



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE  
Département présidentiel (PRE)  
Service cantonal du développement durable (SCDD)

## Bilan Carbone<sup>®</sup> territorial du canton de Genève



Meyrin, 14 octobre 2015

# Glossaire et abréviations

**ABC** : Association Bilan carbone.

**ADEME** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (F).

**Biens de consommation**: biens matériels utilisés sur un territoire.

**CAD** : Chauffage à distance.

**CADIOM** : Chauffage à distance à partir de l'incinération des ordures ménagères (Usine des Cheneviers).

**CADERO** : Cadastre romand des émissions de polluants atmosphériques.

**CCF** : Couplage chaleur-force.

**CFF**: Chemins de fer fédéraux suisses

**CGN**: Compagnie générale de navigation sur le Lac Léman

**CRFG** : Comité régional franco-genevois.

**DGGC** : Direction Générale du Génie Civil (DETA), Etat de Genève

**Emissions « amont »** : Dans les bilans carbone et pour les données liées à des combustibles, il est systématiquement rajouté une partie amont aux facteurs d'émission des combustibles. Cela correspond aux émissions liées à la mise à disposition du combustible. Les étapes d'extraction, de process de transformation, de transport et de distribution du combustible sont ainsi prises en compte.

**Émissions directes** : Emissions physiquement émises par une activité : la combustion d'un carburant, les émissions de process, les fuites de gaz fluoré... Ce sont notamment ces émissions directes qui permettent d'établir les inventaires nationaux tels que ceux demandés dans le cadre de la CCNUCC. Dans un bilan carbone, on parle habituellement de scope 1.

**Emissions indirectes – énergie** : Emissions liées à la consommation d'une énergie finale dont les émissions ne sont pas émises sur le lieu de consommation, mais de production. Concrètement, il s'agit de l'électricité et des réseaux de chaleur / froid. Dans un bilan GES, on parle habituellement de scope 2.

**Emissions indirectes – autre** : émissions liées à l'ensemble des émissions qui ont lieu en dehors du périmètre du système étudié, mais qui sont nécessaires à son activité. Dans le cadre d'un bilan GES, on parle usuellement de scope 3.

**Émissions cadastrales** : Il s'agit des émissions directes de GES d'un périmètre défini.

**Énergie primaire** : L'énergie primaire est l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Il s'agit par exemple du gaz naturel, du pétrole brut, du rayonnement solaire, de l'énergie du vent ou encore de la biomasse.

**Énergie finale** : L'énergie finale ou disponible est l'énergie livrée au consommateur, après transformation, pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer,...).

**FE - Facteur d'émission** : Les facteurs d'émission sont des coefficients multiplicateurs qui permettent de passer de la mesure d'une activité humaine (kWh, tonnes, volumes, etc.) à la mesure de l'effet de serre que cette activité engendre.

**GES** : Gaz à effet de serre.

**LTO** : Landing and take off.

**OCSTAT**: Office cantonal de la statistique.

**OFAC** : Office fédéral de l'aviation civile.

**OFS** : Office fédéral de la statistique.

**OFEV** : Office fédéral de l'environnement.

**OREA** : Ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques.

**PCC** : Plan climat cantonal.

**PCT** : Profil climat du territoire.

**PPP** : Produits phytosanitaires pharmaceutiques.

**PE** : Polyéthylène.

**PV** : Photovoltaïque.

**PVC** : Polychlorure de vinyle.

**SAU** : Surface agricole utile.

**SSE** : Société suisse des entrepreneurs.

**tCO<sub>2</sub>e** : La tonne équivalent CO<sub>2</sub> est une unité de mesure qui permet de donner une équivalence, en terme de production d'effet de serre, entre les différents gaz à effet de serre et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Cela permet d'évaluer globalement l'effet de serre engendré par différentes sortes d'émissions.

**TPG** : Transports publics genevois.

**UNIGE**: Université de Genève.

**USP** : Union suisse des paysans.

**UTVD** : Usine de valorisation thermique des déchets.

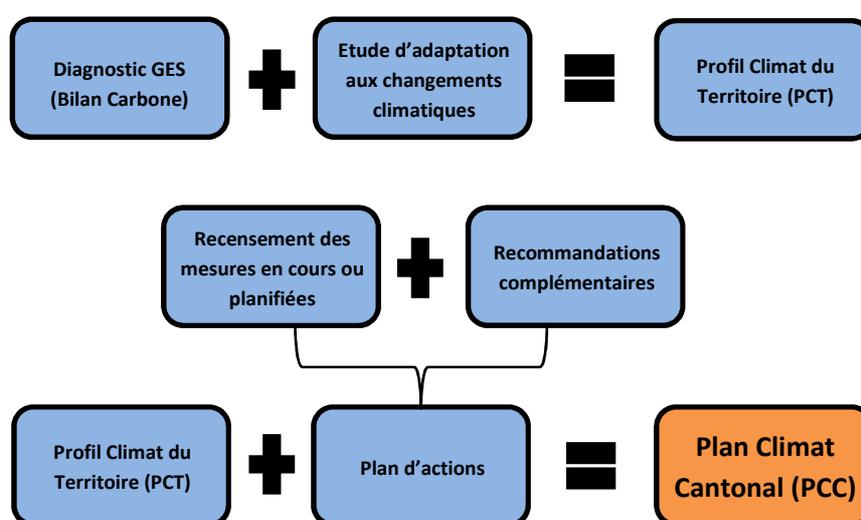
## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| Glossaire et abréviations.....  | 2  |
| 1. Introduction.....  | 5  |
| 2. Méthodologie.....  | 6  |
| 2.1. L’outil Bilan carbone®.....  | 6  |
| 2.2. Cadrage/périmètre.....   | 6  |
| 2.3. Collecte des données.....  | 8  |
| 3. Résultats globaux.....   | 10 |
| 4. Postes d’émission.....   | 12 |
| 4.1. Industries de l’énergie.....   | 12 |
| 4.2. Industrie.....   | 15 |
| 4.3. Tertiaire.....   | 17 |
| 4.4. Résidentiel.....   | 19 |
| 4.5. Agriculture et pêche.....  | 21 |
| 4.6. Fret.....  | 24 |
| 4.7. Déplacements de personnes.....   | 26 |
| 4.7.1. Déplacements routiers.....   | 26 |
| 4.7.2. Déplacements en transports publics.....                              | 28 |
| 4.7.3. Déplacements par rail.....   | 28 |
| 4.7.4. Déplacements en bateau.....  | 28 |
| 4.7.5. Déplacements aériens.....  | 29 |
| 4.7.6. Déplacements des visiteurs.....                                      | 30 |
| 4.8. Constructions et voirie.....   | 32 |
| 4.9. Déchets.....   | 34 |
| 4.10. Alimentation et biens de consommation.....                            | 37 |
| 4.10.1. Alimentation.....   | 37 |
| 4.10.2. Biens de consommation.....  | 38 |
| 5. Conclusion.....  | 39 |
| 6. Annexe : Méthodes de calcul des émissions liées au transport aérien..... | 40 |

# 1. Introduction

Conscient de sa responsabilité envers les enjeux climatiques, l'Etat de Genève a initié en 2013 l'élaboration d'un Plan Climat Cantonal (PCC) dans le cadre de la loi sur l'action publique en vue d'un développement durable (Agenda 21)<sup>1</sup>. Le présent rapport présente les résultats du Bilan carbone<sup>®</sup> territorial qui avec l'étude d'adaptation aux changements climatiques<sup>2</sup> constituent les deux volets analytiques du PCC. Ces deux études constitueront à terme le profil climat du territoire du canton (PCT). Celui-ci permettra de prioriser les politiques publiques au regard des enjeux climatiques et de proposer des recommandations complémentaires. L'ensemble de cette démarche donnera lieu à un rapport publié dans le courant 2015.

*Schéma des différentes démarches liées au PCC*



Plus globalement, ce Bilan carbone<sup>®</sup> ou diagnostic GES est en cohérence avec la stratégie de la Confédération en matière de lutte contre le réchauffement climatique. Le Conseil fédéral souhaite en effet poursuivre ses efforts de réduction de gaz à effet de serre dans le cadre du Protocole de Kyoto. D'ici 2020, les objectifs de la Suisse sont de réduire les émissions de 20% par rapport à 1990. A Genève, la loi sur l'énergie, la conception générale de l'énergie ou encore la stratégie des SIG en matière d'utilisation rationnelle de l'énergie, d'approvisionnement énergétique et de développement de sources d'énergies renouvelables, relayent déjà avec ambition les objectifs de la Confédération.

L'objectif de ce diagnostic GES est d'identifier les principales activités responsables des émissions de GES en vue de définir une politique cohérente de réduction de l'impact du territoire genevois sur le climat. Ce diagnostic identifie également la responsabilité du territoire face aux changements climatiques et sa dépendance envers les énergies fossiles.

<sup>1</sup> LDD A 2 60 (Agenda 21) art. 8A "L'Etat élabore un plan climat cantonal décrivant les mesures à entreprendre pour réduire les émissions de gaz à effet de serre".

<sup>2</sup> Cette étude pilote s'effectue dans le cadre de la stratégie d'adaptation aux changements climatiques adoptée par le Conseil Fédéral le 2 mars 2012. Le canton de Genève a été choisi par l'OFEV comme étant représentatif des grandes agglomérations en Suisse.

## 2. Méthodologie

La méthodologie utilisée pour l'élaboration de ce diagnostic est basée sur l'utilisation d'un logiciel d'inventaire de GES et sur une collecte de données en relation avec un périmètre prédéfini, à savoir le territoire cantonal.

### 2.1. L'outil Bilan carbone®

L'inventaire des émissions de GES du territoire a été effectué à l'aide de la version 7.01 de l'outil Bilan Carbone® proposée par l'association bilan carbone (ABC). Ces outils informatiques (tableurs, utilitaires) et méthodologiques, développés initialement par l'ADEME, font actuellement référence en Europe. Cette méthodologie a déjà été utilisée par l'Etat de Genève en 2009 pour l'élaboration du Bilan carbone de l'Etat de Genève (approche patrimoine et services).

Cet outil permet de quantifier le niveau des émissions du territoire, de comprendre les composants de ces émissions et de les hiérarchiser selon différents postes d'émission. Cette hiérarchisation est l'étape indispensable à la construction d'un plan d'actions cohérent. Enfin, la répétition de cet exercice d'inventaire permettra de suivre l'évolution des émissions des différentes postes.

Destiné à accompagner des plans d'actions, un bilan carbone à l'échelle d'une commune, d'une ville ou d'un canton ne permet pas d'effectuer des comparaisons avec des inventaires nationaux de GES. En effet, les méthodologies et les périmètres diffèrent largement entre ces deux approches. Ainsi, des écarts importants apparaissent lors de la comparaison par exemple des résultats en tonnes de CO<sub>2</sub> par habitants.

### 2.2. Cadrage/périmètre

Au niveau de la collecte des données, un périmètre global a été choisi afin de refléter la véritable dépendance du territoire aux énergies fossiles.

Cette approche offre une vision plus large en prenant en compte, en plus des émissions directes et cadastrales, une partie des émissions indirectes, à savoir celles émises hors du territoire géographique considéré, mais nécessaires à satisfaire ses activités, son mode de vie. Il s'agit par exemple de prendre en compte les émissions de carbone dues à la production de l'électricité importée et consommée sur le territoire alors que les centrales de production sont situées hors du territoire.

De plus, en termes d'importance relative, les émissions indirectes atteignent souvent 50 % des émissions globales. Les ignorer reviendrait à « oublier » la moitié de notre dépendance aux énergies fossiles.

Par ailleurs, la mesure des émissions indirectes permet de mieux appréhender la sensibilité d'un territoire à la variation des prix des énergies fossiles sachant que 80 % des émissions sont dues à l'utilisation des combustibles fossiles. Avec cette approche, il est ainsi possible d'apprécier la dépendance énergétique et le degré d'exposition d'un territoire face à une augmentation des prix des énergies fossiles. Au-delà des aspects environnementaux, cette approche permet également d'anticiper les impacts socio-économiques (précarité énergétique des ménages, fragilité des industries, etc.) et leurs répercussions sur les budgets de l'Etat.

Enfin, dans la plupart des cas, la méthode retenue utilise des facteurs d'émission incluant l'amont des émissions de la combustion, c'est-à-dire celles dues à l'extraction du combustible, à son raffinage, et à son transport<sup>3</sup>.

C'est notamment le cas du facteur d'émission de l'électricité qui intègre les émissions indirectes et amont issues de l'approvisionnement de ce vecteur énergétique. Malgré la volonté du canton de Genève d'augmenter la production indigène d'électricité d'origine renouvelable (hydroélectricité, photovoltaïque, biomasse, géothermie)<sup>4</sup>, le potentiel de croissance reste incertain et limité dans les 10 à 40 ans à venir. Aujourd'hui, le canton de Genève importe les ¾ de l'électricité consommée sur son territoire. Il a donc été décidé d'opter pour le facteur d'émission du mix électrique suisse, soit 122 gCO<sub>2</sub>/kWh<sup>5</sup>, lequel est utilisé lorsque l'électricité « à la prise » est d'origine non spécifiée. Ce choix permet de refléter une vision à moyen terme plus européenne et réaliste de l'approvisionnement en électricité du canton.

Les puits de carbone<sup>6</sup> que représentent les forêts genevoises ne sont pas pris en compte dans le périmètre car, au regard des très faibles quantités concernées, l'effet des forêts genevoises sur le bilan carbone est considéré comme négligeable.

Les postes d'émission pris en compte par ce diagnostic initial sont les suivants :

- **Industries de l'énergie**<sup>7</sup> : Les activités des industries de l'énergie qui fournissent, à partir d'énergies dites primaires, des énergies dites finales.
- **Industrie** : Les émissions des procédés industriels et des émissions pour le chauffage et l'éclairage des industries.
- **Tertiaire** : Les émissions associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments à usage tertiaire.
- **Résidentiel** : Les émissions associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments à usage d'habitation.
- **Agriculture et pêche** : Les émissions liées aux activités agricoles et de pêche.
- **Fret** : Les émissions engendrées par le transport entrant et sortant des marchandises du territoire étudié, ainsi que le fret interne et le fret de transit traversant le territoire.
- **Déplacements de personnes** (transport individuel motorisé, transports publics) : Les émissions engendrées par les déplacements de personnes sur le territoire étudié, à partir de celui-ci ou à destination de celui-ci.

---

<sup>3</sup> A noter que les émissions amont et indirectes, prises en compte par l'outil Bilan carbone, se rapprochent du concept de l'énergie grise, à savoir la quantité d'énergie nécessaire au cycle de vie d'un matériau ou d'un produit : la production, l'extraction, la transformation, la fabrication, le transport, la mise en œuvre, l'utilisation, l'entretien puis pour finir le recyclage.

<sup>4</sup> Voir notamment la Loi cantonale sur l'énergie (LEn), le projet de conception cantonale de l'énergie et la mission des SIG.

<sup>5</sup> Selon l'étude «Treibhausgas-Emissionen der Schweizer Strommixe», ESU-Services 2012. Le FE de 122 gCO<sub>2</sub>/kWh a été retenu car il est le plus représentatif de la consommation finale d'électricité. Il a été calculé par EZU service à partir des statistiques de vente aux clients finaux, soit environ 36% hydraulique, 42% nucléaire, 3% fossile et 19% "non-traçable". Pour le non-traçable, une valeur de 462 gCO<sub>2</sub>e/kWh a été considérée laquelle inclut toute la chaîne d'acheminement. Les FE pour le fossile sont 883gCO<sub>2</sub>e pour le mazout, 636 gCO<sub>2</sub>e pour le gaz et 1'079 gCO<sub>2</sub>e pour le charbon. Suite à l'intégration de ces FE, une moyenne de 121.7geqCO<sub>2</sub> pour le mix des fournisseurs est obtenue.

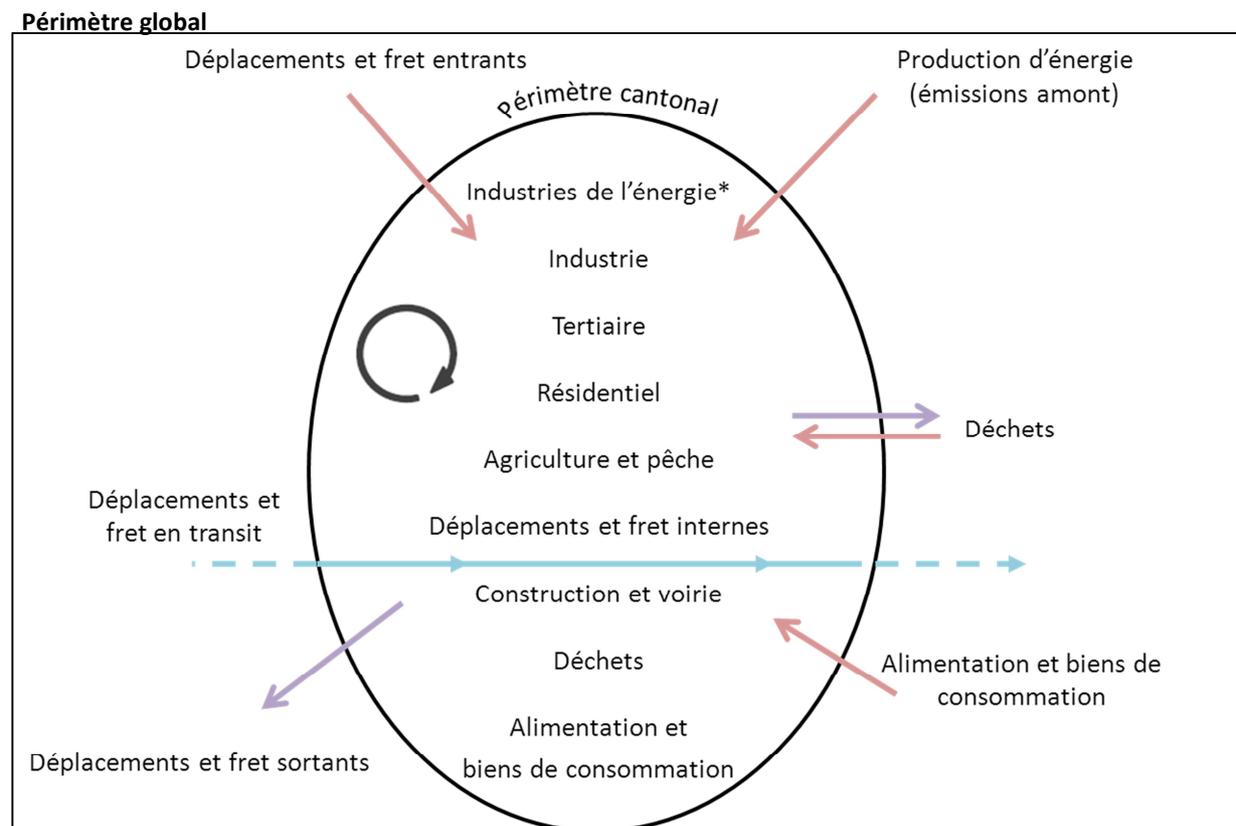
<sup>6</sup> Par puits de carbone, on entend tout phénomène qui contribue à stocker de manière durable du CO<sub>2</sub> (minimum un siècle) et à en réduire ainsi la concentration atmosphérique.

<sup>7</sup> Ce poste est renseigné à titre indicatif uniquement et n'est pas comptabilisé dans le résultat global (voir le chapitre 4.1).

- **Constructions et voirie** : Les émissions liées à l'activité de construction qui prend place sur le territoire.
- **Déchets** : Les émissions découlant du traitement de fin de vie des déchets produits par les personnes ou activités résidentes sur le territoire.
- **Alimentation et biens de consommation** : Les émissions liées à la consommation de matériaux, des biens et des produits alimentaires sur le territoire.

Chaque poste d'émission fait l'objet d'une définition détaillée au chapitre correspondant.

### Localisation des postes d'émissions par rapport au périmètre cantonal et au périmètre global (extérieur du canton)



\* Poste non comptabilisé dans le résultat global

### 2.3. Collecte des données

Les données utilisées pour réaliser le Bilan Carbone® du canton de Genève sont majoritairement issues des années comptables 2011-2012. Ces données ont été principalement fournies par :

- L'Office cantonal des statistiques (OCSTAT),
- Les Services Industriels de Genève (SIG),
- L'Office cantonal de l'énergie (OCEN),
- La Direction générale des transports (DGT),
- Le Service de géologie, sols et déchets (GESDEC),

- Les Transports Publics Genevois (TPG), l'Aéroport International de Genève (AIG), et les Chemins de fer fédéraux (CFF),
- L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC),
- L'Office fédéral des statistiques (OFS).

Les différentes sources des données sont systématiquement répertoriées dans un tableur et dans les tableaux de résultats des différents postes d'émission.

### **Précisions sur les données**

Les tableaux de résultats sont détaillés comme suit :

**Titre** : Il correspond à l'intitulé d'une ligne du tableur Excel.

**XY** : Il s'agit des coordonnées de la case du tableur Excel où a été renseignée la valeur de la donnée. La page comprenant cette case est relative au poste d'émission en cours.

**Valeur et unité** : La valeur de la donnée est toujours inscrite dans une unité prévue par le tableur.

**Source** : Le type de document source d'où provient chaque donnée est précisé.

**Incertitude** : Les données utilisées dans le Bilan Carbone® n'ont pas toutes le même degré de précision. Afin d'introduire une notion d'incertitude dans les résultats finaux, un degré d'incertitude est attribué à chaque donnée.

Parfois, des degrés d'incertitude élevés (20-30 %) sont attribués à des données. Cette marge d'erreur reste cependant acceptable dans la perspective d'un Bilan Carbone® visant des actions de réduction des GES. Des incertitudes sur les facteurs d'émission viennent s'ajouter aux incertitudes sur les données. Les incertitudes finales (données + facteurs d'émission) sont représentées par des barres verticales sur les histogrammes.

**Unité de mesure** : Dans ce rapport, les résultats sont exprimés en **tonnes équivalent CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>e)** et non en tonnes équivalent carbone (teqC), plus utilisé dans le domaine scientifique. Il faut savoir qu'il existe un rapport direct entre les deux unités : **1 teqC = 12/44 tCO<sub>2</sub>e**.

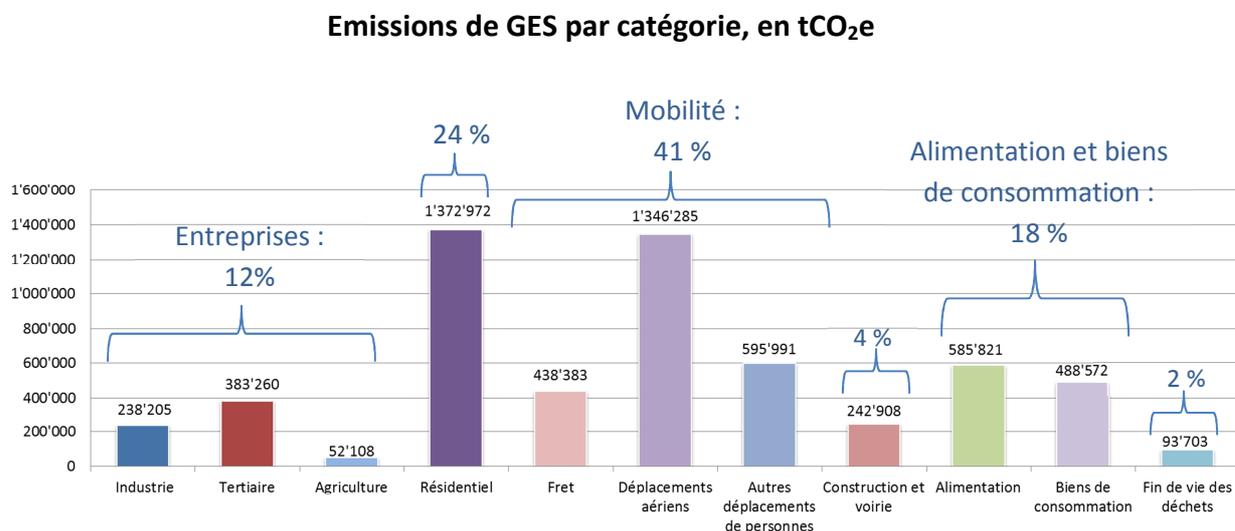
L'unité tonne équivalent CO<sub>2</sub> permet de rapporter tous les gaz à effet de serre au niveau du CO<sub>2</sub>. Par exemple, le méthane (CH<sub>4</sub>) a une valeur « gaz à effet de serre » 25 fois plus importante que le CO<sub>2</sub>.

**Facteur d'émission** : les facteurs d'émission utilisés sont généralement issus de bases de données reconnues (Base carbone (ADEME), Ecoinvent). Dans certains cas, des facteurs d'émission spécifiques à la réalité suisse ou genevoise ont été utilisés ou calculés.

### 3. Résultats globaux

Le total du Bilan carbone territorial du canton de Genève s'élève à 5'838'207 tCO<sub>2</sub>e<sup>8</sup>.

Le graphique ci-dessous propose un aperçu global des émissions de GES en tonnes équivalent de CO<sub>2</sub> réparties par catégorie.



La mobilité des personnes et le fret sont sans surprise responsables d'une grande partie des émissions de GES du canton (41%). Le transport aérien de personnes à lui seul compte pour 57 % des émissions de l'ensemble de cette mobilité. Ceci s'explique par le fait qu'une approche globale de comptabilisation des émissions liées aux transports aériens a été adoptée. Les émissions liées au trafic aérien doivent donc être considérées dans une optique régionale et il n'est pas possible d'imputer la totalité de ces émissions aux résidents du canton de Genève. Dès lors, le ratio d'émissions par habitant ne prend en compte que 22% des émissions totales du trafic aérien. Ce chiffre correspond au pourcentage de voyageurs résidant à Genève par rapport au nombre total de voyageurs à l'aéroport de Genève (comprenant également les résidents du canton de Vaud, d'autres cantons suisses, de l'Ain, de la Haute Savoie, etc.). Avec cette clé de répartition, chaque habitant du canton de Genève a émis 10.2 tCO<sub>2</sub>e en 2012.



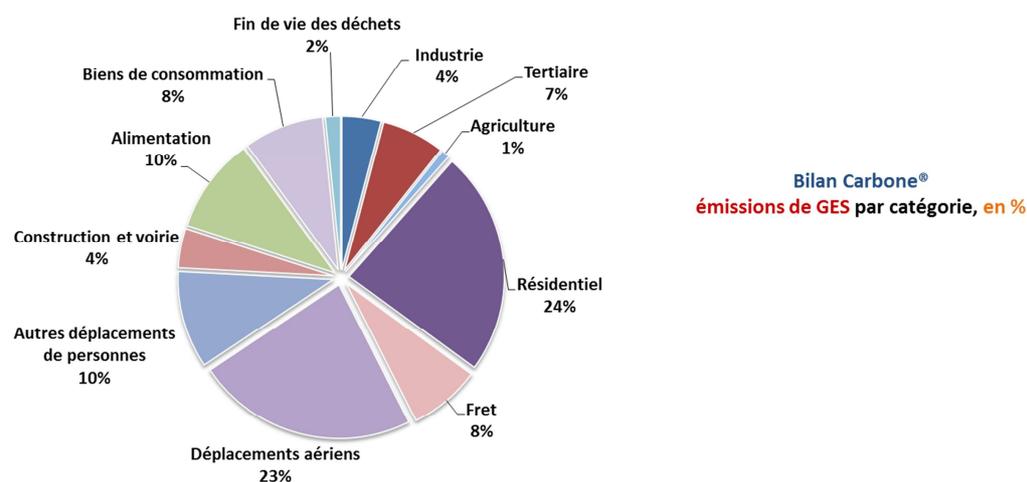
<sup>8</sup> Le rapport publié en mars 2011 par l'association noé21 « Plan Climat cantonal : 1 an après, où en est-on ? » était lui arrivé à un total de 3'394'709 tCO<sub>2</sub>e, équivalant à 7,4 tCO<sub>2</sub>e par habitant en 2009, soit près de 50% de moins que notre inventaire. Deux grandes différences entre ces deux démarches sont à relever : la première est que la démarche Bilan carbone utilisée prend en compte l'ensemble des émissions directes et indirectes issues des activités nécessaires aux modes de vie dans le canton. En revanche, l'approche noé21 se limite aux émissions directes des bâtiments, des transports, du trafic aérien, de l'électricité et de l'agriculture. La deuxième différence se trouve au niveau des combustibles : la partie « amont » n'est en effet pas considérée dans le rapport noé21. Les facteurs d'émission de noé21 se limitent aux émissions de la combustion, ce qui n'est pas le cas dans notre démarche Bilan carbone.

Le second poste le plus émissif est le poste « Résidentiel », à savoir principalement le chauffage des logements, qui est responsable d'un quart des émissions du canton (24%). A noter qu'une partie des émissions de l'UTVD des Cheneviers (équivalent à 3% du poste « Résidentiel ») ont été attribuées à ce poste en raison du réseau de chauffage à distance CADIOM.

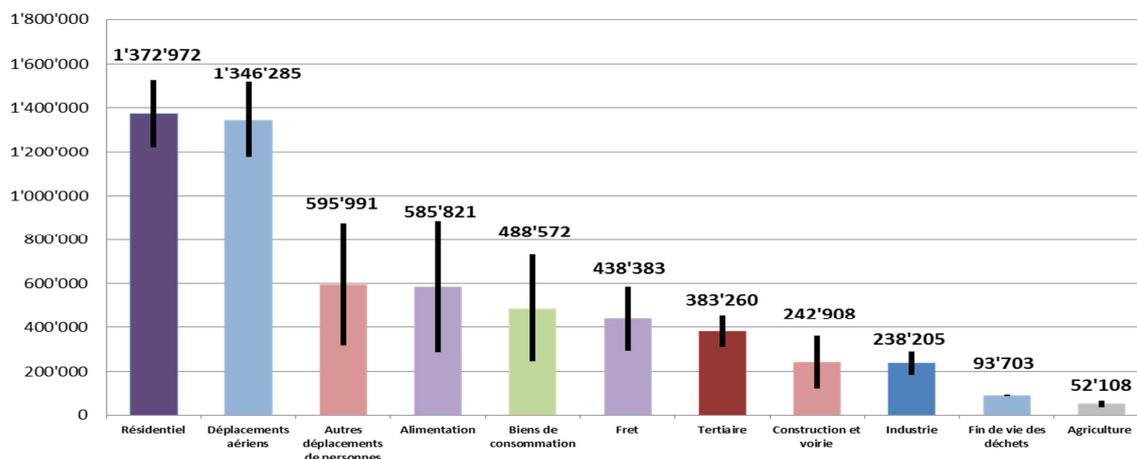
Le poste « Alimentation et biens de consommation » est lui responsable de 18% des émissions du canton, avec en premier lieu notre consommation alimentaire (55 % du poste et 10 % du total du Bilan carbone). L'ensemble de ce poste revêt toutefois de fortes incertitudes en raison des données lacunaires et des extrapolations méthodologiques. La consommation de biens manufacturés n'est en effet qu'en partie prise en compte et il est fort probable que les émissions totales dans ce domaine soient bien supérieures.

Avec 12 % du Bilan carbone, la responsabilité des entreprises en matière d'émissions de GES (postes "Industrie" "Tertiaire" et "Agriculture") est faible en comparaison du poste « Résidentiel » et ceux en lien avec la mobilité. Cependant, une partie des émissions sous contrôle des entreprises se retrouvent dans d'autres postes comme le fret, les déplacements de personnes, les déchets, l'alimentation et les biens de consommation.

Sans surprise, la gestion des déchets est très peu émissive (2 % du Bilan carbone total).



Emissions de GES et incertitudes par catégorie, en tCO<sub>2</sub>e



## 4. Postes d'émission

### 4.1. Industries de l'énergie

Le poste d'émission « Industries de l'énergie » est renseigné ici uniquement à titre d'information afin de connaître les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production d'énergie sur le territoire genevois. Ces données ne sont pas comptabilisées dans le résultat global pour éviter des doubles comptes. En effet, l'énergie produite sur le territoire genevois y est également consommée. A ce titre, elle est comptabilisée dans les postes d'émission « responsables » de sa consommation afin de privilégier un découpage permettant plus facilement la mise en place d'actions de réduction.

On entend par « Industries de l'énergie » les activités des industries de l'énergie qui fournissent, à partir d'énergies dites primaires (c'est-à-dire disponibles dans la nature), des énergies dites finales (c'est-à-dire susceptibles d'être utilisées telles quelles par un utilisateur final, situé hors du périmètre du producteur).

À Genève, seuls 25% de l'électricité consommée sont produits localement. Cette électricité indigène provient de différents barrages (Verbois, Chancy-Pougny, Seujet, Vessy), d'installations photovoltaïques et d'usines de traitement des déchets (Cheneviers, Site de Châtillon et Biogaz Mandement). Cette production locale d'électricité correspond à environ 6 % de l'énergie finale consommée à Genève.

Le reste de l'énergie (électricité, gaz, mazout) est importé. Une partie du gaz importé est directement transformée en énergie thermique pour le CAD à l'usine à gaz du Lignon.

Les données relatives à l'énergie produite sur le canton de Genève ont été obtenues en majorité auprès des SIG, ainsi qu'auprès de l'OCEN et de la société Biogaz Mandement.

#### Données

| Production d'électricité et de chaleur à partir de sources renouvelables      |     |        |       |                  |             |
|---|-----|--------|-------|------------------|-------------|
| Titre   | XY  | Valeur | Unité | Source           | Incertitude |
| Electricité hydraulique (SIG, Chancy-Pougny)                                  | F41 | 738    | GWh   | SIG              | 0%          |
| Biomasse (Châtillon, SIG)   | F38 | 0.24   | GWh   | SIG              | 0%          |
| Biomasse (Biogaz-Mandement, Millo-Zeller)                                     | F39 | 1.8    | GWh   | Biogaz Mandement | 10%         |
| Solaire PV (SIG)  | F42 | 8.6    | GWh   | SIG              | 0%          |
| Solaire PV (producteurs privés)   | F43 | 13.4   | GWh   | SIG              | 0%          |
| Energie solaire thermique   | F40 | 18.5   | GWh   | OCEN / maneco    | 20%         |
| Genève Lac Nations (GLN)  | F44 | 3.5    | GWh   | SIG              | 30%         |
| Production d'énergie thermique (CADIOM, SIG – part renouvelable) <sup>9</sup> | I14 | 105    | GWh   | SIG              | 15%         |
| Electricité thermique (Cheneviers – part renouvelable)                        | I15 | 57     | GWh   | SIG              | 0%          |

<sup>9</sup> Selon l'association suisse des exploitants d'installations de traitement des déchets (ASED), 52% de l'énergie issue de l'incinération des déchets est considérée comme d'origine renouvelable.

Seule l'énergie produite à partir des installations photovoltaïques (solaire PV) entraîne des émissions de CO<sub>2</sub>. Les autres énergies renouvelables (biomasse, solaire thermique, hydroélectrique, géothermie ou GLN) sont considérées par la méthode comme négligeables.

| Production d'électricité à partir de sources non renouvelables |     |        |       |        |             |
|--|-----|--------|-------|--------|-------------|
| Titre  | XY  | Valeur | Unité | Source | Incertitude |
| Electricité thermique (Cheneviers – part fossile)              | I15 | 53     | GWh   | SIG    | 0%          |

| Production de chaleur à partir de sources non renouvelables               |     |        |       |        |             |
|---|-----|--------|-------|--------|-------------|
| Titre   | XY  | Valeur | Unité | Source | Incertitude |
| Production d'énergie thermique CAD (SIG)                                  | I13 | 283    | GWh   | SIG    | 0%          |
| Production d'énergie thermique (CADIOM, SIG – part fossile) <sup>10</sup> | I14 | 97     | GWh   | SIG    | 15%         |

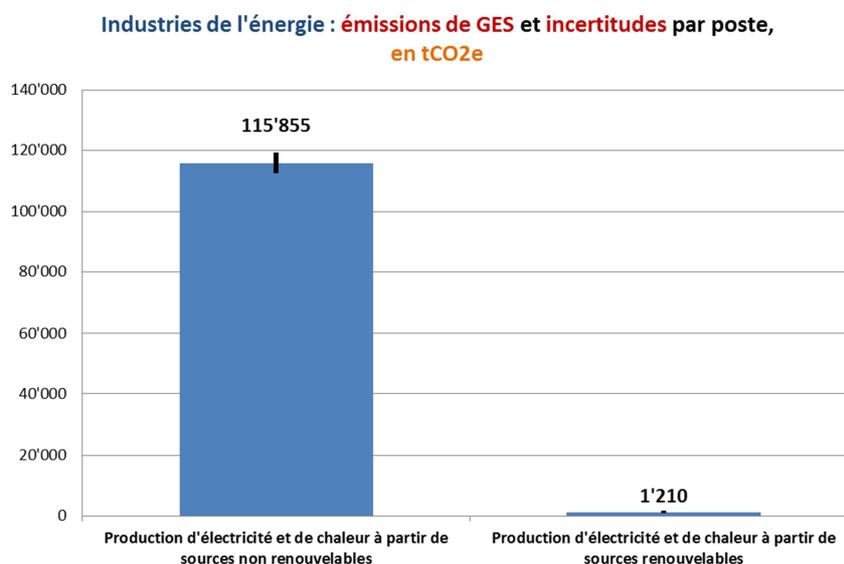
Le tableau ci-dessous signale la distribution des énergies produites dans les différents postes d'émission.

| Répartition de l'énergie produite à Genève dans les différents postes d'émission |  |           |             |                      |
|--|--|-----------|-------------|----------------------|
|  | Procédés industriels   | Tertiaire | Résidentiel | Agriculture et pêche |
| Électricité hydraulique  | X  | X         | X           | X                    |
| Biomasse (Châtillon)   | X  | X         | X           | X                    |
| Biomasse (Biogaz-Mandement)  |  |           |             | X                    |
| Solaire photovoltaïque   | X  | X         | X           | X                    |
| Solaire thermique  | X  | X         | X           | X                    |
| Électricité thermique  | Électricité non consommée sur le territoire genevois à l'exception de la consommation interne de l'UVTD des Cheneviers |           |             |                      |
| CAD  |  |           | X           |                      |
| CADIOM   | X  | X         | X           |                      |

<sup>10</sup> Selon l'association suisse des exploitants d'installations de traitement des déchets (ASED), 48% de l'énergie issue de l'incinération des déchets est considérée comme d'origine fossile.

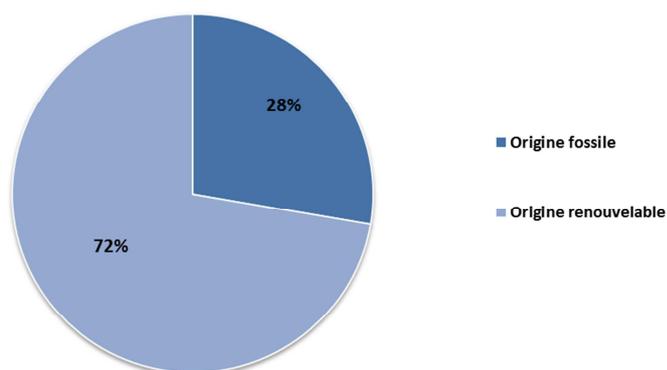
## Résultats

Avec un total de 117'065 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission « Industries de l'énergie » correspond à environ 2 % du total du Bilan carbone du canton. Cette comparaison est théorique puisque les émissions issues des industries de l'énergie se retrouvent dans les autres postes d'émission.



En termes d'émissions, la production d'énergie à Genève à partir du gaz et des déchets<sup>11</sup> entraîne environ 95 fois plus d'émissions de CO<sub>2</sub> que la production d'énergie à partir de sources renouvelables. Pourtant la part de l'énergie produite à partir de sources fossiles (gaz et déchets), est environ 2.5 fois moins élevée que celle produite à partir de sources renouvelables, principalement de la grande hydraulique.

**Industrie de l'énergie : production énergétique par source d'énergie, en %**



<sup>11</sup> Une partie des déchets incinérés est considérée comme d'origine fossile.

## 4.2. Industrie

Ce chapitre concerne les émissions des installations industrielles (autres que celles dédiées à la production d'énergie vues au chapitre précédent), qu'il s'agisse de ce qui provient de la combustion ou de ce qui provient d'autres réactions chimiques ou physiques.

A Genève, 4'208 entreprises appartiennent au secteur secondaire (recensement fédéral 2011). Elles consomment des combustibles et de l'électricité pour leurs procédés industriels, le chauffage, la production d'eau chaude et l'éclairage.

### Données

| Comptabilisation directe de combustibles             |     |        |       |                     |             |
|--|-----|--------|-------|---------------------|-------------|
| Titre  | XY  | Valeur | Unité | Source              | Incertitude |
| Consommation de mazout                               | I13 | 104    | GWh   | OCSTAT              | 15%         |
| Consommation de gaz                                  | I14 | 118    | GWh   | SIG/OCSTAT          | 0%          |
| Pertes de gaz  | I15 | 0.5    | GWh   | SIG/OCSTAT          | 5%          |
| Consommation de gaz du CERN (gaz français)           | I16 | 9      | GWh   | CERN                | 0%          |
| Consommation de gaz du CERN (gaz suisse)             | I20 | 64     | GWh   | CERN                | 0%          |
| Consommation d'énergie thermique CADIOM              | I17 | 9      | GWh   | UVTD des Cheneviers | 5%          |
| Consommation interne de chaleur de l'UVTD Cheneviers | I18 | 25     | GWh   | UVTD des Cheneviers | 5%          |

Les émissions de CADIOM ont été calculées en prenant uniquement la part de carbone d'origine fossile présente dans les incinérables (48%), laquelle est définie par la Confédération. Selon les exploitants, 4.5% de la chaleur fournie par CADIOM est consommée par les bâtiments industriels.

Si la consommation totale de mazout est connue pour le canton, il n'est pas possible de connaître avec précision la part consommée par l'industrie. Cette consommation de mazout spécifique au secteur secondaire a été estimée en faisant l'hypothèse que celle-ci est de proportion égale à la consommation de gaz pour l'industrie, laquelle correspond à 4.5% de la consommation de gaz du canton (SIG/OCSTAT).

| Consommation d'électricité                              |     |        |       |                      |             |
|---|-----|--------|-------|----------------------|-------------|
| Titre   | XY  | Valeur | Unité | Source               | Incertitude |
| Consommation d'électricité du secteur secondaire        | F83 | 349.5  | GWh   | SIG                  | 5%          |
| Consommation d'électricité du CERN (EDF)                | F89 | 1'259  | GWh   | CERN                 | 0%          |
| Consommation interne d'électricité de l'UVTD Cheneviers | F84 | 26     | GWh   | UVTD des Cheneviers  | 5%          |
| Photovoltaïque  | F85 | 7      | GWh   | SIG/Biogaz mandement | 0%          |

| Gaz de Kyoto hors énergie |      |        |       |              |             |
|---------------------------|------|--------|-------|--------------|-------------|
| Titre                     | XY   | Valeur | Unité | Source       | Incertitude |
| Froid industriel (R407c)  | F134 | 23.75  | t/an  | Unige / OCEN | 50%         |

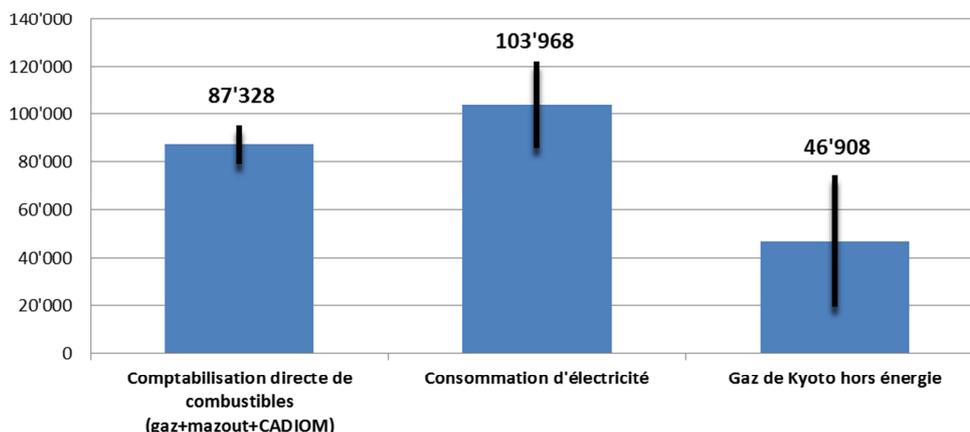
Les émissions de gaz autres que le CO<sub>2</sub> correspondent aux émissions dues aux fuites de fluides frigorigènes issus de la production de froid industriel. Ces données ont été estimées sur la base d'une étude sur les enjeux de la climatisation dans le canton de Genève réalisée par l'université de Genève<sup>12</sup> en collaboration avec les SIG et qui recense le nombre de climatisations autorisées depuis 1980 ainsi que la puissance frigorifique associée. Selon des informations recueillies auprès d'entreprises de climatisation, le gaz le plus fréquemment utilisé pour le froid industriel est le R407c. Le facteur d'émission de ce dernier gaz a donc été choisi comme référence pour le calcul.

Selon l'étude mentionnée ci-dessus, le nombre d'installations clandestines dépasse 50%. Les données ont donc été augmentées de cette même proportion. Logiquement, une forte incertitude est retenue pour ce sous-poste d'émission.

## Résultats

Avec un total de 238'205 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Industrie" correspond à environ 4 % du total du Bilan carbone du canton.

Industrie : émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2</sub>e



Pour information, selon les données cadastrales extraites de CADERO (cadastre romand des émissions de polluants atmosphériques), les émissions engendrées par l'industrie sont de 13'900 tCO<sub>2</sub>e, soit plus de 15 fois inférieures aux résultats obtenus ci-dessus. Une partie de cette différence peut s'expliquer par le fait que les données cadastrales ne prennent pas en compte les émissions indirectes (raffinerie, transport). De plus, la vocation première de CADERO concerne les polluants et non les gaz à effet de serre. Ceci implique que certains domaines comportent, pour le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub>, des lacunes importantes. Enfin, le domaine industriel n'est que très partiellement couvert, les déclarations de CO<sub>2</sub> des entreprises étant à ce stade rarement fournies.

<sup>12</sup>HOLLMULLER Pierre, HUNZIKER Stefan, LACHAL Bernard, *Enjeux de la climatisation au niveau genevois et tour d'horizon de possibles alternatives*, Institut Forel / Institut des Science de l'Environnement, juin 2011

### 4.3. Tertiaire

Les émissions prises en compte dans ce poste sont celles associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments destinés aux activités tertiaires (hors procédés industriels), comprenant notamment le chauffage, la production d'eau chaude, l'utilisation de l'électricité, et les émissions non énergétiques (essentiellement fuites de circuits de climatisation).

Sur les 36'417 entreprises recensées en 2011 à Genève, 31'791 appartiennent au secteur tertiaire.

#### Données

| Comptabilisation directe de combustibles |     |        |       |                     |             |
|--|-----|--------|-------|---------------------|-------------|
| Titre                                    | XY  | Valeur | Unité | Source              | Incertitude |
| Consommation de mazout                   | I13 | 238    | GWh   | SIG / OCSTAT        | 15%         |
| Consommation de gaz                      | I14 | 270    | GWh   | SIG / OCSTAT        | 0%          |
| Pertes de gaz                            | I15 | 1.22   | GWh   | SIG / OCSTAT        | 5%          |
| Consommation d'énergie thermique CADIOM  | I16 | 9      | GWh   | UVTD des Cheneviers | 5%          |

Les émissions de CADIOM ont été calculées en prenant uniquement la part de carbone d'origine fossile présente dans les incinérables (48%), laquelle est définie par la Confédération. Selon les exploitants, 4.5% de la chaleur fournie par CADIOM est consommée par les entreprises du secteur tertiaires.

Si la consommation totale de mazout est connue pour le canton, il n'est pas possible de connaître avec précision la part consommée par le secteur tertiaire. Cette consommation de mazout a été estimée en faisant l'hypothèse que celle-ci est de proportion égale à la consommation de gaz pour le secteur tertiaire, laquelle correspond à 10.3% de la consommation de gaz du canton (SIG/OCSTAT).

| Consommation d'électricité                      |      |        |       |                      |             |
|---|------|--------|-------|----------------------|-------------|
| Titre   | XY   | Valeur | Unité | Source               | Incertitude |
| Consommation d'électricité du secteur tertiaire | F130 | 1'789  | GWh   | SIG                  | 5%          |
| Photovoltaïque                                  | F131 | 7      | GWh   | SIG/Biogaz mandement | 0%          |

| Gaz de Kyoto hors énergie   |      |        |       |              |             |
|-----------------------------|------|--------|-------|--------------|-------------|
| Titre                       | XY   | Valeur | Unité | Source       | Incertitude |
| Froid climatisation (R410a) | F153 | 12     | t/an  | Unige / OCEN | 50%         |

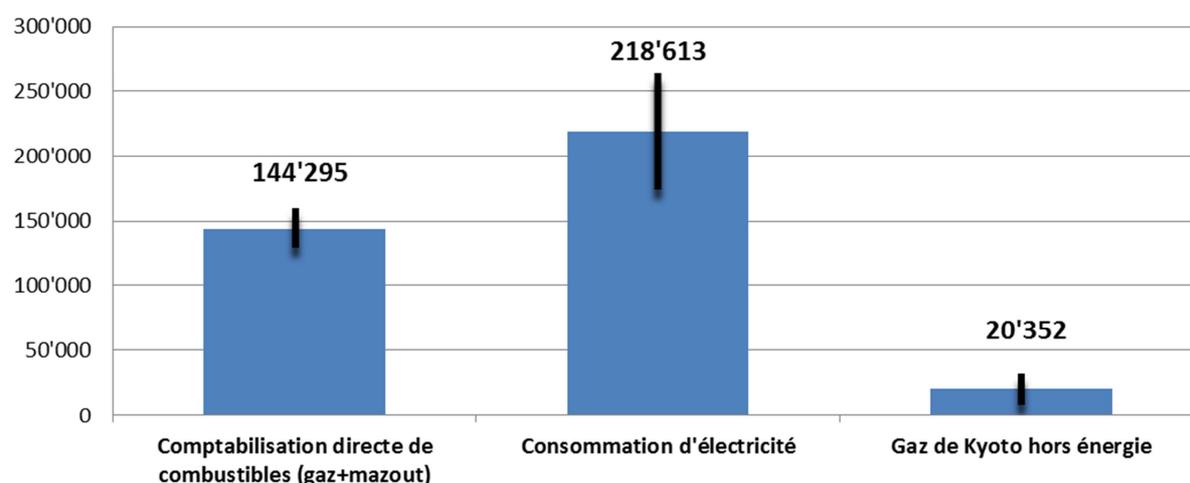
Les émissions de gaz autres que le CO<sub>2</sub> correspondent aux émissions dues aux fuites de fluides frigorigènes issus de la climatisation. Ces données ont été estimées sur la base d'une étude sur les enjeux de la climatisation dans le canton de Genève réalisée par l'université de Genève en collaboration avec les SIG et qui recense le nombre de climatisations autorisées depuis 1980 ainsi que la puissance frigorifique associée. Selon des informations recueillies auprès d'entreprises de climatisation, le gaz le plus fréquemment utilisé pour la climatisation de confort est le R410a. Le facteur d'émission de ce dernier gaz a donc été choisi comme référence pour le calcul.

Selon l'étude mentionnée ci-dessus, le nombre d'installations clandestines dépasse 50%. Les données ont donc été augmentées de cette même proportion. Logiquement, une forte incertitude est retenue pour ce sous-poste d'émission.

## Résultats

Avec un total de 383'260 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Tertiaire" correspond à environ 7 % du total du Bilan carbone du canton.

### Tertiaire: émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2</sub>e



## 4.4. Résidentiel

Ce chapitre permet d'évaluer la prise en compte des émissions associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments à usage d'habitation. Les sous-postes pris en compte sont le chauffage, la production d'eau chaude et l'utilisation de l'électricité.

### Données

| Comptabilisation directe de combustibles |     |        |       |              |             |
|--|-----|--------|-------|--------------|-------------|
| Titre                                    | XY  | Valeur | Unité | Source       | Incertitude |
| Consommation de mazout                   | I13 | 1'949  | GWh   | SIG / OCSTAT | 15%         |
| Consommation de gaz                      | I14 | 2'205  | GWh   | SIG / OCSTAT | 0%          |
| Pertes de gaz                            | I15 | 9.96   | GWh   | SIG / OCSTAT | 5%          |
| Consommation d'énergie thermique CAD     | I16 | 283    | GWh   | SIG          | 0%          |

Si la consommation totale de mazout est connue pour le canton, il n'est pas possible de connaître avec précision la part consommée par les ménages. Cette consommation de mazout spécifique aux ménages a été estimée en faisant l'hypothèse que celle-ci est de proportion égale à la consommation de gaz pour le résidentiel, laquelle correspond à 84.4% de la consommation de gaz du canton (SIG/OCSTAT).

| Consommation d'électricité et chauffage |      |        |       |                      |             |
|---|------|--------|-------|----------------------|-------------|
| Titre                                   | XY   | Valeur | Unité | Source               | Incertitude |
| Consommation d'électricité              | F160 | 806    | GWh   | SIG / OCSTAT         | 0%          |
| Photovoltaïque                          | F161 | 7      | GWh   | SIG/Biogaz mandement | 0%          |
| Consommation d'énergie thermique CADIOM | F161 | 184    | GWh   | SIG                  | 5%          |

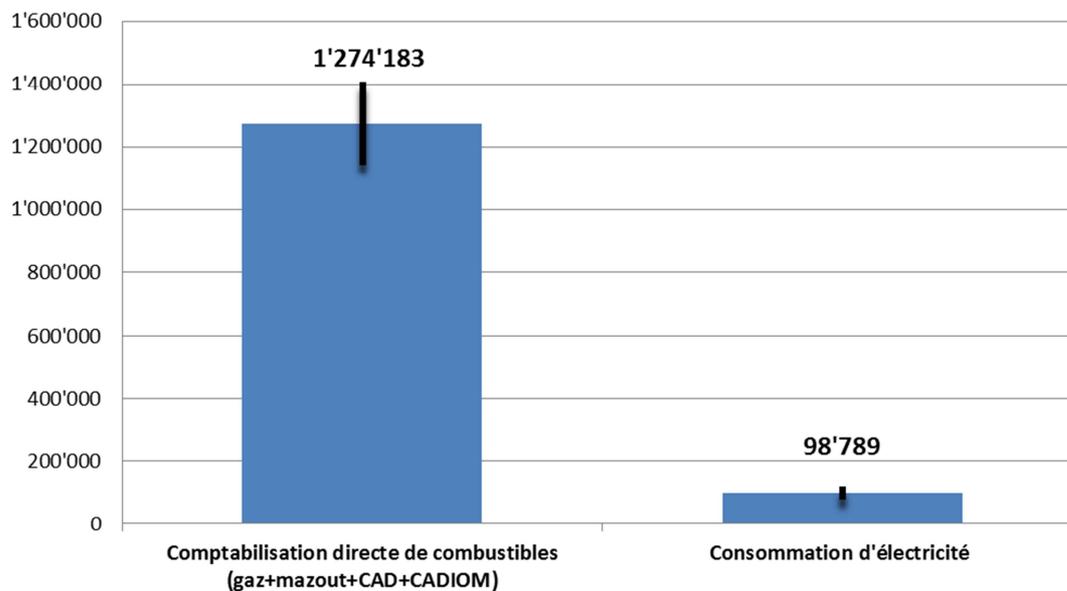
Les émissions de CADIOM ont été calculées en prenant uniquement la part de carbone d'origine fossile présente dans les incinérables (48%), laquelle est définie par la Confédération. Selon les exploitants, 91% de la chaleur fournie par CADIOM est consommée par les ménages.

Les émissions dues aux fuites de fluides frigorigènes issus de la climatisation ne sont pas prises en compte dans ce poste. En effet, les installations de climatisation fixes n'étant pas autorisées au niveau résidentiel, il s'agit donc uniquement d'installations clandestines pour lesquelles il n'existe aucune donnée fiable.

## Résultats

Avec un total de 1'372'972 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Résidentiel" correspond à environ 24 % du total du Bilan carbone du canton. Il s'agit du second poste le plus émissif, après les déplacements de personnes.

### Résidentiel : émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2</sub>e



## 4.5. Agriculture et pêche

Ce chapitre prend en compte les émissions liées aux activités agricoles et de pêche : consommation de combustibles et d'électricité, émissions de méthane liées à l'élevage, émissions de protoxyde d'azote liées à l'épandage des engrais, fabrication des intrants et des engins mécaniques (p. ex. tracteurs).

En 2012, la surface agricole utile (SAU) exploitée par des agriculteurs domiciliés dans le canton de Genève s'élève à 10'085 hectares (36 % du territoire cantonal) et à 1'181 hectares cultivés sur France. Soit une SAU totale de 11'266 hectares. Seule la SAU sur territoire suisse est prise en compte dans le bilan carbone.

### Données

| Emissions de CO <sub>2</sub> liées à l'usage de l'énergie – Combustibles fossiles |     |        |       |                                   |             |
|---|-----|--------|-------|-----------------------------------|-------------|
| Titre   | XY  | Valeur | Unité | Source                            | Incertitude |
| Consommation de mazout  | I14 | 17     | GWh   | Office cantonal de la statistique | 15%         |
| Consommation de gaz   | I15 | 19     | GWh   | Office cantonal de la statistique | 0%          |
| Pertes de gaz   | I16 | 0.085  | GWh   | Office cantonal de la statistique | 5%          |

| Emissions de CO <sub>2</sub> liées à l'usage de l'énergie – Engins agricoles (estimation par les surfaces cultivées) |     |        |          |                                  |             |
|--|-----|--------|----------|----------------------------------|-------------|
| Titre  | XY  | Valeur | Unité    | Source                           | Incertitude |
| Surface agricole utile (SAU)   | I37 | 10'085 | hectares | Office fédéral de la statistique | 0%          |

A partir des surfaces cultivées (SAU), le tableur estime les émissions de GES :

- Liées à la fabrication des engins agricoles et à la consommation de carburants;
- Liées aux émissions de N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote) dues à l'épandage des engrais : les facteurs d'émission issus de la méthodologie française ont été modifiés afin de représenter la réalité en Suisse (voir tableau ci-dessous) ;
- Liées à la fabrication des engrais et des produits phytosanitaires pharmaceutiques (PPP).

| Emissions de N <sub>2</sub> O des engrais et PPP |  |                   |             |
|--|--|-------------------|-------------|
| Titre  | Moyenne française<br>Source : ADEME France | Moyenne genevoise | Incertitude |
| Epandage d'engrais : Unité d'azote à l'hectare   | 100  | 90                | 20%         |

La quantité d'engrais épandus à l'hectare en Suisse étant légèrement plus faible qu'en France, il a été estimé que la moyenne genevoise des unités de N<sub>2</sub>O épandues à l'hectare représentait 90% de la moyenne des cultures françaises.

| Consommation d'électricité                     |      |        |       |              |             |
|--|------|--------|-------|--------------|-------------|
| Titre  | XY   | Valeur | Unité | Source       | Incertitude |
| Consommation d'électricité du secteur primaire | F136 | 9      | GWh   | SIG / OCSTAT | 5%          |

| Serres chauffées                     |     |         |                |                            |             |
|--------------------------------------|-----|---------|----------------|----------------------------|-------------|
| Titre                                | XY  | Valeur  | Unité          | Source                     | Incertitude |
| Serres chauffées au gaz ou au mazout | F70 | 230'000 | m <sup>2</sup> | Office technique maraicher | 10%         |

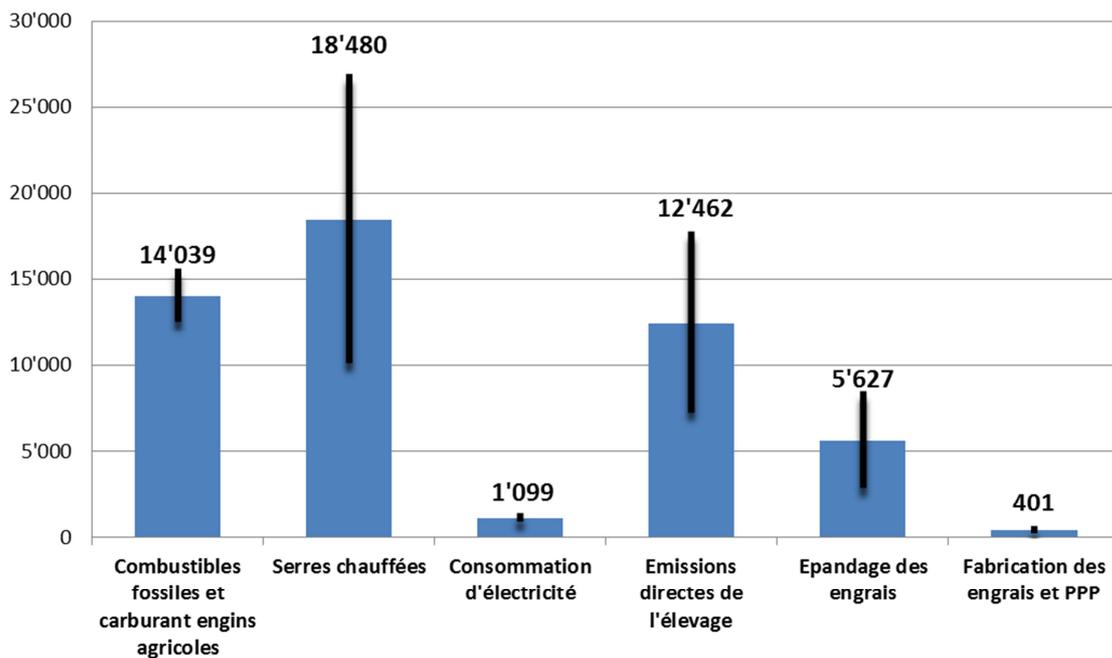
| Emissions de l'élevage  |      |        |              |        |             |
|-------------------------|------|--------|--------------|--------|-------------|
| Titre                   | XY   | Valeur | Unité        | Source | Incertitude |
| Vaches laitières        | H170 | 335    | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Autres vaches           | H171 | 598    | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Bovins < 1 an           | H172 | 1'632  | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Équidés                 | H173 | 2'040  | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Ovins                   | H174 | 2'104  | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Caprins                 | H175 | 302    | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Porcins                 | H176 | 1'339  | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Poules, poulets, dindes | H177 | 8'456  | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Divers volailles        | H178 | 967    | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Bisons                  | H179 | 105    | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Lapins                  | H180 | 473    | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Daims, cerfs, wapitis   | H181 | 45     | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |
| Lamas et alpagas        | H182 | 32     | Nb d'animaux | DGA    | 5%          |

Les consommations énergétiques pour les activités de pêche ne sont pas prises en compte car ce secteur est négligeable du point de vue des émissions de GES.

## Résultats

Avec un total de 52'108 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Agriculture et pêche" correspond à 1 % du total du Bilan carbone du canton.

**Agriculture et pêche : émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2</sub>e**



## 4.6. Fret

Ce poste prend en compte les émissions engendrées par le transport des marchandises, soit :

- Les émissions provenant des transports dits internes, c'est-à-dire avec un point de départ et un point d'arrivée à l'intérieur du territoire.
- Les émissions provenant du trafic de transit, c'est-à-dire avec un point de départ et un point d'arrivée à l'extérieur du territoire.
- Les émissions provenant du trafic sortant, c'est-à-dire avec un point de départ à l'intérieur du territoire et un point d'arrivée à l'extérieur.
- Les émissions provenant du trafic entrant, c'est-à-dire avec un point de départ à l'extérieur du territoire et un point d'arrivée à l'intérieur du territoire étudié.

### Données

| Fret routier interne |     |             |              |                            |             |
|----------------------|-----|-------------|--------------|----------------------------|-------------|
| Titre                | XY  | Valeur      | Unité        | Source                     | Incertitude |
| Véhicules 3,5 tonnes | N60 | 324'240'000 | Véhicules.km | Planzer/Poste /Migros/coop | 20%         |

Le fret routier interne a été estimé à partir du nombre de voitures de livraison circulant dans le canton de Genève (source OCSTAT). Le nombre de kilomètres parcourus annuellement par ces véhicules a été estimé à 20'000 km, à partir des informations fournies par différentes entreprises de transport (Planzer, la Poste, Migros, Coop).

| Fret routier de transit |      |         |       |                             |             |
|-------------------------|------|---------|-------|-----------------------------|-------------|
| Titre                   | XY   | Valeur  | Unité | Source                      | Incertitude |
| Véhicules 19-21 tonnes  | N129 | 367'960 | t.km  | Étude Grand Genève / Sofies | 20%         |

Les émissions liées au fret routier de transit ont été calculées sur la base du tonnage de marchandises transportées et du nombre de kilomètres parcourus par les véhicules en transit sur le territoire uniquement (les distances parcourues avant et après la frontière ne sont pas prises en compte).

Le tonnage de marchandises en transit par le canton de Genève n'est connu que pour l'année 2006. Par défaut, on suppose donc que cette donnée est restée constante entre 2006 et 2012. La distance moyenne parcourue sur le territoire genevois par les véhicules en transit a été estimée à 20 km (estimation distance Versoix-Bardonnex).

| Fret entrant             |      |             |       |        |             |
|--------------------------|------|-------------|-------|--------|-------------|
| Titre                    | XY   | Valeur      | Unité | Source | Incertitude |
| Fret routier entrant     | N180 | 250'651'682 | t.km  | OCSTAT | 10%         |
| Fret aérien entrant      | F248 | 17'566'323  | t.km  | OCSTAT | 10%         |
| Fret ferroviaire entrant | F260 | 35'127'065  | t.km  | OCSTAT | 10%         |
| Fret fluvial entrant     | F294 | 2'663'097   | t.km  | OCSTAT | 10%         |

Les distances moyennes parcourues par 1 tonne de fret importée selon les différents moyens de transport ne sont connues que pour l'année 2006. On suppose donc que ces distances n'ont pas changé entre 2006 et 2012.

| Fret sortant             |      |             |       |        |             |
|--------------------------|------|-------------|-------|--------|-------------|
| Titre                    | XY   | Valeur      | Unité | Source | Incertitude |
| Fret routier sortant     | N347 | 169'706'261 | t.km  | OCSTAT | 10%         |
| Fret aérien sortant      | F415 | 140'530'585 | t.km  | OCSTAT | 10%         |
| Fret ferroviaire sortant | F427 | 10'481'463  | t.km  | OCSTAT | 10%         |
| Fret fluvial sortant     | F474 | 429'532     | t.km  | OCSTAT | 10%         |

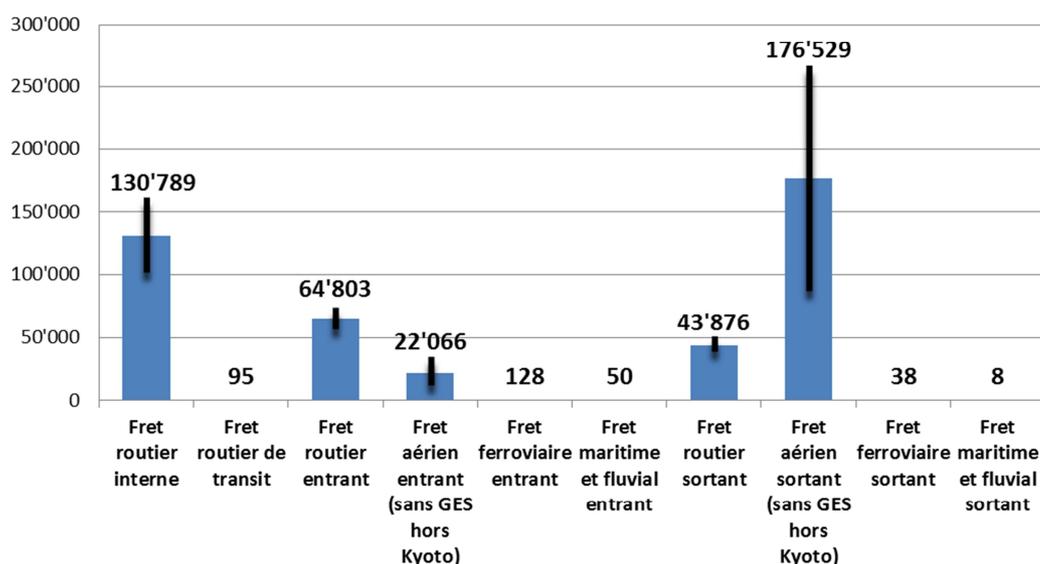
Les distances moyennes parcourues par 1 tonne de fret exportée selon les différents moyens de transport ne sont connues que pour l'année 2006. On suppose donc que ces distances n'ont pas changé entre 2006 et 2012.

En ce qui concerne le fret aérien (entrant et sortant), notre méthode de calcul n'inclut pas les GES hors Kyoto (essentiellement la vapeur d'eau) en raison des doutes scientifiques de leur impact sur l'effet de serre. En effet, certains affirment que l'impact réchauffant de traînées de condensation dans le sillage des avions est minime, d'autres estiment au contraire qu'il est très fort.

## Résultats

Avec un total de 438'383 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Fret" correspond à environ 8 % du total du Bilan carbone du canton. Le fret aérien compte pour environ 60 % des émissions du poste. À noter qu'en termes d'importance économique, le fret aérien dépasse largement le périmètre cantonal. En effet, en raison de la dimension internationale de l'Aéroport de Genève, les marchandises transportées par avion ne proviennent pas uniquement du canton de Genève, mais de toute la région. Ces émissions sont donc à mettre en perspective avec la valeur ajoutée que représente l'Aéroport au niveau régional.

### Fret: émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2</sub>e



## 4.7. Déplacements de personnes

Ce poste correspond aux émissions engendrées par les déplacements de personnes sur le territoire étudié, à partir de celui-ci ou à destination de celui-ci, soit :

- les déplacements des résidents en voiture, 2 roues, bus, train, bateau et avion.
- les déplacements des visiteurs en voiture, 2 roues, bus, train, bateau et avion.
- les déplacements de personnes en transit (seulement routier).

### Données

#### 4.7.1. Déplacements routiers

| Transit routier de personnes |     |            |              |   |             |
|------------------------------|-----|------------|--------------|---|-------------|
| Titre                        | XY  | Valeur     | Unité        | Source  | Incertitude |
| Zone extra-urbaine           | F60 | 87'587'500 | Véhicules.km | CRFG, Enquête sur les déplacements à la frontière | 20%         |

Selon l'enquête sur les flux de déplacements à la frontière réalisée en 2011 par le comité régional franco-genevois, 6% des personnes entrant quotidiennement sur le territoire genevois ne font que transiter vers la France et 3% des personnes transitent vers d'autres cantons suisses. Cela correspond à un total de 21'560 personnes qui transitent quotidiennement par le canton de Genève. Sachant que le taux d'occupation des véhicules est de 1.28, il a été estimé que ces 21'560 personnes représentent 16'844 véhicules.

La distance moyenne effectuée par ces véhicules en transit a été estimée à 20 km, ce qui correspond au trajet Bardonnex-Versoix. Le calcul a été effectué sur 260 jours car l'enquête sur les flux de déplacements à la frontière n'a été menée que durant les jours ouvrables, soit du lundi au vendredi. Au total, ce sont environ 87'587'500 km qui sont parcourus annuellement dans le canton de Genève par les véhicules en transit.

| Déplacements des pendulaires                      |      |               |              |   |             |
|---|------|---------------|--------------|---|-------------|
| Titre   | XY   | Valeur        | Unité        | Source  | Incertitude |
| Déplacements des pendulaires en voiture (essence) | F85  | 1'060'645'625 | Véhicules.km | CRFG, Enquête sur les flux de déplacements à la frontière | 10%         |
| Déplacements des pendulaires en voiture (diesel)  | F95  | 265'161'406   | Véhicules.km | CRFG, Enquête sur les flux de déplacements à la frontière | 10%         |
| Déplacements des pendulaires en train             | F224 | 737'828'000   | Passagers.km | CRFG, Enquête sur les flux de déplacements à la frontière | 10%         |

Les déplacements en voiture liés aux pendulaires ont été calculés sur la base du nombre de personnes entrant par jour ouvrable aux frontières du canton de Genève (232'110 personnes) auquel

a été retranché le nombre de personnes en transit (21'560 personnes) afin d'éviter un double compte. Avec un taux d'occupation des véhicules de 1.28, il a été estimé que ces 210'550 personnes représentent 164'492 véhicules. Le parc de véhicules a été estimé selon la même répartition que celui des résidents (80% de véhicules à essence, 20% de véhicules diesel).

Chaque voiture entrant dans le canton de Genève parcourt en moyenne 31 km de son point de départ à son point d'arrivée (en moyenne 24 km sont parcourus avant la frontière et 7 km après la frontière). Au total, ce sont donc respectivement 1'060'645'625 km qui sont parcourus annuellement par les véhicules à essence des pendulaires et 265'161'406 km qui sont parcourus par les véhicules diesel des pendulaires.

Les déplacements en train liés aux pendulaires ont été calculés sur la base du nombre de personnes entrant par jour ouvrable aux frontières du canton de Genève en transports publics (43'380 personnes) auquel a été retranché le nombre de personnes en transit (2'840 personnes). Sur la base de la zone d'origine des pendulaires, il a été estimé que ceux-ci parcourent en moyenne 70 km pour se rendre à Genève. Au total, ce sont donc 18'200 km qui sont parcourus annuellement en train par l'ensemble des pendulaires.

Les calculs ont été effectués sur 260 jours car l'enquête sur les flux de déplacements à la frontière n'a été menée que durant les jours ouvrables, soit du lundi au vendredi.

Dans le graphique final, les déplacements des pendulaires sont inclus dans les déplacements des résidents.

| Déplacements des résidents en voiture et en 2 roues |      |             |              |                                  |             |
|---|------|-------------|--------------|----------------------------------|-------------|
| Titre   | XY   | Valeur      | Unité        | Source                           | Incertitude |
| Déplacements des résidents en voiture (essence)     | F84  | 790'562'625 | Véhicules.km | Office fédéral de la statistique | 10%         |
| Déplacements des résidents en voiture (diesel)      | F94  | 201'178'875 | Véhicules.km | Office fédéral de la statistique | 10%         |
| Déplacements de résidents en 2 roues motorisées     | F136 | 14'718'844  | Véhicules.km | OCSTAT/Micro-recensement 2010    | 10%         |

Selon les données de l'Office fédéral de la statistique, le parc de véhicules du canton de Genève était composé en 2012 de 173'274 véhicules à essence, 44'094 véhicules diesel, 53 véhicules électriques et 2'345 autres véhicules (remorques), soit un total de 219'766 voitures de tourisme. Chacune des 219'766 voitures effectue annuellement environ 4562.5 km<sup>13</sup>. Au total, ce sont donc environ 1'002'682'375 km qui sont parcourus annuellement en voiture par les résidents<sup>14</sup>. Les déplacements des résidents en 2-roues motorisés ont été estimés selon la même méthode de calcul, basée sur 50'407 véhicules 2-roues motorisés immatriculés dans le canton de Genève à la fin de l'année 2012 et parcourant annuellement en moyenne 292 km<sup>15</sup>, soit un total de 14'718'844 km parcourus annuellement par les 2-roues motorisés.

<sup>13</sup> Microrecensement Mobilité et Transports 2010 : La mobilité des Genevois et des Vaudois – Rapport de synthèse, EPFL/UNIGE, février 2014, p.61

<sup>14</sup> Seuls les kilomètres parcourus par les voitures à essence et les voitures diesel sont pris en compte.

<sup>15</sup> Microrecensement Mobilité et Transports 2010 : La mobilité des Genevois et des Vaudois – Rapport de synthèse, EPFL/UNIGE, février 2014, p.61

#### 4.7.2. Déplacements en transports publics

| Déplacements des résidents en bus et tram |      |        |                    |        |             |
|---|------|--------|--------------------|--------|-------------|
| Titre                                     | XY   | Valeur | Unité              | Source | Incertitude |
| TPG 2011                                  | D150 | 28'345 | tCO <sub>2</sub> e | TPG    | 10%         |

Concernant les déplacements en bus et en tram des résidents, les tCO<sub>2</sub>e générées par ces transports sont directement connues grâce au bilan carbone réalisé par les TPG en 2011.

#### 4.7.3. Déplacements par rail

| Déplacements des résidents et des visiteurs en train |      |            |              |        |             |
|--|------|------------|--------------|--------|-------------|
| Titre  | XY   | Valeur     | Unité        | Source | Incertitude |
| Train  | F223 | 60'372'000 | Voyageurs.km | CFF    | 10%         |

Les déplacements des résidents en train ont été calculés sur la base du nombre des voyageurs communiqué par les CFF, soit 16'770'000 voyageurs/an, et du nombre moyen de kilomètres effectués par jour par ceux-ci, soit 3.6 km<sup>16</sup>.

Le calcul a été effectué sur 260 jours car le comptage des voyageurs n'est effectué que les jours ouvrables. Les visiteurs sont inclus dans les déplacements des résidents en train. Aujourd'hui, il est en effet impossible de distinguer les déplacements des résidents des déplacements des visiteurs.

#### 4.7.4. Déplacements en bateau

| Déplacements des résidents et des visiteurs en bateau |     |         |        |  |             |
|---|-----|---------|--------|--|-------------|
| Titre   | XY  | Valeur  | Unité  | Source   | Incertitude |
| Mouettes genevoises                                   | O17 | 21'724  | Litres | Mouettes genevoises                                | 15%         |
| CGN   | O17 | 494'370 | Litres | CGN  | 15%         |
| Swissboat   | O17 | 80'900  | Litres | Swissboat  | 15%         |
| Plaisanciers (essence)                                | O18 | 535'527 | Litres | La Nautique, Marti Marine, Moby Dick, Corsier port | 15%         |
| Plaisanciers (diesel)                                 | O17 | 55'000  | Litres | La Nautique, Marti Marine, Moby Dick, Corsier port | 15%         |

Les déplacements des résidents en bateau ont été estimés à partir des consommations de carburant des bateaux de transport ainsi que des bateaux de plaisance. Les transports effectués par les mouettes genevoises ainsi que par Swissboat se déroulent uniquement dans le canton de Genève. Concernant les transports effectués par la CGN, la consommation annuelle totale de carburant des bateaux de la société a été ramenée au pourcentage de passagers embarquant à Genève (9.7%).

Les visiteurs sont inclus dans les déplacements des résidents en bateau. Aujourd'hui, il est en effet impossible de distinguer les déplacements des résidents de ceux des visiteurs.

<sup>16</sup> Microrecensement, OFS 2010

#### 4.7.5. Déplacements aériens

La question de l'imputation des émissions de CO<sub>2</sub> du trafic aérien est controversée, puisque les émissions effectives de GES n'ont pas toujours lieu dans le pays de vente du carburant. Ainsi, malgré son impact croissant sur l'environnement, le secteur de l'aviation bénéficie d'une «extra-territorialité» et échappe encore souvent aux régulations. Cette caractéristique sectorielle amène les États à ne pas inclure le trafic aérien international dans leurs statistiques nationales des émissions.

Plusieurs méthodes de calcul ont été pratiquées pour estimer les émissions du trafic aérien dévolues au canton de Genève. Celles-ci sont expliquées en annexe.

Pour le bilan carbone du canton de Genève, il a été décidé de calculer les émissions de GES du trafic aérien selon la méthodologie de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) laquelle prend en compte la globalité des trajets aériens domestiques et internationaux.

A l'OFAC, les émissions de CO<sub>2</sub> liées au trafic aérien du canton de Genève sont calculées sur la base de la statistique annuelle des mouvements d'aéronefs en Suisse, établie par l'Office fédéral de la statistique (OFS), ainsi que des informations transmises à l'OFAC par l'aéroport international de Genève (provenance et destination des vols, immatriculation des aéronefs). Pour chaque vol, l'OFAC relève également le type d'avion, de même que le modèle et le nombre de réacteurs.

Ainsi, la consommation de carburant de chaque avion, et par extension celle du trafic aérien du canton de Genève, est calculée sur la base des itinéraires des vols, du nombre de passagers, du type d'avion ainsi que du modèle de réacteurs. La masse de carburant ainsi identifiée est alors convertie en émissions de CO<sub>2</sub>. Ces résultats sont ensuite comparés avec la statistique globale suisse de l'énergie afin d'assurer leur cohérence.

Selon l'approche « périmètre global » retenue dans ce bilan carbone, les facteurs d'émission de la Confédération ont été complétés par la partie « amont », à savoir les émissions liées à la mise à disposition du combustible (extraction, transformation et transport du carburant). Les émissions «amont» ajoutent environ 21 % de CO<sub>2</sub> supplémentaire au résultat obtenu par l'OFAC (voir le tableau ci-dessous).

| Déplacements des résidents et des visiteurs en avion |      |           |                  |                              |             |
|--|------|-----------|------------------|------------------------------|-------------|
| Titre  | XY   | Valeur    | Unité            | Source                       | Incertitude |
| Emissions OFAC                                       |      | 1'279'200 | tCO <sub>2</sub> | OFAC                         | 5%          |
| Emissions OFAC + amont                               | D177 | 1'544'880 | tCO <sub>2</sub> | OFAC + calcul maneco (amont) | 10%         |

Notre méthode de calcul n'inclut pas les GES hors Kyoto (essentiellement la vapeur d'eau) en raison des doutes scientifiques de leur impact sur l'effet de serre. En effet, certains affirment que l'impact réchauffant de traînées de condensation dans le sillage des avions est minime, d'autres estiment au contraire qu'il est très fort.

Ainsi, les émissions liées aux déplacements aériens correspondent donc à 1'544'880 tCO<sub>2</sub>e.

Ce résultat inclut cependant les émissions liées au fret aérien (entrant et sortant) puisque les marchandises sont transportées dans les avions de ligne. Afin d'éviter un double comptage, ces émissions ont donc été retranchées.

Au final, les émissions engendrées par les déplacements en avion sont de 1'346'285 tCO<sub>2</sub>e.

Il est à souligner que la méthode choisie pour comptabiliser les émissions liées au trafic aérien doit être considérée dans une optique régionale et qu'il n'est pas possible d'imputer les émissions aux résidents du canton de Genève. Elle a cependant été préférée à l'approche LTO (voir annexe) car elle permet de refléter pleinement la dépendance du trafic aérien, et par extension celle de l'économie genevoise, aux énergies fossiles.

Les déplacements aériens des visiteurs ainsi que ceux des résidents des cantons voisins (Vaud + France) sont inclus dans les déplacements en avion des résidents.

#### **4.7.6. Déplacements des visiteurs**

Les déplacements des visiteurs n'ont pas été pris en compte isolément dans le bilan carbone faute de données précises sur les moyens de transport des touristes. En effet, il n'existe aucune information sur la répartition des moyens de transport par lesquels les touristes se rendent à Genève. Toutefois, une part des déplacements des visiteurs est incluse dans les déplacements des résidents. Comme mentionné ci-dessus, c'est le cas notamment pour les déplacements en avion, en train et en bateau qui incluent toutes les personnes arrivant et quittant Genève et se déplaçant dans le canton sans qu'il soit possible de faire la distinction entre résidents et visiteurs.

Disposant du nombre de touristes en 2012 ainsi que des pays d'origine de ceux-ci (Genève-Tourisme), nous avons cependant pu estimer les déplacements des touristes à environ **1'500'000 tCO<sub>2</sub>e<sup>17</sup>** pour l'année 2012. Pour réaliser ce calcul, nous avons estimé que les 1'381'733 touristes venus à Genève en 2012 étaient principalement des touristes d'affaire dont les déplacements se font selon la répartition suivante :

- Touristes extra européens : tous les trajets se font en avion,
- Touristes européens : la moitié des trajets se fait en avion, l'autre moitié en voiture,
- Touristes suisses : la moitié des trajets se fait en voiture, l'autre moitié en train

---

<sup>17</sup> Ce résultat est obtenu sur la base des trajets complets (aller-retour) et non du cycle LTO

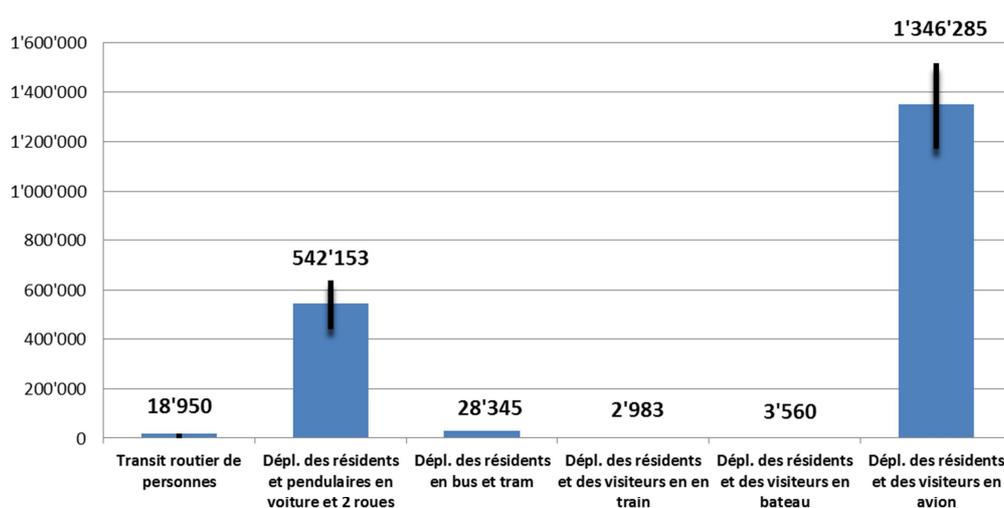
| Provenance des hôtes (régions) | Nombre de touristes en 2012 | Moyens de transport           | Estimation de la distance pour 1 aller-retour [km] | tCO <sub>2</sub> e <sup>18</sup> |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|
| Suisse                         | 297'456                     | Train <sup>19</sup> + voiture | 260  | 11'303                           |
| Europe                         | 607'606                     | Avion + voiture               | 2'000  | 210'839                          |
| Etats-Unis                     | 98'231                      | Avion                         | 16'000   | 280'450                          |
| Amérique centrale              | 9'390                       | Avion                         | 19'200   | 33'344                           |
| Amérique du Sud                | 26'839                      | Avion                         | 20'400   | 105'638                          |
| Afrique                        | 35'569                      | Avion                         | 9'600  | 63'562                           |
| Moyen Orient                   | 93'690                      | Avion                         | 5'800  | 109'617                          |
| Océanie                        | 16'770                      | Avion                         | 33'600   | 117'943                          |
| Asie de l'Est                  | 96'816                      | Avion                         | 18'700   | 343'406                          |
| Asie du Sud Est                | 12'741                      | Avion                         | 22'600   | 56'162                           |
| Canada                         | 20'316                      | Avion                         | 14'000   | 53'309                           |
| Inde                           | 10'867                      | Avion                         | 14'000   | 59'888                           |
| Russie                         | 55'442                      | Avion                         | 5'000  | 53'668                           |
| <b>Total</b>                   | <b>1'381'733</b>            | -                             | <b>181'160</b>                                     | <b>1'499'129</b>                 |

Ce calcul nous permet d'avoir une idée de l'impact des déplacements liés aux visiteurs et de constater que ceux-ci sont fortement dépendants des énergies fossiles. Cependant, le résultat est trop incertain et en partie intégré dans d'autres sous-postes d'émission pour être pris en compte dans le bilan carbone final.

### Résultats

Avec un total de 1'942'276 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Déplacements de personnes" correspond à 33% du total du Bilan carbone du canton. Les déplacements des résidents et des visiteurs en avion comptent pour 69% des émissions du poste et pour 23% du total du Bilan Carbone. Ces émissions sont à nouveau à mettre en perspective avec la dimension régionale de l'Aéroport de Genève.

**Déplacements de personnes : émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2</sub>e**



<sup>18</sup> Ces résultats ont été estimés à l'aide du calculateur myclimate.

<sup>19</sup> Les déplacements effectués en train ne sont pas comptabilisés car très peu émissifs.

## 4.8. Constructions et voirie

Ce poste permet la prise en compte des émissions liées à l'activité de construction sur le territoire laquelle concerne :

- les maisons individuelles,
- les immeubles, de logements ou de bureaux,
- les infrastructures routières.

Les émissions correspondantes reflètent :

- la fabrication des matériaux utilisés pour la construction (acier, ciment, plastique, verre, etc.),
- leur transport et leur assemblage.

### Données

| Bâtiments |     |         |                |                         |             |
|-----------|-----|---------|----------------|-------------------------|-------------|
| Titre     | XY  | Valeur  | Unité          | Source                  | Incertitude |
| Béton     | D40 | 350'000 | m <sup>3</sup> | Pro béton               | 20%         |
| Ferraille | F49 | 35'000  | tonne          | SSE – Section genevoise | 20%         |

Lorsque des biens dont l'utilisation s'étale sur plusieurs années sont inclus dans le Bilan Carbone, c'est notamment le cas des immeubles, deux options pour la prise en compte des émissions engendrées par leur fabrication sont possibles. La première consiste à pratiquer un amortissement. Dans ce cas, il faut considérer la totalité des surfaces construites sur le territoire et toujours en cours d'amortissement (soit les constructions des 20 ou 30 dernières années), et les émissions correspondantes à leur fabrication seront étalées sur la même durée. La seconde méthode part des flux annuels, c'est-à-dire que seules les surfaces construites pendant l'année du Bilan Carbone sont prises en compte. Aucun amortissement n'est appliqué et par conséquent, l'intégralité des émissions engendrées par ces constructions est attribuée à l'année étudiée.

La méthode utilisée pour ce poste consiste à traiter tous les matériaux en flux entrant. Ainsi, le périmètre des matériaux de construction à comptabiliser dans ce poste d'émission se limite aux matériaux utilisés durant l'année du Bilan carbone.

Ainsi, les émissions dues à la construction des bâtiments sont estimées pour 2012 à 225'750 tCO<sub>2</sub>e.

| Routes et infrastructures cantonales |      |        |       |        |             |
|--------------------------------------|------|--------|-------|--------|-------------|
| Titre                                | XY   | Valeur | Unité | Source | Incertitude |
| Béton                                | D121 | 5'216  | tonne | DGGC   | 10%         |
| Métaux                               | F130 | 105    | tonne | DGGC   | 0%          |
| Enrobés à froid                      | D119 | 1.26   | tonne | DGGC   | 10%         |
| Enrobés à chaud                      | D120 | 17'816 | tonne | DGGC   | 10%         |
| Grave                                | D118 | 24'515 | tonne | DGGC   | 10%         |
| Bois                                 | F117 | 572    | tonne | DGGC   | 5%          |
| PVC                                  | D139 | 2'166  | ml    | DGGC   | 10%         |
| PE                                   | D140 | 736    | ml    | DGGC   | 10%         |
| Gasoil                               | O86  | 17'990 | litre | DGGC   | 10%         |
| Électricité                          | D87  | 1'250  | KWh   | DGGC   | 10%         |

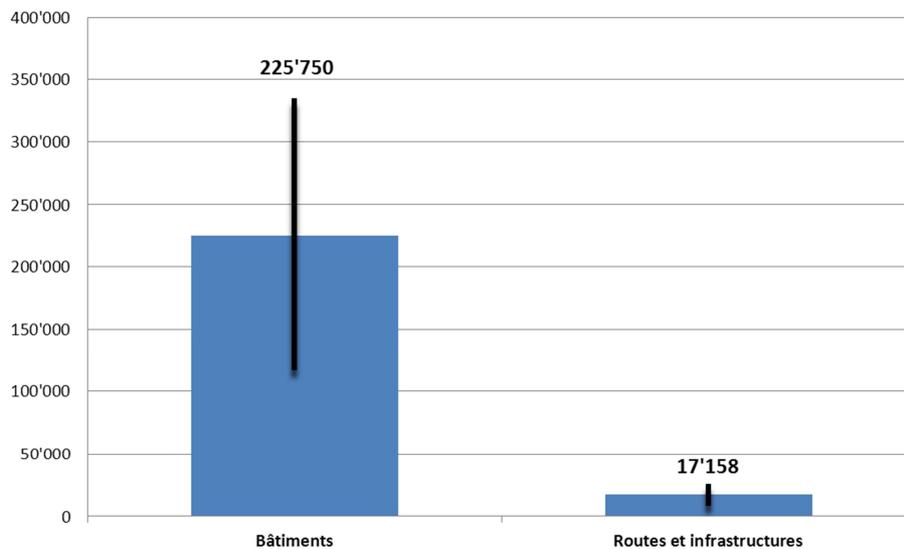
Les données ci-dessus concernent uniquement les routes cantonales. Les émissions dues à la construction et la rénovation des routes cantonales sont estimées pour 2012 à 2'574 tCO<sub>2</sub>e.

La quantité de matériaux utilisés pour la construction et la rénovation des routes communales en 2012 n'est pas connue. Sachant que le réseau routier genevois est composé de 266 kilomètres de routes cantonales et 1'507 kilomètres de routes communales, un ratio «kgCO<sub>2</sub>e par km linéaire» a été calculé pour les routes cantonales et est utilisé pour estimer les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la construction et à la rénovation des routes communales. Cet exercice fait l'hypothèse que les émissions engendrées par la construction/rénovation d'un kilomètre de route sont les mêmes au niveau communal qu'au niveau cantonal. Au final, les émissions dues à la construction et la rénovation des routes communales sont estimées pour 2012 à 14'583 tCO<sub>2</sub>e.

## Résultats

Avec un total de 242'908 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Construction et voirie" correspond à environ 4 % du total du Bilan carbone du canton. Cela peut sembler faible par rapport aux postes d'émission «Déplacements de personnes» et « Résidentiel ». A noter que ce poste d'émission intègre un taux élevé d'incertitude au niveau des données.

Constructions et voirie : émissions de GES et incertitudes par poste, en tCO<sub>2</sub>e



## 4.9. Déchets

Ce chapitre correspond aux émissions découlant du traitement des déchets produits par les activités et les personnes présentes sur le territoire (transport, incinération, mise en décharge, recyclage, etc.).

### Données

Les émissions liées aux déchets se calculent à partir des volumes de déchets incinérés et valorisés (valorisation matière). Pour ce poste, une partie des données relatives aux déchets incinérés sont fournies à titre informatif et ne sont pas intégrées au bilan GES de ce poste d'émission. En effet, grâce à la valorisation énergétique des incinérables à l'UVTD des Cheneviers, 35% des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'incinération des déchets ont été attribuées aux postes «Industrie», «Tertiaire» et «Résidentiel», à travers la consommation de l'énergie thermique du réseau de chauffage à distance CADIOM. La part résiduelle du CO<sub>2</sub> des Cheneviers est allouée au présent poste.

| Matériaux incinérés (avec valorisation énergétique) |         |       |        |             |
|---|---------|-------|--------|-------------|
| Titre   | Valeur  | Unité | Source | Incertitude |
| Déchets urbains communaux incinérés                 | 116'904 | tonne | GESDEC | 0%          |
| Déchets des entreprises incinérés                   | 47'360  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Déchets industriels incinérés                       | 20'262  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Déchets de chantier incinérés                       | 17'326  | tonne | GESDEC | 0%          |

Ces données correspondent aux déchets urbains communaux et aux déchets des entreprises incinérés à l'usine d'incinération des Cheneviers en 2011.

Les déchets incinérés sont composés en grande partie de matériaux qui seraient potentiellement recyclables. L'analyse de la poubelle des entreprises genevoises, effectuée par le GESDEC en 2005, a permis de mieux cerner les déchets que les entreprises ne trient pas et dans quelle proportion. De même, l'analyse des déchets ménagers du canton de Genève, réalisée par le GESDEC en 2011, a identifié les fractions non triées des déchets ménagers.

Pour notre étude, nous avons estimé la composition des déchets urbains communaux incinérés en suivant les pourcentages de l'analyse «Composition des déchets ménagers du canton de Genève, enquête 2011». La composition des déchets incinérés des entreprises a quant à elle été estimée en suivant les pourcentages de l'analyse «Composition des déchets des entreprises du canton de Genève, enquête 2005». Les résultats obtenus pour les déchets urbains communaux et les déchets des entreprises ont ensuite été additionnés.

| Evaluation de la composition des déchets incinérés |      |        |       |   |             |
|--|------|--------|-------|---|-------------|
| Titre  | XY   | Valeur | Unité | Source  | Incertitude |
| Déchets organiques                                 | F178 | 63'885 | tonne | GESDEC (2011)<br>+<br>Extrapolation à partir de<br>«Composition des déchets ménagers du canton de Genève 2011» et de «Composition des déchets des entreprises du canton de Genève 2005» | 10%         |
| Carton   | F133 | 5'498  | tonne |   | 10%         |
| Papier   | F134 | 31'153 | tonne |   | 10%         |
| Verre  | F91  | 16'631 | tonne |   | 10%         |
| Métaux   | F12  | 5'227  | tonne |   | 10%         |
| PET  | F58  | 2'792  | tonne |   | 10%         |
| Autres plastiques                                  | F59  | 25'536 | tonne |   | 10%         |

| Matériaux recyclés                 |      |        |       |        |             |
|------------------------------------|------|--------|-------|--------|-------------|
| Titre                              | XY   | Valeur | Unité | Source | Incertitude |
| Déchets organiques (compostage)    | F185 | 43'410 | tonne | GESDEC | 0%          |
| Déchets organiques (méthanisation) | F186 | 4'858  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Carton                             | F142 | 8'882  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Papier                             | F143 | 50'332 | tonne | GESDEC | 0%          |
| Verre                              | F101 | 22'052 | tonne | GESDEC | 0%          |
| Métaux                             | F23  | 57'318 | tonne | GESDEC | 0%          |
| PET                                | F68  | 1'666  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Matières plastiques                | F69  | 1'239  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Matériel OREA                      | F24  | 3'211  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Véhicules hors d'usage             | F25  | 2'045  | tonne | GESDEC | 0%          |

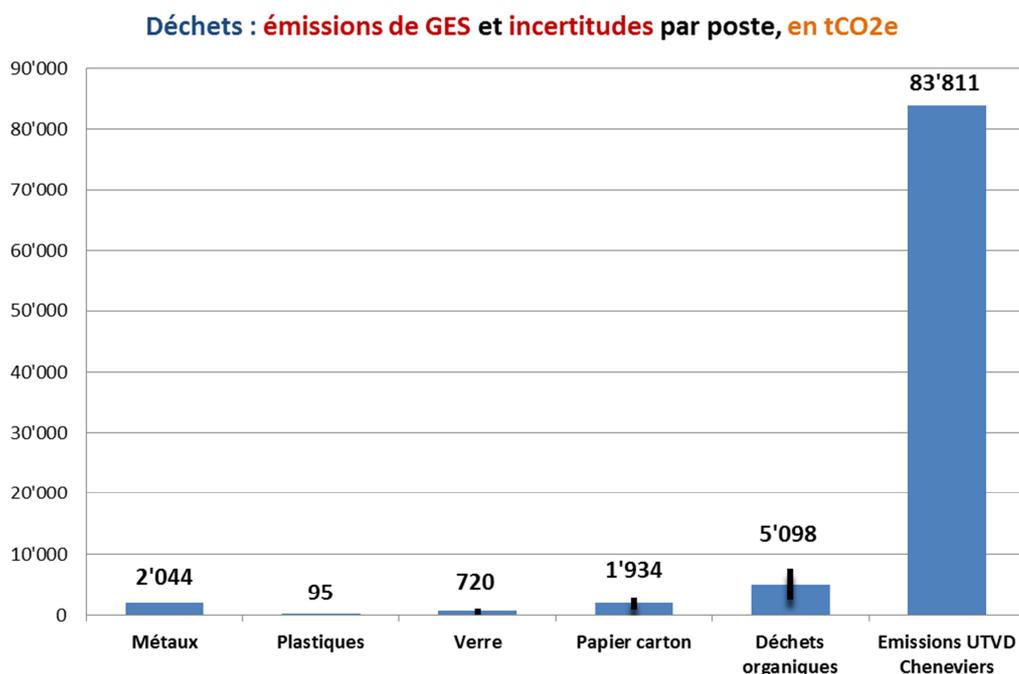
D'autres déchets sont collectés séparément pour être traités. Il s'agit principalement de bois, terre, gravats, cailloux, dont les émissions liées à la dégradation sont extrêmement faibles. Ils ne sont pas pris en compte dans cette étude.

### Eaux usées

La demande biologique en oxygène (DBO) et donc les émissions de GES associées au traitement des eaux usées, ne sont pas prises en compte. En effet, les émissions ne se calculent que pour la matière organique diffuse résiduelle après traitement ou pour cette matière organique en l'absence de traitement et pour autant qu'elle soit placée dans des conditions anaérobies (marécage, bassins de rétention) pendant une longue durée. Tous rejets effectués dans un milieu naturel normalement oxygéné tels que les rivières, les fleuves et les rejets en mer sont donc exclus de ce poste. Le CO<sub>2</sub> est alors considéré comme issu d'une source renouvelable, sans impact sur le climat.

## Résultats

Avec un total de 93'703 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Déchets" correspond à 2 % du total du Bilan carbone du canton. Ce résultat très bas est sans surprise. Le traitement des déchets est en effet habituellement le poste d'émission le plus faible dans la comptabilité carbone de territoires ou d'entreprises, en particulier lorsque la mise en décharge des ordures ménagères n'est plus effectuée. De plus, une partie des émissions de l'UTVD des Cheneviers ont été comptabilisées dans les poste « Industrie », « Tertiaire » et « Résidentiel » en raison du réseau de chauffage à distance CADIOM.



## 4.10. Alimentation et biens de consommation

Ce poste d'émission englobe les émissions dues à l'alimentation et aux biens matériels consommés sur le territoire.

### 4.10.1. Alimentation

Les émissions dues à l'alimentation consommée sur le territoire ont été évaluées à partir d'une étude sur l'évolution de la consommation de denrées alimentaires en Suisse réalisée par Agristat, de la division Statistique de l'Union suisse des paysans (USP).

Une partie des produits agricoles consommés par les résidents du canton du Genève sont produits sur le territoire cantonal. Le taux d'autosuffisance du canton est actuellement de 20% et se répartit de la manière suivante selon les filières de production (étude sur le Métabolisme agricole franco-valdo-genevois, UNIGE).

| Filières de production        | Taux d'autosuffisance |
|-------------------------------|-----------------------|
| Grandes cultures              | 34%                   |
| Viticulture – vin             | 50%                   |
| Arboriculture – pommes/poires | 28%                   |
| Maraîchage – légumes          | 64%                   |
| Viande – Bœuf                 | 8%                    |
| Viande – Porc                 | 2.7%                  |
| Lait – produits laitiers      | 4%                    |
| <b>Total</b>                  | <b>20%</b>            |

Afin d'éviter les doubles comptes avec le poste «Agriculture», le pourcentage des différents produits agricoles produits localement a été déduit des statistiques de l'USP. Cette étude ayant été réalisée en 2009, on note un léger écart du taux d'autosuffisance par rapport aux données 2011 utilisées dans le présent rapport.

## Données

| Produits agricoles |     |        |        |          |             |
|--------------------|-----|--------|--------|----------|-------------|
| Titre              | XY  | Valeur | Unité  | Source   | Incertitude |
| Lait               | F70 | 28'643 | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Yaourts            | F71 | 7'082  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Fromage            | F72 | 9'010  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| beurre             | F73 | 2'465  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Fruits et légumes  | F74 | 58'075 | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Pomme de terre     | F75 | 13'761 | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Céréales           | F76 | 30'680 | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Viande de bœuf     | F77 | 4'768  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Viande de veau     | F78 | 1'307  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Viande de porc     | F79 | 11'767 | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Viande de mouton   | F80 | 560    | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Volaille           | F81 | 4'716  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Vin                | F82 | 8'849  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Sucre              | F83 | 17'549 | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Œufs               | F84 | 5'416  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Poisson            | F85 | 3'689  | Tonnes | Agristat | 10%         |
| Huiles             | F86 | 5'485  | Tonnes | Agristat | 10%         |

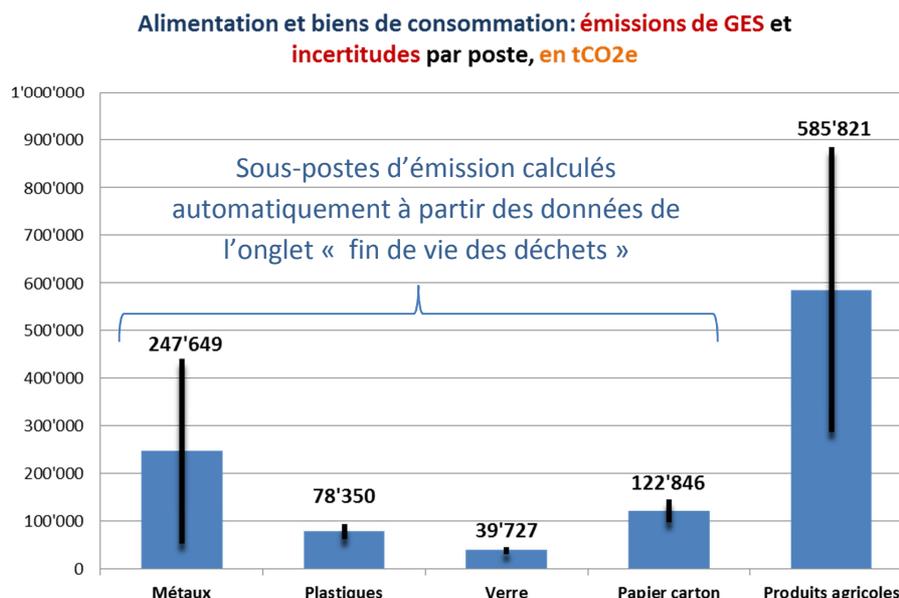
### 4.10.2. Biens de consommation

Ce poste permet de prendre en compte les émissions de GES engendrées par la fabrication de ce qui est jeté par les résidents. En effet, par-delà les émissions qui ont lieu au moment de la fin de vie, tout objet jeté a dû être fabriqué, ce qui a engendré des émissions de GES. L'appréhension des flux lors de la collecte des ordures ménagères permet de reconstituer des tonnages par grandes catégories de matériaux (carton, papier, verre, métaux, PET, matières plastiques, matériel OREA, véhicules hors d'usage) et d'en déduire les émissions liées à la fabrication de ce qui a été jeté.

| Biens de consommation (estimation à partir des déchets) |     |        |       |        |             |
|---|-----|--------|-------|--------|-------------|
| Titre   | XY  | Valeur | Unité | Source | Incertitude |
| Acier/fer blanc   | F12 | 2'045  | tonne | GESDEC | 0%          |
| Autres métaux   | F14 | 65'756 | tonne | GESDEC | 5%          |
| PET   | F30 | 4'458  | tonne | GESDEC | 5%          |
| Autres plastiques                                       | F35 | 26'775 | tonne | GESDEC | 5%          |
| Verre   | F46 | 38'683 | tonne | GESDEC | 5%          |
| Carton  | F59 | 14'380 | tonne | GESDEC | 5%          |
| Papier  | F60 | 81'485 | tonne | GESDEC | 5%          |

## Résultats

Avec un total de 1'074'392 tCO<sub>2</sub>e, le poste d'émission "Alimentation et biens de consommation" correspond à environ 18 % du total du Bilan carbone du canton. 55 % des émissions de ce poste sont à attribuer à l'alimentation des habitants. Cette dernière à elle seule correspond à environ 10 % des émissions totale du Bilan carbone.



## 5. Conclusion

Le territoire du canton de Genève a donc émis environ 5.8 millions de tCO<sub>2</sub>e en 2012. Le bilan des consommations d'énergie et des émissions de GES du territoire est marqué par son caractère urbain. Le transport et les bâtiments sont les principales sources d'émissions de GES. La consommation (fret, alimentation et biens de consommation) génère également d'importantes émissions de GES.

Le canton de Genève se caractérise par une dynamique exceptionnelle. Au cours des prochaines années, le défi majeur sera de concilier la croissance de la population, le développement des emplois et la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES du territoire.

Ce bilan carbone, complété de l'étude d'adaptation aux changements climatiques, constituera le profil climat territorial qui regroupera ainsi les postes d'émissions de GES et les domaines d'impact liés aux changements climatiques. Sur la base de ce profil climat territorial, les mesures déjà engagées ou planifiées dans les différentes politiques publiques seront recensées, puis complétées par des recommandations complémentaires.

## 6. Annexe : Méthodes de calcul des émissions liées au transport aérien

Différentes méthodes de calcul permettant d'estimer les émissions du trafic aérien dévolues au canton de Genève sont présentées ci-dessous. Elles se basent respectivement sur les données cadastrales extraites de CADERO (1), l'approche LTO (2), la vente de carburants à l'Aéroport international de Genève (3) et le calcul à partir des « passagers.kilomètres » (4). Ces méthodes de calcul n'ont pas été retenues dans notre bilan carbone. En effet, elles sont soit jugées moins cohérentes avec notre approche méthodologique, soit elles engendrent de trop fortes incertitudes au niveau des résultats.

### 1. Approche cadastrale CADERO

| Déplacements des résidents et des visiteurs en avion |    |        |                    |        |             |
|--|----|--------|--------------------|--------|-------------|
| Titre  | XY | Valeur | Unité              | Source | Incertitude |
| Emissions CADERO                                     | -  | 88'345 | tCO <sub>2</sub> e | CADERO | 10 %        |

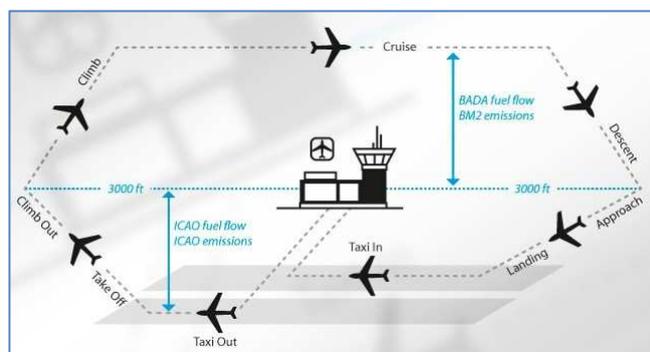
Selon les données cadastrales extraites de CADERO, les émissions dues au trafic aérien sont de 88'345 tCO<sub>2</sub>e, soit environ 17 fois moins élevées que le résultat obtenu avec notre méthode de calcul (OFAC avec FE amont ; 1'544'880 tCO<sub>2</sub>e).

Une partie de cette différence peut s'expliquer par le fait que les données cadastrales ne prennent pas en compte les émissions indirectes (raffinerie et transport des carburants), ce qui constitue une des principales faiblesses de cette méthode. De plus, la vocation première de CADERO concerne les polluants et non les gaz à effet de serre. Ceci implique que certains domaines comportent pour le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub> des lacunes importantes. C'est pourquoi cette méthode n'a pas été retenue.

### 2. Approche LTO

L'approche LTO «Landing and take off », souvent utilisée par les aéroports dans leurs bilans carbonés, comptabilise uniquement les émissions émises au-dessous de 3'000 pieds (environ 1'000 m). Elle couvre les 6 phases suivantes : le déplacement de l'avion au sol, le décollage, la phase d'ascension de l'avion, les phases d'approche et d'atterrissage, le déplacement au sol de l'avion après atterrissage. La phase de «croisière» (au-dessus de 1'000 m) n'est pas prise en compte.

#### LTO cycle



----- Limite de la comptabilisation des émissions de CO<sub>2</sub>

Source : [www.eurocontrol.int](http://www.eurocontrol.int)

| Déplacements des résidents et des visiteurs en avion (approche LTO) |    |        |       |        |             |
|---|----|--------|-------|--------|-------------|
| Titre   | XY | Valeur | Unité | Source | Incertitude |
| Kérosène 2012   | -  | 34'233 | tonne | AIG    | 5%          |

Selon les calculs de l'AIG basés sur l'approche LTO, les émissions engendrées par les déplacements en avion sont de 108'520 tCO<sub>2</sub>e. Ce résultat est environ 14 fois moins élevé que celui obtenu en se basant sur notre méthode de calcul (OFAC avec FE amont ; 1'544'880 tCO<sub>2</sub>e).

Cette méthode n'a pas été retenue car comme indiqué ci-dessus, elle ne prend pas en compte la globalité des trajets aériens mais ne comptabilise que les émissions émises au-dessous de 1000 mètres. De ce fait, elle ne permet pas de refléter pleinement la dépendance énergétique du canton de Genève.

### 3. Vente de carburants

| Déplacements des résidents et des visiteurs en avion |    |             |        |        |             |
|--|----|-------------|--------|--------|-------------|
| Titre  | XY | Valeur      | Unité  | Source | Incertitude |
| Kérosène   | -  | 443'520'800 | litres | OCSTAT | 5%          |

Contrairement à l'approche LTO, la méthode de calcul se basant sur le total des ventes de carburants à l'aéroport de Genève permet de prendre en compte la globalité des trajets aériens. Tout comme la méthode de l'OFAC, elle permet de refléter pleinement la dépendance énergétique du canton.

Selon cette approche, les émissions engendrées par les déplacements en avion sont de 1'348'090 tCO<sub>2</sub>e. Ce résultat est inférieur d'environ 13 % à celui obtenu en se basant sur notre méthode de calcul (OFAC avec FE amont ; 1'544'880 tCO<sub>2</sub>e).

Il a été décidé de ne pas opter pour cette méthode car, contrairement à la méthode de l'OFAC, elle n'exclut pas les effets des stratégies d'optimisation des coûts pratiquées par certaines compagnies qui achètent leur carburant à l'étranger même pour les vols au départ de Genève.

### 4. Calcul à partir des « passagers. kilomètres »

| Déplacements des résidents et des visiteurs en avion |    |                |           |               |             |
|--|----|----------------|-----------|---------------|-------------|
| Titre  | XY | Valeur         | Unité     | Source        | Incertitude |
| Nombre de passagers 2013                             |    | 14'028'398     | passagers | AIG/OFAC      | 5%          |
| Trafic   |    | 17'820'676'969 | p.km      | Calcul maneco | 10 %        |

Les passagers.km ont été calculés sur la base du nombre de passagers ayant pris un vol au départ de l'aéroport de Genève et de la distance parcourue. Ces informations sont issues du rapport annuel 2013 de l'aéroport de Genève. Si le nombre de passagers est connu, les distances de vol ont été estimées la base des destinations communiquées par l'aéroport.

Selon cette approche, les émissions engendrées par les déplacements en avion sont de 2'404'701 tCO<sub>2</sub>e. Ce résultat est environ 55 % plus élevé que celui obtenu en se basant sur notre méthode de calcul (OFAC avec FE amont ; 1'544'880 tCO<sub>2</sub>e).

Cette méthode n'a pas été retenue car l'incertitude sur les facteurs d'émission « passagers.km » est trop importante (50 %). Conformément à la pratique, une méthode de calcul plus précise avec des facteurs d'émission basés sur les consommations dont les degrés d'incertitude sont bien moins élevés (5 %) a été privilégiée.