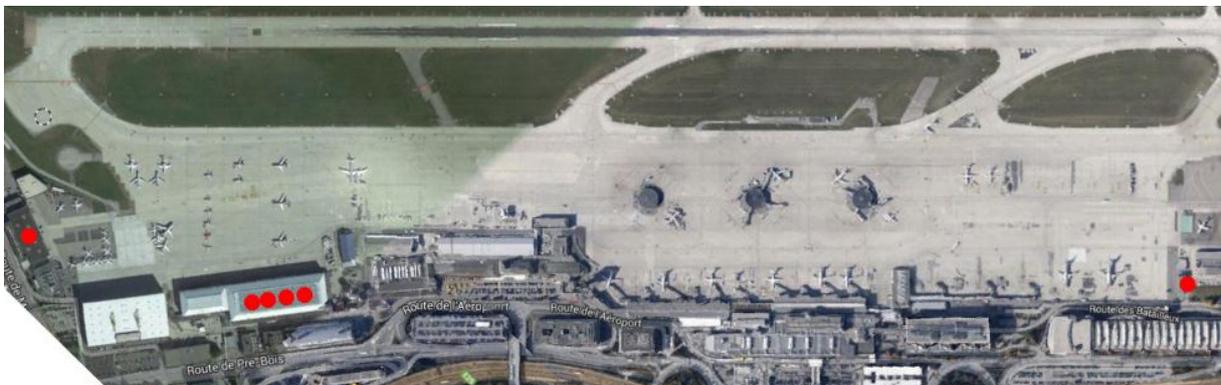


Figure 6: position des émissions chauffage en 2012. En 2030, le point en bas à droite (chaufferie actuelle) disparaît.

En 2012, les sources d'émissions sont une source ponctuelle importante située à la chaufferie de l'aéroport (point rouge en bas à droite) et les hangars d'avions (points à droite). La répartition des émissions est la suivante : la chaufferie mazout (point en bas à droite) est responsable de 4.5 t des émissions de NOx sur le total de 5.62 t pour le chauffage. Les émissions restantes proviennent des chauffages à gaz des hangars d'avion.

En 2030, la chaufferie n'existe plus, les sources ne sont donc plus que les hangars d'aviation, alimentés au gaz.

**Parkings :** Genève Aéroport est exploitant d'un certain nombre de parkings dans la zone de l'aéroport. Nous proposons de répartir les émissions sur tous ces parkings, en proportion du nombre de place de ceux-ci. Seule exception, le P47 est actuellement sous-utilisé, et on peut ne considérer que 100 places pour la répartition des émissions.

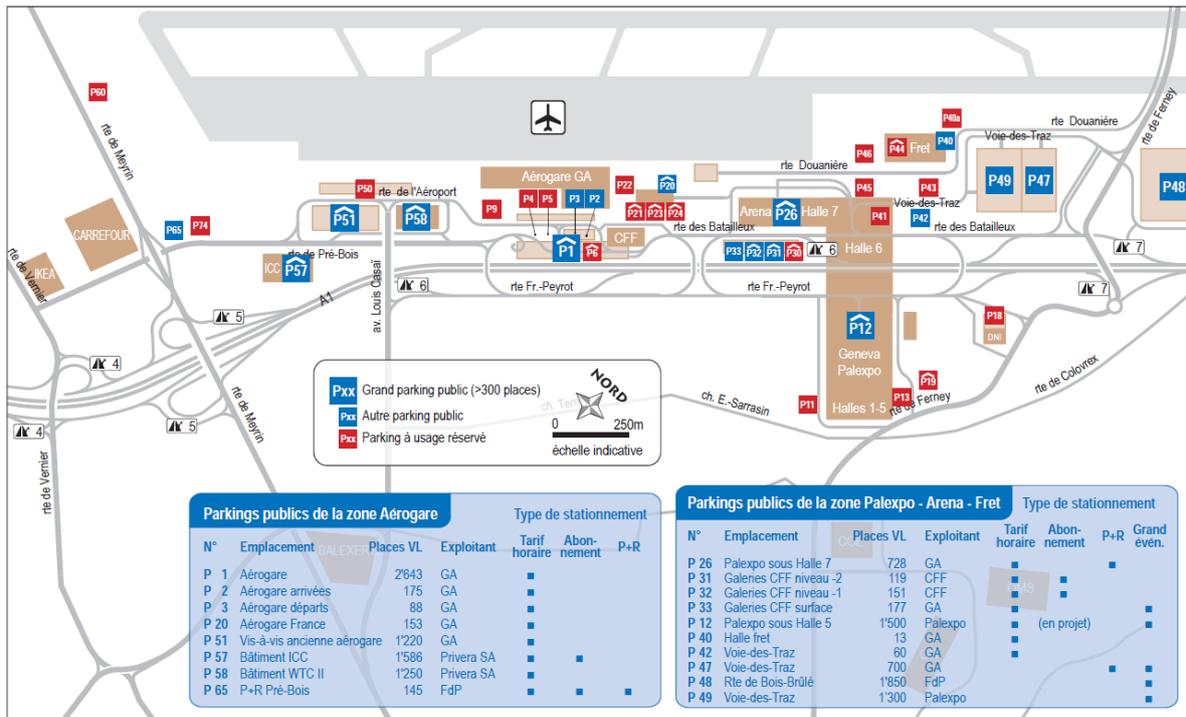


Figure 7: plan des parkings de l'aéroport. Pour les émissions, il ne faut considérer que les parkings dont l'exploitant est Genève Aéroport, et répartir les émissions totales en fonction du nombre de places (sauf pour le P47, actuellement pas plein).

**Entretien** : les sources comprises dans la rubrique « entretien » proviennent essentiellement des goudrons, bitumes et peintures utilisés lors des travaux et rénovations de routes et de génie civil. Leur localisation est donc très variable, de même que les valeurs émises. Nous proposons que les émissions soient réparties sur les surfaces jaunes et orange de la carte ci-dessous.

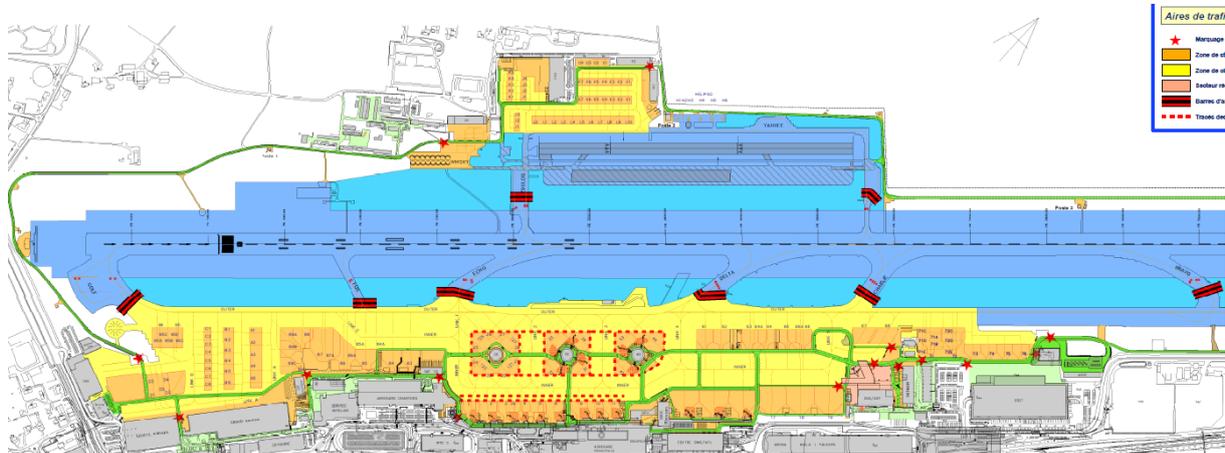


Figure 8: les émissions dues à l'entretien sont très variables, et sont à répartir, en moyenne, sur les surfaces en jaune.

**Avitaillement** : L'avitaillement se déroule sur les places de stationnement des avions. Nous proposons de prendre pour l'avitaillement la même répartition géographique que pour les APU.

#### Cycle LTO :

**Taxi** : La fraction sol des émissions du cycle LTO doit être répartie uniformément sur les trajectoires de taxi. Celles-ci ont été étudiées en détail dans le cadre d'une autre étude. En annexe 1, nous reprenons les résultats de cette étude, qui permettent de donner avec précision le nombre de mouvement entre différentes sections du tarmac. Cette étude a été réalisée sur la base des données de 2012. Pour la simulation des émissions 2030, ces chiffres doivent donc être adaptés en proportion au nombre de mouvements, en faisant l'hypothèse que les trajets de taxi seront conservés identiques.

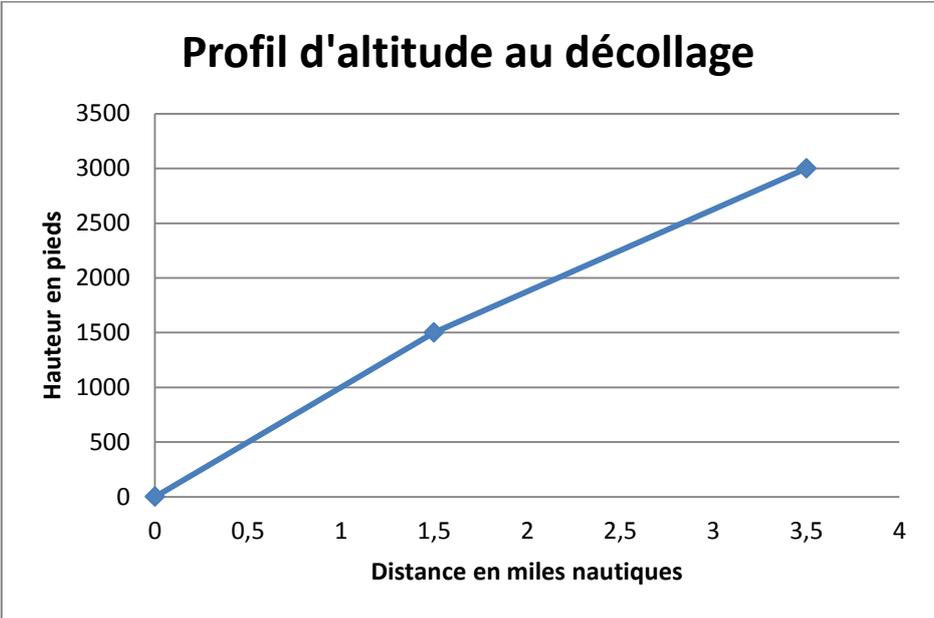
**Décollage** : La fraction décollage des émissions du cycle LTO est également fournie à Sede. Celle-ci doit être répartie sur la piste dans le sens du décollage, au niveau du sol, sur une longueur de 2 km. Nous avons vérifié avec quelques enregistrements réels de trajectoires (A319 et A320) que les 42 s de cette phase du cycle LTO correspondent assez précisément au temps de roulage des avions pour décoller, et qu'il faut environ 2 km de piste pour cela.

**Approche et montée** : Les parts approach et climb-up du cycle LTO sont à répartir sur les trajectoires d'approche et de montée, selon les routes aériennes, dans les trois dimensions.

À l'atterrissage, l'ILS impose un angle d'approche de 3° par rapport au seuil de piste, dans l'axe de celle-ci (voir annexe 2). On répartira les émissions (fraction approach) le long de cette trajectoire (c'est-à-dire qu'au début du cycle LTO, l'avion est à 915 m de hauteur et 17,2 km du seuil de piste, et qu'il descend selon une pente de 3° jusqu'au seuil de piste).

Au décollage, les trajectoires sont également alignées sur les axes de piste au minimum jusqu'à la hauteur de 3000 pieds définie par le cycle LTO. Seule la trajectoire Konil fait rapidement un virage à droite en piste 23 en-dessous des 3000 pieds d'altitude définis dans le cycle LTO (voir l'annexe 3). Selon la procédure, le virage peut être amorcé à partir de 0.6 milles nautique (1.1 km) après le bout de la piste coté. Cette trajectoire est utilisée par 15 % des décollages en piste 23. Cela permet de définir la répartition des émissions en X et Y.

En ce qui concerne le profil d'altitude, sur la base d'informations internes et d'échanges avec l'OFAC, nous proposons d'avoir un seul profil, composé de deux segments de droite. La première part du point de décollage et monte à 1500 pieds de hauteur (460 m) en 1.5 milles nautiques (2.8 km), et la seconde entre ce point et la hauteur de 3000 pieds (915 m) à la distance de 3.5 milles nautiques (6.5 km).

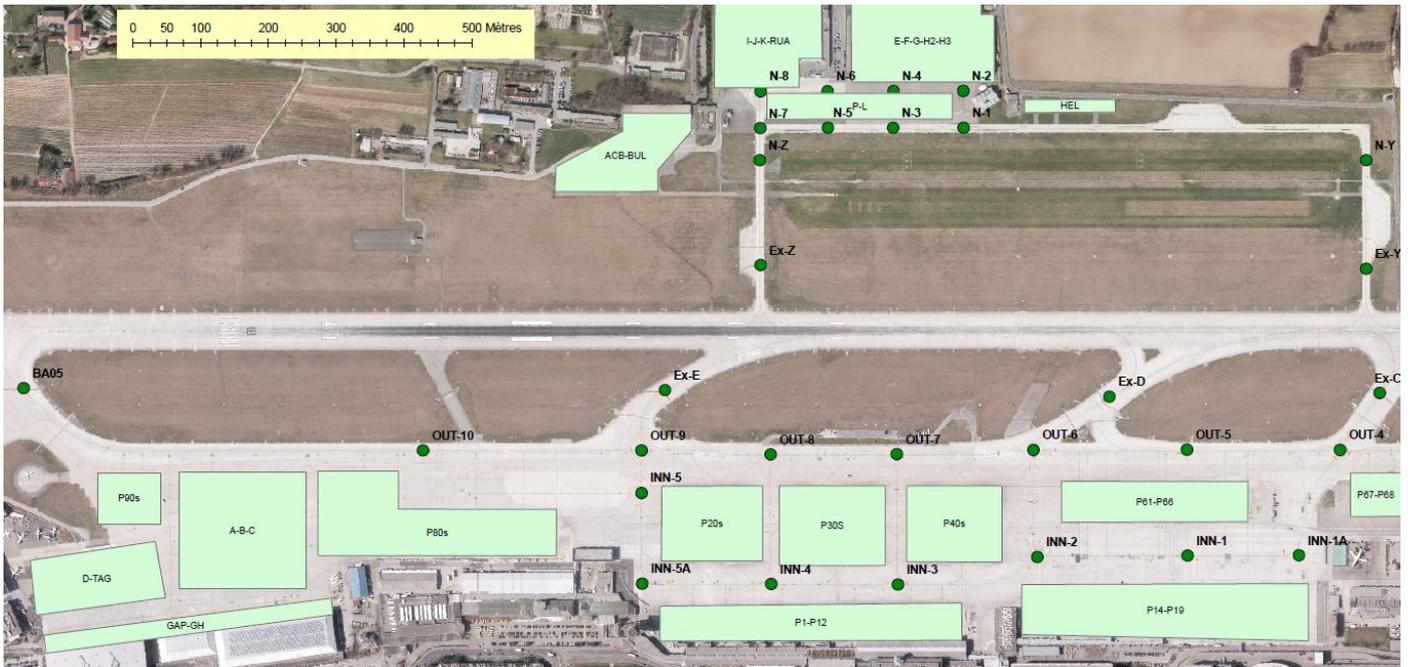


**Remerciements** : je tiens à remercier mon collègue Davide Tamburini pour ses explications et pour toutes les données sur le trafic au sol et sur les trajectoires, ainsi que Théo Rindlisbacher de l'OFAC pour ses remarques, les données sur les émissions des avions futurs, le cycle LTO, etc...

## Annexe 1 : trajectoires lors des phases de taxi au sol

Les trajectoires au sol ont fait l'objet d'une étude détaillée pour un précédent projet. Les cartes ci-après présentent des points sur le tarmac entre lesquels ont été relevé le nombre de mouvements annuels. Le tableau en fin d'annexe présente le nombre de mouvements sur les segments représentés par ces points. Ce nombre est basé sur l'année 2012, pendant laquelle le nombre total de mouvements d'avion a été de 192'944 mouvements. Pour utiliser cette répartition pour le modèle 2030, il faudra appliquer une règle de trois vis-à-vis du nombre de mouvements annuels.





Segment	Nombre de mouvements
BA23-OUT1	50456
OUT1-OUT2	50800
EXB-OUT2	4092
OUT2-OUT3	54854
OUT3-OUT4	56148
EXC-OUT4	26938
OUT4-OUT5	43118
OUT5-OUT6	44438
EXD-OUT6	50450
OUT6-OUT7	72991
OUT7-OUT8	62246
OUT8-OUT9	50390
EXE-OUT9	2724
OUT9-OUT10	43595
OUT10-BA05	33800
OUT4-INN1	40151
OUT6-INN2	24329
OUT7-INN3	21493
OUT8-INN4	22373
OUT9-INN5	7613
INN1-INN2	43016
INN2-INN3	41993
INN3-INN4	37967
INN4-INN5	15856
INN5-OUT10	8467
EXY-NY	8613
NY-N1	11475
N1-N2	7775
N2-N4	5919
N4-N6	5460
N6-N8	5001
N1-N3	3700
N3-N5	3546
N5-N7	3388
N7-N8	5743
N7-NZ	7977
NZ-EXZ	4895

# Annexe 2 : extraits de l'AIP, décrivant les approches ILS

AIP SWITZERLAND

LSGG AD 2.24.10 - 9

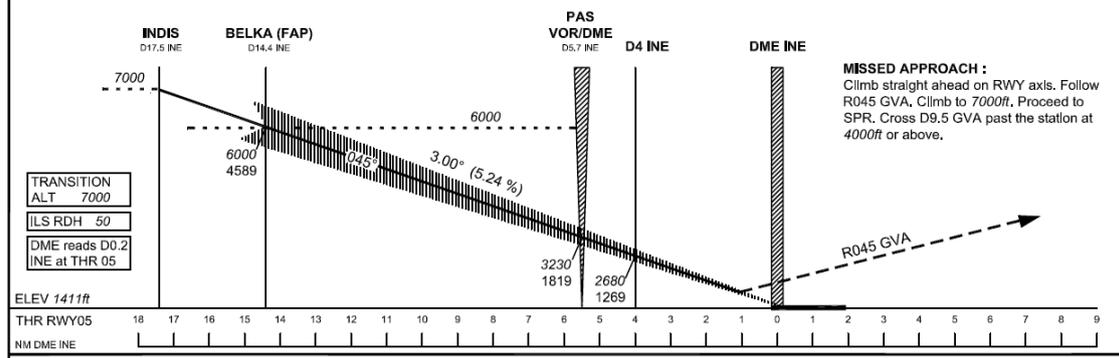
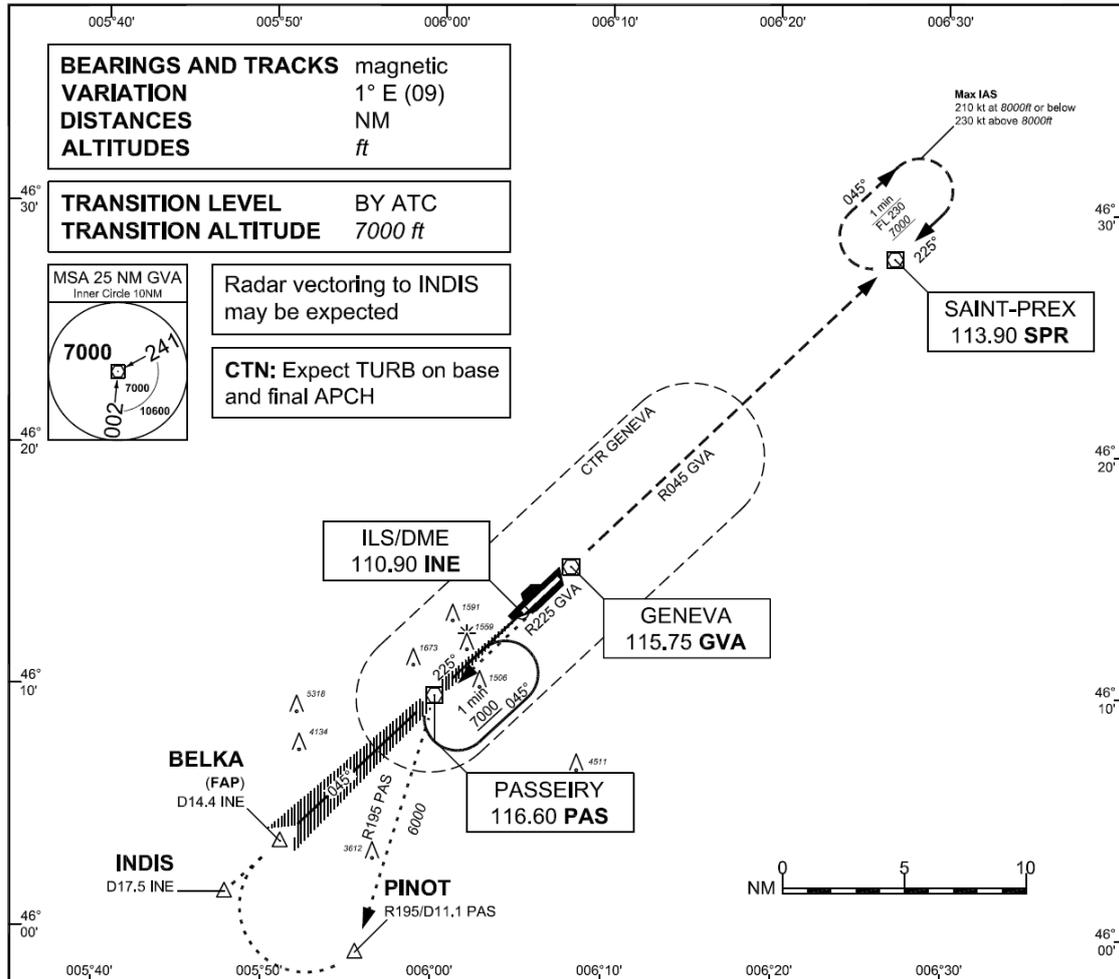
16 JUL 2009

INSTRUMENT APPROACH CHART ICAO

ELEV 1411ft

ATIS	135.575
APP	136.250
FINAL	120.300
TWR	118.700

**GENEVA**  
ILS RWY 05



OBSTACLE CLEARANCE ALTITUDE/HEIGHT (OCA/H)		A	B	C	D
Straight-in approach	CAT I pressure altimeter	1598 / 187	1608 / 197	1615 / 204	1624 / 213
Circling	RWY23	2100 / 689		2400 / 989	

DECISION ALTITUDE/ HEIGHT (DA/H)		RVR	A	B	C	D
CAT I	pressure altimeter	550	1611 / 200	1611 / 200	1615 / 204	1624 / 213

DME INE	16	14	12	10	8	6	4	2
ALT	6510	5870	5230	4590	3960	3320	2680	2050

Remarks :  
1) Circling on assignment by ATC under special conditions and north of RWY only, speed and radius for category D as for category C aircraft.  
CTN: 0.3NM BFR THR05 visual segment surface (VSS) penetrated by trees up to 1474ft AMSL.

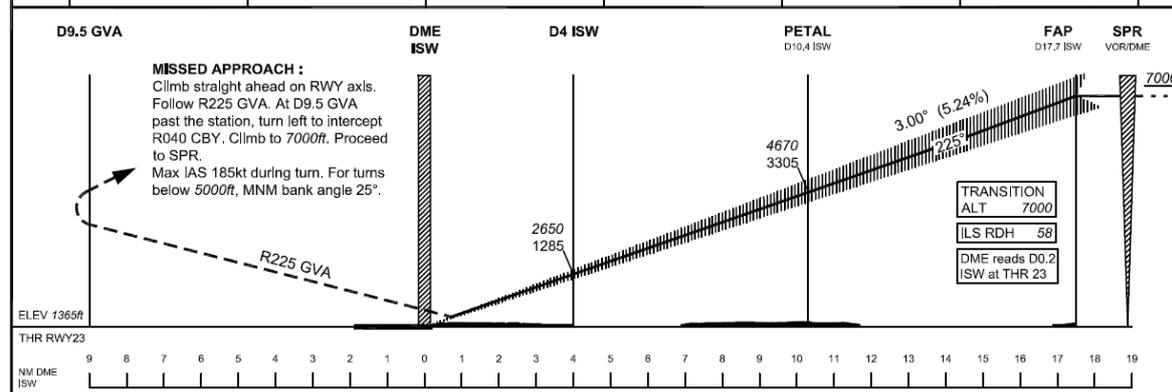
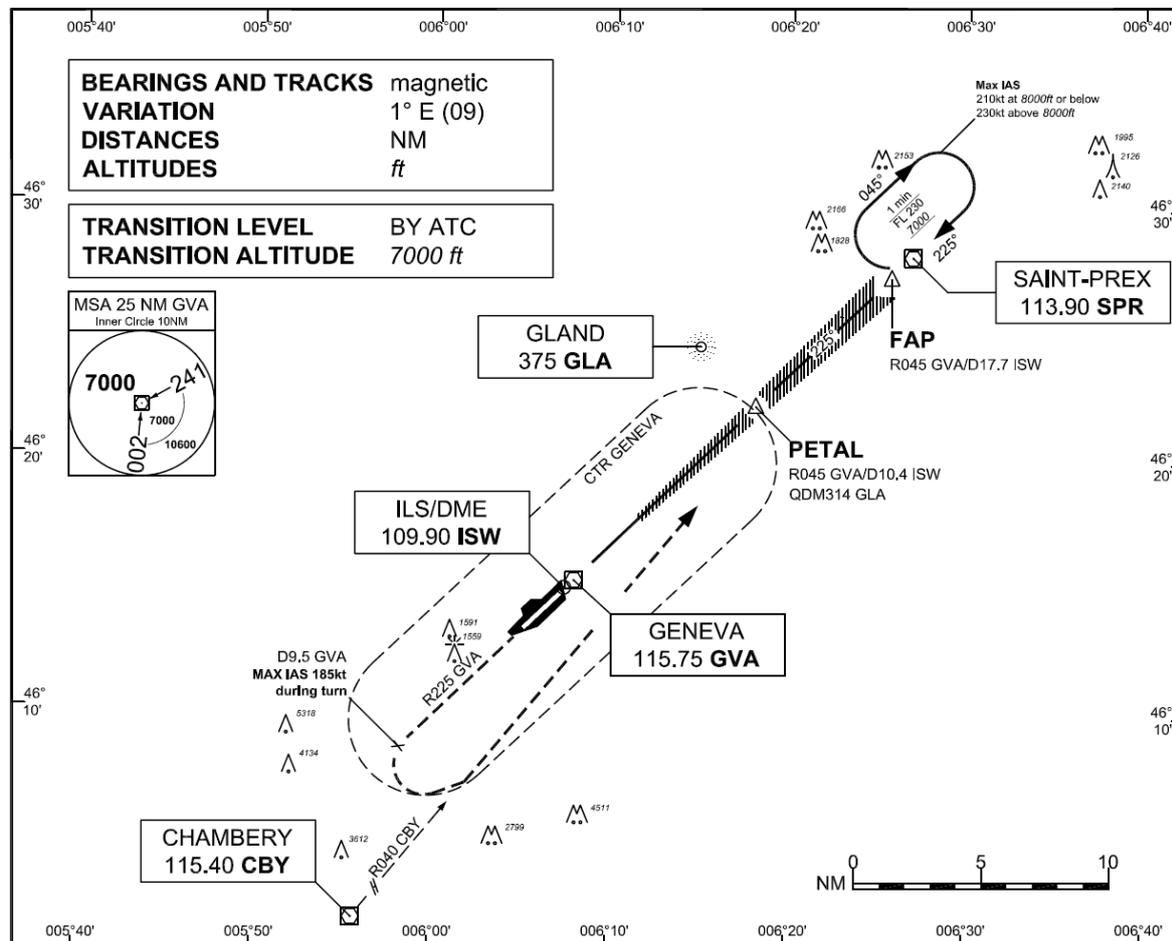
COR : Missed Approach text

INSTRUMENT APPROACH CHART ICAO

ELEV 1411ft

ATIS	135.575	
APP	136.250	
FINAL	120.300	
TWR	118.700	

**GENEVA**  
ILS RWY 23 CAT II & III



OBSTACLE CLEARANCE ALTITUDE/HEIGHT (OCA/H)		A	B	C	D				
Straight-In approach	CAT I <sup>1)</sup> pressure altimeter	1516 / 151	1526 / 161	1536 / 171	1549 / 184				
	radio altimeter	1464 / 99							
Circling <sup>3)</sup>	CAT II <sup>1)</sup> pressure altimeter	1464 / 99							
	radio altimeter and autopilot	1464 / 99							
DME ISW	RWY05	2100 / 689		2400 / 989					
	ALT	2	4	6	8	10	12	14	16
		2010	2650	3280	3920	4560	5190	5830	6470

DECISION ALTITUDE/HEIGHT (DA/H)		RVR	A	B	C	D
CAT I	pressure altimeter <sup>2)</sup>	550	1565 / 200			
CAT II	radio altimeter <sup>2)</sup> and autopilot	300 <sup>4)</sup>	1465 / 100			

**Remarks :**  
 1) above THR elevation 1365ft.  
 2) radio altimeter reading at CAT I DH 216ft, at CAT II DH 108ft, for lower operating minima (DH and RVR) PPR FOCA.  
 3) above aerodrome ELEV 1411ft, circling on assignment by ATC under special conditions and north of RWY only, speed and radius for category D as for category C aircraft.  
 4) MNM CAT II for CAT D ACFT without autoland 350m.

COOR : Missed approach text



# **Aéroport International de Genève**

Projections 2030 de la qualité de l'air

Complément concernant les émissions de PM10  
dues à l'abrasion des pneus et freins des avions

Décembre 2014

## Introduction

Les résultats de l'étude sur la qualité de l'air en 2030 ont été présentés lors de la séance de coordination du PSIA du 20 novembre 2014. À cette occasion, le SABRA a demandé que l'étude soit complétée pour prendre également en compte les émissions de PM10 dues à l'abrasion des pneus et freins des avions au roulage. Cette contribution n'avait pas été prise en compte par manque de données. Le représentant de l'OFEV au PSIA a mentionné que l'aéroport de Zurich prenait en compte ces émissions dans son inventaire.

Ce document présente le résultat des investigations menées pour quantifier ces émissions de PM10.

Il en ressort que la contribution de l'abrasion des pneus et freins d'avion représente environ 2.9 t de PM10. Cette émission supplémentaire augmente d'environ 1% la contribution de l'aéroport aux émissions totales de PM10 du canton, la faisant passer de 5.7 à 6.6 %. Cette contribution sera désormais systématiquement intégrée aux inventaires des émissions de l'aéroport, et sera donc également prise en compte dans le cadastre romand des émissions, Cadero.

## Sources de données

### Étude de l'aéroport de Zurich

La personne de l'OFEV nous a transmis le rapport de l'aéroport de Zurich<sup>1</sup> dans lequel les émissions de PM10 dues à l'abrasion des pneus et freins des avions sont estimées. Cependant, ce rapport est plutôt une étude qui compare le résultat des calculs d'émissions en fonction de la complexité du calcul réalisé. Les émissions dues à l'abrasion ne sont prises en compte que dans le calcul « complexe », mais les valeurs utilisées ne sont pas mentionnées. Il est fait référence à une autre étude réalisée à Heathrow (chapitre 3.1.3 du rapport de Zurich). En tout état de cause, le total des émissions de PM10 calculée pour l'aéroport de Zurich varie selon les calculs entre 23 et 26t (le nombre de mouvements de l'aéroport est de 274 991). La valeur est donc du même ordre de grandeur que celle calculée pour Genève en 2030 (19 t pour 235 000 mouvements) et en aucun cas de l'ordre des 50 à 100 t mentionnées oralement lors de la séance PSIA.

### Étude « heathrow project for sustainable development<sup>2</sup>»

Cette étude est citée par l'étude de Zurich comme étant la source des coefficients d'émission des PM10 dus à l'abrasion des freins et des pneus. Le chapitre relatif commence au point 119, page 122. Le principal résultat de cette étude est la table ci-dessous qui donne une estimation de la quantité de PM10 émises pour différents types d'avion, par atterrissage (table 3.4 du rapport de Heathrow).

---

<sup>1</sup> [http://www.flughafen-zuerich.ch/~media/FlughafenZH/Dokumente/Das\\_Unternehmen/Laerm\\_Politik\\_und\\_Umwelt/Luft/2012-05\\_ZRH\\_Air-Quality-Assessment-Sensitivities\\_V2.pdf](http://www.flughafen-zuerich.ch/~media/FlughafenZH/Dokumente/Das_Unternehmen/Laerm_Politik_und_Umwelt/Luft/2012-05_ZRH_Air-Quality-Assessment-Sensitivities_V2.pdf)

<sup>2</sup> <http://www.shepway.gov.uk/webapp/lydd-airport/CORE%20DOCS/CD12/CD12.5.pdf>

**Table 3.4 Emission rates from some common types of aircraft**

Aircraft	Emission rate (kg/landing)
B747-400	0.78
B777-200	0.51
B767-300	0.31
B737-300	0.04
A319	0.06
A321	0.11

Ces estimations sont elles-mêmes basées sur une publication de 2006 intitulée « Method for estimating particulate emissions from aircraft brakes and tyres ». Cette publication est également disponible en ligne.

**Étude Curran 2006: “Method for estimating particulate emissions from aircraft brakes and tyres<sup>3</sup>”**

Cette publication semble être finalement la source “originale » des coefficients d’émissions utilisés par Heathrow et Zurich. À partir d’études pratiques, un coefficient d’émissions de PM10 est estimé, en fonction du poids de l’avion.

La formule proposée est la suivante :

**PM10 (kg/atterrissage) = (0,000000476\*MTOW)-0,00874** ou le MTOW est le « maximum take-off weight » de l’avion considéré, exprimé en kg.

Il est important de noter que cette publication comporte deux tables, table 2 et 3, qui donnent les émissions calculées par la formule pour différents types d’avions. Or les tables 2 et 3 ont été inversées, les chiffres d’émissions découlant de la formule finale sont celles de la table 2, et pas celles de la table 3 comme indiqué par erreur dans la publication. Il semble que les chiffres indiqués dans l’étude de Heathrow, repris dans la table présentée ci-dessus, soient ceux de la table erronée, et qu’ils représentent donc la totalité de la matière perdue lors d’un atterrissage, mais pas la portion mise en suspension sous forme de PM10.

**Estimation des émissions pour le scénario Genève 2030**

Nous avons vu précédemment que deux sources d’informations pouvaient être utilisées, bien que les données de l’article de Heathrow soient moins complètes et vraisemblablement dérivée de manière erronée de l’étude Curran 2006. Nous comparons les résultats obtenus sur la prévision de flotte de 2030.

<sup>3</sup> <http://fr.scribd.com/doc/243908587/8-Brakes-TyresIssue3>

Type d'appareil	Total cycles 2030	MTOW	Méthode Curran 2006		Méthode Heathrow	
			kg PM10/cycle	Total	kg PM10/cycle	Total
A320 néo	67171	68000	0,023628	1587,12	0,06	4030,26
A333	3309	230000	0,10074	333,35		0
B190	153	8000	-0,004932	0,00		0
B752	127	99500	0,038622	4,90		0
B773	728	240000	0,1055	76,80	0,51	371,28
B787	6207	228000	0,099788	619,38		0
C25A	553	6000	-0,005884	0,00		0
C510	1644	4000	-0,006836	0,00		0
C525	1401	5000	-0,00636	0,00		0
C550	1524	7000	-0,005408	0,00		0
C56X	9799	10000	-0,00398	0,00		0
CRJ7	1295	35000	0,00792	10,26		0
CS100	11854	55000	0,01744	206,73		0
D328	45	14000	-0,002076	0,00		0
DH8D	4570	30000	0,00554	25,32		0
GLEX	2338	45000	0,01268	29,65		0
LJ60	1426	11000	-0,003504	0,00		0
P180	1472	6000	-0,005884	0,00		0
PA46	1339	2000	-0,007788	0,00		0
PC12	1178	5000	-0,00636	0,00		0
<b>Total des PM10 (kg):</b>			<b>2894</b>			<b>4402</b>

La formule de calcul donnée par Curran résulte en des émissions négatives pour les appareils de faible poids. Ce problème est anticipé par Curran, car la formule est déduite de l'analyse de l'usure des pneus et freins de gros appareils, et ne peut pas s'extrapoler. Faute d'autre information, nous avons donc négligé les valeurs négatives pour calculer le total des émissions. Pour la méthode donnée par Heathrow, seuls deux coefficients correspondant à notre flotte sont donnés. Les informations sont donc partielles. Mais encore une fois, ces coefficients sont hautement suspects, ils semblent correspondre à la perte totale de matière qui intervient lors d'un atterrissage, et pas à la partie mise en suspension et sont donc très surestimés

## Conclusion

On voit que le calcul des émissions de PM10 dues à l'abrasion des pneus et freins des avions reste problématique en l'absence de coefficients d'émissions établi. L'étude de Zurich mentionnée par l'OFAC lors de la présentation du rapport sur la qualité de l'air 2030 ne donne pas ces coefficients, mais cite une étude de Heathrow, elle-même basée sur une publication de Curran. En appliquant la formule établie dans cette étude, on obtient une émission annuelle de 2.9 t de PM10 environ, tout en notant que la formule ne s'applique pas pour les appareils légers. Dans ce cas, les émissions totales de PM10 de l'aéroport à prendre en compte pour 2030 passent de 18.7 à 21.6 t. La contribution de l'aéroport aux émissions totales de PM10 passe alors de 5.7% (18.7 t/325.5t) à 6.6% (21.6t/328.4t), et reste donc minoritaire. Le chiffre total d'émission est toujours tout à fait cohérent, voire légèrement élevé, par rapport à l'inventaire des émissions de l'aéroport de Zurich.