

# ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE DE LA VTT DU GRAND GENÈVE

---

# IMPRESSUM

## PILOTES DU PROJET

Güner Sengul Juranville, État de Genève, direction du projet d'agglomération

Pierre Philippe: co-pilotage/appui méthodologique puis remplacé par

Walter Vetterli, État de Genève, office cantonal de l'environnement (dès le 01.09.2023)

Mélanie Cordier, État de Genève, office cantonal de l'environnement

## GROUPE DE TRAVAIL

Matthieu Baradel, chef de projet genevois du Grand Genève, État de Genève

Louca Lerch, État de Genève, direction du projet d'agglomération

Alexandre Prina, État de Genève, office cantonal des transports

Joël Vetter, État de Genève, direction du projet d'agglomération

Charlotte Le Gouic, Pôle métropolitain du Genevois français

Thierry Maeder, Région de Nyon

Ingrid Carini, État de Genève, direction du projet d'agglomération

Mathieu Iglésias, État de Genève, direction du projet d'agglomération

Nadia Christinet, État de Vaud, Direction générale de l'environnement

Eric Zellweger, État de Genève, office de l'urbanisme (jusqu'au 01.09.2022)

## ÉQUIPE DE MANDATAIRES

Urbaplan

Sébastien Joubert

Thomas Coral

Soutien méthodologique

Soberco Environnement

Fabienne Theuriau

## TEXTES

Les textes ont été co-rédigés par la Direction de projet et les équipes de mandataires

## GRAPHISME

Urbaplan

## REMERCIEMENTS

Les auteurs et autrices remercient l'ensemble des personnes ayant participé aux ateliers pour leurs contributions

## IMPRESSION

Mars 2024

---

# RÉSUMÉ

Les émissions de gaz à effets de serre sont quant à elles à la source d'un dérèglement climatique qui met plus sous pression encore les milieux naturels, tout en induisant des modifications profondes dans la stabilité du climat qui a permis aux sociétés humaines de se développer. Le Grand Genève n'échappe pas aux conséquences du dérèglement climatique, comme en attestent ces quelques événements récents. En novembre 2023, l'Arve a connu sa crue la plus importante depuis que les mesures sont réalisées. Le précédent record datait de 2015. Pour la première fois en août 2023, l'isotherme 0 a dépassé les 5300 mètres d'altitude dans les Alpes. Le précédent dépassement datait de l'été 2022. Durant les étés 2022 et 2023, le territoire a connu des épisodes sécheresses dont l'ampleur a été sans précédent. Depuis 5 ans, on observe un net ralentissement du brassage des eaux du lac, du fait des hivers moins froids. L'enjeu du réchauffement s'exprime de manière particulièrement accrue dans les espaces urbains, dont les caractéristiques (faible perméabilité des sols, surfaces artificialisées et minéralisées, etc.) les rendent vulnérables aux vagues de chaleur ou aux précipitations extrêmes. La progression de l'urbanisation induit par ailleurs une pression sur la ressource en eau, qui pose des enjeux déjà très réels de disponibilité de la ressource dans certaines régions du Grand Genève lors des épisodes de sécheresse.

Pour répondre à ces enjeux, les huit partenaires du Grand Genève ont signé le 26 janvier 2023 la Charte Grand

Genève en transition, s'accordant sur 10 objectifs de transition écologique à l'échelle de l'agglomération. Ces objectifs s'inscrivent entre un plafond environnemental, c'est-à-dire des limites planétaires à ne pas dépasser (dont la concentration en CO<sub>2</sub>, l'artificialisation des sols et la biodiversité), et un plancher social, au-dessous duquel le bien-être et la solidarité ne sont pas assurés pour toutes les catégories de la population.

La Vision territoriale transfrontalière 2050 présente une vision, des orientations et des principes partagés pour le développement territorial du Grand Genève. Afin de s'assurer que la VTT propose un concept et une ambition commune pour l'aménagement du territoire contribuant aux objectifs de transition écologique et sociale établis dans la Charte, une évaluation environnementale stratégique a accompagné la démarche. Ce cadre de référence devrait permettre aux révisions des futures planifications des partenaires (Plan Directeur Cantonal du Canton de Genève, Schémas de Cohérence Territoriaux du Genevois français, Plan Directeur Régional du district de Nyon et Plan Directeur Cantonal du Canton de Vaud, futures générations de Projet d'agglomération) de s'inscrire dans la trajectoire de transition écologique en ayant une vue globale des actions à mener et à amplifier.

Le tableau ci-dessous résume les résultats de l'évaluation environnementale stratégique de la VTT par objectif. Les détails de calculs se trouvent dans le rapport complet.

Tableau 1: Résultats de l'évaluation environnementale stratégique de la VTT par objectif.

Objectifs	Chiffres-clés	Évaluation à l'horizon 2050 VTT
1 : Atteindre la neutralité carbone sur le territoire du Grand-Genève :	<p>Déplacement de personnes (hors aérien) : diminution d'environ 20 % des émissions en valeur absolue et à une diminution d'environ 40 % des émissions par habitant</p> <p>Électrification du parc véhicule : diminution d'environ 50% des émissions</p> <p>Déplacement de marchandises : diminution de l'ordre de 80 % des émissions en valeurs absolues et de 85 % en valeur relative grâce à la combinaison de la mise en œuvre du volet transport de marchandises de la VTT (hors aérien) et de l'amélioration du parc de véhicules</p>	<p><b>Évaluation : objectif partiellement atteint</b> L'effet de l'application des principes et mode d'action de la VTT et de l'électrification complète du parc de véhicules ne permettrait pas d'atteindre une réduction de 90 % des émissions par habitant.</p>
2 : Réduire l'impact environnemental de la société du Grand Genève pour respecter les limites planétaires.	<p>Environ 45 millions de m2 de logements et d'équipements à produire pour l'accueil de nouveaux habitants</p> <p>Environ 40 millions de m2 pour la rénovation du bâti</p> <p>Environ 500 ha pour la requalification des infrastructures</p> <p>Infrastructures ferroviaires prévus en souterrain</p>	<p><b>Évaluation : objectif non atteint</b> Malgré le manque de données mobilisables, une augmentation très importante de l'empreinte matière du territoire apparaît donc comme très probable à l'horizon 2050 au regard de l'importance de l'ensemble des projets (construction neuve/rénovation du parc bâti, infrastructures de transports, etc.) prévus. Aussi la mise en place rapide de conditions-cadres territoriales assurant la concrétisation et l'accélération du principe de la « Circularité des ressources » du territoire apparaît donc indispensable.</p>
3 : Préserver et régénérer la biodiversité locale	<p>59'500 ha d'infrastructure écologique sur le Grand Genève (30%)</p> <p>Zéro ha densifié sur l'infrastructure écologique au sein de la tache urbaine</p> <p>270 ha touchés et impactés hors de la tache urbaine</p> <p>11 corridors à grandes faunes impactés sur les 67 répertoires</p> <p>Végétalisation / canopée non quantifiable</p>	<p><b>Évaluation : objectif atteint sous conditions</b> Le principe de Primauté du vivant tel que traité dans la VTT ainsi que la révision de certains projets s'inscrivent dans la perspective d'atteindre l'objectif de zéro artificialisation nette et crée des conditions d'une approche harmonisée entre la France et la Suisse.</p>
4 : Préserver l'intégrité du réseau hydrographique et des ressources en eau.	<p>Zéro ha densifié sur les cours d'eau "amplifiés" au sein de la tache urbaine</p> <p>Entre 650 et 1250 km de cours d'eau à renaturer/rouvrir</p> <p>Problème de ressource en eau potable par unité de gestion, mais quantité suffisante sur l'ensemble du territoire : Besoin en eau potable de 370'000 m3/jour en 2040, environ 65% du volume</p> <p>Rénovation et planification du parc des stations d'épuration nécessaire</p>	<p><b>Évaluation : objectif atteint sous conditions</b> La mise en œuvre des modes d'action listés dans l'axe 1 Primauté du vivant devraient contribuer à une amélioration de l'état écologique des cours d'eau par l'amélioration globale de leur écomorphologie/qualité hydromorphologique. De plus, une planification transfrontalière crée les conditions nécessaires pour anticiper les besoins futurs et de mieux identifier les points de tension potentiel de la gestion de l'eau et de son traitement.</p>
5 : Préserver et améliorer la qualité des sols et des ressources du sous-sol	<p>1'300 ha projetés, dont 87 % d'extensions de la tache urbaine et 13% d'infrastructures de transports</p>	<p><b>Évaluation : objectif atteint sous conditions</b> Le principe de Primauté du vivant ainsi que la Circularisation sont des conditions-cadres nécessaires à l'atteinte de l'objectif.</p>
6 : Améliorer et garantir la qualité de l'air et l'ambiance sonore du Grand Genève	<p>La quantification précise des émissions sonores et en polluants atmosphériques est difficilement envisageable au stade la VTT compte tenu de la nécessité de caractériser le trafic de l'ensemble des routes et voies ferroviaires du Grand Genève. La dynamique du renouvellement des systèmes énergétiques des bâtiments et ses effets sur la concentration en polluants atmosphérique ne sont pas quantifiables à ce stade de la planification.</p>	<p><b>Évaluation : objectif non évaluable</b> La VTT donne le cadre des futurs projets d'agglomération qui seront évalués du point de vue de la qualité de l'air.</p>

La VTT propose nouveau récit en positionnant le « socle du vivant », soit la biodiversité, les services écosystémiques, les ressources naturelles et leurs processus écologiques comme une condition-cadre structurante, au cœur du développement territorial. En effet, composante centrale de tout territoire et condition vitale de son bon fonctionnement, le socle du vivant constitue le terreau du projet politique franco-valdo-genevois selon la Charte Grand Genève en transition. Il est au cœur même de ses objectifs 3 (biodiversité), 4 (eau) et 5 (sol). Sa gestion, sa conservation et sa mise en valeur apportent des réponses simples, efficaces, permanentes et concrètes aux enjeux climatiques (objectif 1 neutralité carbone), de consommation des ressources (objectif 2 – empreinte matière) et de santé (objectifs 6 – air et bruit et 7<sup>1</sup>) humaine et non humaine. L'accès durable et équitable aux ressources du vivant concourt directement aux objectifs 8<sup>2</sup> (épanouissement de toute la population au sein d'un même bassin de vie) et 9<sup>3</sup> (notamment l'égal accès aux aménités du territoire). Enfin, au sens de l'objectif 10<sup>4</sup> de la charte, la primauté du vivant comme projet transfrontalier exprime la responsabilité du territoire ainsi que sa modeste, mais essentielle contribution aux enjeux planétaires, tout autant que la volonté de ses acteurs de respecter les ressources dont ils héritent et qu'ils transmettront à leur tour.

Si le développement du Grand Genève peut avoir des effets positifs sur la qualité de vie, il engendre aussi une consommation des ressources, des émissions de polluants, une concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, une pollution environnementale et des inégalités territoriales et sociales. La VTT dans son ensemble propose donc des principes et des modes d'action en faveur de la transition écologique, mais sans atteindre totalement l'objectif final. Dès lors, au regard des exigences et des défis futurs, il est nécessaire de réajuster le développement territorial en mettant l'accent sur une planification plus forte, ambitieuse et lucide en accord avec les objectifs de transition écologique d'une part, et mettre en œuvre un plan d'actions ambitieux d'autre part. La protection, la valorisation et la qualité du socle du vivant, les changements de comportements et l'atténuation de la crise climatique sont autant de priorités. S'agissant des autres politiques publiques notamment économique et sociale, il est nécessaire de créer les conditions-cadres à la réalisation équitable et socialement acceptable de ces objectifs.

Face à l'urgence, il est donc primordial de réfléchir et agir concomitamment sur plusieurs aspects :

- Viser la sobriété : « Moins, mais mieux » ;
- Connaître son territoire afin de suivre son évolution ;
- S'engager rapidement sur une trajectoire de transition écologique qui se distingue par une utilisation des ressources optimale, équitable et neutre en carbone (mobilité, logement, énergie, agriculture, etc.), y compris la révision des projets d'actualité ;
- Investir dans les domaines qui soutiennent la transition écologique et énergétique, notamment les questions de compensation carbone, mais de façon transitoire uniquement ;
- Réinterroger les projets en cours au regard de la transition écologique ;
- Se donner le droit de tester concrètement de nouvelles options (expérimentation pour aller vers l'évolution des cadres légaux, prototypage) ;
- Amplifier la solidarité territoriale.

Le rapport complet propose des leviers d'actions plus précis par objectif.

Un des facteurs de réussite implique que tous les acteurs du territoire aient une compréhension commune du problème et soient conscients que les solutions doivent reposer sur une démarche commune/collaborative active et participative et exploratoire, remettant en question les cadres d'interventions préétablis, dans un monde considéré comme aux ressources infinies. Un autre facteur de réussite concerne notre capacité à soutenir le rythme de réalisation inédit qui nous questionne en termes de financement, de ressources humaines et de formation. La complexité des changements en cours nous invite à adopter de nouveaux rythmes, tantôt en accélérant la mise en œuvre des solutions, tantôt en ralentissant certains de nos modes de consommation des ressources en tension (eau, sol, énergie...), le tout pour le rendre robuste et résilient. Des synergies et solidarités territoriales permettront de faire émerger de nouvelles opportunités permettant au Grand Genève d'atteindre les objectifs de transition écologique.

---

1 L'atteinte des objectifs de transition écologique est une condition au maintien d'une population en bonne santé qui s'épanouit dans un environnement lui aussi en bon état de fonctionnement  
2 Contribuer au bien-être territorial sous toutes ses composantes (cadre de vie, lien social, inclusion)  
3 Notamment : Permettre un égal accès de tous les habitants aux aménités du territoire  
4 Le Grand Genève ne représente qu'une part infime de la population mondiale. Cet argument ne doit pas nous dédouaner de notre responsabilité qui est celle d'un territoire qui importe une grande partie des ressources qu'il consomme.

<b>LOI ALUR</b>	Loi pour l'accès au logement et à un urbanisme rénové
<b>AEP</b>	Alimentation en eau potable
<b>BHNS</b>	Bus à Haut Niveau de Service
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone
<b>DDRM</b>	Dossier départemental des risques majeurs
<b>EES</b>	Évaluation environnementale stratégique
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>MD</b>	Modes doux
<b>MMT</b>	Modèle multimodal transfrontalier
<b>OPB</b>	Ordonnance sur la protection contre le bruit
<b>OST</b>	Observatoire statistique transfrontalier
<b>PA</b>	Projet d'agglomération
<b>PACA</b>	Périmètres d'aménagement coordonné d'agglomération
<b>PDCn</b>	Plan directeur cantonal
<b>PLU</b>	Plan local d'urbanisme
<b>PPBE</b>	Plan de prévention du bruit dans l'environnement
<b>PSIA</b>	Plan sectoriel des transports, Partie Infrastructure aéronautique
<b>SCot</b>	Schéma de cohérence territoriale
<b>SDAGE RMC</b>	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux Rhône Méditerranée Corse
<b>SRADDET</b>	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
<b>SRE</b>	Surface de référence énergétique
<b>TC</b>	Transport en commun
<b>TIM</b>	Transport individuel motorisé
<b>TJM/TJMO</b>	Trafic journalier moyen/trafic journalier moyen des jours ouvrables
<b>TP</b>	Transport public
<b>VTT</b>	Vision territoriale transfrontalière

# SOMMAIRE

<b>1 INTRODUCTION</b>	<b>8</b>
1.1 Cadre de la démarche	9
1.2 Méthodologie générale de l'évaluation environnementale stratégique (EES) à la VTT	9
→ 1.2.1 Objectifs	9
→ 1.2.2 Limites	10
→ 1.2.3 Principales composantes mobilisées	11
→ 1.2.4 Étapes de travail	11
<b>2 EES DE LA VTT PAR OBJECTIF DE LA CHARTE DU GRAND GENÈVE EN TRANSITION</b>	<b>12</b>
2.1 Objectif 1 « Atteindre la neutralité carbone sur le territoire du Grand Genève »	13
→ 2.1.1 Présentation de l'objectif 1	13
→ 2.1.2 Modes d'action de la VTT contribuant à l'atteinte de l'objectif 1	14
→ 2.1.3 Principaux résultats de l'évaluation et de la contribution de la VTT à l'atteinte de l'objectif 1	16
→ 2.1.4 Les leviers d'action pour atteindre l'objectif 1	20
2.2 Objectif 2 « Réduire l'impact environnemental de la société du Grand Genève pour respecter les limites planétaires »	21
→ 2.2.1 Présentation de l'objectif	21
→ 2.2.2 Modes d'action de la VTT contribuant à l'objectif 2	21
→ 2.2.3 Principaux résultats de l'évaluation et de la contribution de la VTT à l'atteinte de l'objectif 2	22
→ 2.2.4 Leviers d'action pour l'atteinte de l'objectif 2	23
2.3 Objectif 3 « Préserver et régénérer la biodiversité locale »	24
→ 2.3.1 Présentation de l'objectif 3	24
→ 2.3.2 Modes d'action de la VTT contribuant à l'objectif 3	24
→ 2.3.3 Principaux résultats de l'évaluation et de la contribution de la VTT à l'atteinte de l'objectif 3	25
→ 2.3.4 Leviers d'actions pour l'atteinte de l'objectif 3	26
2.4 Objectif 4 « Préserver l'intégrité du réseau hydrographique et des ressources en eau »	27
→ 2.4.1 Présentation de l'objectif 4	27
→ 2.4.2 Modes d'action de la VTT contribuant à l'objectif 4	28
→ 2.4.3 Principaux résultats de l'évaluation et de la contribution de la VTT à l'atteinte de l'objectif 4	29
→ 2.4.4 Leviers d'action pour l'atteinte de l'objectif 4	30
2.5 Objectif 5 « Préserver et améliorer la qualité des sols et des ressources du sous-sol »	32
→ 2.5.1 Présentation de l'objectif 5	32

---

→ 2.5.2	Modes d'action de la VTT contribuant à l'objectif 5	33
→ 2.5.3	Principaux résultats de l'évaluation et de la contribution de la VTT à l'atteinte de l'objectif 5	33
→ 2.5.4	Leviers d'action pour l'atteinte de l'objectif 5	34
<b>2.6</b>	<b>Objectif 6 « Améliorer et garantir la qualité de l'air et de l'ambiance sonore du Grand Genève »</b>	<b>35</b>
→ 2.6.1	Présentation de l'objectif 6	35
→ 2.6.2	Modes d'action de la VTT contribuant à l'atteinte l'objectif 6	36
→ 2.6.3	Principaux résultats de l'évaluation et de la contribution de la VTT à l'atteinte de l'objectif 6	37
→ 2.6.4	Leviers d'action pour l'atteinte de l'objectif 6	39

### **3 OBJECTIFS DE LA CHARTE NON COUVERTS PAR L'EES DE LA VTT**

<b>3.1</b>	<b>Objectif 7 « Favoriser la bonne santé de tous les habitants dans le territoire »</b>	<b>41</b>
<b>3.2</b>	<b>Objectif 8: Entretien des conditions d'épanouissement de toute la population</b>	<b>41</b>
<b>3.3</b>	<b>Objectif 9 « Assurer les conditions d'équité et d'inclusion de tous les habitants du Grand Genève »</b>	<b>42</b>
<b>3.4</b>	<b>Objectif 10 « Contribuer à l'amélioration du bien-être de la population mondiale »</b>	<b>43</b>

### **4 VUE D'ENSEMBLE DES AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES**

<b>4.1</b>	<b>Pollution lumineuse</b>	<b>45</b>
<b>4.2</b>	<b>Forêts</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>Vibrations et bruit solidiens</b>	<b>45</b>
<b>4.4</b>	<b>Ordonnance sur le Rayonnement Non Ionisant</b>	<b>45</b>
<b>4.5</b>	<b>Substances dangereuses</b>	<b>45</b>
<b>4.6</b>	<b>Sites pollués</b>	<b>46</b>
<b>4.7</b>	<b>Adaptations au changement climatique</b>	<b>46</b>
<b>4.8</b>	<b>Énergies</b>	<b>47</b>
<b>4.9</b>	<b>Dangers et risques</b>	<b>48</b>
<b>4.10</b>	<b>Agriculture</b>	<b>49</b>
<b>4.11</b>	<b>Paysages et patrimoine</b>	<b>50</b>
<b>4.12</b>	<b>Sites et Monuments historiques</b>	<b>51</b>
<b>4.13</b>	<b>Archéologie</b>	<b>51</b>

---

## 5 ANNEXES

52

Annexe 1: Synthèse de l'évaluation du Projet d'agglomération de 4e génération

53

Annexe 2: Les principales composantes de la VTT mobilisées pour l'évaluation

54

Annexe 3: Évaluation environnementale par objectifs – détails des données et des calculs

66

---

# 1 INTRODUCTION

---

# 1.1 CADRE DE LA DÉMARCHE

Le changement climatique, l'effondrement de la biodiversité, les inégalités sociales ou encore la surexploitation des ressources sont autant de phénomènes qui interrogent en profondeur les modes de vie actuels, et partant, les planifications territoriales en vigueur et à venir qui les conditionnent. Tant le Plan directeur cantonal genevois 2030, dont la dernière mise à jour a été approuvée par la Confédération en janvier 2021, que les différentes générations du projet d'agglomération, dont la dernière (PA4) a été déposée à la Confédération en juin 2021, que les documents de planification territoriale français et vaudois reposent sur des visions qui, aujourd'hui, ne suffisent plus à répondre à ces changements. La déclaration de l'urgence climatique par le Conseil d'État genevois en décembre 2019 comme les Accords de Paris imposent de parvenir à la neutralité carbone en 2050 avec un palier à moins 60 % d'émissions de gaz à effet de serre en 2030 par rapport à 1990<sup>1</sup>. À l'échelle du Grand Genève, la transition écologique doit être le cadre de référence des travaux qui s'ouvrent.

Dans ce contexte, en 2020, le Programme d'action concerté pour la transition écologique (PACTE/Grand Genève en transition), copiloté par le canton de Genève et la Région Auvergne-Rhône-Alpes en partenariat avec

les autres membres du GLCT du Grand Genève, s'est engagé pour une période de trois ans. Soutenu par un financement européen Interreg, il initie le virage vers la transition écologique.

C'est ainsi qu'à la suite de ces travaux et réflexions, le 26 janvier 2023 la Charte de transition écologique a été signée par les huit collectivités publiques membres du Grand Genève. Ce document formule les ambitions politiques qui fonderont les actions en faveur de la transition écologique du Grand Genève, sous forme d'engagements partagés. Il constitue le fondement politique de Grand Genève en transition et de sa déclinaison spatiale à travers la Vision territoriale transfrontalière 2050 (VTT).

Les objectifs fixés amènent à repenser les planifications territoriales aux différentes échelles, transfrontalières, cantonales, intercommunales, communales dans une approche coordonnée à l'échelle de l'agglomération.

La Vision territoriale transfrontalière 2050 constitue la traduction spatialisée des objectifs de la transition écologique dans les domaines et politiques publiques à incidence territoriale.

## 1.2 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE (EES) À LA VTT

### 1.2.1 OBJECTIFS

L'évaluation environnementale stratégique (EES) adaptée accompagne la démarche d'élaboration de la VTT sur la base de deux principes: en amont, sur la base des diagnostics élaborés par les équipes de mandataires qui ont travaillé à l'échelle des périmètres d'aménagement coordonné d'agglomération (PACA), et de la stratégie de mobilité multimodale (SMT), pour orienter le travail de conception des équipes PACA, de la stratégie mobilité et de l'AMO VTT, et en aval, pour évaluer les incidences des projets et des concepts et proposer des pistes d'optimisation. L'EES doit ainsi permettre de s'assurer:

- que la Vision territoriale transfrontalière et la stratégie mobilité multimodale contribuent significativement à la mise en œuvre adéquate de la transition écologique à l'échelle du Grand Genève;
- du bon choix et de la priorisation des mesures d'organisation territoriale concrétisant la transition écologique;
- que les principes/lignes directrices et projets structurants retenus produisent les résultats attendus.

L'EES doit évaluer la comptabilité de la vision territoriale transfrontalière, qui intègre pleinement les approches de y compris la stratégie mobilité multimodale 2050 et de l'étude sur les capacités d'accueil (approche sociodémographique) avec les objectifs de la Charte. Il s'agit d'évaluer selon le modèle du « donut » proposé par Kate Raworth:

- Le plafond environnemental qu'il s'agit de ne pas dépasser dans les différents domaines tels que l'eau, l'air, le sol, les ressources, etc.;
- Le plancher social à respecter pour permettre l'équité, le progrès social et le bien-être de la population.

Les critères et indicateurs d'évaluation ont été consolidés tout au long de la démarche en s'appuyant sur l'ensemble des mandats qui participent à l'élaboration de la VTT.

L'évaluation s'est notamment faite au regard des dix objectifs fixés préalablement par la Charte de transition écologique du Grand Genève en qualifiant et quantifiant, lorsque c'était possible, la contribution des propositions de la VTT à l'atteinte de ces objectifs. Sur cette base, les effets globaux et transversaux de la vision territoriale

1 Service cantonal du développement durable (SCDD), Plan climat cantonal 2030 2e génération, République et canton de Genève, 2021.



L'évaluation environnementale stratégique de la VTT constitue ainsi une première étape de l'évaluation de ses effets sur l'environnement. Elle sera poursuivie et approfondie dans les phases ultérieures de planification

portées par chaque acteur du Grand Genève. Toutefois, les leviers clés d'actions seront proposés par à l'EES afin d'atteindre les objectifs de la Charte.

## 1.2.3 PRINCIPALES COMPOSANTES MOBILISÉES

Afin de réaliser l'exercice d'évaluation environnementale, plusieurs composantes du projet provenant des études de la VTT ont pu être mobilisées :

- Les capacités d'accueil;
- L'évolution de la tache urbaine;
- Les infrastructures de transport;
- L'infrastructure écologique;

→ Les prestations kilométriques.

En parallèle de ces démarches, un important travail a été réalisé sur la définition du socle du vivant et la primauté du vivant.

Pour les détails, le lecteur, la lectrice se référera à l'annexe 2 et aux démarches ad hoc: Stratégie mobilité multimodale 2050 et étude des dynamiques socio-démographiques et des capacités d'accueil.

## 1.2.4 ÉTAPES DE TRAVAIL

Les principales étapes de l'EES de la VTT ont été les suivantes :

- Mars-avril 2023 - analyse du concept de la VTT et des diagnostics critiques des PACA:
  - *Analyse qualitative du concept VTT et des lignes directrices de la stratégie multimodale transfrontalière au regard des 6 premiers objectifs de la Charte identifiant le potentiel de contribution des principes développés dans le concept à l'atteinte des objectifs de la charte en distinguant les contributions directes et indirectes. Esquisse de recommandations pour la poursuite des travaux;*
  - *Test des indicateurs et de la méthodologie sur le Projet d'agglomération 4 (cf. annexe1);*
  - *Analyse des diagnostics critiques des PACA: mise en évidence des thématiques environnementales et des objectifs de la Charte traités, non ou peu traités.*

→ Septembre - octobre 2023: analyse des documents finaux des PACA et premières analyses quantitatives à partir des données fournies par les PACA.

→ Janvier - février 2024 - Évaluation environnementale stratégique de la VTT.

Une mise à jour de ce rapport d'EES est prévue après la consultation officielle de la VTT.

---

# **2 EES DE LA VTT PAR OBJECTIF DE LA CHARTE DU GRAND GENÈVE EN TRANSITION**

---

## 2.1 OBJECTIF 1 « ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE SUR LE TERRITOIRE DU GRAND GENÈVE »

### 2.1.1 PRÉSENTATION DE L'OBJECTIF

Notre objectif cible :

**Atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 en divisant au moins par 10 l'ensemble de nos émissions (émissions importées comprises).**

**Et réduire de 60 % nos émissions de GES directes et indirectes d'ici à 2030 par rapport à 1990.**

Selon le rapport Stratégie de transition écologique du Grand Genève (UNIL 2022 p27-28), les émissions annuelles pour chaque habitant sont estimées à environ 11 teqCo2 par habitant et par an en 2020 (scope 1, 2 et 3), dont 5 teqCO2 pour le scope 1 (émission territoriale), soit un total d'émissions en 2020 estimé à 11750 000 teqCo2. Selon la Charte, il semble important de rapidement réactualiser les chiffres d'empreinte carbone, et d'en estimer les valeurs passées (notamment 1990). La neutralité carbone suppose de diviser au moins d'un facteur 10 cette empreinte carbone en 2050.

Atteindre la neutralité carbone implique donc, à l'horizon 2050, non seulement de diviser par un facteur 10 l'empreinte carbone par habitant (et atteindre un budget carbone de l'ordre de 1 tonne équivalent CO2/hab./an), mais également d'assurer sur le territoire un captage naturel et/ou anthropique annuel de carbone correspondant à ce budget carbone restant.

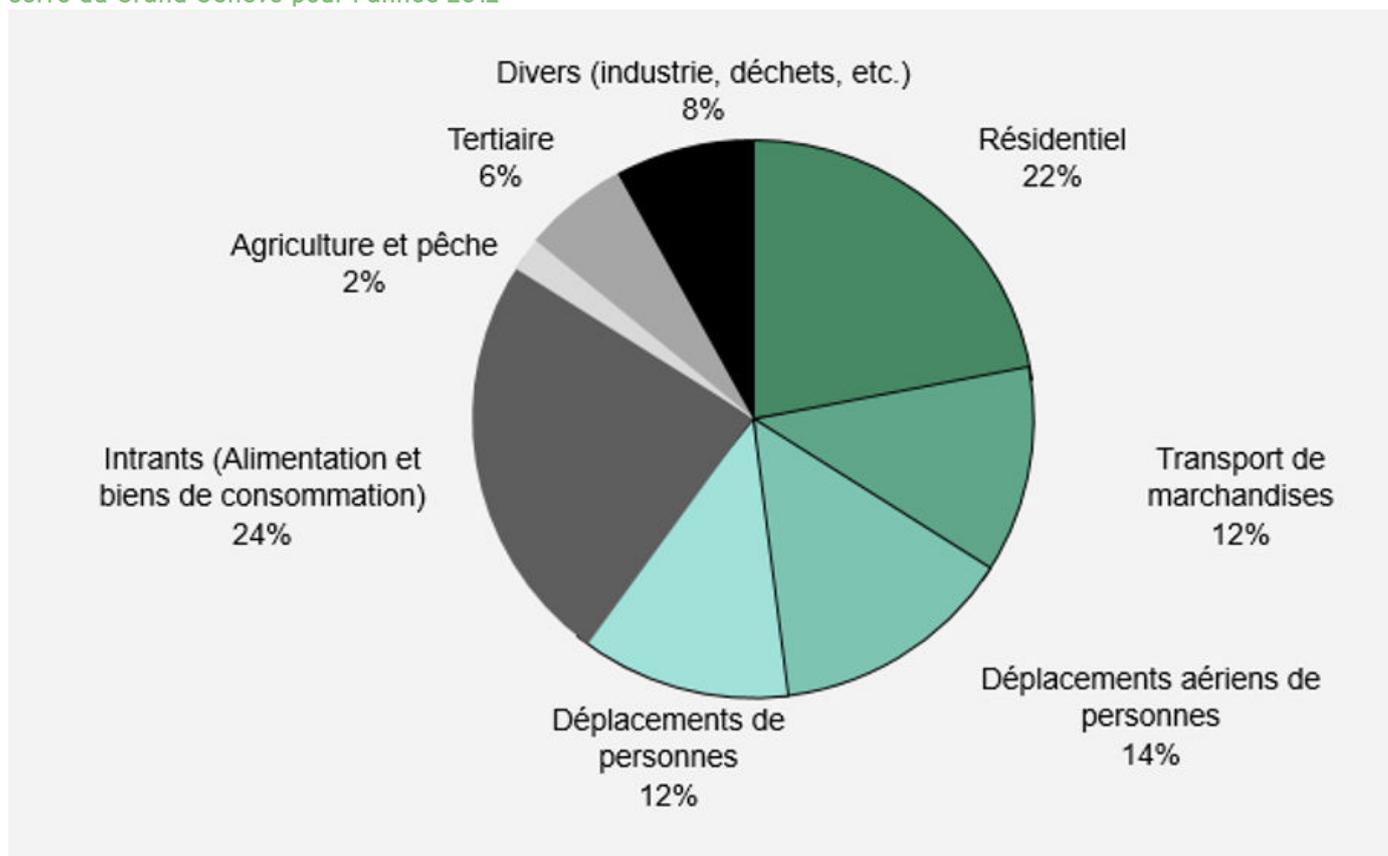
La figure suivante présente la répartition des émissions par poste selon le bilan des émissions de gaz à effet de serre du Grand Genève réalisé en 2014 et 2015. Quatre secteurs dépassent le million de tonnes d'émissions pour l'année 2012 :

→ Le secteur « déplacement de personnes » recouvre les émissions liées aux déplacements des résidents et des visiteurs du territoire ainsi que les déplacements de transit. Dans ce poste, les émissions de l'aéroport de Genève ont été intégrées. Il représente

2608 000 teqCO2, soit environ 26,2 % du total du Bilan Carbone du Grand Genève. Il convient de relever que les émissions liées aux déplacements des résidents en avion représentent 1346 000 teqCO2. En ne considérant pas ces émissions, le poste déplacement de personnes représente 1262 000 teqCO2 soit environ 12,7 % des émissions du bilan carbone du Grand Genève. La stratégie mobilité de la VTT travaille sur les émissions du transport terrestre des personnes, hors aérien.

- Le secteur « intrants » englobe les émissions dues à l'alimentation et aux biens matériels consommés sur le territoire. Ce poste représente 2428 000 teqCO2, soit environ 24,5 % des émissions du bilan carbone du Grand Genève.
- Le secteur « résidentiel » recouvre les émissions associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments à usage d'habitation. Les consommations d'énergie prises en compte sont le chauffage, la production d'eau chaude et l'utilisation de l'électricité. Ce poste représente 2154 000 teqCO2 soit 21,6 % des émissions du bilan carbone du Grand Genève.
- Le secteur « transport de marchandises » concerne les émissions liées au transport terrestre et aérien des biens de consommation, notamment pour l'approvisionnement des commerces et des industries. Ce poste représente 1 142 000 teqCO2.

Figure 2: émissions de GES du Grand Genève selon les postes d'émissions du bilan des émissions de gaz à effet de serre du Grand Genève pour l'année 2012



## 2.1.2 MODES D'ACTION DE LA VTT CONTRIBUANT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 1

À travers les modes d'action qu'elle propose, la VTT devrait agir de manière directe principalement sur trois postes d'émissions :

- Les déplacements de personnes dans sa composante déplacements locaux (soit environ 12.7 % des émissions du territoire en 2012) qui tient compte d'une augmentation de la population et des emplois de l'ordre de 396 000 habitants et 160 000 emplois selon le scénario démographique « haut » pris en considération dans le cadre de l'étude sur les capacités d'accueil du Grand Genève et les scénarios d'évolution des emplois modélisés par l'État de Genève, à travers une organisation territoriale multipolaire (voir le principe RÉGÉNÉRATION DES POLARITÉS URBAINES) et une structuration des réseaux de transports (principe MISE EN RÉSEAU À TRAVERS UN RÉSEAU HIÉRARCHISÉ DÉCARBONÉ) concrétisant le concept de territoire des courtes distances.
- La construction, notamment à travers une augmentation de la population et des emplois dans un territoire urbanisé stabilisé (principes RÉGÉNÉRATION DES POLARITÉS URBAINES et RÉGÉNÉRATION DES TISSUS BÂTIS), la création de nouvelles infrastructures de transports et la requalification des réseaux de voirie et de mobilité douce actuelle (principe MISE

EN RÉSEAU À TRAVERS LA REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS et RECONNEXION PAR UN RÉSEAU SOCIO-ÉCOLOGIQUE).

- Les déplacements locaux de marchandises à travers le principe CIRCULARITÉ DES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION.

Concernant les autres postes d'émissions, la contribution de la VTT à la réduction des émissions de GES est principalement indirecte. Cette dernière propose des conditions-cadres favorables à l'amplification et au développement de politiques publiques sectorielles contribuant à la réduction des émissions de GES dans des proportions cependant non quantifiables dans la présente évaluation.

Pour le poste résidentiel et le poste tertiaire, le principe RÉGÉNÉRATION DES TISSUS BÂTIS avec la réhabilitation/rénovation énergétique du parc existant ainsi que la réalisation de constructions neuves neutres GES en densification pourraient contribuer à une réduction significative des émissions liées à la phase d'exploitation des bâtiments. Le niveau de réduction de ces émissions ne peut être quantifié au stade de la VTT. Il dépendra principalement :

- Du rythme des rénovations énergétiques du parc

existant (ce dernier est de 1 % par an actuellement et devrait être porté à 3 % - 3,5 % par an dès 2025 pour pouvoir rénover l'intégralité du parc bâti existant dédié aux logements d'ici à 2050);

- Des modalités et des délais d'évolution des réglementations énergétiques visant à garantir que les rénovations et les constructions neuves soient neutres en émissions de GES dans leur phase d'exploitation.

Pour le poste «fin de vie des déchets» et le poste «intrants», le principe CIRCULARITÉ DES RESSOURCES (et ses modes d'action encouragement à la réduction de la consommation et priorisation du réemploi/réutilisation et recyclage en dernier recours) pourrait contribuer à une réduction des émissions liées aux consommations de biens et de matériaux (par diminution des consommations) et des émissions liées au traitement des déchets par incinération (par diminution des volumes à traiter grâce à un meilleur taux de réemploi/recyclage).

Pour le poste «Agriculture et pêche», le principe REVITALISATION DES TERRES AGRICOLES ET FORESTIÈRES (et son mode d'action Poursuite de l'évolution des filières agricoles et forestières vers des pratiques plus écologiques) peut contribuer à une réduction indirecte des émissions liées aux pratiques agricoles et de foresterie et à la captation de carbone dans les sols.

Concernant le poste «procédés industriels», le principe CIRCULARITÉ DES RESSOURCES pourrait agir de manière très indirecte sur ce poste d'émission en offrant des conditions-cadres qui pourraient inciter à la création/transformation de zones d'activités appliquant les principes de l'écologie industrielle.

Concernant les émissions du transport aérien des déplacements de personnes, les principes MISE EN RÉSEAU À TRAVERS UN RÉSEAU HIÉRARCHISÉ DÉCARBONÉ, MISE EN RÉSEAU À TRAVERS LA REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS et CIRCULARITÉ DES RESSOURCES pourront avoir un effet indirect par une attractivité renforcée des loisirs de proximité.

Enfin, les principes REVITALISATION (TERRES AGRICOLES ET FORESTIÈRES, ESPACES BÂTIS, RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE) peuvent contribuer de manière importante à maintenir, et possiblement à renforcer, la capacité de stockage carbone du territoire à travers:

- Le maintien d'importantes surfaces agricoles et naturelles existantes. Toutefois, l'artificialisation des certains espaces (densification et extensions de la tache urbaine) et la création de nouvelles infrastructures de transport impliqueront des déstockages de carbone;
- La désimperméabilisation des sols et l'augmentation du taux de canopée qui permettront de créer de nouvelles capacités de stockage carbone au sein des espaces bâtis.

## 2.1.3 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION ET DE LA CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 1

Pour le détail des calculs, se référer à l'annexe 3.

### Évaluation des émissions des GES liées aux déplacements de personnes (hors déplacements aériens)

La combinaison des différents modes d'action de la stratégie mobilité 2050 intégrés dans la VTT et l'augmentation de la population et des emplois induisent en premier lieu une augmentation importante des prestations kilométriques totales (elles passeraient de près de 22 milliards de kilomètres par an selon l'état de référence 2020 à environ 36,5 milliards de kilomètres par an à l'horizon 2050, soit une augmentation de 64 %) ainsi qu'une transformation majeure des parts modales (cf. annexe 2).

De plus, un facteur externe à la VTT, l'évolution technologique du parc de véhicules, devrait également jouer un rôle majeur dans l'évolution des émissions de GES liées à ce poste d'émissions. Il est fait l'hypothèse

que l'ensemble du parc de véhicules sera électrifié à l'horizon 2050 (aussi bien le parc automobile que le parc de véhicules des transports publics). Cette hypothèse d'électrification complète doit toutefois être considérée avec prudence, car elle dépend de facteurs indépendants de la VTT tels que la disponibilité des métaux pour la construction des véhicules et des batteries, et de la capacité de production d'électricité décarbonée en quantité suffisante.

Les principaux résultats de l'estimation de l'évolution des émissions de GES pour le poste déplacements locaux de personnes sont présentés dans la figure suivante :

Tableau 2: Estimation de l'évolution des émissions GES pour le poste déplacements locaux de personnes

	État de référence 2020	État de référence 2050 VTT sans électrification du parc de véhicules		État de référence 2050 VTT avec électrification du parc de véhicules	
			Évolution		Évolution
Population	1 041 820	1 437 859	+38 %	1 437 859	+ 38%
Émissions GES en teqCO2	Environ 2 000 000	Environ 1 700 000	-18%	Environ 700 000	-66%
Émissions GES en teqCO2 par habitant	Environ 1,9	Environ 1,2	-41 %	Environ 0,5	-76%

Selon ces résultats, deux dynamiques sont à mettre en évidence :

→ La VTT, à travers ses principes, l'organisation territoriale proposée et ses modes d'action, tel que défini à ce stade participerait directement à une diminution d'environ 20 % des émissions en valeur absolue et à une diminution d'environ 40 % des émissions par habitant, et ce malgré une forte augmentation des prestations kilométriques totales due à l'accroissement démographique. De manière plus spécifique, les leviers des courtes distances (éviter/réduire) et du report modal

(reporter) développés dans la stratégie de mobilité permettraient globalement de stabiliser le niveau d'émissions actuel tout en absorbant la croissance du scénario démographique haut de la VTT. En second lieu, la prise en compte d'une hypothèse d'amélioration du taux de remplissage des TIM et des TC, grâce à une meilleure efficacité dans l'usage des véhicules, permettrait une réduction notable des émissions. Le changement de trajectoire disruptif entraîné par les modifications de comportements induits par la VTT et la stratégie de mobilité associée apparaît ainsi comme très significatif.

→ L'hypothèse d'une électrification complète du parc de véhicules (TIM et TP) apparaît également comme un second levier indispensable pour réduire les émissions de GES liées à ce poste. Elle permettrait une réduction supplémentaire des émissions de l'ordre de 50 pts de pourcentage par rapport à l'actuel (pour les valeurs absolues), c'est-à-dire à peu près équivalente à l'effet cumulé des leviers précédents qui touchaient plutôt les changements de comportement.

Toutefois, l'effet de la VTT (qui intègre des projets de développement autoroutiers considérés comme des coups partis) et de l'électrification complète du parc de véhicules ne permettrait pas d'atteindre une réduction de 90 % des émissions par habitant liées à ce poste et comporte par ailleurs le risque d'entretenir un système de

transport majoritairement basé sur les modes individuels motorisés. Cela est notamment lié à l'héritage d'un territoire qui s'est développé et étalé durant plusieurs décennies autour d'un système de transport basé quasi exclusivement sur l'automobile, rendant d'autant plus difficile la mise en place d'alternatives efficaces pour extraire certains secteurs du Grand Genève d'une très forte dépendance aux modes individuels motorisés. Des leviers d'actions complémentaires sont donc à prévoir pour tendre vers cet objectif. Ils sont présentés au chapitre 3.1.4.

À noter que la VTT ne traite pas de l'aéroport de Genève et plus spécifiquement du transport de personnes par avion.

## Évaluation des émissions de GES liées au transport local de marchandises

Le volet transports de marchandises de la Stratégie multimodale transfrontalière 2050 devrait agir sur les émissions de GES liées au transport de marchandises à travers les principes suivants :

- Une baisse de la demande à travers laquelle une baisse de 35 % des prestations kilométriques est envisagée, incluant un effet sur le transport aérien de fret.
- Une amélioration du taux de remplissage des véhicules de livraison qui permettrait une diminution complémentaire des prestations kilométriques de 3 %.
- Le report modal d'une partie du fret routier vers le fret ferroviaire et le fret fluvial/lacustre. Les parts modales de la route du rail et du fluvial/lacustre passeraient ainsi de 87 %, 11 %, 2,3 % à respectivement 60 %, 25 % et 5,6 % à l'horizon 2050.

De plus, un facteur externe à la VTT, l'évolution technologique du parc de véhicules, devrait également jouer un rôle majeur dans l'évolution des émissions de GES liées à ce poste d'émissions.

Les principaux résultats de l'estimation de l'évolution des émissions de GES pour le poste transport de marchandises sont présentés dans la figure suivante.

Tableau 3: Estimation de l'évolution des émissions GES pour le poste transport de marchandises (hors transport aérien)

	État de référence 2021	État de référence 2050 VTT			
		Sans amélioration technologique du parc de véhicules	Avec amélioration technologique du parc de véhicules		
			Évolution		Évolution
Émissions GES en teqCO2	954 149	416 893	-56%	192 714	-80%
Émissions GES en teqCO2 par habitant	0,92	0,29	-68%	0,13	-85%

Selon ces résultats, deux dynamiques sont à mettre en évidence :

- Sans prendre en compte l'amélioration technologique du parc de véhicule de transport de marchandises, la VTT participerait directement à réduction de l'ordre de 55 % des émissions en valeur absolue et à une diminution de l'ordre de 70 % des émissions par habitant du fait d'une diminution significative des prestations kilométriques.
- L'amélioration technologique du parc de véhicules dédié au transport de marchandises constitue un levier complémentaire majeur pour réduire les émissions de GES liées à ce poste. Elle permettrait

une réduction supplémentaire des émissions de l'ordre de 35 pts de pourcentage par rapport à l'actuel (pour les valeurs absolues).

La combinaison de la mise en œuvre du volet transport de marchandises de la VTT et de l'amélioration du parc de véhicules offre ainsi la perspective d'une diminution de l'ordre de 80 % des émissions en valeurs absolues et de 85 % en valeur relative. Afin d'atteindre une réduction de 90 %, des leviers d'actions complémentaires sont donc à envisager. Ils sont présentés au chapitre 3.1.4.

À noter que la VTT ne traite pas de l'aéroport de Genève et plus spécifiquement du transport de marchandises par avion.

## Évaluation des émissions de GES liées à la construction de logements et d'équipements

Une estimation des émissions liées à la construction de logements et d'équipements est proposée à travers la comparaison de deux scénarios différenciés de réponse aux besoins induits par l'augmentation du nombre d'habitants selon le scénario démographique haut de la VTT.

Les 2 scénarios proposés sont basés sur une combinaison d'hypothèses portant sur :

- Une surface moyenne par habitant pour les logements

et les équipements équivalents de 50 m<sup>2</sup> ;

- Des taux annuels de démolition et de construction neuve équivalents afin de répondre aux besoins ;
- Un taux annuel de rénovation énergétique du parc de logement et d'équipement différencié entre les deux scénarios ;
- L'évolution des ratios d'émissions de GES par m<sup>2</sup> de surface de référence énergétique (SRE), fonction de l'amélioration des performances des filières de la

**Tableau 4: Estimation de l'évolution des émissions GES pour le poste construction de logements et équipements selon les 2 scénarios considérés**

	<b>Scénario 1</b>	<b>Scénario 2</b>
Surface de logement et d'équipement par habitant	50 m <sup>2</sup> (40 m <sup>2</sup> pour le logement et 10 m <sup>2</sup> pour les équipements)	50 m <sup>2</sup> (40 m <sup>2</sup> pour le logement et 10 m <sup>2</sup> pour les équipements)
Taux annuel démolition	0,75 %	0,75 %
Taux annuel rénovation	1 %	environ 2,5 %
Taux annuel construction neuve	environ 3 %	environ 3 %
Total des émissions par an entre 2021 et 2050 (tonnes eqCO <sub>2</sub> émises par an)	588 000	625 000
Émissions par habitant par an (tonnes eqCO <sub>2</sub> émis par an) avec population 2050	0,41	0,43
Variation des émissions totales par an par rapport à 2020	+168 %	+185 %
Variation des émissions par habitant par an par rapport à 2020	+94 %	+106 %

construction.

La figure suivante met en évidence les principaux résultats de cette estimation.

L'analyse des résultats de ce tableau met en évidence les aspects suivants :

- Le scénario 1, basé sur l'hypothèse d'une poursuite du rythme actuel des rénovations énergétiques et du maintien des ratios actuels d'émission de la filière Bâtiment et Travaux Publics, présente des émissions estimées à près de 588 000 teqCO<sub>2</sub> par an. Dans ce scénario, entre 20 et 25 % du parc bâti existant aurait fait l'objet d'une rénovation énergétique en 2050. En supposant que les nouvelles constructions et les rénovations sont toutes neutres en émissions de GES en phase d'exploitation (cf. standard Minergie A), il permettrait théoriquement de réduire les émissions du poste résidentiel d'environ 20 % à 25 % (soit un ordre de grandeur de l'ordre de -500 000 teqCO<sub>2</sub>/an en reprenant l'estimation des émissions du poste résidentiel issue du bilan carbone 2012 du Grand Genève). Ce scénario ne permettrait donc pas de compenser intégralement les émissions du poste construction par la baisse des émissions liées aux consommations énergétiques du parc bâti de logements et d'équipements (poste résidentiel selon le bilan carbone 2012 du Grand Genève).
- Le scénario 2 est basé sur une augmentation importante du rythme de rénovation énergétique des bâtiments pour atteindre une rénovation énergétique complète du parc bâti à l'horizon 2050 et sur une amélioration des performances de la filière Bâtiment et Travaux Publics en termes d'émissions. Ce scénario simule ainsi l'effet des modes d'action intégrés dans le principe CIRCULARISATION de la VTT. Le ratio m<sup>2</sup>/hab. étant inchangé, les nouveaux habitants seraient ainsi essentiellement accueillis grâce à des constructions neuves. Ce scénario présente des émissions plus importantes que le scénario 1, estimées à environ 625 000 teqCO<sub>2</sub> par an. L'effet de la diminution des ratios d'émissions est ainsi compensé par l'augmentation importante des surfaces rénovées et par des surfaces de constructions neuves

équivalentes à celles du scénario 1. Dans ce scénario, entre 75 et 80 % du parc bâti existant aurait fait l'objet d'une rénovation énergétique en 2050 (le solde ayant été démoli). En considérant que les nouvelles constructions et les rénovations sont toutes neutres en émissions de GES en phase d'exploitation (cf. standard Minergie A), il permettrait théoriquement de réduire les émissions du poste résidentiel de 75 % à 80 % (soit un ordre de grandeur de l'ordre de - 1 650 000 teqCO<sub>2</sub>/an en reprenant l'estimation des émissions du poste résidentiel issue du bilan carbone 2012 du Grand Genève). À l'horizon 2050, ce scénario permettrait théoriquement de compenser intégralement les émissions du poste construction par une baisse plus importante des émissions liées aux consommations énergétiques du parc bâti de logements et d'équipements (poste résidentiel selon le bilan carbone 2012 du Grand Genève).

Cependant, cette estimation ne permet de traiter qu'une partie des émissions du poste « construction/voirie ». Les émissions liées à la construction de bâtiments pour les activités économiques, à la construction de nouvelles infrastructures de transport et à la requalification des infrastructures de transports existantes n'ont pas pu être quantifiées dans le cadre de l'EES. On signalera cependant que les infrastructures en souterrain nécessitent de grandes quantités de béton armé pour leur construction, sources d'émissions de GES très importantes (qu'il conviendra de quantifier dans les stades ultérieurs de planification et de lisser sur la durée de vie des infrastructures). Or, la VTT envisage la réalisation de plusieurs infrastructures ferroviaires en partie en souterrain (environ 30 km sur 50 km de nouvelles lignes).

Ainsi, pour ce poste d'émissions et quel que soit le scénario considéré, la VTT ne s'inscrit donc pas dans la perspective d'une réduction des 90 % des émissions par habitant. Néanmoins, les émissions liées à la construction et à la rénovation de logements et d'équipement pourraient être inférieures aux émissions évitées grâce à la rénovation énergétique du parc bâti existant comptabilisées dans le poste « résidentiel » du bilan carbone de 2012. Il en est possiblement de même pour la rénovation du parc bâti lié aux activités économiques.

## 2.1.4 LES LEVIERS D'ACTION POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF

- Réaliser une mise à jour à intervalle régulier du bilan carbone du territoire pour monitorer la situation.
  - Assurer les conditions-cadres permettant une rénovation énergétique intégrale du parc bâti à l'horizon 2050 ce qui implique de quadrupler le rythme annuel de rénovation actuel. La VTT mentionne cette ambition dans la partie rénovation associée au principe RÉGÉNÉRATION DES TISSUS BÂTIS. Cet objectif soulève un enjeu fort en matière de main-d'œuvre qui devrait faire l'objet d'une fiche action dans le cadre du plan d'action PACTE.
  - Faire évoluer les réglementations thermiques/énergétiques pour assurer que les rénovations énergétiques et la construction neuve présentent une neutralité carbone en phase d'exploitation dès que possible (cf. par exemple le standard suisse Minergie A).
  - Accélérer la réduction des consommations de matériaux et d'énergie dans le domaine de la construction (de la planification à la réalisation) et améliorer leurs performances en termes d'émissions de GES. Pour cela, les planifications ultérieures pourront s'appuyer sur les travaux du plan d'action PACT'Matière, en cours d'élaboration, dont le but est d'identifier les leviers susceptibles de faciliter le développement des filières d'économie circulaire jugées pertinentes à l'échelle du Grand Genève parmi lesquels le domaine du Bâtiment/Travaux publics (BTP)/Construction est considéré comme structurante.
  - Prôner la sobriété dans l'acte d'habiter, notamment en questionnant les besoins en m<sup>2</sup> de logement et d'équipement par habitant. Par exemple, passer de 50 m<sup>2</sup> à 35 m<sup>2</sup> par personne permettrait de réduire significativement le besoin en construction neuve. Les émissions associées à la construction et à la rénovation du parc de logement et d'équipements augmenteraient ainsi de 49 % (vs +185 % pour le scénario 2 considéré ci-dessus).
  - Développer massivement la part d'énergies renouvelables dans l'approvisionnement énergétique du Grand Genève.
  - Concrétiser et mettre en œuvre l'ensemble des recommandations de la stratégie mobilité transfrontalière et les approfondir autour de trois axes: diminuer plus drastiquement les prestations kilométriques parcourues en TIM en réinterrogeant notamment l'opportunité de certains développements d'infrastructures routières qui représentent un frein à l'atteinte des objectifs, améliorer encore le taux de remplissage des véhicules (TP et TIM), optimiser le potentiel de décarbonation du parc de véhicules (TIM et TP).
  - Engager une réflexion transfrontalière prospective sur la question du potentiel de stockage carbone naturel et anthropique du Grand Genève (état des lieux harmonisé des capacités naturelles de stockage carbone par les espaces non artificialisés du territoire, bilan du déstockage carbone lié à l'artificialisation, identification des potentiels de renforcement des capacités de stockage naturelles à prioriser, identification des potentiels du territoire pour la capture et stockage anthropique du carbone).
  - Élaborer à l'échelle du Grand Genève les principes de compensation carbone et les mettre en œuvre.
- Concernant plus particulièrement les projets d'infrastructure et les grands projets d'aménagement pris en considération dans l'EES (coups partis):
- Prioriser la réalisation et le financement des projets d'infrastructures de transport dont le bilan d'émissions de GES annuel (cumulant les émissions liées à la construction et à l'exploitation) est inférieur au bilan selon l'état de référence sans infrastructure.
  - Privilégier, pour chaque projet d'infrastructure, la/les variantes qui présentent le bilan carbone le plus favorable pour leur phase de construction et compenser intégralement les émissions générées par la construction (par des mesures d'accompagnement permettant le captage et/ou le stockage de carbone et/ou par des compensations financières de type crédit carbone).
  - Adapter les grands projets d'aménagement en extension pour en faire des lieux d'expérimentation/ de démonstration sur la création de nouveaux quartiers neutres en GES en phase d'exploitation, sur le réemploi et l'utilisation de matériaux à faible empreinte carbone.
  - Dans le cas de projets d'infrastructures routières qui ne seront pas revus, mettre en place des mesures d'accompagnement et de compensation drastiques pour privilégier un usage multimodal des dites infrastructures par exemple pour le covoiturage, les transports publics et le transport de marchandises.

## 2.2 OBJECTIF 2 « RÉDUIRE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND GENÈVE POUR RESPECTER LES LIMITES PLANÉTAIRES »

### 2.2.1 PRÉSENTATION DE L'OBJECTIF 2

Notre objectif cible :

**Réduire d'un facteur 5 l'empreinte matière (ou empreinte matérielle) du Grand Genève en 2050**

Le second objectif de la Charte vise la réduction d'un facteur 5 de l'empreinte matière du Grand Genève en 2050.

L'empreinte matière représente la quantité de ressources minérales et biologiques mobilisée pour répondre aux besoins d'une personne ou d'une société. On estime qu'une empreinte matière de l'ordre de 4 tonnes par habitant et par an pourrait être soutenable à l'échelle mondiale. Or, l'empreinte matière, directement corrélée

à la consommation globale de biens et services, est particulièrement élevée dans le bassin de vie du Grand Genève avec une estimation actuellement proche de 20 t/hab./an. L'objectif est donc de la ramener à 4 t/hab./an en 2050.

Notons que la Charte du Grand Genève mentionne pour cet objectif que les méthodes et indicateurs correspondants sont encore en développement et doivent donc être précisés.

### 2.2.2 MODES D'ACTION DE LA VTT CONTRIBUANT À L'OBJECTIF 2

Au vu des projets et chantiers mentionnés dans la VTT et de l'accueil de la population, il n'est pas possible à ce stade de quantifier l'évolution de l'empreinte matière. Cependant, les besoins seront importants notamment pour :

- La construction neuve pour l'accueil de nouveaux habitants et d'emplois. Selon les scénarios et hypothèses envisagés, elle représenterait un ordre de grandeur estimé à environ 45 millions de m<sup>2</sup> de logements et d'équipements à produire pour l'accueil de nouveaux habitants (cf. annexe 3). À noter que les besoins en construction neuve pour l'accueil de nouveaux emplois sont plus difficilement quantifiables.
- La réhabilitation/rénovation énergétique du parc bâti existant. Dans l'hypothèse d'une rénovation énergétique de l'ensemble du parc de logements et d'équipements, environ 40 millions de m<sup>2</sup> de logements et d'équipements seraient à rénover à l'horizon 2050 (cf. annexe 3). Les surfaces à rénover pour les activités économiques n'ont pas pu être quantifiées à ce stade.
- La requalification d'une partie des infrastructures routières existantes, dans le sens d'une multimodalité (mobilités actives notamment). Ces dernières couvrent actuellement une surface de l'ordre de 4'500 ha, dont environ 2'700 ha au sein de la tache urbaine. À titre d'exemple, requalifier 15 % des infrastructures routières présentes dans la tache

urbaine, soit environ 410 ha, revient à doubler le rythme annuel des requalifications prévues par le PA4 (horizon A).

- La création de nouvelles infrastructures de transports : autoroutes et routes (environ 40 km) et voies ferrées – projet VTT (environ 50 km, dont 30 km en souterrain). Les infrastructures ferroviaires envisagées en souterrain nécessiteront de grandes quantités de béton armé pour leur construction et généreront beaucoup de matériaux d'excavation, sans tenir compte d'un coût d'exploitation et d'entretien plus élevé.
- Le traitement des déchets ménagers et de chantiers d'une population augmentant.

Inversement, la VTT prévoit, principalement dans son principe CIRCULARITÉ DES RESSOURCES, des modes d'action qui définissent des conditions-cadres nécessaires, mais probablement pas suffisantes, pour envisager l'enclenchement progressif et à long terme d'une diminution de l'empreinte matière du territoire dans le cadre d'une approche fondée sur la sobriété: encouragement à la réduction de la consommation des biens de consommation, des biens alimentaires, des matériaux de construction et de l'eau, développement des filières locales d'approvisionnement, priorisation du réemploi ou la réutilisation des matériaux, etc.

Ainsi, la concrétisation de ces modes d'action pourrait notamment permettre une réduction des besoins en matériaux de la filière BTP. Ceci implique également

d'anticiper une croissance très importante des besoins en matière de surface de stockage pour la mise en place de filières de réemploi et de tri. Dans cette perspective, la VTT identifie les grandes emprises monofonctionnelles (zones industrielles et zones commerciales accompagnées de leurs espaces de stationnement) comme des espaces stratégiques pour envisager de développer cette future économie circulaire sans contribuer à l'artificialisation de sols agricoles et naturels.

Enfin, la VTT identifie, dans son principe REVITALISATION DES TERRES AGRICOLES ET FORESTIÈRES, les espaces agricoles et forestiers dans leur caractère multidimensionnel, et notamment leur rôle dans la production de biens alimentaires et de construction locale qu'il convient de développer afin de réduire les importations de biens et de matériaux venant de l'extérieur du territoire.

## 2.2.3 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION ET DE LA CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 2

Au stade de la VTT et de la compréhension globale du « métabolisme économique territorial » du Grand Genève dont les bases ont été établies dans le cadre de l'étude de Diagnostic du métabolisme économique du territoire élaborée en 2022 par les bureaux Utopies et Metabolic, il n'est donc pas possible d'évaluer objectivement si la VTT s'inscrit dans la perspective d'une réduction par 5 de l'empreinte matière par habitant. En effet, aucune donnée n'est facilement mobilisable dans le cadre de la VTT.

Au regard de l'importance de l'ensemble des projets (construction neuve/rénovation du parc bâti, infrastructures de transports, renaturation, etc.) prévus par la VTT, la quantité de ressources minérales et biologiques pour répondre aux besoins de la société ne semble pas près de diminuer à l'horizon 2050.

En revanche, il est possible de considérer que la VTT crée les conditions nécessaires à l'atteinte de l'objectif 2 au-delà de 2050, en consacrant notamment la primauté du vivant, en préconisant les principes de circularisation et en révélant l'importance de préserver et valoriser les ressources locales stratégiques.

### Zoom sur la gestion des déchets et des matériaux d'excavation

Cette thématique environnementale est rattachée à l'objectif 2. Bien que de nombreuses données existent, il n'a pas été procédé, dans le cadre de l'EES de la VTT, à un recollement et à une mise en commun de l'ensemble de ces données qui aurait permis de présenter un diagnostic complet de la collecte et du traitement des déchets sur le périmètre du Grand Genève. Les informations présentées ci-dessous sont donc à considérer avec précaution.

Pour les déchets urbains, la consultation des données disponibles en ligne<sup>1</sup> permet toutefois d'estimer la production moyenne de déchets urbains à environ 540 kg par habitant en 2021 contre environ 590 kg en 2010, soit une diminution de 8 %, c'est-à-dire une production annuelle de 544'868 t de déchets au niveau du Grand Genève en 2021, en augmentation d'environ 20'000 t par rapport à 2010. À l'échelle du Grand Genève, les déchets urbains collectés font l'objet d'une valorisation (recyclage/valorisation matière) ou sont incinérés, à part approximativement égales. La partie incinérée des déchets urbains est dirigée vers l'unité de traitement Tridel à Lausanne pour les communes de la région de Nyon, l'unité de traitement des Cheneviers pour les communes du canton de Genève, l'unité de traitement du STOC à Thonon-les-Bains pour les communes de Thonon Agglo, l'unité de traitement du SYDEVAL à Marignier pour les communes de la communauté de commune Faucigny-Glières et vers l'unité de traitement du SIVALOR à Valserhône pour les autres communes françaises. Les déchets urbains du Grand Genève ne font donc pas l'objet de mise en décharge directe.

Avec l'augmentation du nombre d'habitants et d'emplois envisagés par la VTT, le volume total de déchets urbains devrait être amené à augmenter d'ici 2050, mais de manière non proportionnelle à l'augmentation de population comme ce fut le cas pour la période 2010-2021 (augmentation population +13 % vs augmentation des déchets +4 %). En effet, toutes les collectivités chargées de la gestion des déchets urbains ont défini des objectifs de réduction des déchets collectés par habitant à l'horizon 2030. De plus, la VTT mentionne dans son principe CIRCULARITÉ DES RESSOURCES l'encouragement à la réduction de la consommation, à la priorisation du réemploi ou la réutilisation et au recyclage en dernier recours (dans des sites à définir avec les zones monofonctionnelles identifiées comme sites d'opportunité). Ces principes devraient contribuer à une réduction notable, mais difficilement quantifiable à ce stade des volumes de déchets urbains à collecter et à traiter.

Pour les déchets de chantier, les données des volumes collectés et traités n'ont pas fait l'objet d'une compilation. À titre d'exemple, à l'échelle du canton de Genève, ils représentent des volumes plus importants que les déchets urbains (1,27 million de tonnes pour environ 290 000 tonnes de déchets urbains en 2021) dont environ 25 % sont mis en décharge. La VTT priorisant l'accueil de nouvelles populations et d'emplois par la densification des tissus bâtis existants et mentionnant un principe d'accélération du rythme de réhabilitation/rénovation du parc bâti existant, il est probable que les volumes de déchets de chantier augmentent de manière significative.

<sup>1</sup> Plateforme SINOE pour la partie française du territoire, inventaire des déchets 2021 pour le Canton de Genève et Vaud-Stat-Dechets pour la partie vaudoise du territoire.

Au regard des difficultés rencontrées sur le Canton de Genève (et probablement aussi sur les autres territoires du Grand Genève) à créer de nouvelles capacités de recyclage et de traitement pour ces déchets, la mise en œuvre des principes de circularité prônés par la VTT, à travers des opérations pilotes/test, est essentielle pour d'une part limiter les volumes de déchets de chantier produits et d'autre part pour augmenter leur taux de réemploi et de recyclage.

Pour les matériaux d'excavation non pollués, les données des volumes collectés et traités n'ont pas fait l'objet d'une compilation. À titre d'exemple, à l'échelle du canton de Genève, ils représentent des volumes significativement plus importants que les déchets urbains et les déchets de chantier (environ 3 000 000 de tonnes par an). Plusieurs composantes de la VTT devraient contribuer à une augmentation très importante des volumes de matériaux d'excavation à gérer, mais difficilement quantifiable au stade de l'EES, liée à la construction de nouvelles infrastructures de transports, notamment souterraines,

et aux nouvelles constructions. Les ordres de grandeur suivants peuvent toutefois être envisagés pour les infrastructures de transports considérées dans la VTT :

- pour la création de nouvelles infrastructures de transports en surface (rail et route): entre 1 million et 3 millions de m<sup>3</sup> de matériaux d'excavation<sup>2</sup> ;
- la création de nouvelles infrastructures ferroviaires en souterrain: entre 5 et 7 millions de m<sup>3</sup> de matériaux d'excavation<sup>3</sup>.

Aussi, n'est-il pas possible au stade de la VTT de confirmer ou d'infirmer l'adéquation entre les capacités de recyclage et de traitement existantes aujourd'hui sur le territoire et les besoins à long terme. Toutefois, les volumes de déchets de chantier et de matériaux d'excavation devraient connaître une croissance significative d'ici à 2050.

## 2.2.4 LEVIERS D'ACTION POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 2

→ Mettre en œuvre sans tarder le programme PACT'Matière en lui donnant véritablement les moyens de se déployer et notamment :

- *Donner la priorité, dans tout projet d'aménagement, à la réutilisation des bâtiments existants et aux principes déconstruire/réemployer/recycler. Pour ce faire, les opérations de démolition/reconstruction pourraient être soumises à la démonstration que le bilan matière de l'opération est plus favorable que le réemploi des constructions existantes (dès le stade de la planification et au plus tard au niveau du permis de construire).*
- *Réduire de façon drastique des consommations de matériaux et d'énergie dans le domaine de la construction (de la planification à la réalisation) et améliorer leurs performances en termes d'émissions de GES. Pour cela, les planifications ultérieures devront notamment s'appuyer sur les travaux du plan d'action PACT'Matière, en cours d'élaboration, dont le but est d'identifier les leviers susceptibles de faciliter le développement des filières d'économie circulaire jugées pertinentes à l'échelle du Grand Genève parmi lesquels le BTP/Construction est identifié. La VTT doit intégrer ces préconisations de manière plus explicites.*
- *Améliorer les connaissances sur les ressources disponibles et exploitables à l'échelle locale en matériaux biosourcés (bois, terre, paille...), dans le respect des principes de la primauté du Socle du Vivant de la VTT.*

→ *Développer un schéma transfrontalier prospectif des sites de stockages et de valorisation des matériaux d'excavation et de déchets de chantier comme prévu dans le cadre du programme PACTE Matière.*

- Prôner la sobriété dans l'acte d'habiter et de travailler notamment en questionnant les besoins en m<sup>2</sup> de logement de bureau et d'équipement par habitant/employé.
- Favoriser et inciter à la sobriété dans l'acte de consommer, pour réduire les consommations des biens et de matériaux.
- Étudier, dans les planifications ultérieures, l'adéquation entre les capacités de collecte et de traitement des déchets existant aujourd'hui sur le territoire et les besoins à long terme propres à chaque territoire.
- Préserver les capacités de production alimentaire du territoire afin de favoriser la consommation d'aliments produits localement et dans de bonnes conditions environnementales et sociales. La VTT mentionne cette ambition dans le principe REVITALISATION DES TERRES AGRICOLES ET FORESTIÈRES.

Concernant plus particulièrement les projets d'infrastructures et de grands projets d'aménagement :

- Adapter les grands projets d'aménagement en extension pour en faire des lieux d'expérimentation/ de démonstration sur la création de nouveaux quartiers maximisant le réemploi de matériaux et

2 Ces ordres de grandeur sont basés le bilan des déblais-remblais de l'autoroute Thonon Machilly selon l'étude d'impact réalisée pour la DUP en 2018 (219 000 m<sup>3</sup> pour 16,5 km, soit un ratio d'environ 13 000 m<sup>3</sup> par kilomètre) et du barreau de Montfleury selon le rapport technique sur le projet d'infrastructure de 2018 (68 000 m<sup>3</sup> pour 1,7 km soit un ratio d'environ 40 000 m<sup>3</sup> par kilomètre)

3 Ces ordres de grandeur sont basés l'hypothèse des tunnels d'un diamètre compris entre 15 m et 20 m.

## 2.3 OBJECTIF 3 « PRÉSERVER ET RÉGÉNÉRER LA BIODIVERSITÉ LOCALE »

### 2.3.1 PRÉSENTATION DE L'OBJECTIF 3

Nos objectifs cibles :

**Réduire à zéro la perte nette d'habitats naturels à l'échelle du Grand Genève, au sens des réglementations en vigueur.**

**Accroître le taux de couverture par la canopée, en milieu urbain, de 5 points d'ici à 2050**

Le troisième objectif de la Charte vise à réduire à zéro la perte nette d'habitats naturels à l'échelle du Grand Genève, au sens des réglementations en vigueur et à accroître le taux de couverture par la canopée, en milieu urbain, de 5 points d'ici à 2050.

Un habitat naturel est entendu comme un milieu qui réunit les conditions physiques et biologiques nécessaires à l'existence d'une espèce (ou d'un groupe d'espèces) animale(s) ou végétale(s). Selon le sens donné à cette définition, peuvent être considérés comme habitats naturels :

- les 67 % du territoire selon la carte des milieux naturels du Grand Genève<sup>1</sup>,
- les 30 % du territoire identifié comme infrastructure

écologique (cf. chapitre composante de la VTT). Un travail détaillé a permis de cartographier et qualifier les 30 % du territoire identifié comme infrastructure écologique (cf. annexe 2).

Dans la suite du présent document, les habitats naturels mentionnés dans l'objectif seront considérés comme les espaces constitutifs de l'infrastructure écologique.

Le taux de canopée est le rapport entre la superficie occupée par la couronne des arbres et celle de la surface de référence. Sur le territoire du Canton de Genève, le taux de canopée constaté est aujourd'hui de 21 % sans compter le lac (Université de Genève, 2018). Le taux de canopée reste toutefois à déterminer sur les autres territoires du bassin franco-valdo-genevois.

### 2.3.2 MODES D'ACTION DE LA VTT CONTRIBUANT À L'OBJECTIF 3

La VTT consacre son AXE 1 - LA PRIMAUTÉ DU VIVANT à la définition de principes et de modes d'actions qui devraient contribuer de manière positive et directe à l'atteinte de cet objectif :

- REVITALISATION DES ESPACES BÂTIS, DES TERRES AGRICOLES ET FORESTIÈRES ET DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE
- RECONNEXION À TRAVERS LES INFRASTRUCTURES, PAR LE RÉSEAU SOCIO-ÉCOLOGIQUE ET EN LIMITE ET À TRAVERS LES TISSUS URBAINS
- PRÉSERVATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE, DE L'INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE ET DES CORRIDORS SUPRA-REGIONAUX

De plus, la requalification différenciée du réseau viaire (principe MISE EN RÉSEAU À TRAVERS LA REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS), et notamment des rues (réseau

tertiaire), pourra contribuer à la désimperméabilisation et la végétalisation de ces espaces et ainsi au renforcement de la biodiversité au sein de la tache urbaine.

Les projets d'infrastructures et d'aménagement en extension du territoire urbanisé pourraient en premier lieu artificialiser des espaces compris dans l'infrastructure écologique du territoire (et dans son infrastructure écologique amplifiée) et, en second lieu, venir rompre ou perturber des corridors écologiques identifiés comme fonctionnels/renforcer le caractère non fonctionnel de certains corridors.

<sup>1</sup> La carte des milieux naturels du Grand Genève au 5000e établie en 2018 identifie 27 catégories d'utilisation du sol. Parmi ces dernières, 16 catégories peuvent être considérées en première approximation comme des habitats naturels : prairies extensives, prairies sèches, prairies d'altitude, prairies humides, landes, parois/débris/affleurement rocheux, forêts fermées de conifères, forêts fermées de feuillus, forêts humides, forêts ouvertes, végétation arborée perturbée, prairies humides, autres milieux humides, eaux calmes, glazier, rivière, ruisseau. Les autres catégories d'utilisation du sol concernent des espaces urbains (urbain diffus, urbain dense et végétation urbaine), des infrastructures (autoroute, route, chemin de fer, chemin, gravière) et des espaces agricoles intensifs (culture et prairies intensives, verger et vigne). Les 16 catégories considérées comme des habitats naturels recouvrent une surface de l'ordre de 145000 ha, soit environ 67 % du territoire du Grand Genève.

## 2.3.3 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION ET DE LA CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 3

Pour le détail des calculs, se référer à l'annexe 3.

Concernant l'objectif-cible «Zéro perte nette d'habitats naturels», la VTT intègre de manière prépondérante la question de la préservation de la biodiversité notamment à travers des principes et les modes d'action de l'axe 1 LA PRIMAUTÉ DU VIVANT. Des atteintes à la biodiversité sont toutefois probables compte tenu des hypothèses considérées sur les extensions de la tache urbaine et des nouveaux projets d'infrastructures de transports. Ces atteintes devraient toutefois être minimisées lors de la conception des projets et si nécessaire compensées à l'échelle du territoire par la création de nouveaux milieux favorables à la biodiversité et pouvant être intégrés à l'infrastructure écologique du Grand Genève. L'infrastructure écologique du Grand Genève couvre actuellement une surface de l'ordre de 59'500 ha.

Les principaux enseignements du traitement des indicateurs sont synthétisés ci-après :

- Une surface d'environ 2'150 ha de l'infrastructure écologique figure dans la tache urbaine existante de 2022, soit environ 6.5 % de la tache urbaine 2022. L'évaluation des capacités d'accueil a pris l'hypothèse d'une absence de densification significative des secteurs figurant dans l'infrastructure écologique. Ainsi, il peut être considéré que les éléments constitutifs de l'infrastructure écologique seront effectivement pris en compte et préservés dans les projets de densification au sein de la tache urbaine existante.
- Environ 270 ha de l'infrastructure écologique sont concernés par les emprises de l'extension de la tache urbaine (180 ha) et des nouvelles infrastructures de transports (90 ha). Les emprises de l'infrastructure écologique potentiellement impactées par l'extension de la tache urbaine (180 ha) seront vraisemblablement préservées lors de la conception des projets de construction ou d'aménagement en cohérence avec le principe PRÉSERVATION de l'INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE et le principe RÉGÉNÉRATION DANS LE RESPECT DU SOCLE DU VIVANT. Concernant les emprises des nouvelles infrastructures de transports (90 ha), bien que celles-ci ne soient pas déterminées de manière précise à ce stade de planification, une

perte des surfaces figurant dans l'infrastructure écologique est prévisible. Toutefois, la compensation quantitative des surfaces précitées est envisageable par le désartificialisation et la renaturation potentielles d'environ 5 % des espaces bâtis compris dans le périmètre des cours d'eau amplifiés, qui représentent une surface totale de 5'000 ha. Cependant, cette approche est uniquement quantitative et non qualitative. Elle ne tient pas compte de la spécificité des milieux impactés et il s'agit de potentiels. De plus préserver est plus simple que recréer.

- 11 Corridors à grandes faunes sont perturbés ou rompus par la construction de nouveaux projets d'infrastructures de transports. La VTT intègre le principe de RECONNEXION À TRAVERS LES INFRASTRUCTURES pour limiter les coupures de continuité et éviter tout impact dans les déplacements de la faune.

En considérant que les habitats naturels mentionnés dans la charte sont assimilables à l'infrastructure écologique du territoire, les principes édictés dans la VTT s'inscrivent ainsi dans la perspective d'atteindre l'objectif du zéro perte nette d'habitats naturels à l'horizon 2050.

L'objectif portant sur l'augmentation du taux de couverture de la canopée, en milieu urbain, de 5 points d'ici à 2050, nécessite une augmentation de la végétalisation par le biais de mesures de nature en ville au travers du renouvellement et de la création de nouveaux aménagements de l'espace public. Les données concernant la végétalisation ne sont pas quantifiables sur le territoire du Grand Genève à ce stade de planification. Toutefois, le principe de la VTT promouvant la REVITALISATION DES ESPACES BÂTIS dont un mode d'action consiste à augmenter le taux de canopée à 30 % au minimum au droit des emplacements où cela est opportun et faisable ainsi que le principe portant sur la MISE EN RÉSEAU À TRAVERS LA REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS visant à la requalification des voiries s'inscrivent pleinement dans l'objectif de renforcement de la canopée en milieu urbain.

## 2.3.4 LEVIERS D' ACTIONS POUR L' ATTEINTE DE L' OBJECTIF 3

Le chapitre 4 de la VTT développe les actions à engager pour concrétiser les principes de l'axe 1 PRIMAUTÉ DU VIVANT DE LA VTT. Ils constituent des conditions-cadres indispensables pour atteindre l'objectif n° 3 de la Charte à l'horizon 2050.

En complément de ces actions, la fiche-action de PACTE<sup>2</sup> «Engager des projets de renaturation des espaces artificialisés» (dénomination provisoire) pourra également contribuer à l'atteinte de l'objectif.

---

2 Le plan d'action concerté pour la transition écologique du Grand Genève réunit les 8 partenaires du Grand Genève (les Départements de l'Ain et de Haute-Savoie, la Région Auvergne-Rhône-Alpes, le Pôle métropolitain du Genevois français, la Région de Nyon, le Canton de Vaud, la Ville et le Canton de Genève) et est copiloté par le Canton de Genève et la Région Auvergne-Rhône-Alpes, a été retenu en 2020 par l'Union Européenne dans le cadre du programme Interreg France Suisse (2014-2020). Il vise à élaborer une stratégie et un plan d'actions de transition écologique, impliquant acteurs et habitants du territoire. Associé à la VTT, le plan d'action pose la première pierre de la démarche Grand Genève en transition. Il est en cours de consolidation/adaptation.

## 2.4 OBJECTIF 4 « PRÉSERVER L'INTÉGRITÉ DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ET DES RESSOURCES EN EAU »

### 2.4.1 PRÉSENTATION DE L'OBJECTIF 4

Notre objectif cible :

**Tendre vers l'objectif de bon état (écologique, physique et chimique) de 100 % des masses d'eau en 2050**

Le quatrième objectif de la Charte vise à tendre vers l'objectif de bon état (écologique, physique et chimique) de 100 % des masses d'eau en 2050.

Les notions d'états écologique et physico-chimique sont définies par la Directive Cadre sur l'Eau de l'Union Européenne. Une masse d'eau de surface est en bon état au sens de la Directive si elle est à la fois en bon état chimique (en mesurant la concentration de 41 substances chimiques, parmi lesquelles sont présents des métaux, des pesticides et des polluants industriels) et en bon état écologique, en prenant en compte à la fois des éléments de qualité biologiques (végétaux, invertébrés, poissons), physico-chimiques (nutriments, bilan en oxygène) et hydromorphologiques (diversité des écoulements de l'eau, de la profondeur de l'eau, le tracé et la morphologie du cours d'eau, etc.). Une masse d'eau souterraine est quant à elle jugée en bon état si elle est en bon état chimique et quantitatif (c'est-à-dire, sur ce dernier point, lorsque le renouvellement de la ressource est assuré).

Il convient de rappeler que la notion de bon état écologique des masses d'eau (c'est-à-dire les cours d'eau et les plans d'eau) est traitée de manière différente en Suisse et en France :

- En Suisse, la notion de bon état écologique n'existe pas, mais elle peut être approchée à travers la notion d'écomorphologie des cours d'eau. Il s'agit d'une méthode d'appréciation de l'état naturel des cours d'eau par tronçons homogènes. Le relevé est fait sur la base de 5 critères: la largeur du lit, la variabilité de la largeur du lit mouillé, l'aménagement du fond du lit, le renforcement du pied de la berge et la largeur et nature des rives. L'appréciation classe chaque tronçon selon 4 catégories représentées par un code couleur: bleu = naturel, semi-naturel, vert = peu atteint, jaune = très atteint, rouge = non naturel, artificiel).
- En France, l'évaluation de l'état écologique des masses

d'eau est une étape du processus de mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). L'évaluation écologique des masses d'eau tient compte de trois aspects: l'état biologique du cours d'eau, déterminé par la faune et la flore présentes dans le cours d'eau, l'état physico-chimique de l'eau et la « qualité hydromorphologique » du cours d'eau (diversité des écoulements de l'eau, de la profondeur de l'eau, le tracé et la morphologie du cours d'eau, etc.) Elle est effectuée selon 5 catégories représentées par un code couleur: très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais). Elle se fait par masse d'eau (c'est-à-dire par cours d'eau et par plan d'eau) et non par tronçon.

Les méthodologies utilisées sont donc différentes et nécessiteraient donc un travail préalable important de compréhension des méthodologies existantes et d'harmonisation d'une méthodologie commune qui n'a pas été réalisée dans le cadre de la VTT. La prise en compte des masses d'eau de surfaces (cours d'eau et plan d'eau) a été prise en considération dans le cadre de la définition du socle du vivant.

Selon le tableau de bord 2020 de la Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman (CIPEL), 30 % des cours d'eau et des lacs sont en bon état dans toutes les composantes de qualité écologique et chimique. 70 % sont en bon ou très bon état au regard de leur qualité écologique/biologique (selon les standards français et suisses) et 33 % sont en bon état chimique concernant leur teneur en micropolluants (pesticides). Les masses d'eau souterraine, côté français, sont en bon état quantitatif, et en bon état qualitatif à l'exception des formations fluvio-glaciaires de la nappe profonde du Genevois qui sont jugées en état médiocre (Agence de l'eau RMC, 2019).

## 2.4.2 MODES D'ACTION DE LA VTT CONTRIBUANT À L'OBJECTIF 4

Les modes d'actions pouvant contribuer positivement, mais de manière indirecte, à l'atteinte de l'objectif sont principalement développés dans l'axe 1 de la VTT :

→ Principe PRÉSERVATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE. Ce principe se décline à travers plusieurs modes d'action dédiés à la préservation du réseau hydrographique: la garantie de l'inconstructibilité des berges du réseau hydrographique et la protection des embouchures et de certaines rives du lac. Les corollaires de ces principes d'actions sont l'absence d'augmentation de la population dans ces espaces (pris en compte dans les capacités d'accueil) et l'absence de nouvelles emprises artificialisées dans une bande de 50 m de part et d'autre de tous les cours d'eau et de 15 m à compter de la rive du lac.

→ Principe REVITALISATION DES ESPACES BATIS, DES TERRES AGRICOLES ET FORESTIÈRES ET DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE. Ce principe développe plusieurs modes d'action contribuant à :

→ *La revitalisation du réseau hydrographique: l'amplification/réouverture des cours d'eau, le rétablissement des connectivités aquatiques et la régénération des embouchures et des rives du lac. Ces modes d'action constituent des leviers d'action majeurs pour l'amélioration de l'état écologique des cours d'eau en contribuant respectivement à une amélioration de leur écomorphologie (CH) et de leur « qualité hydromorphologique » (FR).*

→ *La revitalisation des espaces bâtis: la désimperméabilisation des sols, la remise à ciel ouvert des cours d'eau et le développement de projets de nature en ville au sein de la tache urbaine. Ces modes d'action permettent d'agir sur la qualité écologique des cours d'eau au sein des espaces. Ils agissent également positivement, mais de manière indirecte, sur les pollutions issues des réseaux d'eau en réduisant les volumes d'eau pluviale dirigés vers les réseaux unitaires et in fine leur rejet sans traitement en cas d'épisodes pluvieux intenses ne pouvant être traités par les systèmes d'épuration en place.*

→ *La revitalisation des terrains agricoles et forestiers: la mutation des filières agricoles vers de meilleures pratiques agricoles réduisant leurs besoins en eau et l'utilisation d'intrants. Ce mode d'action pourrait également contribuer à l'amélioration de l'état chimique des cours d'eau (et des masses d'eau souterraine).*

→ Principes MISE EN RÉSEAU À TRAVERS UN RÉSEAU HIÉRARCHISÉ DÉCARBONÉ et MISE EN RÉSEAU À TRAVERS LA REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS: la réduction significative des prestations kilométriques du TIM induit un nombre de véhicules en circulation moindre et donc des rejets moins élevés de matières plastiques issues de l'abrasion des pneus via l'écoulement des eaux de chaussée. La mise en place de bassins de traitement des eaux de chaussée dans certains projets de réaménagement de voiries peut également contribuer positivement à la qualité de l'eau.

→ Principe CIRCULARITÉ DES RESSOURCES: l'encouragement à la réduction des consommations d'eau (dans tous les domaines et notamment en matière agricole, loisirs et d'eau potable).

→ Toutefois, certaines composantes de la VTT peuvent contribuer négativement à l'atteinte de l'objectif par :

→ L'augmentation de la population et des emplois devrait contribuer à :

→ *Une augmentation des besoins en eau potable et donc des prélèvements sur les ressources actuellement utilisées;*

→ *Des volumes d'eaux usées à traiter qui peuvent entraîner des pollutions des milieux récepteurs en cas de dépassements des capacités de traitement et/ou de dysfonctionnements des stations épurations et des réseaux collecteurs (fuites).*

→ *Un potentiel accroissement des pressions sur les abords des cours d'eau et des rives lacustres liées à la fréquentation touristique et de loisir notamment en période estivale (recherche de lieux de fraîcheur).*

→ Des emprises localisées sur des cours d'eau et leurs abords immédiats par certaines nouvelles infrastructures de transport et extensions urbaines.

→ Des projets d'infrastructures ferroviaires en souterrain dont le tracé pourrait croiser des nappes d'eaux souterraines. Ces nouvelles infrastructures pourraient ainsi venir perturber le fonctionnement des nappes traversées. De plus, d'éventuelles pollutions sont également possibles dans le cadre des chantiers de construction. Ces enjeux seront à prendre en considération de manières plus précises dans le cadre de la planification de détail des infrastructures concernées.

## 2.4.3 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION ET DE LA CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 4

Pour le détail des calculs, se référer à l'annexe 3.

### Linéaire de cours d'eau remis à ciel ouvert/renaturés

Mettre en œuvre et concrétiser les modes d'action listés précédemment devraient contribuer à une amélioration de l'état écologique des cours d'eau par l'amélioration globale de leur écomorphologie/qualité hydromorphologique, mais également des berges des plans d'eau et notamment du lac Léman. Un effet positif pourrait également avoir lieu sur leur qualité biologique par l'intermédiaire de la diversification des types de milieux aquatiques et de la suppression, ou l'aménagement, des obstacles à la continuité piscicole. Toutefois, des emprises localisées sur des cours d'eau et leurs abords immédiats par certaines nouvelles infrastructures de transport et extensions urbaines sont possibles (liste non exhaustive) : nouvelles liaisons ferroviaires entre Genève et Nyon via Saint-Genis-Pouilly, Gex et

Divonne-les-Bains (5 cours d'eau concernés), autoroute entre Thonon et Machilly (15 cours d'eau concernés), élargissement de l'A1 (3 cours d'eau concernés), tram vers Ferney-Voltaire (1 cours d'eau concerné), ZAC TERRINOV à Ferney (un cours d'eau concerné), contournement Perly Sud (2 cours d'eau concernés).

La mise en œuvre de ces modes d'action implique d'engager des programmes quasi pharaoniques d'études, d'ingénierie et de travaux et de les financer pour réouvrir et renaturer/restaurer entre 650 kilomètres et 1250 kilomètres de cours au total, soit entre 26 kilomètres et 45 kilomètres par an entre 2025 et 2050, dépendant des contraintes financières, techniques et légales.

### Adéquation besoins-ressources pour l'eau potable

Les besoins en eau potable représentent aujourd'hui plus de 270 000 m<sup>3</sup>/j pour un volume prélevable moyen de 500 000 m<sup>3</sup> par jour. Ainsi à l'échelle de l'ensemble du territoire considéré, les besoins moyens journaliers actuels sont donc significativement inférieurs aux volumes prélevables moyens journaliers. À l'horizon 2050, en prenant en considération la croissance du nombre d'habitants selon l'étude des capacités d'accueil, les besoins journaliers moyens seraient de l'ordre de 370 000 m<sup>3</sup> par jour pour un volume prélevable moyen de 560 000 m<sup>3</sup> (il s'agit du volume prélevable moyen à l'horizon 2040 selon l'étude de planification transfrontalière de la ressource en eau en cours de réalisation par le bureau NALDEO). Ainsi à l'échelle du Grand Genève, les besoins moyens journaliers resteraient également inférieurs aux volumes prélevables moyens journaliers. Toutefois, à l'échelle des unités de gestion, l'analyse de l'adéquation entre les besoins moyens projetés et les volumes moyens prélevable met en évidence des situations très contrastées :

→ 16 unités de gestion qui présentent un ratio besoins-ressources bon à très bon (c'est-à-dire que leurs ressources représentent au moins 1,2 fois leurs besoins) devraient pouvoir répondre aux besoins générés par la croissance de population projetée à l'horizon 2050. Toutefois, il convient de mettre en évidence des problématiques spécifiques à certaines de ces unités de gestion :

→ *La CC du Pays Belgardien est intégralement alimentée par des sources d'origine karstique soumises à des variations saisonnières importantes*

*de débits qui pourraient se renforcer à l'horizon 2050 (effets du changement climatique sur la fréquence et la répartition des précipitations sur l'année).*

→ *La CC du Genevois Français et la partie sud du Canton de Genève dont l'alimentation en eau dépend de la nappe du Genevois pour laquelle les ressources sont partagées entre plusieurs collectivités et qui connaît des problèmes de pollution.*

→ *Pour les collectivités qui font appel à une mixité de ressources, les ressources lac et nappes seront probablement sollicités de manière plus importante pour pallier au renforcement de la variation saisonnière des sources.*

→ *Des incertitudes qu'en à la qualité des eaux du lac Léman à long terme ont été mises en évidence récemment par la CIPEL du fait de la tendance au réchauffement des eaux du lac qui peut induire la prolifération de cyanobactéries<sup>1</sup>. À ce titre, des traitements plus importants de l'eau pompée dans le lac pour l'alimentation en eaux potables pourraient être nécessaires.*

→ 6 unités de gestion<sup>2</sup> présentent d'ores et déjà un ratio besoins-ressources mauvais à très mauvais (c'est-à-dire que les ressources qu'elles mobilisent ne permettent pas de couvrir les besoins). Elles nécessitent de faire appel à des apports d'eau via des interconnexions pour répondre au besoin actuel. Cette problématique se renforcera à l'horizon 2050 avec l'augmentation de population prévue dans ces secteurs.

1 Le rapport scientifique 2023 de la commission internationale pour la protection des eaux du Léman (CIPEL) indique une augmentation préoccupante des températures des eaux du Léman. Ces dernières empêchent le mélange des eaux de surface et de profondeur.

2 Les unités de gestion concernées sont les suivantes : Ex SIER Rocailles (Annemasse Agglo), Contamine-sur-Arve (CC Faucigny-Glière), Centre Gessien (régie des eaux gessiennes), Chézery-Forens (régie des eaux gessiennes), Divonnes-les-Bains (régie des eaux gessiennes) et ex-SEM Sud (Thonon Agglo).

→ 4 unités de gestion<sup>3</sup> passeraient d'un ratio besoins-ressources limite actuellement (c'est-à-dire que leurs ressources représentent entre 1 et 1,2 fois leurs besoins) à un ratio très mauvais et 2 unités de gestion<sup>4</sup> passeraient d'un ratio besoins-ressources bon à très bon à un ratio très mauvais. La croissance démographique implique donc au sein de ces territoires de planifier la mobilisation de ressources

complémentaires (quand cela est possible) et/ou la mise en place d'interconnexions avec des collectivités excédentaires pour répondre aux besoins induits par la croissance démographique. C'est le cas par exemple avec l'Agglomération d'Annemasse qui souhaiterait mettre en place une/des interconnexions avec le réseau des SIG.

## Zoom sur l'assainissement des eaux usées

Concernant les stations d'épuration et leurs bassins d'assainissement, un travail de collecte et de récolement des données à l'échelle du Grand Genève a été effectué entre 2009 et 2013. Ces données n'ont pas fait l'objet d'une mise à jour. Au regard de leur ancienneté et des évolutions récentes et programmées des systèmes d'assainissement, il a été jugé non pertinent à ce stade d'évaluer la concordance entre les perspectives d'évolution des habitants et des emplois prévus par la VTT et les systèmes d'assainissement existants.

Il est cependant intéressant de relever quelques ordres de grandeur entre les capacités de traitement des 55 stations d'épurations identifiées en 2009 et les perspectives de croissance des habitants et des emplois prévus par la VTT à l'horizon 2050. En 2009, les capacités de traitement cumulées des 55 stations d'épuration recensées sur le territoire du Grand Genève étaient d'environ 1,5 million d'équivalents-habitants pour environ

1,1 million d'équivalents-habitants connectés. De plus 19 des 55 stations d'épuration identifiées présentaient à l'époque des sous-capacités de traitement. Or, selon les capacités d'accueil, le territoire devrait accueillir à l'horizon 2050 environ 1440000 d'habitants et environ 700000 emplois. La mise en relation de ces chiffres met en évidence que le développement projeté doit être accompagné d'une planification de l'évolution des systèmes d'assainissement afin de garantir un traitement des eaux usées le plus performant possible, réduire la consommation d'eau et contribuer ainsi à l'atteinte du bon état chimique des cours d'eau et plans d'eau récepteurs. Il s'agit également de considérer la problématique des pollutions émergentes (PFAS notamment) et favoriser le rôle souvent pionnier du territoire dans le domaine de l'eau, pour se pencher sur les enjeux liés aux micropolluants et microplastiques.

## 2.4.4 LEVIERS D'ACTION POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 4

- Mettre en place l'observatoire thématique prévu par la fiche action PACTE « Observatoire des ressources et des usages de l'eau » (dénomination provisoire).
- Préciser le principe d'amplification des cours d'eau et des rives de lac, puis le traduire dans de nouvelles réglementations et/ou dans les documents de planifications (d'affectation notamment) afin de renforcer le statut de protection des zones concernées.
- Développer les projets de remise à ciel ouvert et de renaturation des cours d'eau, berge et rives. Pour ce faire :

- *Identifier la renaturation des cours d'eau comme une des thématiques prioritaires de la fiche-action de PACTE « Engager des projets de renaturation des espaces artificialisés » (dénomination provisoire)*
- *Relancer les outils du type « contrats de rivière du Grand Genève », connus surtout en France, (ou un autre outil à définir) comme outils de planification, de priorisation et de financement des projets de remises à ciel ouvert et de renaturation des cours d'eau selon la fiche-action de PACTE « Nouveaux contrats de rivière » (dénomination provisoire)*

- En lien et en compléments des démarches en cours (cf.

par exemple : études volumes prélevables conduites par le SM3A), engager une étude HMUC à l'échelle du Grand Genève (Hydrologie, Milieux, Usages et Climat) afin d'identifier les volumes disponibles et les besoins en intégrant les perspectives du changement climatique.

- Réviser, si nécessaire, les schémas directeurs de l'approvisionnement en eau potable (AEP) des collectivités gestionnaires en intégrant les perspectives de croissance des habitants et des emplois et poursuivre la mise en œuvre des schémas directeurs AEP à l'échelle des collectivités responsables de l'alimentation en eau potable afin de planifier les travaux nécessaires pour sécuriser l'AEP à moyen et long terme, à travers :

- *La réduction des besoins (économie d'eau, utilisation d'eau non potable pour certains usages, etc.) comme mentionnés dans la VTT ;*
- *L'amélioration des rendements de distribution (réduction des fuites) et le renforcement des capacités de distribution des réseaux ;*
- *La recherche et la mobilisation de nouvelles ressources ;*
- *La création de nouvelles interconnexions entre*

3 Les unités de gestion concernées sont les suivantes : Partie urbaine d'Annemasse Agglo, Centre CCFG (CC Faucigny-Glières), Pays Rochois hors St-Sixt St-Laurent (CC Faucigny-Glières) et Léaz (régie des eaux gessiennes)

4 Les unités de gestion concernées sont les suivantes : Marignier (CC Faucigny-Glières) et Thonon (Thonon Agglo)

*unités de gestion excédentaires et déficitaires (régulières et secours).*

- Poursuivre les projets de rénovation et d'augmentation des capacités de traitement des stations d'épuration du territoire avec la prise en compte des enjeux sur les micropolluants/microplastiques et planifier leur évolution à moyen et long terme par les entités gestionnaires au regard des capacités d'accueil prévues par la VTT (un monitoring pourrait être réalisé dans le cadre de l'Observatoire de l'Eau prévu par PACTE).
- Concrétiser à toutes les échelles d'aménagement les principes de la ville-éponge et poursuivre la mise en séparatif des réseaux, notamment en coordination avec les réaménagements des voiries.

Concernant plus particulièrement les projets d'infrastructure et de grands projets d'aménagement :

- En fonction de leur état d'avancement, adapter les projets d'aménagement afin d'appliquer les principes de non-constructibilité des abords des cours d'eau, de remise à ciel ouvert des cours d'eau enterrés et de la ville-éponge.
- Pour les projets d'infrastructures de transports, garantir la continuité hydraulique et écolo

## 2.5 OBJECTIF 5 « PRÉSERVER ET AMÉLIORER LA QUALITÉ DES SOLS ET DES RESSOURCES DU SOUS-SOL »

### 2.5.1 PRÉSENTATION DE L'OBJECTIF 5

Nos objectifs cibles :

**Viser l'objectif de zéro artificialisation/zéro imperméabilisation/consommation nette à l'échelle de l'agglomération à l'horizon 2050 au sein des périmètres urbanisés et garantir la préservation et le bon usage des ressources du sous-sol.**

Le 5e objectif de la Charte vise trois objectifs: zéro artificialisation/consommation nette à l'échelle de l'agglomération à l'horizon 2050, zéro imperméabilisation nette au sein des périmètres urbanisés et à urbaniser, garantir la préservation et le bon usage des ressources du sous-sol.

La Charte précise ainsi que «la notion de zéro artificialisation nette peut être assimilée à un arrêt de l'extension urbaine sur le territoire non bâti et une stabilisation globale de l'emprise du milieu bâti (aussi appelé la tache urbaine) sur le territoire». Dans cette perspective, et à défaut d'une nomenclature commune stabilisée qui reste à constituer, la présente évaluation environnementale stratégique mobilise la notion de tache urbaine pour approcher la question de l'artificialisation du sol (cf. annexe 2).

En 2022, la tache urbaine du territoire du Grand Genève représente 33292 ha. La figure ci-dessous met en évidence qu'elle a progressé de près de 3000 ha entre 2005 et 2022, avec un taux de croissance annuel moyen de 0,55 % et une augmentation du rythme d'extension annuelle moyen de la tache urbaine entre 2015 et 2022. Enfin, les infrastructures de transports (autoroutes, routes et chemins de fer) représentent, en 2018, une emprise de 4425 ha, dont 1936 ha localisés hors de la tache urbaine de 2022.

De même, la Charte précise que «l'objectif de zéro imperméabilisation nette cherche quant à lui à stabiliser les emprises des bâtiments, des infrastructures et équipements associés à la fonction urbaine sur le territoire urbain en privilégiant un processus de développement urbain respectueux du maintien et de la reconstitution de sols naturels». Selon la charte du Grand Genève en Transition, les surfaces imperméabilisées représentent, en 2019, 18422 ha, soit 9,2 % du territoire du Grand Genève.

Tableau 5 : Évolution de la surface de la tache urbaine entre 2005 et 2022

Année de référence	Surface de la tache urbaine (ha)	Évolution sur la période (ha)	Taux de croissance moyen annuel (%)
2005	30 353	-	-
2015	31 597	+1244	0.40 (2005-2015)
2022	33 292	+1695	0.75 (2015-2022)

## 2.5.2 MODES D'ACTION DE LA VTT CONTRIBUANT À L'OBJECTIF 5

En réponse aux objectifs de zéro artificialisation nette et de zéro imperméabilisation nette, la VTT développe, dans son axe 1 plusieurs principes et modes d'action qui devraient limiter significativement la dynamique d'artificialisation des sols :

- Principe PRÉSERVATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE, DE L'INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE ET DES CORRIDORS SUPRA RÉGIONAUX portent les principales ambitions de la VTT en matière de biodiversité. À travers la protection effective des espaces identifiés par ce principe (infrastructures écologiques, cours d'eau amplifiés et corridors à grand faune notamment), la VTT postule donc la non-artificialisation de ses espaces.
- Principe REVITALISATION DES ESPACES AGRICOLES ET FORESTIERS.
- Principe RECONNEXION PAR UN RÉSEAU SOCIO-ÉCOLOGIQUE ET EN LIMITE ET À TRAVERS LES ESPACES URBAINS développe également des modes d'action par lesquels la VTT devrait contribuer à éviter toute artificialisation supplémentaire des espaces de lisières, mais également à la mise en place d'une dynamique de renaturation et donc de désartificialisation des sols.
- Principe REVITALISATION DES ESPACES BÂTIS met en évidence plusieurs modes d'action qui pourront contribuer à une désartificialisation des sols au sein des espaces bâtis notamment à travers la désimperméabilisation des sols et la remise à ciel ouvert des cours en zone urbaine. Les modes d'action en faveur du renforcement de la biodiversité en ville y contribueront également.

Toutefois, deux composantes de la VTT contribueront directement et négativement à ces deux objectifs :

- Des projets d'infrastructures et des projets d'aménagement en extension de la tache urbaine qui contribueront à l'artificialisation de nouvelles surfaces ;
- La densification prévue selon les capacités d'accueil au sein de la tache urbaine. Cette dernière devrait impliquer une augmentation de l'artificialisation d'espaces aujourd'hui faiblement bâtis (zones pavillonnaires et zones monofonctionnelles notamment). Toutefois, les capacités d'accueil ayant été estimées en intégrant l'hypothèse d'une absence/faible densification des espaces compris dans l'infrastructure écologique amplifiée et dans les périmètres de cours d'eau amplifiés selon la cartographie du socle du vivant, l'artificialisation d'espaces présentant une forte valeur écologique dans le milieu bâti devrait être limitée.

## 2.5.3 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION ET DE LA CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 5

Pour le détail des calculs, se référer à l'annexe 3.

Les extensions de la tache urbaine ainsi que les emprises des nouvelles infrastructures de transport constituent une première approximation de l'évolution du rythme d'artificialisation des sols. Ainsi, l'extension projetée de la tache urbaine 2050 et les emprises des infrastructures projetées hors de la tache urbaine représentent une surface de l'ordre de 1300 ha, dont 87 % d'extensions de la tache urbaine (+1100 ha) et 13 % d'infrastructures de transports (+200 ha). Le taux de croissance moyen annuel d'évolution de la surface de la tache urbaine serait ainsi de 0.12 % sur la période 2022-2050, soit une quasi-division par 7 du taux observé sur la période 2015-2022.

Toutefois, cette estimation chiffrée ne peut être directement assimilée à de l'artificialisation/de l'imperméabilisation, elle donne un ordre de grandeur dont la qualité est limitée par la méthodologie de construction de la tache urbaine et par les hypothèses prises en considération pour définir l'évolution projetée de la tache urbaine à l'horizon 2050 et les emprises des infrastructures de transports. Aussi, il est vraisemblable de poser les hypothèses suivantes :

- La tache urbaine devrait poursuivre son extension jusqu'à ce que toutes les planifications en vigueur aient pris en considération les orientations de la VTT (soit jusqu'en 2035 environ). Après cette date, l'artificialisation et l'imperméabilisation du sol devraient se concentrer uniquement au sein de la tache urbaine par la densification différenciée de cette dernière. Elles pourraient par ailleurs être en partie compensées par la mise en œuvre des principes de revitalisation des espaces bâtis existants et de requalification des voiries visant à augmenter les surfaces désimperméabilisées et les surfaces végétalisées.
- Les infrastructures routières considérées dans la VTT constituent des « coups partis » dont la réalisation est envisagée d'ici à 2035 également. À compter de cet horizon, l'artificialisation et l'imperméabilisation liées aux infrastructures de transports concerneront principalement la création de nouvelles infrastructures ferroviaires ainsi que des élargissements localisés de voiries pour permettre la poursuite du développement de l'offre en

transport public et d'un réseau de pistes cyclables d'agglomération.

Enfin, dans une logique de compensation, des potentiels de renaturation d'espaces artificialisés, mis en évidence au chapitre 3, pourraient contribuer également à modérer le bilan global d'espaces artificialisés du territoire. On rappellera cependant que le sol est une ressource non renouvelable. Dès lors, s'il est possible de retirer les revêtements d'asphalte ou de béton et de revégétaliser les sols ainsi libérés pour permettre d'atteindre les objectifs du zéro artificialisation nette et du zéro imperméabilisation nette, leur réhabilitation en tant que sols pleinement fonctionnels est, en revanche,

pratiquement impossible. Il est donc essentiel que la protection des sols se place au cœur des pesées d'intérêts en évitant au maximum l'artificialisation de sols fonctionnels.

En lien avec l'objectif 2 de l'empreinte matière, le sous-sol révèle des ressources naturelles renouvelables et non renouvelables stratégiques pour le développement du Grand Genève. Sans pouvoir quantifier, la mise en place de conditions-cadres territoriales ambitieuses en faveur de la circularisation de l'économie apparaît donc comme nécessaire afin de modérer le recours à ces ressources locales et de limiter leur importation depuis l'extérieur du territoire.

## 2.5.4 LEVIERS D'ACTION POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 5

- Effectuer un bilan de l'état d'avancement des projets d'aménagement en extension de la tache urbaine existante et mettre en place un moratoire sur ceux qui ne disposent pas encore de planifications de détail (par exemple PLQ pour le canton de Genève, plan d'affectation de détail pour le canton de Vaud ou ZAC en France) ou d'autorisations de construire approuvées (en attendant la révision des planifications d'affectation).
  - Engager au plus tôt la mise en cohérence des planifications d'affectation avec les orientations de la VTT en priorisant les planifications dont la date d'approbation est antérieure à 2015 (avant la révision de la LAT et de la Loi ALUR).
  - Prioriser dès à présent le développement urbain à l'intérieur de la tache urbaine existante en soutenant et diffusant à l'échelle de l'agglomération des opérations d'intensification de l'usage des bâtiments existants et de densification exemplaires.
  - Concrétiser à toutes les échelles d'aménagement les principes de la ville-éponge en systématisant la désimperméabilisation des espaces publics et privés.
  - Mettre en œuvre la fiche-action de PACTE « Engager des projets de renaturation des espaces artificialisés » (dénomination provisoire) pour augmenter les potentiels de remise en état de sols dégradés.
  - Améliorer la connaissance, la protection et la gestion des ressources du sol et du sous-sol dans une perspective de circularisation de l'économie notamment en privilégiant prioritairement l'emploi de matériaux de construction issus du réemploi/du recyclage et/ou renouvelable et local. Dans cette perspective, le plan d'action PACTE prévoit une fiche action « Plan de gestion du sous-sol et de ces ressources » (dénomination provisoire).
- Conditions-cadres pour les projets d'aménagement ou infrastructures de transport:
    - *Dans le cadre des grands projets d'aménagement : maximiser l'utilisation du sol en visant l'atteinte des densités considérées par la VTT dans les différents types de polarités et de tissus bâtis et en minimisant l'emprise au sol des constructions.*
    - *Dans le cadre des projets d'infrastructures de transport : privilégier les variantes minimisant l'artificialisation et l'imperméabilisation de sols fonctionnels.*

## 2.6 OBJECTIF 6 « AMÉLIORER ET GARANTIR LA QUALITÉ DE L'AIR ET DE L'AMBIANCE SONORE DU GRAND GENÈVE »

### 2.6.1 PRÉSENTATION DE L'OBJECTIF 6

Le 6e et dernier objectif environnemental de la Charte vise le respect des recommandations de l'OMS pour la qualité de l'air et l'amélioration des ambiances sonores.

Il est à noter que les recommandations de l'OMS sont nettement plus exigeantes que les réglementations

de l'OMS dans la charte marque la volonté du territoire du Grand Genève d'accorder une forte importance à ces enjeux en vue de préserver la santé de la population. Pour 2030, l'objectif de la charte se base sur la réglementation nationale la plus exigeante (France ou Suisse).

**Nos objectifs cibles :**

**Préserver la santé des habitants du Grand Genève, en visant le respect des recommandations de l'OMS.**

Respecter à l'horizon 2030, en tous points du territoire du Grand Genève, les réglementations relatives à la qualité de l'air, en se basant, pour chaque polluant, sur le référentiel national (français ou suisse) le plus exigeant.

**Assurer des ambiances sonores de qualité dans les secteurs les plus exposés**

nationales françaises et suisses. L'inscription des valeurs

#### Qualité de l'air

Les recommandations réactualisées en 2021 de l'OMS préconisent, à l'horizon 2050, que les seuils suivants soient respectés pour chacun des trois polluants. Ces recommandations vont assez nettement au-delà des réglementations nationales françaises et suisses.

- Particules fines (PM 2,5): 5 µg/m<sup>3</sup> moyenne annuelle.
- Ozone (o<sub>3</sub>): 100 µg/m<sup>3</sup> moyenne sur 8 heures (maximum 4 jours de dépassement par an).
- Dioxyde d'azote (No<sub>2</sub>): 10 µg/m<sup>3</sup> moyenne annuelle.

Avec une géographie défavorable à la dispersion des polluants, le Grand Genève connaît en effet chaque année plusieurs épisodes de pollution atmosphérique. Malgré l'amélioration tendancielle constatée ces dernières années, ces trois polluants restent sous constante surveillance et les seuils recommandés par l'OMS sont aujourd'hui dépassés dans plusieurs secteurs du Grand Genève. Selon l'UNIL, qui mentionne les analyses provisoires du bilan 2021 du PACT'Air (et donc sujettes à modification et ajustements techniques), environ 300 000 personnes seraient surexposées au dioxyde d'azote côté français et 580 000 côté suisse, soit 880 000 personnes sur le territoire du Grand Genève (selon les seuils 2021 de l'OMS). Concernant les PM<sub>2.5</sub>, environ 400 000 personnes seraient surexposées aux PM<sub>2.5</sub> côté français et 600 000 côté suisse, soit la quasi-totalité de la population du Grand Genève (selon les seuils 2021 de l'OMS). Enfin, la quasi-totalité des habitants du Grand Genève serait surexposée à l'ozone,

au regard des seuils 2021 de l'OMS. Ainsi, environ 1 million de personnes (soit la quasi-totalité de la population du Grand Genève) sont surexposées à au moins un des trois polluants suivis selon les seuils de l'OMS.

Depuis 2012, la qualité de l'air sur la région fait l'objet d'une collaboration transfrontalière intense soutenue par les financements européens Interreg à travers :

- la production, en 2015, du G<sup>2</sup>AME (Grand Genève Air Modèle Émissions), outil de surveillance permettant de prévoir 24h à l'avance la qualité de l'air sur tout le territoire et d'en identifier toutes les sources de pollution;
- la signature, en 2018, de PACT'Air (Programme d'Actions Transfrontalier pour la qualité de l'Air) qui définit un plan de 14 actions transfrontalières visant à diviser par deux les oxydes d'azote (NOX) et diminuer les particules fines (PM<sub>10</sub>) de 18 % sur la période 2005-2030.

Il est à noter que la qualité de l'air mesurée en 2022 à Genève s'inscrit dans une tendance favorable en continuité des résultats des années précédentes bien que les exigences de l'Ordonnance sur la protection de l'air ne soient actuellement pas respectées pour les particules fines et l'ozone.

## Ambiance acoustique

Concernant l'ambiance acoustique, les recommandations proposées par l'OMS en la matière sont également reprises dans la Charte du Grand Genève. La figure suivante met en évidence le caractère plus contraignant des recommandations de l'OMS en matière d'exposition au bruit par rapport aux réglementations nationales en vigueur.

À l'échelle du Grand Genève, les principales sources de bruit sont le réseau routier, le réseau ferroviaire, l'aéroport, le voisinage et les chantiers.

de l'aménagement du territoire et ont engagé (avec la Confédération pour les routes nationales et les communes pour les routes communales) l'assainissement du bruit routier. En France, ce sont les Plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) qui établissent, à partir de cartes stratégiques de bruit, un plan d'action à 5 ans pour l'assainissement du bruit routier. En fonction du niveau de trafic observé sur les axes routiers dont il a la charge, chaque gestionnaire de voirie est tenu d'élaborer des cartes stratégiques de bruit et si nécessaire un PPBE.

**Tableau 6 : Valeurs d'exposition au bruit à ne pas dépasser selon les recommandations de l'OMS et les réglementations suisse et française**

	Recommandations de l'OMS		Suisse Ordonnance de protection contre le bruit (OPB)		France Code de l'environnement	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Route	53 dB	45 dB	65 dB	55 dB	70 dB	65 dB
Fer	54 dB	44 dB	65 dB	55 dB	73 dB	68 dB
Aérien	45 dB	40 dB	65 dB	55 dB (entre 22h et 24h et entre 5 et 6h)	<u>non</u> concernés ?	non concerné ?

Concernant le bruit routier, les valeurs limites d'exposition au bruit sont dépassées sur de nombreux axes du canton de Genève et du district de Nyon. Dans le Genevois français, les aires urbaines d'Annemasse, de Saint-Julien-en-Genevois et de Valserhône sont concernées par une trop forte exposition au bruit. En Suisse, depuis l'entrée en vigueur de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), au 1er avril 1987, les propriétaires de routes ont l'obligation légale d'assainir les tronçons causant des nuisances sonores excessives. Conformément à cette ordonnance, les cantons ont établi un cadastre du bruit routier, outil d'information et de planification

Concernant le bruit ferroviaire, l'assainissement des axes ferroviaires à l'origine de nuisances sonores excessives est planifié par les CFF et l'Office fédéral des transports (OFT). Dans les départements français, les infrastructures ferroviaires dont le trafic annuel est supérieur à 30 000 passages de trains, soit 82 trains/jour, sont sujettes à des mesures d'assainissement et sont gérées par SNCF Réseau.

Enfin, l'aéroport international de Genève constitue l'une des principales sources de bruit dans le Grand Genève, d'une part, concernant le bruit des avions, d'autre part, concernant son accessibilité.

## 2.6.2 MODES D'ACTION DE LA VTT CONTRIBUANT À L'ATTEINTE L'OBJECTIF 6

Le principe de RÉGÉNÉRATION DES POLARITÉS URBAINES et DES TISSUS BÂTIS :

→ Pour le bruit, il s'agit notamment d'améliorer la gestion des ambiances sonores dans les quartiers, de mettre en place des zones calmes. La mise en adéquation des capacités d'accueil d'emplois et d'habitations et la réorganisation des tissus bâtis permettant un fonctionnement circulaire et de proximité des territoires du Grand Genève, diminuant ainsi les déplacements et les nuisances sonores

associées.

→ Pour l'air, la rénovation des bâtiments, et notamment des systèmes de chauffage, induira une réduction des émissions de polluants en comparaison des systèmes existants actuellement. La réduction des déplacements et des émissions de polluants atmosphériques est également favorisée par la mise en adéquation des capacités d'accueil d'emplois et d'habitations et la réorganisation des tissus bâtis.

Le principe de MISE EN RÉSEAU À TRAVERS UN RÉSEAU HIÉRARCHISÉ DÉCARBONÉ :

- Pour le bruit, le renforcement des modes de mobilité douce (marche, vélo), le report de mobilité des véhicules individuels, le développement de l'offre en transport public associée à l'électrification du parc de véhicules participent globalement à l'amélioration de l'ambiance sonore. L'augmentation de la cadence du trafic ferroviaire a toutefois des incidences potentiellement négatives sur les émissions sonores pour les riverains des voies ferrées.
- Pour l'air, l'incitation à la mobilité douce, le report modal du transport individuel vers les transports

publics participent positivement à l'amélioration de la qualité de l'air.

Les principes de CIRCULARITÉ DE LA LOGISTIQUE DES BIENS DE CONSOMMATION ET DES MATÉRIAUX ainsi que de CIRCULARITÉ DE L'ÉNERGIE ET DE L'EAU :

- Pour l'air et le bruit, la mise en place de nouvelles installations de recyclage de matériaux sur le territoire du Grand Genève va possiblement mener à une augmentation des nuisances sonores et atmosphériques localisées selon les emplacements mobilisés par ces installations et le trafic logistique généré.

## 2.6.3 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION ET DE LA CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 6

La quantification précise des émissions sonores et en polluants atmosphériques n'est pas envisageable à ce stade de la VTT. En effet, de telles analyses impliqueraient d'une part de caractériser le trafic futur de l'ensemble des routes et voies ferroviaires du Grand Genève et de procéder à une modélisation des émissions de polluants atmosphériques liés aux prestations kilométriques via le modèle G2AME. Enfin, la dynamique du renouvellement des systèmes énergétiques des bâtiments et ses effets sur la concentration en polluants atmosphériques ne sont pas quantifiables à ce stade de la planification.

Les objectifs de la VTT n'étant pas chiffrés pour ce domaine et compte tenu de l'absence de données précises, une évaluation qualitative est proposée dans le présent rapport.

Au stade de la VTT, les hypothèses suivantes sont admissibles pour l'amélioration de l'ambiance sonore et de la qualité de l'air.

→ **Ambiance sonore :**

- *Installations routières :* La diminution des prestations kilométriques TIM et du transport de marchandises, le report modal vers les transports publics et la mobilité douce ainsi que l'électrification du parc automobile participent à l'atteinte de l'objectif. La généralisation des abaissements de la vitesse de circulation contribue également fortement à l'amélioration de l'ambiance sonore notamment en considérant la proposition de la stratégie multimodale transfrontalière, reprise par la VTT dans son axe 2. En effet, des limitations de la vitesse à 30 km/h en localité (rues et avenues), à 60 km/h hors localité (route) et à 80 km/h sur les voies rapides sont proposées dans le maillage de la mobilité TIM. La réduction des émissions sonores liées à la motorisation électrique est significative en localité et moins importante hors localité. En effet, pour des vitesses supérieures à 30 km/h, aucune diminution des émissions sonores liée à la motorisation n'est prévisible, étant donné que le bruit de roulement (contact entre le pneu et

*le revêtement de la route) surpasse le bruit émis par le moteur du véhicule. À noter que les projets d'élargissement de l'autoroute A1 et de construction de l'autoroute Thonon-Machilly vont générer un trafic supplémentaire sur les routes permettant l'accès à ces infrastructures tout en limitant, sous réserve de mesures d'accompagnement fortes, le trafic sur certains axes secondaires. Les abords de l'A1 étant relativement bâtis, une augmentation des nuisances sonores est présumable au droit des habitations jouxtant l'installation. Concernant l'autoroute Thonon-Machilly, le tracé proposé traverse peu d'espaces déjà construits, limitant ainsi l'impact des nuisances acoustiques sur les habitations existantes. Compte tenu du futur report de trafic vers l'autoroute, la situation acoustique aux abords des axes mobilisés actuellement pour ce trajet pourrait être améliorée pour les habitants sous réserve de mesures d'accompagnement fortes.*

- *Installations ferroviaires :* La réduction du trafic TIM s'inscrit pleinement dans la trajectoire d'amélioration de l'ambiance sonore aux abords des axes routiers principaux. A contrario, les riverains des infrastructures ferroviaires (existantes et projetées) seront concernés par une augmentation de la perception du bruit, compte tenu de l'accroissement de la cadence de circulation des trains. Le renouvellement du matériel roulant et la rénovation des infrastructures ferroviaires ainsi que l'installation de parois antibruit pourraient limiter l'impact acoustique lié à l'augmentation de la fréquence de circulation. Il est à noter que la plupart des tracés des lignes ferroviaires projetées prévoient la traversée des localités par la réalisation de tronçons en souterrain, limitant ainsi les nuisances acoustiques pour les habitations existantes.
- *Bâtiments :* La rénovation énergétique des bâtiments va permettre d'améliorer l'isolation des nouveaux bâtiments, ce qui limitera les nuisances sonores globalement perçues. Toutefois

la législation suisse sur le bruit (OPB) impose un respect des valeurs limites lorsque les fenêtres sont ouvertes, diminuant de ce fait l'effet de la pose d'un isolant acoustique sur le respect de législation.

→ Installations de recyclage de réemploi et de stockage: Les nouvelles installations de recyclage et de traitement des matériaux ne sont pas localisées à ce stade et vont vraisemblablement générer du trafic routier lié aux aspects logistiques. Une augmentation des nuisances sonores est prévisible autour des zones d'activités concernées et au droit des axes mobilisés par la desserte de ces installations. Il est à noter que l'amélioration technologique des véhicules et l'augmentation de l'utilisation du transport de marchandises par rail visent à une réduction des nuisances en comparaison de la situation actuelle.

→ Installation de production d'énergie: Le développement de l'énergie éolienne pourrait induire de nouvelles nuisances. Le potentiel de développement de cette énergie est toutefois faible à l'échelle du territoire du Grand Genève (stratégie en cours de définition à Genève, un seul parc prévu dans la partie vaudoise selon fiche 51 du PDCn en cours de planification, partie française de l'agglomération identifiée comme peu favorable au développement de l'éolien par rapport à d'autres territoires de la région Auvergne-Rhône-Alpes).

#### → Qualité de l'air:

→ Installations routières: La diminution de la part de TIM, le report modal vers les transports publics et la mobilité douce ainsi que l'électrification du parc automobile participent à la limitation des émissions de polluants atmosphériques. En complément, les impacts sur l'air de la diminution des vitesses de circulation sont positifs pour les grandes vitesses (100 à 80 km/h), les effets sont moins tranchés à basse vitesse (50 à 30 km/h). Une diminution des émissions de NOx et PM10 sera vraisemblablement atteinte par le remplacement des moteurs thermiques par des moteurs électriques. Les NOx, étant un des précurseurs nécessaires à la formation d'ozone, la concentration en ozone troposphérique devrait également diminuer. Les émissions de PM2.5 sont similaires entre les deux types de motorisation, aucune réduction significative des émissions de ce polluant n'est attendue.

→ Bâtiments: L'objectif de rénovation de 100 % du parc bâti en 2050 défini par la VTT ainsi que les normes en vigueur (qui pourraient être amenées à être renforcées) pour les nouvelles constructions et le renouvellement des anciens bâtiments vont permettre de limiter les impacts atmosphériques par l'installation de systèmes énergétiques à faibles émissions de polluants. L'amélioration de l'isolation des bâtiments participe également à la limitation du besoin énergétique pour le chauffage

et par conséquent les émissions de polluants atmosphériques.

→ Installations de recyclage: Il est vraisemblable que de nombreux mouvements de camions soient nécessaires pour assurer la logistique liée au recyclage des matériaux, ce qui aura une incidence négative sur les émissions de polluants atmosphériques. L'amélioration technologique des véhicules et l'augmentation de l'utilisation du transport de marchandises par rail visent néanmoins à une réduction des émissions de polluants atmosphériques en comparaison de la situation actuelle.

À noter que la VTT ne traite pas de l'aéroport de Genève, étant donné que la gestion aéroportuaire est du domaine de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC). La fiche du plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique (PSIA) fixe le cadre réglementaire de l'exploitation de l'aéroport.

Les objectifs de l'OMS sont très contraignants et difficilement atteignables en milieu urbain, mais les propositions de la VTT permettent de s'inscrire dans une trajectoire significative d'amélioration de la qualité de l'air et de l'ambiance sonore. Il sera toutefois nécessaire d'en évaluer la progression lors des étapes de planification ultérieures, notamment par rapport au rythme de réduction des prestations kilométriques pour les véhicules individuels et la dynamique de la rénovation du tissu bâti.

## 2.6.4 LEVIERS D'ACTION POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 6

- Adaptation des réglementations en matière de bruit et de qualité de l'air pour atteindre les seuils recommandés par l'OMS sachant que ces adaptations relèvent du niveau national.
- Poursuite de l'assainissement des axes routiers et ferroviaires en priorisant la réduction des émissions liées au bruit routier au droit des secteurs concernés des dépassements importants des valeurs limites.
- Développer une politique de préservation des zones calmes du point de vue acoustiques en articulation avec la préservation de l'infrastructure écologique (par exemple à travers la définition de la trame blanche du Grand Genève et la protection des espaces identifiés dans les documents de planifications).
- Mettre en œuvre tous les leviers d'action et recommandation de la stratégie mobilité transfrontalière.
- Développer et accélérer la rénovation énergétique du parc bâti existant.

Concernant plus particulièrement les projets d'infrastructure et les grands projets d'aménagement :

- Protection contre le bruit au droit des zones construites à intégrer dans les projets d'infrastructures (sur la base des réglementations existantes).
- Tenir compte de la planification des nouvelles lignes ferroviaires et de l'amélioration des fréquences de circulation des trains dans les principes d'aménagement du territoire.
- Dans les zones monofonctionnelles pour lesquelles la VTT propose de développer la mixité, assurer une séparation spatiale suffisante entre les activités les plus bruyantes et les logements.

---

# **3 OBJECTIFS DE LA CHARTE NON COUVERTS PAR L'EES DE LA VTT**

---

## 3.1 OBJECTIF 7 « FAVORISER LA BONNE SANTÉ DE TOUS LES HABITANTS DANS LE TERRITOIRE »

La VTT contribue de manière indirecte à l'atteinte de cet objectif de la charte du Grand Genève en agissant principalement sur les facteurs environnementaux de la santé à travers notamment :

- Une réduction potentiellement importante des pollutions atmosphériques et des nuisances acoustiques à l'échelle de tout le territoire du Grand Genève grâce à la diminution des prestations kilométriques TIM (environ - 40 % de prestations kilométriques), à l'électrification de l'intégralité du parc électrique TIM et TP et à la rénovation énergétique de l'intégralité du parc bâti visé à l'horizon 2050. Toutefois, une dégradation de la qualité et de l'air et/ou du contexte acoustique pourrait concerner certains espaces habités à proximité des principales nouvelles infrastructures de transports projetées par la VTT ou coups partis (cf. chapitre 3.6).
- La préservation et la restauration des écosystèmes aussi bien en milieu urbain que dans les espaces agraires (selon l'axe 1 PRIMAUTE DU VIVANT) qui offriront ainsi à la population des espaces de détente, de ressourcement et de fraîcheur en période estivale.
- Une incitation à l'usage des modes actifs à travers une organisation territoriale concrétisant la ville des courtes distances et au développement et à l'amélioration du confort des réseaux de mobilité douce. Cette dimension se traduit concrètement dans les prestations kilométriques 2050 qui envisagent un doublement des kilomètres parcourus par an et par

habitant en modes doux qui passeraient d'environ 3'000 kilomètres à près de 9'000 kilomètres parcourus annuellement. Cette dimension contribue non seulement à la réduction des émissions de GES, mais permettrait également d'améliorer le bien-être en réduisant les effets de la sédentarité sur la santé.

- Le développement et l'amélioration de la qualité des espaces publics qui permettent une socialisation accrue des habitants, bénéfique à la santé mentale.

Bien qu'elle n'aborde pas explicitement la question des équipements de santé, la VTT s'inscrit dans une perspective globale de rééquilibrage des équipements cohérente avec l'armature territoriale proposée dans le cadre de la ville des courtes distances. Sous l'angle des équipements de santé, cette perspective pourrait se traduire par des conditions d'accès améliorés aux équipements de santé à l'échelle du Grand Genève. Toutefois, cette question n'a pas fait l'objet d'approfondissements spécifiques dans le cadre de la VTT. Au regard des importantes disparités en matière d'accès aux soins selon le profil des habitants (revenus en francs ou en euros, statut de travailleur frontalier ou non, régimes d'assurance maladie différenciés, européens et suisses, etc.) et selon le lieu de vie (concurrence entre territoires suisses et français dans les emplois de santé, différentiels de niveaux d'équipement), etc.), les réflexions engagées sur cette thématique au sein des différentes instances de coopération transfrontalière méritent d'être poursuivies et approfondies pour renforcer la cohésion sociale au sein du Grand Genève.

## 3.2 OBJECTIF 8 : ENTRETENIR LES CONDITIONS D'ÉPANOUISSEMENT DE TOUTE LA POPULATION

La VTT contribue de manière indirecte à cet objectif de la charte du Grand Genève en agissant principalement sur :

- Une perspective d'amélioration globale de la qualité du/des cadre(s) de vie, de l'échelle du quartier à l'échelle du Grand Genève ;
- Un concept territorial fondé sur la ville des courtes distances qui contribue à maintenir, voire renforcer les liens sociaux et culturels locaux ainsi que le sentiment d'appartenance à un territoire particulier ;

- Le déploiement d'un réseau de déplacement hiérarchisé et décarboné qui préserve la possibilité de se déplacer dans toute l'agglomération à des tarifs raisonnables tout en réduisant la part du TIM source d'accidents et d'inégalités sociales dans l'accès à la mobilité ;
- la proposition d'une vision transfrontalière de l'aménagement du territoire qui contribue à donner du sens et à ancrer la notion de bassin de vie commun.

### 3.3 OBJECTIF 9 « ASSURER LES CONDITIONS D'ÉQUITÉ ET D'INCLUSION DE TOUS LES HABITANTS DU GRAND GENÈVE »

La VTT portant sur l'organisation territoriale du Grand Genève, elle ne traite pas spécifiquement de cet objectif de la Charte. Toutefois, deux axes de réflexion peuvent être mis en évidence en lien avec certains principes et modes d'action de la VTT.

En premier lieu, comme le mentionne le chapitre 1.3 de la VTT le territoire est particulièrement marqué par de fortes inégalités de revenus, qui se déclinent à toutes les échelles territoriales du Grand Genève. Les réponses à cet enjeu relèvent cependant principalement de politiques publiques autres que celles liées à l'aménagement du territoire. Toutefois, ce domaine (et donc la VTT) peut contribuer indirectement à une amélioration des conditions d'équité et d'inclusion à l'échelle du territoire en agissant notamment sur l'accessibilité territoriale des services publics et aux aménités du territoire. À ce titre, le principe RÉGÉNÉRATION DES POLARITÉS URBAINES développe un objectif de rééquilibrage habitants/emplois/équipements modulé selon une armature territoriale reconsidérée. De plus, les principes MISE EN RÉSEAU À TRAVERS UN RÉSEAU HIERARCHISÉ ET DÉCARBONÉ et RECONNEXION PAR UN RÉSEAU SOCIO-ÉCOLOGIQUE, qui privilégient le recours aux modes actifs et aux transports publics, participent également à offrir à toute la population des modalités alternatives à la voiture pour accéder aux services publics et aménités du territoire, favorisant ainsi notamment l'autonomie des personnes ne possédant pas de véhicule individuel. Cet enjeu est d'autant plus marqué avec le vieillissement prévisible de la population du Grand Genève.

En second lieu, la VTT priorise clairement l'accueil des nouveaux habitants et emplois au sein des espaces déjà bâtis et sans empiéter sur les secteurs de l'infrastructure écologique en milieu bâti. Cela implique notamment d'assurer prioritairement l'accueil de nouvelles populations et d'emplois par l'intensification de l'usage des bâtiments existants et par la densification différenciée des territoires urbanisés. Ces orientations, cohérentes avec les autres objectifs de la Charte du Grand Genève pour la Transition Écologique, présentent un risque quant à la question de l'accès au logement. En effet, plusieurs dynamiques pourraient se combiner pour générer des difficultés d'accès à des logements adaptés à la diversité des parcours de vie et accessibles

à tous et toutes en termes de prix/loyer du fait d'une offre en logement n'arrivant pas à suivre l'évolution de la demande :

- La complexité des opérations de densification de tissus bâtis constitués retardant la construction de nouveaux logements (notamment au sein des tissus pavillonnaires),
- L'indisponibilité temporaire des logements dans le cadre d'opérations de rénovation et/ou de démolition-reconstruction,
- La problématique de la disponibilité de la main-d'œuvre pour mener de front la rénovation énergétique du tissu bâti existant et la construction neuve,
- La nécessité de mener une politique foncière active pour atteindre les objectifs souhaités en termes de production de logement.

Aussi, les réflexions engagées sur cette thématique à l'échelle du Grand Genève au sein des différentes instances de coopération transfrontalière méritent-elles d'être poursuivies et approfondies. Par exemple, PACTE prévoit une fiche action « politique commune de production de logements adaptés aux parcours résidentiels » (dénomination provisoire).

Enfin, la démarche de planification à l'horizon 2050 engagée avec la VTT a été articulée avec un processus de participation citoyenne.

## 3.4 OBJECTIF 10 « CONTRIBUER À L'AMÉLIORATION DU BIEN-ÊTRE DE LA POPULATION MONDIALE »

La VTT portant sur l'organisation territoriale du Grand Genève, elle ne traite pas spécifiquement cet objectif de la Charte. Toutefois, deux axes de réflexion sont à mettre en évidence en lien avec certains principes et modes d'action de la VTT.

En premier lieu, la VTT traduit d'une certaine façon la responsabilité du Grand Genève d'assurer, dans de bonnes conditions, l'accueil des nouveaux habitants induits par son attractivité économique et ainsi lisser son ratio emplois/habitant et de la maintenir à long terme. À ce titre, la VTT prévoit d'accueillir la croissance démographique et des emplois projetés selon les perspectives dites « hautes » dans des conditions les plus équitables possibles entre les différents territoires du Grand Genève tout en préservant ses ressources vitales (eau, sol, biodiversité...).

Si la VTT ne s'inscrivait pas dans cette perspective, des effets de débordement sur les territoires voisins seraient probables avec leurs cortèges d'effets négatifs induits sur les différentes dimensions de l'environnement, à travers notamment des prestations kilométriques TIM en hausse sans réseau de transports publics longue distance adapté, des besoins en logements et en équipements reportés sur les territoires voisins soumis aux mêmes cadres réglementaires de lutte contre l'artificialisation que le Grand Genève, etc.

En second lieu, le principe CIRCULARITÉ DES RESSOURCES ; DES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION ET DE L'ÉNERGIE identifie les conditions-cadres à mettre en œuvre pour s'engager dans une limitation de la dépendance du territoire à l'importation de biens et de matériaux produits à l'extérieur du territoire et qui ne correspondent pas aux standards sociaux et environnementaux français et suisses.

---

# 4 VUE D'ENSEMBLE DES AUTRES THÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES

---

Lors d'une évaluation environnementale stratégique classique, plusieurs autres domaines sont traités et qualifiés. Dans ce chapitre, ils sont passés succinctement

en revue afin d'avoir une vision d'ensemble des potentielles incidences environnementales de la VTT.

## 4.1 POLLUTION LUMINEUSE

La lumière artificielle désorganise l'équilibre des écosystèmes nocturnes et perturbe le comportement des animaux et des plantes. La présence de zones excluant les atteintes par de la lumière artificielle est primordiale pour la préservation de la faune. La définition d'une trame noire permettant de délimiter un réseau d'espaces où l'obscurité est préservée doit être considérée à l'échelle du territoire du Grand Genève. Ce travail est en cours de réalisation: la définition de la trame noire a été effectuée sur les territoires du Canton de Genève et du Pôle

Métropolitain du Genevois Français, elle est prévue sur le territoire de Région de Nyon dans le cadre d'une démarche menée à l'échelle du Canton de Vaud. Similairement aux réservoirs de biodiversité actuellement connus et aux corridors assurant leur connexion, les espaces identifiés par la trame noire doivent être protégés de l'impact de la lumière artificielle. À ce titre, le plan d'action concerté pour la transition écologique du Grand Genève prévoit une fiche action dédiée à cette question.

## 4.2 FORÊTS

La conservation du milieu forestier n'est pas considérée de façon explicite par les objectifs de la Charte du Grand Genève, mais se retrouve dans l'objectif 1 « climat » (énergie et séquestration du carbone), l'objectif 2 « matière » (ressources locales), l'objectif 3 « biodiversité » (habitats naturels et corridors), ou l'objectif 8 « épanouissement »

(accès aux aménités du territoire). Outre les principes de la VTT liés à la préservation de la biodiversité, les potentielles filières forestières existantes et le développement des filières de la construction en bois par l'utilisation de ressources locales sont identifiés par ailleurs dans la VTT.

## 4.3 VIBRATIONS ET BRUIT SOLIDIENS

Compte tenu de la spécificité du domaine des vibrations, il ne semble pas pertinent que les nuisances induites par ce domaine soient traitées par la VTT. Les nouvelles installations générant des vibrations en phase

d'exploitation ou de réalisation (voies ferroviaires, tunnels, géothermie) devront faire l'objet d'études spécifiques lors de leur planification pour s'assurer que leur localisation et fonctionnement ne soient pas à l'origine de nuisances.

## 4.4 ORDONNANCE SUR LE RAYONNEMENT NON IONISANT

La protection contre les rayonnements non ionisants n'est logiquement pas mentionnée dans la VTT au regard de son échelle d'action. Les implantations d'installations générant des rayonnements non ionisants (telles que les antennes de téléphonie mobile, lignes à haute tension, lignes de contact des chemins de fer et transformateurs)

devront être coordonnées lors des étapes de planification ultérieures pour assurer le respect des valeurs limites d'exposition et limiter les atteintes à la santé humaine. À l'échelle de la VTT, les principales installations générant des rayonnements non ionisants identifiées sont les nouvelles infrastructures ferroviaires.

## 4.5 SUBSTANCES DANGEREUSES

La rénovation du parc bâti, la revitalisation des friches industrielles et le recyclage des matériaux sont concernés par la présence de substances dangereuses (amiante, PCB, plomb, composés organiques volatils, radon, etc.). Les substances précitées devront être identifiées au droit des constructions à démolir et les mesures de protection à mettre en œuvre proposées pour assurer que les travaux soient conformes aux prescriptions sanitaires en vigueur.

## 4.6 SITES POLLUÉS

La gestion des sites pollués intervient dans la réhabilitation des aires d'exploitation, lieux d'accident et sites de stockage de déchets qui seront potentiellement mobilisés par le principe de régénération du tissu bâti proposé par la VTT. La spécificité de cette thématique et la faible emprise spatiale des sites pollués à l'échelle du territoire ne permettent pas de la traiter dans le cadre

de la VTT, mais les planifications ultérieures devront tenir compte des emprises inscrites au cadastre des sites pollués. En effet, les assainissements à réaliser permettent la densification au sein de la tache urbaine existante et la mise à disposition de nouvelles surfaces en faveur de la biodiversité.

## 4.7 ADAPTATIONS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La thématique de la réduction des GES qui fait l'objet du chapitre 3.1 n'est pas traitée dans ce chapitre.

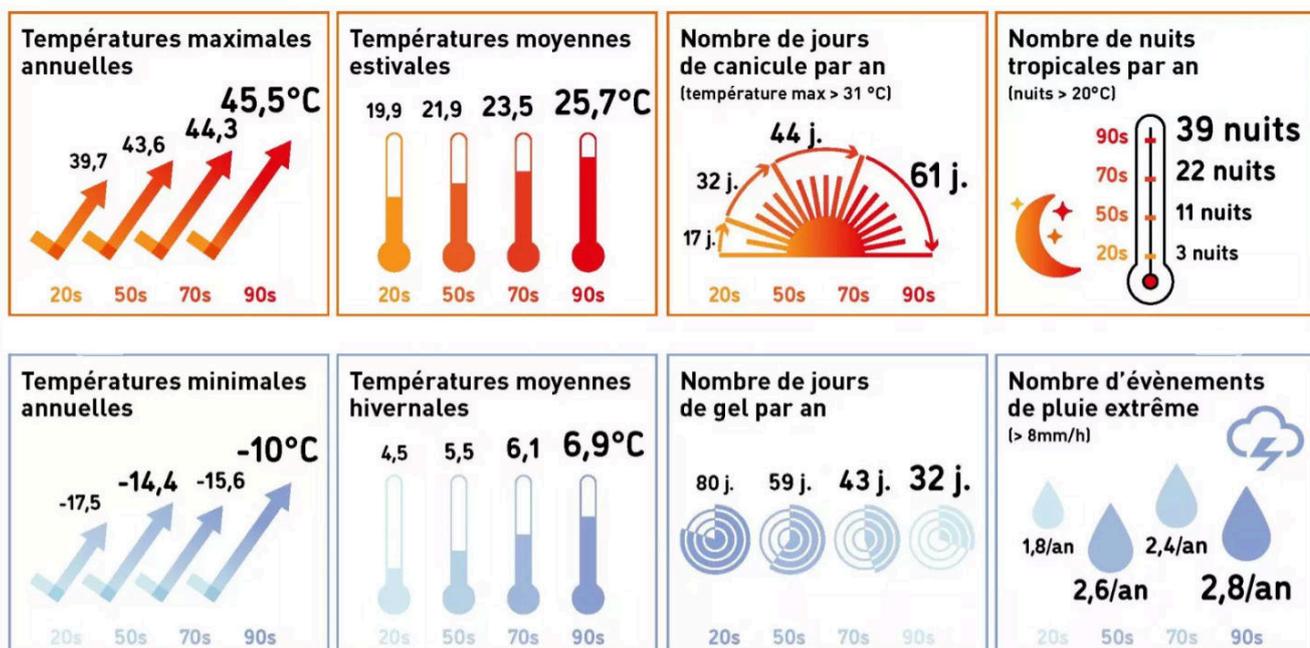
L'étude «Jumeaux climatiques dans le Grand Genève-Scénario RCP 8,5» établie par Guillaume Rohat en 2019 et basée sur le scénario tendanciel actuel SSP 8,5 du Giec (c'est-à-dire la poursuite d'un développement basé sur les énergies fossiles) met en évidence les principales évolutions climatiques que le territoire du Grand Genève pourrait connaître à l'horizon 2100 auxquels il conviendrait de se préparer. Ces dernières sont résumées dans la figure 3.

Cette même étude caractérise également le climat que pourrait connaître le Grand Genève à différents horizons temporels à travers l'approche dite des jumeaux climatiques. Cette méthodologie est basée sur une analyse statistique de nombreuses variables climatiques qui permet de lier le climat actuel d'une zone géographique avec le climat futur (ou passé) d'une autre. Selon cette étude, le climat du Grand Genève à l'horizon 2050 correspondrait au climat actuel de Bologne qui se caractérise par des hivers froids et humides avec des chutes de neige occasionnelles et des épisodes de gel fréquents des étés chauds et plutôt humides avec

une influence méditerranéenne dans le climat et la végétation limitée. À l'horizon 2100, le jumeau climatique du Grand Genève serait Lecce, en Italie, qui connaît des étés très chauds et très secs avec des pics de chaleur marqués et des épisodes pluvieux brefs et intenses (particulièrement à l'automne).

Au regard de ces évolutions climatiques potentielles, deux enjeux majeurs d'adaptation sont particulièrement prégnants au sein des espaces urbains du Grand Genève: la gestion des îlots de chaleur et la gestion des épisodes de crues. La densité des constructions et des infrastructures, le haut degré d'imperméabilisation des sols et l'aération restreinte créent des îlots de chaleur. Ce phénomène engendrant une hausse des températures est contraignant pour les personnes les plus vulnérables avec des risques accrus de décès prématurés ou encore de maladies cardio-vasculaires. Ce risque est d'autant plus marqué avec le vieillissement prévisible de la population du Grand Genève. Or, la VTT postule le principe d'une densification des espaces bâtis existants en vue de l'accueil d'environ 400 000 habitants et 160 000 emplois supplémentaires ce qui induit, d'une part une augmentation de la population concernée par le phénomène d'îlots de chaleur et d'autre part un renforcement potentiel de cet effet. Pour répondre à

Figure 3: Évolutions climatiques du Grand Genève selon le scénario SSP 8,5 du Giec (source de l'infographie : Jérôme Kasparian, Stéphane Goyette, 2022 à partir des travaux de Guillaume Rohat Jumeaux climatiques dans le Grand Genève-Scénario RCP 8,5, 2019)



cet enjeu, la VTT propose plusieurs modes d'action: la désimperméabilisation des sols, le renforcement de la canopée, la remise à ciel ouvert de cours d'eau dans les espaces bâtis et la mise en place d'un réseau socioécologique associé à la requalification différenciée des axes routiers. Ces modes d'action pourraient permettre de limiter l'effet îlot de chaleur et d'offrir aux habitants un meilleur accès à des espaces de fraîcheur. Les espaces publics, et notamment les espaces de voirie, constituent à ce titre des espaces stratégiques pour la mise en œuvre de ces modes d'action. Par exemple, la désimperméabilisation et la végétalisation de 10 % des espaces de voirie représenteraient une surface cumulée de l'ordre de 230 ha au sein de la tache urbaine du Grand Genève (ces derniers représentent environ 2700 ha de routes dans la tache urbaine). Ce type d'action permettrait également d'améliorer le confort climatique et donc l'attractivité des modes doux, composante primordiale de la décarbonation des modes de déplacement.

La modification du régime des précipitations devrait induire une augmentation de la fréquence des crues et de leur intensité. La VTT traite indirectement cet enjeu en mettant en avant les principes:

- D'amplification des cours d'eau et de protection des embouchures et des rives du lac qui permettent de maintenir libres et si besoin de réaménager des espaces suffisants pour la divagation des crues;
- De désimperméabilisation des sols qui permet de limiter le ruissellement dans les espaces urbains et de ralentir l'arrivée des précipitations au les cours d'eau;
- De non-augmentation de la population à proximité

## 4.8 ÉNERGIES

Du point de vue de la consommation énergétique, la VTT identifie plusieurs principes pouvant contribuer à une réduction des besoins.

Le principe MISE EN RÉSEAU À TRAVERS UN RÉSEAU HIERARCHISE DÉCARBONÉ vise à une transformation majeure des modes des déplacements dans le Grand Genève qui combine une réduction significative des prestations kilométriques parcourues en TIM et inversement une augmentation tout aussi significative des prestations kilométriques parcourues en modes doux et en transports en commun. Même sans prise en compte du principe de sobriété dans la mobilité (requestionner le besoin de se déplacer), et en associant cette transformation à la perspective d'une électrification des différents parcs de véhicules à l'horizon 2050, le territoire pourrait connaître une évolution significative de ces besoins énergétiques en matière de mobilité avec:

- Une diminution globale des besoins énergétiques dont la quantification reste à réaliser. D'une part, les rendements des moteurs électriques sont largement supérieurs aux moteurs thermiques et, d'autre part, le transport par rail est de loin le mode de déplacement le plus énergétiquement efficace.
- Une réduction très importante des besoins en énergies fossiles (carburant)

de ces espaces qui permet de ne pas aggraver la vulnérabilité de la population au danger d'inondation.

La modification des conditions climatiques aura également des incidences sur la disponibilité de la ressource en eau (pour l'eau potable et l'irrigation des cultures), sur l'agriculture (évolution des productions), les forêts (évolutions des essences), les milieux et les espèces (augmentation de la vulnérabilité voire disparition de certains milieux ou espèces), les risques naturels (renforcement voire apparition de certains risques sur le territoire comme le risque incendie) qui font également l'objet de modes d'action de la VTT (revitaliser les terrains agricoles et forestiers et préserver l'IE et les corridors écologiques par exemple), mais qui relèvent également d'autres de politiques publiques.

Pour la mise en œuvre de la VTT, les recommandations sont les suivantes pour cette thématique:

- Élargir l'analyse climatique établie récemment à l'échelle du Canton de Genève au Grand Genève pour offrir aux collectivités un outil commun d'analyse des projets d'aménagement sur les îlots de chaleur.
- Évaluer comment l'évolution des conditions climatiques est prise en compte dans les études de définition des cartes des dangers inondation et au besoin les adapter/documenter de nouveaux risques comme le risque incendie.
- Mettre en œuvre de certaines fiches-actions de PACTE: stratégie de renaturation des espaces urbains, contrats de rivière, etc.

- Une augmentation importante des besoins en énergie électrique, l'électrification des différents parcs de véhicules va créer une demande supplémentaire et qui nécessite l'élaboration d'une stratégie publique de gestion de la recharge qui tienne compte des autres consommations électriques (application des principes du smartgrid: lissage des pics de consommation, réinjection de courant depuis les batteries de véhicules, etc.) et des contraintes de réseau (puissance)

Le principe RÉGÉNÉRATION DES TISSUS BÂTIS vise également à la rénovation énergétique de 100 % du parc bâti à l'horizon 2050. L'atteinte de cet objectif permettrait notamment de réduire significativement les besoins globaux en énergies des bâtiments. Un taux d'assainissement de plus de 2 % par an du parc bâti doit par conséquent être atteint, sans certitude sur la disponibilité de la main-d'œuvre et des matériaux de construction. Il induirait également une modification significative des types d'énergies utilisées (réductions drastiques des besoins en énergies fossiles au bénéfice des énergies renouvelables, impliquant une augmentation des besoins en énergie électrique, etc.). Il implique également un investissement massif en énergie grise qui peut toutefois être atténué par l'usage de matériaux

bio-sourcés ou de réemploi. Là encore, le principe de la sobriété énergétique (redéfinir le besoin à la source) peut également s'ajouter.

Du point de vue de la production locale d'énergie, le principe CIRCULARISATION DES ÉNERGIES insiste sur le renforcement de la valorisation des ressources énergétiques locales renouvelables et sur la récupération tout en les conciliant avec les principes de l'axe 1 de la VTT concernant le Socle du Vivant. Plusieurs ressources énergétiques locales à valoriser sont ainsi identifiées dans la VTT (lac, bois, hydrologie, géothermie, biomasse pour le thermique, ainsi qu'hydroélectrique, éolien et

solaire). Toutefois, les conditions-cadres et les pesées d'intérêts permettant la valorisation durable de ces ressources dans le respect des autres principes de la VTT ne sont pas définies. Elles devront faire l'objet de démarches spécifiques dans le cadre de l'évolution des planifications sectorielles existantes dans les différents territoires du Grand Genève. Une attention particulière devra être portée sur le principe de « la bonne énergie au bon endroit », les profils de demande énergétique variant selon la typologie du parc bâti (logement actuel ou ancien, activité commerciale, activités industrielles, etc.).

## 4.9 DANGERS ET RISQUES

### Dangers/risques naturels

Les inondations et les mouvements de terrain sont les principaux dangers naturels présents auxquels est confronté le territoire. Avec l'évolution des conditions climatiques (cf. chapitre 5.7), la prise en compte de cette thématique environnementale dans l'aménagement du territoire devrait devenir de plus en plus prégnante à l'horizon 2050. Les inondations qu'a connues le bassin-versant de l'Arve au cours de l'hiver 2023-2024 (l'événement du mois de novembre 2023 présentait ainsi une période de retour estimée à 200 ans) ont ainsi pu mettre en évidence la sensibilité du territoire à des phénomènes d'inondation exceptionnels.

La gestion du danger inondation n'est pas mentionnée par la VTT, mais celle-ci la traite indirectement à travers les modes d'action suivants :

→ Les principes PRÉSERVATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE et REVITALISATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE constituent des conditions-cadres qui, associées à l'absence de densification à proximité des cours d'eau considérés dans l'étude des capacités d'accueil, permettent de ne pas aggraver la vulnérabilité de la population au danger d'inondation

dans les espaces liés à ces principes qui constituent généralement les secteurs les plus exposés. Ces principes offrent également des conditions-cadres favorables au développement de projet de renaturation des cours d'eau dans le cadre desquels les possibilités d'expansion des crues pourraient être accrues.

→ Le principe REVITALISATION DES ESPACES BATIS et l'inscription du territoire dans la perspective d'atteindre zéro artificialisation nette à l'horizon 2050 (cf. chapitre 3.5) permettent de limiter le ruissellement dans les espaces urbains et de ralentir l'arrivée des précipitations aux cours d'eau.

Tableau 7: communes concernées par des dangers naturels (Sources: DDRM Ain, DDRM Haute-Savoie, cartes des dangers du canton de Genève, cartes des dangers du canton de Vaud)

	Nombre de communes concernées par chaque type de danger naturel	Pourcentage
Inondation	181	87 %
Mouvements de terrain	152	73 %
Avalanche	12	6 %
Retrait/gonflement d'argile	19	9 %

La poursuite de l'intégration des cartes de dangers dans les documents de planification, associée à la déclinaison des modes d'action de la VTT mentionnés ci-dessus devraient ainsi contribuer à réduire la vulnérabilité du territoire au danger d'inondation.

Les dangers de mouvements de terrain (et d'autres dangers naturels) ne sont pas mentionnés par la VTT. Leur prise en compte est à effectuer dans les documents

de planification, notamment à travers la poursuite de l'intégration des cartes de danger existantes lors des révisions des planifications d'affectation.

Enfin, de manière générale, la prise en compte des effets du changement climatique sur l'évolution des dangers naturels nécessitera probablement une mise à jour des cartes de dangers existantes (notamment pour le danger inondation et pour le danger mouvement de terrain) ainsi que la prise en compte de nouveaux dangers (retrait-gonflement d'argile et feux de forêt notamment).

## Accidents majeurs/risques technologiques

Cette thématique n'est pas mentionnée par la VTT et la Charte. Toutefois, plusieurs dynamiques peuvent être mises en évidence:

→ Une augmentation possible de la population et d'emplois à proximité d'axes de transport (routes, voies ferrées) ou d'entreprises à risques existants. L'application des réglementations en vigueur sera ainsi à considérer dans les projets de densification. Elle pourrait induire une diminution du potentiel de densification au droit de ces infrastructures/entreprises.

→ La création de nouvelles infrastructures avec circulation de marchandises dangereuses. De nouveaux espaces urbains déjà bâtis accueillant des habitants et des emplois pourraient être ainsi soumis à une augmentation des risques. L'application des réglementations en vigueur sera ainsi à considérer dans ces projets. Au regard de la localisation de ces nouveaux axes, les espaces urbains concernés sont les suivants:

→ *Autoroute Thonon-Machilly: Mésinges (notamment sa ZA), Perrignier (notamment ses ZA), Lully, Bons-en-Chablais (notamment sa ZA), Crozet (notamment sa zone d'activités)*

→ *Voie ferrée Genève-Gex-Nyon (sous réserve que le trafic ferroviaire de marchandises soit autorisé sur cet axe): communes à préciser selon le tracé qui sera retenu et ses caractéristiques (surface ou souterrain)*

→ L'implantation de nouvelles activités à risques technologiques dans les zones d'activités en lien avec le principe CIRCULARISATION. L'application des réglementations en vigueur sera ainsi à considérer dans ses projets d'implantation.

→ L'électrification du parc de véhicules TIM et TP ainsi que la rénovation énergétique du parc bâti devraient contribuer à une diminution très importante de la demande locale en énergies fossiles (essence, mazout et gaz), mais à une augmentation de la demande en électricité locale décarbonée qui doit être intégrée dans la stratégie énergétique des territoires. Le trafic routier lié aux transports de ces dernières vers les consommateurs devrait ainsi être amené à diminuer également. Inversement le recours potentiellement accru à de nouvelles filières énergétiques (par exemple l'hydrogène) pourrait induire une modification du type de risques et de leur localisation.

## 4.10 AGRICULTURE

Un tiers du territoire est composé de cultures agricoles et de milieux ouverts, support d'activités essentielles qui participent également au patrimoine paysager de l'agglomération et constituent l'un des habitats de la faune et de la flore locale. Ces milieux sont structurants pour le territoire et façonnent le cadre de vie, depuis le grand paysage jusqu'à l'échelle du piéton.

Un travail exploratoire sur la mise en place d'un système alimentaire durable appliqué au territoire du Grand Genève a été réalisé par le bureau Solagro au cours de l'année 2022. Il met en évidence les éléments de diagnostic suivants:

→ Les surfaces agricoles représentent approximativement 64 000 ha. Elles se répartissent entre 60 % de surfaces herbagères (majoritairement dédiées à l'élevage bovin), 33 % de grandes cultures, 4 % de vignes et 3 % de cultures maraîchères et d'arboriculture. Le territoire présente ainsi une

agriculture diversifiée et qui bénéficie d'un territoire de consommation important. Toutefois, certaines dynamiques contribuent à la fragiliser notamment par l'artificialisation des terres agricoles et par un prix du foncier agricole très élevé. Ces deux dynamiques rendent particulièrement difficile la transmission des exploitations (et induisent une augmentation de leur taille moyenne). Par ailleurs, l'étude Solagro met en évidence l'enjeu de renforcer la résilience agricole du territoire, pour réduire la dépendance aux intrants extérieurs et adapter l'agriculture aux aléas croissants du dérèglement climatique.

→ La surface agricole pour nourrir 1 000 000 d'habitants, soit la population du Grand Genève en 2020 correspond à 428 000 ha en tenant compte du régime alimentaire actuel. Cette surface se porte à 600 000 ha en 2050 et en considérant 1 400 000 habitants et aucune évolution du régime alimentaire. Les surfaces agricoles du Grand courent

ainsi environ 15 % des besoins surfaciques actuels et 11 % des besoins à l'horizon 2050<sup>1</sup>. Au regard de ces ordres de grandeur, l'enjeu pour le territoire est de renforcer son autonomie alimentaire en réduisant ses importations et augmentant son taux de couverture des besoins alimentaires par les productions locales.

Les recommandations suivantes ont été émises sur l'agriculture et l'alimentation du Grand Genève dans le cadre du travail exploratoire. Elles sont mises en relation avec les principes et modes d'action de la VTT

→ **Agir sur l'alimentation : assiette et consommateurs.**

- *Accompagner l'évolution des régimes alimentaires : sensibilisation, formation, /restauration collective et offre locale adaptée*
- *Soutenir la consommation de produits bio et locaux*
- *Encourager la relocalisation de la consommation : agir sur le consommateur et le consentement à payer*
- *Agir contre la précarité alimentaire*
- *Encourager la réduction du gaspillage alimentaire*
- *Soutenir les actions déjà en place sur la restauration collective*

La VTT relaie en partie à ces recommandations à travers le principe «Circularisation» en encourageant notamment à la réduction des consommations des biens (donc y compris des consommations alimentaires) et au développement de points de ventes en circuits courts notamment dans les centres urbains.

→ **Agir sur le territoire et les filières**

- *Animer au niveau du Grand Genève un groupe d'échange sur la préservation du foncier agricole*
- *Expérimenter en faveur de l'accès au foncier agricole pour l'installation : solutions de portage foncier, recherche-innovation juridique*
- *Renforcer le développement de la transformation des produits en analysant les besoins du territoire*
- *Promouvoir le partage du risque dans les filières*
- *Définir un plan d'action au service de la transition alimentaire avec la grande distribution*

La VTT et ses recommandations sur le foncier agricole sont fortement liés. La VTT agit principalement sur la préservation des surfaces agricoles en limitant/modérant le rythme de l'extension de la tache urbaine. Toutefois, environ 550 ha de surfaces agricoles du territoire sont inclus dans des secteurs d'extension de la tache urbaine ou de projets d'infrastructures, soit environ 0,85 % des surfaces agricoles actuelles du territoire.

→ **Soutenir la production agricole**

- *Accompagner le changement de pratiques agricoles par la sensibilisation, l'information et la formation*
- *Soutenir la diversification des productions*
- *Expérimenter des formes innovantes d'accompagnement au changement de pratiques : paiements pour services environnementaux, marché public de prestation de service, partenariats hybrides public-privé*

La VTT fait écho à ces recommandations principalement à travers le principe «revitalisation des espaces agricoles» fondé sur la diversification des systèmes de production et l'évolution vers des pratiques plus écologiques selon les modes d'action suivants :

- Les filières agricoles et leurs systèmes de production ont poursuivi leur évolution vers des pratiques plus écologiques (protection des sols, diminution des intrants, sans labour, semis direct, diminution des intrants chimiques, régulation des ravageurs par auxiliaires, agroforesterie).
- L'irrigation est développée de manière ciblée, efficace et efficiente vis-à-vis de la ressource en eau ; la capacité de rétention hydrique et antiérosive des sols est restaurée.
- Les systèmes de production sont diversifiés en vue d'une sécurité alimentaire et d'une résilience face aux changements climatiques accrus.

Le principe «reconnexion en périphérie et à travers les urbanités» fait également écho à ces recommandations notamment à travers le mode d'action «mettre en place de lisières entre espaces ouverts et espaces bâtis» favorisant la diversification des productions dans ces espaces. Le principe «Préservation du réseau hydrographique, de l'infrastructure écologique et des corridors suprarégionaux» implique également une évolution des pratiques agricoles plus écologiques dans les espaces concernés.

## 4.11 PAYSAGES ET PATRIMOINE

Au sein de la tache urbaine, la VTT propose des principes et des modes d'action qui devraient contribuer positivement à une amélioration des qualités paysagères des espaces urbains :

→ **Principe REVITALISATION DES ESPACES BATIS** avec les

modes d'action en matière de désimperméabilisation des espaces publics et privés, de développement de la canopée et des projets de nature en ville.

- **Principes REVITALISATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE et PRÉSERVATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE** avec l'amplification des cours

<sup>1</sup> L'étude Solagro considère ici les ratios de l'étude de l'ADEME de 2020 « Empreinte sol, énergie, carbone de l'alimentation » : 1'300 m<sup>2</sup> pour un régime végétalien, 4'300 m<sup>2</sup> pour un mangeur moyen de viande (107 g/j), 6'000 m<sup>2</sup> pour un gros mangeur de viande (170 g/j).

- d'eau et la régénération des embouchures et rives du lac.
  - Principe de PRÉSERVATION DE L'INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE qui garantit la protection des espaces constitutifs de l'infrastructure écologique du territoire au sein des espaces bâtis.
  - Principe RECONNEXION PAR UN RÉSEAU SOCIO-ÉCOLOGIQUE visant à l'amélioration des qualités écologiques des abords des axes de mobilité et une interconnexion des composantes de l'infrastructure écologique.
  - Principe RECONNEXION EN LIMITE ET À TRAVERS LES TISSUS URBAINS avec la préservation de pénétrantes de verdure et la qualification paysagère et écologique des transitions entre les zones urbanisées et les espaces ouverts.
  - Principe MISE EN RÉSEAU À TRAVERS LA REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS avec des aménagements paysagers différenciés des espaces publics en fonction de leur statut dans la hiérarchie des réseaux de mobilité.
- La construction de nouveaux bâtiments au sein des extensions projetées de la tache urbaine;
  - La rénovation et la densification des tissus bâtis développées dans le principe RÉGÉNÉRATION DES TISSUS BÂTIS. La densification proposée est différenciée en fonction de polarités urbaines et des typologies de tissus bâtis. Ce sont ainsi les zones pavillonnaires des villes, des bourgs et des petites villes ainsi que les zones monofonctionnelles qui devraient connaître une densification importante et donc des transformations significatives de leurs caractéristiques paysagères.

En dehors de la tache urbaine, la VTT développe à travers l'ensemble de son axe 1 des principes et des modes d'action qui devraient également contribuer positivement au maintien, voire à l'amélioration des qualités des paysages agraires du territoire.

Inversement, des transformations paysagères notables sont à attendre aux abords des nouvelles infrastructures de transports en surface notamment pour les plus importantes d'entre elles: autoroute Thonon-Machilly, élargissement de l'autoroute A1 et liaison ferroviaire entre Genève, Gex et Nyon. Des mesures d'intégration paysagère de ces infrastructures sont ainsi à prévoir dans le cadre du développement de ces projets.

Certaines composantes de la VTT devraient également contribuer à une transformation significative des caractéristiques paysagères de certains espaces bâtis principalement à travers :

## 4.12 SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES

La protection et la préservation des sites et monuments historiques ne font pas l'objet d'une entrée spécifique dans les principes et modes d'action de la VTT. Cette thématique est identifiée dans les trésors de l'axe 2 de la VTT et fait l'objet d'une catégorie spécifique des tissus bâtis. Dans ce cadre, et en lien avec le travail sur les capacités d'accueil, la VTT prend en considération la forte sensibilité à la densification de ces espaces, souvent déjà densément construits, en prenant comme hypothèse une faible capacité d'accueil supplémentaire dans ces espaces.

Les principes enjeux à gérer au sein des tissus historiques seront de réussir à concilier la rénovation énergétique des bâtiments et la préservation de leurs caractéristiques architecturales, avec une focale particulière sur l'intégration du solaire en toiture et concevoir des projets de transformation des espaces publics historiques qui associent la préservation de leurs caractéristiques historiques et l'intégration des principes de l'axe 1 de la VTT.

## 4.13 ARCHÉOLOGIE

Cette thématique, qui relève d'une échelle de prise en compte et d'analyse qui n'est pas celle de la VTT, sera à intégrer dans les planifications ultérieures en prenant en considération les réglementations en vigueur.

---

# 5 ANNEXES

---

# ANNEXE 1: SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION DU PROJET D'AGGLOMÉRATION DE 4E GÉNÉRATION

En amont de l'évaluation de la VTT, un test de la méthodologie d'évaluation proposée a été effectué à partir du projet d'agglomération de 4e génération (PA4). En effet, ce document élaboré en juin 2021 est le plus récent qui recense les différentes politiques publiques franco-valdo-genevoises en matière d'aménagement du territoire à l'horizon 2030 – 2040. Ce test a permis de mettre en évidence que les objectifs environnementaux de la Charte ne sont majoritairement pas atteints avec les planifications actuelles :

- La réduction des émissions de GES liées aux déplacements locaux de personnes est insuffisante pour s'inscrire dans la trajectoire d'atteinte de la neutralité carbone pour ce poste d'émission. En effet, malgré une réduction de la part modale des TIM, les prestations kilométriques de ce mode connaissent une augmentation nette, d'environ 18 %. Ainsi, selon la modélisation effectuée par ATMO Rhône-Alpes avec le modèle G2AME, les émissions de CO2 diminuent de l'ordre de -20 % entre 2020 et 2040 en grande partie du fait de l'amélioration des performances techniques des véhicules (électrification et norme Euro6). Se référer au PA4 pour les détails.
- La croissance du rythme de la consommation foncière ne s'inscrit pas dans la trajectoire permettant d'atteindre le zéro artificialisation nette en 2050. Ainsi, la tache urbaine selon les planifications en vigueur et les projets urbains du PA4 s'étendrait d'environ 4'000 ha par rapport à la situation de 2022. À l'extension de la tache urbaine, s'ajoutent également des emprises liées à la réalisation d'infrastructures de transports.
- L'extension de la tache urbaine et des projets d'infrastructures au sein de « réservoirs écologiques » est de l'ordre de 500 à 600 ha pouvant induire des pertes d'habitats naturels non protégés réglementairement. Ces emprises concernent principalement des espaces agricoles et urbains anthropisés (cultures et végétation urbaine).
- Concernant les émissions de polluants atmosphériques, et malgré une augmentation nette des prestations kilométriques TIM et TP, les émissions de polluants sont en baisse grâce de l'amélioration des performances techniques des véhicules (électrification et norme Euro6).

globalement une diminution des charges de trafic dans les milieux urbains denses et les secteurs résidentiels en orientant le trafic de transit sur les axes régionaux et en améliorant la répartition modale au profit des transports publics et des mobilités douces. Elles permettent ainsi de réduire les immissions sonores liées au trafic à proximité des récepteurs sensibles. Cependant, l'augmentation des prestations kilométriques de transports individuels motorisés peut conduire à accroître le niveau de bruit sur les axes déjà identifiés comme sensibles ou dégrader la situation sur certains axes actuellement non considérés comme sensibles.

Le test sur le PA4 a ainsi mis en évidence que les objectifs de la Charte ne sont majoritairement pas atteints avec nos planifications actuelles à l'horizon 2030-2040 et que la VTT se devait de proposer des mesures et actions concrètes fortes, ambitieuses et lucides. Il a aussi permis de montrer les limites de l'exercice et d'optimiser la méthode d'évaluation environnementale stratégique adaptée à la VTT.

- Concernant le bruit, les mesures du PA4 entraînent

# ANNEXE 2: LES PRINCIPALES COMPOSANTES DE LA VTT MOBILISÉES POUR L'ÉVALUATION

## LES CAPACITÉS D'ACCUEIL

La méthodologie générale pour la définition des capacités d'accueil est présentée dans l'étude dédiée et annexée à la VTT.

## ÉVOLUTION DE LA TACHE URBAINE

### La tache urbaine 2022

Le Grand Genève produit régulièrement une cartographie de la tache urbaine qui représente un état schématique de l'emprise du tissu bâti dans le Grand Genève. Elle est construite à partir de plusieurs sources de données liées aux bâtiments auxquels est appliquée une zone tampon de 25 m (la méthodologie de constitution de la tache urbaine est détaillée sur ce lien internet: <https://ge.ch/sitg/fiche/2042>). La méthodologie de définition de la tache urbaine n'intègre donc pas certains espaces artificialisés,

mais non bâtis (infrastructures de transports, aires de stationnement, zones sportives et de loisirs, carrières, etc.). Inversement, certains espaces non bâtis naturels et agricoles sont intégrés dans la tache urbaine. Malgré ces limites, la superposition des taches urbaines 2005, 2015, 2022 permet de donner un ordre de grandeur sur la consommation de surfaces non bâties par le tissu bâti. Sa dernière version en date 2022 constitue la donnée de base de référence.

### Projection de la tache urbaine 2050

La VTT affirme un principe de non-extension du territoire urbanisé existant en 2022, il convient toutefois de prendre en considération certains projets d'aménagement dont la réalisation à l'horizon 2050 (et plus probablement à l'horizon 2030/2035) est assurée du fait de leur état d'avancement. Aussi, la projection de la tache urbaine 2050 est constituée globalement de la combinaison de la tache urbaine 2022 présentée précédemment et des zones à bâtir actuelles et futures prises en compte pour l'estimation des capacités d'accueil de la VTT (version du 7.02.2024).

Plus spécifiquement, la projection de la tache urbaine 2050 est basée sur les sources de données et hypothèses suivantes:

1. La tache urbaine 2022 selon la géodonnée du SITG.
2. Les secteurs en extension de la tache urbaine 2022 pris en compte pour l'estimation des capacités d'accueil de la VTT.
3. Le nettoyage effectué par l'Office de l'urbanisme sur l'évolution de la tache urbaine du canton de Genève (géodonnée transmise le 31.01.24). Les retours en zone agricole du PDCn, les zones inconstructibles (forêts, autoroute, ruisseau, parcs publics, etc.) qui bien que zonées ne pourront pas faire l'objet de constructions. Les périmètres en extension prévus par le PDCn à l'horizon 2040 ne sont pas pris en compte.
4. Les espaces non bâtis inclus dans la tache urbaine 2022 (enclaves) et affectés en zone à bâtir<sup>1</sup> selon les planifications en vigueur en 2020. En effet, il est fait l'hypothèse que la plupart de ces « enclaves », dont la surface moyenne est de 8000 m<sup>2</sup>, fassent l'objet de changement d'affectation à l'horizon 2050 (sous réserve bien entendu des décisions qui pourront être prises par les collectivités en charge des plans d'affectation au cours des prochaines révisions).

<sup>1</sup> Les zones à bâtir ont été extraites de la géodonnée zone d'affectation simplifiée du Grand Genève basée sur les documents d'affectation en vigueur au 28/02/2020. Celle-ci propose une carte simplifiée et harmonisée de l'affectation du sol dans l'agglomération mise à jour tous les 5 ans. La prochaine version de cette cartographie est attendue courant 2025.

Cette projection de la tache urbaine 2050 a ensuite été catégorisée en 4 catégories :

- Tache urbaine 2022: secteurs de la projection de la tache urbaine 2050 compris dans la tache urbaine 2022. Ils représentent une surface de 33292 ha.
- Enclaves en zone à bâtir: secteurs non bâtis enclavés dans la tache urbaine 2022 et affectés en zone à bâtir. Ils représentent une surface de 435 ha.
- Extensions de la tache urbaine 2022 liées à des projets d'aménagement identifiés: les principaux projets d'aménagement en extension de la tache urbaine 2022 pris en considération sont listés dans la figure suivante. Ils représentent une surface de 232 ha.
- Autres extensions potentielles: Il s'agit uniquement de secteurs du canton de Genève affectés en zone

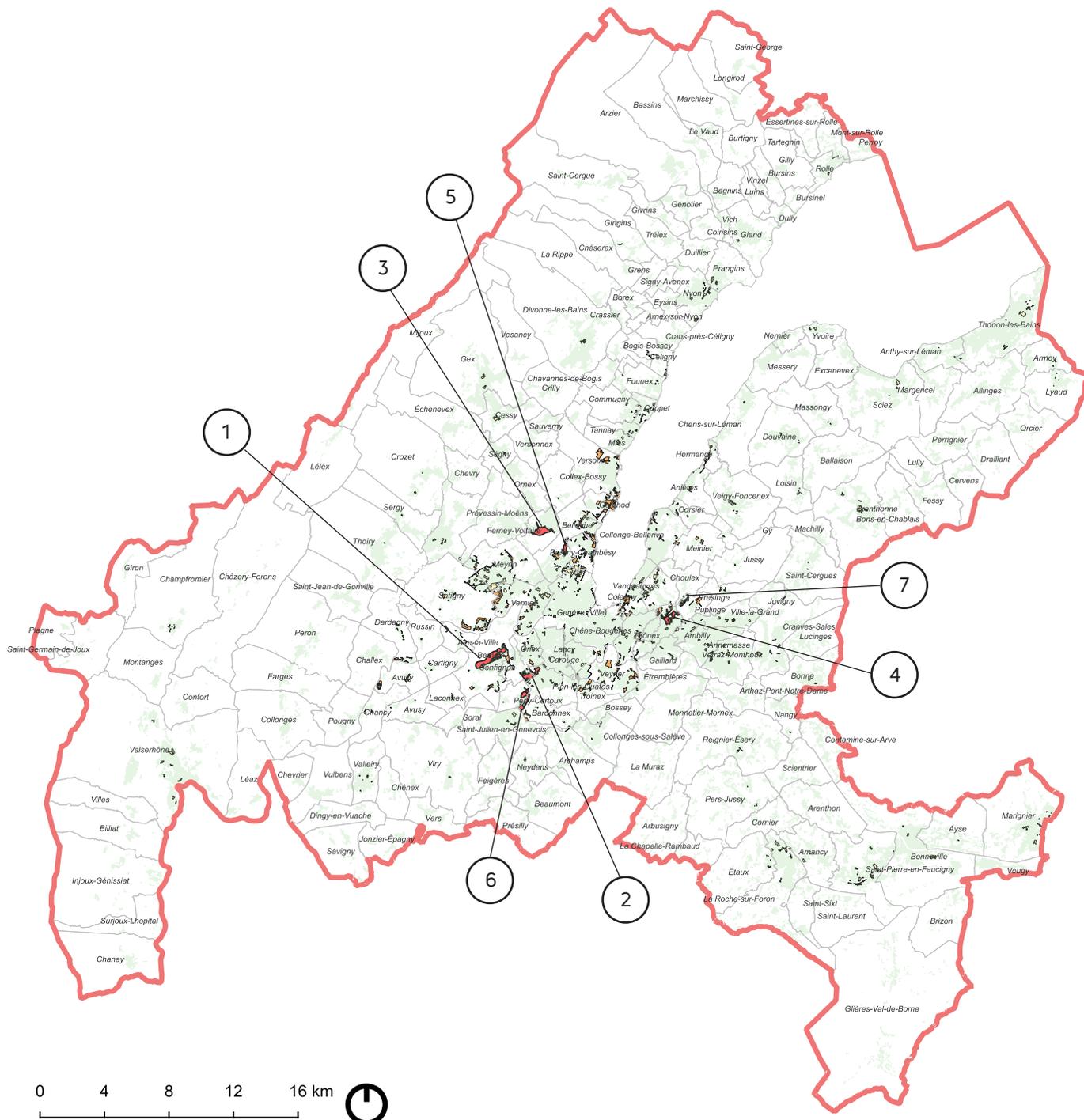
en bâtir et localisés en périphérie de la tache urbaine 2022. On notera que certains de ces secteurs sont d'ores et déjà artificialisés (surface de parking ou de stockage, équipements de sports et de loisirs de plein air, etc.). Ils représentent une surface de 449 ha.

Cette projection de la tache urbaine 2050 constitue donc une première approximation théorique cohérente avec l'estimation des capacités d'accueil de la VTT. Il est ainsi probable que tous espaces identifiés comme extensions ou enclaves ne seront pas tous artificialisés à l'horizon 2050. Inversement, l'artificialisation d'espaces non identifiés dans la projection de la tache urbaine est possible. En effet, des espaces actuellement affectés en zone à bâtir en extension de la tache urbaine 2022 pourraient être construits d'ici à ce que les planifications d'affectation soient révisées en cohérence avec les orientations de la VTT. Cette projection devra donc être vérifiée, consolidée et adaptée dans le cadre des processus de planification ultérieurs.

**Tableau 8 : Principaux projets d'aménagement en extension de la tache urbaine considérés dans l'EES.**

Numéro	Nom du projet d'aménagement	Estimation de l'extension de la tache urbaine induite par le projet d'aménagement (en ha)
1	Bernex Nord	75 ha
2	Les Cherpines	37 ha
3	ZAC Terrinnov	37 ha
4	Les communaux d'Ambilly	33 ha
5	Perly	31 ha
6	Pré-du-Stand	12 ha
7	Extension de la prison de Champ Dollon	7 ha

Carte 1: Projection de la tache urbaine 2050 (carte indicative)



Projection de la tache urbaine 2050 considérée dans l'EES

- Tache urbaine 2022
- Enclaves en zone à bâtir
- Extensions potentielles de la tache urbaine
- Extensions potentielles de la tache urbaine (Projets urbains)

## LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

La stratégie multimodale transfrontalière, intégrée dans la VTT, définit les principes suivants concernant l'évolution des infrastructures de transport :

→ Un principe de développement du réseau ferroviaire dont l'aménagement se fait en dehors du réseau viaire et notamment en sous-sol afin d'assurer une offre ferroviaire qui relie les polarités principales. Dans cette perspective, la stratégie multimodale transfrontalière prévoit en premier lieu un renforcement des capacités et cadences du réseau ferroviaire existant associé à la création de nouvelles gares/haltes sur ce dernier et en second lieu de nouvelles infrastructures ferroviaires :

- *La création des diamétrales nord et sud en cœur d'agglomération*
- *La création d'un second axe ferroviaire entre Genève et Lausanne*
- *La création d'un nouvel axe ferroviaire Genève - Saint-Genis-Pouilly - Gex*
- *La création d'un nouvel axe ferroviaire Gex - Divonne-les-Bains - Nyon*

→ Un principe de non-extension du réseau de voirie et une réaffectation des capacités routières en section et aux intersections pour assurer le développement des réseaux alternatifs en modes doux et en transports publics. Ce principe s'applique notamment aux axes TP structurants projetés (BHNS, tramway et bus express). Plusieurs exceptions sont faites à ce principe pour :

- *L'élargissement de l'A1 entre Genève et Nyon associée aux réaménagements de l'échangeur de Bernex à l'horizon 2040,*
- *La création d'une nouvelle autoroute dans le*

*Chablais (2030),*

- *La création du barreau de Montfleury (horizon 2030)*
- *Le boulevard des Abarois (horizon 2030).*
- *Le contournement sud de Perly et la création d'un axe de tramway entre Genève et Saint-Julien-en-Genevois (horizon 2030).*
- *Il convient également de signaler que ce principe de non-extension du réseau de voirie pourrait ne pas être tenu sur des tronçons de voirie trop étroits pour l'insertion de pistes cyclables (par exemple sur des routes hors localités) et pour la création de voies prioritaires pour certains projets de TP structurants. Au stade de la VTT, il n'est cependant pas possible de localiser et de quantifier l'ensemble de ces emprises.*

→ Une requalification générale du réseau viaire fondé sur six catégories de voirie: l'allée, la rue, l'avenue, la route, la voie verte et la voie rapide. Pour chaque catégorie de voirie et chaque niveau de typologie territoriale définie par la VTT, la stratégie multimodale définit des modalités d'aménagement du réseau viaire en matière de mixité des usages, de réduction des vitesses, de gestion du stationnement et d'aménagements paysagers.

Au regard de ces principes, une liste des projets d'infrastructures pris en compte par la VTT et induisant des emprises au sol hors infrastructures existantes ou en sous-sol significatives a été établie. Elle est résumée dans le tableau 9 ci-après. L'estimation des emprises et des caractéristiques des différentes infrastructures est basée sur les sources et hypothèses mentionnées dans le tableau 10 ci-après.

Tableau 9: Infrastructures de transports pris en compte dans le cadre de l'EES

Numéro	Nom de l'infrastructure	Type d'infrastructure	Caractéristique	Emprises estimées en ha	Linéaire estimé en km
1	Élargissement de l'autoroute A1 entre Genève et Nyon	Route	En surface	18	20
2	Autoroute Thonon-Machilly	Route	En surface	134	16,5
3	Barreau de Montfleury et demi-jonction	Route	En surface	2,5	1,7
			Souterrain	0,2	
4	Boulevard des Abarois	Route	En surface	9	2,5
5	BHNS Saint-Genis	Route	En surface	1,1 ha	1
6	Axe tram entre Genève et St-Julien-en-Genevois et route de desserte de Perly	Route - Rail	En surface	12 (en partie sur voirie existante)	1.3 km (uniquement route de desserte)
7	Nouvelle liaison Genève - St-Genis-Pouilly - Gex	Rail	En surface	13	9
			Souterrain	9	6
8	Nouvelle liaison Gex - Divonne-les-Bains - Nyon	Rail	En surface	14	9
			Souterrain	12	8
9	Diamétrale Sud Lancy-Pont-Rouge Saint-Julien-en-Genevois	Rail	Souterrain	11	7,5
10	Diamétrale Nord ZIMEYSA - Meyrin-Cité-Aéroport-Nations-Cornavin	Rail	Souterrain	14	9,5
11	Tram Ferney (tronçon ZAC Terrinnov)	Rail	En surface	0,8	1
12	Nouvelle ligne ferroviaire Lausanne-Genève	Le principe de cette nouvelle ligne ferroviaire est inscrit dans la VTT. Toutefois, les études préalables étant à leur stade initial, il n'est pas possible de définir les principales caractéristiques de cette infrastructure. Elle n'est donc pas considérée dans l'EES.			

Tableau 10 : Sources et hypothèses prises en considération pour l'estimation des emprises des infrastructures de transports

Nom de l'infrastructure	Sources et hypothèses considérées
Élargissement de l'autoroute A1 entre Genève Nyon	Ajout d'une bande de 3,8 m de part et d'autre du tracé actuel depuis l'échangeur du Grand-Saconnex à Nyon
Jonction Bernex	Numérisation du plan PB_situation_230505-1-2000.pdf
Autoroute Thonon-Machilly	Numérisation de l'emprise selon l'étude d'impact du dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique de la liaison autoroutière concédée entre Machilly et Thonon-les-Bains (avril 2018). Documents disponibles à l'adresse : <a href="https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/enquete-d-utilite-publique-du-lundi-4-juin-au-a14318.html">https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/enquete-d-utilite-publique-du-lundi-4-juin-au-a14318.html</a>
Barreau de Montfleury	Numérisation de l'emprise selon le rapport d'impact provisoire du projet du barreau de Montfleury (Ecotech, mai 2021)
Boulevard des Abarois	Emprises fournies par l'OU en format shp en date du 9.02.2024
BHNS Saint-Genis	Emprises fournies en date du 14.02.2024
Axe tram entre Genève et St-Julien-en-Genevois et route de desserte de Perly	Emprises fournies par l'OU en format shp en date du 9.02.2024
Nouvelle liaison Genève - Gex-Nyon	Tracé selon données SIG produites dans le cadre de la VTT Largeur considérée de l'infrastructure : 15 m pour 2 voies Infrastructure considérée en souterrain au sein de la tache urbaine 2022 et en surface hors de la TU 2022
Diamétrale Sud Lancy-Pont-Rouge Saint-Julien-en-Genevois	Tracé selon la donnée SIG produite dans le cadre de la VTT « projets-infrastructures-VTT » en date du 15.01.2024 Largeur considérée de l'infrastructure : 15 m pour 2 voies Infrastructure considérée en souterrain entre Lancy-Pont-Rouge et Les Cherpines (A1) et entre la frontière et Saint-Julien-en-Genevois et en surface entre les Cherpines (A1) et la frontière
Diamétrale Nord ZIMEYSA - Meyrin-Cité	Tracé selon la donnée SIG produite dans le cadre de la VTT « projets-infrastructures-VTT » en date du 15.01.2024 Largeur considérée de l'infrastructure : 15 m pour 2 voies Infrastructure considérée en souterrain sur l'ensemble de son tracé
Tram Ferney	Tracé selon la donnée SIG produite dans le cadre de la VTT « projets-infrastructures-VTT » en date du 15.01.2024 Largeur considérée de l'infrastructure : 8 m pour 2 voies Infrastructure considérée en surface sur l'ensemble de son tracé. Seul le tronçon final est considéré puisque ce dernier nécessite la création d'une nouvelle route.

## LES PRESTATIONS KILOMÉTRIQUES

La méthodologie et les hypothèses de calcul visant à estimer l'évolution des prestations kilométriques à l'horizon 2050 pour les transports individuels motorisés (TIM), les transports publics (TP) et les modes doux (MD) sont établies par Transitec, mandataire de la stratégie multimodale transfrontalière (document 9000\_2209-not-mbe-1b-Méthode\_Presta\_KM\_note-explicative.docx dans sa version du 15 février 2024).

L'évaluation des prestations kilométriques considère trois sources de données et, de fait, traite spécifiquement les objets suivants :

- les déplacements INTERNES aux macrozones ;
- les déplacements ENTRE les macrozones abordés sur la base de l'analyse aux écrans menée dans le cadre de Stratégie multimodale transfrontalière 2050 (SMT 2050) ;
- les déplacements ENTRE les macrozones complémentaires n'étant pas prises en compte à travers les écrans précités.

Pour les déplacements INTERNES aux macrozones

Une typologie de territoire est affectée à chaque MICROzone selon la nouvelle typologie portée par la VTT, ceci en fonction des principes de correspondance ci-dessous (à ce stade, travail de calage sommaire des précédentes analyses menées sur la base des typologies du PA4 et de l'étude traitant du Territoire des courtes distances) :

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
TIM	5%	10%	10%	10%	15%	20%
MD	70%	70%	60%	60%	55%	60%
TP	25%	20%	30%	30%	30%	20%

Le nombre de déplacements « TJOM » par MACROzone par mode et par typologie est établi en multipliant le nombre total de déplacements « TJOM » (horizon 2050, selon MMT) par typologie avec la part modale par mode et par typologie.

Les distances journalières « TJOM » (prestations kilométriques) réalisées par modes et par MACROzone sont établies en multipliant les déplacements « TJOM »

- Cœur d'agglomération: t1 proximité intense ;
- Polarité principale: t2 proximité ;
- Polarité secondaire: t3 proximité réduite ;
- Satellite: t4 équipements basiques ;
- Constellations: t5 équipements faibles ;
- Autres: t7 nature ;

La part relative (poids) des différentes typologies (6) au sein de chaque MACROzone (maillage de base pour la SMT 2050) est établie sur la base des répartitions habitants-emplois par MICROzone en 2016 (à ce stade, en l'absence des données 2050 par MICROzone).

Le nombre total de déplacements « TJOM » par MACROzone et par typologie est établi en multipliant la part relative de chaque typologie par le nombre de déplacements « TJOM » total INTERNES aux MACROzone à l'horizon 2050 (selon MMT) ;

Une répartition modale est définie pour chacune des typologies sur la base de la distribution actuelle des déplacements journaliers par typologie (donnée issue de l'étude traitant du Territoire des courtes distances), elle considère la tenue des objectifs climatiques pour les TIM et un redressement pondéré de la part des MD et des TP. Le tableau suivant présente la répartition modale considérée :

par mode avec une moyenne des distances par mode et par MACROzone calculée sur la base des extractions du MMT.

Les prestations kilométriques annuelles par mode et par MACROzone sont établies sur la base d'un ratio TJM/TJOM de 0.875 et d'un nombre annuel de jours de 365.

Les prestations kilométriques annuelles par mode pour les déplacements INTERNES au MACROzone résultent de l'addition des valeurs de l'ensemble des MACROzone.

### Pour les déplacements ENTRE les macrozones appréhendés au travers des écrans

Une nouvelle répartition modale aux écrans (par rapport à la répartition modale définie dans le cadre de la SMT 2050) est établie en tenant compte d'une réduction des capacités routières par axe. Les nouvelles capacités théoriques considérées sont les suivantes :

- Les routes principales et secondaires hors localité

passent d'une capacité de 1500/1200 véh/h en section à une capacité de 600 véh/h en section ;

- Les routes principales, collectrices principales et collectrices secondaires en localité passent de 900/600/500 véh/h en section à une capacité de 200 véh/h en section ;

Les capacités utilisées actuelles sur le réseau routier aux différents écrans sont conservées pour définir le nombre de déplacements opérés en TIM par écran.

Sur la base de la demande horaire par sens projetée à l'horizon 2050 (selon MMT), l'affectation sur le TP et les MD des déplacements non réalisés en TIM est opérée en fonction des classes de distances (comme au travers de l'analyse aux écrans menée dans le cadre de la SMT 2050);

Le nombre de déplacements horaires par mode (un seul sens, selon les données de base traitées aux écrans) et par écran est établi en multipliant la répartition modale par écran et la demande horaire projetée par écran (un seul sens, horizon 2050, selon MMT);

Le nombre de déplacements journaliers «TJOM» par mode et par écran est établi à travers un ratio considérant les valeurs heures de pointe et journalières par écran issu du MMT (horizon 2050);

Les distances journalières «TJOM» (prestations kilométriques) réalisées par modes et par écran sont établies en multipliant les déplacements «TJOM» par mode avec une moyenne pondérée des distances (tous modes) entre les centroïdes des macrozone en fonction du nombre de déplacements entre les macrozones;

Les prestations kilométriques annuelles par mode et par écran sont établies sur la base d'un ratio TJM/TJOM de 0.875 et d'un nombre annuel de jours de 365.

Les prestations kilométriques annuelles par mode pour les déplacements ENTRE les macrozone aux écrans résultent de l'addition des valeurs de l'ensemble des écrans.

## Pour les déplacements ENTRE les macrozones complémentaires (hors écrans)

Le nombre de déplacements journaliers «TJOM» complémentaires en échange (qui correspond aux déplacements non touchés par l'analyse aux écrans) résulte de la soustraction entre le nombre total de déplacements journaliers «TJOM» en échange à l'horizon 2050 issus du MMT et le nombre de déplacements journaliers «TJOM» par mode et par écran.

Une répartition modale moyenne pondérée est calculée sur la base de l'analyse aux écrans. Elle définit les parts modales suivantes: TIM (25 %), TP (42 %) et MD (33 %).

Le nombre de déplacements «TJOM» par mode est établi en multipliant le nombre de déplacements complémentaires «TJOM» (horizon 2050) avec la part modale par mode.

Les distances (prestations kilométriques) réalisées par modes sont établies en multipliant les déplacements «TJOM» par mode avec une moyenne pondérée des distances (tous modes) calculée sur la base de l'analyse aux écrans.

Les prestations kilométriques annuelles par mode pour les déplacements complémentaires ENTRE les macrozone sont établies sur la base d'un ratio TJM/TJOM de 0.875 et d'un nombre annuel de jours de 365.

## Prestations kilométriques par année et par mode

Les prestations kilométriques totales par année et par modes à l'horizon 2050 résultent de l'addition des résultats des calculs définis ci-avant.

Un redressement linéaire considérant l'évolution globale des habitants et des emplois a enfin été réalisé.

L'estimation des prestations kilométriques à l'horizon 2050 est synthétisée dans la figure suivante.

Tableau 11: Estimation des prestations kilométriques à l'horizon 2050

	Modes doux	Transports publics	Transport individuel motorisé	Total
Km parcourus VTT 2020 par an total (selon PA4)	3 101 000 000	4 033 000 000	15 064 000 000	22 198 000 000
Km parcourus VTT 2020 par an et par habitant (selon PA4)	2 977	3 871	14 459	21 307
Parts modales VTT 2020 (selon PA4)	14 %	18,2%	67,9%	100%
Km parcourus VTT 2050 par an total	12 868 877 644	14 491 924 145	9 143 593 317	36 504 395 106
Km parcourus VTT 2050 par an et par habitant	7 292	8 211	5 181	20 684
Parts modales VTT 2050	35%	40%	25 %	100%

## LE SOCLE DU VIVANT

Dans le cadre de la définition de la vision territoriale transfrontalière (VTT) 2050, un groupe de travail a été constitué pour cartographier le « Socle du vivant » sur le territoire du Grand Genève, à l'échelle du 1: 100 000.

Le « Socle du vivant » de la Vision Territoriale Transfrontalière (VTT), constitue l'ensemble de la biodiversité, des ressources naturelles biotiques et abiotiques (air, sol, eau, énergie) et paysagères du Grand Genève, ainsi que l'ensemble des processus et cycles écologiques qui leur sont associés. L'infrastructure écologique, le réseau hydrographique amplifié et les services écosystémiques font pleinement partie du socle du vivant. Ces derniers représentent les multiples avantages fournis par la nature, également bénéfiques aux activités humaines, à la qualité de vie, au bien-être et à la santé de la population du Grand Genève.

Toutes les composantes du socle du vivant sont indispensables à la vie des habitantes et habitants du Grand Genève ainsi qu'à tous les autres êtres vivants qui peuplent et traversent le territoire.

La préservation, la reconnexion et la revitalisation du socle du vivant sont des objectifs et tâches clés de l'aménagement du territoire et de la transition écologique. Ces actions renforcent la résilience du territoire. La Vision Territoriale Transfrontalière les concrétise.

Cette cartographie est basée sur l'étude de définition de l'infrastructure écologique du Grand Genève réalisée courant 2022-2023. Celle-ci a permis d'appliquer au territoire du Grand Genève une méthode d'analyse établie par GE-21 à l'échelle du canton de Genève qui synthétise l'ensemble des connaissances disponibles sur la biodiversité couvrant et hiérarchisant l'ensemble du territoire du Grand Genève (sans le lac ni les cours d'eau) d'un point de vue de la valeur relative de biodiversité en chaque point selon quatre piliers d'information: Composition, Structure, Connectivité et Services écosystémiques. Cette méthode d'analyse, d'agrégation et de compilation de milliers de données permet d'identifier les aires naturelles ayant le plus grand intérêt écologique pour le territoire, qu'il s'agit donc de conserver pour répondre l'objectif 3 de la Charte. À partir de ce diagnostic de biodiversité, il est possible d'extraire « l'infrastructure écologique » du territoire en retenant, en cohérence avec les objectifs d'Aichi, les 17 meilleurs % du territoire qui constituent des zones nodales et les 13 meilleurs % suivants qui représentent les zones relais.

On relèvera, avec les auteurs de cette étude que « l'infrastructure écologique du Grand Genève et ses composantes (cartographies, rapport et autres livrables)

sont des outils de travail et d'analyse technique pour la construction de la Vision territoriale transfrontalière (et pour l'élaboration des prochaines générations de projets d'agglomération) ou des données de base dans de futurs travaux tels que l'élaboration de la trame noire transfrontalière. Elle n'est donc pas opposable et ne se substitue pas aux infrastructures écologiques des collectivités du territoire nécessaires pour l'analyse des effets de mesures opérationnelles ».

En réalisant les données produites dans le cadre de l'étude de l'infrastructure écologique du territoire, le groupe de travail mentionné précédemment a défini la cartographie du socle du Vivant qui a été intégrée dans la VTT. Cette dernière permet de catégoriser l'entier du territoire du Grand Genève (hors lac) en trois ensembles :

- L'infrastructure écologique amplifiée associée aux abords des cours d'eau. L'infrastructure écologique amplifiée correspond à la fusion des 30 % meilleures valeurs du diagnostic de biodiversité de chaque territoire administratif du Grand Genève (Canton de Genève, Région de Nyon et Pôle métropolitain du Genevois Français). Elle a été complétée en intégrant un espace tampon de 50 m autour des cours d'eau. Elle constitue l'armature du socle du vivant au sein de laquelle les valeurs écologiques sont à conserver et amplifier.
- La matrice de haute qualité. Elle correspond aux 20 % suivants combinée avec les 5 meilleurs déciles de la carte des priorités de connectivité des espèces animales. Cette carte, issue des travaux de l'HEPIA sur la connectivité animale au sein du territoire du Grand Genève, identifie les surfaces favorables à la connectivité de plusieurs espèces animales différentes. Toutes les espèces ne se déplacent pas au sein de mêmes trames, mais il se peut qu'elles se retrouvent à emprunter des corridors similaires. Les meilleurs 50 % de cette carte, combinés aux meilleurs 20 % suivants de diagnostic de biodiversité constituent ensemble la matrice de haute qualité.
- Les surfaces à haut potentiel de compensation. Elle correspond au reste du territoire non compris dans l'infrastructure écologique amplifiée et dans la matrice de haute qualité. Les zones fortement urbanisées se trouvent au sein de cette matrice, ainsi que les milieux de faible qualité biologique (généralement anthropisés).



## Les corridors du Grand Genève

Le groupe de travail constitué pour cartographier le «Socle du vivant» sur le territoire du Grand Genève, a également proposé une carte synthétique du Grand Genève qui illustre la situation actuelle en matière de corridors grande faune sur tout le territoire du Grand Genève. Ces éléments sont intégrés dans la VTT. La description de cette cartographie reprend les textes présentés dans la note d'accompagnement des cartes mises à disposition le 02.02.2024.

Les informations figurant sur la carte sont basées sur la carte des corridors grande faune maintenue à jour depuis une vingtaine d'années par l'Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN) en collaboration avec des partenaires transfrontaliers, les cartes de modélisation des mouvements du cerf produit par l'HEPIA et les informations locales fournies par les partenaires transfrontaliers ces dernières semaines. Il s'agit d'une carte de synthèse, dont la précision est adaptée à une planification du Grand Genève. De nombreux détails pourront ou devront être précisés ultérieurement dans le cadre de planifications plus locales. Cette carte ne se substitue pas aux cartographies des corridors identifiées dans les différents documents de planification (PDCn genevois et vaudois, SRADDET AURA, SCOT, etc.).

La cartographie des corridors grande faune identifie ainsi:

- **la perméabilité du territoire du Grand Genève pour la grande faune selon trois catégories:**
  - *Les milieux très perméables (les grands ensembles forestiers). C'est l'habitat principal de la grande faune, mais celle-ci doit aussi pouvoir se déplacer d'un ensemble à l'autre.*
  - *Les milieux imperméables (les zones urbanisées et les routes infranchissables). Ces secteurs sont hostiles à la grande faune, qui ne peut les traverser.*
  - *Les milieux de perméabilité variable (la campagne). C'est dans ces secteurs que doit pouvoir circuler la grande faune pour passer d'une grande forêt à une autre et c'est donc là, et seulement là que sont définis les corridors à grande faune dans cette cartographie.*
- **Les corridors faune, qui traversent la zone à perméabilité variable (campagne) pour relier les grands ensembles forestiers, en distinguant deux catégories de fonctionnalité:**
  - *Les corridors à faune fonctionnels et utilisés par la faune, qu'il convient de préserver dans leur fonctionnalité, et donc à prendre en compte par les projets d'urbanisation ou d'infrastructures*
  - *Les corridors à faune à la fonctionnalité restreinte, voire interrompue, qu'il convient de sécuriser davantage, voire de rétablir leur fonctionnalité.*
- **Les points d'attention grande faune, qui localisent un secteur de corridor nécessitant une attention particulière, en distinguant:**
  - *Les secteurs où un corridor a été interrompu, le plus souvent par une route franchissable, et où un rétablissement de la circulation de la grande faune, par un écopont ou d'autres mesures, devrait être étudié. Six secteurs de ce type ont été identifiés à ce stade.*
  - *Les secteurs où le franchissement est menacé, par des passages obligés (des goulets) entre les zones urbanisées, ou par-dessous ou par-dessus une route autrement infranchissable. Dans ces secteurs, le moindre nouveau projet de construction pourrait interrompre complètement la fonctionnalité du corridor. Une vingtaine de ces secteurs ont été identifiés à ce stade.*
  - *Les secteurs où le franchissement d'une route infranchissable a été rétabli avec succès pour la grande faune par un écopont construit et entretenu spécialement. Dans ces cas, l'accès à l'écopont, c'est-à-dire la préservation du reste du corridor rétabli, de part et d'autre de l'écopont reste un enjeu important. Il y a quatre écoponts identifiés dans le Grand Genève.*

# ANNEXE 3: ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE PAR OBJECTIFS – DÉTAILS DES DONNÉES ET DES CALCULS

## ÉVALUATION ET CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 1 « ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE SUR LE TERRITOIRE DU GRAND GENÈVE »

### ÉMISSIONS DES GES LIÉES AUX DÉPLACEMENTS DE PERSONNES

#### Méthodologie

Afin de caractériser l'évolution des émissions de GES liés à ce poste, deux indicateurs sont mobilisés: l'évolution des émissions de GES en valeur absolue et par habitant. La méthodologie de construction de ces deux indicateurs est présentée ci-dessous.

En premier lieu, les deux indicateurs (émissions des GES en valeur absolue et par habitant, et annuelles) utilisent comme données d'entrée les prestations kilométriques estimées selon la stratégie multimodale transfrontalière et l'évolution de la population selon l'étude capacités d'accueil (cf. annexe 2). On rappellera que les prestations kilométriques estimées sont basées sur une capacité d'accueil correspondant au scénario démographique « haut ». Ainsi, toute chose égale par ailleurs, une évolution démographique correspondant au scénario « bas » ou au « scénario moyen » contribuerait a priori à une réduction proportionnelle des prestations kilométriques et partant une réduction proportionnelle des émissions totales de GES liées au poste déplacement de personnes.

En second lieu, une estimation des ratios d'émissions de GES par mode et par kilomètre a été effectuée en se basant sur les sources suivantes:

- Le rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 établie par ATMO AURA. Il présente un tableau annexe qui identifie les prestations kilométriques par mode de transport et les émissions de CO2 associées selon l'état de référence 2020 et selon le scénario PA1-PA2-PA3-PA4 à l'horizon 2040 (ces dernières prennent en compte un scénario conservateur d'évolution technologique du parc de véhicule). En mettant en relation ces données, il est possible de reconstituer un ratio d'émissions par véhicule et par kilomètre selon les différents modes considérés dans l'étude pour un état de référence actuel (2020) et pour un état de référence futur (2040).
- Les ratios mobitools 3.0 concernant le nombre de passagers par véhicule pour les différents modes de transports considérés.
- L'étude « Affinement des hypothèses de base concernant l'apport des progrès technologiques dans la décarbonation de la mobilité » établie par 6 t et Territoire et Énergies en 2022 pour le Canton de Genève et le Grand Genève. Celle-ci propose

de retenir un ratio d'émission de 67 g eqCO2 par véhicule-kilomètre pour les véhicules électriques TIM à l'horizon 2040-2050.

La combinaison des deux premières sources de données permet ainsi de reconstituer un ratio indicatif d'émissions de CO2 en tonnes eqCO2 par passager et par kilomètre pour chaque mode de transport utilisé dans le rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 établi par ATMO AURA pour l'état de référence 2020 et pour l'horizon 2040 selon PA4.

L'estimation des indicatifs d'émissions de CO2 en tonnes eqCO2 par passager et par kilomètre pour chaque mode de transport à l'horizon 2050 liée à la VTT et à la stratégie mobilité est ensuite établie afin de prendre en considération les hypothèses suivantes:

- Le taux de remplissage des véhicules automobiles augmente de 25 % pour atteindre une moyenne de 2 passagers par véhicule à l'horizon 2050.
- Le parc de véhicules automobiles est considéré comme entièrement électrifié en 2050. Le ratio d'émission de 67 grammes eqCO2 par véhicule-kilomètre à l'horizon 2050 indiqué dans l'étude « [Affinement des hypothèses de base concernant l'apport des progrès technologiques dans la décarbonation de la mobilité](#) » est retenu.
- Le taux de remplissage des transports publics augmente de 15 % à l'horizon 2050 du fait des améliorations prévues de l'efficacité des différents réseaux. Le taux de remplissage (en passagers par kilomètre parcouru) passe ainsi de 21 à 24 pour les autocars, de 13 à 15 pour les bus urbains, de 159 à 183 pour les trains et de 38 à 43 pour les tramways.
- Le parc de bus urbains et d'autocar est considéré comme intégralement électrifié en 2050. Un ratio d'émission de 556 g eqCO2 par véhicule-kilomètre a été retenu pour ces deux modes, il correspond au ratio d'émission d'un bus électrique de 13 m à simple étage selon mobitools 3.0 en 2020. Il s'agit ici d'une hypothèse conservatrice.
- Pour les trains et les tramways, les ratios d'émissions considérés correspondent aux ratios indicatifs d'émissions de CO2 en tonnes eqCO2 par véhicule et par kilomètre issus du rapport d'évaluation des

émissions du Grand Genève pour le PA4 établi par ATMO AURA pour l'horizon 2040. Il s'agit ici d'une hypothèse conservatrice.

Ces ratios ont ensuite été associés afin de proposer un ratio d'émissions de CO2 en tonnes eqCO2 par passager et par kilomètre pour les modes de transports considérés dans le calcul des prestations kilométriques, soit :

- Les modes actifs pour lesquels une hypothèse de 0 émission par kilomètre est considérée aux états de référence 2020 et 2050. Avec cette hypothèse, les émissions liées aux vélos électriques et assimilés sont considérées comme nulles ;
- Les transports publics pour lesquels une moyenne pondérée des ratios d'émissions estimés est calculée en considérant les modes suivants: autocar, bus urbains, train et tramway. Les ratios d'émissions liés aux déplacements en bateau ne sont donc pas pris en compte. Pour les différents états de référence, les hypothèses sont donc les suivantes :
  - à l'état de référence 2020, les ratios considérés sont établis à partir des données de l'état de référence 2020 du rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 et des ratios mobitools 3.0 concernant le nombre de passagers par véhicule ;
  - à l'état de référence 2050 sans électrification du parc, les ratios considérés sont établis à partir des données de l'état de référence 2020 du rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 et prennent en considération l'amélioration de 15 % du taux de remplissage des transports publics ;
  - à l'état de référence 2050 avec électrification du parc, les ratios considérés prennent en considération l'amélioration de 15 % du taux de remplissage des transports publics et l'électrification de l'ensemble du parc de véhicules.

→ Les voitures individuelles pour lesquelles les ratios d'émissions des voitures particulières aux états de référence actuel et futur estimés à partir du rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 sont considérés. Les ratios d'émissions liés aux deux roues, aux poids lourds et aux véhicules utilitaires légers ne sont donc pas pris en compte. Pour les différents états de référence, les hypothèses sont donc les suivantes :

- à l'état de référence 2020, les ratios considérés sont établis à partir des données de l'état de référence 2020 du rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 et des ratios mobitools 3.0 concernant le nombre de passagers par véhicule ;
- à l'état de référence 2050 sans électrification du parc, les ratios considérés sont établis à partir des données de l'état de référence 2020 du rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 et prennent en considération l'amélioration de 25 % du taux de remplissage des voitures ;
- à l'état de référence 2050 avec électrification du parc, les ratios considérés prennent en considération l'amélioration de 25 % du taux de remplissage des voitures et l'électrification de l'ensemble du parc de véhicules.

La figure suivante synthétise les ratios d'émissions considérés par passagers et par kilomètres aux trois états de référence étudiés.

**Tableau 12: Ratios d'émissions de GES considérés dans l'EES par mode**

	<b>État de référence 2020</b>	<b>VTT 2050 Sans électrification</b>	<b>VTT 2050 Avec électrification</b>
	Émissions de CO2 en teqCO2 Passagers par km	Émissions de CO2 en teqCO2 passagers par km	Émissions de CO2 en teqCO2 Passagers par km
Modes actifs	0	0	0
Transports publics moyenne pondérée	0,00006540	0,00005572	0,00002611
TIM (voiture particulière)	0,00011742	0,00009393	0,00003350

En troisième lieu, les ratios d'émissions ainsi obtenus sont appliqués aux prestations kilométriques estimées dans le cadre de la stratégie multimodale transfrontalière à l'horizon 2050 à partir des hypothèses suivantes :

- L'identification du rôle spécifique de la VTT sur les émissions est effectuée en appliquant les ratios d'émissions selon l'état de référence 2050 sans électrification du parc de véhicules aux prestations kilométriques 2050 ;
- L'identification de l'incidence cumulée de la VTT et de l'électrification complète du parc de véhicules sur l'évolution des émissions est effectuée en appliquant les ratios d'émissions estimées selon l'état de référence 2050 avec électrification du parc de véhicules aux prestations kilométriques 2050.

Cette méthodologie de construction des indicateurs est fondée sur de multiples hypothèses qui peuvent toutes être questionnées, mais elle présente un double intérêt. Elle permet tout d'abord de comparer un état de référence actuel et un état 2050 selon la VTT en appliquant une

même méthode d'estimation des émissions et ainsi de qualifier leur évolution. Elle permet également d'identifier le rôle spécifique de la VTT sur l'évolution des émissions de GES sans prendre en considération l'effet de l'évolution technologique du parc de véhicules. Cependant, cette méthodologie présente de nombreuses limites. En premier lieu, les résultats quantitatifs produits ici ne sont pas directement issus du modèle G2AME et ne peuvent donc pas être comparés avec ceux du rapport d'évaluation des émissions du Grand Genève pour le PA4 établi par ATMO AURA. En second lieu, les résultats quantitatifs produits ne sont également pas directement comparables avec les résultats du bilan carbone établi en 2012 sur le territoire, les méthodologies, les données mobilisées et les horizons temporels considérés étant différents.

Le chiffrage présenté permet ainsi de mettre en évidence des tendances plutôt qu'une quantification vraisemblable des émissions de GES liées aux déplacements locaux de personnes. Il convient donc de ne pas les réutiliser pour d'autres évaluations.

## Résultats

Les principaux résultats sont présentés dans la figure suivante.

**Tableau 13 : Estimation de l'évolution des émissions GES pour le poste déplacements locaux de personnes**

	État de référence 2020	État de référence 2050 VTT sans électrification du parc de véhicules		État de référence 2050 VTT avec électrification du parc de véhicules	
			Évolution		Évolution
Population	1 041 820	1 437 859	+38 %	1 437 859	+ 38%
Émissions GES en teqCO2	Environ 2 000 000	Environ 1 700 000	-18%	Environ 700 000	-66%
Émissions GES en teqCO2 par habitant	Environ 1,9	Environ 1,2	-41 %	Environ 0,5	-76%

# ÉVALUATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX TRANSPORTS DE MARCHANDISES

La méthodologie et les hypothèses de calcul visant à estimer l'évolution des émissions liées aux transports de marchandises sont établies par Citylog, mandataire du volet professionnel de la Stratégie multimodale

transfrontalière 2050 (document Volet professionnel de la Stratégie multimodale transfrontalière 2050 - Évaluation EES – Note méthodologique dans sa version du 15 février 2024).

## Méthodologie

L'évaluation de l'impact environnemental du transport professionnel dans le Grand Genève est exprimée d'une manière générale sous la forme des émissions équivalentes de CO<sub>2</sub> par année [teqCO<sub>2</sub>/an].

Dans le transport de marchandises, ces émissions dépendent des prestations de transport, exprimées en tonnes\*kilomètres, du mode de transport employé pour les réaliser, ainsi que de la source d'énergie utilisée.

Pour cet exercice d'évaluation, nous sommes partis d'une situation de référence des émissions réalisées dans le cadre de l'étude sur le bilan carbone du Grand

Genève en 2015 (voir §2), que nous avons actualisée à l'année 2021. Des corrections ont toutefois été apportées pour les modes routiers et ferroviaires, afin d'harmoniser les valeurs avec celles calculées par l'Office cantonal des transports (OCT) du Canton de Genève dans le cadre d'autres études récentes.

Nous nous sommes ensuite attachés à mesurer les effets des différents leviers d'amélioration, en estimant l'évolution des prestations kilométriques et leur répartition par mode, pour enfin calculer un nouveau niveau d'émissions à l'horizon 2050.

## Situation de référence

Les émissions liées aux différents modes de transport dans le Grand Genève en 2015, sont directement reprises de l'étude citée précédemment. Pour estimer les valeurs dans l'année de référence de 2021, nous avons procédé comme suit:

→ Pour le transport routier, nous nous basons sur l'évolution des prestations kilométriques dans le Canton de Genève entre 2021 et 2015; les chiffres proviennent des enquêtes sur le transport de marchandises menées par l'office fédéral de la statistique (OFS) et extrapolées pour les véhicules utilitaires selon la croissance du parc de véhicule genevois et selon la croissance entre l'année 2014 et 2019 pour les poids lourds étrangers. Les facteurs CO<sub>2</sub> sont adaptés de l'outil Mobitool 3.0, et pondérés selon le type de véhicule et le type de motorisation dans le parc de véhicules genevois.

- Pour le transport aérien, nous nous référons aux publications de Genève Aéroport sur les tonnes traitées annuellement; nous faisons ainsi l'hypothèse de distances constantes entre 2025 et 2021.
- Pour le transport ferroviaire, l'évolution est tirée des statistiques de CFF Infrastructure (données CIS) sur les prestations kilométriques, et leur évolution entre 2021 et 2015; la valeur de 2021 est corrigée selon les facteurs GES employés par l'OCT.
- En l'absence de données statistiques, les chiffres sur le transport fluvial sont supposés constants.

Les chiffres globaux du Grand Genève ont ensuite été répartis sur les différentes portions du territoire. La répartition est faite proportionnellement au nombre d'habitants, à l'exception du transport routier pour lequel les statistiques citées précédemment permettent d'avoir des chiffres plus précis pour le Canton de Genève.

Tableau 14: Situation de référence

Emissions totales par modes [teqCO<sub>2</sub>]

	2015	2021
Routier	943 024	946 536
Aérien	198 570	167 673
Ferroviaire	169	7 522
Maritime et	91	91
<b>Total</b>	<b>1 141 854</b>	<b>1 121 822</b>

Emissions totales [teqCO<sub>2</sub>] par région (2021)

Canton GE	District Nyon	F	
216 561	44 072	685 903	<b>946 536</b>
167 673	0	0	<b>167 673</b>
3 708	755	3 059	<b>7 522</b>
45	9	37	<b>91</b>
<b>387 987</b>	<b>44 836</b>	<b>688 999</b>	<b>1 121 822</b>

Prestations (1000t\*km) totales par région (2021)

Canton GE	District Nyon	F
627 213	127 644	1 986 544
331 089	67 380	273 150
897	183	740
<b>959 198</b>	<b>195 206</b>	<b>2 260 434</b>

L'économiste japonais Yoichi Kaya a conçu une équation permettant de tisser des liens entre les émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) d'origine humaine avec différents facteurs :

Émissions de GES = contenu en GES de l'énergie × Intensité énergétique de l'économie × Production par personne × Population

Cette équation éclairante nous permet de décomposer les sources d'émissions et ainsi de nous aider à mieux cibler les actions à entreprendre en priorité. Dans le cadre des travaux « Transitions 2050 » de l'ADEME, l'ingénieur Aurélien Bigo a adapté l'équation de Kaya pour le secteur des transports. Le triptyque « Avoid - Shift - Improve » (Éviter - Reporter - Améliorer) a été ajouté sur cette équation :

Ces leviers sont applicables au transport professionnel et peuvent ainsi être déclinés de manière opérationnelle, tant à l'échelle d'une collectivité qu'au sein d'une entreprise de transport.

Alors que les 3 premiers leviers de cette équation sont de l'ordre de l'adaptation, de changements opérationnels et d'évolution des modes de vie, les 2 derniers sont d'ordre plutôt technologique.

Pour mesurer les effets attendus de la transition en marche, nous nous sommes basés sur différentes études qui ont chacune à leur manière évalué les impacts potentiels sur les émissions. Les différentes sources sont précisées au paragraphe suivant.

## Hypothèses relatives à la baisse de la demande et au taux de remplissage (source ADEME)

L'évolution de l'économie vers des écosystèmes territoriaux, une plus grande proximité dans les chaînes d'approvisionnement et les achats des consommateurs, permet une certaine relocalisation d'une partie de la logistique autour d'écosystèmes régionaux, permettant autant que possible un maillage et une desserte fine du territoire avec les modes alternatifs au transport routier de marchandises. Ce sont principalement les collectivités territoriales qui guident ces évolutions, en concertation avec les acteurs économiques, les citoyens et les acteurs de la logistique. Les flux de marchandises sont globalement en baisse, avec une réduction forte des volumes pour certains types de flux (baisse des constructions neuves notamment ou de la production industrielle), la baisse des distances moyennes, ainsi que la réduction du nombre d'intermédiaires des chaînes logistiques notamment pour les flux liés à l'alimentation.

Pour les différents besoins logistiques, les transporteurs cherchent à utiliser les véhicules les plus adaptés aux besoins, avec une mutualisation plus poussée qu'aujourd'hui entre acteurs de la logistique, et en cherchant autant que possible à favoriser les modes de transport les plus efficaces sur la consommation d'énergie et l'empreinte carbone. C'est cette recherche de la juste adéquation entre l'offre et la demande qui permet d'optimiser les remplissages et éviter autant que possible les trajets à vide ou peu remplis.

Finalement, les travaux de l'ADEME permettent d'estimer l'effet global de ces deux leviers sur les émissions à l'horizon 2050. Ces deux leviers sont appliqués à l'ensemble du territoire du Grand Genève.

## Hypothèses relatives au report modal

La répartition modale dans le transport de marchandises diffère passablement entre la Suisse et la France, avec notamment un usage accru du rail du côté helvétique. De même, il a été décidé d'inclure le projet Cargo souterrain (CST) qui se développe actuellement en Suisse et qui serait susceptible de reprendre une part modale significative des prestations réalisées actuellement sur la route.

Pour ces raisons, les effets attendus du report modal ont été estimés de manière différenciée pour les parties suisses et françaises du territoire.

Sur le territoire suisse :

→ L'augmentation des prestations kilométriques pouvant être reportées de la route au rail provient d'une étude menée par le Canton de Genève (voir § 1) et interpolée à l'ensemble de la partie suisse.

→ La part modale du fluvial et lacustre reste constante.  
→ Conformément à l'étude menée par les Cantons de Vaud et Genève sur Cargo souterrain, il est admis que ce mode peut absorber 25 % des prestations réalisées sur la route.

Sur le territoire français :

→ L'évolution des parts modales est reprise directement de l'étude l'ADEME. Les parts modales de la route du rail et du fluvial passent de 87 %, 11 %, 2.3 % à respectivement 60 %, 25 % et 5.6 %.

Les nouvelles prestations kilométriques par mode à l'horizon 2050 permettent d'estimer les nouvelles émissions.

# Hypothèses relatives à l'efficacité énergétique des véhicules et l'intensité carbone de l'énergie

Le dernier levier pouvant être actionné pour réduire l'impact du transport professionnel concerne la performance énergétique des véhicules employés, ainsi que la manière dont l'énergie est produite. Le renouvellement du parc se fait vers des véhicules plus efficaces, principalement par les leviers de l'hybridation et de l'électrification des véhicules, mais également en sollicitant d'autres leviers d'efficacité, tels que l'aérodynamisme des véhicules,

la réduction des frottements des pneus ou encore l'écoconduite.

Les résultats des travaux de l'ADEME sont repris tels quels et appliqués à l'ensemble du territoire du Grand Genève

## Sources de données

- Bilan des émissions de gaz à effet de serre du Grand Genève, cahier NO 18-22, août 2015, Grand Genève et bureaux Burgeap et Maneco.
- Enquêtes sur le transport de marchandises (GTE 2021, QQGC 2019, LWE 2013), OFS
- « Transitions 2050 », ADEME, novembre 2021
- ASSURER LE FRET DANS UN MONDE FINI, The Shift Project, mars 2022
- Report modal route-rail pour le transport de marchandises: outils cantonaux pour atteindre les objectifs de décarbonation, GE-OCT et bureau Citylog, juin 2023
- Étude d'opportunité Transport souterrain de marchandises entre les agglomérations de Genève et Lausanne, Cantons de Vaud et Genève, bureau CSD, avril 2021

Tableau 16: Évolution des émissions de GES liées au transport de marchandises selon les hypothèses considérées

	Canton GE	District Nyon	F	
Impact attendu de la baisse de la demande	-35%	-35%	-35%	
Impact attendu amélioration taux de remplissage	-3%	-3%	-3%	
Effets total sur les prestations Km (valeur 2050)	<b>594 703</b>	<b>121 028</b>	<b>1 401 469</b>	2 117 200
<b>Impact attendu du report modal sur les prestations Km</b>				
Routier	159 658	28 023	981 028	
Aérien		0	0	
Ferroviaire	381 270	83 551	350 367	
Maritime et fluvial	556	113	70 073	
CST	53 219	9 341	0	
↓				
<b>Impacts sur les émissions des évolutions Baisse Demande / Taux de remplissage / Report modal [teqCO2 ]</b>				
	Canton GE	District Nyon	F	
Routier	55 126	9 676	338 724	403 525
Aérien	103 957	0	0	103 957
Ferroviaire	4 270	936	3 924	9 130
Maritime et fluvial	28	6	3 504	3 537
CST	596	105	0	701
Total	163 977	10 722	346 152	520 851
<b>Baisse 2050 Vs 2021 SANS améliorations techniques</b>	<b>-58%</b>	<b>-76%</b>	<b>-50%</b>	<b>-54%</b>
Total sans aérien	60 020	10 722	346 152	416 893
<b>Baisse 2050 Vs 2021 SANS améliorations techniques</b>	<b>-73%</b>	<b>-76%</b>	<b>-50%</b>	<b>-56%</b>
↓				
ct attendu de la baisse de la consommation vhc Route	-52%	-52%	-52%	
Impact attendu baisse intensité carbone énergie	-3%	-3%	-3%	
↓				
<b>Emissions totales [teqCO2 ] par région (2050)</b>				
	Canton GE	District Nyon	F	
Routier	24 807	4 354	152 426	181 586
Aérien	103 957	0	0	103 957
Ferroviaire	4 142	908	3 806	8 856
Maritime et fluvial	13	3	1 577	1 592
CST	578	101	0	680
Total	133 497	5 366	157 809	296 671
<b>Baisse 2050 Vs 2021 AVEC améliorations techniques</b>	<b>-66%</b>	<b>-88%</b>	<b>-77%</b>	<b>-74%</b>
Total sans aérien	29 539	5 366	157 809	192 714
<b>Baisse 2050 Vs 2021</b>	<b>-87%</b>	<b>-88%</b>	<b>-77%</b>	<b>-80%</b>

## Résultats

L'ensemble des effets des différents leviers permet d'estimer au final les nouvelles émissions induites par le transport professionnel à l'horizon 2050. Les valeurs à l'étape intermédiaire de 2030 sont calculées par interpolation linéaire entre les valeurs de références de 2021 et celles calculées pour 2050.

Ses résultats sont ensuite croisés avec les données en lien avec la population des capacités d'accueil pour estimer les émissions de GES par habitant du poste transport de marchandises (hors transport aérien).

Tableau 17: Estimation de l'évolution des émissions GES pour le poste transport de marchandises (hors transport aérien)

	État de référence 2021	État de référence 2050 VTT			
		Sans amélioration technologique du parc de véhicules	Avec amélioration technologique du parc de véhicules		
			Évolution		Évolution
Émissions GES en teqCO2	954 149	416 893	-56%	192 714	-80%
Émissions GES en teqCO2 par habitant	0,92	0,29	-68%	0,13	-85%

# ÉMISSIONS DE GES LIÉES À LA CONSTRUCTION DE LOGEMENTS ET D'ÉQUIPEMENTS

Une estimation des émissions liées à la construction de logements et d'équipements est proposée à travers la comparaison de deux scénarios différenciés de réponse aux besoins induits par l'augmentation du nombre d'habitants selon le scénario démographique haut de la VTT. Afin de caractériser l'évolution des émissions de GES

liés à ce poste, deux indicateurs sont mobilisés : l'évolution des émissions de GES pour le poste construction de logements et d'équipements en valeur absolue et par habitant. La méthodologie de construction des scénarios et d'estimation des indicateurs est présentée ci-dessous.

## Méthodologie

### *Données d'entrées*

Une estimation des surfaces de logements existantes a été effectuée à partir des données issues du REG B/L millésime 2023 pour les parties suisses du territoire et des données carroyées de la base FILOSOPHI millésime 2019. Ainsi, les surfaces de logements du grand Genève sont estimées à environ 41400 000 m<sup>2</sup> pour l'année 2021. Avec une population d'environ 1046000 habitants à cette même date, la surface de logement par habitant est de l'ordre de 40 m<sup>2</sup> (avec de fortes variations entre communes du territoire allant de 26 m<sup>2</sup> à 86 m<sup>2</sup>). Par hypothèse, une estimation des surfaces d'équipements existantes a été réalisée en considérant un ratio de 10 m<sup>2</sup> par habitant, soit environ 10 460 000 m<sup>2</sup>.

Le cabinet Lemon Construct, dans le cadre du PACA Jura, a construit et mobilisé différents ratios d'émissions de GES par m<sup>2</sup> de SRE et par an pour différentes catégories d'opérations. Les ratios présentés ci-dessous sont repris de ces travaux.

Un état de référence 2020 et quatre scénarios sont proposés. Ils sont tous basés sur les perspectives démographiques hautes (c'est-à-dire une population supplémentaire à accueillir à l'horizon 2050 d'environ 430 000 habitants selon l'étude sur les capacités

d'accueil). Ainsi, toute chose égale par ailleurs, une évolution démographique correspondant au scénario «bas» ou au «scénario moyen» contribuerait à une réduction des besoins en construction neuve et partant une réduction proportionnelle des émissions de GES liées.

### *État de référence 2020*

L'estimation des émissions de GES en 2020 est basée sur les données du bilan carbone 2012 du poste Construction/voirie (soit environ 380 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> émis en 2012) et sur les hypothèses suivantes :

- Les émissions par habitant du poste construction et voirie estimées pour l'année 2012 par le bilan carbone sont considérées comme stables entre 2012 et 2020 (soit un ratio de 0,42 tonne eqCO<sub>2</sub> par an et par habitant).
- Les émissions liées à la construction des logements et des équipements représentent environ 50 % des émissions totales du poste construction voirie en 2012 (soit environ 0,21 tonne eqCO<sub>2</sub> par an et par habitant et un total d'environ 220 000 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> émis en 2020).

## Scénario 1 : poursuite des tendances actuelles et augmentation de la construction neuve pour répondre au besoin

Chaque habitant (actuel et nouveau) du territoire mobilise une surface moyenne de 50 m<sup>2</sup> (40 m<sup>2</sup> pour le logement et 10 m<sup>2</sup> pour les équipements). La moyenne de 50 m<sup>2</sup> par habitant actuelle est donc maintenue. Le besoin en surface de logement et d'équipement à l'horizon 2050 est ainsi de l'ordre de 72 000 000 m<sup>2</sup> (+ 21 000 000 m<sup>2</sup> par rapport à l'estimation actuelle).

Le rythme actuel de rénovation énergétique du parc existant est maintenu jusqu'en 2050 (1 % par an). Le rythme annuel de démolition est multiplié par trois pour

atteindre 0,75 % par an. En effet, dans la perspective d'une non-extension de la tache urbaine, la production de nouvelles surfaces de logement et d'équipement devrait impliquer une augmentation des opérations de densification par démolition-reconstruction. La réponse aux besoins induits par la croissance démographique est ainsi assurée uniquement par la construction neuve qui doit atteindre un taux annuel d'environ 2,9 % par an.

Les ratios d'émissions utilisés sont présentés dans la figure suivante.

Tableau 17: Ratios d'émissions de GES par m<sup>2</sup> SRE par an utilisés dans le scénario 1

Rénovation	Émissions « grises »	6 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an
	Émissions « opérations »	5 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an
Construction neuve	Émissions grises	10.8 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an
	Émissions « opérations »	2 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an

## Scénario 2: L'ensemble du parc actuel a fait l'objet d'une rénovation énergétique à l'horizon 2050 et les performances de la filière de la construction sont améliorées

chaque habitant (actuel et nouveau) du territoire mobilise une surface moyenne de 50 m<sup>2</sup> (40 m<sup>2</sup> pour le logement et 10 m<sup>2</sup> pour les équipements). La moyenne de 50 m<sup>2</sup> par habitant actuelle est donc maintenue. Le besoin en surface de logement et d'équipement à l'horizon 2050 est ainsi de l'ordre de 72 000 000 m<sup>2</sup> (+ 21 000 000 m<sup>2</sup> par rapport à l'estimation actuelle).

Le rythme actuel de rénovation énergétique du parc est augmenté à 2,6 % par an (ce qui correspond à l'objectif du plan directeur des énergies 2020-2030 du Canton de Genève). Comme pour le scénario 1, le rythme annuel de

démolition est multiplié par trois pour atteindre 0,75 % par an. La réponse aux besoins induits par la croissance démographique est assurée par la construction neuve qui doit atteindre un taux annuel d'environ 2,9 %.

Les ratios d'émissions utilisés sont présentés dans la figure suivante. On considère ici une amélioration des performances de la filière BTP en matière d'émissions de GES.

Tableau 18: Ratios d'émissions de GES par m<sup>2</sup> SRE par an utilisés dans le scénario 2

Rénovation	Émissions « grises »	5 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an
	Émissions « opérations »	2,5 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an
Construction neuve	Émissions grises	9 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an
	Émissions « opérations »	1 kg eqCO <sub>2</sub> par m <sup>2</sup> SRE par an

Cette méthodologie de construction des indicateurs permet principalement de comparer les deux scénarios proposés. Cependant, cette méthodologie présente de nombreuses limites. En premier lieu, les résultats quantitatifs produits ici sont fondés sur un ensemble d'hypothèses qui peuvent être questionnées. En second lieu, les résultats quantitatifs produits peuvent être mis en perspective avec les émissions estimées par le bilan carbone de 2012, mais ne sont pas directement

comparables avec celui-ci, les méthodologies et les données mobilisées et les horizons temporels considérés étant différents.

Le chiffrage présenté permet ainsi de mettre en évidence des tendances comparées plutôt qu'une estimation vraisemblable des émissions de GES liées aux à la construction de logements et d'équipements. Il convient donc de ne pas les réutiliser pour d'autres évaluations.

## Résultats

La figure suivante met en évidence les principaux résultats de cette estimation.

**Tableau 19: Estimation de l'évolution des émissions GES pour le poste construction de logements et équipements selon les 2 scénarios considérés**

	Scénario 1	Scénario 2
Surface de logement et d'équipement par habitant	50 m2 (40 m2 pour le logement et 10 m2 pour les équipements)	50 m2 (40 m2 pour le logement et 10 m2 pour les équipements)
Taux annuel démolition	0,75 %	0,75 %
Taux annuel rénovation	1 %	environ 2,5 %
Taux annuel construction neuve	environ 3 %	environ 3 %
Total des émissions par an entre 2021 et 2050 (tonnes eqCO2 émises par an)	588 000	625 000
Émissions par habitant par an (tonnes eqCO2 émis par an) avec population 2050	0,41	0,43
Variation des émissions totales par an par rapport à 2020	+168 %	+185 %
Variation des émissions par habitant par an par rapport à 2020	+94 %	+106 %

# ÉVALUATION ET CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 3 « PRÉSERVER ET RÉGÉNÉRER LA BIODIVERSITÉ LOCALE »

## SURFACES POTENTIELLEMENT ARTIFICIALISÉES AU SEIN L'INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE

### Méthodologie

L'estimation des surfaces potentiellement artificialisées au sein de l'infrastructure écologique du territoire a été réalisée en mobilisant les géodonnées suivantes :

- L'infrastructure écologique du Grand Genève mise à disposition par le SITG à l'échelle du Grand Genève. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées.
- La tache urbaine 2022 et la tache urbaine potentielle 2050. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées.
- Les emprises au sol des projets d'infrastructure de transport. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées. Au sein de cette géodonnée, seules les emprises en surface des infrastructures identifiées ont été prises en compte.

Ces trois géodonnées ont été croisées de manière à estimer les surfaces incluses dans l'infrastructure écologique du Grand Genève.

Cette méthodologie de construction de cet indicateur représente cependant certaines limitations liées au caractère indicatif et surtout non exhaustif des emprises considérées dans l'extension de la tache urbaine à l'horizon 2050. Similairement, les emprises des projets de nouvelles infrastructures de transport ne sont à ce stade pas définies de manière détaillée et stabilisée. Ainsi toutes les emprises prises en compte ne seront pas nécessairement artificialisées et inversement des projets induisant une artificialisation du sol n'ont pas pu être quantifiés (par ex des élargissements localisés de voirie pour circulation des BHNS et bus express).

Les données chiffrées présentées dans la figure suivante sont donc indicatives. Elles fournissent des ordres de grandeur qui nécessiteront d'être précisés et consolidés dans le cadre des planifications ultérieures et des études de détail.

### Résultats

La VTT propose le principe de protection/garantie sur au moins 30 % de l'infrastructure écologique (IE, 59'500 ha) du territoire du Grand Genève. Toutefois, plusieurs projets d'infrastructures et certains projets d'aménagement en extension du territoire urbanisé 2022 pourront contribuer à la disparition/dégradation d'espaces compris dans l'infrastructure écologique actuelle du territoire.

Le tableau suivant présente l'emprise des nouvelles infrastructures de transport sur les surfaces de l'infrastructure écologique. Les emprises des infrastructures de transport sont indiquées en fonction de leur inscription à l'intérieur ou à l'extérieur de la tache urbaine. La part de l'emprise des nouvelles infrastructures sur l'infrastructure écologique est également indiquée par rapport à l'emprise totale de l'infrastructure.

Les projets d'infrastructures de transport présentant les emprises les plus importantes sur l'infrastructure écologique sont les suivants :

- Autoroute Thonon Machilly avec des emprises sur l'IE de 72 ha ;
- Élargissement de l'autoroute A1 entre Genève et Nyon avec des emprises sur l'IE de 9 ha ;

→ Nouvelle liaison Genève - St-Genis-Pouilly - Gex avec des emprises sur l'IE de 5 ha ;

→ Nouvelle liaison Gex - Divonne-les-Bains - Nyon avec des emprises sur l'IE de 4 ha ;

Les surfaces de l'infrastructure écologique vraisemblablement supprimées par la construction des nouvelles infrastructures de transport correspondent à environ 90 ha. Il faut toutefois nuancer ce chiffre compte tenu des incertitudes encore existantes à ce stade de planification sur le tracé et les emprises définitifs des infrastructures de transport projetées.

Afin de limiter les emprises des infrastructures de mobilité au droit de l'infrastructure écologique, les impacts sur la biodiversité devront être précisés et étudiés dans le cadre des études techniques et de détail afin de proposer les mesures appropriées. Il est notamment attendu que les surfaces définitivement supprimées de l'infrastructure écologique fassent l'objet d'une pleine compensation en termes quantitatif et qualitatif selon le principe de la VTT.

Tableau 20 : Surfaces potentiellement artificialisées par les infrastructures de transport au sein de l'infrastructure écologique

Type	Projet	Dans la tache urbaine 2050			Hors de la tache urbaine 2050			TOTAL		
		Emprise dans l'IE (ha)	Emprise au sol totale (ha)	Part dans l'IE	Emprise dans l'IE (ha)	Emprise au sol totale (ha)	Part dans l'IE	Emprise dans l'IE (ha)	Emprise au sol totale (ha)	Part dans l'IE (ha)
Route	Élargissement de l'autoroute A1 entre Genève et Nyon	0,33	0,83	40 %	8,64	17,45	50 %	8,97	18,28	49 %
	Autoroute Thonon-Machilly	0,18	2,68	7 %	71,58	130,79	55 %	71,76	133,47	54 %
	Barreau de Montfleury et demi-jonction	0,11	1,25	9 %	0,37	1,24	30 %	0,48	2,49	19 %
	Boulevard des Abarois	0,4	8,65	5 %	0,13	0,18	72 %	0,53	8,83	6 %
	BHNS Saint-Genis	0	0	0	0,21	1,1	19%	0,21	1,1	19%
Route/Rail	Axe tram entre Genève et St-Julien-en-Genevois et route de desserte de Perly	0,65	9,57	7 %	0,32	2,63	12 %	0,97	12,2	8 %
Rail	Nouvelle liaison Genève - St-Genis-Pouilly - Gex	0,23	2,12	11 %	5,13	11,12	46 %	5,36	13,24	40 %
	Nouvelle liaison Gex - Divonne-les-Bains - Nyon	0,23	6,99	3 %	3,5	6,78	52 %	3,73	13,77	27 %
	Tram Fernex (tronçon ZAC Terrinoy)	0,36	0,76	47 %	0	0	-	0,36	0,76	47 %
TOTAL INFRASTRUCTURE		2,49	32,85	8 %	89,88	171,29	53 %	92,37	204,14	45 %

Le tableau suivant indique les emprises de la tâche urbaine 2022 et ses potentielles extensions à l'horizon 2050 sur l'infrastructure écologique.

Les projets d'aménagement et les secteurs en zone à bâti présentant les emprises potentielles les plus importantes sur l'infrastructure écologique sont les suivants :

- Grands Esserts à Veyrier avec des emprises sur l'IE de 9 ha ;
- ZAC Terrinov à Ferney-Voltaire avec des emprises sur l'IE de 9 ha ;
- Densification Coteau Sud à Cologny avec des emprises sur l'IE de 7 ha ;
- ZDIA Les Rouettes à Bernex avec des emprises sur l'IE de 7 ha ;

Les données présentées ci-dessus montrent qu'environ 2'150 ha de l'infrastructure écologique s'inscrit dans la surface de la tâche urbaine de 2022. La densification de cette dernière pourrait ainsi potentiellement générer des dégradations d'espaces à forte valeur écologique au sein des espaces bâtis. Toutefois, la VTT définit le principe PRÉSERVATION DE L'INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE qui prévoit que l'infrastructure écologique est protégée ou garantie sur 30 % du territoire du Grand Genève. De plus,

l'évaluation des capacités d'accueil a pris l'hypothèse d'une absence/faible densification des espaces compris dans l'infrastructure écologique amplifiée et dans les périmètres de cours d'eau amplifiés. À ce titre, il peut être considéré que les éléments constitutifs de l'infrastructure écologique seront effectivement pris en compte et préservés dans les projets de densification au sein de la tâche urbaine existante.

Concernant les enclaves et les extensions de la tâche urbaine (environ 180 ha concernés) à l'horizon 2050, l'infrastructure écologique devrait y être protégée et garantie lors de la conception des projets de construction ou d'aménagement grâce aux règles de la primauté du vivant établie par la VTT.

À noter que l'emprise totale de l'infrastructure écologique impactée par la tâche urbaine 2022, son extension à l'horizon 2050 et les nouvelles infrastructures de transport correspond à 2'411 ha.

**Tableau 21: Surfaces potentiellement artificialisées par la tâche urbaine 2022 et son extension à 2050 au sein de l'infrastructure écologique**

Type	Projet	Dans la tâche urbaine (TU) 2050		
		Emprise dans l'IE (ha)	Emprise au sol totale (ha)	Part dans l'IE
Urbanisation	Dans la TU 2022 (densification)	2 144,66	33 291,75	6 %
	Extensions	90,5	449,14	20 %
	Extensions Grands Projets	28,39	232,89	12 %
	Enclaves	58,7	435,53	13 %
<b>TOTAL URBANISATION</b>		<b>2 322,25</b>	<b>34 409,31</b>	<b>7 %</b>

## SURFACES POTENTIELLEMENT ARTIFICIALISÉES PAR CATÉGORIES DU SOCLE DU VIVANT

### Méthodologie

L'estimation des surfaces potentiellement artificialisées au sein du socle du vivant du territoire a été réalisée en mobilisant les géodonnées suivantes :

- La cartographie du socle du vivant. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées.
- La tache urbaine 2022 et la tache urbaine potentielle 2050. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées.
- Les emprises au sol des projets d'infrastructure de transport. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées. Au sein de cette géodonnée, seules les emprises en surface des infrastructures identifiées ont été prises en compte.

Ces trois géodonnées ont été croisées de manière à estimer les surfaces incluses dans chacune des 4 catégories du socle du Vivant.

Comme pour l'indicateur précédent, la méthodologie de construction de cet indicateur représente cependant des limites liées principalement à la précision géographique des géodonnées utilisées :

- Les emprises du territoire urbanisé (2022 et 2050) ainsi que les emprises des infrastructures de

transports ne peuvent être directement assimilées à des surfaces qui seront intégralement artificialisées.

- La cartographie du socle du Vivant a fait l'objet de plusieurs processus de généralisation afin de permettre sa lisibilité à une échelle 100 000. Elle ne présente donc pas la même précision géographique que l'infrastructure écologique et que les emprises du territoire urbanisé et des infrastructures de transport. Ainsi l'indicateur portant les surfaces potentiellement artificialisées au sein de l'infrastructure écologique est spatialement plus précis pour caractériser les atteintes à la biodiversité.

Les données chiffrées présentées dans le tableau suivant sont donc indicatives et permettent de fournir des ordres de grandeur. Elles pourront être précisées et consolidées dans le cadre des planifications ultérieures et des études de détail.

La VTT intègre la cartographie du socle du Vivant et affirme sa primauté. Il est donc utile de croiser cette cartographie avec les emprises des projets d'infrastructures et des projets d'aménagement en extension du territoire urbanisé.

Tableau 22 : Surfaces potentiellement artificialisées selon les 4 catégories du socle du vivant

Catégorie du socle du vivant	Infrastructure écologique amplifiée		Hydrographie		Matrice de haute qualité		Haut potentiel de compensation		Total	
	Emprise (ha)	%	Emprise (ha)	%	Emprise (ha)	%	Emprise (ha)	%	Emprise (ha)	%
Ensemble du territoire (situation actuelle)	63727	29 %	42041	19 %	80811	36 %	34695	16 %	221274	100 %
TU 2022	3046	9 %	2476	8 %	10058	30 %	17712	53 %	33292	100 %
Extension de la TU entre 2022 et 2050	217	20 %	83	7 %	316	28 %	501	45 %	1118	100 %
Projets d'infrastructures en surface hors TU 2050	99	58 %	23	13 %	45	27 %	3	2 %	170	100 %
TU 2050 et projets infrastructures	3480	10 %	2642	7 %	10690	30 %	18714	53 %	35526	100 %

## Méthodologie

L'estimation du nombre de corridors écologiques potentiellement rompus ou perturbés par les infrastructures de transport a été réalisée en mobilisant les données suivantes :

- La carte synthétique du Grand Genève qui illustre la situation actuelle en matière de corridors grande faune sur tout le territoire du Grand Genève ;
- Les emprises au sol des projets d'infrastructure de transport. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées. Au sein de cette géodonnée, seules les emprises en surface des infrastructures identifiées ont été prises en compte.

→ La projection de la tache urbaine 2050. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées.

Ces données ont été croisées pour déterminer visuellement le nombre de corridors impactés par les infrastructures de transport.

## Résultats

Les impacts potentiels des nouvelles infrastructures de transport et de l'extension de la tache urbaine sur les corridors grande faune sont résumés dans la figure suivante :

Tableau 23: Nombre de corridors grande faune identifiés potentiellement rompus/perturbés

	Nombre de corridors grande faune identifiés	Nombre de corridors grande faune rompus/perturbés par des projets d'infrastructures de transport		Nombre de corridors grande faune rompus/perturbés par des projets d'aménagement en extension de la tache urbaine	
	Nombre	Nombre	%	Nombre	%
Corridors à grande faune fonctionnels à préserver	41	8	20 %	0	0 %
Corridors à grande faune compromis à sécuriser, voire rétablir	26	3	12 %	0	0 %

Les projets d'aménagement/d'infrastructure pouvant potentiellement le plus impacter les corridors grande faune identifiée sont les suivants :

- Autoroute Thonon-Machilly qui a des incidences sur 6 corridors écologiques ;
- Nouvelle liaison ferroviaire Genève-Gex qui a des incidences sur 3 corridors écologiques ;
- Nouvelle liaison ferroviaire Gex-Nyon qui a des incidences sur 2 corridors.

Toutefois, la VTT décline le principe RECONNEXION À TRAVERS LES INFRASTRUCTURES en plusieurs modes d'action qui visent à :

→ Maintenir les corridors à grande faune fonctionnels en créant des passages à faunes dans le cadre des projets d'infrastructures et des projets d'aménagement. Pour cela, au moins 11 passages à faune seraient à réaliser en lien avec les projets d'infrastructures suivants mentionnés ci-dessus.

→ Rétablir la fonctionnalité des corridors à grande faune existants compromis :

→ *En créant des passages à faunes au droit des infrastructures de transports existantes. Pour cela, 6 passages à faune à réaliser sont identifiés : 3 passages à faune sur la RD 884 entre Collonges et Saint-Genis-Pouilly, 1 passage à faune sur la RD 907 à Bonne, 1 passage à faune sur la A40 entre*

*Bonneville et Marignier et 1 passage à faune sur la A410 au sud de la Roche-sur-Foron*

- *En garantissant qu'aucune nouvelle construction ou nouvelle infrastructure de transport ne viennent interrompre complètement la fonctionnalité des corridors dans la vingtaine de secteurs identifiés comme menacés. En effet, les tracés de l'autoroute Thonon-Machilly et de la nouvelle voie ferroviaire entre Genève et Gex croisent ou affleurent trois zones où le franchissement par la grande faune est*

## Méthodologie

L'estimation de la surface à fort potentiel d'amélioration écologique permet de préfigurer les espaces de compensation. Elle a été réalisée en mobilisant les données suivantes :

- La tache urbaine 2022 et la projection de la tache urbaine 2050. L'annexe 2 décrit la méthodologie de constitution de ces géodonnées.
- Le réseau hydrographique du Grand Genève mis à disposition par le SITG à l'échelle du Grand Genève et pour lequel un périmètre tampon de 50 m a été appliqué de part et d'autre de chaque tronçon de cours d'eau (soit une largeur totale de 100m).

→ L'emprise du lac Léman mis à disposition par le SITG et pour lequel un périmètre tampon de 15 m a été appliqué.

La tache urbaine 2022 a été croisée avec la surface déterminée par l'application d'un tampon de 100 m aux abords des cours d'eau et de 15 m le long des berges du lac pour identifier les surfaces pouvant faire l'objet d'une compensation. Les emprises actuelles de l'infrastructure écologique ont été déduites de la couche formée à partir des cours d'eau et de la tache urbaine 2022 afin d'identifier uniquement les nouvelles surfaces à intégrer à l'infrastructure écologique.

## Résultats

L'augmentation quantitative et qualitative des surfaces favorables à la biodiversité est portée par la VTT qui prévoit les principes suivants :

- le principe de REVITALISATION DES ESPACES BÂTIS ET DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE dont les modes d'action correspondent à la remise à ciel ouvert des cours d'eau où cela est opportun et faisable en zone urbaine ainsi que la renaturation des embouchures et la réalisation de projets de nature en ville avec une qualité de biodiversité effective ;
- le principe de RECONNEXION EN PÉRIPHÉRIE ET À TRAVERS LES URBANITÉS qui promeut la restauration et la protection des pénétrantes de verdure existantes ainsi que la réalisation de nouvelles pénétrantes ;
- le principe de PRÉSERVATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ET DE L'INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE qui propose une compensation qualitative et quantitative des surfaces de l'infrastructure écologique artificialisée, d'instaurer l'inconstructibilité des berges du réseau hydrographique et des rives du lac Léman sur 15 m.

La VTT identifie dans le principe REVITALISATION DES ESPACES BÂTIS, DES TERRES AGRICOLES ET FORESTIÈRES et DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE les principaux milieux à fort potentiel écologique. Il s'agit notamment de revitaliser et de renaturer les milieux urbains (désartificialisation, mesures de nature en ville), milieux humides (berges du lac et cours d'eau), les pénétrantes de verdure, les milieux agricoles et forestiers (amplification de la qualité) pour améliorer les composantes de la biodiversité et compenser les pertes de l'infrastructure écologique. Pour rappel, 270 ha de l'infrastructure écologique sont concernés à l'horizon 2050 par l'artificialisation nécessaire à l'extension de la tache urbaine et à la réalisation des infrastructures de transport.

Afin d'évaluer le potentiel de compensation en lien avec les pertes de l'infrastructure écologique, une estimation des surfaces à renaturer a été menée sur la base des espaces situés aux abords des cours d'eau et des berges du lac. Ces surfaces n'étant pas constructibles selon les

principes de la VTT, une désartificialisation des sols en faveur de la biodiversité y est nécessaire à l'horizon 2050. En complément, ces périmètres sont aisément identifiables et quantifiables à l'échelle du Grand Genève au regard des autres surfaces pouvant être améliorées et revitalisées en faveur de la biodiversité (surfaces agricoles, nature en ville, abords des infrastructures de transport).

Les surfaces potentiellement mobilisables pour la compensation quantitative correspondent à 5'150 ha, ce qui est nettement supérieur au 270 ha des surfaces de l'infrastructure écologique potentiellement dégradées à l'horizon 2050. Ainsi environ 5 % des surfaces devraient faire l'objet d'une compensation en vue de conserver la surface actuelle de l'infrastructure écologique.

Les calculs effectués montrent qu'un effort modéré de revitalisation des abords des cours d'eau et des berges serait suffisant pour une compensation quantitative entière des surfaces de l'infrastructure écologique dégradée. Une augmentation des surfaces favorables à la biodiversité par rapport à la situation actuelle est également atteignable au vu des calculs réalisés et en tenant compte des autres potentiels réservoirs tels que les espaces agricoles, la nature en ville, les abords des voiries et des infrastructures ferroviaires qui pourraient également faire l'objet de mesures d'amélioration qualitative des milieux naturels existants.

Il est à noter que cette approche des potentiels de compensation est uniquement quantitative et ne tient pas compte de la spécificité des différents milieux impactés par les extensions de la tache urbaine et des nouvelles infrastructures de transport. En effet, la revitalisation des abords des cours d'eau et des berges du lac va uniquement augmenter les surfaces des milieux humides alors que des milieux secs et ouverts seront également impactés par les projets d'extension de la tache urbaine et des infrastructures de transport. Similairement, la qualité effective des milieux et leur connexion ne sont pas abordées par cette méthodologie, l'objectif principal étant la vérification de la disponibilité des surfaces nécessaires à la compensation des pertes de l'infrastructure écologique.

# ÉVALUATION ET CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 4 « PRÉSERVER L'INTÉGRALITÉ DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ET DES RESSOURCES EN EAU »

## LINÉAIRE DE COURS D'EAU À REMETTRE À CIEL OUVERT ET/OU À RENATURER

### Méthodologie

L'estimation du linéaire de cours d'eau à mettre à ciel ouvert a été réalisée à partir de la géodonnée du réseau hydrographique mise à disposition par le SITG à l'échelle du Grand Genève. Cette base de données recense les tronçons de cours d'eau du territoire et contient notamment un attribut « ETAT\_TRONCON » renseigné pour tous les tronçons de cours d'eau identifiés dans la géodonnée et un attribut « LONGUEUR ». L'attribut « ETAT\_TRONCON » contient deux entrées : « à ciel ouvert » et « Canalisation/sous ouvrage ». Afin de renseigner l'indicateur, les tronçons disposant de l'attribut ETAT\_TRONCON = « Canalisation/sous ouvrage » ont été extraits et croisés avec la projection 2050 de la tache urbaine permettant ainsi de distinguer les tronçons canalisés et sous ouvrage localisé au sein de la tache urbaine 2050 et ceux localisés dans la tache urbaine 2050.

L'estimation du linéaire de cours d'eau à renaturer a été réalisée à partir de la géodonnée du réseau hydrographique mise à disposition par le SITG et de la géodonnée « EES-linéaire-réseau-hydrographique-a-renaturer » produite dans le cadre de la VTT.

La géodonnée du réseau hydrographique contient un champ « NATURALITE » caractérisant l'état écomorphologique (selon l'approche suisse) d'environ 93 % des tronçons de cours d'eau suisses recensés dans la base de données. La géodonnée « EES-linéaire-réseau-hydrographique-a-renaturer » permet d'identifier les tronçons de cours d'eau à ciel ouvert pour lesquels la VTT envisage une renaturation.

L'estimation du linéaire de cours d'eau à renaturer a été réalisée en trois étapes :

- en extrayant les tronçons de cours d'eau de la géodonnée « réseau hydrographique » localisées dans l'emprise « EES-linéaire-réseau-hydrographique-a-renaturer » ;
- en supprimant les tronçons de cours d'eau disposant de l'attribut ETAT\_TRONCON = « Canalisation/sous ouvrage », car ils sont déjà pris en compte dans l'indicateur Linéaire de cours d'eau à mettre à ciel ouvert ;
- en calculant les pourcentages de linéaire des cours d'eau suisses selon les attributs du champ « NATURALITE » : artificiel + mis sous terre (17,51 %) ; très atteint (13,05 %), peu atteint (20,81 %), naturel (47,37 %), non renseigné + non applicable (7,12 %) ;
- en appliquant, par hypothèse, ces pourcentages aux linéaires de cours d'eau français.

La construction de cet indicateur est basée sur des données concernant l'état écomorphologique/qualité hydromorphologique largement incomplètes : environ 93 % des tronçons de cours d'eau suisses recensés dans la base de données sont renseignés par le champ NATURALITÉ. 7 % des cours d'eau suisses et 100 % des cours d'eau français ne le sont donc pas. L'application des ratios suisses au cours français constitue donc une hypothèse pour donner à voir un ordre de grandeur de l'effort à produire pour mettre à ciel ouvert et renaturer 100 % des cours d'eau tel que le propose la VTT. Le chiffrage proposé ici est donc à considérer avec précaution et nécessiterait d'être à terme consolidé.

## Résultats

Les modes d'action «réouverture des cours d'eau» (principe REVITALISATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE) et «remise à ciel ouvert des cours d'eau» (principe REVITALISATION DES ESPACES BÂTIS) postulent une remise à ciel ouvert de 100 % des cours d'eau canalisés/ sous ouvrage.

La figure suivante synthétise les linéaires concernés par ces modes d'action en distinguant s'ils se localisent dans la tache urbaine 2050 ou hors de la tache urbaine 2050. Au total, environ 120 kilomètres de cours d'eau sont concernés (environ 5 %).

Tableau 24 : Estimation du linéaire de cours d'eau canalisé/sous ouvrage à remettre à ciel ouvert

	Hors de la tache urbaine 2050		Dans la tache urbaine 2050		Total	
	Linéaire (km)	Pourcentage	Linéaire (km)	Pourcentage	Linéaire (km)	Pourcentage
Cours d'eau canalisés/sous ouvrage	101	4 %	20	1 %	121	5 %
Ensemble des cours d'eau	2202	96 %	84	4 %	2286	100 %

Les modes d'action «AMPLIFICATION DES COURS D'EAU» et «RÉTABLISSEMENT DES CONNECTIVITÉS AQUATIQUES» (principe revitalisation du réseau hydrographique) postulent également la renaturation (ou restauration) de 100 % des linéaires de cours d'eau à ciel ouvert du territoire.

Dans ce cadre, la VTT identifie spatialement l'intégralité des cours d'eau à ciel ouvert comme devant faire l'objet d'une renaturation. La figure suivante synthétise les linéaires potentiellement concernés par ces modes d'action.

Tableau 25 : Estimation du linéaire des cours d'eau à renaturer

État écomorphologique (selon nomenclature CH)	Artificiel	Très atteint	Peu atteint	Naturel	Non renseigné	Total
Linéaire CH en km	81	33	97	220	33	465
Linéaire FR en km (hypothèse)	294	120	349	794	119	1676
Total	375	154	446	1014	153	2142

Au total, la VTT vise la renaturation de 529 à 1127 kilomètres de cours d'eau :

→ 529 kilomètres en considérant uniquement les cours d'eau d'ores et déjà caractérisés comme «artificiel» et «très atteint» (soit environ 25 % du linéaire total de cours d'eau);

→ 1128 kilomètres en considérant tous les cours d'eau à l'exception des ceux présentant d'ores et déjà un caractère «naturel» (soit environ 53 % des cours d'eau).

## ADÉQUATION BESOIN-RESSOURCE POUR L'EAU POTABLE

Une étude de planification transfrontalière de la ressource en eau est en cours depuis 2021 à l'échelle du Grand Genève. Cette dernière ne recouvre cependant pas l'entier du territoire du Grand Genève, 27 communes de

Région Nyon, situées au nord d'une ligne reliant Gingins et Prangins, n'ayant pas été prises en compte dans cette étude. Les informations qui suivent concernent donc uniquement le périmètre couvert par l'étude de planification transfrontalière de la ressource en eau.

## Données de base

Les ressources utilisées par les différents services de l'eau sont les suivantes :

- Le Lac Léman. Les services de l'eau situés en bordure du lac y puisent la majorité de leurs ressources. Ce dernier représente environ 55 % de la ressource utilisée et présente une eau de bonne qualité. Il s'agit donc d'une ressource centrale pour l'alimentation en eau potable du Grand Genève. À noter que le lac fait l'objet d'une protection particulière dans le cadre d'une coopération transfrontalière avec la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (CIPEL).
- Les captages de sources. Tous les services de l'eau disposent de sources captées (hormis le Canton de Genève). Elles représentent environ 15 % des volumes prélevables moyens, mais sont largement dépendantes des conditions climatiques. Elles subissent donc des variations saisonnières plus ou moins marquées, nécessitant en période d'étiage de recourir à d'autres ressources. La grande majorité des services de l'eau utilisant des captages de sources mobilisent donc également des nappes souterraines et/ou le lac. Seul le Pays Bellegardien a recours uniquement à des sources captées et ne dispose donc pas de ressource alternative (et un maillage insuffisant de son réseau). À ce titre, certains villages du territoire ont d'ores et déjà connu des situations de pénurie en période très sèche. Globalement, la qualité des sources est généralement très bonne, et nécessite qu'une simple désinfection. Très ponctuellement sur certaines sources, des pollutions, essentiellement de pesticides, obligent à condamner la source.

- Les nappes. De nombreuses nappes sont utilisées pour les ressources en eau potable. Elles couvrent environ 30 % des besoins actuellement. Pour les collectivités qui ont des nappes et des sources comme ressources, le degré de sollicitation des nappes est souvent saisonnier, en fonction des disponibilités des ressources sur les captages de sources. Les nappes sont souvent partagées par plusieurs collectivités, comme la nappe du Genevois (SIG, CCG, Annemasse), la nappe du Borne (Faucigny-Glières et Pays Rochois), la nappe de la basse vallée de l'Arve (Annemasse, SRB). La qualité des eaux des nappes est généralement bonne à très bonne. Des pollutions sont présentes sur la nappe du Genevois (perchlorates et NN-DMS), obligeant à diluer la ressource ou envisager un traitement très poussé. La nappe du Genevois bénéficie d'ailleurs d'une convention internationale pour la gestion qualitative et quantitative de la ressource avec une clé de répartition entre la France et la Suisse.

Les ressources utilisées par les différents services de l'eau sont toujours mixtes, excepté pour le Pays Bellegardien qui ne possède que des captages de sources. Cette situation permet une sécurisation de l'approvisionnement en eau potable en cas de problèmes sur une ressource particulière (pollution ou étiage).

Les besoins en eau potable sur l'agglomération représentent aujourd'hui plus de 270 000 m<sup>3</sup>/j pour un volume prélevable moyen de 500 000 m<sup>3</sup> par jour. Ainsi à l'échelle de l'ensemble du territoire considéré, les besoins moyens journaliers actuels sont donc inférieurs aux volumes prélevables moyens journaliers.

## Méthodologie

Une analyse basée sur les géodonnées produites dans le cadre de la phase de diagnostic de l'étude de planification transfrontalière de la ressource en eau permet d'affiner l'évaluation par unité de gestion (Structure gestionnaire de la ressource eau potable). Cette dernière concerne 31 unités de gestion et, pour chacune d'entre-elles, identifie le besoin et les ressources actuels (en m<sup>3</sup>/j selon moyenne annuelle) ainsi que le besoin et les ressources à l'horizon 2040.

Cette géodonnée a été croisée avec les géodonnées de l'étude des capacités d'accueil par MMT afin d'associer des données sur la population pour 2020 et 2050 à chaque unité de gestion. Ce croisement a également permis de définir un ratio du besoin moyen actuel par habitant en 2020 par unité de gestion. En appliquant ce ratio à la population 2050 de chaque unité de gestion, il

est possible d'estimer un besoin en eau potable en 2050. Enfin, il est fait l'hypothèse que les volumes moyens prélevable en 2050 seront les mêmes que ceux identifiés pour l'horizon 2040.

L'adéquation besoin - ressources à l'horizon 2050 a enfin été évaluée en reprenant les niveaux de notation établis par NALDEO dans le cadre de l'étude de planification transfrontalière de la ressource en eau.

Tableau 26 : Analyse de l'adéquation entre les besoins et les ressources en eau potable par collectivité compétente et unité de gestion

Structure gestionnaire	Unités de Gestion	Adéquation Besoin ressource 2020	Adéquation Besoin ressource 2050
Annemasse Agglomération	Ex-SIER Rocailles	Très Mauvais	Très Mauvais
	Ex-SIEV Voirons	Très Bon	Très Bon
	Partie urbaine d'AA	Limite	Très Mauvais
CC du Pays Bellegardien	Nord Bellegardien	Très Bon	Très Bon
	Sud Bellegardien	Très Bon	Très Bon
	Valserhone	Très Bon	Très Bon
CC Faucigny-Glieres	Brison	Bon	Limite
	Centre CCFG	Limite	Très Mauvais
	Contamine-sur-Arve	Très Mauvais	Très Mauvais
	Entremont	Très Bon	Limite
	Marignier	Bon	Mauvais
	St-Sixt St-Laurent	Bon	Bon
	Tout Pays Rochois hors St-Sixt St-Laurent	Limite	Très Mauvais
CC du Genevois Français	Toute la CCG	Très Bon	Très Bon
Régie des eaux Gessiennes	Centre Gessien	Très Mauvais	Très Mauvais
	Chezery-Forens	Mauvais	Très Mauvais
	Divonne	Très Mauvais	Très Mauvais
	Leaz	Limite	Mauvais
	Lelex et Mijoux	Très Bon	Très Bon
	Sud Gessien	Très Bon	Très Bon
Services industriel de Nyon	SI Nyon Direct	Très Bon	Très Bon
	SIECGE	Très Bon	Très Bon
Services industriels de Genève	Tout SIG	Très Bon	Très Bon
Services industriel Terre Sainte et environs	Zone inferieure	Très Bon	Très Bon
	Zone superieure	Très Bon	Bon
Syndicat des Eaux des Rocailles et de Bellecombe	Rocailles	Très Bon	Bon
Thonon Agglo	ex-SEMV Nord et Anthy	Très Bon	Très Bon
	ex-SEMV Sud	Mauvais	Très Mauvais
	Lyaud	Très Bon	Très Bon
	Thonon	Bon	Mauvais

# ÉVALUATION ET CONTRIBUTION DE LA VTT À L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF 5 « PRÉSERVER ET AMÉLIORER LA QUALITÉ DES SOLS ET DES RESSOURCES DU SOUS-SOL »

## ÉVOLUTION DE LA SURFACE DE LA TACHE URBAINE

### Méthodologie

La méthodologie utilisée pour définir la projection 2050 de la tache urbaine est détaillée à l'annexe 2.

### Résultats

La VTT pose le principe d'une non-extension de la tache urbaine existante. Toutefois, sur la base des hypothèses considérées pour la définition de la projection de la tache urbaine 2050, la tache urbaine existante pourrait s'étendre sur environ 1100 ha supplémentaires à l'horizon 2050, soit un rythme de l'ordre de 0,12 % par an sur la période. Les extensions de la tache urbaine à l'horizon 2050 se répartissent globalement de la manière suivante: enclaves en zone à bâtir (environ 430 ha), extensions de la tache urbaine 2022 liées à des projets d'aménagement identifiés (environ 230 ha) et extensions potentielles (environ 450 ha). Par ailleurs, sur la base des planifications d'affectation en vigueur à fin 2020 et des projets d'urbanisation inscrits dans le PA4, une

tache urbaine 2040 théorique a également été produite, elle atteindrait une surface de l'ordre de 37000 ha ce qui correspond à un taux de croissance annuelle de la tache urbaine de 0,64 % supérieur de 0,9 point au rythme observé entre 2005 et 2022. Le rythme d'extension de la tache urbaine selon la VTT est donc significativement inférieur à celui projeté par les planifications en vigueur en 2020 et le PA4.

Tableau 27: Évolution de la surface de la tache urbaine entre 2005 et 2050 (selon projection de la tache urbaine)

Année de référence	Surface de la tache urbaine (ha)	Évolution sur la période (ha)	Taux de croissance moyen annuel (%)
2005	30 353	-	-
2015	31 597	+1244	0.40 (2005-2015)
2022	33 292	+1695	0.75 (2015-2022)
Projection 2050	environ 34 400	environ + 1100	0.12 (2022-2050)

Toutefois, bien que la projection de la tache urbaine 2050 constitue donc une première approximation théorique cohérente avec l'estimation des capacités d'accueil de la VTT, la construction d'espaces non identifiés dans la projection de la tache urbaine est également probable. En effet, il est vraisemblable que des espaces actuellement affectés en zone à bâtir seront construits d'ici à ce que les planifications d'affectation soient révisées en cohérence avec les orientations de la VTT. A contrario, tous les espaces identifiés comme extensions ou enclaves ne devraient pas tous être artificialisés à l'horizon 2050.

En effet, environ 230 ha compris dans les enclaves et extensions de la tache urbaine 2050 sont également compris dans l'infrastructure écologique, dans les abords des cours d'eau amplifiés et aux abords du lac Léman. En cohérence avec les principes de l'axe 1 de la VTT, ces espaces ne devraient pas accueillir de nouvelles constructions.

## SURFACES POTENTIELLEMENT ARTIFICIALISÉES LIÉES À DE NOUVELLES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS

### Méthodologie

La méthodologie utilisée pour les emprises concernées par de nouvelles infrastructures de transport est détaillée à l'annexe 2. Seules les infrastructures en surface sont considérées.

### Résultats

L'estimation des emprises potentiellement artificialisées par les nouvelles infrastructures de transports prévues par la VTT en surface est d'environ 204 hectares, dont 171 ha sont localisés en dehors de la tache urbaine 2050. L'autoroute Thonon-Machilly apparaît comme l'infrastructure présentant la plus grande emprise avec

134 hectares au total dont 131 ha hors de la tache urbaine (soit environ 77 % des emprises des infrastructures de transports hors de la tache urbaine).

Tableau 28 : Estimation des emprises en surface des projets d'infrastructures de transports

	Dans la tache urbaine 2050		Hors de la tache urbaine 2050		Total	
	<u>surface</u> (en ha)	Pourcentage	<u>surface</u> (en ha)	Pourcentage	<u>surface</u> (en ha)	Pourcentage
Élargissement de l'autoroute A1 entre Genève et Nyon	1	5 %	17	95 %	18	100 %
Autoroute Thonon-Machilly	3	2 %	131	98 %	134	100 %
Barreau de Montfleury et demi-jonction	1,3	50 %	1,2	50 %	2,5	100 %
Boulevard des Abarois	8,8	98 %	0,2	2 %	9	100 %
BHNS Saint-Genis	0	0	1,1	100%	1,1	100%
Axe tram entre Genève et St-Julien-en-Genevois et route de desserte de Perly	9,5	78 %	2,5	22 %	12	100 %
Nouvelle liaison Genève - St-Genis-Pouilly - Gex	2	16 %	11	84 %	13	100 %
Nouvelle liaison Gex - Divonne-les-Bains - Nyon	7	51 %	7	49 %	14	100 %
Tram Ferney (tronçon ZAC Terrinnov)	0,8	100 %	0	0 %	0,8	100 %
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>16 %</b>	<b>171</b>	<b>84 %</b>	<b>204</b>	<b>100 %</b>

