

# ETUDE EXPLORATOIRE «NEUTRALITE CARBONE» A GENEVE EN 2050

Proposition de 4 scénarios

**Illustration de couverture**

Tatiana Nazarova. Illustration réalisée en 2017 pour le programme Volteface.[www.volteface.ch](http://www.volteface.ch).



**UNIL** | Université de Lausanne  
Centre interdisciplinaire de la durabilité  
bâtiment Unicentre bureau 325  
CH-1015 Lausanne

# **ETUDE EXPLORATOIRE « NEUTRALITE CARBONE » À GENÈVE EN 2050**

Proposition de 4 scénarios



UNIL | Université de Lausanne

## **Pilotage, coordination et rédaction de l'étude**

### **Centre Interdisciplinaire de Durabilité de l'UNIL**

Dr. Nelly Niwa. Directrice

Dr. Julia Gonzalez Holguera. Chargée de projet

### **Experts mandatés ou ayant apporté des contributions à l'étude**

Dr. Pascale Schwab Castella (FGSE. UNIL)

Dr. Catherine Lavallez (Territoires Energie)

Dr. Jérôme Faessler (Hydro Géo)

Dr. Augustin Fragnière. Chef de projet au Centre Interdisciplinaire de Durabilité

### **Experts consultés**

Prof. Patrick Rérat (FGSE UNIL)

Dr. Heidi Strebbel (HEC UNIL)

Dr. Oriane Sarrasin (SSP UNIL)

Prof. Stéphane Nahrath (FDCA UNIL)

Prof. Suren Erkman (FGSE UNIL)

Prof. Andrea Baranzini (HEG)

Dr. Owen Boukamel (FDCA UNIL)

Dr. Loic Leray (FGSE UNIL)

Jean Laville

### **Mandataire de l'étude**

Zinder Rémy (DT, directeur du service cantonal du développement durable)

### **Comité de pilotage (COPIL)**

Andres Olivier (DT, directeur général de l'office cantonal de l'énergie)

Branco Gisela (DT, adjointe scientifique, office cantonal de l'énergie)

Chambaz Daniel (DT, directeur général de l'office cantonal de l'environnement)

Epalle Alexandre (DDE, directeur général du développement économique, de la recherche et de l'innovation)

Faure Prisca (DT, cheffe de service du plan directeur cantonal)

Fauvain Hervé (PRE, chef de projet Environnement I Grand Genève)

Ferretti Sylvain (DT, directeur général de l'office de l'urbanisme)

Hemmeler Maiga Valentina (DT, directrice générale de l'office cantonal de l'agriculture et de la nature)

Huguenin Cyril (DDE, attaché au développement économique, direction générale du développement économique, de la recherche et de l'innovation)

Prina Alexandre (DI, chef de secteur, unité de développement et perspectives, office cantonal des transports)

Savary Jérôme (DT, secrétaire général adjoint au département du territoire)

Tippenhauer Laurent (DT, chargé de projet, office cantonal de l'énergie)

### **Relecture**

Inès Burrus (Centre interdisciplinaire de durabilité)

## Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
Présentation générale.....	3
Cadre de la réflexion .....	6
1. Un focus sur le changement climatique .....	6
2. La neutralité carbone .....	7
3. Périmètre de l'étude et difficultés d'atteindre une « neutralité » à l'échelle cantonale.....	9
4. Le rôle de l'État au centre de la démarche .....	10
5. Une problématique complexe, une approche généraliste .....	11
6. Explorer les futurs .....	11
7. Les données quantitatives liées aux émissions carbone.....	12
8. Les domaines pris en considération .....	13
9. L'identification de mesures et leviers.....	13
10. Les processus de consultation.....	14
11. Un contexte en pleine effervescence .....	14
<b>Scénario « Tendance » Si rien ne change (ou presque) .....</b>	<b>15</b>
Présentation .....	15
Résumé du scénario.....	15
Contexte mondial .....	15
Contexte Suisse.....	15
2020 - 2030.....	16
Exemples de mesures mises en place entre 2020 et 2030.....	18
2030 - 2050 : Intensification des effets perceptibles du dérèglement climatique et entrée dans l'ère de l'adaptation .....	22
2050 .....	24
Exemples de mesures mises en place entre 2030 et 2050.....	24
Évolution des émissions entre 2020 et 2050.....	28
Bilan des émissions .....	31
<b>Scénario « Ambitieux » .....</b>	<b>33</b>
Présentation .....	33
Résumé du scénario.....	33
Contexte mondial .....	33
Contexte Suisse.....	33
2020 - 2025.....	34
2025 - 2050.....	35
Exemples de mesures .....	37
Évolution des émissions entre 2020 et 2050.....	43
Bilan des émissions : .....	45
<b>Bilan intermédiaire et cadre de réflexion pour la suite.....</b>	<b>47</b>
<b>Budget carbone 2050.....</b>	<b>49</b>
<b>Scénario « Rayonnement » .....</b>	<b>53</b>
Présentation du scénario .....	53
Résumé du scénario.....	53
Contexte mondial .....	53
Contexte.....	54
2020 - 2030.....	54
2030 - 2050.....	55
2050 .....	57
Exemples de mesures .....	58
Évolution des émissions entre 2020 et 2050.....	61
Bilan .....	66
<b>Scénario « Résilience » .....</b>	<b>68</b>
Présentation du scénario .....	68

Résumé du scénario.....	68
Contexte mondial .....	69
Contexte suisse.....	69
2020 - 2030.....	70
2030 - 2050.....	71
Exemples de mesures .....	72
Évolution des émissions entre 2020 et 2050.....	81
Bilan .....	84
<b>Conclusion .....</b>	<b>86</b>
De la nécessité de changer nos manières d’appréhender la « neutralité carbone » .....	87
De l’importance d’en faire un projet avec la société .....	88
De la nécessité de travailler sur les futurs.....	88
Les réflexions sur ce rapport suite à la crise sanitaire de la COVID.....	88

# Introduction

## Présentation générale

L'année 2019 marque sans doute un tournant dans la prise de conscience des problématiques climatiques. On note notamment la montée de mouvements environnementaux, les prises de positions de différentes personnalités, les déclarations de l'urgence climatique par nombre de cantons et de villes ou les résultats des élections fédérales.

Dans ce contexte, nombreux sont les acteurs qui réclament la mise en œuvre de mesures pour parvenir à une neutralité carbone en 2050 afin de respecter l'Accord de Paris et limiter la hausse des températures à 1.5°C. Mais peu de ces acteurs réalisent l'ampleur des travaux nécessaires pour atteindre cet objectif. Améliorer l'existant risque effectivement de ne pas suffire. C'est donc une remise en question profonde de certains fonctionnements de notre société qui doit être envisagée. Sans prise en compte de cette réalité, il est fort probable que la neutralité carbone ne reste qu'une bonne intention.

Afin de permettre aux services de l'État de Genève de mieux comprendre et anticiper les changements nécessaires, le service du Développement Durable a mandaté le Centre Interdisciplinaire de Durabilité de l'UNIL (CID) pour qu'il réalise une démarche de prospective sur la neutralité carbone pour le Canton.

Concrètement, le but de l'étude est de :

- Permettre aux services de l'État de mieux appréhender, en termes quantitatifs et qualitatifs, ce que signifie une « neutralité carbone » au niveau du Canton,
- Esquisser des pistes de réflexion pour mettre en œuvre les virages structurels fondamentaux que doit prendre aujourd'hui le canton de Genève pour atteindre la neutralité carbone en 2050,
- Identifier quelques leviers qui seraient activables pour y parvenir,
- Fournir des scénarios pouvant être débattus collectivement au sein des services de l'État, voir avec la population.

Pour répondre à cette demande, le CID a choisi de développer quatre scénarios. Chacun de ces scénarios comprend les éléments suivants :

1. Un résumé,
2. La présentation du contexte mondial, suisse et genevois dans lequel il prend place,
3. Un récit général de l'évolution de la situation de 2020 à 2050,
4. Des exemples de mesures qui illustrent les stratégies mises en place par l'État dans les différents scénarios, dans les domaines de l'énergie et des bâtiments, de la mobilité, de l'alimentation et de l'agriculture, des biens de consommation et des déchets, de la construction et de l'aménagement du territoire et de l'économie,
5. La présentation de l'évolution des émissions carbone totales, par secteur, pour le Canton de Genève.

Le premier scénario « tendance » se base sur un prolongement de la situation actuelle. Il décrit des politiques, outils et stratégies qui peinent à avoir de véritables impacts sur la réduction

des émissions et un basculement progressif des efforts vers l'adaptation au réchauffement climatique. Bien que ce scénario ne permette pas d'atteindre un budget carbone de 1t par habitant par an, il permet de réduire légèrement les émissions en faisant passer le budget carbone d'un genevois de 12 tCO<sub>2e</sub> à 8.4 tCO<sub>2e</sub>.

Le deuxième scénario, intitulé « Ambitieux », explore l'hypothèse d'un renforcement important des différents leviers et outils déjà existants. Il est basé notamment sur ce que les différents services de l'État ont identifié comme des objectifs ambitieux à atteindre. Il s'agit d'un scénario qui, comme le scénario tendance, cherche essentiellement à améliorer et optimiser l'existant et à transférer sur des vecteurs moins carbonés les activités du Canton. Ce scénario permet de réduire de façon importante les émissions en les faisant passer de 12 tCO<sub>2e</sub> à 4.7 tCO<sub>2e</sub>.

Compte tenu de ces résultats, les troisième et quatrième scénarios inversent la réflexion. Un budget carbone respectant la définition retenue pour la « neutralité » (cad : 1 tonne par habitant) est déterminé pour chacun des scénarios sur la base des évolutions démographiques. Ce budget a ensuite été réparti dans les différents secteurs d'émissions. La priorité a été donnée aux besoins de base de la population. Ces éléments font ressortir l'importance des changements à faire dans un temps très court.

Nous avons ensuite tâché d'imaginer quels chemins pourraient être empruntés pour permettre d'atteindre la neutralité dans 30 ans et quels pouvaient être les éléments déclencheurs d'une telle rupture. L'enjeu est immense. Les questions se posent de savoir comment la société réagira à ces changements, somme toute assez brutaux. Il se pose aussi la question de savoir quels leviers et mesures peuvent être mis en place par l'État.

Le troisième scénario proposé s'intitule « rayonnement ». Ce scénario s'appuie sur les mesures et réductions obtenues dans le scénario ambitieux, mais propose d'autres éléments qui pourraient permettre de combler la différence pour l'atteinte de la « neutralité carbone ». Il propose notamment la vision d'un État qui utilise toutes les stratégies d'influence sociale pour changer les comportements et les normes sociales vers une société plus sobre en carbone. Il se situe de plus dans un contexte global très favorable de forte coopération internationale face aux enjeux environnementaux et où les économies et les productions énergétiques s'éloignent des énergies fossiles.

Le quatrième scénario est tout autre. Il explore l'idée de parvenir à la « neutralité » en mobilisant des stratégies qui n'ont pas pour objectif celle-ci, mais où la « neutralité » peut en être une conséquence. Il se situe dans un contexte initial où la consommation de ressources est importante et où les États se referment sur eux-mêmes. Dans ce contexte, les émissions liées à l'énergie et aux biens sont plus importantes. Ce scénario s'intitule « résilience » et met en œuvre des dispositifs permettant d'assurer la sécurité de la population en augmentant l'autonomie du Canton. Il met en œuvre des dispositifs permettant de relocaliser la production et de mieux gérer collectivement les ressources dont il dispose. La neutralité devient une conséquence de la recherche d'une autonomie maximale pour le Canton.

Suite à ces scénarios, le présent rapport présente quelques éléments de discussion sur les risques et opportunités de chacun de ces futurs possibles et fait ressortir certains des éléments clefs de cette démarche prospective.



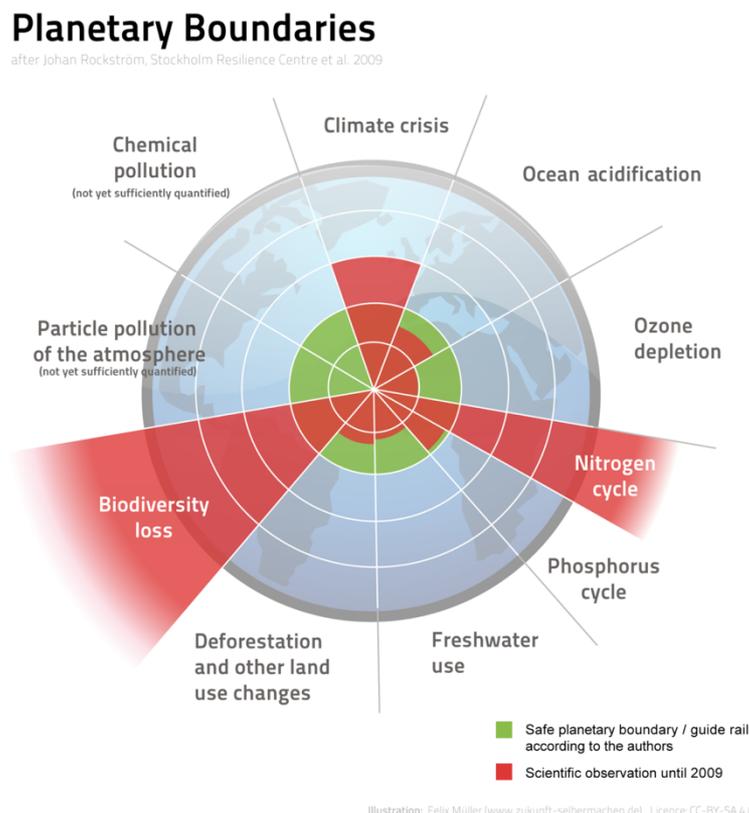
## Cadre de la réflexion

Avant de passer à la présentation des scénarios, il nous paraît nécessaire de prendre ici le temps de poser le cadre de la réflexion de cette étude exploratoire afin de préciser certaines notions et d'avertir le lecteur sur ce que permet cette étude (et ce qu'elle ne permet pas).

### 1. Un focus sur le changement climatique

Cette étude se focalise sur la problématique des émissions de GES et sur l'objectif d'atteindre la neutralité carbone sur le canton de Genève d'ici à 2050. Les autres conséquences environnementales importantes du fonctionnement de nos sociétés, définies notamment dans le concept des limites planétaires (Rockström, 2009)<sup>1</sup>, ne sont pas prises en compte. Certaines de ces limites sont déjà dans une situation très critique comme la perte de la biodiversité ou le cycle du nitrogène (voir figure ci-dessous).

Figure 1 Johan Rockström *et al.*, « A safe operating space for humanity », *Nature*, 2009



En se focalisant uniquement sur les problématiques climatiques et les émissions des GES en particulier, sans remettre en cause l'entièreté du système qui a mené à la situation actuelle, on prend le risque d'exacerber d'autres problèmes environnementaux. Par exemple promouvoir les énergies renouvelables risque de renforcer la pression sur l'extraction des terres rares et les dégâts associés. De la même façon, les plantations d'arbres d'une seule et même espèce avec pour but de capter du CO<sub>2</sub> peut aussi avoir des conséquences négatives sur la biodiversité.

<sup>1</sup> Rockström, J., et al. (2009). "Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity." *Ecology and society* 14(2).

## 2. La neutralité carbone

Il existe une seule définition rigoureuse et scientifique de la neutralité carbone. Celle-ci s'applique à l'échelle planétaire et correspond à une situation de zéro émissions nettes, telle qu'elle est définie dans les rapports du GIEC :

*On atteint zéro émissions nettes de dioxyde de carbone lorsque les émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> sont équilibrées à l'échelle mondiale par les absorptions anthropiques de CO<sub>2</sub> sur une période donnée. Zéro émissions nettes de CO<sub>2</sub> est également désigné par le terme « neutralité carbone »<sup>2</sup>*

Atteindre la neutralité carbone revient donc à cesser complètement d'émettre du CO<sub>2</sub>, ou à retirer de l'atmosphère autant de CO<sub>2</sub> que l'on en émet. Ce n'est qu'une fois cette situation atteinte à l'échelle mondiale que la température globale cessera d'augmenter. L'absorption naturelle du CO<sub>2</sub> atmosphérique par les écosystèmes terrestres et océaniques n'est **pas** prise en compte dans cette définition. Ceci implique que la neutralité carbone n'est pas atteinte, comme cela est parfois suggéré, lorsqu'un solde d'émission de 1 tonne de CO<sub>2</sub> par habitant subsiste, en comptant sur le fait que cette tonne sera absorbée par les écosystèmes naturels. Pour atteindre la neutralité, cette tonne par habitant devra être activement retirée de l'atmosphère et séquestrée définitivement.

Retirer activement du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère est possible à l'aide de technologies dites à « émissions négatives », qui consistent soit à stimuler artificiellement l'activité des puits de carbone (p.ex. plantation d'arbres à large échelle), soit par des moyens technologiques (p.ex. capture aérienne directe à l'aide de filtres). Toutefois, aucune de ces solutions ne permet d'absorber et de séquestrer le carbone atmosphérique à une échelle suffisante pour contrebalancer une partie substantielle des émissions mondiales. C'est la raison pour laquelle atteindre la neutralité carbone implique en premier lieu une réduction très importante des émissions mondiales, de manière à n'émettre plus qu'un solde résiduel minime.

*La neutralité correspond donc à émettre très peu de CO<sub>2</sub> et à retirer activement de l'atmosphère le peu que l'on émet.*

D'autres définitions de la neutralité carbone sont en cours dans le monde des entreprises et des collectivités publiques.

Elles se fondent sur une procédure en trois temps qui consiste à *mesurer*<sup>3</sup> ses émissions, à les *réduire* autant que possible et à *compenser* le solde dit « incompressible » par l'achat de crédits carbone. Si, à l'issue de ce processus, l'entreprise ou la collectivité achète des crédits pour un volume correspondant à ses émissions annuelles, elle est réputée « neutre en carbone ».

Chacune de ces trois étapes comprend toutefois des difficultés importantes et aucune d'entre elles n'est définie de manière rigoureuse.

La première étape, *mesurer*, pose notamment la question du périmètre d'émissions pris en compte dans le calcul. S'agit-il uniquement des émissions directes (ou territoriales), ou également des émissions indirectes (parfois appelées émissions grises) induites par la

---

<sup>2</sup> IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways.

<sup>3</sup> Le terme « mesurer » est généralement utilisé dans ce genre de démarches, bien qu'il s'agisse en réalité d'estimations reposant sur des hypothèses et des calculs dans la plupart des cas.

production de l'électricité consommée et des biens de consommation importés ? Quels gaz à effet de serre sont-ils pris en compte ? Et quelles sources d'émission considère-t-on ?

Pour la seconde étape, *réduire*, les objectifs de réduction ne sont pas imposés par la démarche et sont généralement laissés à la seule appréciation de l'entreprise ou de la collectivité. L'ambition affichée varie donc grandement d'un exemple à l'autre.

La troisième étape, *compenser*, consiste à acheter des crédits dont l'intégrité environnementale est parfois contestée. D'autre part, estimer que l'achat de crédits est équivalent à des réductions d'émissions réelles, à la source, n'est rien d'autre qu'un artifice comptable de plus en plus critiqué.

Comme le montre le tableau ci-dessus<sup>4</sup>, il en ressort que cette définition de la « neutralité carbone » est à géométrie variable (ce qui rend les comparaisons difficiles) et ne correspond en rien à la définition scientifique présentée plus haut. De plus, cette conception de la neutralité a le désavantage de masquer l'évolution réelle des émissions de CO<sub>2</sub>, puisqu'il est en théorie possible d'atteindre la « neutralité carbone » par compensation sans pour autant réduire ses émissions. Enfin, cette conception de la neutralité n'est pas compatible avec les objectifs de l'Accord de Paris qui demandent à ce que le monde entier réduise ses émissions de 3 % à 7 % par année et atteigne zéro émissions nettes entre 2050 et 2070.

**Tableau 1 Diversité des périmètres et objectifs considérés dans différentes démarches de plan climat**

Villes	Année pour la «neutralité»	Emissions considérées	Particularités
Copenhague	2025	Directes	Vente d'énergie renouvelable hors territoire
Melbourne	2050	Directes	Achat de crédits C
Stockholm	2040	Directes Indirectes (compensation)	
Paris	2050	Directes (et -80% pour indirectes)	Compensation permise
Zurich	2050; 2030; 2020	Mobilité; <u>bâtim.</u> ; <u>électr.</u>	Motion neutralité 2030 à l'étude
Berne	1 t CO <sub>2</sub> / <u>hab/an</u> à 2035	Directes	
<u>Winterthur</u>	2 t CO <sub>2</sub> / <u>hab/an</u> à 2050	Directes + indirectes	Motion neutralité 2050 à l'étude
Baden, Bienne, St-Gall, ...	2050	Directes	
Olten	2030	Directes	

Dans le cas de cette étude, **le COPIL a fait le choix de définir l'objectif de réduction à 1 tonne de CO<sub>2</sub> par personne en 2050, de prendre en compte les émissions directes et indirectes et de ne pas recourir à la compensation.**

Ces objectifs ne correspondent pas à la définition scientifique mentionnée précédemment. Il faudrait en effet parvenir à zéro émissions nettes. C'est pour cette raison que la notion de neutralité carbone figure entre guillemets dans le texte quand elle est assimilée à 1 tonne de CO<sub>2</sub> par personne.

**Le Canton de Genève reste néanmoins beaucoup plus ambitieux et volontaire que nombre d'entités ayant adopté une démarche climatique.**

<sup>4</sup> Ce tableau a été réalisé dans le cadre de l'appui scientifique du plan climat de la ville de Lausanne (2020).

Il a fait choix de prendre en compte ses émissions indirectes. En effet, les collectivités des pays riches induisent des émissions très importantes à l'étranger (émissions grises des biens importés). En Suisse, 70 % des émissions se font à l'étranger contre 57 % pour la France ou 53 % pour l'Allemagne (Global Carbon project)<sup>5</sup>. En raison des avantages économiques qu'elles leur procurent, et pour des raisons éthiques et politiques, ces collectivités devraient prendre en compte ces émissions à l'étranger et s'attacher à les réduire.

Le Canton de Genève a aussi fait le choix de ne pas recourir à la compensation dans cette étude. La compensation vise à financer des réductions d'émissions ailleurs que dans le périmètre concerné (p.ex. à l'étranger dans le cas d'un pays). Ces réductions sont généralement réalisées à l'aide de projets d'énergies renouvelables ou d'efficacité énergétique et sont échangeables sous la forme de crédits carbone. Selon cette conception, une institution peut atteindre la neutralité carbone immédiatement en achetant chaque année un volume de crédits équivalent à ses émissions annuelles. Il est donc en théorie possible d'être neutre en carbone sans pour autant réduire ses émissions, même si la pratique courante consiste à réduire d'abord dans une certaine mesure, puis à ne compenser que le solde restant. Les projets de compensation ne sont en outre pas exempts de faiblesses. Certains, comme parfois les grands projets hydroélectriques ou éoliens, n'apportent pas de réductions supplémentaires par rapport à ce qui se serait fait de toute façon. De plus, le terme de neutralité carbone compris de cette manière tend à masquer la réalité des efforts de réduction consentis (ou non) et rend donc les politiques climatiques peu lisibles. Mais surtout, cette stratégie est incompatible avec l'objectif d'atteindre zéro émissions nettes au niveau mondial d'ici le milieu du siècle, comme l'implique l'Accord de Paris. Pour réussir cela, les émissions de carbone doivent diminuer partout autour du monde et les émissions des uns ne peuvent être compensées par les réductions des autres.

### **3. Périmètre de l'étude et difficultés d'atteindre une « neutralité » à l'échelle cantonale**

Le périmètre de l'étude défini par le COPIL est celui du Canton de Genève. Ce périmètre présente l'intérêt de correspondre à une entité politique et administrative qui porte le plan climat.

Comme mentionné précédemment, le COPIL de l'étude a choisi de s'insérer dans l'optique qui a été celle du Plan climat jusqu'alors, c'est à dire de considérer les émissions directes qui ont lieu sur le territoire genevois, mais aussi les émissions indirectes qui ont lieu hors des frontières du Canton. Il s'agit d'un choix pertinent, responsable et courageux, mais qui implique que les leviers d'actions ne soient pas nécessairement à l'échelle du Canton.

Parvenir à un objectif de neutralité à l'échelle locale représente de réelles difficultés, car les systèmes actuels et les territoires reposent sur des biens et services globalisés et des stratégies mises en place au niveau mondial. Par ailleurs, les leviers d'action (compétences des cantons ou des communes) sont limités par le droit d'échelons supérieurs (droit fédéral, accords internationaux). C'est pourquoi les trajectoires socio-économiques au niveau mondial formulées par le GIEC<sup>6</sup>, ont largement influencé les scénarios proposés dans cette étude. De plus, un canton très urbain, comme celui de Genève, concentre les émissions de CO<sub>2</sub> et dispose de peu de potentiels pour développer une production alimentaire, énergétique et de

---

<sup>5</sup> <https://www.globalcarbonproject.org/>

<sup>6</sup> <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>

biens à l'échelle locale ou pour augmenter les puits de carbone potentiels, et cela en raison de sa faible surface.

Pour ces raisons, mais aussi du fait du découplage entre le territoire cantonal et le bassin économique, l'échelle cantonale n'est pas nécessairement la plus pertinente pour parvenir à une « neutralité carbone ». Durant la durée de cette étude, la question s'est posée de savoir s'il ne serait pas intéressant d'élargir le périmètre à celui du Grand Genève. Nous avons essayé d'en tenir compte, sans pour autant changer le périmètre de l'étude. Différents éléments ont été intégrés dans les propositions de futurs en relation avec le Grand Genève. Cette échelle s'est révélée être particulièrement prometteuse pour la poursuite des réflexions sur la « neutralité carbone ».

#### **4. Le rôle de l'État au centre de la démarche**

L'objectif de cette étude était de travailler sur les stratégies pouvant être mises en place par le Canton de Genève. Nous nous sommes donc centrés sur le rôle particulier de cet acteur.

Cette étude a donc cette limite : l'État ne peut pas être le seul acteur de la décarbonation de nos sociétés. Il ne détient pas l'ensemble des leviers existants et ne contrôle de loin pas l'ensemble des facteurs influant les résultats des actions mises en œuvre. La population, les entreprises, les collectifs, le monde associatif, les investisseurs... en sont aussi des acteurs majeurs qui n'ont pas été directement considérés dans cette étude. Chacun de ces acteurs entretient des liens avec les autres, tous font partie d'un même système et aucun ne peut « porter » la neutralité seul.

L'étude de Carbone 4<sup>7</sup> sur le pouvoir et la responsabilité des citoyens dans la réduction de leur empreinte carbone illustre ce propos. Elle montre qu'en modifiant ses comportements, un citoyen ne peut réduire ses émissions que de 20 % (scénario réaliste) à 45 % (scénario héroïque). La part restante des émissions ne peut être réduite qu'au travers d'une décarbonation de l'industrie, du système agricole, du fret, des services publics, de l'énergie etc.

De même, l'étude « Mission Possible »<sup>8</sup> de 2018 portée par les milieux industriels et de l'énergie, met aussi en avant la nécessité des actions des pouvoirs publics, citoyens et investisseurs pour parvenir à réduire les émissions des secteurs qui en émettent aujourd'hui le plus (industries lourdes comme le ciment, le plastique ou l'acier, transports lourds comme l'avion, le transport routier ou le transport maritime).

Conscients de ces interrelations entre acteurs, nous avons néanmoins essayé dans la présente étude de faire ressortir les leviers d'action et d'entraînement spécifiques dont le Canton dispose pour engager les autres acteurs avec lui dans une démarche de neutralité.

S'interroger sur le rôle central de l'État nous paraissait intéressant dans un contexte d'urgence climatique où beaucoup est attendu de ses actions, mais où l'imaginaire collectif met peu en avant son rôle. En parallèle de cette étude, nous avons par exemple travaillé sur les futurs possibles avec le Théâtre de Vidy et la Fondation Zoen<sup>9</sup>. Les scénarios proposés par les 200

---

<sup>7</sup> Faire sa part ? Pouvoir et responsabilité des individus, des entreprises et de l'État face à l'urgence climatique. Carbone 4. Juin 2019.

<sup>8</sup> <http://www.energy-transitions.org/mission-possible>

<sup>9</sup> <https://wp.unil.ch/futurspossibles/>

citoyens présents ont tous conclu à un effondrement de l'État qui laissait la place à des organisations de types petites communautés.

## **5. Une problématique complexe, une approche généraliste**

Cette présente étude s'inscrit dans la même optique que celle des plans climat, à savoir, une approche transversale et intégrée d'un grand nombre de domaines et de politiques publiques. Cela engendre une grande complexité dans la prise en compte et l'articulation de ces différents domaines et de leurs approches respectives. Cette complexité nécessite parfois d'être abordée avec un point de vue de généraliste, un peu à l'instar de ce qui se passe dans la santé. Il s'agit de consulter d'abord un généraliste qui apportera un point de vue global au problème du patient et qui le dirigera vers un ou des spécialistes en fonction du diagnostic posé, tout en gardant une vision globale et en articulant les différents traitements ou interventions.

Cette approche de la complexité permet d'explorer les tensions, les liens de causalité, la pluralité des points de vue qui sont essentiels à la durabilité ; elle est riche et dynamique. Néanmoins, elle présente aussi la limite de ne pas proposer de solutions parfaites et totalement définies, mais plutôt un cadre général et des propositions de processus.

De nombreux aspects de cette étude mériteraient des approfondissements. Citons notamment :

- Le financement des différentes stratégies ou mesures proposées.
- Le temps nécessaire aux changements des comportements. Selon les événements ou la mise en place de contraintes, ceux-ci peuvent évoluer très rapidement ou très lentement. De la même façon, différents facteurs (conflits, pandémies) peuvent bousculer rapidement toutes les projections démographiques qui semblaient relativement stables.
- L'impact carbone de la rénovation versus la construction de nouveaux bâtiments.

## **6. Explorer les futurs**

Afin de mieux comprendre ce qu'impliquerait la « neutralité carbone » pour le Canton de Genève, nous avons proposé une démarche d'exploration des futurs possibles.

Jusqu'à récemment, les approches de prospective ont cherché à rédiger des scénarios en travaillant sur l'extrapolation du présent<sup>10</sup>. La méthode des scénarios par exemple, propose d'analyser une série de variables et ensuite d'accentuer les tendances pour arriver à des scénarios qui soient probables et des stratégies qui puissent être ensuite planifiées. C'est cette démarche que nous avons utilisé pour les deux premiers scénarios qui sont proposés ici.

Aujourd'hui nous sommes dans un contexte complexe, hétérogène et spontané dans lequel il est pratiquement impossible de prédire l'avenir<sup>11</sup>. Les démarches visant à imaginer le futur doivent donc s'adapter à ce contexte. Il s'agit d'explorer les imaginaires, de développer des visions utopiques qui ne soient pas nécessairement probables ou désirables.

Afin d'ancrer les différents scénarios dans une approche plus globale, nous avons choisi de les raccrocher à des contextes plus généraux qui sont décrits dans les trajectoires socio-

---

<sup>10</sup> Loinger, G. 1996. *La prospective stratégique territoriale : l'avenir se pense avant de se construire*, in CEAT, editor. Le management territorial. PPUR, Lausanne

<sup>11</sup> Miller, R.2007. Futures literacy: A hybrid strategic scenario method. Futures. Volume 39. Issue 4.

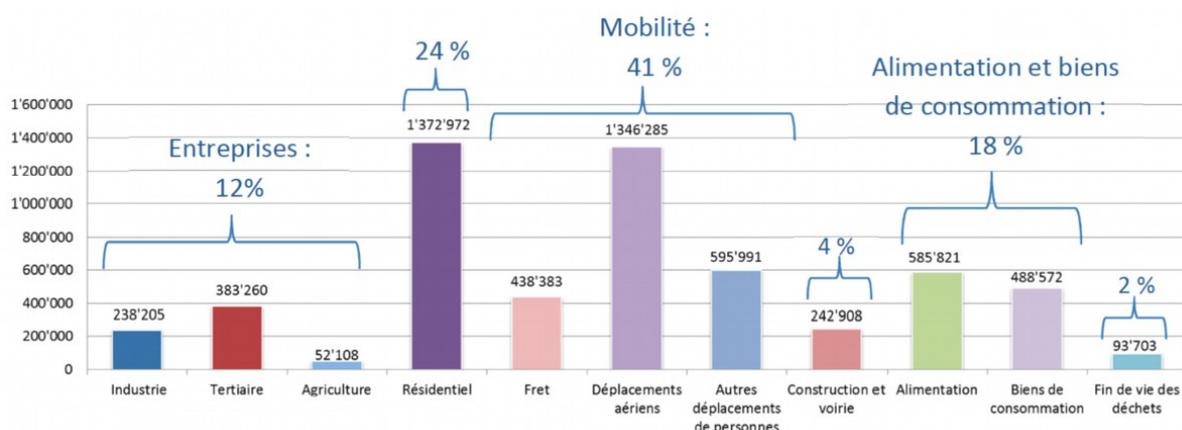
économiques (SSP, 'shared-economic pathways') du GIEC<sup>12</sup>. Ceux-ci décrivent des trajectoires pour des scénarios sociétaux, démographiques et économiques. Mais les éléments des futurs proposés ne se cantonnent pas à ces contextes. Nous avons cherché à les mettre en regard, sans que les futurs proposés ne soient qu'une déclinaison linéaire à une autre échelle de ces scénarios.

Après avoir précisé ces éléments méthodologiques, il paraît ici important d'avertir le lecteur sur la portée de cette étude exploratoire. Si nous avons choisi de proposer plusieurs futurs possibles c'est que nous pensons que l'intérêt d'une telle démarche est d'alimenter les processus de réflexions qui sont en cours autour de l'élaboration de la nouvelle mouture du Plan climat. Ces futurs n'ont pas pour objectif d'apporter des réponses définitives sur les choix qui doivent être faits ou sur des politiques à mettre en place. Ils ont une portée réflexive et non pas décisionnelle. Par exemple, les listes de mesures proposées dans les scénarios sont indicatives et ne prétendent pas être exhaustives : l'objectif n'est pas de paver le chemin vers des évolutions, mais plutôt de mettre en avant l'ampleur des changements nécessaires pour espérer répondre aux enjeux. Ces scénarios ne prédisent pas l'avenir, mais ouvrent des futurs possibles. Ils sont prospectifs et non prédictifs ou prescriptifs.

## 7. Les données quantitatives liées aux émissions carbone

Notre étude a pour point de départ les chiffres du Bilan Carbone® territorial du canton de Genève, publiés le 14.10.2015, sur la base des données de 2011-2012 (Maneco, 2015). Cette étude, qui utilise l'outil Bilan Carbone® inclut toutes les émissions directes, ayant lieu sur le territoire genevois (Scope 1 selon le GHG protocol), mais également une partie des émissions indirectes ayant lieu à l'extérieur du territoire, comme les émissions nécessaires à la production d'énergie électrique (Scope 2) et une partie des émissions liées à la production de biens de consommation (Scope 3). Le total du Bilan carbone territorial du canton de Genève s'élève à 5'838'207 tCO<sub>2</sub>e. En éliminant la part de déplacements en avion effectués depuis l'aéroport de Genève mais dont les habitants du canton ne sont pas responsables, cette valeur est de 4'788'106 tCO<sub>2</sub>e ce qui correspond à env. 10.2 tCO<sub>2</sub>e par habitant en 2012.

La répartition de ces émissions est la suivante :



Émissions de GES par catégorie (Maneco, 2015)

<sup>12</sup> <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>

En reprenant ce Bilan carbone, nous avons pu poser le constat que celui-ci permettait de donner une vision générale des émissions du Canton mais que celles-ci semblent sous-estimées. Cela pourrait expliquer en partie la différence entre l'estimation des émissions d'un Suisse (14 tonnes<sup>13</sup>) et celle qui ressort de l'étude pour un Genevois (10 tonnes). Certaines denrées alimentaires dont l'impact carbone est important n'ont pas été prises en compte comme par exemple le café, le cacao ou la bière. Pour les biens de consommation, le matériel électronique et électroménager, l'habillement ou les médicaments n'ont pas été considérés.

Il semble aussi important de mentionner que ce bilan ne prend pas en considération certains secteurs dont les émissions sont loin d'être négligeables. Il s'agit par exemple des flux de données Internet (qui induisent des consommations d'énergie importantes dans les pays où sont situés les centres de données). Il s'agit aussi des émissions indirectes induites par les flux financiers du secteur bancaire.

Dans la mesure du possible, nous avons essayé de corriger certains des chiffres qui ont été avancés, notamment pour l'alimentation (ce qui a été fait) ou les biens de consommation (ce qui n'a pas été possible pour des questions méthodologiques). Vous trouverez dans l'annexe 1 de ce rapport la présentation de la démarche qui a été entreprise.

De manière générale, il est important de préciser ici que les résultats des bilans CO<sub>2</sub> doivent toujours être considérés avec prudence. Ils sont le résultat d'un grand nombre d'hypothèses ou de choix réalisés par leurs auteurs. De plus, les marges d'erreurs sont souvent importantes et les données nécessaires pas toujours disponibles.

## **8. Les domaines pris en considération**

Lors de cette étude, nous avons choisi de nous concentrer sur les domaines suivants, qui reprennent ceux du Plan climat :

- Énergie et bâtiments
- Mobilité
- Alimentation
- Agriculture
- Biens de consommation
- Construction et aménagement du territoire
- Économie et entreprises
- Déchets
- Compensation

Il aurait été intéressant de considérer d'autres domaines comme par exemple l'éducation, la santé ou les flux financiers. Nous avons essayé ponctuellement d'y faire référence sans néanmoins les développer de manière poussée.

## **9. L'identification de mesures et leviers**

Notre étude avait aussi pour objectif d'identifier dans le cadre des scénarios, quels types de mesures et de leviers pourraient permettre l'atteinte de la « neutralité carbone ». Néanmoins nous devons rendre ici attentif le lecteur que ces éléments n'ont pas pour objectif d'être exhaustifs et qu'ils ont pour but d'illustrer et d'incarner les différents scénarios.

---

<sup>13</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/climate/in-brief.html>

Nous n'avons pas quantifié l'impact en termes de réduction d'émissions de chacune des mesures proposées. Ce travail serait bien entendu intéressant, mais chaque mesure nécessiterait une évaluation de son efficacité ainsi qu'une identification des éventuels effets rebonds associés pour ensuite arriver à quantifier son impact en termes de réduction (ou d'augmentation) des émissions.

#### **10. Les processus de consultation**

Cette étude a été mandatée au CID-UNIL qui a pris en charge la coordination du processus et la rédaction des contenus.

Les services de l'État ont été représentés dans un COPIL. Ils ont été informés et consultés ponctuellement. Ils ont participé à une journée de workshop destinée à tester des hypothèses de scénario. Ils ont aussi été consultés individuellement lors d'entretiens qualitatifs semi-dirigés en dernière partie du projet.

Les chercheurs et experts consultés ont amené leurs apports dans le cadre d'entretiens. Trois experts se sont impliqués plus en profondeur en apportant des documents qui ont servi de base au présent document. Il s'agit des aspects de quantification (Pascale Schwab Castella) et du secteur de l'énergie et des bâtiments (Catherine Lavalley et Jérôme Faessler).

#### **11. Un contexte en pleine effervescence**

Notre étude a été réalisée dans un contexte très dynamique autour de la durabilité au niveau international, national et cantonal. Il ne nous a pas toujours été possible d'intégrer les différents éléments politiques ou stratégiques qui ont changé ces derniers mois. Au niveau du Canton, de nombreuses études ont été mandatées par les différents services de l'État durant cette étude. Compte tenu des échéances, nous avons essayé d'intégrer ces études dans la mesure du possible, mais cela n'a pas toujours été réalisable. Citons notamment ici le travail réalisé sur la gouvernance de l'urgence ou l'approche prospective Genève 2050. Un processus est en cours à travers la démarche Genève 2050 pour articuler ces différentes études.

Juste après le rendu de cette étude, nous avons vécu une pandémie qui a engendré de nombreux changements et questionnements. Nous n'avons pas pu intégrer dans les scénarios toutes les réflexions qui ont surgi à ce moment, notamment en termes de gouvernance de l'urgence, changements de nos habitudes de mobilité ou notre dépendance à des réseaux d'approvisionnement mondialisés. Néanmoins, nous proposons en conclusion une mise en regard de nos scénarios et de cette pandémie.

# Scénario « Tendance » Si rien ne change (ou presque)

## Présentation

Ce scénario propose d'extrapoler la situation actuelle, de l'accentuer et d'estimer à quelles réductions d'émissions carbone il est possible de parvenir.

## Résumé du scénario

Nous sommes dans un contexte d'augmentation des émissions carbone au niveau mondial et d'augmentation des impacts du changement climatique. Malgré des déclarations d'intentions, l'État peine à se donner les moyens d'une politique climatique forte. A part quelques mesures dans le domaine de l'énergie qui sont contraignantes, la majorité sont de l'ordre de l'incitation. Vers 2030, les mesures visant à réduire les émissions sont progressivement abandonnées au profit de politiques d'adaptation des territoires. A l'échelle du Canton, les émissions par habitant diminuent légèrement entre 2020 et 2030 mais ces gains sont peu à peu rattrapés par l'augmentation des émissions défensives liées aux stratégies pour se prémunir des risques découlant du dérèglement climatique.

## Contexte mondial

Il s'insère dans le scénario SSP5 du GIEC : *Développement basé sur les combustibles fossiles - Prendre l'autoroute (défis élevés en matière d'atténuation, défis faibles en matière d'adaptation)* dans lequel nous sommes dans un monde qui fait de plus en plus confiance aux marchés concurrentiels, à l'innovation et aux sociétés collaboratives pour produire un progrès technologique rapide et le développement du capital humain comme voies vers le développement durable. Les marchés mondiaux sont de plus en plus intégrés. Il y a aussi des investissements importants dans la santé, l'éducation et les institutions pour améliorer le capital humain et social. Dans le même temps, la poussée en faveur du développement économique et social s'accompagne de l'exploitation de ressources fossiles abondantes et de l'adoption de modes de vie à forte consommation de ressources et d'énergie dans le monde entier. Tous ces facteurs entraînent une croissance rapide de l'économie mondiale, tandis que la population mondiale connaît des pics et des déclin au XXI<sup>e</sup> siècle. Les problèmes environnementaux locaux comme la pollution de l'air sont gérés avec succès. On croit en la capacité de gérer efficacement les systèmes sociaux et écologiques, y compris par la géo-ingénierie si nécessaire.

## Contexte Suisse

Depuis 2019 au niveau suisse, les préoccupations environnementales sont montées en puissance au sein de la population et au niveau politique. Les mobilisations citoyennes se sont multipliées. Les verts et verts libéraux ont gagné des sièges au Conseil National. Les nouvelles forces en présence ont permis d'accélérer la mise en place de politiques publiques permettant de réduire les émissions comme la stratégie énergétique 2050 ou la taxe CO<sub>2</sub>. Néanmoins cette dernière reste très modérée et n'a que peu d'impacts. Des investissements importants ont aussi été consentis pour augmenter la production d'énergies renouvelables et stimuler les recherches autour des voitures autonomes, de la maison intelligente, du stockage de l'énergie

ou des infrastructures de transport public. L'optique de ces mesures est principalement d'améliorer la situation existante, pour parvenir par exemple à une meilleure efficacité des voitures ou des bâtiments sans remettre en question leurs usages.

A Genève, l'État déclare l'urgence climatique et annonce l'objectif de réduire d'ici à 2030 ses émissions de CO<sub>2</sub>e de 60 % et d'atteindre la neutralité d'ici à 2050. Il met en place de nombreuses mesures qui sont, pour la plupart, informatives et incitatives. Le domaine de l'énergie et de la mobilité font néanmoins figures d'exception en privilégiant autant les adaptations réglementaires et le contrôle que les mesures d'incitation et d'accompagnement des acteurs.

Les déclarations de « neutralité carbone » pour 2050 ou 2030 se multiplient aux seins des entités publiques ou des entreprises sur le territoire genevois. Néanmoins, ce sont souvent des effets d'annonce sans réelles stratégies concrètes de réduction des émissions. Elles se basent souvent uniquement sur des stratégies de compensation carbone à l'étranger. Il n'y a pas de réelle prise de conscience de l'ampleur des changements nécessaires qu'implique la « neutralité carbone ».

En parallèle de l'État de Genève, l'agglomération du Grand Genève mène aussi des réflexions sur la « neutralité carbone ». L'idée de réaliser une démarche commune a vite été abandonnée de peur de complexifier et de ralentir le processus. Des mesures sont mises en place afin de coordonner les stratégies de Plan climat à ces deux échelles.

Le développement économique et de la population de Genève se poursuit. Le Canton de Genève compte 640'000 habitants en 2050, soit 180'000 de plus qu'en 2012.

## **2020 - 2030**

L'année 2019 se caractérise par un contexte de fortes pressions sociales et politiques autour des enjeux climatiques qui stimule l'annonce d'une nouvelle mouture du Plan climat dans un délai très court.

Ce nouveau Plan climat est constitué de mesures sectorielles, identifiées dans différentes Directions générales du Canton dont l'énergie/bâtiment, la mobilité, l'alimentation, l'agriculture, les biens de consommation, les constructions et les déchets. Exception faite de l'interdiction des chaudières à mazout, la politique privilégiée est celle de la « carotte » plutôt que du « bâton ». L'objectif affiché de ces mesures est la réduction des émissions carbone, mais traite aussi des stratégies d'adaptation au dérèglement climatique. Cette mouture du Plan climat propose aussi des stratégies de compensation à l'étranger, vues comme des stratégies transitoires dans l'attente des résultats des mesures avancées.

Cette nouvelle mouture du Plan climat passe relativement inaperçue auprès de la population. Seuls les militants environnementaux se mobilisent et dénoncent un manque d'ambition. Les services de l'État concernés sont bien conscients que ces mesures ne suffiront pas à atteindre la neutralité, mais voient ce Plan climat comme un moyen de stabiliser et d'engager l'infléchissement des émissions.

En 2025, un nouveau Bilan carbone territorial est réalisé. Il montre que celui réalisé en 2012 a sous-estimé certains postes d'émissions (notamment : alimentation, biens de consommation et mobilité). Il montre également que les émissions liées à certains postes ont augmenté, comme la mobilité aérienne. Il permet aussi de donner quelques indications sur

l'impact du numérique<sup>14</sup> ou des flux financiers<sup>15</sup> qui n'avait pas été pris en compte dans le précédent bilan. Cette nouvelle estimation augmente la part des émissions d'un genevois et contribue à rendre l'objectif de neutralité encore plus difficile. Le nouveau bilan montre également que certaines mesures proposées par les précédents Plans climat n'ont pas eu l'effet escompté, en raison de différents freins dont certains sont explicités dans le Tableau 2.

**Tableau 2 Différents freins et résistances rencontrés dans l'élaboration et la mise en place du Plan climat pour atteindre les objectifs de neutralité carbone**

- Freins internes aux administrations (résistance, lobbies internes, mesures qui rentrent en concurrence entre elles, mesures non suivies par les services techniques car trop nombreuses, aversion au risque, dépendance aux sentiers, peur du blâme)<sup>16</sup>.
- Freins politiques et économiques (absence d'institutions fortes pour la protection de l'environnement, mandats politiques courts, rendements économiques à court terme sans vision de l'impact économique du réchauffement, difficile remise en question d'un système économique fondé sur la consommation).
- Freins structurels (ex : infrastructures qui ne facilitent pas des changements de comportements vers plus de durabilité, chemins de dépendance technologique, retours sur investissement non encore réalisés, etc.).
- Freins liés à la temporalité et la gouvernance : longueur dans la mise en place des mesures qui doivent s'effectuer de façon urgente, difficulté à faire passer l'enjeu climatique comme prioritaire alors que toutes les Directions ont déjà leurs propres priorités.
- Freins psychologiques qui empêchent des changements de comportements vers plus de durabilité, la problématique du dérèglement climatique étant perçue comme trop lointaine<sup>17</sup>. On préfère maintenir les processus habituels comme on sait les faire, ce qui n'est pas compatible avec l'ampleur des changements nécessaires.
- Freins liés à la mise en place de projets contradictoires qui vont réduire l'impact de mesure (p.ex : nouvelles infrastructures routières en parallèle d'infrastructures de transports publics).
- Freins liés à l'absence d'articulation des mesures les unes aux autres qui peut aboutir à des situations de conflits entre services de l'État.
- Freins liés aux manques de hiérarchisation et priorisation des mesures qui engagent souvent une dispersion des forces.

Dès 2026, les travaux pour une nouvelle mouture du Plan climat sont lancés. Dans l'ensemble, la démarche est identique au Plan climat de 2020, si ce n'est en plus l'intégration de jeunes grévistes du climat dans le processus et d'experts des hautes écoles. Cette nouvelle mouture de Plan climat

<sup>14</sup> La part d'émissions de GES mondiale attribuable au numérique est estimée par *The Shift Project* de passer de 2.5 % en 2013 à 4.0 % (2,1 GtCO<sub>2eq</sub>) en 2020, avec un taux de croissance qui continue d'augmenter. *The Shift Project, pour une sobriété numérique*, 2018

<sup>15</sup>[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business\\_economy\\_euro/accounting\\_and\\_taxes/documents/190618-sustainable-finance-factsheet\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/accounting_and_taxes/documents/190618-sustainable-finance-factsheet_en.pdf) et <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/info-specialistes/climat-et-marche-financier.html>

<sup>16</sup> Les freins culturels à l'innovation dans l'administration publique : spécificités helvétiques, O. Boukamel & Y. Emery, *Gestion Management Public*, 6(4), 2018, p.24-43

<sup>17</sup> *The Dragons of Inaction, Psychological Barriers That Limit Climate Change Mitigation and Adaptation*, Gifford, Am. Psy., 2011,

est accompagnée par le lancement de projets pilotes sectoriels qui sont largement communiqués dans les médias (p.ex : des projets sur les véhicules autonomes).

## Exemples de mesures mises en place entre 2020 et 2030



Dans le domaine de l'énergie, les principales mesures s'inscrivent dans l'optique du plan directeur de l'énergie ainsi que de l'affinage de mesures déjà annoncées dans le volet 2 du Plan climat. Ces mesures s'articulent autour des besoins de :

### Diminuer la demande en énergie thermique :

- Révision des seuils IDC (Indice de déperdition de chaleur) en visant les 450 en 2020 et les 250 en 2050.
- Introduction dans la loi sur l'énergie du MoPEC 2014 (modèle de prescription énergétique des Cantons).
- Amélioration et suivi de l'efficacité des programmes visant à stimuler la quantité et la qualité de la rénovation des bâtiments (prestations AMOen et AMU, subventions, prêts à 0 %) qui ont pour objectif de permettre d'augmenter le taux de rénovation à 2 % par an.
- Renforcement des exigences sur les bâtiments neufs de type HPE (haut standard énergétique) ou THPE genevois (très haut standard énergétique)
- Amélioration de l'efficacité des appareils et des installations à travers l'optimisation des installations de chauffage via des programmes d'efficacité
- Changement des comportements des habitants avec des campagnes de sensibilisation et d'action (élargissement Eco21)

### Réduire la demande en électricité :

- Rénovation des installations électriques des bâtiments existants pour en améliorer les performances
- Amélioration de l'efficacité des appareils et installations à travers des programmes d'efficacité soutenant le changement des appareils énergivores par des plus performants
- Changement des comportements des ménages et des professionnels avec des campagnes de sensibilisation et d'action (type Eco21)

### Substituer les vecteurs d'approvisionnement fossiles :

- Planifier la fin du mazout en interdisant les chauffages fossiles dans toutes les nouvelles constructions (déjà en vigueur en 2020), les rénovations importantes (dès 2030) et lors du changement d'installation (dès 2040)
- Planifier la fin du gaz naturel fossile en interdisant les chauffages et cuisinières au gaz naturel fossile dans les nouvelles constructions (2025) et lors du changement d'installation (dès 2030)
- Soutenir le développement d'infrastructures thermiques

### Diminuer l'énergie grise du mix énergétique :

- Développer les productions électriques locales<sup>18</sup> à travers des programmes de soutien et de stimulation

<sup>18</sup> UVTD Cheneviers, Solaire thermique, Biomasses, PAC, Géothermie profonde



## Mobilité

Avec le secteur de l'énergie et des bâtiments, la mobilité est celle où les mesures mises en œuvre pour réduire les émissions sont les plus importantes. Là encore les principales mesures poursuivent et développent les stratégies énoncées dans le volet 2 du Plan climat et les stratégies mobilité 2030, les plans d'action mobilité douce, les stratégies d'électromobilité et le plan directeur du transport des marchandises. Ces mesures s'articulent autour des besoins de :

- Favoriser l'électrification du parc automobile genevois en mettant en place l'infrastructure qui permet le développement des véhicules électriques (bornes de recharges sur les domaines publics et privés), en incitant le changement de véhicule par des subventions à l'achat, en transformant le parc véhicule des administrations cantonales, en mettant en place des infrastructures accessibles uniquement par les véhicules électriques (places de parking, voies spéciales).
- Favoriser l'électrification des transports publics genevois lors de leur renouvellement et à travers des projets pilotes de flotte de bus autonomes par les TPG.
- Favoriser l'électrification du fret camion et des flottes de taxis par des mesures incitatives (subventions).
- Développer l'utilisation de l'hydrogène en soutenant des projets pilotes dans le canton (dès 2020).
- Réduire l'accessibilité voiture au centre des villes et communes du Canton. Cela peut se faire de manière ponctuelle pour des questions de santé publique lors des pics d'ozone<sup>19</sup> (circulation alternée, ralentissement de la circulation). Cela peut aussi se faire à travers des mesures liées aux infrastructures notamment le développement des zones 20/30 et piétonnes, la réduction des places de stationnement et l'augmentation du prix des places et des macarons de stationnement. Des études sont aussi relancées concernant le projet de péage urbain en 2025.
- Augmenter l'attractivité des transports publics (amélioration du réseau et des fréquences, augmentation des voies en site propre, études sur la gratuité des transports publics)
- Développer des stratégies permettant d'augmenter l'attractivité de la mobilité douce, piétonne et cyclable, en améliorant les infrastructures (pistes, trottoirs, itinéraires continus, zones 20/30), en favorisant l'accès à la mobilité vélo (subventions à l'achat, développement des vélos libre-service) et en mettant en place des actions de promotion et d'information.
- Favoriser le partage des véhicules (développement de programmes « Mobility »)
- Développer des stratégies de gestion du Fret urbain pour contenir son développement (soutien à la mise en place de nouvelles interfaces de distribution urbaine, réalisation d'études sur les derniers kilomètres de livraison en mobilité douce et soutien à la mise en place de systèmes informatiques d'optimisation des déplacements).

En ce qui concerne la mobilité aérienne, différentes mesures sont proposées pour tenter de stabiliser le nombre de passagers et de vols (p.ex : campagne de sensibilisation, mise en

---

<sup>19</sup> <https://www.ge.ch/dossier/qualite-air/electromobilite-ameliorer-qualite-air>

place de stratégies institutionnelles sur les vols professionnels) mais aussi réduction des vols de nuit pour des questions de nuisances sonores suite à des plaintes de riverains.



## Alimentation et agriculture

Dans le secteur de l'alimentation et de l'agriculture, les mesures restent encore largement incitatives et informatives. Elles s'articulent autour des stratégies déjà engagées. Ces mesures visent à :

### Soutenir le passage à des régimes alimentaires moins carbonés :

- Réduction de la part de la viande dans l'alimentation en soutenant la mise en place d'alternatives végétariennes dans la restauration collective. Des journées sans viande hebdomadaires sont proposées. En collaboration avec des médecins, les labels sont remis à jour (par exemple, le Label Fourchette verte).
- Mise en place des programmes d'accompagnement vers une alimentation moins carbonée à l'échelle individuelle (eco21 alimentaire) ou collective (programme de type Beelong<sup>20</sup>, formations).

### Valoriser l'agriculture locale :

- Poursuite des efforts liés à la valorisation des produits genevois (labels, informations, filières).
- Incitation à proposer des apéritifs composés uniquement de produits genevois lors d'événements organisés par le Canton.
- Mise en œuvre des programmes de sensibilisation et information (poursuite du développement de programmes éducatifs dans les fermes urbaines du Canton, soutien au développement d'agriculture urbaine dans les écoles ou au pied des immeubles).
- Favoriser les pratiques agricoles favorisant le stockage de carbone dans les sols et les monitorer.

### Limiter le gaspillage alimentaire :

Pour diminuer le gaspillage alimentaire, des programmes de sensibilisation sont développés pour les exploitations agricoles, les distributeurs ou les consommateurs.



## Biens de consommation et déchets

Dans le secteur des biens de consommation, l'État se heurte vite à la difficulté de ne pas avoir en main des leviers lui permettant d'intervenir directement sur les comportements des consommateurs. Le nouveau bilan Carbone de 2025 montre que ce secteur a été fortement sous-estimé jusqu'à présent. Dans le secteur des biens de consommation, les mesures restent incitatives et informatives sauf dans certains domaines très spécifiques (plastiques à usage unique). L'État soutient aussi ponctuellement certains projets qui permettent de valoriser la réutilisation d'objets. Les mesures visent à :

- Informer sur les émissions des biens de consommation notamment à travers des campagnes d'informations, des actions pédagogiques, la mise en place ponctuelle d'étiquettes carbone sur certains produits. Limiter les biens de consommation à usage unique ou très carbonés grâce au travail avec les grands distributeurs.

---

<sup>20</sup> <https://beelong.ch>

- Valoriser l'économie circulaire et la mutualisation en soutenant des initiatives nouvelles ou existantes (mise à disposition d'espaces, communication sur ces initiatives).
- Continuer le soutien aux stratégies d'achats responsables (formations, information, programmes en interne de l'administration).
- Valoriser les stratégies de réparation (cours, fablab).



### Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme

Dans le secteur de la construction et de l'urbanisme, l'État poursuit différentes stratégies déjà en cours et les amplifie. Les mesures visent à :

- Assurer un développement territorial qui prenne en compte les objectifs de neutralité. En 2021, la révision du plan directeur cantonal rajoute un volet climatique à cette vision directrice. Celui-ci guide les mesures d'aménagement permettant de réduire les émissions mais aussi d'adapter les territoires aux changements climatiques. Les principes généraux restent les mêmes à savoir la densification, le développement des transports publics et de la mobilité douce, la préservation des surfaces agricoles et naturelles.
- Limiter l'impact des constructions et des rénovations en favorisant la réalisation de bilans Carbone des matériaux de construction, en mettant à disposition des professionnels des informations sur les techniques de construction moins carbonées, en soutenant par des subventions l'usage de matériaux avec une empreinte carbone limitée et la réutilisation de matériaux dans les chantiers<sup>21</sup>.



### Économie et entreprises

Dans le secteur de l'économie et des entreprises, les mesures visent d'abord à soutenir et valoriser les entités qui mettent en œuvre des stratégies pour aller vers une neutralité. L'État met en place une boîte à outils qui peut s'adapter aux types d'entreprises et prévoit des accompagnements et des soutiens ponctuels. Il soutient les labellisations d'entreprises (de type BCorp) et différentes récompenses sur des stratégies managériales. Il valorise le tissu existant des entreprises œuvrant sur les questions de neutralité<sup>22</sup>.



### Compensation

Face à la pression populaire montante et à la nécessité d'agir pour limiter les émissions de GES, l'administration publique et de nombreuses entreprises se lancent dans des démarches de compensation qui visent à financer des réductions d'émissions ailleurs que dans le périmètre concerné. Ce dispositif permet à ces entités de s'affirmer « neutres en carbone » presque immédiatement<sup>23</sup> à moindres coûts. Certaines entités mettent en place des processus pour s'assurer de la crédibilité et la traçabilité des projets de compensation.

<sup>21</sup> Bellastock

<sup>22</sup> Du type du film Demain Genève ou de cartographie des acteurs de l'économie sociale et solidaire (<https://www.ge.ch/actualite/economie-sociale-solidaire-affiche-son-ancrage-geneve-4-02-2020>)

<sup>23</sup> Voir en introduction les limites d'un tel système de compensation.

## 2030 - 2050 : Intensification des effets perceptibles du dérèglement climatique et entrée dans l'ère de l'adaptation

Autour du monde, les événements climatiques extrêmes se multiplient (montée des eaux et déplacements de population, sécheresses, famines, tensions autour de l'accès à l'eau, etc.), ce qui engendre un nombre croissant de tensions géopolitiques. Dans ce contexte, la Suisse apporte de l'aide d'urgence et de coopération au développement et renforce son rôle diplomatique de promotion de la paix.

Sur le sol suisse, la question de l'immigration et de la gestion de flux de réfugiés climatiques sur le territoire prend sa place au cœur des débats politiques. On compte déjà en 2035, 50 millions de réfugiés climatiques autour du monde et 200 millions sont attendus selon les prévisions de l'ONU en 2050<sup>24</sup>. En 2040, les scientifiques annoncent que le réchauffement de la planète dépasse les 2°C. Ils tirent la sonnette d'alarme sur les boucles de rétroactions qui se déclenchent et augmentent de manière importante les risques liés aux aléas climatiques. En 2049, le réchauffement est estimé à +3°C en moyenne globale (modèles SSP5 8.5 et SSP3 7.0<sup>25</sup>), soit près de +6°C en moyenne en Suisse. En 2050, des scientifiques mesurent une forte accélération de la fonte du permafrost de l'Arctique et craignent un relargage massif de méthane dans l'atmosphère<sup>26,27</sup>. La communauté scientifique craint que la Terre n'ait dépassé de manière irréversible une « limite planétaire » importante<sup>28</sup>.

Les signes perceptibles du dérèglement climatique s'accroissent en Suisse. Les épisodes de précipitations intenses et les vagues caniculaires se multiplient<sup>29</sup>, ce qui met les équipements et infrastructures à rude épreuve<sup>30</sup>. Les normes OPair de pollutions de l'air sont fréquemment dépassées, ce qui accentue les affections cardiovasculaires et respiratoires. Ces périodes de canicule sont associées à une mortalité accrue des personnes vulnérables. Les hivers sont par contre sensiblement plus doux qu'au début du siècle. Due aux vagues de chaleurs et aux hivers plus doux, la prolifération des tiques et de la maladie de Lyme augmente. Les services sanitaires du Canton doivent également faire face à l'arrivée de nouveaux vecteurs de maladie qui se propagent en Suisse, comme le moustique-tigre, le chikungunya ou la fièvre du Nil<sup>31</sup>. Les épisodes de sécheresse ont des conséquences sur les rendements agricoles. L'approvisionnement énergétique de la Suisse est également perturbé par la fonte rapide des glaciers. Face à la diminution de ces « stocks » naturels d'eau douce, les barrages peinent à se

---

<sup>24</sup> Myers, N. 2005 "Environmental refugees: An emergent security issue", 13e Forum économique, mai, Prague 23-27.

<sup>25</sup> CNRS communiqué de presse, Sept 2019: *Les deux modèles de climat français s'accordent pour simuler un réchauffement prononcé*, <http://www.cnrs.fr/fr/les-deux-modeles-de-climat-francais-s'accordent-pour-simuler-un-rechauffement-prononce>

<sup>26</sup> *The Collapse of Western Civilization: a view from the future*, Oreskes & Conway, Daedalus, vol.142, no.1, 2013

<sup>27</sup> *The Copenhagen diagnosis: Updating the world on the latest climate science*, 2009, The University of New South Wales Climate Change Research Centre, Australia.

<sup>28</sup> *Trajectories of the Earth System in the Anthropocene*, W. Steffen, H.J Schnellhuber, PNAS, 115 (33), 2018,

<sup>29</sup> Le rapport CH2018 affirme : « Scénario possible pour 2060 : les jours les plus chauds en été, le thermomètre grimpe de 5,5 degrés Celsius de plus par rapport à aujourd'hui. L'été caniculaire record de 2003 est désormais la norme. Il faut compter avec 18 jours de fortes chaleurs – avec des températures qui ne survenaient qu'une fois par an jusqu'à présent »

<sup>30</sup> Conséquences du changement climatique sur le développement territorial. ARE

<sup>31</sup> *The imperative of climate action to protect human health in Europe, Opportunities for adaptation to reduce the impacts, and for mitigation to capitalise on the benefits of decarbonisation*, EASAC, June 2019

remplir et la production hydroélectrique diminue d'autant, en particulier en période de sécheresse.

Le Canton de Genève est aussi victime des impacts du changement climatique. Cela nuit directement à la qualité de vie en ville, notamment durant l'été, ce qui entraîne des comportements de migration ponctuelle de la population aisée en campagne ou en montagne et à des achats de climatiseurs pour une grande partie de la population. Les aléas climatiques ont également des conséquences directes sur les exploitations agricoles qui peinent à s'adapter aux effets du dérèglement climatiques<sup>32</sup>. Les évolutions climatiques résultent en une vulnérabilité accrue des particuliers et privés qui font pression sur le gouvernement pour que des mesures d'adaptation et de prévention des risques soient prises<sup>33</sup>.

En Suisse et dans le monde, comme le décrivait déjà Felli (2016)<sup>34</sup>, nous sommes entrés dans l'ère de l'adaptation. Avec l'augmentation des impacts du changement climatique, les stratégies d'adaptation aux changements climatiques se développent.

Progressivement, les plans climat, qui comportaient jusque-là plutôt des mesures de réduction d'émissions carbone, renforcent leurs mesures d'adaptation aux changements climatiques. Dès 2040, nous sommes dans une période charnière où la priorité est celle de la mise en place de stratégies pour assurer la sécurité des genevois face aux risques qui sont plus immédiats. C'est cette situation de crise qui guidera ensuite les politiques publiques qui seront mises en place.

Le réchauffement climatique ayant des effets sur les aspects sanitaires et de gestion des risques, les stratégies d'adaptation climatique - initialement prises en charge par le Service du développement durable à travers le Plan climat - sont transférés à la Direction générale de la sécurité, dans un service nouvellement créé qui coordonne toutes les politiques et mesures devant être mises en œuvre. Ce service, intitulé « Service de sécurité climatique » compte une trentaine de personnes en 2030 et est en croissance. Il dispose d'un budget de Chf 130 millions par an (dont Chf 80 millions uniquement pour réparer les dégâts liés aux infrastructures)<sup>35</sup>.

En plus de la mise à disposition de ce fonds, l'État de Genève se dote d'un nouvel observatoire de l'impact du changement climatique à l'échelle locale<sup>36</sup> en partenariat avec les hautes écoles romandes.

Les émissions CO<sub>2</sub> liées à la mise en place de stratégies défensives face aux impacts du changement climatiques explosent. On assiste à la ruée sur les énergies fossiles pour se prémunir contre les effets du changement climatique (climatisation, construction d'ouvrage de protection, etc.).

---

<sup>32</sup> L'agriculture (2.10), dans *Coup de projecteur sur le climat Suisse, État des lieux et perspectives*, Académies Suisses de Sciences, mai 2016

<sup>33</sup> L'industrie de l'assurance et des services financiers (2.17), dans *Coup de projecteur sur le climat Suisse, État des lieux et perspectives*, Académies Suisses de Sciences, mai 2016

<sup>34</sup> Romain Felli. *La Grande Adaptation. Climat, capitalisme et catastrophe*. Seuil 2016.

<sup>35</sup> <https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/detec/simonetta-sommaruga-conseillere-federale/manifestations/infrastrukturtagung-2019.html>

<sup>36</sup> Les données et modèles de prédictions liés aux impacts spécifiques des changements climatiques sont encore souvent trop globaux pour être directement utiles aux politiques publiques.

## 2050

En 2050, le Canton de Genève a mis en place de nombreuses stratégies pour se protéger des impacts du changement climatique. La réduction des émissions n'est plus un objectif en soi. Après avoir diminué entre 2020 et 2035, les émissions remontent progressivement.

### Exemples de mesures mises en place entre 2030 et 2050

Les mesures proposées par secteur ci-dessous sont illustratives et n'ont pas pour objectif d'être exhaustives. Elles sont basées sur la compilation de différents rapports sur la question<sup>37</sup>.

	<b>Énergie et bâtiment</b>
---	----------------------------

Dans le domaine de l'énergie et du bâtiment, la mise en place des mesures identifiées entre 2020-2030 se poursuit. Ces dernières visent à réduire les besoins électriques et thermiques, restreindre l'usage des vecteurs d'approvisionnement fossiles, augmenter la production d'énergie renouvelable. Néanmoins la situation évolue, les besoins en chauffage sont moins importants mais ceux en refroidissement vont augmenter.

Ces missions sont complétées par des mesures spécifiques liées à l'adaptation au changement climatique.

- Sur la réduction des besoins électriques et thermiques : l'accent est mis sur les enjeux liés à l'isolation vis-à-vis de la chaleur et à la gestion de l'augmentation des besoins en climatisation. L'objectif est de stimuler la conception de bâtiments permettant de limiter l'augmentation des températures à travers le type d'isolation, d'orientation ou l'organisation des façades. Des programmes d'information aux architectes, des critères de performance des bâtiments et la création d'un fonds de soutien est réalisée. En parallèle, tout un programme de sensibilisation à l'usage de la climatisation est adressé aux professionnels et au public en regard de la consommation, mais aussi sur l'entretien des installations afin de prévenir les risques sanitaires.
- Sur l'augmentation de la production d'énergies renouvelables et dans ce cas spécifiquement de froid issu de sources renouvelables, les programmes de type GeniLac, qui utilisent l'eau du lac pour rafraîchir (et chauffer) les bâtiments, se multiplient.
- Mise en place de stratégies permettant de comprendre la vulnérabilité des infrastructures de production d'énergie aux changements climatiques, de les prévenir et de les remettre en état.

	<b>Mobilité</b>
---	-----------------

<sup>37</sup> SOFIES : Analyse des Risques et Opportunités liés aux changements climatiques en Suisse. Etude de cas. Canton Genève et Grand-Genève (2015)

OFEV 2012 : Adaptation aux changements climatiques en Suisse, Objectifs, défis et champs d'action ; Premier volet de la stratégie du Conseil fédéral du 2 mars 2012

OFEV 2014 : Adaptation aux changements climatiques en Suisse, Plan d'action 2014-2019 ; Deuxième volet de la stratégie du Conseil fédéral du 9 avril 2014

En termes de mobilité, les grandes orientations mises en place entre 2020 et 2030 se maintiennent entre 2030 et 2050 (électrification, valorisation de la mobilité douce, limitation de l'accès aux centres villes, optimisation du fret) ; elles se traduisent par une augmentation du parc électrique de véhicules et une amélioration constante des transports publics ainsi que des infrastructures de mobilité douce (même si limitées). D'autres mesures spécifiques à l'adaptation s'y ajoutent et prennent progressivement de plus en plus d'importance. Ces mesures sont les suivantes<sup>38</sup> :

- Limiter les risques liés à la vulnérabilité des infrastructures (p.ex : vieillissement précoce, fragilité) en lançant des études de diagnostic sur le territoire genevois, en définissant les solutions pour améliorer la résistance des infrastructures, en mettant en place un système de priorisation des travaux nécessaires en fonction des risques et du diagnostic et en soutenant la réalisation de ces travaux de prévention par un fonds d'investissement.
- Prévoir la modification de la mobilité en fonction des changements climatiques. Il est possible que les pratiques de mobilité évoluent en fonction du climat comme le recours à un usage plus important de la voiture lors de canicules, la facilitation de la mobilité douce en hiver (mais rendue plus difficile lors des canicules), la modification du fret sur le Rhône en fonction des régimes des cours d'eau ou les comportements de tourisme vers des zones moins chaudes.
- Prévoir la gestion de crise de la mobilité en cas d'épisodes extrêmes avec des mesures comme la limitation volontaire des transports et déplacements, les stratégies de transferts sur d'autres axes, les perturbations du fret.
- Mettre en place des fonds et des équipes pouvant réparer les infrastructures suite aux épisodes extrêmes et gérer les réseaux en cas de congestion liée aux remises en état.



## Alimentation et agriculture

Dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture, les mesures visant à soutenir le passage à des régimes alimentaires moins carbonés, valoriser l'agriculture locale, favoriser la captation de carbone dans les sols ou limiter le gaspillage se maintiennent mais évoluent pour se centrer sur les questions d'adaptation. Le Canton met en place des mesures pour :

- Favoriser l'adaptation des exploitations et des cultures. Les agriculteurs du Canton doivent s'adapter aux changements climatiques<sup>39</sup>. La co-variation de différentes variables (p.ex : températures plus élevées toute l'année, stress hydrique, moins de gelée, arrivée de nouveaux ravageurs favorisée par des températures plus clémentes) fait que certaines cultures sont favorisées (ex : maïs, vigne) mais que d'autres cultures sont péjorées (ex : pomme de terre, blé d'hiver). Le Canton met en place des dispositifs d'information, d'accompagnement, de soutien et de formation des agriculteurs sur ces questions. Il réalise aussi des infrastructures pour permettre aux exploitations de s'adapter (réserves d'eau, conduites d'approvisionnement depuis le lac).

<sup>38</sup> Elles sont inspirées des rapports suivants : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/transports-et-adaptation-au-changement-climatique> et <https://www.ekopolis.fr/sites/default/files/2019-03/docs-joints/RES-1903-adapter-mobilite-climat.pdf>

<sup>39</sup> L'agriculture (2.10), dans *Coup de projecteur sur le climat Suisse, État des lieux et perspectives*, Académies Suisses de Sciences, mai 2016

- Intégrer les exploitations agricoles comme des partenaires pour adapter le territoire et limiter les risques climatiques en reconnaissant et valorisant les prestations des agriculteurs dans les planifications et en les dédommageant.
- Mettre en place des dispositifs pour permettre de réparer les dégâts dans les exploitations à travers l'encouragement à la contractualisation d'assurances aux aléas climatiques et un fonds de soutien d'urgence.
- Les changements climatiques pouvant générer des perturbations dans les filières d'approvisionnement alimentaire, le Canton met en place des stratégies de réserves pour sa population.



### **Biens de consommation et déchets**

Dans ce domaine, les nouvelles mesures mises en place par l'État concernent essentiellement la maîtrise des perturbations possibles en termes d'approvisionnement suite à des aléas climatiques dans les zones de production, mais aussi dans le fret local suite à des problèmes sur les infrastructures routières, ferroviaires ou aériennes. Des mesures de réserve pour les produits de première nécessité et les médicaments ainsi que des planifications de crise, sont mises en œuvre.



### **Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme**

En termes de construction et d'urbanisme, les grandes orientations territoriales sont chamboulées par la prise en compte des changements climatiques et la mise en œuvre de stratégies d'adaptation. En termes de construction, de nouveaux besoins émergent afin de préparer ces impacts et d'adapter le parc des bâtiments. Ces mesures sont les suivantes :

- Adapter les constructions aux changements climatiques (mis en place de nouvelles normes de construction liées à la résistance au risque, catalogue de types et de teintes de revêtement obligatoires dans les espaces urbains, obligation de toits végétalisés dans les nouvelles constructions, informations, diagnostics et conseils pour les bâtiments existants, mise en place d'un fonds de soutien pour l'adaptation des constructions).
- Intégration dans les planifications territoriales des stratégies permettant de limiter les risques liés au réchauffement comme la gestion des crues, le phénomène d'îlot de chaleur, l'atteinte à la qualité de l'eau notamment à travers la végétalisation, la mise en œuvre de courant d'air urbain (« cool city »), la porosité des espaces urbains (concept de ville éponge), l'aménagement des réseaux, etc. Ces stratégies participent à stimuler la mise en place d'espaces publics au sein des quartiers qui répondent à ces nouveaux besoins.
- Intégration accrue des risques dans les planifications territoriales comme le plan directeur Cantonal. Les cartes de risques sont revues fréquemment, notamment dans les zones urbaines et prennent en compte les effets d'aléas climatiques sur le transport de produits dangereux ou la pollution des réseaux d'approvisionnement d'eau potable.
- Mise en place d'une planification d'hébergement d'urgence en cas de crise majeure (logements provisoires, accueil de réfugiés climatiques).
- Prise en compte des changements dans la distribution spatiale de la population en fonction des zones de risques, de l'évolution des activités notamment touristiques,

de l'éventuel renforcement de l'étalement urbain dans les zones rurales du Grand Genève.

- Quelques projets pilotes de circulations souterraines ou couvertes se multiplient afin de protéger la population, notamment de la chaleur.



### **Économie/ entreprise/ finance**

Les conséquences des changements climatiques sur l'économie peuvent être importantes. L'État met en place un programme de soutien lié à la prévention des risques dans les entreprises, ainsi qu'un fonds de soutien pour réparer les dégâts sur les infrastructures des entreprises liés aux aléas.

Il s'agit aussi de mettre en place des stratégies permettant de limiter la perte de productivité lors des épisodes de canicule ou d'épidémies. La promotion économique stimule le développement d'entreprises liées à l'adaptation (bureaux d'ingénieurs, développement de produits, entreprises de climatisation, entreprises spécialisées de travaux publics). Genève se positionne comme un pôle important de compétences sur les assurances de gestion des risques climatiques pour les particuliers et les entreprises.

## Évolution des émissions entre 2020 et 2050

	<b>Énergie et bâtiment</b>
---	----------------------------

Dans le domaine de l'énergie et du bâtiment, des mesures contribuent à réduire les besoins en énergie et à restreindre l'usage des énergies fossiles, notamment en augmentant la production d'énergie renouvelable. Les hivers étant plus cléments, les besoins de chauffage diminuent. Par contre, cette réduction est en partie contrebalancée par une augmentation des demandes en électricité due à une augmentation forte des besoins en froid et des pompes à chaleur. Les besoins thermiques s'élèvent à 3'800 GWh/an<sup>40</sup> et les besoins électriques à 3'850 GWh/an<sup>41</sup>.

	<b>Mobilité</b>
---	-----------------

Dans le domaine de la mobilité, l'impact de la mise en place des mesures n'est pas à la hauteur des espérances. De nombreux freins n'ont pas permis de réaliser les stratégies de mobilité douce, par exemple la construction d'infrastructures spécifiques. La limitation de l'accessibilité voiture au centre-ville n'est toujours pas réalisée en raison des résistances de la population. Ces résistances sont alimentées en partie par l'augmentation des épisodes climatiques extrêmes (dont canicule) qui mettent en avant l'avantage de la voiture par rapport aux transports publics ou vélo. De plus, quelques mesures n'ont pas été pensées suffisamment loin pour avoir un réel impact sur les réductions d'émissions. Par exemple, l'absence de prise en compte du poids et de la puissance des véhicules automobiles lors des subventions.

Malgré cela, les émissions liées à la mobilité diminuent en grande partie grâce à l'électrification du parc automobile. En parallèle, la congestion sur les réseaux et notamment au centre-ville, permet indirectement de stabiliser la mobilité voiture et de stimuler la mobilité vélo et l'usage des transports publics.

Le nombre de kilomètres parcourus en voiture par personne reste stable et la puissance des voitures reste la même. En revanche, 35 % des voitures utilisées sont électriques (véhicules des habitants et transit). En ce qui concerne les motos, le nombre de kilomètres par personne reste stable et elles restent avec leur motorisation actuelle (pas d'électrique). Pour les transports en commun et autres transports, le nombre de kilomètres par personne en train, transports publics ou mobilité douce reste stable.

L'amélioration de la logistique urbaine permet de stabiliser le nombre de kilomètres de Fret et cela malgré l'augmentation des achats réalisés sur le web. 25 % de la flotte de camions est électrifiée.

Pour ce qui concerne la mobilité aérienne, différentes mesures de sensibilisation ont été mises en place. Le canton a néanmoins peu de latitude concernant le trafic aérien qui est du ressort d'autres instances, notamment fédérales. Le secteur de l'aviation connaît en

---

<sup>40</sup> Chiffres repris de la prospective SIG 2050

<sup>41</sup> Chiffres basés sur les hypothèses d'essoufflement des économies d'électricité (- 0.08% par an jusqu'en 2050, de l'augmentation forte climatisation : +150 GWh/an, de l'augmentation forte mobilité électrique : +300 GWh/an et de l'augmentation forte des PAC : +500 GWh/an en 2050

parallèle quelques progrès techniques qui permettent de réduire la consommation de carburant par kilomètre.

Le nombre de kilomètres effectués en avion par les habitants genevois reste le même qu'en 2012. On assiste à une modification géographique et temporelle des flux touristiques. Le secteur de l'aviation continue à faire des améliorations techniques et peut ainsi réduire ses émissions de 10 % par kilomètre volé.



### **Alimentation et agriculture**

Suite à la mise en place de ces mesures et plus largement d'un contexte de prise de conscience environnementale autour de l'alimentation, on observe certains changements dans les normes d'alimentation. La consommation de viande diminue progressivement (- 30 % de viande de bœuf et d'agneau). Le gaspillage alimentaire est réduit de 5 %. La consommation de produits laitiers et de denrées de luxe reste stable.

L'agriculture locale est soumise à de nombreux aléas climatiques et les rendements sont très différents d'une année à l'autre. La perte de la biodiversité accentue ces écarts de productivité<sup>42</sup>. Le Canton augmente sa dépendance à des productions alimentaires issues de l'étranger dont le prix augmente et qui sont plus carbonées. Le changement climatique entraîne des perturbations dans ces approvisionnements. La part du budget des ménages pour l'alimentation progresse.



### **Biens de consommation et déchets**

De manière générale, on observe peu de remise en question des normes de consommation. Les lieux qui favorisent l'économie circulaire et de fonctionnalité se multiplient, mais restent des marchés de niche : il reste souvent moins cher, plus acceptable et plus facile, de jeter et d'acheter plutôt que de réparer, de louer ou de partager. L'achat et le renouvellement d'appareils électroniques et numériques se multiplient. La société intensifie son usage du numérique : numérisation de l'école, de la santé, des administrations, de la mobilité, etc. Ajoutée à l'accroissement d'objets connectés et l'utilisation accrue de vidéos, on assiste à une explosion du trafic des données sur les réseaux.

La tendance qui est à la hausse de la consommation se répercute de façon modérée sur les émissions, notamment grâce à des politiques nationales et internationales, à l'échelle de la Suisse, de l'Europe ou des pays producteurs (Chine). Des réglementations européennes se sont mises en place et ont eu une influence directe sur la Suisse qui a dû s'adapter, notamment sur l'efficacité des appareils ou le pourcentage de matériaux recyclés dans les biens de consommation.

La gestion des déchets évolue selon le scénario de référence, à savoir proportionnellement à l'augmentation de la population.

---

<sup>42</sup> Cette présente étude est centralisée sur les aspects climatiques et ne prend pas en compte l'étude de la biodiversité.



## **Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme**

Le contexte de croissance démographique, la réalisation d'importants projets urbains entre 2020 et 2030, l'augmentation des rénovations énergétiques de bâtiments, de projets d'infrastructures liées à la mobilité, au renforcement des infrastructures et des bâtiments liés aux aléas climatiques et les remises en état après ces aléas se traduisent par l'augmentation des constructions dans le Canton. Ces augmentations sont néanmoins pondérées par l'utilisation de techniques de construction plus intéressantes en termes d'émissions. Il y a notamment eu des progrès liés à la production et l'utilisation du ciment et de l'acier (captage du CO<sub>2</sub>, augmentation du recyclage des matériaux, amélioration des processus).

Les émissions liées à la construction et la voirie évoluent selon le scénario de référence, à savoir proportionnellement à l'augmentation de la population.

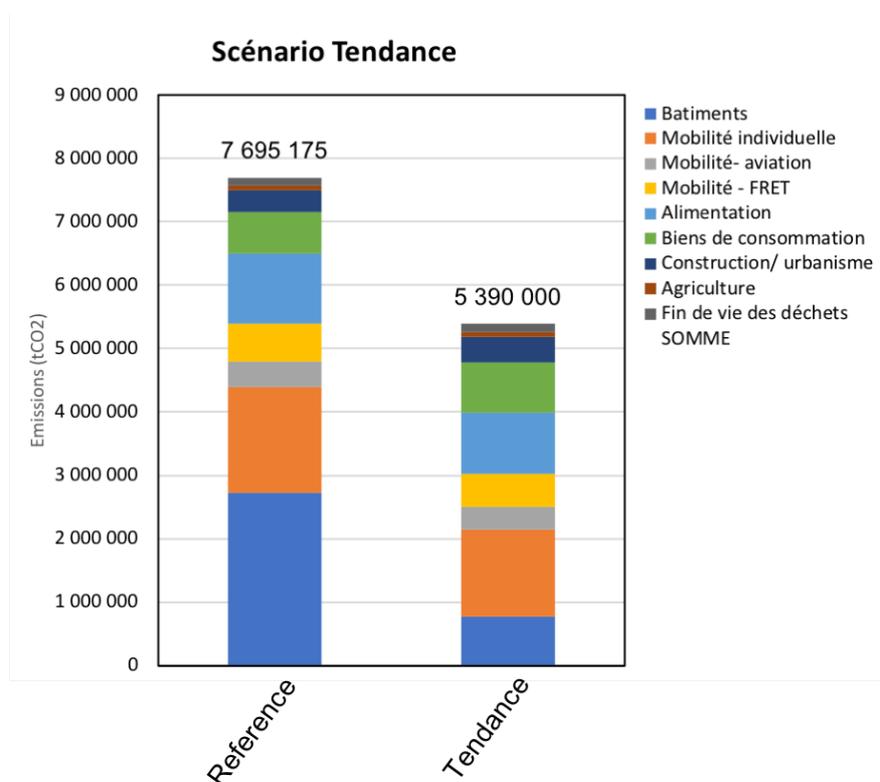
## Bilan des émissions

L'évolution prévisible des émissions est une diminution limitée et progressive de celles-ci jusqu'en 2035, puis une remontée en raison de la mise en place de stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

**Tableau 3 Emissions carbone pour le Scénario Tendance**

	<i>Valeur de référence pour 2050 (tCO<sub>2</sub>e)</i>	<b>Scénario 2050 Tendance (tCO<sub>2</sub>e)</b>
Résidentiel et entreprises	2'730'000	770000
Mobilité - individuelle	1'667'000	1'370'000
Mobilité - avion (part des genevois)	403'000	363'000
Mobilité - Fret	596'000	515'000
Alimentation	1'098'000	968'000
Biens de consommation	665'000	798'000
Construction et voirie	338'000	406'000
Agriculture	70'000	70'000
Gestion des déchets	130'000	130'000
<b>Total</b>	<b>7'700'000</b>	<b>5'390'000</b>

**Figure 2 : Emissions carbone pour le scénario référence et le scénario tendance**





# Scénario « Ambitieux »

## Présentation

Ce scénario propose de partir des réductions d'émissions et des mesures qui ont été identifiées comme étant ambitieuses. Cette approche s'inscrit dans l'idée d'un renforcement musclé des politiques actuelles en continuité du cadre existant.

## Résumé du scénario

Nous sommes dans un contexte où la nécessité de réduire les émissions de CO<sub>2e</sub> est affirmée par les institutions publiques, les entreprises, les politiques et les citoyens. L'État de Genève développe une politique ambitieuse et pragmatique pour réduire ses émissions. L'ensemble des services sont mobilisés et utilisent tous les instruments d'information, d'incitation et de contraintes à leur disposition pour rediriger les principaux secteurs socio-économiques vers un fonctionnement plus sobre en carbone. Deux trains de mesures sont mis en place. Il s'agit de mesures urgentes déjà bien identifiées en 2020 puis de mesures qui seront développées entre 2020 et 2025.

## Contexte mondial

Ce scénario s'inscrit dans un contexte mondial décrit dans le scénario SSP2 du GIEC : Mi-chemin (obstacles moyens en matière d'atténuation et d'adaptation)<sup>43</sup> dans lequel le monde suit un chemin où les trajectoires sociales, économiques et technologiques ne s'éloignent que peu des schémas historiques. Le développement et la croissance des revenus se déroulent de manière inégale, certains pays enregistrant des progrès relativement bons tandis que d'autres sont en deçà des attentes. Les institutions mondiales et nationales travaillent à l'atteinte des objectifs du développement durable, mais peinent à faire des progrès. Malgré certaines améliorations et des utilisations de ressources et d'énergie qui diminuent globalement, les systèmes environnementaux subissent toujours des dégradations. La croissance de la population mondiale est modérée et se stabilise dans la seconde moitié du siècle. Les inégalités de salaires persistent et les difficultés pour réduire la vulnérabilité aux changements sociaux et environnementaux persistent.

## Contexte Suisse

Au niveau européen, la fin 2019 est marquée par l'annonce du « Green Deal » européen. Celui-ci est décrit comme un paquet de mesures ambitieuses qui devrait permettre aux citoyens et aux entreprises européennes d'aller vers une transition verte et durable<sup>44</sup>. Il propose des modifications de lois existantes, l'élaboration de stratégies spécifiques, ainsi que des programmes d'incitation et de soutien (p.ex : sur les technologies smart ou sur la rénovation énergétique)<sup>45</sup>.

La Suisse s'insère dans la dynamique européenne et se retrouve du côté des pays qui ont pu mettre en place des politiques leur permettant de stimuler la réduction des émissions. La

---

<sup>43</sup> <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>. Traduction libre.

<sup>44</sup> [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

<sup>45</sup> [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication-annex-roadmap\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication-annex-roadmap_en.pdf)

politique climatique fédérale se traduit, dès 2025, par une extension et un renforcement de la taxe CO<sub>2</sub>, par un programme bien doté de subventions pour l'assainissement des bâtiments, le renforcement des soutiens à l'énergie renouvelable ainsi que par un système de normes sur l'intensité carbone et énergétique des importations. A partir de 2030, des lois encourageant l'économie circulaire et interdisant l'obsolescence programmée sont progressivement mises en œuvre, ainsi que des politiques d'investissement dans les technologies vertes.

Les politiques climatiques genevoises prennent place dans un contexte déjà bien balisé par la politique climatique de la Confédération et celle de l'Europe. A l'instar de la Suisse, le Canton doit atteindre une « neutralité carbone » en 2050. En 2019, le Canton déclare l'urgence climatique et annonce la mise en place d'un nouveau Plan climat ambitieux.

En parallèle de l'État de Genève, l'agglomération du Grand Genève mène aussi des réflexions sur la « neutralité carbone » sur son territoire. Les différentes parties sont conscientes des limites à mener deux réflexions en parallèle sur ces deux échelles. Il est alors choisi de réaliser un Plan climat genevois qui s'emboîte étroitement dans une réflexion plus large à l'échelle de l'agglomération.

Le développement économique et de la population de Genève se poursuit. Le Canton de Genève compte 640'000 habitants en 2050.

## 2020 - 2025

A la fin 2019, l'État de Genève déclare l'urgence climatique et s'engage pour une « neutralité climatique » en 2050. Au début 2020, un Plan climat ambitieux est annoncé. Il a pour objectif de placer le Canton comme un acteur incontournable de la « neutralité carbone ». Compte tenu de l'urgence, il lance un premier train de mesures.

Les premières mesures sont identifiées comme des mesures prioritaires. Elles sont choisies dans les domaines où l'État de Genève a une bonne prise et a déjà relativement bien balisé le terrain. Le processus de mise en place de ces mesures sera accéléré pour qu'elles soient mises en pratique dès 2025<sup>46</sup>.

	<b>Énergie et bâtiment</b>
---	----------------------------

Les deux premiers objectifs prioritaires identifiés sont la diminution de la consommation d'énergie thermique et la suppression des vecteurs d'approvisionnement fossiles.

- La première mesure vise à abaisser progressivement les seuils de l'IDC pour parvenir à un taux de rénovation du parc bâtiment de 80 % en 2050. La diminution du seuil de l'IDC est plus rapide que dans le scénario ambitieux et plus contraignante. La rénovation doit être achevée dans les 10 ans et un système de malus progressif accompagne cette mesure. En parallèle, dès 2022, les nouvelles constructions doivent devenir passives et leurs performances sont contrôlées.
- La seconde mesure vise à interdire les chaudières à mazout dans toutes les nouvelles constructions et les rénovations importantes dès 2020, ainsi que lors de leur renouvellement dès 2025.
- La troisième mesure concerne la mise à disposition de fonds importants permettant de soutenir les projets qui cherchent à réduire la consommation

<sup>46</sup> Ces mesures ont été identifiées suite au workshop que nous avons eu avec les membres du COPIL et aux entretiens individuels que nous avons menés.

d'énergie (le fonds actuel à disposition pour la rénovation est triplé) ou à produire de l'énergie renouvelable locale.



Dans le domaine de la mobilité, l'accent est mis sur le passage à la mobilité électrique. Cela se traduit par trois mesures principales :

- L'Interdiction d'accès à des véhicules non électriques (individuels, taxis et camions) dans la ville de Genève dès 2030, puis dans les zones suburbaines dès 2040 et dans le Canton en 2050.
- La mise en place de bornes de recharge électrique sur le domaine public et privé (avec aides de l'État)
- Les aides à l'acquisition d'un véhicule électrique
- Soutiens à des projets pilotes (flotte autonome, hydrogène)

La réaction à l'annonce de ces mesures ne se fait pas attendre. D'un côté, les milieux environnementaux les saluent. De l'autre côté, certains milieux professionnels touchés font part de leur mécontentement, notamment les taxis, les compagnies de fret, les propriétaires ou les chauffagistes. La grogne de ces milieux ralentit la mise en place de ces mesures de quelques mois, mais dans l'ensemble les délais de retard sont raisonnables. Les mesures commencent à faire effet dès 2026.

## 2025 - 2050

Dès 2020, en parallèle à la mise en place de mesures urgentes, le Canton travaille à un cadre général de l'action qui se concrétise par un deuxième train de mesures qui seront mises en place progressivement et adaptées ponctuellement au cours des 25 prochaines années.

Ce second train de mesures est plus complet. Une réflexion collective est mise en place en amont du travail sur les mesures pour estimer quels sont les principaux facteurs influant sur l'évolution des besoins et afin de distinguer lesquels sont subis (le Canton n'a pas de prise sur eux) et lesquels peuvent être influencés par l'action publique.

En termes de processus, il semble important de prendre le temps (ce qui peut paraître paradoxal dans un contexte d'urgence) pour poser collectivement les enjeux de la neutralité et les chemins pour y parvenir.

La première phase de travail (2020-2022) propose la tenue des États généraux climatiques qui ont pour objectifs :

- De centraliser toutes les informations et compétences sur la problématique climatique utiles dans le cas de Genève. Il s'agit par exemple de la compilation et de l'articulation des résultats de différents mandats ayant un lien avec les émissions carbone, ou une évaluation des politiques publiques à incidence climatique en place<sup>47</sup>. Une revue de la littérature scientifique sur les politiques, mesures, outils et stratégies qui visent à

---

<sup>47</sup> En effet, il y a de nombreux exemples dans lesquels la mise en œuvre de politiques publiques a des conséquences imprévues (ex : effets rebond, stratégies de contournement des acteurs). Voir par exemple : La politique suisse de réduction des émissions de gaz à effet de serre : une analyse de la mise en œuvre. Rapport sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) IDHEAP, Chaire de politiques publiques et durabilité – 2016. <https://pdfs.semanticscholar.org/f77c/ede3b3d64169777b4a881534630834d09e91.pdf>

réduire les émissions carbone, une analyse réaliste de ce qu'il est possible d'attendre des innovations technologiques, un nouveau bilan Carbone territorial, une compilation des analyses des impacts prévisibles du réchauffement climatique sur le sol genevois et de leurs coûts, une cartographie des acteurs en présence sur les problématiques climatiques, de leurs initiatives, des potentiels et des freins qu'ils rencontrent.

- De produire une série de mesures qui soient si possible, globales, systémiques, intersectorielles, articulées les unes avec les autres et adaptées au contexte genevois. Sur la base de la compilation des informations, des travaux participatifs au sein de workshops sont mis en œuvre. Ils rassemblent une centaine de personnes sur le principe des assemblées citoyennes.

Dans une deuxième phase, sur la base de ces informations et des propositions issues des assises, l'équipe du Plan climat (équipe interdisciplinaire de 50 personnes issues des services du Canton, de chercheurs, d'associations ou d'entreprises) précisent les objectifs, identifient des mesures intersectorielles et vérifient leur faisabilité. Ils travaillent aussi sur l'articulation de ces mesures dans le temps. Le Plan Climat se rapproche un peu dans sa structure et son organisation du Plan OPair qui se décompose en mesures à atteindre, contrôle régulièrement l'efficacité des mesures, adapte les plans en cas de besoin et informe le public des progressions obtenues.

Les différents axes du Plan climat restent les mêmes, mais les mesures proposées sont intersectorielles et portées par différents services.

Cette nouvelle mouture du Plan climat est rendue publique en 2025. Les mesures sont mises en place sur le territoire genevois et créent, comme dans le cas du premier train de mesures, des réactions vives de la population ou de certains milieux professionnels. Les équipes du Plan climat et plus largement les services concernés sont pris à parti. Certaines mesures sont adaptées, mais dans l'ensemble, le Plan climat est maintenu.

Suite à ces travaux, une nouvelle version du Plan climat est présentée avec les objectifs et mesures décrits ci-dessous<sup>48</sup>. Le cadre de ce Plan climat fournira la base de la stratégie pour les 25 années suivantes. Les mesures seront ensuite développées, complétées et améliorées dans les prochaines moutures du Plan climat.

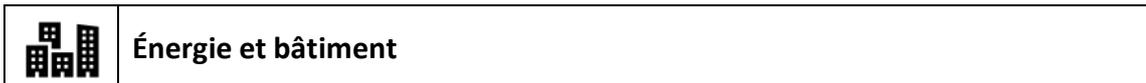
En coordination avec la démarche du Plan climat à l'échelle de Genève, une démarche identique est réalisée à l'échelle du Grand Genève. Elle débute par des « États généraux climatiques du Grand Genève » qui vont permettre de réunir les parties prenantes autour du climat et de comprendre les dynamiques à l'œuvre (2030 - 2033). Un état des lieux et une évaluation des politiques publiques en cours, des projets, initiatives et des forces en présence est réalisé. L'analyse du bilan carbone territorial du Grand Genève est en cours, suivant la même méthodologie que celui du Canton.

Elle se poursuit par un travail important sur le « Plan climat du Grand Genève ». Il propose une vision forte des synergies possibles sur le territoire transfrontalier pour réduire les émissions. Les mesures s'articulent étroitement avec celles prévues dans le cadre du Canton.

---

<sup>48</sup> Cette liste est indicative et non exhaustive, elle a pour objectif d'illustrer les scénarios. Elle n'est pas basée sur une évaluation de leur efficacité en termes d'émissions.

## Exemples de mesures



Les objectifs de ce domaine se répartissent autour de la nécessité d'augmenter la production d'énergie renouvelable et de réduire les besoins en énergie. Le premier train de mesures comptait déjà des mesures importantes concernant la réduction des besoins (abaissement du seuil de l'IDC, interdiction des chaudières, fonds d'investissement) et un soutien financier aux projets d'énergies renouvelables. Le deuxième train de mesures vise à les compléter et à les renforcer.

### Favoriser le développement des énergies renouvelables notamment en :

- Réalisant un inventaire complet des potentiels maximum de production d'énergie qui devient la cible à atteindre pour 2050.
- Mettant en place des mesures facilitant l'accès aux surfaces nécessaires au développement du renouvelable (obligation pour toutes les constructions d'accès aux toitures pour poser des panneaux solaires, limitation des possibilités de recours sur les infrastructures de production (la production d'énergie doit être prioritaire)).
- Développant des systèmes de stockage en cherchant des synergies avec la mobilité (stockage des pics de production dans les batteries du parc automobile connecté au réseau) .
- Accroissant les connaissances et compétences par des programmes de formation et de reconversion pour augmenter le nombre de professionnels qualifiés en matière d'énergies renouvelables.
- Finançant l'installation de production d'énergie propre dans d'autres pays (financement et maîtrise d'ouvrage).

### Réduire les besoins en énergie notamment en :

- Adaptant les dispositions légales pour concilier les intérêts des propriétaires et des locataires, ainsi que renforcer l'intérêt financier des propriétaires vis-à-vis des rénovations.
- Mettant en place des subventions et prêts à taux zéro pour les rénovations.
- Accroissant les connaissances et compétences par des programmes de formation et de reconversion pour augmenter le nombre de professionnels qualifiés pour la rénovation énergétique, mais aussi professionnels du bâtiment, propriétaires, régies.
- Activant les projets innovants impliquant les acteurs de la rénovation énergétique (à l'instar de Onex Rénove<sup>49</sup> dans le Canton de Genève).
- Intensifiant des programmes Eco21 pour les habitants et les maîtres d'ouvrages.
- Installant des compteurs intelligents.
- Améliorant l'efficacité des installations et des appareils en optimisant les installations de chauffage et de refroidissement via des programmes d'efficacité et à travers l'interdiction des biens électro-ménagers des classes d'énergie les plus mauvaises.
- Levant les freins administratifs et accélérant les procédures (guichet unique).

---

<sup>49</sup> Cf. État de Genève (OCEN), Ville d'Onex (SDD). 2018. Onex-Rénove. Retour d'expérience. Genève, Onex. <https://www.onex.ch/fr/onex-au-quotidien/dev-durable/onex-renove-526-9690>

- Interdisant les chauffages et cuisinières au gaz naturel fossile dans les nouvelles constructions et lors du changement d'installation.
- Mettant en place des programmes de formation et de reconversion professionnels et en augmentant les connaissances des enfants et de la population (Initiatives de type Robin des Watts).

	<h2>Mobilité</h2>
---	-------------------

Le premier train de mesures a permis de largement stimuler le passage à la mobilité électrique avec l'interdiction des voitures thermiques dans le Canton, la mise en place de bornes et l'aide à l'achat. Le deuxième train de mesures vise notamment à :

### Stimuler l'électromobilité (Volet 2) :

- Adapter les aides à l'achat du type de véhicules électriques : les aides sont dépendantes de l'achat de véhicules électriques avec une puissance raisonnable (pas de SUV électriques).
- Renforcer les contrôles et les amendes pour les véhicules thermiques
- Imposer la mise en place de bornes dans tous les nouveaux projets de construction ou rénovation de bâtiments, d'espaces publics ou de voiries.
- Poursuivre l'objectif de réduire la part du diesel dans les transports publics avec la mise en place de projets pilotes comme des flottes de minibus électriques sur demande dans les zones moins denses du Canton.

### Stimuler le transfert modal

- Diminuer l'attractivité de la voiture dans les centres urbains avec une politique de stationnement en centre-ville décroissante pour les parkings en surface, en souterrain, sur les domaines public et privé (p.ex : modifications des normes VSS pour des normes plus contraignantes, normes restrictives lors de projets de réaménagements urbains, de nouveaux projets ou de rénovation, plan de mobilité d'entreprise).
- Augmenter l'attractivité de la mobilité douce en développant les infrastructures piétonnes et cyclistes, notamment en récupérant de l'espace sur les zones de parkings en surface
- Augmenter l'attractivité des transports publics en valorisant leur efficacité et leur fréquence. Mise en place de sites propres pour l'ensemble des transports publics en centre-ville et couronnes suburbaines pour 2050. Les surfaces sont récupérées sur les zones de parkings, mais aussi sur les routes et rues sur lesquelles circulent moins de véhicules.
- Développer une stratégie de transports publics pour les frontaliers.

### Limiter les déplacements :

- Valorisation du télétravail (mise à disposition d'outils, facilitation des procédures de demande de télétravail)

### Limiter la mobilité aérienne :

- Intensification de la politique de réduction CO<sub>2</sub>e de l'aéroport de Genève dont : le prélèvement d'une surtaxe d'importance graduelle au cours du temps sur les émissions carbone des avions, la nécessité d'adhérer à une stratégie de

compensation pour les opérateurs de l'aviation qui utilisent l'aéroport de Genève<sup>50</sup> et la proposition d'un nouveau business model de l'aéroport qui réduit puis supprime progressivement les vols de courtes distances.

- La mise en place de normes plus strictes concernant la pollution de l'air et le bruit (p.ex : suppression des vols de nuit).
- Interdiction de publicités pour des vols ou des destinations lointaines sur les bus ou les zones d'affichage SGA.
- Valorisation de l'offre de loisirs à proximité en partenariat avec le Grand Genève (l'exotisme local).
- Plan de mobilité professionnel bas carbone rendu obligatoire pour les administrations (et dans les institutions autonomes) et fortement stimulé pour les entreprises, les événements d'envergure (type Palexpo), les institutions internationales (rendu obligatoire dans les institutions dépendantes de l'État).

#### Limiter le fret :

- Mettre en œuvre un plan de logistique pour le fret afin de l'optimiser (taux de remplissage des véhicules de livraison, nouvelles interfaces urbaines depuis lesquelles la distribution des produits se fait par camions électriques ou cargo bike)
- Limiter l'accès au centre-ville du fret par camion (p.ex : taxes d'accès)



### **Alimentation et agriculture**

Les mesures touchant à l'alimentation doivent permettre d'en réduire les besoins et d'effectuer un report sur des produits moins carbonés. Les mesures sont notamment les suivantes :

#### Diminuer les besoins en produits alimentaires :

- Eviter le gaspillage alimentaire à tous les niveaux de la chaîne de production (exploitations agricoles, industrie agroalimentaire, restauration, commerces, ménages) par la mise en place d'une stratégie cantonale sur le gaspillage et le soutien à des projets de réutilisation alimentaire.
- Augmenter la sensibilisation des professionnels et des ménages à travers les formations, l'étiquetage des dates de péremption sur les denrées ou des programmes visant à mettre en avant le 'coût' réel de la production alimentaire (p.ex : rythme des saisons, travaux et difficultés associés à la production des denrées, souffrances animales)<sup>51, 52</sup>.
- Augmenter l'impôt sur les chiens et le généraliser aux chats afin de limiter leur nombre et donc leur consommation en produits carnés.

#### Stimuler un report sur les produits alimentaire moins carbonés :

<sup>50</sup> Mise en application de CORSIA - Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (dès 2021, les opérateurs doivent compenser une partie de leurs émissions. Objectif : croissance mondiale du domaine de l'aviation neutre en C à partir de 2020) et inciter les pays à participer au programme

<sup>51</sup> Ossola, A., et al. (2018). "Lost food narratives can grow human health in cities." *Frontiers in Ecology and the Environment* **16**(10): 560-562.

<sup>52</sup> James Hale, C. K., Lisa Bardwell, Michael Buchenau, Julia Marshall, Fahrriye Sancar, Jill S. Litt (2011). "Connecting food environments and health through the relational nature of aesthetics: gaining insight through the community gardening experience." *Social health and medicine* **72**: 1853-1863.

- Information, sensibilisation et formation des professionnels, ménages et jeunes en lien avec les professionnels de la santé (p.ex : développement d'une application de type yuka<sup>53</sup> permettant de mieux comprendre les impacts carbone, généralisation des outils de type Beelong pour les professionnels<sup>54</sup>) sur les émissions des produits carnés, laitiers et des denrées de luxe (p.ex : chocolat, café)
- Cadre de référence contraignant pour tous les établissements de l'administration cantonale et des institutions rattachées par rapport aux émissions carbone (p.ex : dans les restaurations collectives, un seul plat carné par jour)
- Interdiction des produits ultra-transformés dans le Canton de Genève en mettant en avant les problématiques de carbone mais aussi de santé publique.
- Valorisation des produits locaux et de saison (soutien aux filières locales, développement des marchés, de l'agriculture urbaine)
- Collaboration avec les grands distributeurs pour supprimer progressivement les produits les plus carbonés quand une alternative existe

Soutenir des pratiques agricoles qui permettent de réduire les émissions et capter du carbone dans les sols :

- Information, sensibilisation et formation des professionnels
- Mise à disposition de subventions pour des pratiques favorisant la séquestration de carbone dans les sols.



**Biens de consommation et déchets**

Sur la question des biens de consommations et des déchets, différentes mesures sont mises en place afin de stimuler le transfert des achats vers des biens de consommation moins carbonés et de soutenir leur production. Les mesures sont notamment de :

- Stimuler un report sur les biens moins carbonés
  - Réduction de la disponibilité de biens carbonés et de l'obsolescence programmée en travaillant avec les grands distributeurs sur la modification de l'offre, l'augmentation de la durée de garantie des produits et leur réparabilité ainsi qu'en développant des dispositifs règlementaires
  - Intensification des politiques d'achat responsables de l'État
  - Campagnes d'information et de sensibilisation sur les impacts carbonés des biens (notamment numériques)<sup>55, 56, 57</sup>
  - Interdiction de la publicité pour les biens les plus intensifs en carbone dès 2025
  - Interdiction des plastiques à usage unique
- Soutenir le développement de biens non carbonés
  - Programme de soutien pour la recherche et les entreprises sur le développement de biens bas carbone (nouveaux matériaux, recyclage, économie circulaire)

<sup>53</sup> <https://yuka.io/en/>

<sup>54</sup> <https://beelong.ch>

<sup>55</sup> *Le streaming et les jeux en ligne contre le climat*, Le Temps, Opinion Joseph Tarradelas, 10. 10. 2019

<sup>56</sup> *The Shift Project*, Lean ICT

<sup>57</sup> La Revue Durable, numéro 63, Automne - Hiver 2019

- Stratégie d'investissement dans des entreprises à l'étranger pour permettre de réduire l'empreinte carbone de certains biens (p.ex : installation de panneaux solaires)



## Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme

Dans le secteur de la construction et de l'aménagement du territoire, les mesures visent notamment à planifier un développement territorial qui mette au centre de ses préoccupations la question de la neutralité, réduise l'impact des constructions et fasse une pesée d'intérêts du besoin en construction. Il s'agit notamment des mesures suivantes :

- Planifier un développement territorial qui vise la neutralité
  - La révision du plan directeur met au centre de ses objectifs la « neutralité carbone ». Il devient la traduction territoriale du Plan climat.
  - Les autres planifications territoriales ont aussi pour objectif de soutenir la réalisation du Plan climat (p.ex : plans d'affectation qui élargissent les activités possibles, notamment agricoles en zones urbaines, règlement des constructions, plans de quartiers).
  - Mise à disposition d'informations et de formations pour les professionnels et dans les écoles sur les enjeux liés à l'urbanisme et à la « neutralité carbone ».
  - Mise en place un processus de pesée d'intérêts sur les constructions (p.ex : si le taux de vacance des bureaux dépasse 4% interdiction d'en produire de nouveaux).
  - Mise en place de moratoires (p.ex : sur les infrastructures liées à la mobilité voiture).
- Réduire l'impact des constructions
  - Mise en place de normes sur l'économie circulaire dans la construction (p.ex : % de béton recyclé dans les nouvelles constructions, utilisation de bois issu de filières durables, etc.).
  - Imposer un bilan carbone des constructions et progressivement des niveaux d'exigences de plus en plus importants.
  - Développer l'information et la formation sur les nouveaux matériaux et techniques de construction.
  - Soutenir des projets pilotes de construction « neutres en carbone ».



## Économie/ entreprise

Dans le domaine de l'économie, les principales mesures visent à accompagner les entreprises à adopter des démarches de « neutralité carbone » et à soutenir les entreprises qui développent des produits et des services en lien avec ceux-ci.

### Accompagner et stimuler les entreprises dans leurs démarches de neutralité carbone

- Mise en place d'information et de formations sur la neutralité et ses impacts.
- Soutenir la mise en place d'un plan de « neutralité » pour les entreprises avec la mise à disposition d'une boîte à outils, puis dès 2030 rendre obligatoire une stratégie de neutralité pour les entreprises.

Soutenir les entreprises qui développent des produits et des services en lien avec la « neutralité carbone »

- Une stratégie de promotion économique qui se spécialise sur cette problématique.
- Prêts et crédits pour le développement de start-ups (notamment dans le domaine de la mobilité, des biens de consommation ou de la captation carbone).
- Mesures fiscales.
- Facilitation de partenariats publics-privés pour la promotion de ces entreprises.
- Un programme professionnel qui permet de se former ou de se réorienter dans les métiers liés à la neutralité.



### **Compensation/séquestration**

Dans les domaines de la compensation/séquestration, les mesures sont notamment les suivantes :

- Soutien à la mise en œuvre de technologies à émissions négatives pour séquestrer le solde d'émissions restant. Implémentation de technologies BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage).
- Soutien à la mise en œuvre d'une politique de compensation crédible fondée sur les guidelines développées par la Confédération. Les projets menés sont soit dans d'autres régions de Suisse, soit à l'étranger en autoréalisation (financement et maîtrise d'ouvrage)<sup>58</sup>.

### **Évaluation et suivi des mesures**

En plus des domaines mentionnés précédemment, le Canton met en place des dispositifs pour suivre et évaluer l'impact des mesures, tels que :

- Développement d'un Centre d'observation et d'analyse, communs à tous les services. Ce Centre évalue les effets des mesures et propose un retour aux différents services concernés. Par exemple : évaluation des performances des bâtiments après rénovation afin de diminuer le « performance gap » entre ce qui est prévu et les performances réelles. Ce centre est mis en place en partenariat avec les hautes écoles spécialisées.

<sup>58</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/info-specialistes/politique-climatique/compensation-des-emissions-de-co2/projets-de-compensation-en-suisse.html>

## Évolution des émissions entre 2020 et 2050



### Énergie et bâtiment

C'est un des domaines où la baisse des émissions est la plus importante. En 30 ans, le Canton est parvenu à augmenter sa production d'énergie renouvelable thermique de 364 GWh à 2'900 GWh et électrique de 847 GWh à 1'900 GWh. En parallèle, les mesures visant à limiter la consommation d'énergies thermique et électrique ont porté leurs fruits. Le parc immobilier a été rénové à un taux de 3.85 % par an depuis 2020 et 80 % du parc immobilier a été rénové en 2050. La vitesse de la baisse des économies d'électricité s'est maintenue à 0.8 % jusqu'à 2050 grâce notamment à la généralisation des programmes Eco21.

L'objectif de créer une adéquation entre la consommation énergétique (thermique et électrique) et le potentiel maximal d'approvisionnement en énergie renouvelable du Canton est atteint.



### Mobilité

La mobilité des Genevois a sensiblement évolué. En 2050, les déplacements en voiture se font sur des véhicules 100 % électriques de faible puissance. La circulation au sein du Canton ne peut se faire qu'en véhicule électrique.

Le nombre de km parcourus sur le Canton en voiture a diminué de 50 %. Les déplacements qui ne se font plus en TIM sont remplacés par ceux en mobilité douce et transports publics. Le télétravail permet aussi de limiter les déplacements. L'amélioration des infrastructures piétonnes, cyclables ou de transports publics a été rendue possible par la diminution de l'espace urbain pour la voiture (parkings notamment).

Pour ce qui concerne la mobilité avion, le fait de limiter le trafic aérien nocturne, renforcer les exigences par rapport aux émissions des avions, mettre en place des stratégies contraignantes de mobilité professionnelle, cumulé aux phénomènes du flyshaming, des taxes CO<sub>2</sub> et le fait que l'aéroport de Genève n'accueille pratiquement plus de vols de courtes distances a permis de réduire les émissions liées aux vols de 20%. En parallèle, des améliorations techniques permettent de réduire les émissions de 10% par km effectué.

Le nombre de kilomètres de fret en camion et en avion par habitant est diminué de 30 % grâce à des optimisations logistiques. La flotte de fret camion est entièrement électrique et l'efficacité énergétique a permis de réduire les émissions de 10% supplémentaires.



### Alimentation et agriculture

Suite aux différentes mesures mises en place mais aussi à une transformation des normes autour de l'alimentation, les Genevois ont adapté leurs menus pour diminuer l'empreinte carbone de leur alimentation. La population a non seulement largement diminué sa consommation de viande bovine et ovine (- 50 %) mais également sa consommation de produits laitiers (- 25 %). Les campagnes de communication et différents projets de valorisation des aliments ont permis de réduire le gaspillage alimentaire de 10 %.



### Biens de consommation et déchets

Dans l'ensemble, les comportements de consommation ne sont pas remis en question. L'empreinte carbone par habitant estimée en 2050 a très légèrement diminué par rapport

au scénario de référence. Les différentes mesures mises en place ont permis de limiter l'achat d'une partie des biens de consommation les plus carbonés et le développement d'alternatives (avec des produits locaux, des matériaux naturels ou recyclés). Ces bénéfices ont été en partie éclipsés par l'apparition de nouveaux objets très carbonés dans le domaine numérique (p.ex : objets connectés).



### **Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme**

Les émissions carbone dans le domaine de la construction et des infrastructures ont été importantes entre 2020 et 2050. En effet, de nombreux chantiers de rénovation d'immeubles, la construction de quartiers qui étaient planifiés avant 2020 ou les projets d'infrastructures ont été réalisés. En parallèle, le développement de nouvelles techniques d'isolation ou de construction avec des matériaux plus neutres en carbone a permis de limiter en partie les émissions.



### **Compensation/séquestration**

Quelques projets de compensation/séquestration ont été réalisés, dont des projets pilotes de technologies à émissions négatives. Ces technologies demandent des investissements importants du Canton dans un contexte où le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> est faible et elles ne se sont donc pas généralisées.

## Bilan des émissions :

Bien que le Canton ait diminué de façon importante ses émissions, en particulier grâce à ses investissements dans l'efficacité énergétique du parc immobilier, les émissions carbone par habitant sont de 4.7 tCO<sub>2</sub>e

Tableau 4 : Emissions carbone pour le scénario ambitieux

	<i>Valeur de référence pour 2050 (tCO<sub>2</sub>e)</i>	<b>Scénario 2050 Ambitieux (tCO<sub>2</sub>e)</b>
Résidentiel et entreprises (Energie)	2'730'000	469'000
Mobilité - individuelle	1'667'000	375'000
Mobilité - avion (part des genevois)	403'000	295'000
Mobilité - Fret	596'000	250'000
Alimentation	1'098'000	650'000
Biens de consommation	665'000	660'000
Construction et voirie	338'000	300'000
Agriculture	70'000	70'000
Gestion des déchets	130'000	130'000
Compensation/Séquestration		-50'000
<b>Total</b>	<b>7'700'000</b>	<b>3'150'000</b>

### Scénario Ambitieux

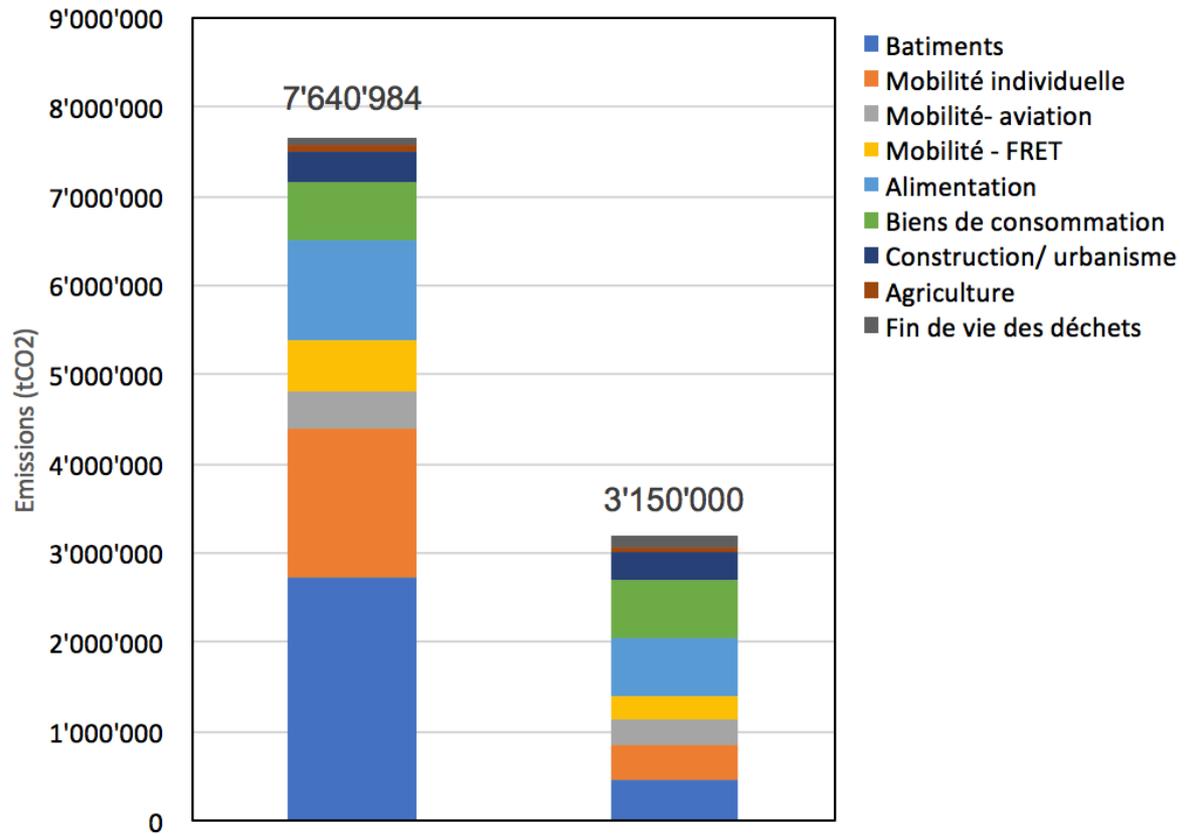


Figure 3 : Emissions carbone pour le scénario référence et le scénario Ambitieux.

# Bilan intermédiaire et cadre de réflexion pour la suite

A ce stade du rapport, il est important de dresser un premier bilan issu des scénarios présentés.

Le scénario tendance explore l'extrapolation de la situation actuelle. Il tient compte de l'accentuation des préoccupations environnementales de la société et de la mise en œuvre de mesures qui s'ancrent dans la poursuite des stratégies en cours. Ce scénario permet de réduire légèrement les émissions par rapport au scénario de référence qui extrapole la situation en fonction du nombre d'habitants. Nous passons ainsi de 10 tonnes à environ 8 tonnes par personne. Sans grande surprise, nous sommes encore loin de la « neutralité carbone » qui a été fixée dans cette étude à 1 tonne par personne.

Le second scénario est beaucoup plus ambitieux comme son nom l'indique. Cette approche s'inscrit dans l'idée d'un renforcement des politiques actuelles, mais pas d'un bouleversement du cadre existant. Ce que l'on a pu constater, c'est que des mesures qui paraissent ambitieuses ne permettent pas d'arriver à une « neutralité carbone ». Nous passons de 10 tonnes à 4,7 tonnes. Disposer d'un parc de véhicules électriques et d'un parc de bâtiments efficaces, prendre le train pour des voyages en Europe et manger deux fois moins de viande ne suffisent en effet pas pour parvenir à une « neutralité carbone ».

Il est donc nécessaire d'envisager une démarche qui permette d'aller au-delà du scénario ambitieux. Pour les troisième et quatrième scénarios, nous avons choisi d'inverser la réflexion. Plutôt que de partir des émissions actuelles et de tenter de les réduire dans les différents secteurs (approche des deux premiers scénarios), nous proposons **de partir du budget carbone disponible pour un territoire (1 tonne CO<sub>2</sub> par habitant, selon la définition de « neutralité carbone » retenue)**. Ce budget a été réparti dans les différents secteurs d'émissions. La priorité a été donnée aux besoins de base de la population, notamment l'alimentation. Nous avons ensuite estimé ce que cette répartition signifiait concrètement pour les différents domaines. Cette approche fait apparaître l'immensité de la tâche à accomplir et qu'atteindre la « neutralité carbone » nécessite une démarche de rupture.

Dans un second temps, nous avons cherché à **identifier des stratégies qui pourraient permettre d'arriver à cet objectif** dans un temps relativement court. Nous avons cherché à comprendre de manière systémique la situation actuelle pour identifier des points d'action pouvant être mis en œuvre par l'État. Nous avons également choisi de questionner les besoins avant de chercher à en réduire l'empreinte carbone. Par exemple, nous proposons de questionner nos besoins en mobilité autant que possible, avant de travailler à améliorer l'offre en transport public ou la motorisation du parc automobile. De même, nous proposons, autant que possible, de remettre en question nos besoins en biens de consommation plutôt que de chercher uniquement à améliorer leur empreinte carbone. Enfin, nous avons travaillé à l'identification d'une stratégie générale - ou vision - sur laquelle se greffent les différents leviers qui seraient mis en œuvre par l'État. Il est en effet pour nous plus qu'essentiel de dépasser la vision pointilliste d'une succession de mesures qui figurent habituellement dans les plans climat et de développer un récit cohérent qui permette d'articuler et de donner un sens à ces mesures. Ce récit est d'autant plus important car il permet de donner une dimension collective à l'action à entreprendre.

Dans les pages qui suivent, nous vous proposons deux scénarios très différents.

Le premier, le scénario « rayonnement », se base sur les travaux de recherche sur les stratégies d'influence sociales et sur le développement des capacités d'innovation des administrations. Il propose que l'État joue un rôle fort d'exemplarité, de stimulation des projets et de fédération des acteurs.

Le second, le scénario « résilience », se base sur des approches émergentes qui visent à mobiliser des domaines qui ne sont pas directement assimilés à la durabilité pour tendre vers celle-ci. Dans ce scénario, nous avons par exemple mobilisé la notion d'autonomie qui s'avère nécessaire dans un contexte de fermeture et de conflits entre les pays. Nous aurions tout aussi bien pu développer un scénario qui mobilise les préoccupations de santé pour tendre vers une société plus durable.

# Budget carbone 2050

Pour parvenir à définir un budget carbone pour les deux scénarios, le raisonnement décrit ci-après a été tenu.

Nous sommes partis de l'hypothèse que nous avons à disposition un budget carbone de 1 tonne par habitant. Pour le scénario « rayonnement », le budget compte ainsi 640'000 tonnes pour 640'000 habitants. Pour le scénario « résilience », le budget compte ainsi 570'000 tonnes pour 570'000 habitants.

A ce budget s'ajoute celui de la captation carbone. Cette présente étude n'est pas en mesure de comptabiliser le potentiel des technologies de captation pour le Canton de Genève. Cela nécessiterait en effet des recherches approfondies, d'autant que les experts ne semblent pas tous d'accord sur la question. Nous disposons pour l'instant de l'étude sur le potentiel de captation des sols qui estime le potentiel à 100'000 tonnes en 1 fois. Cependant, on peut estimer, pour le scénario « rayonnement », qu'une valeur de 210'000 tCO<sub>2</sub>e peut être considérée comme réaliste au vu des technologies existantes sur le point d'être utilisées à grande échelle et sachant que le contexte de ce scénario est très favorable à la mise en place des stratégies de captation de carbone.

Il nous a semblé que, selon la pyramide de Maslow<sup>59</sup> des besoins, il était pertinent de satisfaire le premier besoin physiologique qui est de se nourrir. Ce besoin étant rempli, le besoin de sécurité est abordé, à travers la nécessité d'avoir un toit chauffé (énergie et bâtiment). Vient ensuite la nécessité de pouvoir se déplacer au quotidien, d'avoir de l'énergie pour effectuer des activités, de disposer de biens de consommation de base.



## Alimentation

Pour ce qui est de l'alimentation, nous sommes partis du rapport de la commission EAT-Lancet (Willett et al., 2019)<sup>60</sup> qui propose une assiette qui répond aux besoins nutritionnels tout en étant durable pour la planète. A noter que les circuits d'approvisionnement courts sont considérés dans le scénario « résilience » (en lien avec le fret). Ainsi pour la viande, il est considéré qu'il s'agit de bœuf suisse produit de manière extensive (selon indications dans le scénario « ambitieux »).

Pour le scénario « rayonnement », et bien que non nécessaire à la santé humaine et potentiellement impactant pour l'environnement, la consommation de quelques produits de luxe (c'est-à-dire pas strictement nécessaires) est tout de même envisagée. Il ne reste que 10 % d'émissions liées aux biens alimentaires de luxe.

Nous passons alors de 1'100'000 tonnes de CO<sub>2</sub> à 300'000 tonnes (pour 640'000 habitants) pour le scénario « rayonnement » et 260'000 tonnes pour le scénario « résilience ». C'est donc beaucoup moins, mais cela représente tout de même une grande part de notre budget carbone.

<sup>59</sup> Maslow A.H. 1943. A theory of human motivation. *Psychological Review*. **50**, 370-396.

<sup>60</sup> Willett, W., et al. (2019). "Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems." *Lancet* **393**(10170): 447-492.



## Énergie et bâtiment

Pour le domaine de l'énergie et des bâtiments (qui comprend aussi les émissions liées à l'énergie et au tertiaire), nous sommes partis d'un budget de 200'000 tonnes de CO<sub>2</sub> pour le scénario « rayonnement » et 100'000 tonnes pour le scénario « résilience ». Ce budget est largement inférieur au budget de 2'730'000 tonnes de notre scénario de référence, mais aussi à celui du scénario « ambitieux » qui était de 450'000 tonnes et où rappelons-le, le parc immobilier était à 80 % rénové.



## Mobilité

Pour le domaine de la mobilité individuelle, nous avons réduit le budget carbone disponible de plus de 10 fois par rapport au scénario de référence. Nous avons 147'000 tonnes de CO<sub>2</sub> de disponible pour le scénario « rayonnement » et 122'000 tonnes pour le scénario « résilience » contre 1'670'000 tonnes dans le scénario de référence.

Pour le domaine la mobilité aérienne, le budget carbone passe de 400'000 tonnes à 36'000 tonnes pour le scénario « rayonnement » et 0 tonne pour le scénario « résilience ».

Pour le fret, le budget carbone passe de 600'000 tonnes dans le scénario de référence à 23'000 tonnes pour le scénario « rayonnement » et 10'000 tonnes pour le scénario « résilience ».



## Biens de consommation

Le budget du domaine « biens de consommation » passe de 665'000 tonnes dans le scénario de référence à 84'000 tonnes pour le scénario « rayonnement » et 70'000 tonnes pour le scénario « résilience ».



## Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme

Le budget carbone du domaine construction passe de 340'000 tonnes de CO<sub>2</sub> dans le scénario de référence à 100'000 tonnes dans le scénario « rayonnement » et 10'000 tonnes dans le scénario « résilience ».

## Agriculture et déchets

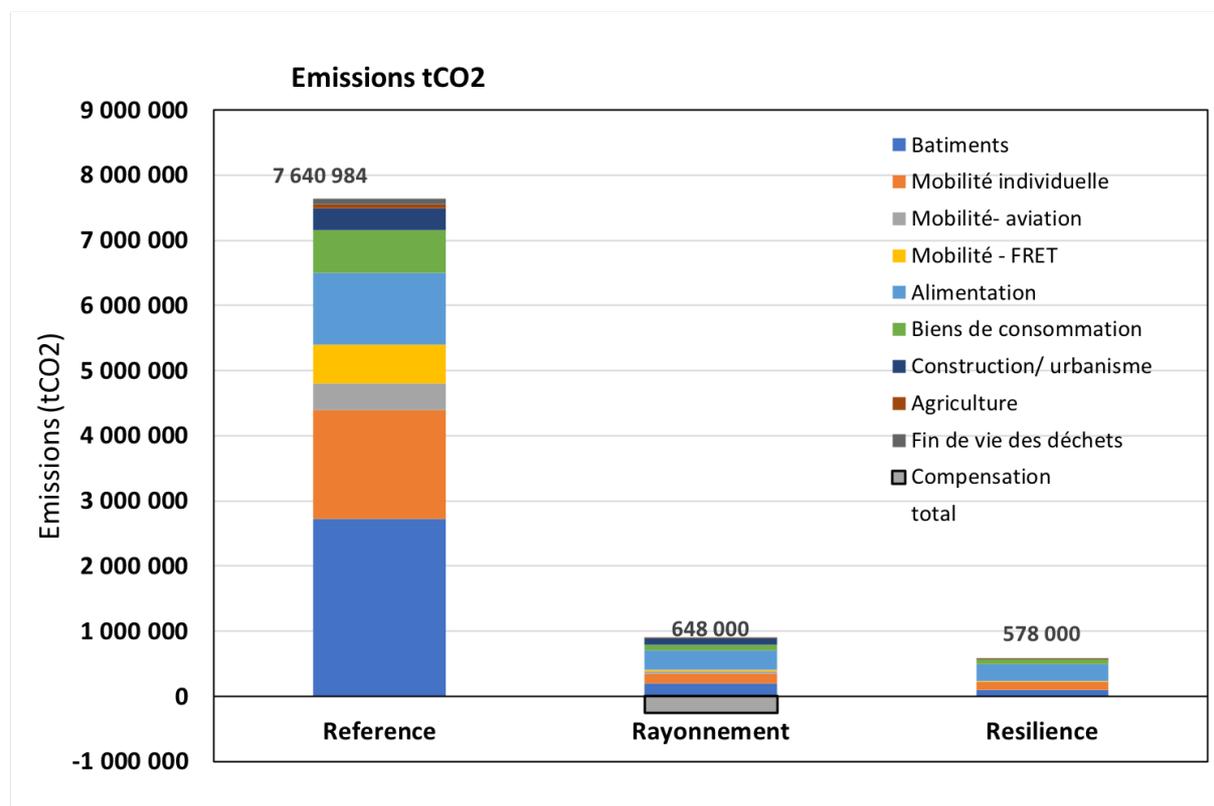
Le budget disponible pour l'agriculture et les déchets passe à 10'000 tonnes pour le scénario « rayonnement » et 6'000 tonnes pour le scénario « résilience ».

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent les émissions de CO<sub>2</sub> auxquelles les scénarios doivent parvenir en regard du scénario de référence.

Tableau 5 : Emissions Carbone pour le scénario Rayonnement et Résilience

	Valeur de référence pour 2050 (tCO <sub>2</sub> e)	Scénario 2050 Rayonnement (tCO <sub>2</sub> e)	Scénario 2050 Résilience (570'000 personnes) (tCO <sub>2</sub> e)
Résidentiel et entreprises (Energie)	2'730'000	200'000	100'000
Mobilité - individuelle	1'670'000	147'000	122'000
Mobilité - avion (part des genevois)	400'000	36'000	0
Mobilité - Fret	600'000	23'000	10'000
Alimentation	1'100'000	298'000	260'000
Biens de consommation	665'000	84'000	70'000
Construction et voirie	340'000	100'000	10'000
Agriculture	70'000	7'000	6'000
Gestion des déchets	130'000	3'000	0
<b>Total</b>	<b>7'705'000</b>	<b>858'000</b>	<b>578'000</b>
Carbon capture (CCU/CCS)		-250'000	-
<b>Total avec séquestration</b>		<b>648'000</b>	-

Figure 4 : Émissions GES pour les scénarios de référence, rayonnement et résilient.



Suite à ce travail de répartition du budget carbone entre les différents secteurs, nous avons cherché à savoir ce que cela impliquait concrètement pour chacun des scénarios en termes de réduction de la mobilité, consommation, construction, etc. en fonction des contextes des scénarios. L'enjeu étant immense, nous avons aussi cherché à identifier des visions et stratégies qui permettraient d'y parvenir.

# Scénario « Rayonnement »

## Présentation du scénario

Ce scénario propose de partir des acquis du scénario « ambitieux », mais d’aller plus loin en le mettant en place à l’échelle du Grand Genève et surtout en positionnant l’État comme un acteur inspirant, fédérateur, ouvrant les voies des changements importants qui sont nécessaires. L’idée est que cette posture volontaire pourrait permettre de combler le delta qui reste entre les émissions du scénario « ambitieux » et le budget à disposition de « neutralité carbone ».

Il est important de souligner ici que ce scénario s’inscrit dans un contexte mondial très favorable au déploiement de stratégies de captation de CO<sub>2</sub> et de réduction de l’empreinte carbone de l’énergie, de biens de consommation et de matériaux.

## Résumé du scénario

Le contexte mondial est celui d’un fort engagement vers une durabilité. La coopération internationale pour faire face aux enjeux de changement climatique facilite la décarbonation profonde de l’économie, de l’énergie et de la société. Nous sommes dans un contexte de fortes volontés autour de la réduction des émissions carbone. Conscient de ses responsabilités, l’État genevois se positionne comme un acteur majeur de la neutralité. Il mobilise ses partenaires pour lancer un Plan climat au niveau de l’agglomération.

Il utilise tous les leviers dont il dispose pour entraîner un basculement de nos sociétés vers des modes de vies plus sobres en carbone. Il se positionne comme exemplaire dans sa transition et fédère la population et les entreprises autour de cette vision à long-terme. Au niveau mondial, les émissions grises diminuent fortement, ce qui facilite l’atteinte de la « neutralité carbone » pour le Canton de Genève. L’énergie, les biens de consommation, les matériaux sont moins carbonés.

## Contexte mondial

Il s’insère dans le scénario SSP 1 du GIEC : Durabilité (obstacles faibles en matière d’atténuation et d’adaptation)<sup>61</sup> dans lequel le monde s’oriente graduellement, mais de façon généralisée, vers une voie plus durable, mettant l’accent sur un développement plus inclusif qui respecte les limites environnementales perçues. La gestion des biens communs mondiaux s’améliore lentement, les investissements dans l’éducation et la santé accélèrent la transition démographique et l’accent mis sur la croissance économique se déplace vers le bien-être humain. Sous l’impulsion d’un engagement en faveur de la réalisation des objectifs de développement, les inégalités sont réduites à la fois entre les pays et à l’intérieur des pays. La consommation est orientée vers une faible croissance matérielle et une meilleure intensité dans l’usage des ressources et de l’énergie.

Dans ce contexte très positif, il est possible d’imaginer qu’une grande majorité des acteurs privés ou publics autour du monde a mis en œuvre des actions de réduction des émissions

---

<sup>61</sup> Explainer: how ‘shared socioeconomic pathways’ explore future climate change, CarbonBrief (2018), <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>

permettant aux biens, à l'énergie et aux matériaux d'être moins carbonés. Le soutien au développement d'innovations technologiques et sociétales, les politiques d'investissement privés ou publiques, le dynamisme des entreprises, l'augmentation du prix de la tonne de carbone, les préoccupations environnementales des citoyens ou la mise en œuvre de lois ou de standards ont donné un terreau fertile à ces actions. En parallèle, ce contexte a permis de rendre rentable les techniques de captation du carbone et de stimuler leur développement.

## Contexte

A l'instar du reste du monde, l'année 2019 marque, au niveau suisse, une forte augmentation des préoccupations environnementales au sein de la population et au niveau politique.

Nous sommes alors dans un contexte où la Suisse prend conscience qu'elle n'est plus à la pointe sur des problématiques environnementales, comme c'était le cas dans les années 1990 - 2000 (p.ex : dans les domaines du recyclage des déchets, de la gestion de l'eau ou de la pollution de l'air). Dans un contexte mondial très dynamique, la Suisse essaie de suivre toutes les évolutions en cours et de mettre en place des mesures en miroir de ce qui se passe chez ses voisins, notamment autour de la taxe carbone ou de la finance durable<sup>62</sup>.

En parallèle, la Suisse est fréquemment montrée du doigt car elle accueille sur son territoire de nombreuses banques, multinationales, négociantes des matières premières qui contribuent au réchauffement climatique ainsi qu'à d'autres problématiques environnementales majeures, et ainsi contribuent à entraver l'atteinte des objectifs de durabilité au niveau global<sup>63</sup>.

A Genève, l'État déclare l'urgence climatique et la « neutralité carbone » pour 2050. Consciente de la mauvaise image que peut avoir la Suisse dans un contexte de préoccupations fortes autour de l'environnement, Genève cherche à se positionner comme pionnière sur les questions de « neutralité carbone ». En faisant cela, elle cherche aussi à rassurer les organismes internationaux comme le WWF, l'IUCN ou les Nations Unies qui l'interrogent sur son positionnement et l'invitent à pacifier ses rapports avec les militants du climat. Ceux-ci sont particulièrement actifs et bloquent régulièrement les sièges des multinationales ou l'aéroport.

Conscient qu'il a tout à gagner à travailler avec ses voisins, l'État propose de réaliser une planification climat de large ampleur à l'échelle du Grand Genève. Il voit cette opportunité comme un moyen de solidifier les liens au sein de l'agglomération.

Le développement économique et de la population de Genève se poursuit. Le Canton de Genève compte 640'000 habitants en 2050.

## 2020 - 2030

Nous sommes dans un contexte de fortes pressions sociales et politiques autour des enjeux climatiques. Le Canton de Genève a déclaré l'urgence climatique et des objectifs d'atteinte de la « neutralité carbone » pour 2050.

---

<sup>62</sup> [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/green-finance\\_en](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/green-finance_en)

<sup>63</sup> *Sustainable Development Report 2019, Transformations to achieve the Sustainable Development Goals*, BertelsmannStiftung & Sustainable Development Solutions Network (SDSN), [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Sustainable\\_Development\\_Report\\_2019\\_complete.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Sustainable_Development_Report_2019_complete.pdf)

Au début de l'année 2020, il entame des négociations avec le Grand Genève afin de réaliser une planification à cette échelle. Différents travaux semblent en effet montrer qu'un travail à l'échelle du bassin de vie serait beaucoup plus pertinent et prometteur. Ce serait aussi une manière stratégique de resserrer les liens entre les partenaires et de bénéficier aussi des réflexions qui sont en cours du côté français ou vaudois.

A la mi-2020, la réalisation d'un Plan climat « ambitieux » pour le Grand Genève est annoncé. Sa publication est prévue pour 2025.

La démarche débute par des « États généraux climatiques du Grand Genève » qui vont permettre de réunir les parties prenantes autour du climat et de comprendre les dynamiques à l'œuvre (2020 - 2023). Un état des lieux et une évaluation des politiques publiques en cours, des projets, initiatives et des forces en présence sont réalisés. En parallèle, l'analyse du bilan carbone territorial du Grand Genève est en cours. Cette démarche se poursuit par l'identification des objectifs et des mesures du Plan climat du Grand Genève.

Nous ne détaillons pas ici plus largement le processus ni les mesures qui sont dans les grandes lignes la transposition à l'échelle du Grand Genève de ce qui est mis en place à l'échelle du Canton dans le scénario « ambitieux ».

Dès 2025, les mesures sont mises en place sur le territoire du Grand Genève. Une structure indépendante analyse et évalue la performance des mesures.

En 2030 paraît le premier bilan des mesures. Si le bilan est plutôt positif sur l'impact des mesures, force est de constater qu'il n'est pas à la hauteur des objectifs de neutralité. Le Canton tire les conclusions de ces résultats et lance une démarche de réflexion innovante sur la manière d'intensifier la réduction des émissions carbone.

## **2030 - 2050**

Dès 2030, le Canton lance un groupe de travail constitué de représentants de différents services et de chercheurs. Son objectif est de développer une stratégie pour aller plus loin et engager un changement de société.

Ceux-ci identifient la nécessité de construire un récit qui soit porteur autour de cette transition pour en fédérer les acteurs autour d'un même objectif<sup>64</sup>. Ils identifient en parallèle l'importance de travailler sur les normes sociales pour engendrer le changement et limiter les résistances à celui-ci.

Sur cette base, l'équipe du Plan climat propose une stratégie novatrice, qui n'a jamais été testée à cette échelle. Celle-ci prévoit que l'État utilise tous les instruments d'influence sociale à sa disposition pour entraîner un basculement des normes sociales vers des habitudes de vie plus sobres en carbone. L'État se positionne comme exemplaire dans sa transition. Il cherche à fédérer la population et les entreprises avec lui en valorisant là encore l'exemplarité. Il cherche à valoriser l'expérimentation et la créativité de ses services, ses entreprises, ses associations, sa population afin d'identifier de nouvelles mesures ou leviers qui peuvent contribuer à la neutralité. Il développe notamment un nouvel outil qui se situe à la croisée entre Plan climat et plan directeur. Cet outil est prévu pour pouvoir s'adapter à des évolutions

---

<sup>64</sup> En effet, comme mentionné dans de nombreux ouvrages, la fiction est ce qui distingue l'homme des animaux. C'est ce qui lui donne une force supplémentaire lui permettant de travailler en groupe.

brutales et imprévisibles. L'État cherche aussi à s'inscrire dans une logique d'empowerment pour faire que chacun s'approprie ce projet de société et y contribue.

Le Canton n'hésite pas à se mettre en avant, il crée les liens pour renforcer son message sur sa stratégie de décarbonation. Il communique sur des initiatives prometteuses, ne blâme pas les échecs et encourage ainsi l'innovation durable, aussi bien dans son propre fonctionnement que pour les entreprises et les initiatives citoyennes. Le Canton de Genève est vu comme un pionnier et est cité en exemple dans la presse internationale. D'autres cantons suisses et pays cherchent à s'en inspirer. Le modèle s'avère plus ou moins répliquable selon le contexte culturel. Le Canton se sent fier de l'image qu'il renvoie, mais s'en sent également responsable et cherche à la consolider.

Nous sommes dans un contexte mondial où les émissions de CO<sub>2</sub> connaissent une décroissance, même si celles-ci n'ont pas diminué comme souhaité. Suite à l'intensification des catastrophes liées au dérèglement climatique au début des années 20, la majorité des pays du monde ont déclaré l'urgence climatique et ont mis en place des mesures fortes pour décarboner leur économie. Une coopération internationale étroite sur les questions de durabilité, enclenchée dans les années 20, a permis la mise en place d'une taxe carbone ambitieuse. Cette taxe carbone a encouragé le développement des énergies renouvelables dans les pays producteurs. De plus, elle a permis de développer des techniques de capture du carbone (CCU/CCS), qui ont permis d'étanchéfier certaines industries fortement émettrices de carbone (p.ex : cimenterie), et donc de réduire les émissions indirectes du Canton. Ces techniques ont ainsi facilité les objectifs de diminution de l'empreinte carbone du canton. Pourtant, malgré le contexte international de coopération sur les questions environnementales et une forte diminution de la dépendance à la consommation et aux énergies fossiles, en 2040 les scientifiques annoncent que le réchauffement de la planète dépasse les 2°C<sup>65</sup>.

En 2050, le Canton de Genève a atteint la « neutralité carbone ». Sa vision, sa stratégie d'exemplarité et de cohérence s'est révélée en cela essentielle. Cette stratégie a permis de mettre en place des mesures ambitieuses, parfois contraignantes, qui ont fait basculer les normes sociales de la population genevoise. La collaboration étroite avec le Grand Genève a permis de développer une économie largement décarbonnée, régionale et résiliente.

Si le territoire genevois a atteint son objectif, les impacts du dérèglement climatique se font malgré tout ressentir. Dans un monde qui doit s'adapter à des catastrophes climatiques récurrentes, de larges déplacements de populations et des crises d'approvisionnement en matières premières, le Canton de Genève sait qu'il a été responsable durant les 30 dernières années en s'engageant fermement dès 2020 dans une stratégie de décarbonation profonde de son territoire. Il a pu anticiper la descente énergétique, créer un terreau où ont pu se développer de nouvelles normes et façons d'être au monde. Face à une problématique globale, il a su agir non seulement sur son territoire, mais également contribuer à réduire les externalités négatives des multinationales et instituts financiers présentes sur son territoire. Il prend néanmoins ses responsabilités, sachant que les pays développés ont largement contribué au dérèglement climatique, et participe à l'accueil des réfugiés climatiques des

---

<sup>65</sup> CNRS communiqué de presse, Sept 2019: *Les deux modèles de climat français s'accordent pour simuler un réchauffement prononcé*, <http://www.cnrs.fr/fr/les-deux-modeles-de-climat-francais-saccordent-pour-simuler-un-rechauffement-prononce>

régions qui, malgré les efforts et la coopération internationale, ont été frappés par des catastrophes climatiques.

## **2050**

La nécessité de prendre en compte le réchauffement est devenu un réflexe dans la société genevoise, chacun·e se sentant acteur/actrice de la diminution des émissions régionales. La thématique s'ancre dans le territoire et des synergies se mettent en place. Par exemple, compte tenu des liens entre la santé et les habitudes alimentaires, des médecins profitent de leur rôle privilégié d'interlocuteurs de confiance pour plaider pour une alimentation locale, peu carnée, peu raffinée et peu traitée. De même, les avantages que la mobilité active peut avoir aussi bien sur la santé que sur la durabilité sont couramment abordés en consultation. La cohérence avec le discours porté à Genève a permis de créer un terreau où ces messages ont été bien reçus. Un changement d'habitudes et de normes sociales permettent de montrer qu'un découplage entre les tonnes de CO<sub>2</sub> émises par habitant et l'espérance de vie/qualité de vie est possible. La société s'éloigne donc lentement mais sûrement des travers du consumérisme. D'autres valeurs et critères d'épanouissements sont mis en avant : le bien-être physique et mental, le capital social, le lien communautaire, la reconnexion avec la nature.

## Exemples de mesures

Les mesures proposées touchent à l'ensemble des domaines considérés dans cette étude. Ces mesures ont pour objectif de mettre en avant l'administration cantonale comme pionnière sur la neutralité, de fédérer et stimuler la population, les institutions publiques et les entreprises vers la neutralité. Ces mesures s'articulent en plus de celles qui sont déjà envisagées dans le scénario « ambitieux ». Elles ont pour objectif de faciliter leur mise en place, d'augmenter leur efficacité et de stimuler la créativité permettant la mise en place de nouvelles mesures.

- Communication sur la situation et sur les stratégies de l'État (internes à l'administration et de politiques publiques) afin de mettre en œuvre un récit commun de transition. Il espère ainsi créer l'adhésion des Genevois·e·s à ses démarches et faciliter l'acceptation des mesures qui seront prises. L'État communique sur l'urgence climatique car il considère que la population est en droit d'être informée des risques existentiels liés au dérèglement climatique<sup>66, 67</sup>, il expose sa vision pour réduire les émissions et met en avant la nécessité de travailler ensemble (*nous devons tou·te·s lutter ensemble et c'est comme cela que nous sommes les plus fort·e·s/efficace·e·s*<sup>68</sup>).
  - La campagne de communication est réfléchie pour atteindre toutes les catégories sociales de la population genevoise<sup>69</sup>, en ciblant différents groupes avec différentes valeurs et priorités (techniques de 'tailoring'<sup>70</sup> en utilisant des block leaders ou ambassadeurs·trices<sup>71</sup>).
  - Tous les canaux à disposition de l'État sont mobilisés (p.ex : média, courriers aux ménages, feuilles d'impôts, déclaration de naissance, formulaire lors de déménagement).
- Développement de l'exemplarité de l'administration cantonale qui permettra de travailler à la concordance entre les normes prescriptives (*ce que l'on me dit de faire*) et descriptives (*ce que j'observe*). L'État doit appliquer à lui-même les changements demandés à la population<sup>72</sup>. Les messages dissonants doivent être éliminés (p.ex : pas de vols en avion pour des distances qui pourraient être faites en train pour le Conseil d'État).
  - Les bâtiments (rénovation, utilisation), la mobilité (type de véhicules, déplacements professionnels, télétravail), les biens de consommation (type et quantité d'équipement numérique, vêtements de travail, matériel et outils, etc.), l'alimentation (cantines, apéritifs), finances (placement des avoirs, caisses de

---

<sup>66</sup> *Global Warming of 1.5°C*, IPCC special report, 8 Octobre 2018, <https://www.ipcc.ch/sr15/>

<sup>67</sup> *What lies beneath, The understatement of existential climate risk*, D. Spratt & I. Dunlop, Octobre 2018

<sup>68</sup> I. Fritsche, M. Barthe, P. Jugert, T. Masson, G. Reese, A Social Identity Model of Pro-Environmental Action (SIMPEA), *American Review*, 125(2), 2018, 245-269

<sup>69</sup> Il évite les campagnes de sensibilisation qui s'adressent à une population supposée homogène, sachant que les techniques d'influence sociale les plus efficaces sont celles où la distance perçue entre la source du message et la réception est faible

<sup>70</sup> B. Kidwell, A. Farmer, D.M. Hardesty, Getting Liberals and Conservatives to Go Green: Political Ideology and Congruent Appeals, *Journal of Consumer Research*, 40, 2013.

<sup>71</sup> W. Abrahamse & L. Steg, Social influence approaches to encourage resource conservation : a meta-analysis, *Global Environmental Change*, 23, 2013, 1773-1875

<sup>72</sup> Smith, J. R., Louis, W. R., Terry, D. J., Greenaway, K. H., Clarke, M. R., & Cheng, X. (2012). Congruent or conflicted? The impact of injunctive and descriptive norms on environmental intentions. *Journal of Environmental Psychology*, 32, 353-361.

pensions) des administrations doivent être en adéquation avec les mesures proposées dans le Plan climat

- Implication de tou-te-s les collaborateurs-trices dans la démarche d'exemplarité de l'État afin de profiter de l'expertise des collaborateur-trices et pour tenter de minimiser les freins à l'innovation à l'interne des administrations (p.ex : aversion au risque, dépendance au sentier)<sup>73</sup>.
  - Programmes de formation en interne.
  - Processus participatifs qui valorisent l'intelligence collective.
  - Mise en place de mesures d'accompagnement personnalisées (par ex: flexibilisation des horaires de travail/ télétravail/ dérogations).
  - L'État travaille sur lui-même pour développer son ambidextrie<sup>74</sup>, en permettant à ses services d'assurer aussi bien les besoins d'exploitation que des nouveaux besoins d'exploration.
- Valorisation et expérimentation. Le Canton comme un laboratoire vivant de nouvelles pratiques (living-lab). Le Canton teste sur lui-même des mesures et leviers pour en faire bénéficier d'autres acteurs ou les généraliser sur lui-même (au sein de l'administration, mais aussi à travers les projets qui sont mis en place). Il est prêt à prendre des risques et expérimente, rassuré par la vision forte portée par tous les services.
  - Projets pilotes au sein de l'administration (constructions en matériaux locaux, agriculture urbaine sur les toitures des bâtiments, alimentation végétarienne, optimisation de l'espace de travail)
  - Projets pilotes dans le canton (zones de non-consommation, journées sans voiture mensuelles, urbanisme tactique)
  - Evaluation des projets permettant de nourrir d'autres projets ou des politiques publiques.
- Le Canton s'assure de mettre en place des politiques publiques et des mesures cohérentes à l'enjeu de neutralité. S'il veut jouer son rôle d'exemplarité et être crédible, il doit veiller à une articulation entre les politiques et stratégies et son positionnement pro-climat<sup>75</sup>.
  - Pas de projets liés à l'expansion d'activités hautement émettrices, comme par exemple la construction d'une autoroute, la traversée de la rade ou des soutiens à des entreprises produisant des biens à l'encontre de la durabilité.
  - Suppression des espaces de publicité dans le Canton de Genève.
  - Remise en question de certaines orientations comme celle du tout numérique dans la santé ou les écoles.
  - Les politiques sont pensées de manière systémique, articulent différents domaines et sont portées collectivement par différents services. Un nouvel outil est proposé au croisement entre Plan climat et Plan directeur. Il s'agit d'un outil « agile » qui peut s'adapter rapidement en fonction du contexte.

---

<sup>73</sup> O. Boukamel & Y. Emery, *Les freins culturels à l'innovation dans l'administration publique : spécificités helvétiques*, Gestion Management Public, 6 (4), 2018, p.24-43

<sup>74</sup> O. Boukamel & Y. Emery, Evolution of organizational ambidexterity in the public sector and current challenges of innovation capabilities., *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 22 (2), 2017

<sup>75</sup> Voir par exemple ce rapport qui fait ressortir les incohérences dans les politiques publiques climatiques : Dupuis, J., Knoepfel, P., Schweizer, R., Marchesini, M., Du Pontavice, M., & Walter, L. (2016). La politique suisse de réduction des émissions de gaz à effet de serre : une analyse de la mise en œuvre / Die Politik der Schweiz zur Reduktion der Treibhausgasemissionen : eine Vollzugsanalyse. Rapport à l'intention de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Lausanne : IDHEAP, Université de Lausanne.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/f77c/ede3b3d64169777b4a881534630834d09e91.pdf>

- Afin de s'assurer du respect et de la réalisation des objectifs fixés dans les politiques et mesures, il mobilise des ressources financières et humaines pour suivre, évaluer et contrôler leur application.
- Stimulation de l'exemplarité et valorisation des initiatives, au sein de la population et des entreprises. Parallèlement au travail d'exemplarité en interne, dès 2023 l'État met en place un programme de soutien aux entreprises et aux initiatives citoyennes qui peuvent contribuer à une décarbonation de la société. Il entend ainsi stimuler des alternatives attrayantes en termes économiques et de modes de vie.
  - Mise à disposition de zones d'expérimentation dans le Canton dans lesquelles ces initiatives peuvent trouver des locaux ou des espaces pour se développer.
  - Facilitation des procédures pour mettre en œuvre ces initiatives sur le territoire (p.ex : autorisation d'expériences dans des zones d'affectation qui ne correspondent pas à la nature de l'activité).
  - Fonds de soutien aux initiatives (associatives, d'entreprises, citoyennes) ciblés selon les besoins.
  - Accompagnement et mise à disposition de formations pour ces initiatives (p.ex : accompagner la mise en place de coopératives qui nécessitent un important travail pour des non-professionnels).
  - Aide à la mise en réseaux des acteurs pour faciliter les échanges d'expériences.
  - Visibilité apportée aux initiatives innovantes au travers de différents médias.
  - Evaluation et intégration des retours des initiatives dans les outils et mesures du Canton.
- Un État qui entraîne les structures publiques/institutions autonomes avec lui. L'objectif affiché dans ce volet est d'obtenir la « neutralité carbone » des structures autonomes ainsi que des administrations communales en 2033.
  - Dès 2023, l'État de Genève demande aux organes qui lui sont liés d'être neutres en carbone en 2033 dans leur fonctionnement<sup>76</sup> (Communes, SIG, UNIGE, HES, TPG, HUG, les institutions sociales et médico-sociales, les Établissements publics pour l'intégration, la Fondation des immeubles pour les organisations internationales, la Fondation des Parkings, l'Aéroport de Genève, l'Hospice général, l'Institution genevoise de maintien à domicile, Palexpo, etc.). Une dérogation est octroyée aux établissements médicaux, avec néanmoins des attentes fortes de réduction d'émissions. L'État se positionne comme partenaire. Il met à disposition son expertise et les résultats d'expériences concluantes testées sur lui-même.
- Un État qui joue un rôle de client et de financeur responsable. Il conseille, met son expertise à disposition. Il se positionne comme leader et comme partenaire. La rigueur dans sa vision, la cohérence dans sa communication et les résultats de son exemplarité en termes de réduction de CO<sub>2</sub> crédibilisent ses demandes<sup>77</sup>.
  - Dès 2023, l'État impose progressivement des critères environnementaux et une démarche de neutralité à tous ses mandataires, partenaires extérieurs, bénéficiaires de subventions, permis d'utilisation de l'espace public (p.ex : éco-

---

<sup>76</sup> pas neutre en carbone sur leurs activités

<sup>77</sup> Smith, J. R., Louis, W. R., Terry, D. J., Greenaway, K. H., Clarke, M. R., & Cheng, X. (2012). Congruent or conflicted? The impact of injunctive and descriptive norms on environmental intentions. *Journal of Environmental Psychology*, 32, 353-361.

conditionnalité, clauses fortes dans les mandats, contrats, demande de subventions, demande d'installations, utilisation de l'espace public).

- Un État qui fait évoluer les contenus des formations.
  - A partir de 2023, l'État engage, en consultation avec les hautes écoles, une réflexion pour intégrer les questions de durabilité dans les contenus pédagogiques à tous les niveaux, de la crèche à l'Université. Des visites dans des fermes urbaines, ainsi que des potagers urbains favorisent le contact avec le sol, l'agriculture, l'alimentation et la biodiversité. Les échanges enfants-parents permettent la diffusion de ces savoirs au sein des familles.
  - Des formations continues ainsi que des événements (p.ex : visites de sites, conférences, festivals) complètent l'offre de formation pour l'ensemble de la population.

## Évolution des émissions entre 2020 et 2050

Cette partie prend en compte comme acquises les réductions liées à la mise en place des mesures du scénario « ambitieux ». L'objectif est donc d'y ajouter, sur cette base, les effets potentiels sur les émissions de la stratégie d'exemplarité mise en place par l'État.

Nous pouvons faire l'hypothèse que les effets de cette stratégie s'observent à plusieurs niveaux.

- La mise en place d'une stratégie d'exemplarité a permis de faciliter l'acceptation des mesures mises en place par l'État (qui est plus légitime puisqu'il s'y est aussi contraint dans un temps record), mais aussi de bénéficier directement des retours d'expériences sur les projets qu'il a réalisés sur les bâtiments, la mobilité, les investissements, les politiques d'achats.
- Ces mesures d'exemplarité ont permis de participer à faire évoluer les normes sociales. Rien qu'avec la mise en place de stratégies en interne et dans les institutions autonomes, l'État peut ainsi toucher directement 50'000 employé-e-s<sup>78</sup>, soit 10 % environ de la société genevoise<sup>79</sup>. A cela, il est possible de rajouter les structures liées à la Ville de Genève (administration, écoles), les employé-e-s de l'UNIGE et HES payés par des fonds tiers, ainsi que leurs étudiant-e-s. En plus de réduire les émissions des institutions dans leur fonctionnement, les employé-e-s sont impliqué-e-s dans les processus de réflexion. Celles/ceux-ci vont devoir modifier leurs comportements de mobilité, s'interroger sur la consommation d'énergie et sur leurs habitudes de consommation, sans doute aussi en dehors de leur lieu de travail.
- Ces mesures d'exemplarité ont permis aux citoyens de s'approprier la « neutralité carbone » et d'en être les acteurs à part entière. Cela a permis de décupler les impacts des mesures en faisant évoluer les normes sociales. On peut ainsi faire l'hypothèse que la réduction des émissions est supérieure à celle espérée dans certains domaines et qu'il a été possible de toucher des domaines sur lesquels l'État avait à priori peu de prise comme les comportements de consommation ou la mobilité aérienne.

---

<sup>78</sup> [https://ge.ch/État-employeur/media/site\\_État-employeur/files/imce/documents/bilan\\_social/bilan\\_social\\_2016\\_État\\_et\\_institutions.pdf](https://ge.ch/État-employeur/media/site_État-employeur/files/imce/documents/bilan_social/bilan_social_2016_État_et_institutions.pdf)

- En parallèle, cette démarche d'exemplarité a permis de développer l'inventivité et l'esprit d'entreprendre autour des instruments et outils permettant d'aller vers une neutralité. De nouvelles idées et projets ont émergés qui permettent de trouver de nouvelles voies pour aller vers une neutralité.

	<b>Énergie et bâtiment</b>
---	----------------------------

Ce domaine était déjà l'un de ceux où la baisse des émissions est la plus importante dans le scénario « ambitieux ». En 30 ans, le Canton est parvenu à augmenter sa production d'énergies renouvelables et à limiter la consommation d'énergies thermiques et électriques.

Cet objectif est rendu possible :

- par une adéquation entre la consommation énergétique (thermique et électrique) et l'approvisionnement local en énergies renouvelables du Canton
- par une diminution importante des émissions grises liée à la production renouvelable électrique (panneaux solaires, béton des barrages, câbles réseaux, etc.) et à la production thermique (tuyau CAD, matériau des chaudières bois, etc.)
- par l'optimisation du taux d'occupation des locaux (réduction du nombre de m2 chauffés)

On peut ici faire l'hypothèse que la stratégie d'exemplarité va permettre d'accélérer la mise en place des mesures proposées à travers un large soutien de la population et la mise en œuvre d'initiatives citoyennes (coopératives énergétiques). Mais ce sont également les normes sociales qui changent : les institutions et les particuliers prennent conscience de la valeur de l'énergie. Celle-ci est ainsi plus respectée : on chauffe moins et pas toutes les pièces, on utilise de façon mesurée les appareils, on est plus sensibles aux impacts du numérique. En tant que propriétaire, il est important pour son image de disposer d'un patrimoine bâti performant. Les dispositifs énergivores vus comme non prioritaires sont progressivement supprimés comme les écrans publicitaires lumineux. On peut aussi imaginer que de nouveaux outils ou stratégies sont proposés par des associations ou des entreprises qui permettent, par exemple, de relocaliser la production de panneaux solaires ou isoler de manière durable les bâtiments.

	<b>Mobilité</b>
---	-----------------

Dans les scénarios « tendance » et « ambitieux », ce domaine avait déjà fortement réduit ses émissions. Il s'agit là aussi d'aller au-delà et de réduire encore de 3 fois plus les émissions en augmentant le report sur la mobilité douce (non électrique) qui est la plus neutre en carbone.

A noter que du fait d'un contexte international favorable à la durabilité (SSP1) pour ce scénario, la forte décarbonation de l'économie permet sans doute d'augmenter le nombre de kilomètres parcourus en véhicule électrique. En effet, il est probable que la fabrication des véhicules devienne plus efficiente en généralisant les principes d'économie circulaire, en améliorant l'efficacité énergétique et en mobilisant des technologies comme l'hydrogène ou la captation de carbone. De même, l'énergie nécessaire pour faire fonctionner ces véhicules serait moins carbonée qu'elle ne l'est aujourd'hui. Ces éléments de contexte vont aussi permettre vraisemblablement de réduire l'empreinte carbone des transports publics. Néanmoins, il n'a pas été possible d'intégrer cette dimension pour des questions de disponibilités de données fiables.

Les mesures d'exemplarité permettent tout d'abord de changer rapidement les comportements de mobilité des employés de l'État et des institutions autonomes qui n'ont plus la possibilité de venir en voiture et doivent se déplacer en mobilité douce et en transports publics. Des expériences répétées de journées sans voitures et des zones éphémères de mobilité douce menées entre 2020 et 2030 facilitent les restrictions progressives imposées aux voitures individuelles. Ces éléments permettent de faire, là aussi, évoluer les normes sociales autour de la mobilité. Il devient vite « ringard » de se déplacer en voiture et les autres formes de mobilité sont valorisées socialement. En parallèle, l'État met en œuvre, pour ses employés dont le type de travail le permet, une journée de télétravail minimum par semaine. Là encore, la non-mobilité est rapidement vue comme un avantage pour l'employé et devient valorisée.

Pour ce qui est du FRET, en plus des améliorations techniques et logistiques, les émissions sont directement liées à celles de la consommation et de la provenance des biens. L'achat de biens de consommation neufs sont moins nombreux et les filières plus locales. Cela permet de réduire le FRET et de pouvoir le transférer sur d'autres modes neutres en carbone (cargo-bike). En parallèle, les normes sociales évoluent autour du temps de la livraison des achats. Cela permet d'optimiser la distribution dans le temps en regroupant les livraisons.

Pour ce qui est de la mobilité avion, les techniques dans la fabrication, l'efficacité énergétique et l'optimisation sont encore améliorées par rapport au scénario exemplarité car le contexte global y est plus favorable. C'est là aussi que le domaine ou la stratégie d'exemplarité joue le plus grand rôle. Les mesures aux mains de l'État ne suffisent pas (il faut encore réduire de 40% les déplacements en avion par rapport au scénario « ambitieux ») et il est nécessaire de faire évoluer les normes sociales ; celles-ci avaient déjà commencé à changer avec le phénomène du fly-shaming et cette évolution se poursuit. Elle est alimentée par l'évolution des cadres qui entourent les déplacements professionnels (limitation forte des vols). Ce changement de normes sociales est favorisé par une évolution des normes par rapport aux voyages. On valorise les loisirs de proximité, en profitant de la richesse du patrimoine naturel du Grand Genève. Les grands voyages reprennent leurs caractères exceptionnels. On part moins souvent, mais plus longtemps.



## Alimentation

L'alimentation est aussi un secteur où les leviers de l'État ne sont pas suffisants pour faire changer les comportements alimentaires et il devient nécessaire de faire évoluer les normes sociales de l'alimentation. Il s'agit en effet de transférer le régime actuel (1'100'000 tCO<sub>2</sub> pour le scénario de référence (650'000 tCO<sub>2</sub> pour l'« ambitieux ») à 100'000 tCO<sub>2</sub>).

La stratégie d'exemplarité de l'État a permis de développer l'offre végétarienne et locale notamment dans la restauration collective ou les apéritifs qu'il organise mais aussi dans les festivals qu'il subventionne et qui sont tenus d'avoir une importante offre végétarienne. A travers son programme de soutien aux initiatives de transition, il a aussi permis le développement de nombreux restaurants végétariens. Il a aussi mobilisé les milieux médicaux pour qu'ils stimulent leurs patients à faire évoluer leurs régimes vers une assiette qui est aussi bien saine que respectueuse de l'environnement<sup>80</sup>. Le développement de l'agriculture urbaine, de fermes pédagogiques et la multiplication des points de vente directe de produits agricoles ont permis de reconnecter la population à son alimentation.

<sup>80</sup> *Healthy Diets from Sustainable Food Systems - Food Planet Health*, Summary Report of the EAT-Lancet Commission, [https://eatforum.org/content/uploads/2019/01/EAT-Lancet\\_Commission\\_Summary\\_Report.pdf](https://eatforum.org/content/uploads/2019/01/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf)

Les produits de luxe comme le café et le chocolat sont redevenus des denrées consommées à certaines occasions particulières.

Les normes sociales concernant l'alimentation ont ainsi sensiblement évolué. Les Genevois valorisent les protéines végétales, les produits bruts, locaux et de saison. Ils gaspillent moins.



### Biens de consommation et déchets

Dans le domaine des biens de consommation, la problématique est la même que celle de l'alimentation. Le Canton n'a finalement que quelques prises sur les comportements d'achat qui ne suffisent pas à faire passer les émissions de 665'000tCO<sub>2</sub> (ou 598'500 tCO<sub>2</sub> pour le scénario « ambitieux ») à 100'000 tCO<sub>2</sub>.

A noter que du fait d'un contexte international favorable à la durabilité (SSP1) de ce scénario, la forte décarbonation permet sans doute de diminuer les émissions carbone des produits de consommation. Si l'on s'en réfère aux résultats de l'étude « Mission possible »<sup>81</sup>, il semble en effet imaginable que, dans un contexte global propice, la mise en œuvre de l'économie circulaire combinée à l'amélioration de l'efficacité énergétique ou le développement des technologies de décarbonisation permettra de réduire l'impact des secteurs industriels les plus émetteurs de carbone. Par exemple, cette étude suggère que la circularisation de l'économie pourrait permettre de réduire les émissions CO<sub>2</sub> associées au plastique de 50 %. Néanmoins en raison du manque de disponibilité de données fiables et de la complexité d'estimer ce potentiel de réduction, il n'a pas été possible d'intégrer cette dimension dans la présente analyse.

La consommation de biens et services diminue de manière très importante. Le Canton fait figure de pionnier en la matière par une politique d'achat basée sur l'estimation des besoins réels, la suppression des systèmes internes à l'administration encourageant la consommation (p.ex : budget informatique), l'établissement de critères stricts lors des achats, la valorisation de la réutilisation et de la réparation. Le Canton joue aussi un rôle d'informateur qui permet aux citoyens ou aux entreprises de développer une meilleure compréhension des émissions et donc de leur réduction. Le soutien du Canton à des initiatives qui valorisent un épanouissement humain désolidarisé de la consommation de biens matériels, ainsi qu'à des aménagements structurels, contribue à questionner la logique sociale de consommation et d'attachement aux biens matériels<sup>82</sup>, et favorise l'apparition de nouvelles valeurs. Il a aussi permis de stimuler la réutilisation des biens et leur réparation à travers la création de différents réseaux et initiatives.

La foi dans le tout numérique est remise en question. Il devient en effet évident que le développement effréné du numérique n'est pas durable : l'extraction de matières premières limitées, la multiplication des objets connectés, l'utilisation et le stockage des données et la vulnérabilité du numérique ne sont pas durables. Une réflexion est lancée sur comment minimiser l'impact du numérique, notamment en relocalisant les serveurs, mais il devient vite évident que c'est également une diminution de l'utilisation du numérique qui est nécessaire. La numérisation effrénée de la société est donc ralentie et une grande campagne d'information sur les impacts du numérique sur l'environnement est lancée.

En 2050, le Canton est parvenu à une réduction importante de la consommation. En grande partie, celle-ci a pu être atteinte à travers une évolution profonde des normes sociales en

<sup>81</sup> [http://www.energytransitions.org/sites/default/files/ETC\\_MissionPossible\\_FullReport.pdf](http://www.energytransitions.org/sites/default/files/ETC_MissionPossible_FullReport.pdf)

<sup>82</sup> *Prosperity without growth*, Economics for a finite planet, Tim Jackson, 1<sup>st</sup> Edition, 2009

termes de consommation de biens matériels. Les normes sociales se sont largement éloignées du consumérisme et du matérialisme qui caractérisaient le siècle précédent et le début du siècle. Les évolutions du cadre structurel promues par l'État dès 2020 ont permis à de nouvelles aspirations et à des modes de vie plus durables de grandir. Les liens entre la perception d'un statut social et la consommation ont été dépassés. De nouvelles valeurs de liens sociaux, d'appartenance à une communauté, d'une participation perçue comme importante à la société, de bien-être physique et mental, de reconnexion avec la nature sont valorisées et apportent un épanouissement dématérialisé aux Genevois.

Les émissions CO<sub>2</sub> liées aux déchets diminuent aussi fortement en raison de la mise en place de nombreuses filières de réutilisation et la diminution de la consommation.



### **Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme**

Le domaine de la construction est très clairement visé par les diminutions d'émissions.

Cette diminution est possible :

- par la plus faible empreinte carbone des matériaux de construction. Le contexte SSP1 de ce scénario invite à penser que les produits de construction sont moins carbonés. La taxe carbone favorise en effet le développement de technologies de séquestration de carbone, ce qui permet de réduire les émissions indirectes des matériaux de construction (p.ex : ciment).

- par l'utilisation de bois de construction local dont les filières sont redynamisées.

- par des formations pour les architectes et les constructeurs afin d'améliorer la conception des bâtiments pour réduire l'usage de matériaux fortement carbonés.

Pour aller plus loin dans la réduction, et adopter une politique cohérente, l'État abandonne les projets d'infrastructures routières et établit une pondération environnementale pour tous les projets, conduisant certains d'entre eux à être abandonnés. Les travaux de maintenance sont aussi plus réduits en raison de l'importance de la mobilité douce et la pratique disparition de la voiture.

En termes d'urbanisme et d'aménagement, l'État stimule les projets pilotes sans forcément passer par la planification. Il met en œuvre des actions plus opérationnelles et applique l'urbanisme tactique. Des expériences d'aménagement à petite échelle et à faibles coûts se multiplient. L'État facilite aussi l'autorisation de projets pilotes portés par des acteurs privés, des collectifs ou des associations qui ont une dimension expérimentale. Il valorise la prise de risques et les expérimentations spatiales.

L'autre innovation majeure repose sur la création d'un outil climatique et territorial qui permet de coupler Plan directeur et Plan climat. Il s'agit d'un outil transversal à l'ensemble des politiques publiques et conçu pour pouvoir évoluer rapidement en fonction du contexte.



### **Économie/ entreprise/ finance**

Bien que non pris en compte dans les outils du bilan carbone, le Canton identifie la question des investissements financiers comme un secteur qui ne peut pas être ignoré. Dès 2020, le Canton demande que ses avoirs soient transférés sur des investissements durables et fait pression dans ce sens sur les Caisses de pension de ses employé-e-s. Cela stimule le développement de nouveaux produits financiers dans les banques qui peuvent ensuite les proposer à d'autres clients. A travers différents médias, le Canton informe les entreprises

et les citoyen-ne-s des émissions associées aux placements de leurs fortunes et de leurs retraites, qui font ensuite pression sur les acteurs de la finance.

Similairement, l'État de Genève est conscient que certaines multinationales présentes sur son territoire ont des impacts importants sur les émissions carbone<sup>83</sup> au niveau global. Cela participe à créer une forte dissonance avec la stratégie de neutralité du Canton, et ce dernier tâche de convaincre celles-ci de réorienter leurs activités. La promotion économique renonce à attirer ce genre d'entreprises, même si elles amènent des revenus au Canton.

De manière plus générale, le Canton stimule et accompagne les anciennes et nouvelles entreprises vers la transition.

	<b>Compensation/séquestration</b>
---	-----------------------------------

Le Canton de Genève, en collaboration avec le Grand Genève, développe des projets de captation de CO<sub>2</sub> dans les sols agricoles mais aussi en utilisant des technologies qui se développent, notamment grâce à l'augmentation du prix du carbone sur le marché.

Le Canton met aussi en place une plateforme de projets de compensation locaux qui recense des projets de transition au sein du Grand Genève ainsi que des projets de séquestration de carbone. Il offre ainsi la possibilité à lui-même, aux entreprises et aux individus de compenser leurs émissions et donc de faciliter la période 2020 - 2030. L'utilisation de cette plateforme est volontaire, mais permet aux acteurs de tenir des engagements ambitieux tout en ouvrant des fonds pour accélérer la décarbonation profonde de la région. Rapidement, le terme « compensation » est remplacé par « contribution à la transition »<sup>84</sup>. Dès 2028, l'État contribue localement à l'intégralité de son bilan carbone résiduel (càd : il contribue à la décarbonation à la hauteur de son bilan carbone résiduel).

En parallèle de ces projets de transition locaux, le Canton alloue des budgets aux pays du Sud pour favoriser un développement basé sur les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, la gestion des ressources et la protection des puits de carbone<sup>85</sup>. Il s'agit pour le Canton de favoriser la décarbonation au niveau mondial. En effet, comme une grosse partie de ses émissions carbone sont indirectes, il a tout intérêt à contribuer à la diminution de l'empreinte carbone des biens qu'il importe.

## Bilan

En 2050, le Canton de Genève a atteint un budget carbone d'une tonne par habitant. Sa vision, sa stratégie d'exemplarité et de cohérence s'est révélée en cela essentielle. Cette stratégie a permis d'accompagner et de faciliter la mise en place de mesures ambitieuses, parfois contraignantes, qui ont fait basculer les normes sociales de la population genevoise. Face à une problématique globale, il a su agir non seulement sur son territoire, mais également contribuer à réduire les « externalités négatives » des multinationales et instituts financiers présents sur son territoire.

---

<sup>83</sup> *Sustainable Development Report 2019, Transformations to achieve the Sustainable Development Goals*, BertelsmannStiftung & Sustainable Development Solutions Network (SDSN), [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Sustainable\\_Development\\_Report\\_2019\\_complete.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Sustainable_Development_Report_2019_complete.pdf)

<sup>84</sup> Ne dites plus « compensation » : de la compensation à la contribution, carbone 4, (2019), <http://www.carbone4.com/neditespluscompensation-de-compensation-a-contribution/>

<sup>85</sup> *Prosperity without growth*, Economics for a finite planet, Chapitre 11, Tim Jackson, 1<sup>st</sup> Edition, 2009



# Scénario « Résilience »

## Présentation du scénario

Le quatrième scénario se situe dans un contexte global fortement perturbé où la consommation de ressources est importante et les États se referment sur eux-mêmes. Dans ce contexte, les émissions liées à la production d'énergie et de biens de consommation sont plus importantes. Si l'on force le trait, nous pourrions dire que la « neutralité carbone » dans ce scénario est une conséquence de la volonté de l'État de protéger sa population en augmentant de façon importante l'autonomie du Canton. Il met en œuvre des dispositifs permettant de relocaliser la production, d'intensifier l'usage des ressources et de maîtriser la consommation.

## Résumé du scénario

Ce scénario part de l'idée que l'État doit devenir le plus autonome possible sur son territoire pour réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>, mais aussi - et surtout - assurer des conditions de vie décentes pour sa population, dans un contexte mondial très fortement perturbé. Ce scénario s'articule autour d'un changement de paradigme où les pratiques doivent s'adapter aux limites du territoire. Il permet aussi de remettre en avant le rôle de l'État qui est de s'assurer que les besoins vitaux de sa population soient couverts (accès à l'eau, alimentation, logement, habillement, énergie, mobilité, sécurité).

Ce scénario s'articule autour de la nécessité d'augmenter la production agricole, énergétique et de biens matériels sur le territoire genevois, d'intensifier l'usage des ressources disponibles sur le canton et de limiter la consommation dans l'optique d'accroître son autonomie. Il s'agit également de mobiliser la population dans cet effort collectif.

Si l'État a un rôle très important à jouer dans ce scénario pour fixer les objectifs auxquels il espère parvenir, la définition des mesures et des projets à entreprendre se fait au niveau des villes et communes du Canton ; l'échelle locale est fortement mobilisée et permet aux citoyens de participer à l'élaboration des objectifs et des mesures et de se les approprier.

## Contexte mondial

Il s'insère dans le scénario SSP3 du GIEC : Rivalité régionale - Une route rocailleuse (défis élevés en matière d'atténuation et d'adaptation)<sup>86</sup>. Dans ce scénario, la résurgence du nationalisme, les préoccupations en matière de compétitivité et de sécurité et les conflits régionaux poussent les pays à se concentrer de plus en plus sur les questions nationales ou, tout au plus, régionales. Les politiques évoluent au fil du temps pour s'orienter de plus en plus vers les questions de sécurité nationale et régionale. Les pays se concentrent sur la réalisation des objectifs de sécurité énergétique et alimentaire dans leurs propres régions, au détriment d'un développement plus large. Les investissements dans l'éducation et le développement technologique diminuent. Le développement économique est lent, la consommation est intensive en matières premières et les inégalités persistent ou s'aggravent avec le temps. La croissance démographique est faible dans les pays industrialisés et élevée dans les pays en développement. La faible priorité accordée par la communauté internationale aux préoccupations environnementales entraîne une forte dégradation de l'environnement dans certaines régions.

## Contexte suisse

A l'instar des autres pays et en raison d'un contexte international instable, la Suisse se referme progressivement de 2020 à 2050.

La croissance économique est très ralentie. Le secteur bancaire a connu d'importants bouleversements et restructurations. Les industries horlogères, de luxe ou du tourisme vont mal. Les activités des organisations internationales sont fortement ralenties. La Suisse, qui est largement dépendante<sup>87</sup> de l'importation de produits, commence à connaître quelques perturbations dans ses filières d'approvisionnement situées à l'étranger. L'inquiétude de la population monte sur les questions de sécurité alimentaire, énergétique et de biens de consommation et se reflète dans des initiatives populaires. Dans ce contexte la confédération annonce en 2020 un « plan de résilience nationale », qui a pour objectif de mettre rapidement en œuvre des mesures pour assurer la sécurité de sa population. Il s'agit de la préparer à des situations de crises potentielles en la rendant la plus autonome possible. Ce plan n'est pas sans rappeler le plan Wahlen qui avait été mis en place en Suisse en 1940 pour pallier à une pénurie de ressources et de matières premières vitales. Dans ce plan, la Confédération donne un cadre dans lequel les cantons doivent être en mesure de devenir autonomes d'ici à 2050.

A Genève, l'État déclare en 2019 l'urgence climatique et des objectifs de « neutralité carbone » pour 2050. Rapidement, avec le « plan résilience nationale », cet objectif est éclipsé et laisse place à celui d'autonomie pour le Canton.

Le développement économique et de la population de Genève est très ralenti. Le Canton de Genève compte 570'000 habitants en 2050, soit 110'000 de plus qu'en 2012 .

---

<sup>86</sup> <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>. Traduction

## 2020 - 2030

Suite à l'annonce du plan résilience de la Confédération, l'État de Genève met en place une structure qui assurera la coordination des différentes stratégies nécessaires pour parvenir à une autonomie. Cette Agence de l'État pour la Résilience (AER), sorte de NASA de l'autonomie, réunit 50 des meilleurs spécialistes des services de l'État qui sont détachés de leurs services d'origine, ainsi que 50 experts issus des hautes écoles, des entreprises et d'organismes publics. Cette structure interdisciplinaire travaille à articuler les différentes dimensions du Plan de résilience. Le chantier est vaste et l'AER ne dispose que de 3 ans pour identifier les objectifs à atteindre et les mesures à mettre en œuvre.

Rapidement, l'AER fait un tour d'horizon des potentiels de production du canton pour l'alimentation, l'énergie et les biens. Elle pose le constat que l'autonomie sera difficilement atteignable à l'échelle du Canton. Elle négocie donc avec les régions françaises du Grand Genève qui acceptent de réactualiser et intensifier des dispositifs de « zones franches ». L'objectif de cette négociation est aussi de s'assurer d'une relation de paix entre des territoires voisins, dans un contexte tendu au niveau international.

L'AER pose aussi le constat qu'il est nécessaire d'impliquer activement l'échelle locale dans le processus. Elle valorise et mobilise le réseau des villes et communes de l'agglomération qui sont chargées de définir et de mettre en place des mesures et projets avec le soutien du Canton. Elle mobilise aussi la population autour de ce plan.

Afin de s'assurer de l'atteinte des objectifs, l'AER met en place un processus de suivi, valorise les réussites et les échecs de façon transparente.

En 2023, le « Plan résilience cantonal genevois » est présenté publiquement. Il met en avant la responsabilité de l'État d'assurer la protection de sa population. Il souligne l'importance de se préparer à une période probable de crises et met en avant la nécessité du soutien de la population pour s'assurer de sa réussite.

Ce plan ambitieux sur 30 ans devient la priorité de tous les services cantonaux qui doivent contribuer aux objectifs suivants :

Objectif 1 : Augmenter l'auto-provisionnement du Canton

Objectif 2 : Intensifier l'usage des ressources

Objectif 3 : Maîtriser la consommation et favoriser des alternatives moins carbonées

Pour parvenir à ces objectifs, l'État de Genève choisit de mettre en avant 3 stratégies principales :

Stratégie 1 : Ancrage local des mesures

Stratégie 2 : Mobilisation de la population autour de la vision du Plan de résilience

Stratégie 3 : Monitoring des impacts du Plan de résilience

La présentation de ce plan suscite de nombreux débats dans la population ; clairement dirigiste et ambitieux, il est décrit par certains comme liberticide et dictatorial, comme une mainmise de l'État sur les intérêts des particuliers. D'autres y voient également un instrument bureaucratique lourd. Les critiques mettent en avant de forts relents d'Union soviétique. Des mouvements de résistance et d'opposition se créent.

Il faut dire que les instruments mobilisés sont contraignants et ont un impact direct sur le choix des modes de vie des Genevois : priorité à la production sur d'autres usages (qui questionnent les droits de propriété et de recours), quotas de consommation et disponibilité de certains produits (qui limitent la liberté individuelle de consommer et de se déplacer), gestion centralisée des déchets, mobilisation de la population (service civil), etc.

Cependant, une autre partie de la population, consciente de la gravité de la situation, montre son profond soutien à l'État. Celle-ci y voit une politique courageuse, responsable et mettant en avant une gestion collective des ressources. Elle se montre rassurée qu'une stratégie de crise soit pensée au cas où la situation viendrait à empirer. Cette stratégie est aussi soutenue car elle valorise l'échelle locale et laisse la possibilité aux villes de définir les stratégies qui leur semblent les plus adaptées pour parvenir aux objectifs fixés. La capacité d'innovation des territoires est ainsi valorisée et le plan résilience devient appropriable et concret par et pour chacun.

Malgré une période où le contexte social est tendu sur le Canton, le Conseil d'État et les institutions publiques mettent en place les mesures annoncées dès 2025. Elles sont pensées comme des mesures qui limitent progressivement la réduction de la consommation et la mise en place d'alternatives. Il s'agit d'accompagner sur 30 ans les Genevois à modifier leurs consommations de ressources et de mettre en place des alternatives pour y parvenir. Leur efficacité est mesurée et évaluée.

Dans le reste du monde, on assiste à une montée en puissance du nationalisme ; les pays se referment de plus en plus.

## **2030 - 2050**

Les mesures mises en place au niveau du Canton commencent à avoir les effets escomptés, même si elles s'accompagnent aussi de résistances et de tentatives de contournement par la population et les entreprises. Le réseau des villes et des communes de l'agglomération de Genève s'est fortement mobilisé pour y contribuer. Il a bénéficié d'un soutien fort du canton en termes de ressources financières et d'accompagnement. La représentation d'un canton centré autour de la ville de Genève a évolué vers ce réseau de villes qui devient structurant pour la mise en place de politiques publiques.

En 2030, dans l'ensemble, la population genevoise commence à développer de nouveaux modes de vie. Si le Canton est encore loin d'être autonome, la réduction des besoins liés aux quotas et l'augmentation de la production locale accroissent néanmoins son taux d'autonomie et limitent de façon corollaire ses émissions de CO<sub>2</sub>.

Tous ces changements ont permis de se poser la question de ce qui est essentiel et doit être préservé : être en sécurité, se nourrir, avoir un toit, se chauffer, pouvoir se soigner, être avec sa famille. Les valeurs issues de la société de consommation sont remises en question. De nouvelles valeurs ont émergé. Le lien social et les échanges sont bien plus valorisés qu'ils ne l'étaient en 2019. De nouvelles formes de vivre ensemble émergent, autour d'un Canton qui développe des filières de réparation, des plateformes d'échanges de biens et d'échanges de connaissances. La population a *questionné le besoin de consommer* (une fois les besoins de base assurés). La mise en place de ces stratégies a un impact sur le monde du travail : le temps partiel est valorisé, le rythme de vie est ralenti, on passe plus de temps à participer à la vie de quartier, à réparer ses biens, à produire sa nourriture et à la cuisiner, à partager son expertise et son temps. Les besoins de mobilités évoluent, on se déplace moins pour le travail et les

loisirs et principalement en vélo. Les habitants du Canton ont aussi réinstauré une relation à la terre à travers l'agriculture urbaine et les zones urbaines sont devenues plus vertes. Le territoire agricole s'est redynamisé et est plus « habité » que précédemment. Il est en relation directe avec les communes et villes dont il est proche. Des petites entreprises d'artisanat ont ouvert leurs portes dans les zones industrielles. Une partie de la production s'est relocalisée à Genève. La notion de bassin d'approvisionnement des villes retrouve une pertinence, même si une partie encore importante de la production vient d'autres régions. Un effet collatéral de ces évolutions est que la population fait plus d'activité physique (p.ex : mobilité active, travail dans les zones agricoles). Les problèmes de santé liés à la sédentarité de la population diminuent en conséquence<sup>88</sup>.

Le contexte de fermeture international a conduit à limiter les vols en avion. L'aéroport de Genève a été contraint de fermer au profit de celui de Zurich. Son infrastructure et ses surfaces ont été transformées pour la production énergétique, alimentaire et artisanale. Les employés ont bénéficié d'un plan de reconversion professionnelle dans d'autres secteurs mis en place par l'État. L'aviation est devenue un moyen de transport exceptionnel réservé à des besoins spéciaux. Les récits de grands voyageurs reprennent un véritable intérêt car il est devenu beaucoup plus difficile de voyager, notamment dû au contexte international tendu.

En parallèle, le Canton de Genève développe des liens très forts avec le Grand Genève. Ce qui avait pris la forme d'un accord commercial de type « zones franches » a largement évolué pour aboutir à de véritables partenariats entre les autorités du Grand Genève. En 2035, le plan « résilience » de Genève se développe à l'échelle du Grand Genève. De nouvelles filières d'approvisionnement alimentaire et énergétique sont mises en place. Des zones industrielles se sont transformées, permettant de recentrer localement la fabrication de panneaux solaires. Les loisirs se font à l'échelle du Grand Genève.

## Exemples de mesures

Les mesures proposées dans le plan « résilience » et qui seront développées durant les 28 années du plan s'organisent autour de 6 objectifs qui mobilisent à chaque fois des mesures spécifiques par domaine.

### 1) Augmenter l'auto-approvisionnement du Canton



Entre 2020 - 2023, la section énergie de l'AER travaille sur la question du potentiel de production énergétique du canton. Elle vise à identifier tous les gisements d'énergies renouvelables du Canton. Sur cette base, elle estime les potentiels d'énergie renouvelable thermique<sup>89</sup> et d'énergie renouvelable électrique<sup>90</sup>.

Suite à cette estimation, des mesures et outils sont mis en place pour parvenir à ces objectifs d'exploitation :

- Priorité aux infrastructures de production sur le territoire genevois :
  - en instaurant comme prioritaire la question de la production locale d'énergie si celle-ci entre en contradiction avec d'autres politiques.

<sup>88</sup> [https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/fr/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/fr/)

<sup>89</sup> UVTD Cheneviers, solaire, biomasse, PAC (air, géo, hydro), PAC (STEP/CAD) et géothermie profonde

<sup>90</sup> UVTD Cheneviers, solaire PV, biomasse, hydroélectricité et géothermie profonde

- en mettant en place des mesures rendant prioritaire l'accès aux toitures et aux terrains disponibles pour la production d'énergie.
- en limitant le droit de recours contre les infrastructures de production d'énergie.
- en reconvertissant des surfaces pour la production d'énergie qui ne sont plus utilisées (aéroport, infrastructures de mobilité, surfaces commerciales).
- Gestion centralisée de la production par les SIG. Les débats sur la libéralisation du marché de l'énergie ne sont alors plus d'actualité.
- Déblocage d'une enveloppe budgétaire, permettant de couvrir l'achat et l'installation de ces infrastructures.
- Important programme de soutien à la création d'entreprises permettant de développer (ou de reconvertir) à l'échelle du Grand Genève des infrastructures de production d'énergies renouvelables (mise à disposition de terrain, conseil, financements par l'État) géré par le département du développement économique, de la recherche et de l'innovation.
- Programme de formation et de reconversion professionnelle dans le domaine de l'énergie (ex : mécaniciens automobile) afin de s'assurer que la main-d'œuvre est disponible.
- Formation sur l'énergie et le fonctionnement des infrastructures d'énergie pour la population et dans les écoles.



## Alimentation et agriculture

Nourrir la population genevoise est considéré comme une priorité par le Canton. Les services de l'agriculture sont chargés d'analyser les possibilités d'augmenter le rendement de la production alimentaire, notamment en maximisant les surfaces allouées à l'agriculture. Ils établissent un potentiel maximal de production dans le Canton<sup>91</sup>, puis négocient quelques régions du Grand Genève pour établir des zones d'approvisionnement (de type zones franches). Ces accords économiques évolueront par la suite en un véritable projet alimentaire à l'échelle du Grand Genève. Les mesures suivantes sont mises en place :

- Préservation et augmentation des surfaces agricoles :
  - Suppression des freins à l'agriculture (p.ex : frein au développement de l'agriculture urbaine, autorisation de serres dans les zones industrielles).
  - Facilitation à l'accès à la terre.
  - Programme de stimulation de l'agriculture dans les villes (fermes urbaines, toitures agricoles, la plantation d'arbres fruitiers, jardins communautaires, encouragement à la conversion des balcons et jardins des particuliers en surfaces de cultures, poulaillers urbains, utilisation des caves et parkings souterrains pour les cultures (champignons, insectes).
  - Développement d'un projet pilote de serres agricoles sur le territoire de l'aéroport.
  - Limitation de l'étalement urbain par la mise en œuvre d'un territoire multipolaire, par la concentration de l'urbanisation dans un réseau de villes qui ont chacune un bassin d'approvisionnement spécifique et la limitation de construction d'infrastructures routières.

<sup>91</sup> Sont pris en considération les caractéristiques des sols, les techniques agricoles (p.ex : serres en pleine terre) et l'utilisation de nouvelles surfaces (ex : toitures, parcs urbains, terrains de sports, balcons et jardins des particuliers). Sur cette base, le potentiel maximal de production agricole genevois est évalué. Il est estimé<sup>91</sup> à 12'517 ha (avec 13% de consommation de viande dans les régimes alimentaires)

- Augmentation des rendements : en prenant en compte des caractéristiques des sols, certains très appauvris de par leurs utilisations précédentes, le Canton propose d'adopter les techniques de l'agroécologie qui n'utilisent pas d'intrants chimiques sauf en cas d'urgence. Cela permet aussi de limiter la dépendance du Canton aux multinationales agroalimentaires ainsi que les pollutions du sol, de l'eau ou de l'air.
- Programme de soutien aux exploitations agricoles (fonds d'investissement pour les infrastructures agricoles, mutualisation des outils de production, plateformes).
- Programme de formation et de reconversion professionnelle à l'agriculture qui vise à augmenter le nombre d'agriculteurs à temps plein ou à temps partiel<sup>92</sup>.
- Formation sur l'agriculture et l'alimentation pour la population et dans les écoles.
- Journées de service citoyen durant les périodes de récolte.



### **Biens de consommation et déchets**

L'objectif est de stimuler l'autonomie en relocalisant des entreprises sur le Canton et ainsi de limiter sa dépendance à des biens d'importation. Un relevé des potentiels de relocalisation de l'artisanat ou de petites industries mais également à développer les services d'économie circulaire (p.ex : réparation, seconde-main, plateforme d'échange) est réalisé. Compte tenu de ces potentiels, les mesures suivantes sont mises en place.

- Politique de promotion économique forte sur la relocalisation d'entreprises à Genève, qui produisent pour Genève et qui n'ont pas de gros besoins en énergie. Coordination forte avec les stratégies d'écologie industrielle, voir ci-dessous.
- Maintien et développement de zones artisanales et mises à disposition d'infrastructures. Développement d'un projet pilote d'activités artisanales sur le territoire de l'aéroport.
- Soutien au développement de nouveaux modèles économiques pour les entreprises notamment économie circulaire et économie de la fonctionnalité.
- Mise en place d'un revenu de transition écologique pour accélérer le soutien aux initiatives de transition<sup>93</sup>.



### **Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme**

La question de l'approvisionnement en énergie, alimentation ou matières doit (re)devenir une priorité de l'aménagement du territoire. Il doit notamment :

- Mettre en place des dispositifs pour que cette question d'approvisionnement soit prioritaire par rapport à d'autres usages du sol (modification du droit de recours, expropriation, modification du zonage, autorisation de construire facilitée, etc.). La question de la production doit devenir un élément central du Plan Directeur (p.ex : celui-ci devrait comporter beaucoup plus d'indications sur le développement de la zone agricole).
- Etablissement d'un réseau de villes et de communes qui structure les stratégies d'aménagement. Ces multipolarités permettent de développer des villes de courte

<sup>92</sup> Objectif : 2500 agriculteurs à temps plein en 2030 (contre 1636 en 2017)

<sup>93</sup> Pour un revenu de transition écologique. Sophie Swaton. Presses Universitaires de France – PUF. 2018

distance qui valorisent la mobilité active, les liens avec un bassin d'approvisionnement local et la sociabilité.

- Remise en question de certains projets. Par exemple : les projets urbains qui visaient à reconverter des friches industrielles et où l'on cherche plutôt à confirmer l'usage industriel et remettre en état les infrastructures.
- Reconverter les espaces qui ne sont plus utilisés (aéroport, parkings en surface et souterrains).

## **2) Intensifier l'usage des ressources.**

Cet objectif vise à mieux utiliser les ressources disponibles sur le territoire Genevois. En effet, en 2019 de nombreuses ressources sont gaspillées. Il s'agit donc de les valoriser dans un contexte où les ressources à disposition sont limitées. Une approche d'écologie industrielle où l'ensemble des flux de matière, d'eau et d'énergie sont analysés (MFA) avant d'identifier des pistes de synergies possibles. A noter ici que le Canton dispose déjà d'une grande expertise en la matière<sup>94</sup>.



### **Alimentation et agriculture**

Une importante part des ressources alimentaires est jetée<sup>95</sup>. Les mesures suivantes sont mises en place :

- Création d'un Plan d'efficacité alimentaire<sup>96</sup>. Toutes les ressources alimentaires doivent être valorisées, que cela soit à l'échelle du ménage, des restaurants ou des industries (p.ex : récolte de l'ensemble des productions agricoles, cours sur la réutilisation, poulaillers urbains, porcheries, etc.).
- Lancement d'un programme d'écologie urbaine visant à mettre en place des filières de réutilisation des déchets urbains utilisables dans l'agriculture (dont urine, excréments humains et CO<sub>2</sub>) avec pour objectif de réduire ou de supprimer l'utilisation de fertilisants de synthèse<sup>97</sup>.



### **Biens de consommation et déchets**

Le Canton procède à la cartographie de l'évaluation des potentiels de réutilisation des biens (par ex. : habits pour enfants, jouets, meubles, etc.), d'économie de partage ou de mutualisation d'équipements par quartier (centre de bricolage, instruments, équipements sportifs...)

- Reprise en main et gestion de l'ensemble des filières de déchets par le Canton (p.ex : les filières textiles, PET, aluminium)
- Soutien à la mise en place de commerces de seconde main, de trocs, de vides greniers dans les quartiers

<sup>94</sup> <https://www.ge.ch/document/ecologie-industrielle-geneve-premiers-resultats-perspectives>

<sup>95</sup> l'agriculture : 225'000 tonnes (90 % évitable) / l'industrie agroalimentaire 950'000 tonnes (75 % évitable) / la restauration : 290'000 tonnes déchets (68 % évitable) / le commerce de détail : 100 000 tonnes de déchets (95 % évitable) / invendus/ offre excessive, gestion planification des stocks inadéquats et les ménages (28%)\*: 1'000'000 tonnes de déchets (50% évitable) . SOURCE : Gaspillage Alimentaire - bafu.admin.ch

<sup>96</sup> Rejoint l'optique du *postulat Chevalley 18.3829 le 5 mars 2019, le Conseil national a chargé le Conseil fédéral d'élaborer un plan d'action contre le gaspillage alimentaire.*

<sup>97</sup> Actuellement, en raison des problématiques de micropolluants ces stratégies ne sont pas possibles pour des questions de sécurité sanitaires. Mais dans le contexte du scénario, on peut imaginer que ceux-ci seront réduits (moins d'usage de médicaments par exemple).

- Développement de stratégies d'économie de fonctionnalité ou l'on loue les biens plutôt que de les posséder (p.ex : poussettes, matériel de bricolage).

	<b>Économie/ entreprise</b>
---	-----------------------------

Le Canton stimule également ces approches d'écologie industrielle pour les entreprises, mais aussi la production locale et plus largement les entreprises ayant un impact durable sur le territoire genevois.

- Mise en place de symbioses industrielles dans le Canton de Genève qui permettent de faire des déchets d'une entreprise les ressources d'une autre<sup>98</sup>.
- Programmes de promotion économique ciblés sur l'installation d'entreprises qui proposent des activités qui réutilisent les flux de déchets disponibles sur Genève, favorisent la production et la distribution de produits locaux, l'économie de fonctionnalité et sont axés sur des principes de durabilité.
- Programme de soutien à l'économie circulaire.

	<b>Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme</b>
---	---

Dans le contexte du présent scénario, les nouvelles constructions vont clairement diminuer. Néanmoins, pour celles qui restent, les matériaux doivent être les plus neutres en carbone.

- Mise en place d'une stratégie de matériaux de construction basée sur le recyclage (p.ex : développement du béton recyclé, des approches de réutilisation de matériaux dans les constructions).

L'aménagement du territoire doit s'inscrire en support de cette stratégie d'écologie industrielle. Ce qui implique notamment :

- De faire évoluer les outils de l'urbanisme pour qu'ils prennent en compte les flux (notamment le zonage qui peut être un frein à la mixité d'activités nécessaires pour favoriser l'échange de flux de matière).
- De prévoir des espaces nécessaires à la mise en place de cette stratégie dans les quartiers, dans les espaces agricoles, dans les zones industrielles.
- D'avoir des politiques d'intensification de l'espace avant la construction de nouveaux espaces. Si les logements sont inutilisés plus d'une année, ils sont proposés à des personnes avec un contrat de confiance. Les infrastructures publiques sont ouvertes au public en dehors de leurs horaires de fonctionnement (salle de sport des écoles par exemple).

### 3) Maîtriser la consommation

L'objectif est d'accompagner les Genevois à limiter progressivement leur consommation d'énergie, de ressources et de biens afin de parvenir à mieux équilibrer les besoins avec les potentiels de production sur le territoire genevois. C'est sans doute l'objectif qui sera le plus difficile à atteindre en raison de fortes résistances sociales à la perspective d'une perte de confort

<sup>98</sup> Voir sur cette question la thèse de Guillaume Massard sur les symbioses industrielles, notamment dans le cas de Genève. Dans le contexte actuel, les synergies sont limitées mais, dans ce scénario, au vu du contexte, elles pourraient être largement développées, d'autant que le profil des entreprises présentes sur le territoire changerait (plus d'artisanat et de matières brutes).

au quotidien. Il s'agit donc de le mettre en perspective dans l'effort collectif qui va être entrepris (voir objectif 4).

Pour atteindre cet objectif, le Canton met en place des quotas dégressifs annuels et obligatoires de consommation pour accompagner la population et les entreprises à aller vers une autonomie et à atteindre le seuil d'émissions carbone fixé pour 2050. En plus de s'assurer d'une diminution de la consommation, ces quotas permettent de questionner la nécessité de certains biens et de stimuler les compétences de réparation, d'échange et de mutualisation.

	<b>Énergie et bâtiments</b>
---	-----------------------------

Pour rendre tangibles les objectifs à atteindre, le Canton met en place des quotas dégressifs de consommation d'énergie pour les particuliers et les entreprises :

- Mise en place d'un quota dégressif mazout/gaz et d'électricité<sup>99</sup> dès 2023. Cette mesure stimule la rénovation, les comportements durables, l'adéquation entre la taille du logement et le nombre de personnes qui l'occupent. Ces quotas sont échangeables et régressifs et fonctionnent sur le modèle du « Tradable Energy Quotas »<sup>100</sup>.
- Mesures d'accompagnement à l'amélioration de la performance thermique des bâtiments et aux économies d'électricité. Programmes de soutien de l'État.
- Aides sociales pour les populations les plus vulnérables vivant dans des logements mal isolés.
- Programme de développement sur la rénovation low-tech des bâtiments avec des matériaux locaux ayant un impact plus neutre en carbone.

	<b>Alimentation et agriculture</b>
---	------------------------------------

Le Canton entend accompagner la population vers une alimentation moins carbonée, c'est-à-dire favoriser les produits bruts, locaux, de saisons avec moins de viandes et de produits laitiers et de limiter fortement les produits importés. La population est informée des impacts CO<sub>2</sub> de différents aliments, mais également des impacts sur la santé, des impacts sociétaux et environnementaux.

- Mise en place de quotas individuels dégressifs pour les produits carnés et les produits laitiers. Les quotas sont établis sur la base des besoins journaliers identifiés par des experts médicaux en nutrition.
- Politique de santé publique qui met en avant l'objectif de moins manger, une fois les besoins nutritionnels couverts.
- Reprise en main de la partie « distribution » des filières alimentaires. Obligation d'écouler l'ensemble de la production agricole genevoise et des zones franches dans le Canton à travers un organisme d'État : la « chambre agricole »<sup>101</sup>. Obligation pour les producteurs de vendre leur production localement, mise en place de filières de

<sup>99</sup> Quota par personne pour les citoyens et pour les entreprises en fonction de la nature de l'activité et du nombre d'employés.

<sup>100</sup> [https://www.teqs.net/APPGOPO\\_TEQs.pdf](https://www.teqs.net/APPGOPO_TEQs.pdf)

<sup>101</sup> La création d'une structure publique qui achète, centralise et stocke les productions de denrées locales en constituant des réserves pour 3 ans. Cette structure complète les stocks avec des importations. Elle reprend dans les grandes lignes le fonctionnement de la « chambre des blés » qui existait Genève en 1628. Probst, V., C. Santchi et E. Oberwilen. 2004. Catalogue de l'exposition « Entre la chèvre et le chou ». Archives cantonales de Genève.

distribution, accords et partenariats avec les distributeurs, augmentation du nombre et des heures de marchés pour les produits locaux.

	<b>Mobilité</b>
---	-----------------

Sur la base de son budget carbone pour la mobilité, le Canton fixe la consommation d'essence disponible par habitant et développe des stratégies pour favoriser une mobilité locale et la non-mobilité.

- 2023 : Mise en vigueur du quota dégressif sur l'essence pour tous les habitants du Canton, les institutions publiques et les entreprises. Ces quotas sont échangeables et régressifs et fonctionnent sur le modèle du « Tradable Energy Quotas »
- Soutien au développement d'alternatives : partage de véhicules, cargo bikes, trains de nuits, etc.
- Développement de stratégies et d'infrastructures visant à favoriser le télétravail.
- Développement de projets de logements de fonctions (si possible dans l'enveloppe des bâtiments existants).
- Développement d'infrastructures de loisirs et de tourisme locales.
- Développement de réseaux de fret local en mobilité douce, de modèles d'épiceries itinérantes qui permettent de rapprocher le magasin du consommateur et de limiter les déplacements.
- Pas de mesures pour l'avion, le contexte de fermeture international va avoir pour conséquence de limiter les trajets.

	<b>Biens de consommation et déchets</b>
---	---

Si les quotas mis en place vont certainement faire évoluer certaines pratiques, il restera difficile de les imposer sur tous les produits existants, notamment parce que cela nécessite l'estimation CO<sub>2</sub> de tous les biens et que cela générera une bureaucratie complexe. Les quotas sont donc réservés aux questions d'énergie (KWh et essence) et alimentaires (quantité de viande).

Malgré les efforts pour renforcer l'autonomie cantonale, une partie non négligeable des biens consommés ne pourra pas être produite localement. La mise en œuvre de quotas carbone pour les biens est difficile. Elle nécessiterait d'estimer l'impact CO<sub>2</sub> pour chaque produit. La stratégie proposée par la Canton vise à limiter la disponibilité de biens très carbonés et valoriser l'offre en biens locaux ou de seconde main. L'objectif étant de favoriser de nouvelles normes de consommation.

- Mise en place de négociations avec les grands distributeurs pour que les biens disponibles en magasin répondent à une série de critères liés à leur qualité, leur efficacité énergétique et leur réparabilité. Les biens trop énergivores, trop carbonés ou de mauvaise qualité ne sont plus disponibles.
- Programme destiné à mutualiser un maximum d'équipements par quartier, immeubles ou au niveau du Canton (p.ex : ludothèque, bibliothèque, plateformes de partages d'habits, d'outils, d'équipements sportifs, de véhicules, etc.) ainsi que la mise en place de lieux permettant de réparer ses objets (FabLab).
- Mise en place de journées sans consommation dans l'année (même principe que les journées sans voitures).

- Formations sur l'entretien et la réparation d'objets pour la population et dans les écoles.



### Économie/ entreprise/ finance

L'objectif est ici de favoriser la consommation de produits locaux, notamment à travers la mise en place d'une monnaie locale et d'un investissement centré sur le Canton des fonds de pensions, banques, etc.

Afin de mettre en œuvre ces objectifs, l'État mobilise trois stratégies différentes qui sont décrites ci-dessous :

#### **Stratégie 1 : Ancrage local des mesures**

Afin de favoriser la réussite du plan résilience et l'atteinte des objectifs, l'État choisit l'échelle locale en mobilisant le réseau de villes et de communes. Il fixe le cadre et soutient la mise en place de mesures à cette échelle.

Il valorise une organisation territoriale multipolaire avec des réseaux de villes qui ont une certaine latitude sur la manière de réaliser les objectifs. Il valorise ainsi les capacités d'innovation des territoires et l'adéquation des mesures entreprises avec le contexte local. De ce fait aussi, l'appropriation et la participation des citoyens est plus facile et les objectifs et mesures mis en œuvre plus concrets.

Les villes développent leurs propres bassins d'approvisionnement, regroupent des activités et équipements et permettent une mobilité quotidienne piétonne ou cycliste. Le concept des villes du quart d'heure trouve un renouveau dans ce scénario. Ces multiples centralités regroupent les logements, les équipements et les activités artisanales ou industrielles, limitant l'étalement urbain et ainsi préservant les surfaces agricoles et forestières.

#### **Stratégie 2 : Mobiliser la population autour de la vision du plan de résilience**

La stratégie « résilience » de l'État ne pourra se mettre en place qu'avec la mobilisation et le soutien de l'ensemble de sa population. Les mesures suivantes sont notamment mises en place :

- Communication claire qui explique *pourquoi* (enjeux d'autonomie, de réduction des émissions et des pollutions) et *comment* (expliquer les outils du Plan de résilience ainsi que les mesures d'accompagnements).
- Instauration du « service de résilience » obligatoire pour tous les jeunes (à la place du service militaire ou du service civil) ou des « journées résilientes » pour l'ensemble de la population (1 fois par mois) va renforcer la cohésion de la population dans l'effort à faire.
- Mise en place de nombreuses formations à tous les niveaux pour permettre aux genevois d'être acteurs de cette stratégie (agriculture, réparation, etc.).
- Stimulation des filières de formation et de reconversion professionnelle. Il s'agit également de faciliter et de valoriser le fait de combiner plusieurs emplois, tout en ne précarisant pas les employés, mais en leur permettant de s'impliquer dans les activités agricoles ou de réparation.

#### **Stratégie 3 : Monitorer les impacts du plan**

Afin de s'assurer que les objectifs qui figurent dans le Plan de résilience sont atteints, un observatoire indépendant est mis en place. Il a pour but de documenter les avancées, identifier les freins ou les éventuels potentiels et de rapporter à l'AER et au Conseil d'État. Tous les 5 ans, il produit un bilan complet qui permet de définir les adaptations nécessaires à la suite du Plan résilience. Ce bilan permet d'aider les villes qui ont des difficultés et valoriser les bonnes expériences.

## Évolution des émissions entre 2020 et 2050

Ce scénario propose d'arriver à un Canton autonome en augmentant la production, intensifiant l'usage des ressources, limitant la consommation et mobilisant la population. Dans ce scénario, le rôle de l'État est central. C'est lui qui produit et régule la distribution et la répartition des ressources. Nous pouvons faire l'hypothèse que les effets de cette stratégie sont à plusieurs niveaux.

- Il est possible que le fait de mettre en avant l'objectif d'autonomie puisse permettre de faciliter l'appropriation et le soutien à la stratégie développée. Elle touche sans doute un public plus large que la neutralité et est plus concrète en termes de bénéfices pour le Canton.
- La stimulation de l'approvisionnement alimentaire, en denrées et en biens va permettre aux habitants de Genève de relocaliser la production et de se la réapproprier en lui donnant une autre valeur. Ces biens seront à priori moins carbonés (car plus locaux et basés sur la réutilisation de matières) et vont permettre d'augmenter l'autonomie du Canton.
- L'intensification de l'usage des ressources, notamment à travers des stratégies d'écologie industrielle ou la réutilisation des biens, va permettre de mieux utiliser les déchets du Canton qui vont devenir de nouvelles ressources. Cela va permettre d'engager de nouvelles pratiques de réparation, mais aussi d'achat.
- Les quotas progressifs sur l'énergie et la viande pour en limiter la consommation, ou le fait de restreindre - voir d'interdire - les produits fortement carbonés dans les commerces va aussi avoir un impact sur les pratiques de consommation. Ils vont stimuler les changements de comportement, donner une valeur à ces éléments et inviter à questionner l'essentiel, le nécessaire et l'optionnel.
- L'intégration de l'échelle locale dans la définition et la mise en place de mesures permet une appropriation des objectifs et une adéquation avec le terrain. Il facilite l'adhésion des autorités locales et de la population.
- La mobilisation de la population est essentielle, non seulement pour soutenir la mise en place de ces stratégies, mais car elles nécessitent un investissement de la population (p.ex : lors des récoltes). L'implication de la population va permettre de rétablir un lien avec la production et ainsi faire évoluer les valeurs et les comportements.

Il est important ici de préciser que le contexte international de fermeture influence très sensiblement la mise en place de ce scénario dans les différents domaines. De manière générale, l'énergie, les produits alimentaires et les biens de consommation sont moins disponibles. Les échanges entre les pays sont limités entraînant une perturbation des flux d'approvisionnement et l'augmentation du prix des produits venus de l'étranger.



### Énergie et bâtiment

En 2050, le contexte mondial des réseaux d'approvisionnement énergétiques est très perturbé. Différentes stratégies émergent pour augmenter l'approvisionnement, dont un recours massif aux énergies fossiles par l'exploitation de ressources présentes dans les pays ou par des politiques de prédation sur d'autres pays.

Le Canton a aussi fortement augmenté son autonomie énergétique. Il a développé la production d'énergie électrique et thermique qui lui permet d'être autonome en énergie. Cette production est moins carbonée que dans les scénarios « tendance » ou « ambitieux ».

En effet, peu à peu les dispositifs de production d'énergie ont été créés de façon plus low-tech et de manière locale grâce au développement de tout un tissu industriel dans le Grand Genève. Grâce aux mesures d'aménagement notamment, les surfaces de production ont augmenté et leur accès a été facilité. La fermeture de l'aéroport a aussi permis de disposer de surfaces supplémentaires.

Cette autonomie a été rendue possible par les baisses importantes de consommation d'énergie, notamment thermique, dans les ménages et entreprises. Celle-ci est due en partie, et pour les plus chanceux, à la rénovation du bâti qui s'est faite en utilisant des matériaux locaux peu carbonés. Pour les autres, on peut voir le développement de stratégies d'isolation bricolées par les habitants : les dispositifs d'isolation thermique clef en main à poser soi-même à l'intérieur des appartements sont courants (p.ex : isolation des fenêtres). La mise en place de quotas a aussi permis de rendre plus concrète la consommation d'énergie, de lui redonner de la valeur et de réinterroger ses usages. Les comportements ont évolué et il est devenu courant de ne chauffer qu'une pièce par appartement en hiver ou de regrouper les employés différemment en fonction des saisons pour minimiser le chauffage (ou la climatisation).

La mobilisation de l'échelon local a été décisif pour mettre en place des stratégies qui soient ancrées dans le territoire. Les villes et communes ont identifié les mesures les plus pertinentes avec l'appui du Canton.

	<b>Mobilité</b>
--	-----------------

En 2050, le contexte mondial de fermeture a un impact direct sur la mobilité liée à la disponibilité de l'essence mais aussi au tourisme ou au fret.

Les mesures qui touchent le domaine de la mobilité sont celles de la mise en place d'un quota de consommation sur l'essence et le soutien à des alternatives de mobilité douce.

Le quota va permettre l'émergence de comportements nouveaux, de partage de véhicules ou de transfert sur la mobilité douce. Ce changement de mobilité ne passe pas par une électrification du parc. Il s'agit ici de valoriser des réseaux de centres urbains regroupant les activités et les logements et permettant le développement d'une mobilité cycliste et piétonne. Il s'agit aussi de questionner la demande de mobilité et non pas simplement d'améliorer la situation existante. Cette évolution est accompagnée d'une évolution du travail, notamment par une forte croissance dans les métiers liés à agriculture ou l'artisanat qui impliquent souvent une proximité géographique avec le lieu de travail. De même, la mise en place de logements de fonction est maintenant redevenue courante dans les écoles, administrations publiques ou hôpitaux.

Le contexte international a favorisé le développement de nouvelles pratiques de loisirs, valorisant la proximité. La mobilité liée au fret est aussi fortement réduite et relocalisée.

Pour ce qui est de la mobilité avion, c'est surtout le contexte international qui va conduire à changer les pratiques. Les institutions internationales utilisent l'aéroport de Zurich pour venir à Genève.

	<b>Alimentation</b>
---	---------------------

Là encore le contexte international de fermeture influence la disponibilité des produits alimentaires (p.ex : les denrées de luxe) et leur prix.

A Genève, l'instauration de quotas sur la viande, la disponibilité réduite dans les magasins de produits fortement carbonés (p.ex : fruits exotiques, chocolat) et l'augmentation de la production agricole locale (et l'engagement de citoyens dans celle-ci) vont faire largement évoluer les comportements alimentaires vers une assiette plus neutre en carbone. Les Genevois sont plus conscients du travail et de la valeur d'un produit alimentaire.

Cela les conduit à réinterroger des pratiques, comme la possession d'un chien ou d'un chat qui consomme énormément de produits carnés, quand ils n'ont pas de fonctions utilitaires.

L'augmentation de la production agricole a transformé les paysages urbains et ruraux. Les villes sont devenues « comestibles »<sup>102</sup> en multipliant les surfaces d'agriculture urbaine. De nombreux animaux comme les poules ou les lapins sont élevés au pied des immeubles. Les espaces ruraux sont revitalisés, le nombre d'agriculteurs a plus que triplé depuis 2019. Des zones comme celles de l'aéroport de Genève se sont transformées en surface de serres.

Les filières de distribution des productions ont aussi évolué. Elles sont largement aux mains de l'État, mais aussi plus locales et plus directes entre producteurs et consommateurs à l'échelle des villes. Le fait de limiter le nombre d'intermédiaires permet de répartir les coûts et les gains de manière différente et plus équitable. Les agriculteurs touchent un revenu décent et retrouvent une dignité économique. Le métier redevient attrayant pour les jeunes. Le budget des ménages pour l'alimentation a pris de l'importance. Il est passé de 7.2 % aujourd'hui à 20 % environ en 2050<sup>103</sup>.



### **Biens de consommation et déchets**

En 2050, les flux d'approvisionnement en biens de consommation issus de l'étranger sont fortement perturbés et ces biens deviennent beaucoup plus chers.

Dans ce domaine, le changement majeur est tout d'abord que les déchets n'existent pratiquement plus. Toutes les filières de déchets ont été reprises en main par l'État et les matières et biens sont systématiquement revalorisés. Un autre changement est l'absence dans les commerces de biens très carbonés ou très énergivores grâce aux mesures mises en place par l'État. De plus, la majeure partie des commerces de Genève propose maintenant des produits de seconde main ou des biens ayant été produits localement. Enfin, les lieux où réparer les biens sont devenus très nombreux à Genève.

Les filières d'approvisionnement se sont relocalisées à l'échelle locale dans le réseau de centres urbains.

Tous ces changements se sont accompagnés de modification des modes de consommation, mais aussi de modification des modèles d'affaires des entreprises (relocalisation de production, synergies et partenariats les unes avec les autres).



### **Construction/ aménagement du territoire/ urbanisme**

Ici encore, le contexte mondial de fermeture a des conséquences sur les constructions et l'aménagement du territoire.

<sup>102</sup> Steel, C. 2008. Hungry city. How food shapes our lives. Chatto & Windus, London.

<sup>103</sup> Dans les années 1960, il était en Suisse de 35% (OFS De la fourche à la fourchette. La chaîne alimentaire en Suisse)

La structure de réseaux urbains de l'agglomération permet d'articuler toute l'organisation du territoire. Il s'agit de proposer, dans ces centralités, logements et activités, et de préserver les surfaces agricoles et de forêts.

Les gros projets de développement de logements et de bureaux ont été remplacés pour céder la place au développement de zones artisanales. Les logements se relocalisent au plus près des activités avec toute une politique de logements de fonction pour les structures publiques. Les espaces agricoles se sont repeuplés. En parallèle, la croissance démographique a été très faible depuis 2020 et tend même encore à diminuer.

De ce fait, on construit beaucoup moins en privilégiant la réhabilitation des bâtiments, les matériaux locaux ou recyclés.

Les infrastructures routières s'usent moins vite car elles sont maintenant utilisées principalement par de la mobilité douce. L'impact des rénovations est peu important et elles se font plus rares car les normes sociales liées au chauffage ont changé et utilisent des matériaux locaux.

Certains usages du territoire disparaissent comme un certain nombre de zones commerciales ou l'aéroport qui sont remplacées par des zones artisanales, de production alimentaire ou d'énergie.



### Économie/ entreprise/ finance

Le tissu des entreprises présentes à Genève a fortement changé. Il est passé à un tissu surtout tertiaire, des activités tournées vers l'international, des sièges de multinationales à des petites et moyennes entreprises qui produisent des biens et des services liés essentiellement au Canton.

La politique de promotion économique forte s'est axée sur la création de richesses sur le territoire genevois. Le tissu des entreprises durables qui réutilisent des ressources, favorisent le partage de biens ou la production locale est très important.

Ces nouvelles entreprises se développent dans des zones industrielles qui sont réhabilitées pour les accueillir. De nombreuses stratégies visant l'échange de flux (symbioses industrielles) ou la mutualisation d'infrastructures de production sont mises en place. Le tissu des entreprises est très dense, les liens sont très resserrés entre elles mais aussi avec la population (filières courtes).

La monnaie locale de Genève est largement utilisée à l'intérieur de Genève, mais aussi dans ses relations avec le Grand Genève.

## Bilan

En 2050, le Canton de Genève est devenu pratiquement autonome en termes d'énergie, d'alimentation et de biens de consommation. Cette stratégie a eu une conséquence sur les valeurs et les comportements de la société, mais a aussi conduit à faire évoluer le parc des entreprises et le territoire. C'est un canton vivant où les différents usages et fonctions économiques sont très liés et fonctionnent en synergie. Les relations entre les villes et avec le Grand Genève se sont aussi resserrées et se sont concrétisées dans des projets liés à l'approvisionnement alimentaire ou à la production de biens. A travers la meilleure gestion de ses ressources locales, le Canton parvient à 1t de CO<sub>2</sub> par habitant.

Le contexte mondial s'est durci et les flux d'échanges entre les pays sont très réduits. La faible priorité accordée par la communauté internationale aux préoccupations environnementales entraîne une forte dégradation de l'environnement dans certaines régions et une mauvaise préservation des puits de carbone autour du monde (contexte SSP3). Si certaines régions comme le Canton de Genève sont neutres en carbone, les émissions CO<sub>2</sub> n'ont globalement pas baissé et les impacts du dérèglement climatiques s'intensifient.

## Conclusion

L'objectif de ce travail était d'explorer les futurs afin de mieux comprendre ce que représente la « neutralité carbone » et ce qu'atteindre cet objectif implique pour le Canton de Genève. De plus, il s'agissait d'offrir un support à la discussion et au débat face aux enjeux que représentent la décarbonation de nos sociétés.

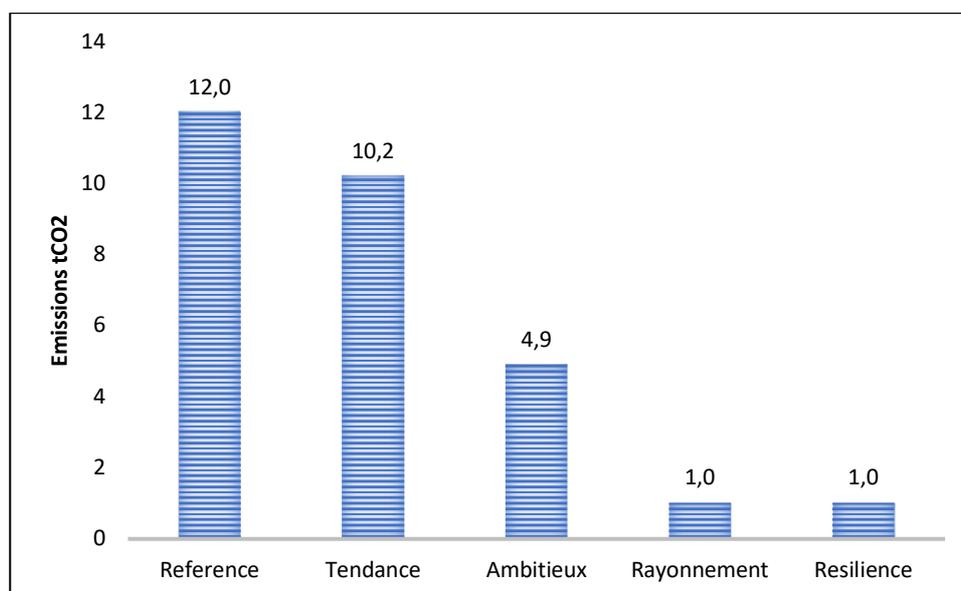
Ce travail a permis de développer quatre scénarios qui s'organisent en deux séries.

Dans la première série, la situation actuelle est extrapolée (scénario « tendance ») ou améliorée (scénario « ambitieux »).

La seconde série de scénarios part d'un budget carbone de 1 tonne par habitant. Le scénario « rayonnement » s'appuie sur les mesures et réductions obtenues dans le scénario « ambitieux », mais propose d'autres éléments qui pourraient permettre de combler la différence pour l'atteinte de la « neutralité carbone ». Il propose notamment la vision d'un État qui utilise tous les instruments à sa disposition pour entraîner un basculement des normes sociales vers une société plus sobre en carbone. Il se situe de plus dans un contexte global très favorable de forte coopération internationale face aux enjeux environnementaux et où les économies et les productions énergétiques s'éloignent des énergies fossiles. Finalement le scénario « résilience » propose une stratégie d'autonomie pour arriver à ce budget carbone. Dans tous les scénarios développés ici, l'État est l'acteur central qui donne l'impulsion et guide les changements.

Les émissions CO<sub>2</sub> prédites pour les quatre scénarios en 2050 sont résumées dans la Figure 5 (le scénario de référence est décrit en détail dans les annexes. Il se base sur le bilan carbone de 2012, corrigé pour certains postes d'émissions et extrapolé en lien à l'évolution démographique).

**Figure 6 : Résumé des émissions CO<sub>2</sub> en 2050 pour les quatre scénarios décrit dans cette étude.**



La partie finale d'un rapport est habituellement celle où l'on procède à des recommandations et à des conclusions. Pourtant, au vu du défi que représente l'urgence climatique, ce travail ne prétend pas offrir des recommandations clés en main. Il propose plutôt d'ouvrir des visions,

d'explorer différentes postures de l'État, d'apporter des éléments de quantification sur ce qu'implique une décarbonation pour le Canton et espère alimenter des questionnements.

## **De la nécessité de changer nos manières d'appréhender la « neutralité carbone »**

Comme le montre cette étude, les améliorations techniques où le transfert d'un mode énergivore sur un autre mode moins énergivore ne sont pas suffisantes pour atteindre les objectifs de « neutralité carbone »<sup>104</sup>. Il est nécessaire de d'abord questionner le besoin et se recentrer sur ce qui est essentiel et prioritaire. Il en reste qu'aujourd'hui dans la pratique, ce sont systématiquement uniquement les deux premiers leviers qui sont mobilisés. Comment alors inverser la manière de considérer le problème ? Quels outils développer pour stimuler les réflexions ?

Nous avons proposé dans les deux derniers scénarios (« rayonnement » et « résilience ») de travailler à l'articulation des mesures dans un cadre qui se veut plus systémique et global. Pour cela nous avons formulé et articulé des objectifs qui se déclinent ensuite dans les différents domaines (mobilité, énergie, biens de consommation, etc.). Nous avons également cherché à articuler ces domaines entre eux.

Aujourd'hui encore, les stratégies généralement mises en avant pour diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> restent sectorielles. Dans le Plan climat, on retrouve par exemple un axe « énergie », un autre « mobilité » ou un autre qui touche à la consommation. Chacun de ces domaines est porté par un service spécifique. Cela a pour conséquence de limiter les interactions entre les services et de perdre la vision globale et systémique de la problématique. Cela résulte également en l'absence d'intégration de certaines dimensions comme la santé, l'éducation et la formation, la culture, la cohésion sociale.

Notre projet s'est heurté à la difficulté de trouver l'échelle territoriale la plus pertinente pour faire face aux enjeux de décarbonation. Notre étude s'inscrit dans le périmètre territorial du Canton. Pourtant le périmètre du Grand Genève, qui correspond à un bassin de vie, pourrait apporter des leviers intéressants, même si ce changement d'échelle amène des complexités supplémentaires, notamment en matière de gouvernance. De manière générale, nous avons identifié un manque d'articulation entre les différentes échelles territoriales concernées.

Un des volets de ce travail visait à quantifier les réductions d'émissions. Nous souhaitons ici appeler à la prudence vis-à-vis de ces chiffres. Des marges d'erreurs importantes sont associées à ces chiffres, qui reposent de plus sur des hypothèses qui peuvent évidemment être questionnées. Ces hypothèses sont documentées dans les annexes. Il est également important de souligner que nos estimations, à l'instar de celles du Plan climat, n'ont pas pu prendre en compte certains domaines pourtant reconnus responsables d'importantes émissions carbone (p.ex : textiles, médicaments, flux de données numériques ou flux financiers). Il est de plus difficile de prédire l'impact de l'évolution du contexte mondial sur les facteurs d'émissions associés aux biens de consommations importés et à l'énergie dans les années à venir. Malgré ces limites, les estimations quantitatives des émissions sont un bon outil pour appréhender l'ampleur du défi que représente l'atteinte des objectifs annoncés de « neutralité carbone » en 30 ans.

---

<sup>104</sup> Par exemple, il ne suffit pas de passer à un parc de véhicules électrique ou faire du transfert modal, il faut questionner nos besoins en mobilité.

Finalement, les différents scénarios illustrent l'importance du contexte mondial pour répondre au défi du dérèglement climatique. Que ce soit pour faciliter l'atteinte des objectifs locaux de décarbonation ou surtout pour diminuer globalement et rapidement les émissions CO<sub>2</sub> tout en préservant les puits de carbone mondiaux et permettant à toutes les populations d'atteindre et de garder un niveau de vie décent.

## **De l'importance d'en faire un projet avec la société**

Au niveau du Canton de Genève, atteindre les objectifs de « neutralité carbone » nécessite une transformation profonde des valeurs et des fonctionnements de notre société et cela doit se réaliser en moins de 30 ans. Il s'agit donc d'en faire un véritable projet de société, porté par tous.

Nous avons ici mis en avant le rôle que pourrait jouer l'État, qui est certes central, mais qui ne peut bien sûr pas être le seul acteur décisif des transformations attendues. Aujourd'hui d'autres acteurs, notamment des entreprises ou des associations, mettent aussi en œuvre des stratégies liées à la neutralité. Nous n'avons pas décliné nos scénarios par rapport à ces autres acteurs, mais cela pourrait être très stimulant pour la suite. Cela permettrait aussi d'arriver à de véritables projets de société co-construits par ces différents acteurs.

Les deux derniers scénarios proposent des manières très différentes de fédérer autour d'un objectif commun. Le scénario « rayonnement » cherche à mettre en avant l'importance de voir évoluer les normes sociales et de stimuler des innovations sociales. Le scénario « résilience » propose de mobiliser la population autour de l'objectif d'autonomie en mettant en avant l'importance de reconnaître les limites des ressources du territoire et l'implication de tous les acteurs dans la stratégie d'autonomie.

## **De la nécessité de travailler sur les futurs**

S'il devait y avoir une conclusion à ce travail, c'est que la réduction de nos émissions à 1 tonne par habitant implique un bouleversement majeur de nos modes de vie actuels. Cela nécessite d'envisager une société qui se désolidarise de la consommation d'énergie et de biens matériels, dans un cadre structurel qui permet à des alternatives attrayantes de se développer. Si le défi d'atteindre cette « neutralité carbone » est immense, avec de très nombreuses difficultés à surmonter, l'alternative n'est pas envisageable. Le scénario « tendance » se base sur des rapports scientifiques pour illustrer les risques existentiels pour l'humanité à ne pas respecter l'Accords de Paris. Malgré les difficultés, il s'agit de décarboner les modes de vie pour pouvoir assurer une vie saine et paisible pour la population actuelle et les générations futures.

Dans ce contexte, travailler sur les futurs, des visions et des récits paraît incontournable. Il est nécessaire de proposer des espaces pour se projeter dans l'avenir, s'autoriser à explorer librement des futurs possibles, sans tenir compte de leur degré de probabilité ou de désirabilité et d'en débattre ensuite collectivement. C'est ce qui est prévu par la suite dans le cadre de cette démarche et nous ne pouvons que nous en réjouir.

## **Les réflexions sur ce rapport suite à la crise sanitaire de la COVID**

Une première version de ce rapport a été achevée en janvier 2020 et la version finale émise en juillet 2020. Dans cet intervalle, la crise sanitaire de la covid-19 est venue chambouler « la

*normalité* ». Cette crise, qui n'est pas dépassée, a des impacts sanitaires, sociaux et économiques majeurs et va vraisemblablement aggraver la pauvreté de certains et creuser les inégalités sociales autour de la planète, ceci dans un contexte où l'urgence d'agir pour réduire les émissions de CO<sub>2e</sub> est pressante.

### ***Une urgence sanitaire dans un contexte d'urgence climatique***

Si l'idée d'urgence climatique est parvenue à progressivement s'imposer dans les esprits en 2019, elle ne s'est encore que peu traduite en actes à la hauteur des défis climatiques. En début d'année 2020 par contre, la crise de la covid-19 a obligé de nombreux gouvernements à réagir rapidement à une urgence sanitaire. Cet événement a déclenché, dans un temps très bref, des changements radicaux à différents niveaux. Les États et collectivités ont dû gouverner dans l'urgence. On a observé un bouleversement de l'organisation et de la temporalité des prises de décisions, mais aussi une suspension de la démocratie. Des mesures de politique publique fortes ont été adoptées dans un temps très bref, notamment des mesures radicales portant atteinte aux libertés individuelles. L'économie a connu un ralentissement brutal, risquant de conduire à une crise économique mondiale. Mais on a également vu des efforts de relocalisation de la production de certains biens de première nécessité et la reprise en main de certaines productions industrielles sous l'égide des États (matériel sanitaire en particulier). Les modes de vie ont été fortement chamboulés du jour au lendemain, aux niveaux individuel et collectif, avec de nouvelles attentes relatives au rôle de l'État dans la société.

### ***Questionner le possible***

Il peut être intéressant de relire les scénarios proposés dans ce rapport à la lumière de la crise covid-19. Une des ambitions d'une démarche de prospective est en effet d'amener le lecteur à questionner des possibles. Décarbonner l'économie et nos modes de vie requiert des changements profonds et des mesures de politiques publiques fortes. Ces changements se heurtent pourtant à la difficulté d'imaginer le futur, de croire à ce que on sait concernant les risques encourus, tout particulièrement quand il faut assurer le fonctionnement quotidien. Alors que les scénarios de ruptures proposés ici peuvent sembler difficilement concevables, cette crise de la covid-19 nous a permis, pendant un court instant peut-être, de questionner le possible et de prendre conscience de notre vulnérabilité.

### ***Dérèglement climatique et santé publique***

La circulation du nouveau coronavirus dans notre environnement constitue une menace directe et imminente pour la santé de la population autour du monde. Il est pertinent de rappeler que le dérèglement climatique, comme d'autres dégradations environnementales liées à l'activité humaine, constituent aussi des enjeux majeurs de santé publique. Par exemple, le dérèglement climatique risque, dans les prochaines décennies, de compromettre l'habitabilité de certaines régions de la terre, de perturber les systèmes d'approvisionnement en nourriture, de renforcer les risques liés à la pollution de l'air, d'augmenter les décès liés aux vagues de chaleurs, de péjorer la santé mentale ou d'engendrer l'expansion géographique de nombreux vecteurs de maladies. Autour du monde, de nombreuses associations et corps médicaux appellent à une mobilisation pour faire face aux enjeux climatiques.

### ***Opportunité de questionner les leviers pour aller vers plus de durabilité***

Il peut être intéressant d'analyser la situation créée par la crise de la covid-19 au regard des enjeux en matière d'urgence climatique et écologique. Les mesures fortes qui ont été prises pour tenter d'éviter la propagation du virus, ainsi que les investissements massifs dégagés pour soutenir l'économie ont témoigné du pouvoir effectif des gouvernements à prendre des mesures de rupture. Le lien entre décideurs politiques et autorités scientifiques s'est redessiné dans cette situation d'urgence sanitaire. La société suisse a, dans l'ensemble, bien reçu les mesures de politiques publiques fortes et parfois très contraignantes. On a vu, pendant le confinement, la mise en place de réseaux de solidarités, et l'importance du capital social a été mis en avant. On a également pu constater que la crise accentuait inévitablement les inégalités sociales. En poussant une frange de travailleurs à basculer du jour au lendemain dans le télétravail, cette crise a permis d'en tester les limites et les opportunités et va vraisemblablement faire évoluer sur le long terme les habitudes de mobilité professionnelle. Le confinement a également questionné les habitudes de mobilité de loisir. Le déconfinement et le besoin de continuer à respecter une distance physique ont motivé le déploiement d'infrastructures provisoires dans certaines villes, comme des bandes cyclables ou l'agrandissement de terrasses, qui permettent de tester une autre utilisation de l'espace public. A un niveau plus sociétal, la crise a mis en lumière le peu de résilience des chaînes d'approvisionnement qui fonctionnent à flux tendus. La crise a également illustré l'interdépendance entre les individus, notamment quand il est devenu clair que la santé d'une personne dépend des gestes barrières des autres (port du masque pour protéger les autres, responsabilité vis-à-vis de l'autre de ne pas propager le virus) ou que nos modes de vie sont dépendants du travail des autres (agriculteurs, caissiers, soignants, etc.).

Évidemment, un arrêt brutal de l'économie, comme observé dans la crise de la covid-19, n'est pas souhaitable pour le climat. Il s'agit plutôt de planifier une transformation profonde de nos activités, de découpler bien-être et consommation matérielle, d'assurer une reconversion professionnelle pour les travailleurs des industries carbonées.

### ***Renforcer le scénario « tendance »***

Si la crise de la covid-19 a pu être porteuse d'enseignements, voire d'opportunités pour faire avancer certaines questions de durabilité, elle risque surtout de renforcer la tendance et de reléguer les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>e plus bas dans l'échelle des priorités. La crise économique qui en résulte encourage des plans de relance basés sur une reprise de la consommation et de la croissance. On a pu voir des demandes d'exonération ou d'annulation de certaines régulations environnementales au nom de la relance économique. Plutôt que des investissements à moyen terme dans des infrastructures et des emplois nécessaires à la transition énergétique, des investissements publics massifs ont été débloqués autour du monde pour secourir des industries fortement carbonées. Par ailleurs, on aura vu, durant cette crise, très peu de coopération internationale, alors que répondre aux enjeux climatiques, qui requièrent une décarbonation profonde de l'économie mondiale, sans exacerber les inégalités sociales, ne pourra se faire sans une forte coopération internationale.

### ***Urgence climatique en bruit de fond***

Dans ce contexte, que faire pour que les discours d'alarmes portés par les scientifiques concernant le dérèglement climatique et les dégradations environnementales soient entendus par les gouvernants et retranscrits en politiques d'urgence ? Quels dispositifs et quels gestes "barrières" mettre en œuvre pour ne pas répandre le péril climatique ? Pris dans l'urgence de gérer les retombées de la crise de la covid-19, il importe de ne pas oublier que le

dérèglement climatique est toujours bien présent et que la « normalité pré-covid-19 » conduisait déjà la planète et ses habitants vers les menaces d'un réchauffement bien largement supérieur à 2°C.

	SCENARIO DE REFERENCE	SCENARIO TENDANCE	SCENARIO AMBITIEUX	SCENARIO RAYONNEMENT	SCENARIO RESILIENCE
<b>CONTEXTE Mondial Suisse Genève</b>	-	Développement économique et social basé sur les combustibles fossiles. Les défis sont ceux de l'adaptation au changement climatique plutôt que la réduction des émissions (SSP 5 GIEC). Augmentation des préoccupations environnementales en Suisse. Accélération de politiques publiques visant la réduction des émissions mais qui n'ont que peu d'effets. Dès 2030, les mesures d'adaptation sont prioritaires. Coordination du plan climat du Canton avec le Grand Genève.	Un contexte international mitigé et inégal. Certaines améliorations dans l'utilisation des ressources mais toujours des dégradations de l'environnement. Certains pays enregistrent des progrès et d'autres sont en deçà des attentes (SSP 2 GIEC). L'Europe et la Suisse sont dynamiques. Nombreuses mesures mises en place. Le Plan climat de Genève s'emboîte dans celui du grand Genève.	Un monde qui s'oriente vers la durabilité. Une croissance économique qui se déplace vers le bien être humain (SSP1 GIEC). Une Suisse qui est vue comme un frein à la neutralité et qui rattrape ensuite son retard par rapport aux autres pays. Réalisation du plan climat à l'échelle du Grand Genève.	Rivalités entre les pays, résurgence du nationalisme, orientation sur les questions de sécurité nationale. Forte dégradation de l'environnement (SSP3 GIEC). En Suisse, croissance économique ralentie, inquiétudes de la population. Mise en place de stratégies dans le cadre du Grand Genève.
<b>POPULATION</b>	640'000 habitants (457'512 habitants en 2012)	640'000 habitants	640'000 habitants	640'000 habitants	570'000 habitants
<b>VISION ET POSTURE DE L'ETAT</b>	Augmentation des émissions proportionnelle à la population	Un Etat qui joue un rôle d'information et d'incitation (2020-2030) puis qui se positionne comme un Etat qui doit protéger sa population et ses activités face aux changements climatiques (2030-2050).	Un Etat ambitieux qui met en place des mesures pragmatiques.	Un Etat inspirant, fédérateur, ouvrant la voie aux changements importants que nécessite la neutralité. (Cette vision s'ajoute à celles décrites dans le scénario ambitieux)	Un Etat qui veut assurer la sécurité de sa population en augmentant l'autonomie du Canton et du Grand Genève.
<b>TYPES DE MESURES</b>	-	Sectorielles Incitatives et de sensibilisation (sauf interdiction chaudières à mazout) Mesures d'adaptation dès 2030 par secteur	2 trains de mesures (2030 et 2033) Sectorielles mais articulées et coordonnées Informatives, incitatives et contraignantes.	Des stratégies qui mettent en avant l'importance d'un récit fédérateur et un travail sur les normes sociales. L'Etat communique, est exemplaire, implique et fédère les acteurs, stimule les expérimentations.	Des mesures qui s'articulent autour de l'autonomie. Intersectorielles et articulées autour des objectifs d'augmenter l'auto-provisionnement, d'intensifier l'usage des ressources, de maîtriser la consommation, de mobiliser la population et de monitorer les résultats.
<b>ENERGIE ET BATIMENTS</b>	<b>2'728'673 t CO<sub>2</sub>e</b> (1'994'437 t CO <sub>2</sub> e en 2012)	Besoins d'énergie thermique : 3'800GWh Besoins électriques : 3'850 GWh <b>770'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	Besoins d'énergie thermique : 2'900 GWh Besoins électriques : 2'665 GWh <b>469'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	Besoins d'énergie thermique environ : 2'000 GWh Besoins électriques : 820 GWh <sup>1</sup> <b>200'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	Besoins d'énergie thermique environ : 1'000 GWh Besoins électriques : 410 GWh <b>100'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>Mobilité individuelle</b>	(1'216'000t CO <sub>2</sub> e valeur 2012 corrigée) <b>1'667'388 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Km stables Répartition modale identique 35% des voitures utilisées sont électriques</i> <b>1'370'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Km stables 50% des Km en voiture électrique 20% des Km en TP 13% des Km en train 12% des Km en mobilité douce 5% réduction des déplacements</i> <b>375'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>5% des Km en voiture<sup>2</sup> 40% des Km en TP (20%) et train (20%) 35% des Km en mobilité douce 20% réduction des déplacements</i> <b>147'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>5% des Km en voiture 30% des Km en TP et train 35% des Km en mobilité douce 30% réduction des déplacements</i> <b>122'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>Mobilité avion</b>	(296'183 tCO <sub>2</sub> e en 2012 pour les genevois) <b>402'820 tCO<sub>2</sub>e</b>	<i>Km stables 10% améliorations techniques</i> <b>363'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Diminution de 20% des Km en avion 10% améliorations techniques</i> <b>295'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Diminution de 90% des Km en avion<sup>2</sup> 10% améliorations techniques</i> <b>36'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	Trajets en avion très rares (négligeable) <b>0 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>Mobilité fret</b>	(438'383 t CO <sub>2</sub> e en 2012) <b>596'297 tCO<sub>2</sub>e</b>	<i>Km Stables 25% flotte électrifiée</i> <b>515'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-30% de Km fret routier Flotte électrifiée camion -30% fret aérien 10% améliorations techniques des avions</i> <b>250'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-90% de Km fret routier<sup>2</sup> Flotte électrifiée camion -95% fret aérien 10% améliorations techniques des avions</i> <b>23'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-90% de Km fret routier Flotte électrifiée camion -Fret aérien négligeable</i> <b>10'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>ALIMENTATION</b>	(807'132 tCO <sub>2</sub> e en 2012 avec corrections) <b>1'097'877 tCO<sub>2</sub>e</b>	<i>-30% de viande -5% lié à la réduction du gaspillage</i> <b>968'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-50% de viande, -25% produits laitiers -50% denrées de luxe, -10 % gaspillage alimentaire</i> <b>650'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Régime optimal pour la santé et l'environnement</i> <b>298'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Régime optimal pour la santé et l'environnement</i> <b>260'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>BIENS DE CONSOMMATION</b>	(488'572 t CO <sub>2</sub> e en 2012) <b>664'566 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>+20% par habitant</i> <b>798'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Stabilisation</i> <b>660'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-88% des émissions par rapport au scénario référence<sup>3</sup></i> <b>84'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-90% des émissions par rapport au scénario référence</i> <b>70'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>AGRICULTURE</b>	(52'106 t CO <sub>2</sub> e en 2012) <b>70'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Selon scénario de référence</i> <b>70'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Selon scénario référence</i> <b>70'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-90% des émissions par rapport au scénario référence</i> <b>7'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-90% des émissions par rapport au scénario référence</i> <b>6'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>CONSTRUCTION /URBANISME</b>	(242'908 t CO <sub>2</sub> e en 2012) <b>337'554 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>+20% d'émissions</i> <b>406'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Légère diminution des émissions par rapport au scénario référence</i> <b>300'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-70% des émissions par rapport au scénario référence</i> <b>100'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-97% des émissions par rapport au scénario référence</i> <b>10'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>FIN DE VIE DES DECHETS</b>	(93'703 t CO <sub>2</sub> e en 2012) <b>130'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Selon scénario de référence</i> <b>130'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Selon scénario référence</i> <b>130'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>-98% des émissions par rapport au scénario référence</i> <b>3'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<i>Valorisation des déchets</i> <b>0 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>COMPENSATION</b>	-	Achat de crédits carbone	<b>-50'000 t CO<sub>2</sub>e</b> Projets de séquestration et financement de projets de compensation en Suisse ou à l'étranger.	<b>-250'000 t CO<sub>2</sub>e</b> Séquestration locale et contribution à la compensation (estimation).	Pas de captation ni de compensation
<b>TOTAL DES EMISSIONS</b>	<b>7'705'000 t CO<sub>2</sub>e</b> (5'265'020 t CO <sub>2</sub> e en 2012 avec corrections)	<b>5'390'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<b>3'150'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<b>648'000 t CO<sub>2</sub>e</b>	<b>578'000 t CO<sub>2</sub>e</b>
<b>EMISSIONS PAR HABITANTS</b>	<b>12.04 t CO<sub>2</sub>e/hbt</b>	<b>8,4 t CO<sub>2</sub>e/hbt</b>	<b>4,9 t CO<sub>2</sub>e/hbt</b>	<b>1 t CO<sub>2</sub>e/hbt avec compensation</b>	<b>1 t CO<sub>2</sub>e/hbt</b>

<sup>1</sup> A noter que l'amélioration du facteur carbone de l'électricité rendrait possible une consommation électrique plus importante : jusqu'à 2'000 GWh avec, par exemple, un facteur de 50tCO<sub>2</sub>e/GWh au lieu de 122 tCO<sub>2</sub>e/GWh.

<sup>2</sup> Chiffre indicatif, basé sur la situation actuelle. Compte tenu du contexte favorable, l'énergie, les biens et les matériaux pourraient être largement décarbonés. Un plus grand nombre de km pourraient être parcourus en voiture, transports publics, avion ou camion.

<sup>3</sup> Compte tenu du contexte favorable, l'énergie, les biens et les matériaux pourraient être largement décarbonés, permettant de réduire la consommation de manière plus modérée.

## 1 Annexes – Résultats chiffrés

### 1.1 Scénario de référence 2012

Notre étude se base sur les chiffres du Bilan Carbone® territorial du canton de Genève, publié le 14.10.2015, sur la base des données de 2011-2012 (Maneco, 2015). Cette étude, basée sur l'outil Bilan Carbone® inclut toutes les émissions directes, ayant lieu sur le territoire genevois (Scope 1 selon le GHG protocol), mais également une partie des émissions indirectes ayant lieu à l'extérieur du territoire, comme les émissions nécessaires à la production d'énergie électrique (Scope 2) et une partie des émissions liées à la production de biens de consommation (Scope 3).

Les émissions directes de scope 1 et indirectes de scope 2 prises en compte concernent les émissions liées au résidentiel (chauffage et électricité), aux déplacements de personnes sur le territoire genevois, au fret sur le territoire genevois, aux industries (agriculture, procédés industriel et secteur tertiaire), et au traitement des déchets.

Les émissions indirectes de scope 3 prises en compte sont celles liées à la production d'énergie, aux biens de consommation, à l'alimentation, à la construction et la voirie.

Les principaux résultats de cette étude sont les suivants.

### Résultats principaux du bilan carbone® territorial de Genève pour 2012

Le total du Bilan carbone territorial du canton de Genève s'élève à 5'838'207 tCO<sub>2</sub>e. En ne considérant que la part de déplacements en avions dont les genevois sont responsables, cette valeur est de 4'788'106 tCO<sub>2</sub>e ce qui correspond à env. 10,2t CO<sub>2</sub>e par habitant en 2012.

La répartition de ces émissions est la suivante (figure A1) :

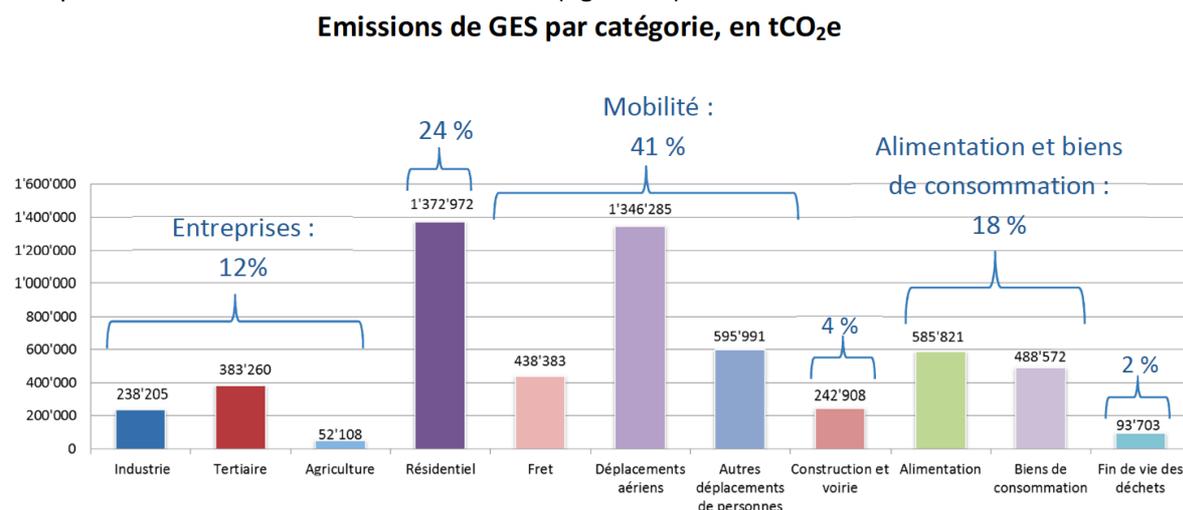


Figure A1 : Emissions de GES par catégorie (Maneco, 2015)

### Considérations sur l'évolution des émissions de GES par personne

Afin de pouvoir réaliser une projection de ce que pourrait être le bilan du territoire genevois à 2050, il est nécessaire de faire une adaptation du bilan de 2012 au contexte de 2050 afin d'avoir une valeur de référence. En effet, les différents scénarios prospectifs considèrent une augmentation de la population genevoise, et nous pouvons considérer que les émissions ayant lieu sur un territoire donné sont directement liées à la population résidente.

Selon l'OFEV, bien que les émissions gaz à effet de serre (GES) indigènes (=directes) diminuent de manière relativement constante depuis 1990 (OFEV, 2019a), les émissions ayant lieu à l'étranger augmentent de manière importante (OFEV, 2019b). Il en résulte que les émissions de GES globales (directes et indirectes, selon des limites similaires à celles prises en compte dans cette étude pour Genève) restent globalement stables, autour des 14 t CO<sub>2</sub>e par résident suisse (OFEV, 2019c). Il est donc raisonnable de prendre comme hypothèse que le scénario de référence pour 2050 considère une émission stable de GES par habitant genevois.

Pour certains domaines comme l'habitat ou la mobilité privée, nous considérons qu'il est plus approprié de prendre des émissions stables par ménage.

### **Considération sur l'évolution de la population genevoise**

En 2012, le nombre d'habitants du territoire genevois était de 470'512 personnes (OCSTAT, 2019a). L'Etat de Genève a réalisé différents scénarios prospectifs pour l'évolution de la population de son territoire (OCSTAT, 2019b). Selon le scénario choisi, la population en 2050 pourra se situer entre 490'000 et 670'000 habitants. Pour tous les scénarios présentés dans ce rapport, la valeur choisie pour 2050 est celle du scénario II, à savoir de 640'000 habitants.

De même le nombre de personnes par ménages pourrait évoluer et passer de 2,56 en 2012 à 2,44 en 2050. Ainsi le nombre de ménage passerait de 191'000 en 2012 à 262'000 en 2050.

#### **Résumé des hypothèses de base**

Hypothèse 1 : La population sur le territoire genevois augmente et passe de 470'512 habitants en 2012 à 640'000 habitants en 2050. Le nombre de ménages passe de 191'000 en 2012 à 262'000 en 2050.

Hypothèse 2 : Les émissions de GES par personnes sont similaires en 2050 à leur état de 2012.

Hypothèse 3 : Pour le résidentiel : Les émissions de GES par ménage sont identiques en 2012 et en 2050

Hypothèse 4 : Pour la mobilité : le nombre de voiture par ménage est identique en 2012 et en 2050.

## **1.2 Calcul d'un bilan carbone de référence pour 2050**

### **1.2.1 Résidentiel et entreprises**

La valeur de 2012 est de 1'372'972 t CO<sub>2</sub>e pour le résidentiel privé.

En faisant l'hypothèse (H3) que cette valeur va augmenter proportionnellement à l'augmentation du nombre de ménages, cette valeur va passer à 1'883'344 t CO<sub>2</sub>e pour 2050.

Le secteur de l'industrie et le tertiaire peuvent assez logiquement être inclus au secteur résidentiel, les émissions considérées par le Bilan Carbone réalisé étant essentiellement liées aux consommations d'énergie des bâtiments.

La valeur de 2012 est de 621'465 tCO<sub>2</sub>e pour l'industrie et le tertiaire.

En faisant l'hypothèse (H3) que cette valeur va augmenter proportionnellement à l'augmentation du nombre de ménages, cette valeur va passer à 845'329 t CO<sub>2</sub>e pour 2050.

Ainsi pour ce domaine, nous avons la valeur de 2'728'673 t CO<sub>2</sub>e pour 2050

### **1.2.2 Mobilité**

Ce domaine est séparé en trois parties : la mobilité des personnes (sans avion), la mobilité des personnes (avion uniquement) et le transport de marchandises (fret).

#### **Mobilité des personnes (sans avion)**

La valeur de 2012 est de 595'991 t CO<sub>2</sub>e.

Une révision partielle de cette valeur a été effectuée en janvier 2020 afin de corriger quelques erreurs méthodologiques et de calcul. Pour le calcul de cette nouvelle valeur pour 2012, les kilomètres parcourus par mode de transports (essence, diesel, 2-roues) ont été calculés en multipliant le nombre moyen de km/jour/personne (données du micro-recensement de la mobilité et des transport MRMT

2010) par la population genevoise (et non par le nombre de véhicules comme considéré dans le bilan carbone territorial publié). Les facteurs d'émissions ont aussi été ajustés. La valeur corrigée de 2012 est ainsi de 1'216'000 t CO<sub>2</sub>e.

Cette valeur considère tous les transports de personnes, que ce soit de manière individuelle ou publique. A l'étude détaillée des données utilisées pour le calcul de 2012, quelques éléments laissent encore penser que cette valeur est partiellement sous-estimée. Afin de prendre des chiffres les plus solides comme base pour 2050, certaines de ces erreurs facilement identifiables ont été corrigées. Il apparaît que le facteur d'émission choisi pour les voitures était celui de voitures de petite puissance. Hors, la flotte de véhicules du canton de Genève est plutôt composée en moyenne de gros véhicules. Ainsi c'est cette valeur qui sera utilisée en préférence.

Par ailleurs, selon l'hypothèse 4 formulée ci-dessus, il est considéré que le nombre de véhicules (voitures et motocycles) par ménage reste stable, et que chaque ménage effectue le même nombre de kilomètres par année. En revanche, pour les autres types de transport (TPG, trains, bateaux), il est considéré qu'ils augmentent de manière proportionnelle à l'augmentation du nombre d'habitants.

Ainsi la valeur de cette catégorie passerait à 1'667'388 t CO<sub>2</sub>e pour 2050.

### Mobilité des personnes (avion uniquement)

La valeur totale des émissions liées à l'aéroport en 2012 sont de 1'346'285 tCO<sub>2</sub>e. La part considérée comme attribuable aux genevois est de 22% de cette valeur, soit 296'183 tCO<sub>2</sub>e.

En considérant que les kilomètres par personne effectués en avion restent les mêmes en 2050 qu'en 2012, cette valeur sera alors de 402'820 tCO<sub>2</sub>e en 2050.

### Transports de marchandise

La valeur de 2012 est de 438'383 t CO<sub>2</sub>e.

En considérant que ce fret augmente selon la même proportion que le nombre d'habitants du canton, cette valeur passera à 596'297 tCO<sub>2</sub>e en 2050.

#### 1.2.3 Alimentation

Le bilan de 2012 indique une valeur de 585'821 t CO<sub>2</sub>e émises pour l'alimentation.

L'observation attentive des données utilisées montre que certaines catégories d'aliments n'ont pas été incluses, les facteurs d'émissions n'étant pas disponibles dans la base de données Bilan Carbone. Ces denrées alimentaires sont cependant potentiellement importantes au niveau de leur impact, et doivent donc être ajoutées au calcul. Afin de pouvoir les intégrer, le tableau A1 présente les denrées omises, le facteur d'émissions utilisé dans ce nouveau calcul et la source de cette donnée.

Aliments omis	kg / pers.an	t/an pour Genève	Facteur d'émission kg CO <sub>2</sub> e/kg	Source du FE	Valeur à ajouter pour 2012 (t CO <sub>2</sub> e)
Café	5	2'353	6.83	Ecoinvent	16'068
Cacao	6.1	2'870	18.7	Ecoinvent	53'671
Bière (l)	55.2	25'972	1	Val. moyenne, basé sur (Cimini & Moresi, 2018)	25'972
Crème	33.9	15'950	2.19	Ecoinvent	34'931
Produits laitiers frais et dans les glaces	11	5'176	10.05	Agribalyse (Beurre)	52'019
Conserves de lait et produits de protéines lactiques	43.9	20'655	1.21	Agribalyse (Lait)	25'014

Thé, épices, eaux de vie, autres spiritueux, légumes à cosse, noix, oléagineux				Multiplés	8'500
--	--	--	--	-----------	-------

**Tableau A1 : Aliments omis à ajouter au calcul**

La valeur de 2012 passe ainsi à 807'132 tCO<sub>2</sub>e.

Pour déterminer la valeur de référence pour 2050, l'hypothèse 3 est utilisée : augmentation proportionnelle à l'augmentation de population (=chaque personne consomme la même quantité de chaque aliment).

Ainsi la valeur de référence pour 2050 est de 1'097'877 tCO<sub>2</sub>e.

#### 1.2.4 Biens de consommation

Le bilan de 2012 indique une valeur de 488'572 t CO<sub>2</sub>e émises pour les biens de consommation.

La méthode utilisée pour déterminer l'impact des biens de consommation est basée sur la composition des déchets traités dans les déchetteries. Cette méthode a probablement des nombreux avantages, mais ne permet pas, à notre avis, de donner une valeur réaliste de ce secteur.

Plusieurs raisons à cela. Premièrement ce calcul considère un état statique de la consommation, c'est-à-dire que tout ce qui est jeté dans l'année est équivalent à ce qui a été consommé. Aucun stock n'est fait, pas de pertes, pas d'importation ou d'exportation. Ceci considère également une consommation stable d'année en année. La réalité est cependant plus dynamique, et il n'est pas possible selon nous de considérer que la consommation est stable. Ne serait-ce qu'en raison de la croissance économique, même faible.

Deuxièmement, cette méthode de calcul inclut un petit nombre de matières et ne tient notamment pas compte de flux potentiellement importants. En effet, ne sont pas inclus de manière spécifique (extrait non exhaustif) :

- les secteurs du matériel électronique et électroménager, de l'habillement ou des médicaments
- Les biens de consommation immatériels comme les flux de données internet (qui induisent des consommations d'énergie importante dans les pays où sont situés les centres de données)
- Les émissions indirectes induites par les flux financiers du secteur bancaire (ce point doit probablement être traité de manière séparée en raison de ses particularités).

Afin de pouvoir se baser sur des chiffres plus pertinents qui incluraient ces données omises, une recherche a été menée. Cette recherche a ciblé en premier lieu les documents produits par l'Office Fédéral de l'Environnement sur les émissions de GES liées aux consommations de biens et services en Suisse. En second lieu, les informations disponibles auprès des douanes suisses à travers le site Swissimpex ont été étudiées en détail.

#### **Analyse des publications de l'OFEV**

La recherche de données scientifiques solides sur l'impact de la consommation suisse nous amène à considérer plusieurs documents de l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV). L'étude de l'OFEV sur les empreintes environnementales de la Suisse (Frischknecht et al., 2018, p. 12 figure D) indique qu'en 2015 env. 40% des émissions de GES dues à la consommation étaient réalisées en Suisse et 60% à l'étranger. Une autre étude plus ancienne de l'OFEV s'intéresse à l'impact environnemental de la consommation et de la production suisses (Jungbluth et al., 2011, p. 9, figure 3) et indique que certains domaines de la consommation

suisse ont également un impact important à l'étranger en terme de charge écologique<sup>1</sup>. Parmi ceux-ci, plusieurs n'ont pas été pris en compte dans le calcul actuel : Habillement, Santé, Communication et éducation notamment. La question de l'or est aussi importante dans le contexte horloger genevois. Selon la figure 7 de cette même publication, l'habillement représente 3% des impacts sur les changements climatiques de la consommation suisse, la santé presque 7% (dont plus de 70% a lieu à l'étranger). Les deux secteurs à eux-seuls représenteraient, en 2005, 10% de tous les impacts sur les changements climatiques. Il faut par ailleurs considérer qu'à l'époque de la publication de (Jungbluth et al., 2011), l'impact des activités numériques et du matériel électronique n'était pas encore très étudié, et qu'entretemps ce secteur s'est développé de manière exponentielle, de même que la demande en flux numériques.

Ainsi, selon les informations de ces études, il faudrait au minimum ajouter aux résultats de l'étude Bilan Carbone territorial de Genève les valeurs pour l'habillement et la santé. A quoi il faudrait raisonnablement également inclure les flux numériques.

#### **Analyse des données import-export des douanes suisses**

Afin de déterminer des valeurs pertinentes pour ces deux secteurs, une analyse détaillée des chiffres donnés par l'office des douanes suisses sur l'import-export est effectuée.

En effet, il est possible d'obtenir un tonnage des matières importées et exportées en Suisse par année. Idéalement, ce tonnage pourrait simplement être multiplié par un facteur d'émissions afin d'obtenir une valeur à ajouter pour ces secteurs.

Cependant, la valeur de poids donnée pour chaque secteur ne correspond pas à un seul type de matière (coton par exemple), et les facteurs d'émissions à disposition ne sont donc pas pertinents. En effet, l'office des douanes utilise des données de type Input-Output par secteur industriel. Ainsi 1kg de matière importée dans le secteur du textile peut aussi bien être du coton que du carton ou de l'acier.

Pour être en mesure d'utiliser les valeurs des douanes, il faudrait utiliser des facteurs d'émission issus de bases de données Input-Output, et que toute l'analyse effectuée par le bilan carbone suivent cette même logique, ce qui n'est pas le cas.

Pour inclure ces informations de manière pertinente par rapport aux autres données de biens de consommation, il faut suivre la même logique de construction des données. Les chiffres disponibles concernant les imports et exports suisses sont basés sur les informations des douanes par secteur industriel, sur la base des flux financiers et il n'est pas possible de les additionner simplement à la valeur existante pour les biens de consommation, qui ont été obtenus selon une méthodologie très différente. En l'état des connaissances, il n'est donc pas possible d'inclure ces éléments de manière pertinente.

Ainsi, en l'absence de données plus précises, la donnée de 2012, bien que probablement largement sous-estimée pour les raisons indiquées ici, est considérée comme "la meilleure estimation disponible" pour l'instant.

Pour le scénario de référence pour 2050, il est estimé, selon l'hypothèse 3 que les émissions liées aux biens de consommation augmentent de manière proportionnelle à la population.

---

<sup>1</sup> L'unité de charge écologie (UCE) est un indicateur unique qui considère l'impact environnemental de manière plus large que l'impact sur les changements climatiques, et inclut des impacts sur les écosystèmes et la santé humaine par exemple.

Ainsi la valeur pour 2050 atteint 664'566 t CO<sub>2</sub>e.

#### 1.2.5 Construction et voirie

Le bilan de 2012 indique une valeur de 242'908 t CO<sub>2</sub>e émises pour la construction et voirie. Pour le scénario de référence pour 2050, il est estimé, selon l'hypothèse 3 que les émissions liées à la construction et la voirie augmentent de manière proportionnelle à la population.

Ainsi la valeur pour 2050 atteint 337'554 t CO<sub>2</sub>e.

#### 1.2.6 Agriculture

Le bilan de 2012 indique une valeur de 52'106 t CO<sub>2</sub>e émises pour l'agriculture. Pour le scénario de référence pour 2050, il est estimé, selon l'hypothèse 3 que les émissions liées à l'agriculture augmentent de manière proportionnelle à la population.

Ainsi la valeur atteint 70'876 tCO<sub>2</sub>e pour 2050.

#### 1.2.7 Gestion des déchets

Le bilan de 2012 indique une valeur de 93'703 t CO<sub>2</sub>e pour la gestion des déchets. Pour le scénario de référence pour 2050, il est estimé, selon l'hypothèse 3 que les émissions liées à la gestion des déchets augmentent de manière proportionnelle à la population.

Ainsi la valeur atteint 127'457 tCO<sub>2</sub>e pour 2050.

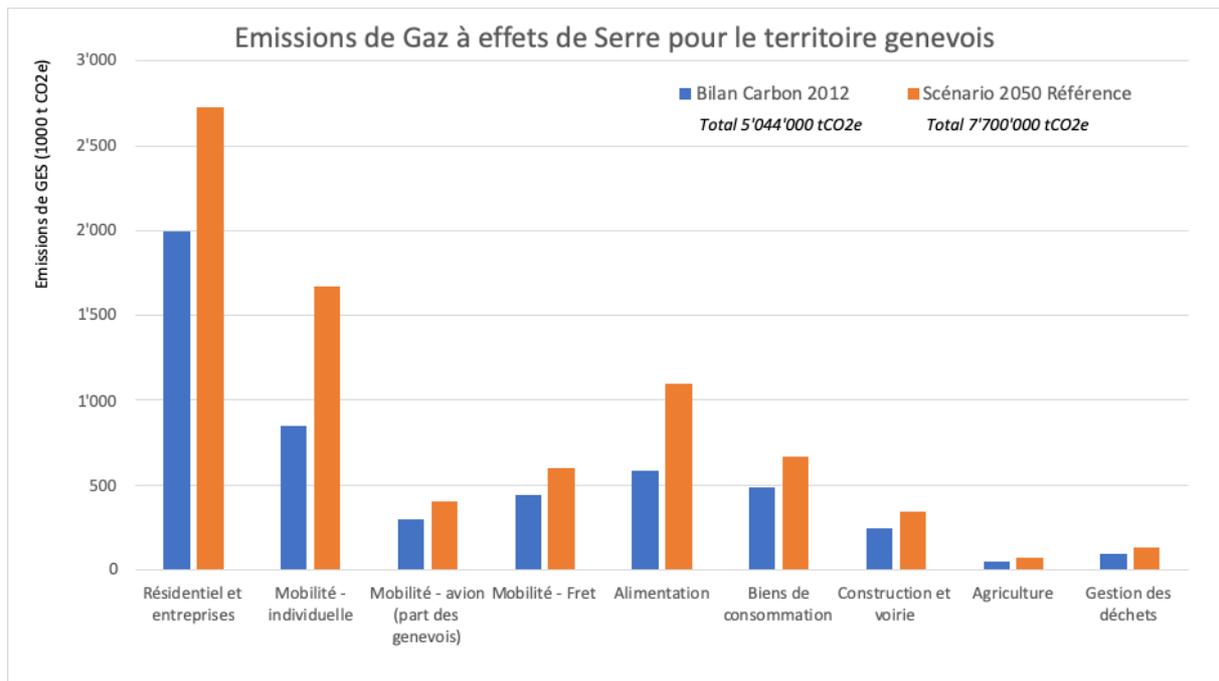
#### 1.2.8 Scénario de référence pour 2050, résultats totaux

En résumé, le tableau ci-dessous présente les chiffres obtenus pour le scénario de référence pour 2050, considérant l'augmentation du bilan proportionnel à l'augmentation de la population, et incluant les quelques ajustements nécessaires mentionnés.

Commentaire : Les valeurs obtenues dans ce bilan et dans les scénarios prospectifs ne sont pas des valeurs mesurées, mais bien des valeurs calculées sur la base de facteurs d'émissions et d'hypothèses. Pour cette raison ces résultats sont liés à une erreur relative importante qu'il nous paraît essentiel de relever ici. Afin de rendre cette erreur plus tangible, et de rendre la lecture des chiffres plus compréhensible, il a été décidé de présenter ces valeurs en les arrondissant à la dizaine de millier de tonnes de CO<sub>2</sub>e.

**Tableau : valeurs pour le scénario de référence, et les valeurs du Bilan Carbone tel que publié.**

	<b>Bilan Carbone 2012 (t CO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Valeur de référence pour 2050 (tCO<sub>2</sub>e)</b>
Résidentiel et entreprises	1'994'437	2'730'000
Mobilité - individuelle	851'596	1'670'000
Mobilité - avion (part des genevois)	296'183	400'000
Mobilité - Fret	438'383	600'000
Alimentation	585'821	1'100'000
Biens de consommation	488'572	665'000
Construction et voirie	242'908	340'000
Agriculture	52'106	70'000
Gestion des déchets	93'703	130'000
<b>Total</b>	<b>5'043'711</b>	<b>7'705'000</b>
<i>Emissions par personne</i>	<i>10.72</i>	<i>12.04</i>



**Figure A2 : résumé des valeurs du bilan carbone de 2012, et des valeurs de référence calculées pour 2050.**

## 1.3 Scénario Tendence

### 1.3.1 Résidentiel et entreprises

#### Besoins thermiques

Hypothèses basées sur la prospective SIG 2030

- Besoins en 2050 : 3'800 GWh/an

#### Besoins électriques

Hypothèses :

- essoufflement des économies d'électricité : - 0.08% par an jusqu'en 2050
- augmentation forte climatisation : +150 GWh/an
- augmentation forte mobilité électrique : +300 GWh/an
- augmentation forte PAC : +500 GWh/an en 2050

Besoins en 2050 ≈ 3'850 GWh/an

Les émissions de l'industrie et du tertiaire sont incluses dans le domaine résidentiel.

### 1.3.2 Mobilité

#### Mobilité - individuelle non aérienne

Hypothèses :

- 1° Pour les TIM, le nombre de kilomètres par personne reste stable, et la puissance des voitures reste la même. En revanche, 35% des voitures utilisés sont électriques (véhicules des habitants et transit). En ce qui concerne les motos, le nombre de kilomètres par personne reste stable, et elles restent avec leur motorisation actuelle (pas d'électrique).
- 2° Pour les transports en commun et autres transports, le nombre de kilomètres par personne en train, transports publics ou mobilité douce restent stables. Le mix énergétique des TPG reste le même qu'en 2012.
- 3° Le facteur d'émission pour les véhicules électriques provient de la base de données Ecoinvent, adapté de manière à ce qu'elle consomme de l'électricité suisse<sup>2</sup>. Il considère un véhicule de 920 kg sans batterie, et une batterie de 262 kg (technologie 2015). Ainsi pour 1000 km effectués, le véhicule électrique modélisé consomme 199 kWh, et émet 111 kg de CO<sub>2</sub>e.

En conséquence de ces choix de technologie et pour répondre à la demande électrique pour les véhicules électriques, une augmentation de consommation électrique de 325'000 MWh est prévisible.

#### Mobilité - aériens

Hypothèse : Le nombre de kilomètres effectués en avions par les habitants genevois reste le même qu'en 2012. En revanche, le secteur de l'aviation continue de faire des améliorations techniques et peut ainsi réduire ses émissions de 10% par kilomètre volé.

#### Mobilité FRET

Hypothèses :

- 1° Le nombre de kilomètre de Fret par habitant est resté le même
- 2° 25 % de la flotte de camions est électrifiée.
- 3° Facteur d'émission camion électrique : N'ayant pas de données concernant le facteur d'émission des camions électriques, l'hypothèse est faite que le rapport entre les facteurs d'émissions d'un camion électrique et d'un camion diesel est le même que le rapport entre le facteur d'émissions entre une voiture électrique et une voiture diesel. Ce rapport est d'un tiers. Ainsi, l'hypothèse est faite qu'un camion électrique, quel que soit son tonnage, émet 1/3 des émissions du même camion diesel. La consommation électrique d'un camion électrique est calculée sur la base de ce facteur d'émission pour le CO<sub>2</sub>. L'erreur relative pour ces valeurs sont donc très élevées (plus de 50%).

---

<sup>2</sup> Facteur Ecoinvent pour l'électricité suisse low voltage : 129 kg CO<sub>2</sub>e pour 1MWh

4° Fret aérien : Le nombre de kilomètres de fret par habitant effectués en avions reste le même qu'en 2012. En revanche, le secteur de l'aviation continue de faire des améliorations techniques et peut ainsi réduire ses émissions de 10% par kilomètre effectué.

En conséquence de ces choix de technologie et pour répondre à la demande électrique pour les véhicules électriques, une augmentation de consommation électrique de 50'000 MWh est à envisager.

### 1.3.3 Alimentation

Hypothèses :

1° La consommation de viande de bœuf et d'agneau diminue de 30%

2° Cette viande de bœuf et d'agneau est compensée à 50% par de la volaille et à 50% par des légumes.

3° La consommation des autres denrées (lait, fromage, céréales, etc.) reste la même par personne.

4° Le gaspillage alimentaire est réduit de 5%. Ceci se concrétise dans la modélisation par une diminution de 5% de tous les impacts alimentaires.

### 1.3.4 Biens de consommation

L'hypothèse est faite que les impacts de la consommation de biens augmentent de 20% par habitant en raison de l'augmentation d'achats de biens.

### 1.3.5 Construction et voirie

L'hypothèse est faite que les impacts de la construction et voirie augmentent de 20% par habitant en raison de l'augmentation des émissions défensives (renforcement d'infrastructures, transport).

### 1.3.6 Agriculture

Les émissions de l'agriculture évolue selon le scénario de référence, à savoir proportionnellement à l'augmentation de la population.

### 1.3.7 Gestion des déchets

Les émissions de la gestion des déchets évolue selon le scénario de référence, à savoir proportionnellement à l'augmentation de la population.

### 1.3.8 Scénario tendance pour 2050, résultats

Résultats des différents axes pour le scénario **Tendance** :

	<b>Valeur de référence pour 2050 (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Scénario 2050 Tendance (tCO<sub>2</sub>e)</b>
Résidentiel et entreprises	2'730'000	770000
Mobilité - individuelle	1'667'000	1'370'000
Mobilité - avion (part des genevois)	403'000	363'000
Mobilité - Fret	596'000	515'000
Alimentation	1'098'000	968'000
Biens de consommation	665'000	798'000
Construction et voirie	338'000	406'000
Agriculture	70'000	70'000
Gestion des déchets	130'000	130'000
<b>Total</b>	<b>7'700'000</b>	<b>5'310'000</b>

Ce scénario **Tendance** permet de réduire les émissions et d'atteindre la valeur de 5'310'000 t CO<sub>2</sub>e, ce qui correspond environ à une émission de 8,4 t CO<sub>2</sub>e par habitant. Pour atteindre ces résultats, il résultera une augmentation de la demande en énergie électrique pour le secteur de la mobilité de 375'000 MWh.

## 1.4 Scénario Ambitieux

### 1.4.1 Résidentiel et entreprises

#### Besoins thermiques

Hypothèse : les besoins thermiques sont satisfaits par les potentiels énergétiques locaux (renouvelables et de récupération) soit **2'900 GWh/an soit 144'000 tCO<sub>2</sub>e (EcoBau)**

THERMIQUE	Actuel	2050
UVTD Cheneviers	265	370
Solaire Thermique	20	150-250
Biomasses	30-40	100-150
PAC (air, géo, hydro)	44	1'000-1'350
PAC STEP / CAD	5	300-400
Géothermie profonde	0	300-400
<b>SOMME</b>	<b>364</b>	<b>Env. 2'200 à 2'900</b>

*NB: potentiel thermique tenant compte des contraintes de concordance de temps et de qualité, selon le modèle développé par UNIGE-SIG, avec des intrants énergétiques de 4'000 à 4'400 GWh/an à l'horizon 2050, soit avec complément d'environ 1'800 GWh/an de gaz (CCF et chaudières)*

#### Besoins électriques

Hypothèses :

- Rythme identique de la baisse d'électricité constatée sur 2010-2017 : - 0.8% par an jusqu'en 2050 soit 1'700 GWh
- diminution climatisation : -100 GWh/an en 2050
- augmentation importante mobilité électrique : +715 GWh/an en 2050
- augmentation modérée PAC : +350 GWh/an en 2050
- **CONSO 2050 ≈ 2'665 GWh/an soit 325'130 tCO<sub>2</sub>e (avec 122tCO<sub>2</sub>/GWh)**

⇒ A noter que l'amélioration du facteur carbone de l'électricité pourrait permettre une forte diminution des émissions liées à ce poste : une hypothèse de 50tCO<sub>2</sub>e/GWh en 2050 ramènerait par exemple ces émissions 133'250 t CO<sub>2</sub>e à cet horizon.

### 1.4.2 Mobilité

#### Mobilité - individuelle non aérienne

Hypothèses :

Pour les TIM, la mobilité des ménages change. Ainsi :

1° 50% des kilomètres (voiture résidents et transit) continuent d'être effectués en voiture, mais sont désormais effectués en voiture électrique de faible puissance (même taux de remplissage).

*Le facteur d'émission pour les véhicules électriques provient de la base de données Ecoinvent<sup>3</sup>, adapté de manière à ce qu'elle consomme de l'électricité suisse<sup>4</sup>. Il considère un véhicule de 920 kg sans batterie, et une batterie de 262 kg (technologie 2015). Ainsi pour 1000 km effectués, le véhicule électrique modélisé consomme 199 kWh, et émet 111 kg de CO<sub>2</sub>e.*

2° 20% des kilomètres précédemment effectués en voiture sont désormais remplacés par des kilomètres en transports publics TPG.

3° 13% des kilomètres précédemment effectués en voiture sont désormais remplacés par des kilomètres en train.

*Pour l'augmentation du nombre de kilomètre effectués en TP et en train, il est considéré que le taux de remplissage reste le même et que l'offre est augmentée proportionnellement à l'augmentation des km effectués.*

*Pour les kilomètres supplémentaires en transports publics (TP), il est considéré que tous les TP supplémentaires seront électriques. Le facteur d'émissions utilisé est donc le facteur Ecoinvent<sup>5</sup> pour le tram, qui est de 0,036 kg CO<sub>2</sub>e/pers.km et de 0,0898 kWh/pers.km.*

*Pour le train, l'énergie supplémentaire nécessaire est estimée sur la base de la donnée Ecoinvent du train urbain suisse, dont la consommation est de 0,0827 kWh/pers.km.*

3° 12% des kilomètres précédemment effectués en voiture sont désormais remplacés par des kilomètres à pied ou en vélo mécanique.

4° 5% des kilomètres précédemment effectués en voiture ne sont désormais plus effectués car une partie des ménages font le choix de non mobilité : un jour sans voiture par semaine (télétravail ou loisirs proches) ou ne se déplacent tout simplement plus hors du quartier.

5° Il n'existe plus de véhicule thermique (essence ou diesel).

En conséquence de ces choix de technologie et pour répondre à la demande électrique pour les véhicules électriques et trams supplémentaires, une augmentation de consommation électrique de 580'000 MWh est prévisible.

### **Mobilité – aériens**

Hypothèse : Le nombre de kilomètres effectués en avions par les habitants genevois diminue de 20% par rapport à 2012. En parallèle, le secteur de l'aviation continue de faire des améliorations techniques et peut ainsi réduire ses émissions de 10% par kilomètre volé.

### **Mobilité FRET**

Hypothèses :

1° Le nombre de kilomètre de fret en camion par habitant est diminué de 30%.

2° 100 % de la flotte restante de camions est électrifiée.

*Facteur d'émission camion électrique : N'ayant pas de données concernant le facteur d'émission des camions électriques, l'hypothèse est faite que le rapport entre les facteurs d'émissions d'un camion électrique et d'un camion diesel est le même que le rapport entre le facteur d'émissions entre une voiture électrique et une voiture diesel. Ce rapport est d'un tiers. Ainsi, l'hypothèse est faite qu'un camion électrique, quel que soit son tonnage, émet 1/3 des émissions du même camion diesel. La consommation électrique d'un camion électrique est*

---

<sup>3</sup> Le facteur KBOB – ecobau de 2016 pour un véhicule électrique est de 0,058 kg CO<sub>2</sub>e /pers.km. Cependant, par cohérence avec le reste des calculs, c'est le facteur Ecoinvent qui est choisi.

<sup>4</sup> Facteur Ecoinvent pour l'électricité suisse low voltage : 129 kg CO<sub>2</sub>e pour 1MWh

<sup>5</sup> Le facteur KBOB – ecobau de 2016 pour le tram suisse est de 0,023 kg CO<sub>2</sub>e /pers.km. Mais par cohérence avec le reste des calculs, c'est le facteur Ecoinvent qui est choisi.

*calculée sur la base de ce facteur d'émission pour le CO<sub>2</sub>. L'erreur relative pour ces valeurs sont donc très élevées (plus de 50%).*

3° Fret aérien : Le nombre de kilomètres de fret par habitant effectués en avions est diminué de 30% par rapport à 2012. En parallèle, le secteur de l'aviation continue de faire des améliorations techniques et peut ainsi réduire ses émissions de 10% par kilomètre effectué.

4° Le fret en train et par voies d'eau reste le même (augmentation proportionnelle à la population)

En conséquence de ces choix de technologie et pour répondre à la demande électrique pour les véhicules électriques, une augmentation de consommation électrique de 135'000 MWh est à envisager.

### **1.4.3 Alimentation**

Hypothèses :

1° La consommation de viande de bœuf, de mouton et d'agneau diminue de 50% par personne.

2° La viande de bœuf, de mouton et d'agneau consommée est de la viande suisse produite de manière extensive, sur des zones peu productives, et aucun fourrage n'est importé.

3° La consommation de produits laitiers diminue de 25% par personne.

4° La viande de bœuf et d'agneau et les produits laitiers non consommés sont remplacés par des légumes (65% du poids), de la volaille (20%) et des œufs (15%).

5° La consommation de denrées de luxe et non essentielles que sont le chocolat, le café, la bière et le vin est diminuée de 50%.

6° Le gaspillage alimentaire est réduit de 10%. Ceci se concrétise dans la modélisation par une diminution de 10% de tous les impacts alimentaires.

Afin de tenir compte de l'hypothèse 2 (viande suisse sans fourrage importé) une recherche de facteur d'émission a été nécessaire. Un tel facteur ne se trouve ni dans bilan Carbone, ni dans la base de donnée Ecoinvent. Une publication de l'Agroscope (Alig et al., 2012) présente la comparaison de différentes méthodes d'élevage, et de différentes provenances. Les auteurs de cette étude indiquent « *Pour les impacts environnementaux de la viande prête à la vente, l'important est comment elle est produite et non où.* » Ainsi, sur la base des résultats présentés dans cette étude (figure 2, p. 7), on peut considérer que le facteur d'émission pour la viande de bœuf suisse selon les conditions envisagées ici vaut 40% du facteur considéré dans la méthode bilan carbone.

### **1.4.4 Biens de consommation**

L'hypothèse est faite que les impacts de la consommation de biens stagnent et restent les mêmes par habitant. Cette hypothèse tient compte du fait que la valeur ne tient pas compte de plusieurs éléments importants. Ainsi une baisse de la consommation par habitant pourrait résulter en une stagnation de la valeur considérée pour les biens de consommation.

### **1.4.5 Construction et voirie**

Une réduction de 50% des impacts de la construction et voirie par habitant est considérée.

### **1.4.6 Agriculture**

Les émissions de l'agriculture évolue selon le scénario de référence, à savoir proportionnellement à l'augmentation de la population.

#### 1.4.7 Gestion des déchets

Les émissions de la gestion des déchets évolue selon le scénario de référence, à savoir proportionnellement à l'augmentation de la population.

#### 1.4.8 Compensation

Les techniques de séquestration permettent de capter 50'000t CO<sub>2</sub>e

#### 1.4.9 Scénario Ambitieux pour 2050, résultats

Résultats des différents axes pour le scénario **Ambitieux** :

	<b>Valeur de référence pour 2050 (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Scénario 2050 Ambitieux (tCO<sub>2</sub>e)</b>
Résidentiel et entreprises	2'730'000	469'000
Mobilité - individuelle	1'667'000	375'000
Mobilité - avion (part des genevois)	403'000	295'000
Mobilité - Fret	596'000	250'000
Alimentation	1'098'000	650'000
Biens de consommation	665'000	660'000
Construction et voirie	338'000	300'000
Agriculture	70'000	70'000
Gestion des déchets	130'000	130'000
Compensation/Séquestration		-50'000
<b>Total</b>	<b>7'700'000</b>	<b>3'100'000</b>

Ce scénario **Ambitieux** permet de réduire les émissions et d'atteindre la valeur de 3'100'000 t CO<sub>2</sub>e, ce qui correspond environ à une émission de 4,9 t CO<sub>2</sub>e par habitant.

Pour atteindre ces résultats, il résultera une augmentation de la demande en énergie électrique pour le secteur de la mobilité (personnes et fret) de 715'000 MWh environ.

## 1.5 Scénario - Rayonnement

La méthode de calcul pour ce scénario est inversée. Plutôt que de partir des catégories existantes et de réfléchir à ce qui pourrait être réduit dans chacune d'entre elles, on part de ce que nous avons à disposition, soit une tonne de CO<sub>2</sub>e par personne et par an, et nous le répartissons dans les différentes catégories.

Il nous a semblé que, selon la pyramide de Maslow des besoins, il était pertinent de satisfaire les besoins physiologiques en premier lieu : se nourrir. Ce besoin étant rempli, le besoin de sécurité est abordé, à travers la nécessité d'avoir un toit (résidentiel, construction), et un travail (entreprises, mobilités, agriculture, ...). Pour terminer sont traités les biens de consommation et les déchets.

C'est donc dans cet ordre que sont traités les points dans ce chapitre.

Dans ce scénario, la population envisagée pour 2050 est toujours de 640'000 personnes pour le canton de Genève.

Malgré toutes les restrictions émises, il ne semble pas possible d'atteindre la valeur de 640'000 t CO<sub>2</sub>e, et des possibilités de captation du CO<sub>2</sub> doivent être envisagées et sont également présentées.

### 1.5.1 Alimentation

Le rapport de la commission EAT-Lancet (Willett et al., 2019) permet de déterminer la quantité de nourriture qu'il est sain de manger et durable pour la planète. Les valeurs suivantes sont proposées par les auteurs (p. 10):

	Régime de Référence pour une personne (g/jour) (possible gamme)	Quantité annuelle pour Genève (640'000 pers) (tonnes)	% par rapport à consommation actuelle
Céréales (riz, blé, maïs et autres)	232	54'200	-15%
Féculets (Pommes de terre)	50 (0 à 100)	11'700	-65%
Légumes	300 (200 à 600)	70'100	identique
Fruits	200 (100 à 300)	46'700	-40%
Produit laitiers	250 (0 à 500)	58'400	-50%
<i>Sources de protéines</i>			
Bœuf, agneau, porc	14 (0 à 28)	3'300	-90%
Poulet et autres volailles	29 (0 à 58)	6'800	Identique
Œufs	13 (0 à 25)	3'000	-60%
Poisson	28 (0 à 100)	6'500	+30%
Légumineuses (Haricots secs, lentilles, pois, soja)	75 (0 à 100)	17'500	+200%
Noix	50 (0 à 75)	11'700	+220%
<i>Graisses ajoutées</i>			
Huiles insaturées	40 (20 à 80)	9'300	-10%
Huiles saturées	11.8 (0 à 11.8)	2'800	-10%
Sucres ajoutés (Tous édulcorants)	31 (0 à 31)	7'200	-70%
Vin, Café, Cacao, Bière, Thé, Epices	0	0	-100%

Bien que non nécessaires à la santé humaine et potentiellement impactant pour l'environnement, la consommation de quelques produits de luxe est tout de même envisagée. Ainsi, au-delà du strict

nécessaire listé ci-dessus, ce scénario extrême considère que les habitants de Genève ne consomment plus que 10% de ces biens de luxe.

	<b>Consommation par personne et par année (kg/an)</b>	<b>Quantité annuelle pour Genève (640'000 pers) (tonnes)</b>
Café	0.5	320
Chocolat	0.5	320
Fromage	2	1'280
Vin	4	2'560
Bière	5	3'200

A noter que les circuits d'approvisionnement courts sont considérés dans ce scénario (en lien avec le fret). Ainsi pour la viande, il est considéré qu'il s'agit de bœuf suisse produit de manière extensive (selon indications dans le scénario Ambitieux).

### 1.5.2 Résidentiel et entreprises

#### Besoins thermiques

Nous sommes partis de l'hypothèse que nous avons 100'000 t CO<sub>2</sub>e pour couvrir les besoins thermiques, donc environ 2'000GWh

#### Besoins électriques –

Nous sommes partis de l'hypothèse que nous avons 100'000 t CO<sub>2</sub>e pour couvrir les besoins thermiques, donc environ 820 GWh

⇒ A noter que l'amélioration du facteur carbone de l'électricité rendrait possible une consommation électrique plus importante : jusqu'à 2'000 GWh avec, par exemple, un facteur de 50tCO<sub>2</sub>e/GWh au lieu de 122 tCO<sub>2</sub>e/GWh.

Les émissions de l'industrie et du tertiaire sont incluses dans le domaine résidentiel.

### 1.5.3 Mobilité

#### Mobilité - individuelle non aérienne

Hypothèses :

Pour les TIM, la mobilité des ménages change. Ainsi :

- 1° Il ne reste plus que 5% des kilomètres (voiture résidents et transit) qui continuent d'être effectués en voiture, principalement des véhicules d'urgence. Ces kilomètres sont désormais effectués en voiture électrique. (Facteur d'émission : voir informations dans le chapitre sur le scénario Ambitieux).
- 2° 40% des kilomètres précédemment effectués en voiture sont désormais remplacés par des transports publics (20% TPG, 20%train).
- 3° 35% des kilomètres précédemment effectués en voiture sont désormais remplacés par de la mobilité douce et du vélo mécanique.
- 4° 20% des kilomètres ne sont plus effectués (non mobilité)
- 5° Il n'y a plus de transport en motocycle.

⇒ A noter que du fait d'un contexte international favorable à la durabilité (SSP1) de ce scénario, la forte décarbonation de l'économie permet sans doute de réduire l'empreinte carbone de la mobilité voiture et transports public. Néanmoins, il n'a pas été possible d'intégrer cette dimension pour des questions de disponibilités de données fiables.

#### Mobilité - aériens

Hypothèse : Le nombre de kilomètres effectués en avions par les habitants genevois diminue de 90% par rapport à 2012. De plus, le secteur de l'aviation continue de faire des améliorations techniques et peut ainsi réduire ses émissions de 10% par kilomètre volé.

⇒ A noter que du fait d'un contexte international favorable à la durabilité (SSP1) de ce scénario, la forte décarbonation de l'économie permet sans doute de réduire l'empreinte carbone de l'avion. Néanmoins, il n'a pas été possible d'intégrer cette dimension pour des questions de disponibilités de données fiables

### **Mobilité FRET**

Dans ce scénario, le nombre de kilomètre de fret par habitant diminue de manière importante.

Ainsi il ne reste plus que

1° 5% du fret aérien

2° 10% du fret routier, et les camions sont tous électriques

Il n'existe pas de facteur d'émission pour le transport par camion à base d'hydrogène. C'est donc la valeur électrique déterminée dans le scénario ambitieux qui est prise.

3° Le fret ferroviaire et par bateau sur le lac Léman reste le même (même nombre de kilomètre par habitant qu'en 2012).

⇒ A noter que du fait d'un contexte international favorable à la durabilité (SSP1) de ce scénario, la forte décarbonation de l'économie permet sans doute de réduire l'empreinte carbone du fret. Néanmoins, il n'a pas été possible d'intégrer cette dimension pour des questions de disponibilités de données fiables

### **1.5.4 Biens de consommation**

La consommation de biens et services diminue de manière très importante, et les biens consommés sont moins carbonés en raison d'un contexte international favorable.

Il en résulte des émissions de GES à hauteur de 84'000t pour ce secteur.

### **1.5.5 Construction et voirie**

La construction et la voirie diminue de manière importante. Il ne reste plus que 10% des émissions de la construction du scénario de référence.

### **1.5.6 Agriculture**

L'agriculture locale devient moins émettrice de gaz à effets de serre.

Ainsi les émissions de ce secteur n'atteignent plus que 70% des impacts du scénario de référence.

⇒ A noter que du fait d'un contexte international favorable à la durabilité (SSP1) de ce scénario, la forte décarbonation de l'économie permet sans doute de réduire l'empreinte carbone des matériaux nécessaire à la construction et à la rénovation. Néanmoins, il n'a pas été possible d'intégrer cette dimension pour des questions de disponibilités de données fiables

### **1.5.7 Gestion des déchets**

La gestion des déchets diminue de manière importante en raison de la diminution de la consommation de biens et services.

Ainsi les émissions de ce secteur n'atteignent plus que 3'000t des impacts du scénario de référence.

### **1.5.8 Scénario rayonnement pour 2050, résultats**

	<i>Valeur de référence pour 2050 (tCO<sub>2</sub>e)</i>	<b>Scénario 2050 Rayonnement (tCO<sub>2</sub>e)</b>
Résidentiel et entreprises	2'730'000	200'000
Mobilité - individuelle	1'670'000	147'000

Mobilité - avion (part des genevois)	400'000	36'000
Mobilité - Fret	600'000	23'000
Alimentation	1'100'000	298'000
Biens de consommation	665'000	84'000
Construction et voirie	340'000	100'000
Agriculture	70'000	7'000
Gestion des déchets	130'000	3'000
<b>Total</b>	<b>7'705'000</b>	<b>858'000</b>
<i>Carbon capture (CCU/CCS)</i>		-210'000
<b>Total avec séquestration</b>		<b>648'000</b>

Ce scénario *de rupture - exemplarité* permet de réduire les émissions et d'atteindre la valeur de 858'000 t CO<sub>2</sub>e, ce qui correspond environ à une émission de 1,3 t CO<sub>2</sub>e par habitant.

Malgré tous les efforts réalisés, la cible 640'000 t CO<sub>2</sub>e n'a pas pu être atteinte. Le supplément de 210'000 t CO<sub>2</sub>e devra être capté par des technologies de captage, stockage et utilisation du CO<sub>2</sub>. Ce document n'est pas le lieu de comptabiliser le potentiel de ces technologies pour le canton de Genève, ce qui nécessiterait une étude en soi. Cependant, au vu des technologies existantes et sur le point d'être utilisées à grande échelle, cette valeur de 210'000 t CO<sub>2</sub>e peut être considérée comme réaliste.

## 1.6 Scénario Rayonnement

Pour ce scénario, il est considéré que la population atteint une valeur de 570'000 habitants. Considérant un taux de 2,44 personnes par ménage, cela représente environ 234'000 ménages.

Comme pour le scénario de rupture – Exemplarité, le calcul de ce scénario part du budget à disposition et tente de le respecter au mieux.

En premier, les besoins primaires essentiels doivent être remplis, à savoir l'alimentation.

### 1.6.1 Alimentation

Ce scénario considère les mêmes besoins alimentaires par personne que pour le scénario précédent (Exemplarité), selon le rapport de la commission EAT-Lancet (Willett et al., 2019), en adaptant les quantités à la population prévue.

	Régime de Référence pour une personne (g/jour) (possible gamme)	Quantité annuelle pour Genève (570'000 pers) (tonnes)
Céréales (riz, blé, maïs et autres)	232	48'300
Féculets (Pommes de terre)	50 (0 à 100)	10'400
Légumes	300 (200 à 600)	62'400
Fruits	200 (100 à 300)	46'700
Produit laitiers	250 (0 à 500)	41'600
<i>Sources de protéines</i>		
Bœuf, agneau, porc	14 (0 à 28)	2'900
Poulet et autres volailles	29 (0 à 58)	6'000
Œufs	13 (0 à 25)	2'700
Poisson	28 (0 à 100)	5'800
Légumineuses (Haricots secs, lentilles, pois, soja)	75 (0 à 100)	15'600
Noix	50 (0 à 75)	10'400
<i>Graisses ajoutées</i>		
Huiles insaturées	40 (20 à 80)	8'300
Huiles saturées	11.8 (0 à 11.8)	2'400
Sucres ajoutés (Tous édulcorants)	31 (0 à 31)	6'500
Vin, Café, Cacao, Bière, Thé, Epices	0	0

	Consommation par personne et par année (kg/an)	Quantité annuelle pour Genève (570'000 pers) (tonnes)
Café	0.5	285
Chocolat	0.5	285
Fromage	2	1'140
Vin	4	2'280
Bière	5	2'850

### 1.6.2 Résidentiel et entreprises

#### Besoins thermiques

Nous sommes partis de l'hypothèse que nous avons 50'000 t CO<sub>2</sub>e pour couvrir les besoins thermiques, donc environ 1'000GWh

#### Besoins électriques

Nous sommes partis de l'hypothèse que nous avons 50'000 t CO<sub>2</sub>e pour couvrir les besoins thermiques, donc environ 410 GWh

Les émissions de l'industrie et du tertiaire sont incluses dans le domaine résidentiel.

### 1.6.3 Mobilité

#### Mobilité - individuelle non aérienne

Hypothèses :

Pour les TIM, la mobilité des ménages change. Ainsi :

- 1° Il ne reste plus que 5% des kilomètres (voiture résidents et transit) qui continuent d'être effectués en voiture, principalement des véhicules d'urgence. Ces kilomètres sont désormais effectués en voiture électrique. (Facteur d'émission : voir informations dans le chapitre sur le scénario Ambitieux).
- 2° 30% des kilomètres précédemment effectués en voiture sont désormais remplacés par des transports publics (15% TPG, 15%train).
- 3° 35 % des kilomètres précédemment effectués en voiture sont désormais remplacés par de la mobilité douce et du vélo mécanique.
- 4° 30% des kilomètres ne sont plus effectués (non mobilité)
- 4° Il n'y a plus de transport en motorcycle.

#### Mobilité - aériens

Il n'y a plus de transports en avion.

#### Mobilité FRET

Dans ce scénario, le nombre de kilomètre de fret par habitant diminue de manière importante.

Ainsi il ne reste plus que

1° 0% du fret aérien

2° 10% du fret routier, et les camions sont tous électriques

Il n'existe pas de facteur d'émission pour le transport par camion à base d'hydrogène. C'est donc la valeur électrique déterminée dans le scénario ambitieux qui est prise.

3° Le fret ferroviaire et par bateau sur le lac Léman reste le même (même nombre de kilomètre par habitant qu'en 2012).

### 1.6.4 Biens de consommation

La consommation de biens et services diminue de manière très importante, et les biens consommés sont moins carbonés en raison d'un contexte international favorable.

Il en résulte des émissions de GES à hauteur de 70'000t pour ce secteur.

### 1.6.5 Construction et voirie

La construction et la voirie diminue de manière importante. Il ne reste plus que 3% des émissions de la construction du scénario de référence.

### 1.6.6 Agriculture

L'agriculture locale devient moins émettrice de gaz à effets de serre.

Ainsi les émissions de ce secteur n'atteignent plus que 10% des impacts du scénario de référence, pour une population de 570'000 habitants et non 640'000.

### 1.6.7 Gestion des déchets

La gestion des déchets diminue de manière importante en raison de la diminution de la consommation de biens et services et leur valorisation. Les émissions sont devenues négligeables.

### 1.6.8 Scénario Rupture - quota pour 2050, résultats

	<i>Valeur de référence pour 2050 (640'000 personnes) (tCO<sub>2</sub>e)</i>	<b>Scénario 2050 Résilience (570'000 personnes) (tCO<sub>2</sub>e)</b>
Résidentiel et entreprises	2'730'000	100'000
Mobilité - individuelle	1'670'000	122'000
Mobilité - avion (part des genevois)	400'000	0
Mobilité - Fret	600'000	10'000
Alimentation	1'100'000	260'000
Biens de consommation	665'000	70'000
Construction et voirie	340'000	10'000
Agriculture	70'000	6'000
Gestion des déchets	130'000	0
<b>Total</b>	<b>7'705'000</b>	<b>578'000</b>

## 1.7 Références

Alig, M., Grandl, F., Mieleitner, J., Nemecek, T., & Gaillard, G. (2012). *Analyse du cycle de vie de la viande de boeuf, de porc et de volaille, Résumé*. (p. 9). Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.

Cimini, A., & Moresi, M. (2018). Effect of Brewery Size on the Main Process Parameters and Cradle-to-Grave Carbon Footprint of Lager Beer. *Journal of Industrial Ecology*, 22(5), 1139-1155. <https://doi.org/10.1111/jiec.12642>

Frischknecht, R., Nathani, C., Alig, M., Stolz, P., Tschümperlin, L., & Hellmüller, P. (2018). *Empreintes environnementales de la Suisse, de 1996 à 2015. Résumé* (N° 1811; Etat de l'environnement, p. 22). Office Fédéral de l'Environnement (OFEV).

Jungbluth, N., Nathani, C., Stucki, M., & Leuenberger, M. (2011). *Impact environnemental de la consommation et de la production suisses. Combinaison d'une analyse entrées-sorties et d'analyses de cycle de vie. (Synthèse)* (N° 1111; Connaissance de l'Environnement, p. 14). Office Fédéral de l'Environnement (OFEV).

Maneco. (2015). *Bilan Carbone® territorial du canton de Genève* (p. 42). République et canton de Genève, Département présidentiel, Service Cantonal du développement durable (SCDD).

OCSTAT, E. de G. (2019a). *Population résidante selon l'origine, le sexe, le groupe d'âge et l'état matrimonial, de 1989 à 2013* (Statistiques cantonales, 01. Population - Etat et évolution de la population). République et canton de Genève, Statistiques cantonales. [http://www.ge.ch/statistique/tel/domaines/01/01\\_01/T\\_01\\_01\\_8\\_01\\_1989-2013.xls](http://www.ge.ch/statistique/tel/domaines/01/01_01/T_01_01_8_01_1989-2013.xls)

OCSTAT, E. de G. (2019b). *Projections démographiques du canton de Genève de 2016 à 2050. Population résidante selon le groupe d'âges et le scénario* (Statistiques cantonales, 01. Population - Evolution future de la population). République et canton de Genève, Statistiques cantonales. [http://www.ge.ch/statistique/tel/domaines/01/01\\_04/T\\_01\\_04\\_2016\\_01.xls](http://www.ge.ch/statistique/tel/domaines/01/01_04/T_01_04_2016_01.xls)

OFEV, C. S. (2019a). *Indicateur climat-Emissions CO2 par habitant*.  
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/thema-klima/klima--daten--indikatoren-und-karten/klima--indikatoren/indikator-klima.pt.html/aHR0cHM6Ly93d3cuaW5kaWthdG9yZW4uYWRtaW4uY2gvUHVibG/ljL0FlbURldGFpbD9pbmQ9S0wwMDlmbG5nPWZyJlN1Ymo9Tg%3d%3d.html>

OFEV, C. S. (2019b). *Indicateur économie et consommation—Empreinte écologique par habitant*.  
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/thema-wirtschaft-und-konsum/wirtschaft-und-konsum--daten--indikatoren-und-karten/wirtschaft-und-konsum--indikatoren/indikator-wirtschaft-und-konsum.pt.html/aHR0cHM6Ly93d3cuaW5kaWthdG9yZW4uYWRtaW4uY2gvUHVibG/ljL0FlbURldGFpbD9pbmQ9R1cwMTcmbG5nPWZyJlN1Ymo9Tg%3d%3d.html>

OFEV, C. S. (2019c). *Indicateur économie et consommation—Empreinte gaz à effet de serre*.  
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/thema-wirtschaft-und-konsum/wirtschaft-und-konsum--daten--indikatoren-und-karten/wirtschaft-und-konsum--indikatoren/indikator-wirtschaft-und-konsum.pt.html/aHR0cHM6Ly93d3cuaW5kaWthdG9yZW4uYWRtaW4uY2gvUHVibG/ljL0FlbURldGFpbD9pbmQ9R1cwMTYmbG5nPWZyJlN1Ymo9Tg%3d%3d.html>

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene : The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

