Modus - July 2024

Synthèse - Mobility Grand Genève



Sommaire

Contexte 3

Méthodes 3

Apprentissages 5

Ouverture 8

Chef de projet Modus : Matthieu Gautrot

Contexte

Afin de mieux comprendre les effets des politiques publiques de mobilité et orienter sa stratégie vers les mesures les plus efficaces a priori, nous souhaitons nous appuyer sur des outils d'aide à la décision qui soient rapides, agiles, accessibles et performants. Dans le cadre de la modélisation, un tel outil doit permettre de tester des leviers (mesures) rapidement afin d'en observer les principaux effets sur les parts modales, distances parcourues, émissions carbones ou encore les risques d'effets rebonds. Un tel modèle, souple et accessible, n'existe pas aujourd'hui sur le Grand Genève. En effet, le modèle multimodal transfrontalier (MMT), référence pour dimensionner les infrastructures des Plan d'Agglomérations du Grand Genève, est difficilement accessible et peu adaptable. Bien que d'autres initiatives de micro-simulation (jumeaux numériques basés sur des agents) soient en cours, ces modèles sont bien plus coûteux, demandent un temps de développement considérable et resteront complexes à aborder. C'est pourquoi nous avons fait appel à AREP, bureau d'architecture et d'ingénierie qui développe depuis 2020 un modèle de transport *open source* (code Python et R sur github), aligné avec notre besoin de modélisation. Ce modèle, Mobility, étant encore en développement, cette mission représente une opportunité pour construire cet outil ensemble et l'ajuster aux besoins des deux organisations. L'adaptation à une région transfrontalière représente de plus un challenge forçant la réplicabilité et l'adaptabilité du modèle (jusque-là utilisé uniquement en France), démontrant l'agilité de celui-ci.

L'intérêt pour la Fondation Modus avec ce nouveau modèle est de consolider sa stratégie à long terme tout en permettant en parallèle d'explorer les effets de certaines politiques publiques pour les acteurs de la mobilité genevoise, consolidant et complémentant ainsi les résultats des outils déjà existants.

Méthodes

Le choix de l'open source

Le partage des outils, données, enseignements tirés est dans l'ADN de Modus. C'est pourquoi nous sommes complètement alignés avec AREP sur la nécessité de développer Mobility en open source. Cela facilite la collaboration entre différents acteurs pour développer et utiliser l'outil. En améliorant la transparence, cela renforce aussi la confiance dans les résultats du modèle en exposant les hypothèses faites et les limites. Nous espérons nous servir de cette caractéristique pour faciliter

la prise en main de Mobility par les acteurs du Grand Genève afin que son utilisation ne se limite pas à la Fondation Modus, maximisant ainsi l'apport de cet outil pour aborder la transition vers des mobilités durables.

Un modèle 4-étapes hybride

Mobility est structuré comme un modèle 4 étapes (génération de programme d'activités, distribution sur le territoire, attribution modale puis affectation sur le réseau). Toutefois, la génération des déplacements se fait sur un échantillon de personnes représentatives, adoptant des programme d'activités directement tirés des Enquêtes Mobilités des Personnes (EMP) et du Microrecensement Mobilité et Transport (MRMT). Cela permet d'avoir une finesse appréciable pour observer une partie de la population plus précisément. Pour Modus, c'est par exemple la voie vers des simulations d'expérimentations ciblées qui seront modélisables avec ce modèle.

Offre de transport

Le territoire grand genevois est découpé en environ 600 zones de transport. Les données ouvertes OpenStreetMap (OSM) et GTFS fournissent respectivement le réseau routier et bâtiments et le réseau de transport public sur l'ensemble du territoire. L'architecture du code de Mobility permet ici facilement de modéliser des mesures impactant l'offre de transport (capacité et vitesses maximales sur les tronçons routiers, vitesses et réseau des transports publics, réseau cyclable, parkings relais…). Cela fournit un premier volet de leviers modélisables avec Mobility.

Approche par modes et motifs

Une fois les déplacements générés par zone d'origine, un modèle de radiation innovant propre à Mobility ajuste itérativement la distribution des déplacements sur le territoire en fonction des opportunités par zone et de l'offre de transport pour s'y rendre (paramètre d'accessibilité). Que ce soit pour caractériser cette accessibilité ou pour répartir les flux entre chaque mode de transport, AREP se sert, à l'instar de modèles 4-étapes classiques, de fonctions d'utilités par mode et par motif. De cette façon, il est assez facile de modifier certains paramètres de ces fonctions d'utilité pour simuler des mesures particulières (c'est ainsi par exemple que l'on peut simuler des taxes ou des aides financières pour certains modes). Par ailleurs, cette gestion permet d'ajouter au besoin des modes de transport, Mobility modélisant actuellement les modes suivant :

- L'autosolisme

- Le covoiturage
- Le vélo
- La marche
- Les transports publics (avec marche)
- L'intermodalité
    - Voiture-transports publics-marche
    - Vélo-transports publics-marche

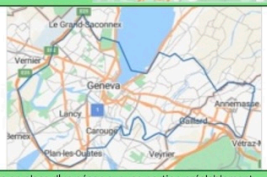
Calibration du modèle

Une première calibration du modèle sur les données des enquêtes MRMT et EMP a été faite par AREP au printemps 2025, pour les motifs travail, loisirs et achats (58% des déplacements). Celle-ci montre des distances parcourues simulées inférieures aux enquêtes du côté suisse (-10% par rapport au MRMT 2015 sur Genève) et supérieures du côté français (+10% par rapport à la moyenne nationale) ce dernier écart s'expliquant par les distances rallongées en contexte transfrontalier par rapport à la moyenne nationale. Ces écarts sont encore à investiguer par AREP. Au niveau des répartitions modales, celles-ci sont proches des données d'enquête avec un autosolisme légèrement plus faible côté français (83% contre 88% dans les enquêtes), et côté suisse une légère surreprésentation de la marche (+2,6%) en défaveur du vélo (-1,6%).

Apprentissages

Mesures testées

Au cours du premier mandat d'AREP, certaines politiques publiques ont été testées sur le modèle. L'intérêt ici était d'inclure des mesures de natures différentes afin de comprendre comment chaque type de levier peut être testé (réseau de transport public, accessibilité ou vitesse des véhicules motorisés, taxe ou subvention des modes, possession d'équipements de mobilité...). Les méthodes pour implémenter ces changements dans le code ont été documentés de sorte que quiconque sachant coder en Python puisse s'essayer à terme à tester ses propres mesures.

LEVIER	DESCRIPTION	TECHNIQUE DE MODÉLISATION	NIVEAU DE MATURITÉ	PRINCIPALES LIMITES
Ajout d'une ligne ferroviaire Jura - pied du Salève (LJS)	Tracé envisagé avec arrêts à St Genis - CERN - Meyrin Mairie - Aéroport - Nations - Cornavin - Lancy Pont Rouge - Galaise - Saint-Julien, exploitation en mode métro (10 trains par heure)	Ajout dans le GTFS	Bon	Correspondances non optimisées Non-prise en compte de la congéstion TC
Ajout d'une ligne de cars à haut niveau de service (CHNS)	Augmentation de la fréquence des services de la ligne 272 -5 minutes sur le temps de parcours actuel Réduction d'une voie sur l'A41 sens Sud-Nord sur les 10km avant la frontière et sur l'A1 de Plan-Les-Ouates à la bifurcation A41/A40 sens Nord-Sud	Ajout dans le GTFS	Bon	Non-prise en compte de la congéstion TC
Ajout d'une zone à faible émission (ZFE)	Zone envisagée, réduction du trafic des 20% des véhicules (les plus polluants) 	*En cours de modélisation*		
Ajout d'une zone limitée à 30km/h		*En cours de modélisation*		
Mise en place d'un péage autoroutier	Mise en place d'un péage sur une portion préalablement gratuite de l'autoroute A40, entre Annemasse et Saint-Julien-En-Genevois	*En cours de modélisation*		
Implémentation d'un réseau cyclable structurant	Liaison prises à partir du schéma cyclable Grand Genève 2030 et comparée avec PAMA (2024-2028) et la VTT (2050) 	Voies du réseau (et à proximité immédiate) indiquées comme parcourables à haute vitesse par les vélos Pas de réduction de capacité VP	Bon	Pas de congestion ni d'effet sur les intersections VP
Augmentation du prix du carburant	+25% sur le prix du carburant	Augmentation de 25% du coût kilométrique VP	Moyen	N'affecte pas similairement toutes les catégories de la population
Subvention vélo	Forfait de +CHF/trajet	Diminution de 1 CHF du coût des trajets vélos	Moyen	
Démotorisation d'une partie des ménages	Dépossession de la voiture individuelle pour certaines personnes	*En cours de modélisation*		

Résumé des mesures modélisées ou en cours de modélisation par AREP

Les impacts étudiés pour ces mesures se concentrent pour l'instant sur certains indicateurs : la part modale de l'autosolisme, le coût généralisé (qui représente l'impact sur les opportunités de déplacements), et les émissions de gaz à effets de serre (GES). Attention, sur ces premiers tests seul le motif travail est simulé.

L'ajout ou renforcement de lignes de transports publics

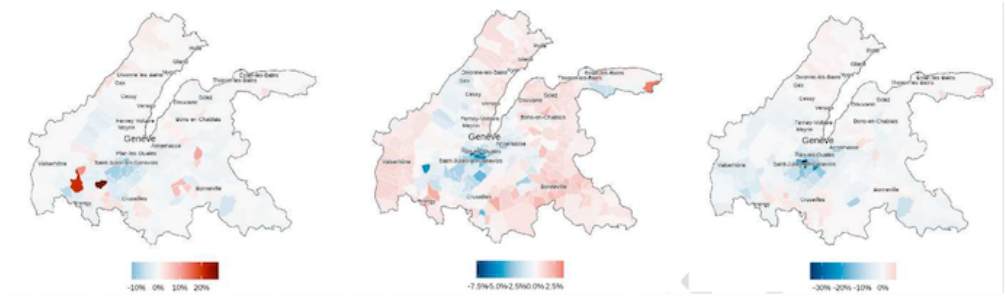
Les effets de ces mesures, sans jouer sur les capacités routières, sont contrastés.

Par exemple, l'ajout d'une ligne de transport structurante, similaire au CEVA, permet de baisser tant les parts modales de transports individuels motorisés que les émissions, de l'ordre de 2 à 4%. En revanche, le renforcement de la fréquence et vitesse de la ligne 272 suscite des effets rebonds importants menant à un impact global négatif. En effet, la capacité routière libérée par les usagers plus fréquents de cette ligne permet de diminuer la congestion sur ce tronçon et invite augmente ainsi les distances de déplacements, favorisant donc par effet rebond l'autosolisme (+1,0%) et augmentant les émissions globales (+2,4%). Pour qu'un projet de ce type soit efficace, il semble qu'il doive s'accompagner d'une diminution de la capacité routière sur le tronçon ciblé, en restreignant par exemple la voie empruntée au bus uniquement (et éventuellement aux covoitureurs). Toutefois, les effets rebonds sont encore à dimensionner plus précisément dans Mobility, ce qui fait partie des

prochains objectifs d'AREP (voir plus bas).

Le réseau cyclable structurant

L'effet premier est clairement positif sur les territoires concernés par cette mesure. En particulier, les zones de Saint-Julien, Bonneville, Annemasse, Thonon, Bellegarde ou le pays de Gex, desservis directement par des pistes cyclables structurantes, voient l'autosolisme et les émissions de gaz à effet de serre baisser.

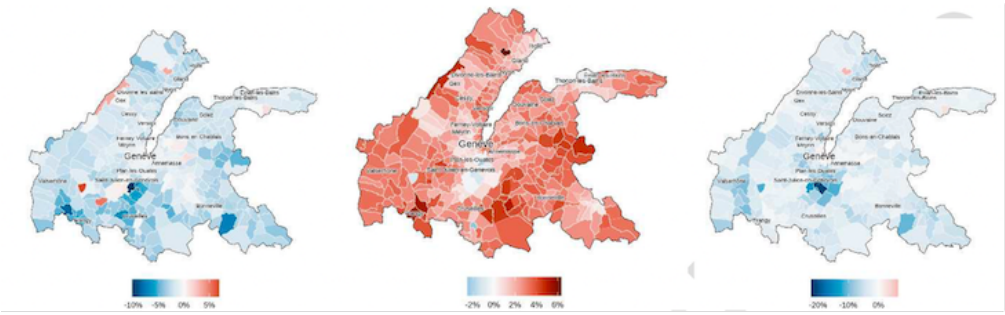


Impact du réseau cyclable sur l'autosolisme (à gauche), les coûts généralisés des déplacements (au centre) et les émissions GES (à droite)

Toutefois, ici encore, la mesure induit un effet rebond semblant favoriser l'autosolisme dans certaines zones périphériques et celui-ci reste à calibrer (les cyclistes libérant de la capacité routière et favorisant des distances plus longues par endroit). La hausse finale de 0,8% des émissions associées à cette mesure est directement due à cet effet probablement surestimé.

Les effets tarifaires

L'augmentation de 25% des coûts des carburants (simulant par exemple les effets d'une crise pétrolière mondiale) sont conformes à ce que l'on pourrait imaginer : une réduction de l'autosolisme (toutefois que de 1,0% au global) et des émissions GES de 2,4% au détriment d'une hausse des coûts généralisés des déplacements. Cette hausse a lieu de façon hétérogène sur le territoire, avec un plus fort impact social au niveau des territoires périphériques plus captifs de la voiture, ce qui est cohérent et souligne les enjeux d'inégalités autour de la dépendance à l'automobile. Cela démontre bien qu'en cas de hausse subite du prix de l'essence, les populations rurales sont les plus exposées.



Impact d'une hausse de 25% du prix des carburants sur l'autosolisme (à gauche), les coûts généralisés des déplacements (au centre) et les émissions GES (à droite)

Les effets de la subvention des trajets à vélo (par exemple avec un projet visant à récompenser les comportements vertueux en matière de mobilité) sont plus difficiles à analyser pour le moment. Ils sont assez disparates selon les zones de transport, même si l'effet global est positif tant sur l'autosolisme (-0,9%), les coûts généralisés (-3,7%) et les émissions GES (-1,0%).

Ouverture

Le premier mandat a eu comme objectif principal de calibrer ce modèle sur le Grand Genève. Il a aussi été l'occasion de développer les motifs autres que le travail ainsi que des modes de transport intermodaux et le covoiturage. AREP a par ailleurs contribué en parallèle en prenant en charge des développements annexes (chaînage des déplacements, congestion, amélioration du modèle de radiation), démontrant son engagement dans ce projet.

Les premiers résultats tant sur le calibrage que sur la simulation de leviers amènent déjà des discussions intéressantes, notamment sur les effets rebonds ainsi que sur l'impact social de certaines mesures. Toutefois, plusieurs questions restent encore en suspens quant à ces effets et demandent une analyse plus poussée des résultats et un calibrage des effets rebonds. Ce sont justement les premiers objectifs du prochain mandat d'AREP commençant à l'été 2025, sur l'explicabilité et l'analyse des effets observés. Cela s'ajoute une analyse de sensibilité pour comprendre quels paramètres sont déterminants dans la variation des résultats du modèle.

D'autres pistes de développement à venir en 2026 s'attaqueront à la mise en place d'une interface pour permettre l'utilisation de Mobility à des acteurs non experts en modélisation ou en code, notamment les acteurs publics. Ce dernier point impliquera une collaboration étroite avec ces acteurs et avec AREP.

Enfin, la collaboration avec d'autres partenaires ne s'arrête pas à Mobility : la Fondation Modus a initié à l'été 2025 un groupe de travail avec les responsables des modèles de transport en place ou en développement sur l'agglomération genevoise.

Ce travail a pour objectif de créer des synergies et exploiter les complémentarités des différents modèles afin de consolider leurs résultats et ainsi renforcer l'apport de ces outils pour la transition des mobilités sur le Grand Genève.