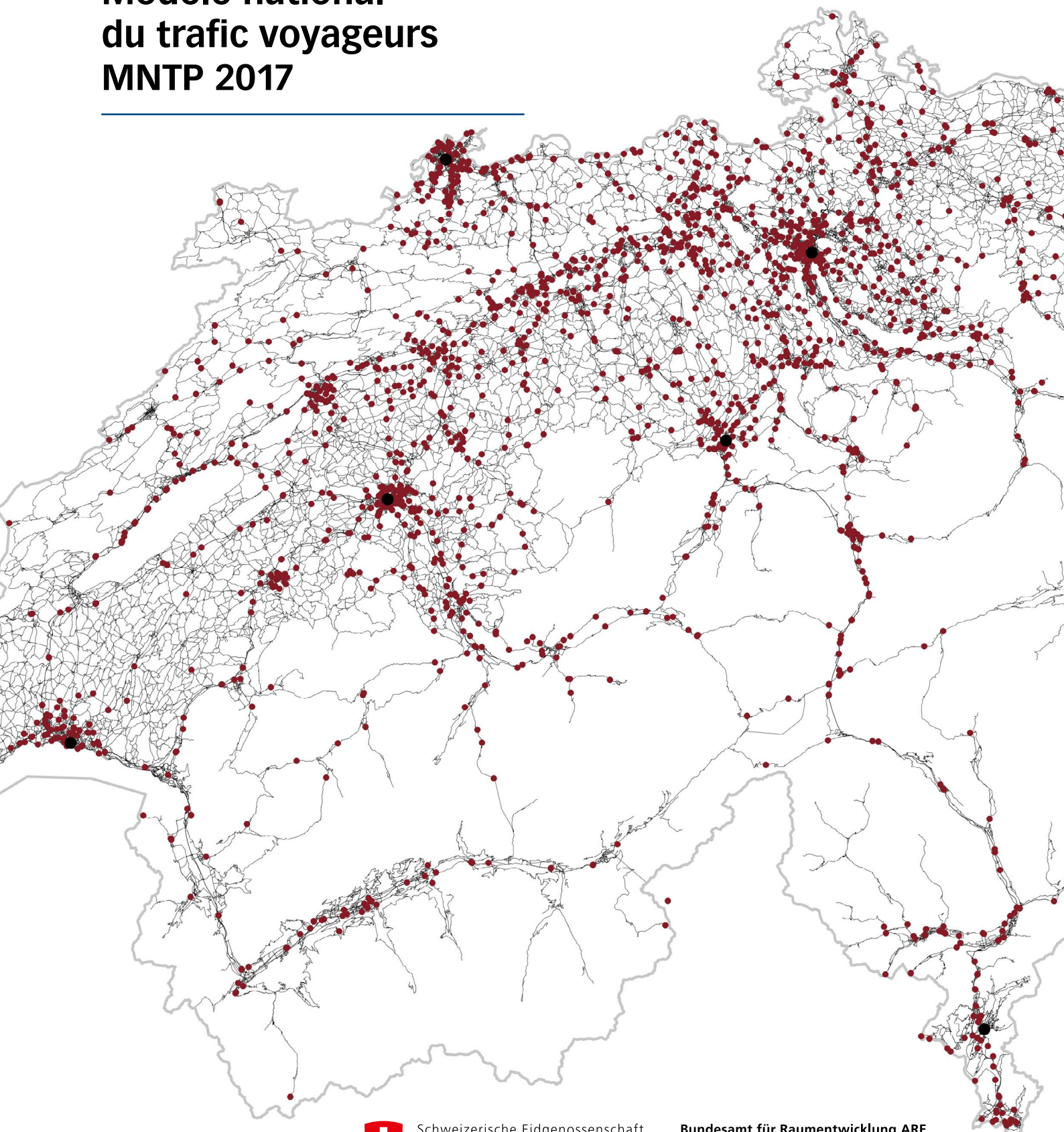


BASES

Modèle national du trafic voyageurs MNTP 2017



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federal da svilup dal territori ARE

Table des matières

1	Avant-propos	2
2	Introduction	3
2.1	Un instrument moderne de planification	4
2.2	Principales caractéristiques	6
2.3	Zones de trafic en Suisse et à l'étranger	8
2.4	Banque de données	12
2.5	1600 données de comptage dans les TP, 3900 dans le trafic routier	14
2.6	Théorie du modèle	16
3	Analyses pour le modèle	17
3.1	Plus de 100 cartes thématiques par zone de trafic	18
3.2	26 Relations origine–destination	20
3.3	Analyse de 170'000 trajets	22
3.4	Taux d'occupation plus élevés pour les trajets plus longs	24
3.5	Coûts d'un trajet des TP supérieurs à ceux de la voiture	25
4	Résultats	27
4.1	Charges de trafic sur la route et sur le rail	28
4.2	Voyageurs à travers le tunnel de base du Saint-Gothard	30
4.3	Prestation de transport dans les cantons	31
4.4	Cartes additionnels sur le géoportail de la Confédération	33
5	Validation et calibration	34
5.1	Harmonisation des résultats du modèle avec des données d'enquêtes	35
5.2	Faibles écarts et niveau élevé de qualité	37
5.3	Tapis d'élasticité	39
6	Prochaines étapes	42
7	Glossaire	43
8	Liens&références	45

1 Avant-propos

Comment le trafic évolue-t-il en Suisse? Dans quelques années, qui se déplacera où et en empruntant quel mode de transport? Ces questions intéressent toutes les personnes qui s'occupent des transports et de l'aménagement du territoire, comme les responsables de la planification auprès de la Confédération, des cantons et des villes. Pour pouvoir prendre les bonnes décisions concernant l'extension des réseaux routiers, ferroviaires et cyclables et le développement de l'urbanisation, il faut disposer d'études de base utiles et d'instruments de travail modernes.

L'un de ces instruments est le Modèle national du trafic voyageurs (MNTP). Son but est d'analyser et de prévoir les comportements de mobilité. Sous la direction de l'Office fédéral du développement territorial (ARE), des experts internes et externes à la Confédération ont, pendant cinq ans, œuvré à son élaboration. Ils ont compilé et harmonisé des données, identifié des modèles de comportement et relié les résultats à l'aide d'un logiciel de façon à ce qu'il soit possible d'analyser les flux de trafic dans différents espaces et de déduire des scénarios pour l'avenir.

Le nouveau MNTP est beaucoup plus précis que le précédent, en particulier dans trois domaines:

1. Le modèle compte désormais quelque 8000 → [zones de trafic](#), contre environ 3000 précédemment. Les routes de quartier et tous les horaires des transports publics (TP) y ont été intégrés, ce qui permet d'avoir une image beaucoup plus détaillée des régions et de tirer des conclusions plus précises sur les choix politiques adéquats en matière de transports.
2. Le MNTP couvre tous les modes de transport et les interactions entre eux. Les capacités des TP et un réseau cyclable ont aussi été intégrés dans le modèle.
3. Les groupes d'usagers et les → [relations origine–destination](#) ont été affinées: le modèle est capable de déterminer, à partir de plus de 100 → [groupes d'usagers](#), le volume de trafic qui est généré, par exemple par classe d'âge ou selon le type d'activité professionnelle. Logement–travail et achats–logement sont deux exemples des 26 relations origine–destination.

→ Ces termes sont expliqués dans le glossaire.

Le présent document expose les différentes caractéristiques du MNTP. Nous renvoyons les lecteurs intéressés à notre [site Internet](#). Ils y trouveront des graphiques interactifs et pourront y télécharger des informations supplémentaires, un rapport technique et les données.

Dans l'ensemble, ce nouveau modèle constitue un jalon important pour toutes les personnes qui, en s'occupant de questions du trafic, de l'environnement, de l'énergie ou de l'aménagement du territoire, contribuent à façonner notre avenir.

2 Introduction

Ce chapitre présente les possibilités d'application du MNTP et ses principales caractéristiques, soit la subdivision détaillée du territoire en → **zones de trafic**, en Suisse et à l'étranger, les sources de données utilisées et les fondements théoriques du modèle.

2.1 Un instrument moderne de planification

Dans leur travail, les aménageurs du territoire et les planificateurs des transports s'appuient sur des modèles de transport pour calculer les conséquences des décisions politiques sur les flux de trafic et la → [répartition modale](#), soit le choix du mode de transport. Au Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), il appartient à l'Office fédéral du développement territorial (ARE) de gérer et de développer ces modèles en étroite collaboration avec l'Office fédéral des transports (OFT) et l'Office fédéral des routes (OFROU). Le MNTP utilisé jusqu'à présent avait fait l'objet d'un remaniement en profondeur en 2010.

Le nouveau MNTP a été élaboré sur la base des dernières données disponibles et des possibilités informatiques actuelles et dans le respect des standards internationaux de modélisation du transport. Le modèle et une sélection de résultats, comme le temps de parcours et la distance entre les → [zones de trafic](#), sont disponibles en libre accès (données ouvertes) [1].

Le MNTP permet d'analyser les conséquences de variations des facteurs déterminants aux niveaux national, cantonal ou régional. Par exemple:

- Construction d'une route de contournement ou augmentation de la cadence TP entre deux villes.
- Vieillesse démographique, densification de quartiers d'habitation et implantation de nouvelles places de travail.
- Diminution des acquisitions de voitures par la population, télétravail, augmentation du prix de l'utilisation de la voiture ou des TP.
- Nouvelles formes de mobilité, telle la réservation de véhicules via une application, ou modélisation indirecte des véhicules automatisés, p.ex. avec une augmentation du nombre d'occupants dans les véhicules ou un accroissement des capacités du réseau routier.

Les variations présentées ci-dessus peuvent être analysées séparément ou ensemble sous la forme de scénarios futurs. Dans ses [Perspectives d'évolution du transport](#), l'ARE élabore un possible scénario jusqu'en 2050 et en calcule les conséquences sur les flux de trafic et la répartition modale. L'OFROU et l'OFT se fondent sur les résultats obtenus pour planifier les étapes d'extension des infrastructures routières et ferroviaires nationales dans les programmes de développement stratégique (PRODES).

Grâce à sa haute résolution géographique, le MNTP peut aussi être utilisé par les cantons et les agglomérations pour établir des nouveaux modèles ou en complément des modèles de transport existants. Cependant, il ne remplace pas les modèles de transport considérant des espaces plus petits, tels un canton ou une ville par exemple. L'ARE conseille aux cantons, aux villes et aux communes d'utiliser des modèles et des méthodes adaptés à l'échelle géographique pour des analyses locales (p.ex. modification de la vitesse de circulation sur certains tronçons ou extension du réseau de trams).



Démographie
Vieillesse, structures
d'habitat et des places de travail



Possession d'instruments de mobilité
Voiture et abonnements TP



Offres de transport
Adaptations réseau routier
et horaires TP



Comportements de mobilité
Augmentation/diminution des
trajets pour les achats et
les loisirs, télétravail



Automatisation
Capacités routières,
taux d'occupation



**Coûts d'un trajet
individuel au kilomètre**
Voiture et TP

Applications du Modèle national de trafic voyageurs MNTP 2017

Si des facteurs tels que la démographie ou l'offre de transport sont modifiés, le MNTP peut analyser comment cela affecte le système de transport. (© ARE, 2020)

2.2 Principales caractéristiques

Le MNTP est un modèle de transport macroscopique, c'est-à-dire qu'il considère des groupes d'individus, et non les individus eux-mêmes. Il a été établi pour l'année 2017 à l'aide du logiciel de planification Visum de la société PTV [2]. Il intègre les nouvelles liaisons ferroviaires à travers le tunnel de base du Gothard. Les caractéristiques qui présentent un intérêt pour les utilisateurs sont les suivantes:

Offre de transport: réseaux de transport et horaires TP

- Réseau routier précis et détaillé: il contient tous les tronçons routiers importants pour le trafic et leurs capacités.
- Réseau cyclable séparé: il se base sur le réseau routier et les pistes cyclables de SuisseMobile. En plus, il indique quels sont les tronçons à fort dénivelé ou à forte charge de trafic, ce qui en fait des tronçons moins attrayants pour des trajets à vélo.
- Les TP englobent les horaires des téléphériques, des bus ruraux, des trams urbains et des trains Intercity en cadence semi-horaire entre les grandes villes de Suisse. Les fortes fréquentations sur les grands axes ferroviaires diminuent le confort des voyageurs et augmentent la probabilité d'un détournement au profit d'autres modes de transport, comme la voiture.

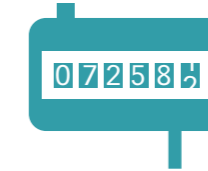
→ **Demande de transport:** → groupes d'usagers et schémas de comportement

- La Suisse est subdivisée en quelque 8000 unités territoriales appelées → zones de trafic. La subdivision a été opérée sur la base des frontières communales et d'études de l'aménagement du territoire et de la planification des transports.
- Le comportement de la population dans le domaine des transports varie selon l'âge, le statut professionnel et la possession d'une voiture ou d'un abonnement TP. Pour en tenir compte, le MNTP subdivise la population en groupes d'usagers avec des comportements semblables. Plus de 100 groupes ont été formés. Exemple: personnes actives, 25-44 ans, pas de voiture, avec un abonnement TP. Pour chacun de ces groupes, le MNTP travaille avec des schémas de comportement différents, p.ex. le nombre moyen de trajets que les individus du groupe parcourent pour aller au travail, pour faire des achats ou pour accompagner quelqu'un.
- La longueur d'un trajet et le moyen de transport choisi dépendent notamment du motif du déplacement. Le MNTP distingue les déplacements pour les achats du quotidien et ceux pour les besoins à plus long terme, et les déplacements pour les loisirs de moins de 10 km et de plus de 10 km. Le trajet pour les achats hebdomadaires est typiquement plus court que celui jusqu'au magasin de meubles. Le trajet jusqu'au parc voisin se fait plutôt à pied ou à vélo, alors que celui jusqu'au stade s'effectue plutôt en voiture.

2017 marque l'année de départ pour la plupart des applications. La plupart du temps, pourtant, les planificateurs veulent modéliser des situations futures et ont besoin de pouvoir disposer dans le MNTP de trajectoires d'évolution jusqu'en 2050. En se fondant sur les prévisions de croissance démographique et économique officielles, l'ARE met à disposition de telles trajectoires d'évolution dans le cadre de ses [Perspectives d'évolution du transport](#).



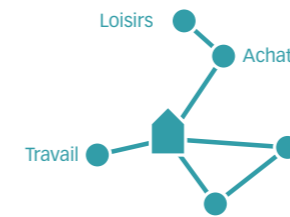
Subdivision de la population suisse en 100 groupes d'individus



Données de comptage
3900 dans le trafic routier
1600 dans les transports publics



Prise en compte des capacités du matériel roulant dans le transport ferroviaire



26 relations origine-destination classées en 6 motifs de destination



Réseau routier détaillé et prise en compte des capacités



Intégration de tous les horaires TP



Réseau spécifique pour les trajets à vélo



8000 zones de trafic subdivisant la Suisse



Comportement des groupes d'individus selon les résultats de grandes enquêtes auprès de la population

Propriétés du Modèle national de trafic voyageurs MNTP 2017
(© ARE, 2020)

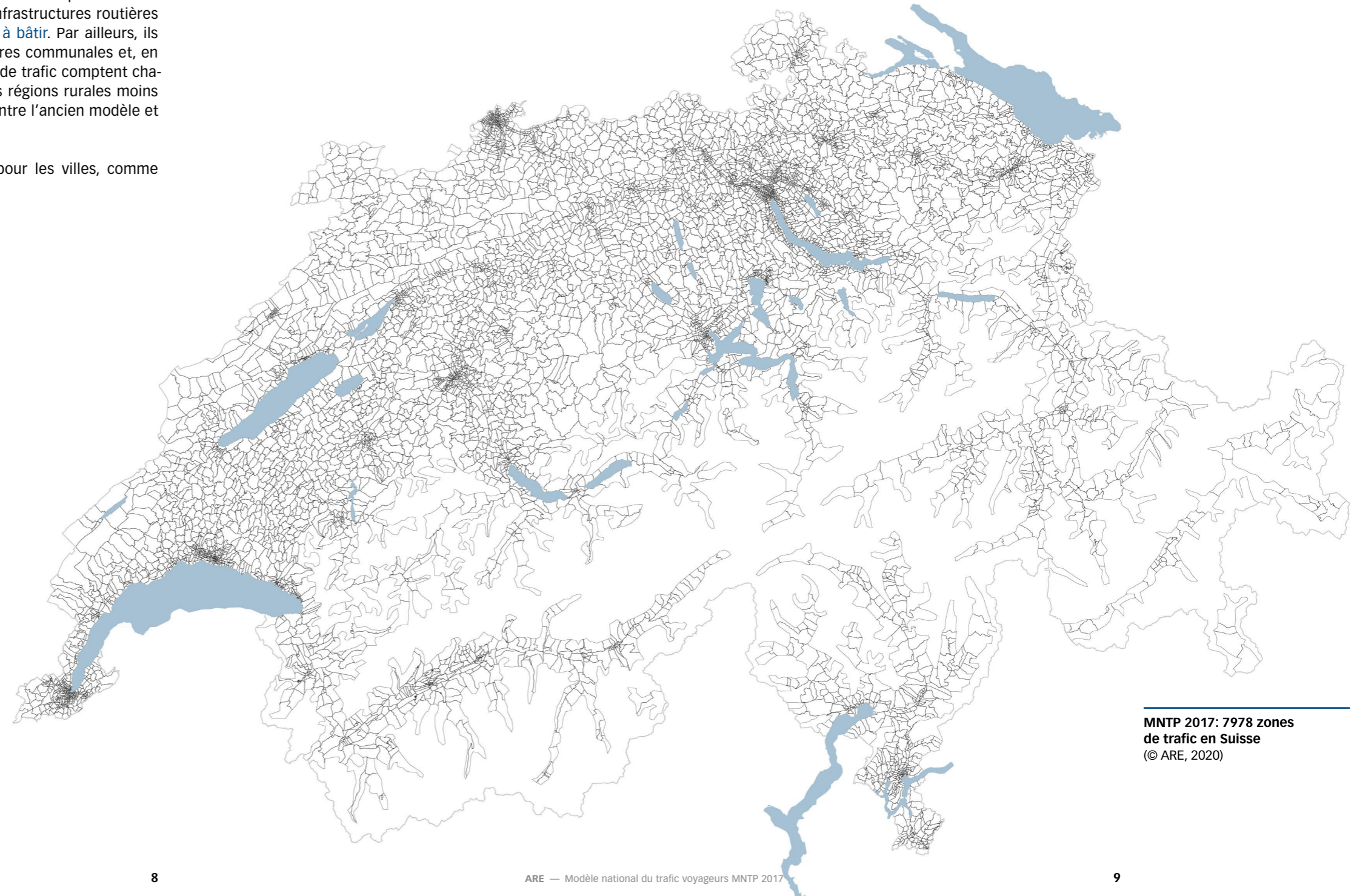
2.3 Zones de trafic en Suisse et à l'étranger

La première étape d'élaboration du nouveau modèle a consisté à subdiviser le territoire suisse [3]. La subdivision est beaucoup plus fine que dans l'ancien modèle. Le modèle compte désormais quelque 8000 → zones de trafic, soit environ 5000 de plus que précédemment. La subdivision en zones de trafic est importante: plus elle est détaillée, plus les flux de trafic restitués par le MNTP sont précis.

Pour affiner les zones de trafic de l'ancien modèle, les expertes et les experts se sont appuyés sur des éléments de démarcation géographique, les infrastructures routières et ferroviaires, les étendues et les cours d'eau et les → zones à bâtir. Par ailleurs, ils ont veillé à ce qu'aucune zone ne s'étende au-delà des frontières communales et, en se basant sur des données hectométriques, à ce que les zones de trafic comptent chacune en moyenne 1600 habitants et places de travail. Dans les régions rurales moins densément bâties, les zones de trafic n'ont souvent pas varié entre l'ancien modèle et le nouveau.

La précision du nouveau MNTP s'est améliorée notamment pour les villes, comme l'illustre le tableau suivant:

Nombre de zones de trafic	MNTP 2017	MNTP 2010
Zurich	308	12
Bâle	141	8
Genève	126	7
Berne	105	6
Lausanne	88	6
Winterthour	83	4
Saint-Gall	68	3
Lugano	63	19
Lucerne	63	5
Bienne	43	5



Le MNTP prend aussi en compte 710 zones de trafic à l'étranger. Les 13 communes du Liechtenstein ainsi que les enclaves de Büsingen et de Campione d'Italia sont incluses dans le territoire suisse couvert par le modèle. En règle générale, la taille des zones de trafic augmente et la précision du modèle diminue à mesure que l'on s'éloigne de la Suisse. Les zones de trafic des pays voisins qui englobent des axes de trafic reliés à la Suisse ou des itinéraires alternatifs pour le trafic international sont cependant plus petites et donc plus détaillées. Ces zones de trafic comprennent, à l'est et à l'ouest, tous les points de passage à travers les Alpes en France et en Autriche. Dans les agglomérations de Genève et de Bâle ainsi qu'au Tessin, une part du trafic est due aux frontaliers. Pour ces régions proches de la frontière, le MNTP reprend la structure des zones des modèles cantonaux.

Les modèles tels le MNTP utilisent des [connecteurs](#) pour établir la liaison entre les zones de trafic et le réseau routier et les arrêts TP. Les connecteurs montrent de combien les lieux d'habitation et de travail sont éloignés de la route ou de l'arrêt TP les plus proches. En raison de la fine subdivision en zones, la mise en œuvre d'un seul connecteur par zone de trafic a souvent été suffisante. C'est le cas pour plus de 90% des zones de trafic vers le réseau routier et plus de 60% des zones de trafic vers les TP. Pour environ 80% des zones de trafic vers les TP, la longueur du connecteur est de moins de 500 mètres. Ce taux est de 70% dans le réseau routier. Ces taux élevés indiquent que le modèle reflète bien les voies de communication réelles.



2.4 Banque de données

Pour élaborer le MNTP, l'ARE a compilé toutes les données pertinentes: les jeux de données de l'Office fédéral de la statistique (OFS), des cantons, des CFF et d'autres sources, y compris commerciales [4]. Généralement, les données disponibles ne sont pas harmonisées. Ainsi l'ARE et les spécialistes en modèles ont-ils investi beaucoup de temps pour préparer et harmoniser les données, par exemple pour pouvoir trouver des trajets et des connexions adéquates dans les réseaux routier et ferroviaire, ou pour pouvoir comparer les données sur la disponibilité des voitures et des abonnements TP pour l'ensemble de la Suisse.

L'objectif de l'ARE était d'utiliser des bases de données cohérentes pour 2017 ou aussi proches que possibles de 2017. Les données les plus actuelles de la statistique de la population et des ménages (STATPOP) sont en effet celles de l'année 2017. Les données sur les comportements de mobilité du [microrecensement mobilité et transports \(MRMT\)](#) et de [l'enquête sur les préférences déclarées \(SP\)](#), ne sont pas disponibles tous les ans, les plus actuelles étant celles de 2015. Concernant les [données de comptage](#) dans le trafic routier et les TP ([→ chapitre 2.5](#)), les expertes et les experts ont dû se satisfaire d'une couverture territoriale parfois incomplète.

Le [MRMT](#) est la plus grande enquête menée auprès de la population sur les comportements de mobilité. Les personnes interrogées par téléphone – elles sont plus de 57'000 – indiquent pourquoi et comment elles se sont déplacées. Le MRMT fournit des informations sur le mode de transport choisi selon le motif de déplacement (p.ex. travail), le nombre de personnes dans la voiture ou le nombre de trajets parcourus quotidiennement pour les achats, le travail ou les loisirs

Quelle est la variation de prix nécessaire pour que la personne interrogée renonce à la voiture au profit des TP? Le MRMT est muet à ce sujet. Les réponses à ce genre de questions hypothétiques sont fournies par [l'enquête SP](#) («stated preference» en anglais) concernant les modes de transport et le [→ choix des itinéraires](#), une enquête rattachée au MRMT.

Pour que le MNTP reproduise du mieux possible les schémas de comportement qui ressortent des enquêtes, les résultats du MRMT et de l'enquête SP ont été exploités par type d'espace. Les [→ types d'espace](#), au nombre de trois, étaient «urbain», «intermédiaire» et «rural» (typologie urbain-rural 2012 de l'OFS) [5]. On y découvre par exemple que les habitants des régions rurales sont prêts à accepter de plus longs trajets en voiture pour se rendre au travail, et que les citoyens préféreraient éviter des changements supplémentaires dans les TP, en particulier sur le chemin du travail.

Pour calculer le nombre de trajets par [→ zone de trafic](#), le MNTP utilise une [→ population synthétique, la SynPop](#) [6] ([→ chapitre 3.1](#)). La SynPop combine les caractéristiques de la population, comme l'âge, le sexe, le niveau de formation, le revenu, le nombre de personnes vivant dans le ménage et le fait de posséder une voiture ou d'être titulaire d'un abonnement TP. Ces données, recueillies à partir de différentes sources, sont un reflet de la population suisse. La SynPop est géocodée; dans le MNTP les caractéristiques de la population sont agrégées par zone de trafic. Outre le nombre d'abonnements généraux (AG) et d'abonnements demi-tarif, le MNTP a aussi pris en considération, et c'est nouveau, les abonnements TP proposés par les communautés tarifaires de Suisse pour une ville ou une région. La SynPop est structurée de façon à pouvoir intégrer les prévisions de croissance démographique et économique et établir, par exemple, une SynPop 2050.

Grâce à cet effort d'harmonisation, l'ARE dispose d'une banque de données d'une grande valeur, indépendamment du MNTP. Cette banque de données peut être partagée avec toutes les personnes chargées d'établir des études de base pour la politique de l'aménagement du territoire et la politique des transports.

Microrecensement mobilité et transports (MRMT)		Statistique de la population et des ménages (STATPOP)	
Données de comptage route, TP, vélo: OFROU, cantons, villes, CFF, communautés tarifaires	Réseau ferroviaire: jeu de géodonnées de base OFT	Réseau routier: réseau navigation TomTom	
Enquête préférences déclarées choix du mode de transport et de l'itinéraire (enquête SP)	Statistique de la structure des entreprises (STATENT)	Horaire des transports de proximité	Horaire CFF
Relevés structurels (RS)	Système d'information sur les véhicules à moteur (MOFIS)	Abonnements TP: AG, demi-tarif, communauté tarifaire	
Transport transalpin et transfrontalier de personnes (A+GQPV)			
Statistique des élèves et étudiants (SDL)	Capacités matériel roulant rail	SuisseMobile La Suisse à vélo	
Enquête sur le transport de marchandises (ETM)		Enquête sur les véhicules utilitaires légers (EVL)	
Statistique des frontaliers (STAF)	Matrice des pendulaires (PEND)	Base de données shopping center	Statistique suisse des zones à bâtir
Modèle topographique du paysage (MTP)		Surfaces de vente par commune	

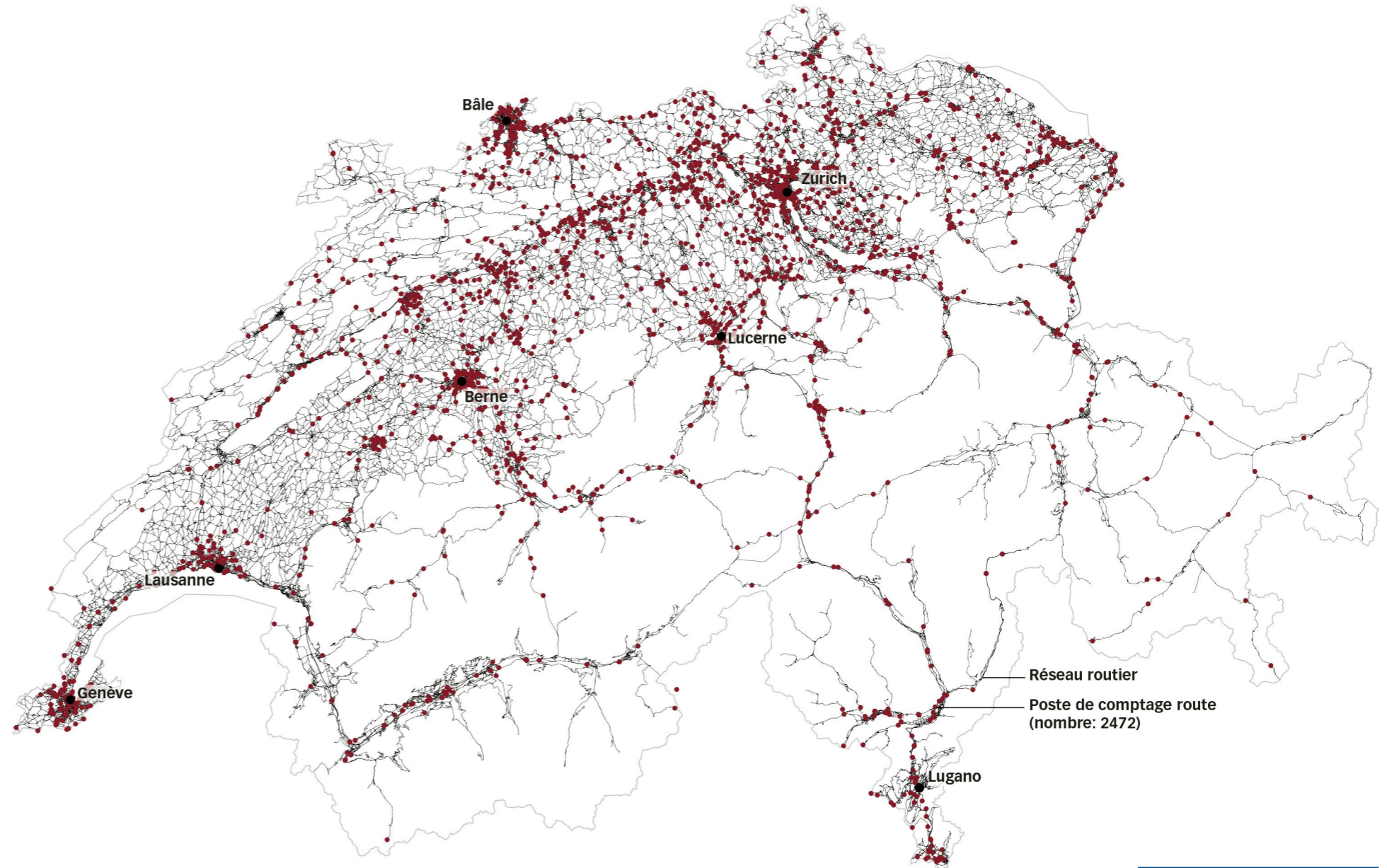
Type de données: [Confédération](#), [CFF](#), [divers/autres](#)

Sources de données MNTP
(© ARE, 2020)

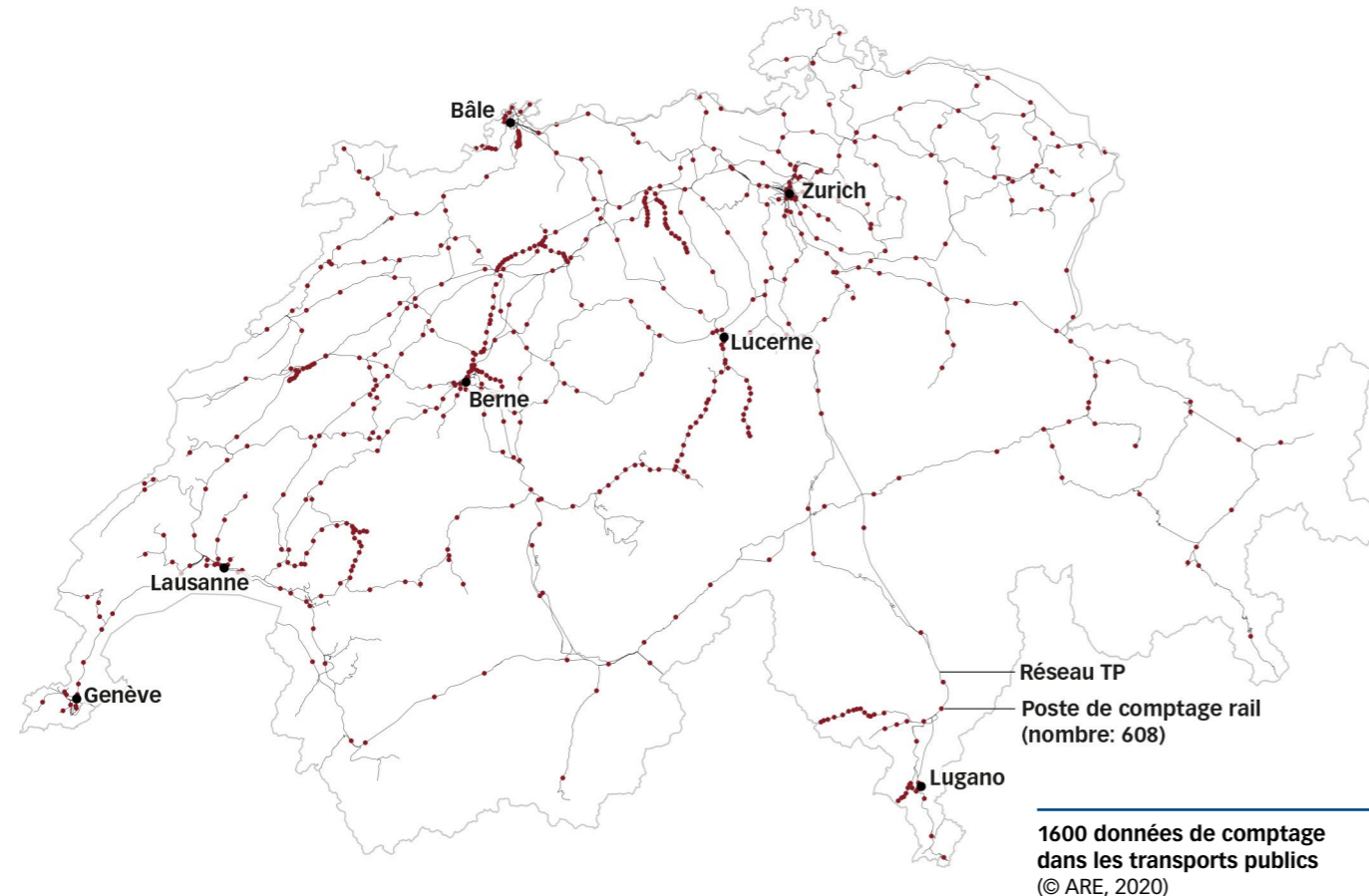
2.5 1600 données de comptage dans les TP, 3900 dans le trafic routier

Les services de la circulation routière et les entreprises TP procèdent régulièrement à des mesures et à des comptages sur les routes et dans les transports publics. Pendant combien de jours les voitures ont-elles été comptées? Les données indiquent-elles dans quelle direction roulaient les voitures? L'ARE a harmonisé la qualité et le format de ces → [données de comptage](#) collectées et préparées de différentes manières avant de calibrer le MNTP sur le nombre de trajets observé. Les experts et les experts ont pu s'assurer ainsi que le MNTP reflète correctement l'état actuel du trafic. Par ailleurs, ils ont veillé à ce que le modèle contienne des données de comptage si possible pour chaque jour, pour chaque heure et pour chaque région.

En ce qui concerne les TP (rail, tram, bus), les CFF ont mis à disposition environ 700 données de comptage, les cantons et les communautés tarifaires et de transport près de 900. La couverture TP est donc bonne. Pour le réseau routier, plus de 3900 données de comptage ont été livrées par l'OFROU, les cantons et les villes. Grâce aux données de comptage de l'OFROU, le réseau routier national est lui aussi bien couvert. Sur le réseau routier secondaire, par contre, les mesures étaient insuffisantes: pour quelques régions, les données de comptage dans les campagnes étaient clairsemées, comme dans les cantons de Fribourg, de Vaud, du Valais et de Thurgovie. Dès lors, l'ARE recommande aux utilisatrices et aux utilisateurs du MNTP d'interpréter avec prudence les résultats portant sur des espaces avec un faible nombre de données de comptage. Pour des analyses locales, l'ARE conseille d'une manière générale d'obtenir des données de comptage supplémentaires, d'intégrer celles-ci et de calibrer à nouveau le modèle en fonction de la situation.



3900 données de comptage sur l'ensemble du réseau routier
En règle générale, un poste de comptage comptabilise les personnes dans les sens aller et retour, de sorte qu'un poste de comptage reflète le plus souvent deux données de comptage. (© ARE, 2020)



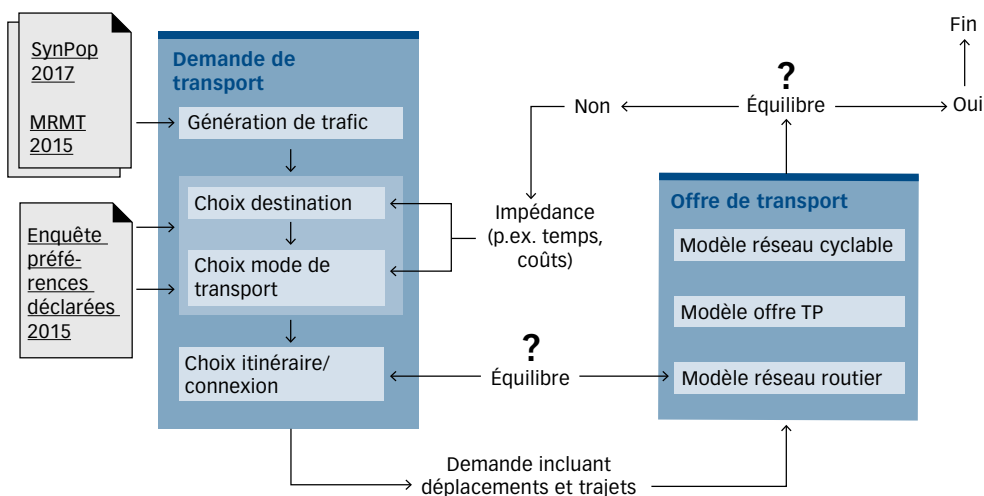
2.6 Théorie du modèle

La → **demande de transport** dans le MNTP repose sur les trois composantes du modèle EVA, soit la → **génération** (Erzeugung), la → **distribution** (Verteilung) et le → **répartition modale** (Aufteilung), et sur une quatrième composante, appelée l'→ **affectation** [7], qui correspond au choix de l'itinéraire:

1. **Génération**: quel est le nombre de déplacements effectués? En se basant sur la population (SynPop) par → **zone de trafic**, le MNTP calcule le nombre de déplacements vers et depuis la zone de trafic.
2. **Distribution**: où mènent les déplacements? Le MNTP calcule où vont les déplacements en se basant sur les emplois, les écoles, les commerces et les installations de loisirs.
3. **Choix du mode**: quel est le mode de transport utilisé? La répartition modale, soit le choix du mode de transport selon le motif de déplacement (p.ex. achats), est calculée en même temps que la distribution. Les étapes 2 et 3 sont donc calculées simultanément.
4. **Affectation** (choix de l'itinéraire): quelle est la route empruntée ou quel est le train utilisé? Pour les trajets TP, le MNTP recherche des connexions dans l'horaire. Pour les trajets en voiture et à vélo, la recherche de l'itinéraire s'effectue dans le réseau routier et le réseau cyclable.

Entre les étapes 1 et 4, plusieurs rétroactions ont lieu pour parvenir à un équilibre et un résultat unique. L'équilibre est atteint lorsque presque plus aucun changement ne s'observe dans le choix des destinations (étape 2) et des modes de transport (étapes 3), parce que les charges dans le trafic routier et donc les temps de parcours restent stables.

Le → **modèle de la demande** du MNTP (étapes 1 à 3) est à la disposition des utilisatrices et des utilisateurs comme module principale. Il est complété de trois modules pour l'offre: le modèle de l'offre TP et deux modèles de réseau pour la route et le vélo (étape 4).



Structure du modèle de trafic
(© ARE, 2020)

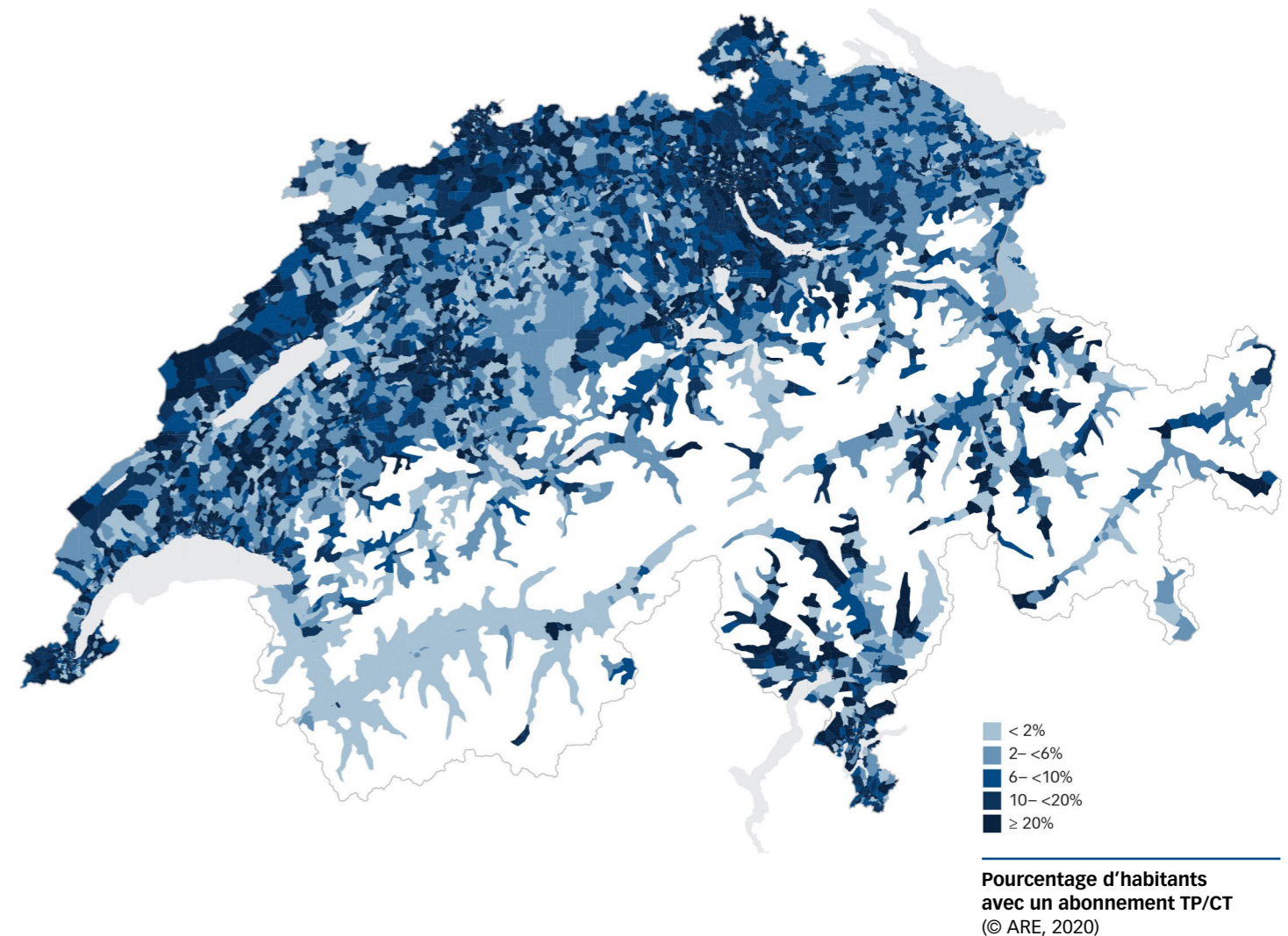
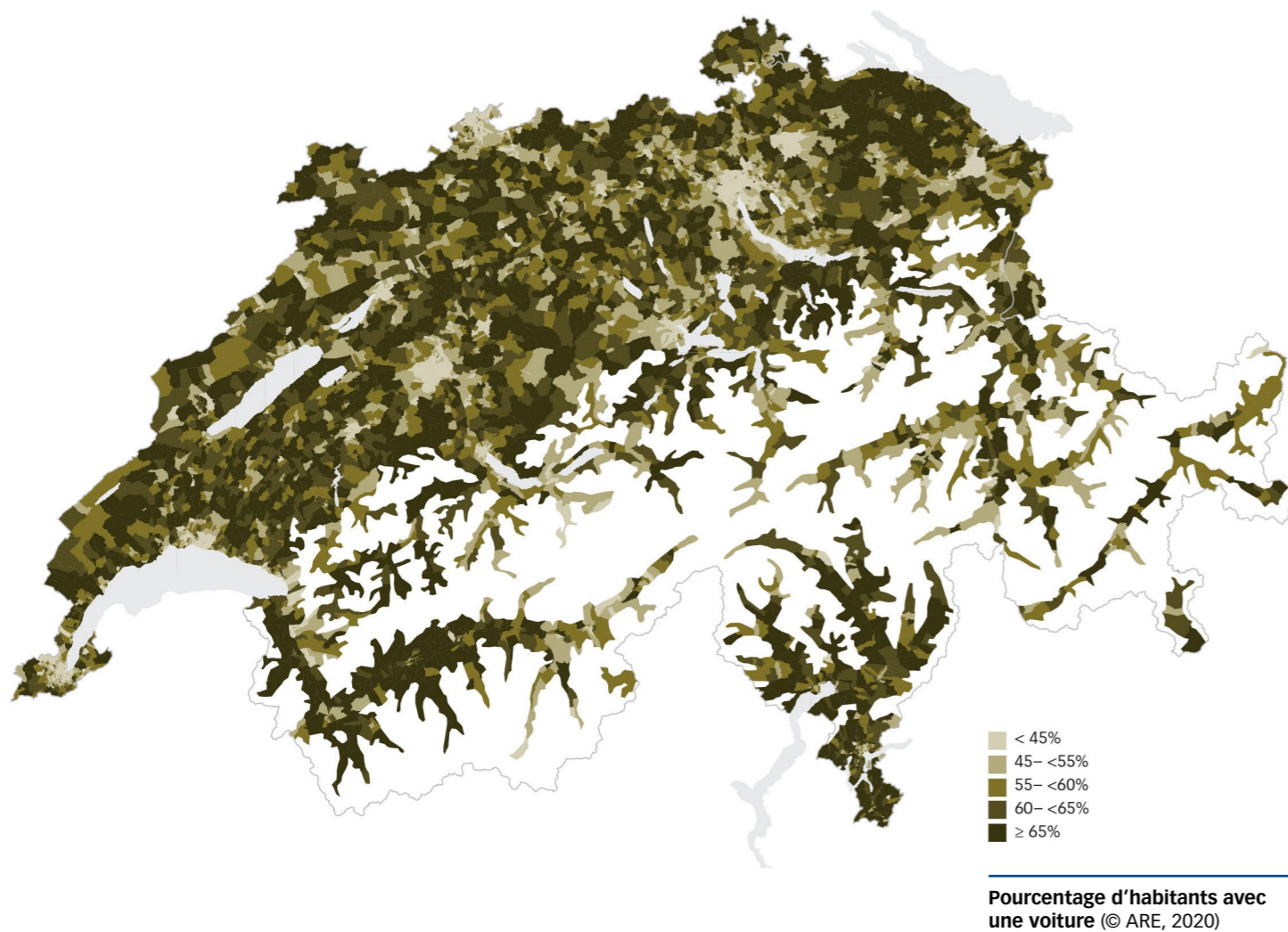
3 Analyses pour le modèle

Durant l'élaboration du MNTP, l'ARE et les experts du modèle ont exploité des données et identifié des schémas de comportement. Les illustrations ci-après présentent quelques exemples des résultats intermédiaires obtenus. L'accent est mis sur la différenciation en → groupes d'usagers et en → motifs de déplacement dans le MNTP. Les résultats de ces analyses ont permis de spécifier le MNTP.

3.1 Plus de 100 cartes thématiques par zone de trafic

Plus de 100 → groupes d'usagers ont été formés sur la base de la → SynPop, avec ses données géocodées sur les personnes et les ménages. Pour le MNTP, les informations sur les groupes d'usagers et le nombre de places dans les écoles ou les infrastructures pour les achats et les loisirs sont agrégées au niveau des → zones de trafic.

La base de données SynPop présente par exemple, par zone de trafic, le nombre de voitures et d'abonnements TP des communautés tarifaires dans la population suisse. Les personnes intéressées peuvent obtenir les données sur le portail d'accès aux données de recherche FORSbase et les analyser [6].

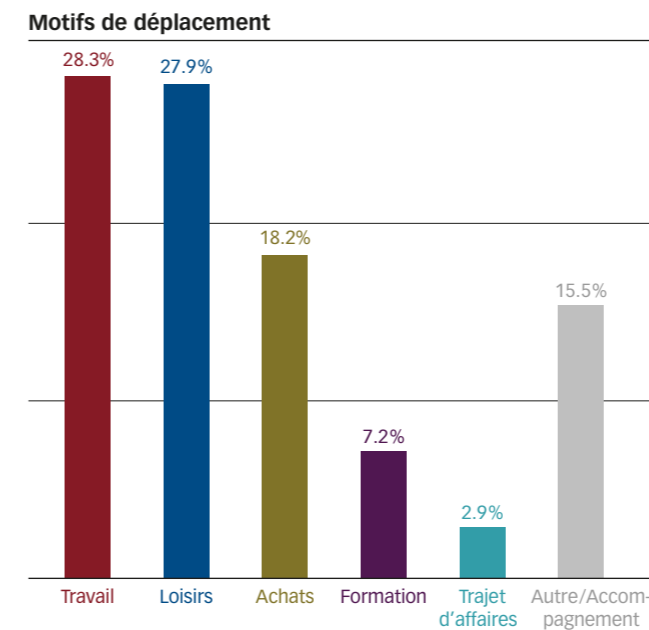
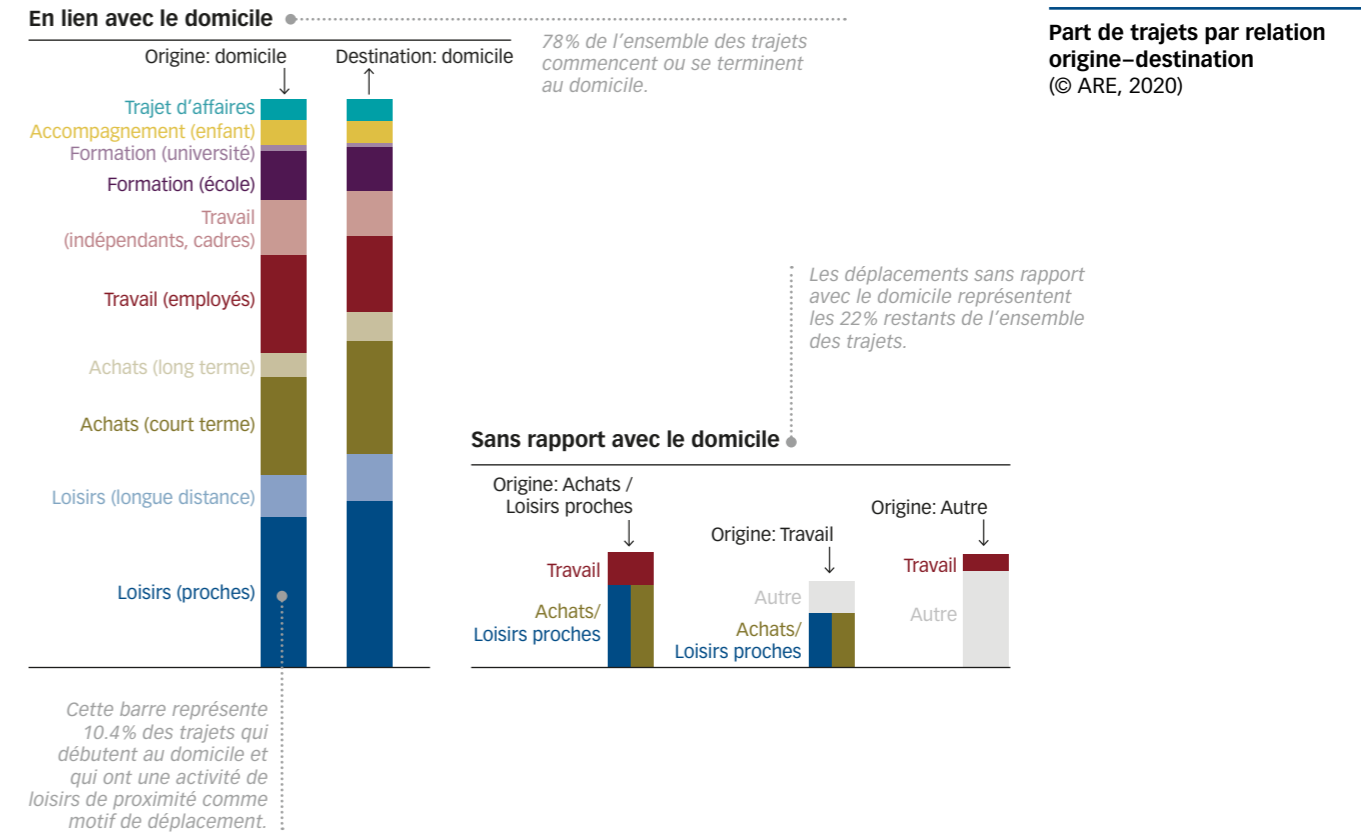


3.2 26 Relations origine–destination

Chaque individu qui quitte son domicile accomplit une succession d'activités et de trajets qui sont rassemblés en une **chaîne de déplacement**. Exemple: le trajet du domicile (D) au travail (T), puis pour les achats (A) et retour au domicile (D). Dans le MNTP, les trajets qui constituent la chaîne de déplacement sont modélisés individuellement. Dans cet exemple, la chaîne de déplacement D–T–A–D est constituée des trois trajets D–T, T–A et A–D. Le MNTP modélise séparément des trajets qui vont souvent de pair, comme celui allant du lieu de travail au magasin ou aux installations de loisirs. Le modèle procède à des simplifications pour les trajets plus rares, tel celui allant du lieu de travail à un établissement de formation.

Le MNTP distingue au total 26 **relations origine–destination**, comme domicile–travail ou achats–domicile. Elles ont été constituées sur la base d'une analyse des trajets pendant les jours ouvrés, soit du lundi au vendredi, du **M** **R** **M** **T**. L'immense majorité (78%) des trajets est liée au domicile, c'est-à-dire que le trajet part du domicile ou qu'il s'y termine. La part des trajets liés au travail avec le domicile comme point de départ est plus élevée (11%) que ceux qui ont le domicile comme point d'arrivée (8% seulement). Cet écart est dû au fait que beaucoup de gens font des achats ou s'adonnent à des activités de loisirs immédiatement après le travail. En ce qui concerne les trajets sans rapport avec le domicile (22%), soit les trajets qui débutent et se terminent ailleurs qu'au domicile, près de la moitié (9%) partent du travail ou finissent au travail, et 6% s'effectuent entre les achats et les activités de loisirs. L'origine et la destination des 7% de trajets restants sans rapport avec le domicile sont rangées sous «Autres». Il s'agit de trajets qui s'effectuent rarement et qui ont été regroupés en une catégorie. Entrent par exemple dans cette catégorie les trajets entre des activités de loisirs et l'université ou les trajets depuis le lieu de travail pour accompagner un enfant.

Le MNTP calcule les **flux de trafic** par moyen de transport entre toutes les **zones de trafic** pour chacune des 26 relations origine–destination. La classification des relations origine–destination par **motif de déplacement** offre un autre point de vue qui met en lumière l'importance des motifs travail, loisirs et achats. Les trajets du travail dominent nettement. Leur part s'explique par la nature de la catégorisation: les relations origine–destination sans rapport avec le domicile qui ont les achats et les loisirs de proximité comme point de départ et point d'arrivée incluent les motifs achats et loisirs. Cette relation, qui représente une part de 6%, ne peut pas être attribuée clairement à l'un ou l'autre motif de déplacement et figure donc dans la catégorie «Autres». Si l'on ventilait les trajets contenus dans la catégorie «Autres» entre les motifs achats et loisirs, on verrait que les déplacements pour les loisirs sont plus fréquents, y compris les jours ouvrables.



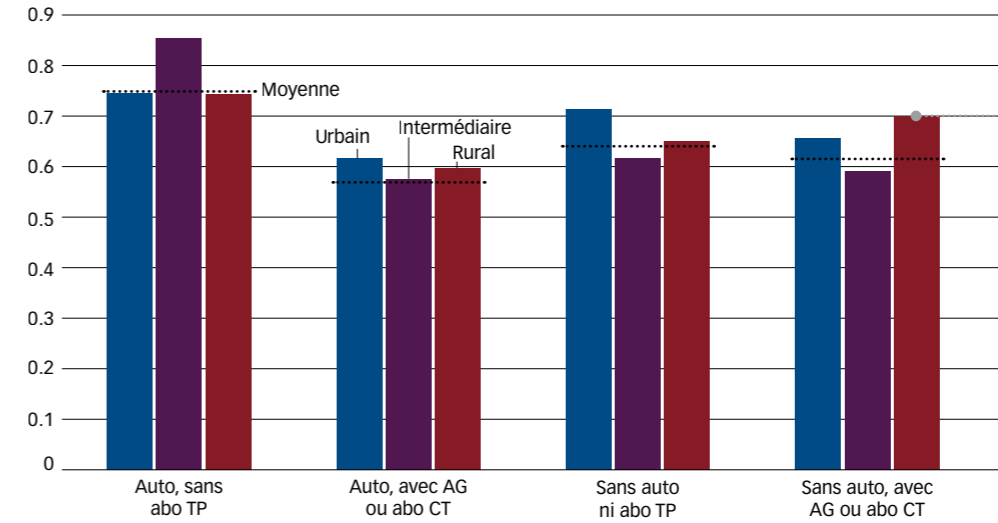
3.3 Analyse de 170'000 trajets

Pour déterminer le nombre de trajets par jour pour chaque zone durant l'étape 1, soit la génération dans, il faut connaître, outre la répartition territoriale de la population, le nombre de trajets accomplis quotidiennement et pour quel motif. Le MRMT sert également de base pour répondre à cette question. Pour cela, les modélisateurs ont analysé 170'000 trajets parcourus les jours ouvrables. Le défi consistait à avoir – pour plus de 100 → groupes d'usagers, 26 → relations origine–destination et les 3 → types d'espace «urbain», «intermédiaire» et «rural» –, un nombre statistiquement suffisant de trajets et donc des résultats significatifs.

L'illustration montre, à titre d'exemple, le nombre moyen de trajets parcourus par jour ouvré par les employés entre le domicile et le lieu de travail. Une différenciation plus fine est encore opérée pour distinguer les classes d'âge, les types d'espace, les propriétaires de voiture et les détenteurs d'un abonnement TP. Les données ainsi obtenues représentent les → taux de mobilité. Des situations de vie différentes font varier les taux de mobilité. Des facteurs d'influence comme la structure du ménage, la formation ou le revenu y sont reflétés non pas directement, mais indirectement. Dans l'exemple des employés, le taux de mobilité moyen augmente avec l'âge: encore souvent en formation, les jeunes gens n'exercent aucune activité professionnelle, alors que les personnes plus âgées ont en général déjà derrière elles la phase de la constitution familiale et travaillent plus. Le taux de mobilité des employés de la ville est sensiblement plus élevé que celui des personnes qui vivent dans l'espace intermédiaire ou à la campagne. Cette différence peut être due par exemple à un taux d'activité plus élevé en ville ou par de courtes distances qui permettent ici et là deux déplacements quotidiens pour le travail (avant et après le repas de midi).

Si l'on additionne le nombre de trajets parcourus en moyenne par groupe d'usagers et relation origine–destination, on obtient le nombre total de trajets accomplis en Suisse pendant un jour ouvré. Chaque habitant accomplit en moyenne 3.75 trajets quotidiennement durant les jours ouvrés. Avec une population de 8.6 millions d'habitants en 2017 (population résidante permanente et non permanente), le nombre de trajets par jour ouvré totalise 32.3 millions.

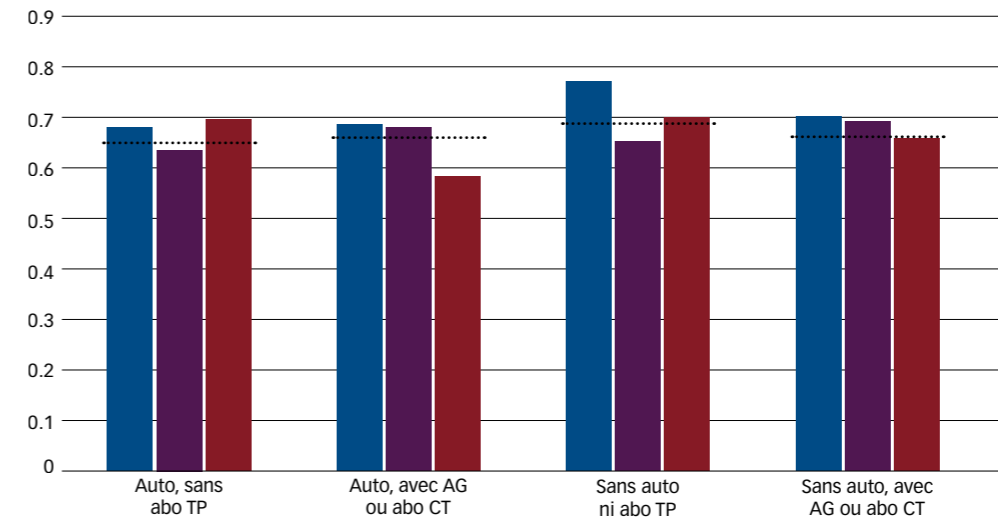
Nombre de trajets domicile–travail par personne, les jours ouvrés
Classe d'âge: ≤24



Nombre de trajets domicile–travail par personne, les jours ouvrés (© ARE, 2020)

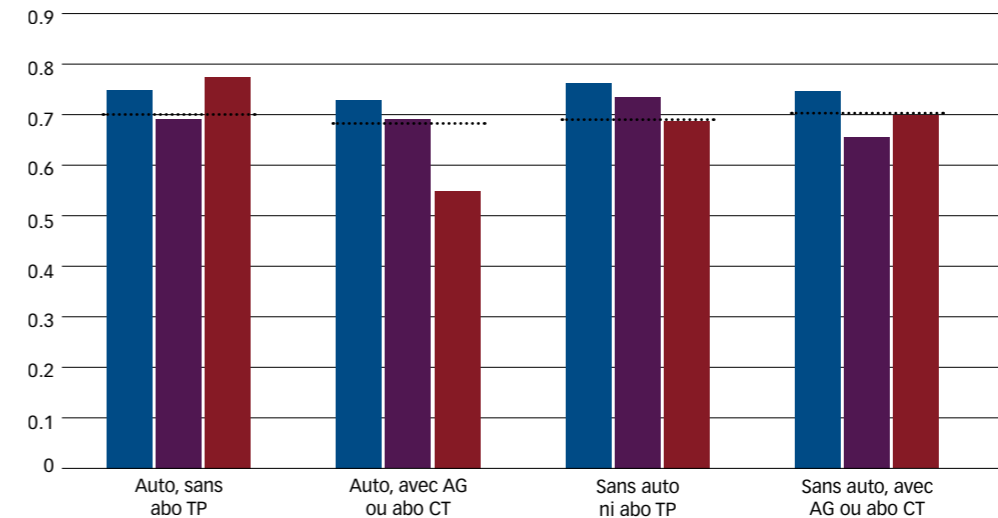
Exemple de lecture: un employé âgé de moins de 24 ans, vivant à la campagne sans voiture et détenteur d'un abonnement TP accomplit en moyenne 0.7 trajet jusqu'au travail.

Classe d'âge: 25–44



Le nombre de trajets par personne pour le travail est inférieur à 1, car le modèle prend en compte des facteurs comme le travail à temps partiel, le télétravail, les jours de vacances et les jours de maladie.

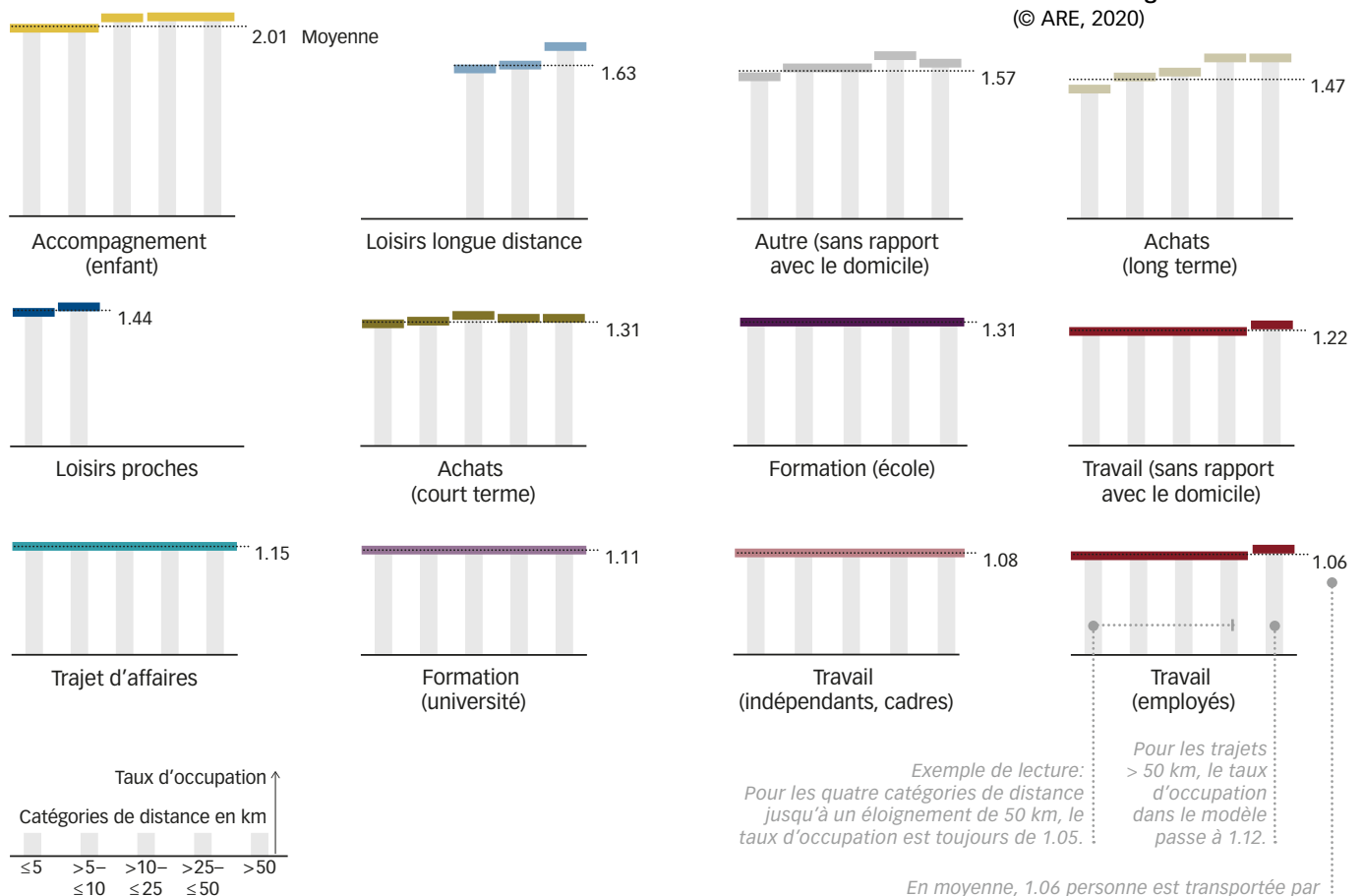
Classe d'âge: ≥45



3.4 Taux d'occupation plus élevés pour les trajets plus longs

Combien de personnes sont transportées en voiture? Le **taux d'occupation** est relevé dans le cadre du **MRMT** et utilisé dans le MNTP pour convertir le nombre de déplacements en nombre de trajets effectués par les véhicules. Un taux d'occupation plus élevé réduit le **volume de trafic**, autrement dit le nombre de véhicules sur la route. De nouvelles formes de mobilité simplifiant les trajets groupés laissent présager une meilleure utilisation des véhicules. Dans le MNTP, le taux d'occupation est différencié par motif (p.ex. trajet d'accompagnement) et catégorie de distance (longueur du chemin parcouru). Il s'agit là d'une nouveauté, car les précédents modèles de transport distinguaient souvent uniquement selon le motif, sans tenir compte des distances. L'analyse du MRMT a toutefois révélé que pour différents motifs de déplacement, le taux d'occupation dépend de la longueur du trajet.

Grâce à la différenciation opérée dans le taux d'occupation, le MNTP est en mesure de calculer des scénarios pour le futur. Si, par exemple, de nouvelles formes de mobilité (p.ex. services de partage) réussissent à s'imposer dans l'espace urbain, il est possible d'en analyser les effets escomptés en modifiant les taux d'occupation dans l'espace correspondant, en différenciant les catégories de distance.



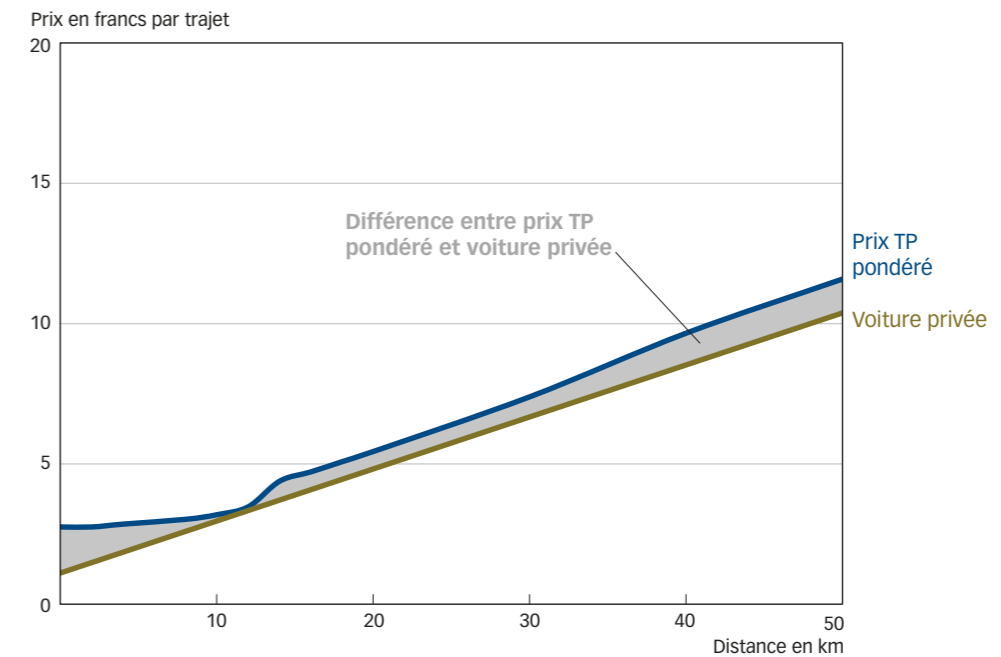
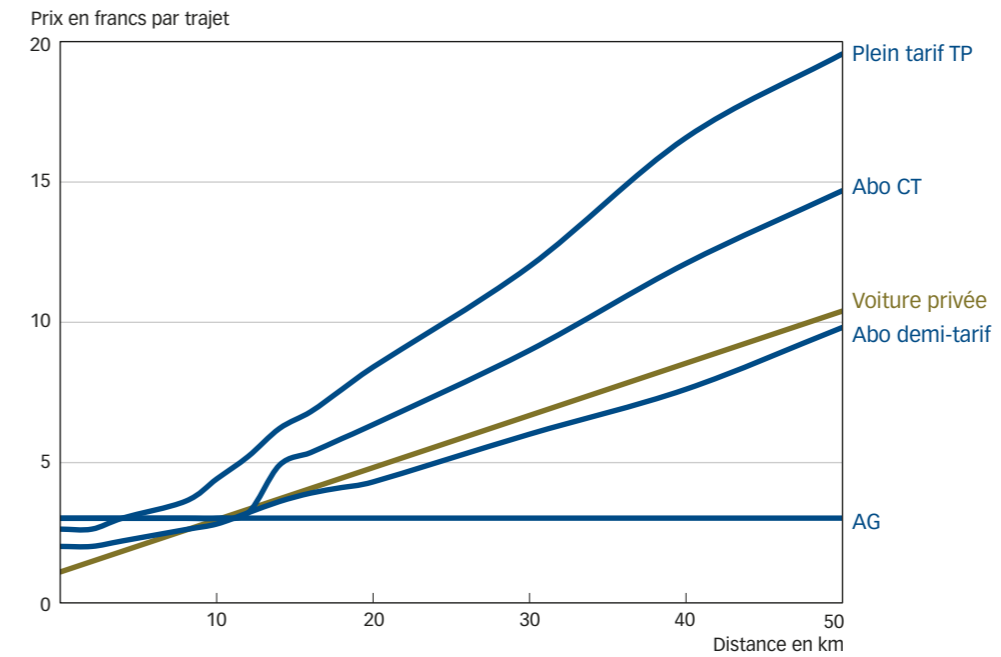
3.5 Coûts d'un trajet des TP supérieurs à ceux de la voiture

Dans les modèles de transport, outre le temps de parcours, le **coût d'un trajet** en TP ou en voiture est un facteur d'influence important. Ces coûts ne sont toutefois pas faciles à déterminer. Dans les TP, les voyageurs ont le choix entre des abonnements, des tarifs promotionnels et des offres saisonnières. Un modèle de transport ne peut rendre compte de cette multitude d'options que de manière simplifiée. S'agissant de l'utilisation de la voiture, des questions difficiles se sont aussi posées: comment les coûts de l'achat d'une voiture, les coûts annuels pour les impôts et la vignette et les coûts d'entretien influencent-ils les décisions de mobilité au quotidien?

Dans le MNTP, le coût fixe de chaque trajet en voiture est de 1 franc 50. Cela prend en compte des coûts récurrents tels que l'assurance, le stationnement, les impôts et la vignette, mais pas l'achat de la voiture. Pour connaître le niveau des coûts par kilomètre parcouru en voiture, l'ARE a analysé les types de voiture par zone de trafic et les kilomètres effectués en un an. L'office a aussi établi des hypothèses concernant l'amortissement, l'entretien et la consommation réelle de différents types de voiture. Le MNTP dispose de la sorte d'un tarif spécifique par **zone de trafic**, qui varie entre 24 et 32 centimes par kilomètre. Dans le MNTP, un kilomètre en voiture coûte en moyenne 27 centimes.

Un trajet TP avec AG coûte un prix fixe de 3 francs. S'agissant des coûts variables, le MNTP considère, outre le plein tarif, l'influence des abonnements demi-tarif, des abonnements généraux et des abonnements des communautés tarifaires. L'ARE et les créateurs du modèle ont fait les hypothèses suivantes: pour les trajets TP à l'intérieur de 23 villes, les prix appliqués correspondent aux prix des billets de la zone tarifaire. Pour les (longs) trajets, les prix sont calculés sur la base de la distance parcourue. Le MRMT montre, par **type d'espace**, le nombre d'usagers TP qui possèdent un abonnement TP (demi-tarif, AG, communauté tarifaire), en moyenne. Compte tenu du nombre de détenteurs d'un abonnement TP dans chaque zone de trafic (information de la **SynPop**), un tarif TP moyen (pondéré) par zone de trafic a été calculé.

Un trajet TP plein tarif de plus de 50 kilomètres est environ deux fois plus cher qu'un trajet en voiture. À partir de 15 kilomètres, un trajet TP avec un abonnement demi-tarif est plus avantageux qu'avec la voiture. Dans le modèle, les décisions sur le choix du moyen de transport sont prises sur la base des prix relatifs. Dans le MNTP, le prix pondéré d'un trajet TP est en moyenne légèrement supérieur au prix d'un trajet en voiture.

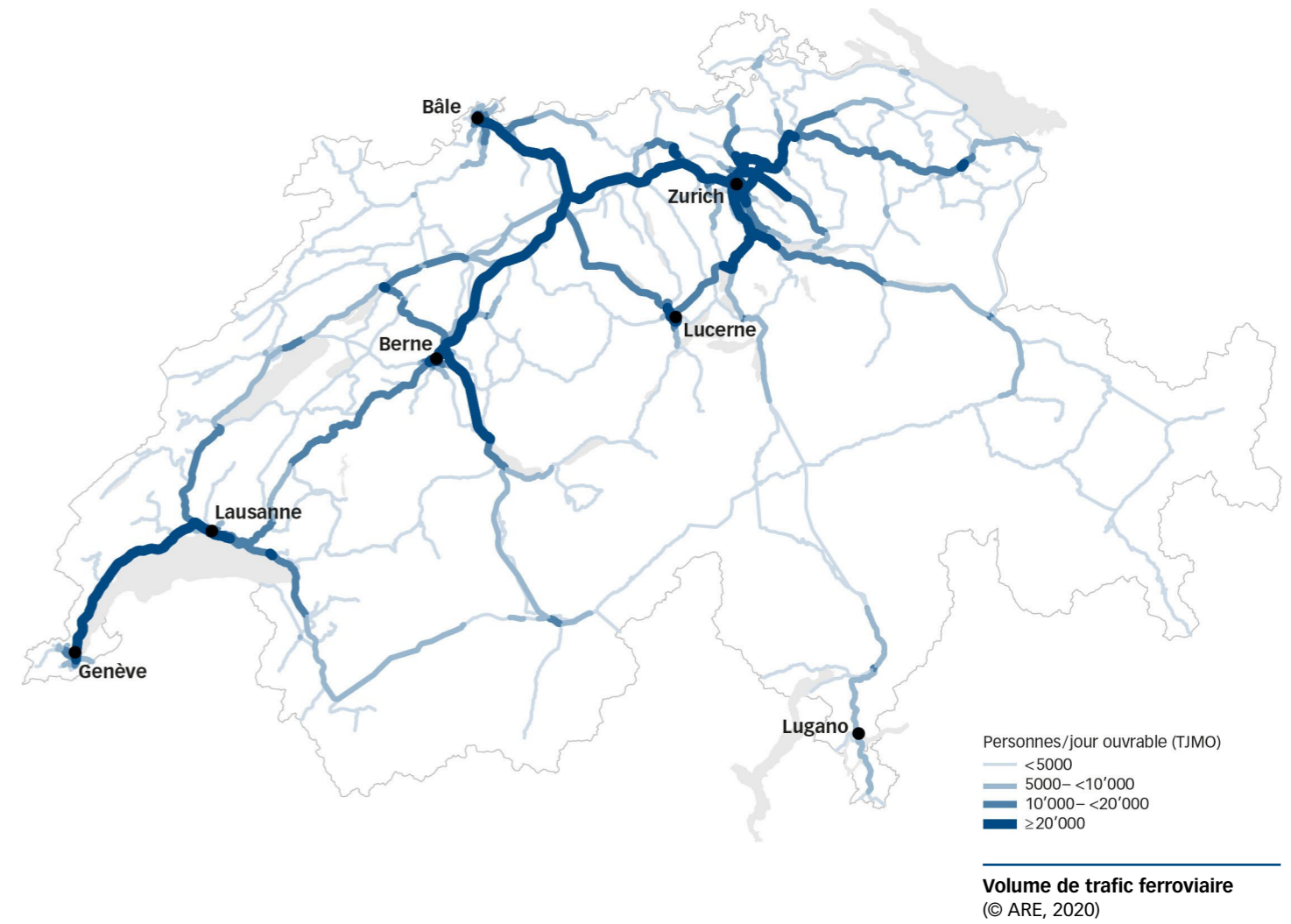
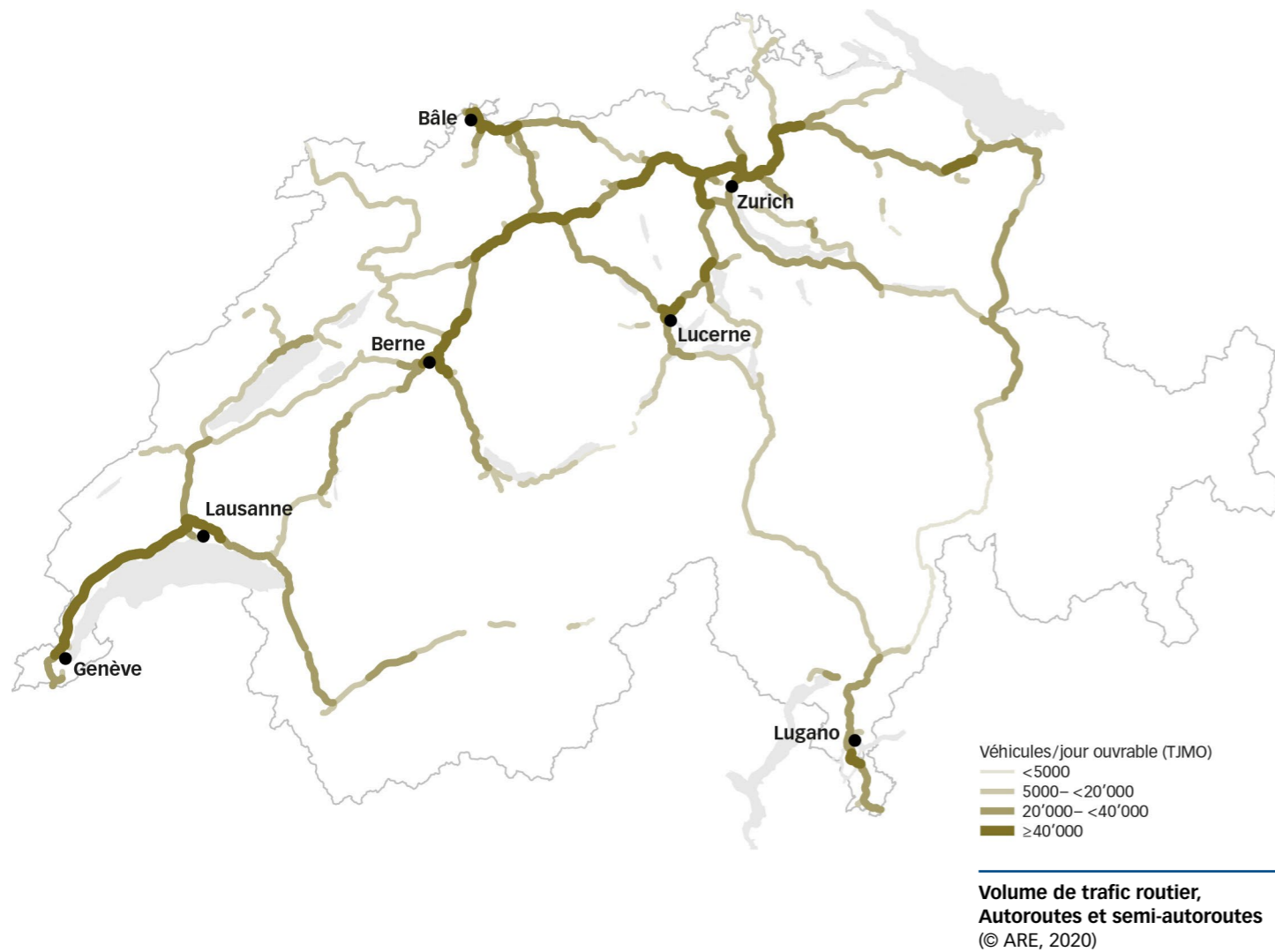


4 Résultats

Le MNTP 2017 met à disposition les charges de trafic pour le trafic journalier moyen des jours ouvrés (du lundi au vendredi, TJOM), le trafic journalier moyen (du lundi au dimanche, TJM) et les heures de pointe en matinée (7h–8h) et en soirée (17h–18h). Des résultats tels que le nombre de trajets, les voyageurs-kilomètres parcourus ou la → [répartition modale](#) peuvent être établis par → [motif de déplacement](#) et unité territoriale (nationale, cantonale, communale) de façon automatisée avec un algorithme. Des exemples de résultats pour les charges de trafic sur la route et sur le rail, la répartition modale dans les cantons et les accessibilités sont présentés ci-après.

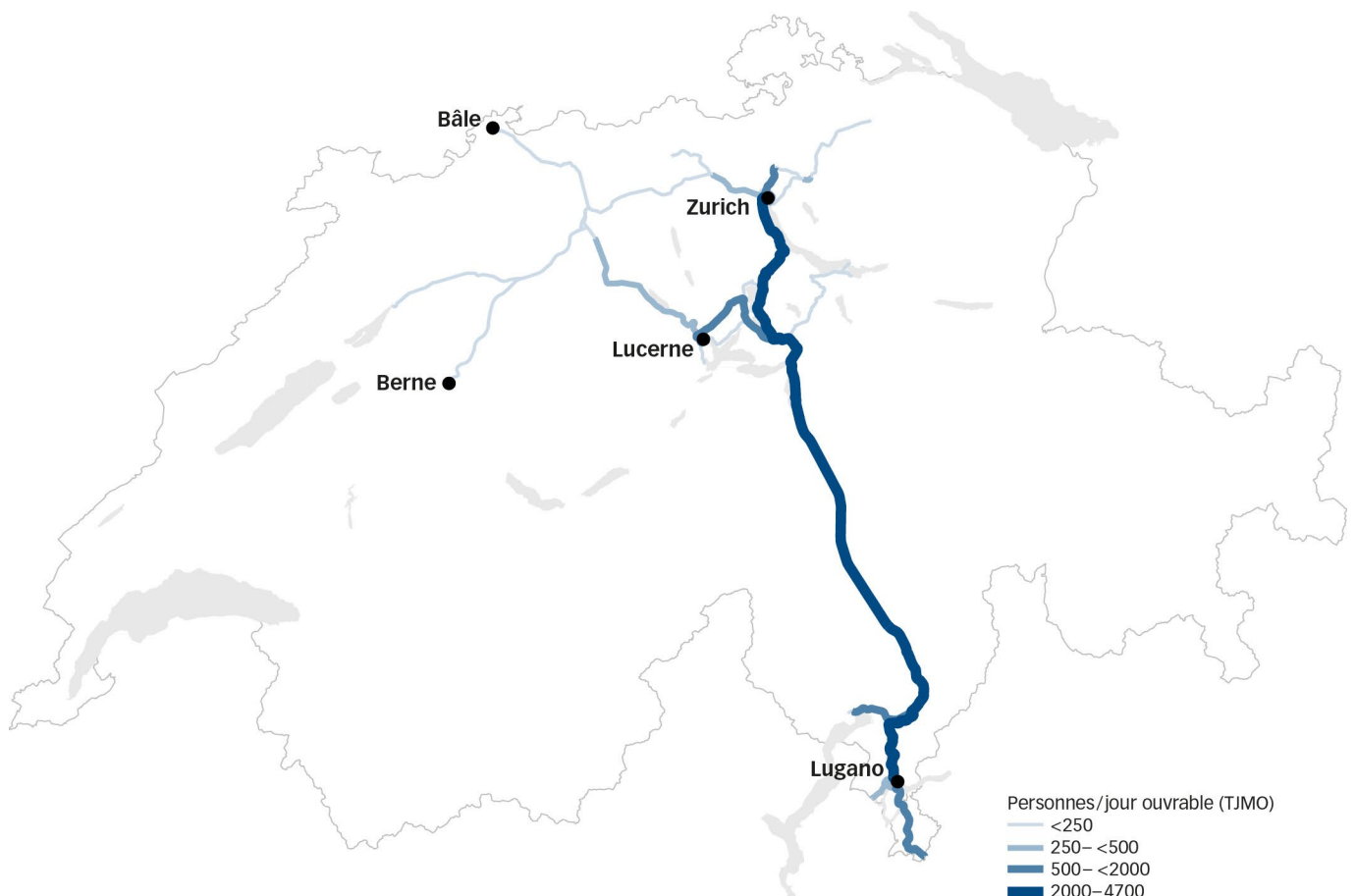
4.1 Charges de trafic sur la route et sur le rail

Les charges de trafic modélisées pour 2017 sont illustrées sous forme de cartes pour le réseau routier principal et le réseau ferroviaire. On y voit les fortes charges de trafic routier entre les grandes villes et leurs environs, mais aussi les tronçons moins traversant les espaces intermédiaires, par exemple sur la N1. Les charges de trafic sur le réseau routier principal sont disponibles sur la plateforme de données ouvertes Zendo [1]. La charge de trafic ferroviaire est plus faible, mais sa répartition est similaire à celle du trafic routier. La forte demande entre les villes alémaniques, dans l'agglomération zurichoise et entre Genève et Lausanne sont bien visibles.



4.2 Voyageurs à travers le tunnel de base du Saint-Gothard

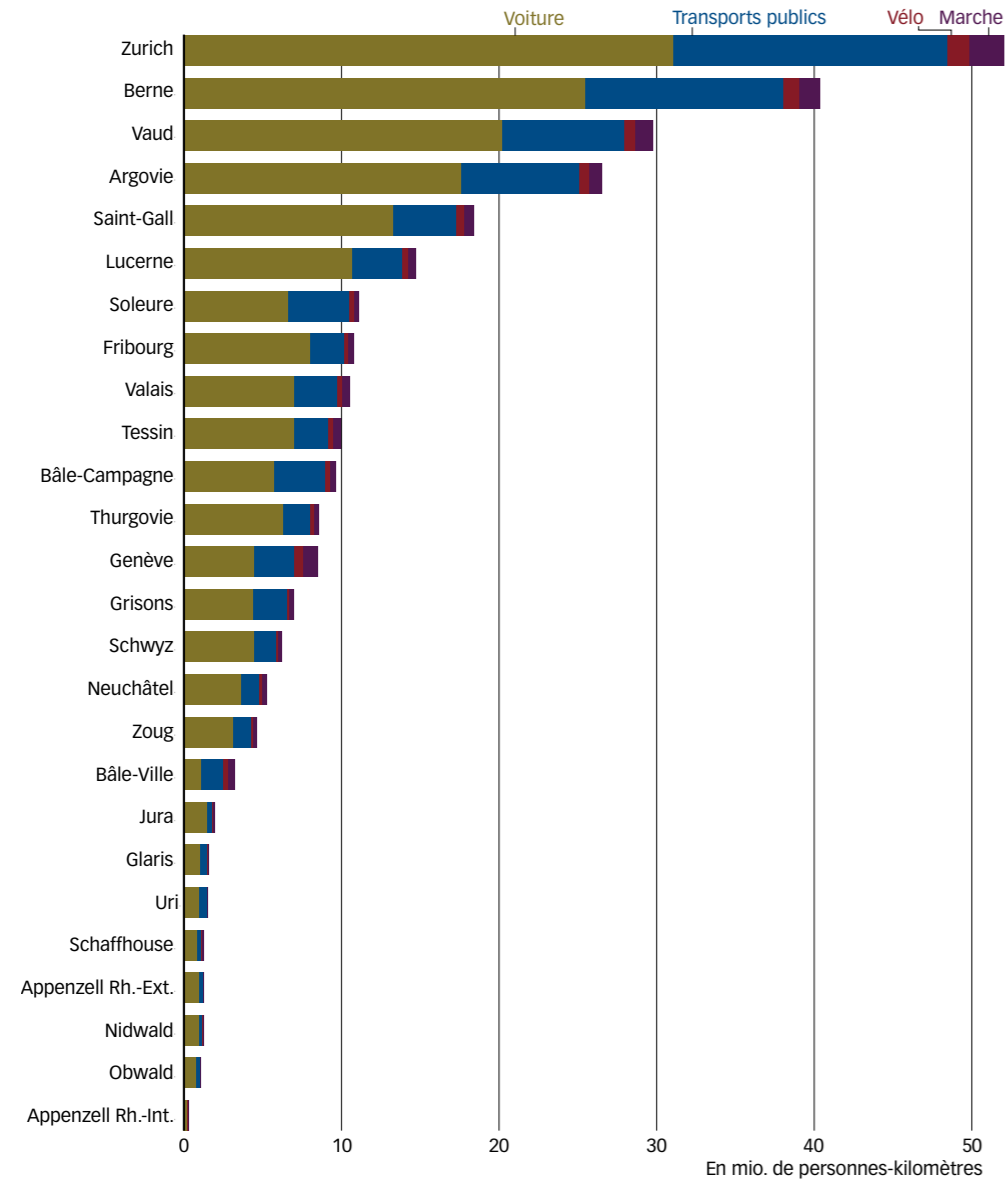
Le MNTP permet d'analyser non seulement les charges de trafic pour l'ensemble du réseau, mais aussi pour des tronçons ou des espaces sélectionnés, comme la liaison ferroviaire à travers le tunnel de base du Saint-Gothard mise en service à la fin de 2016. À partir du nombre de voyageurs en direction du Sud un jour ouvré (lundi–vendredi), il est possible d'analyser d'où viennent les passagers du rail et dans quelle localité du Sud des Alpes ils se rendent. L'analyse est dite en → [toile d'araignée](#). Durant l'année qui a suivi l'ouverture, quelque 5000 personnes par jour ont traversé quotidiennement le plus long tunnel ferroviaire du monde. La plupart des voyageurs proviennent de l'agglomération zurichoise et de Lucerne. Au Sud, ils se répartissent entre les centres de Locarno/Bellinzone et de Lugano ou poursuivent leur voyage en direction de Milan.



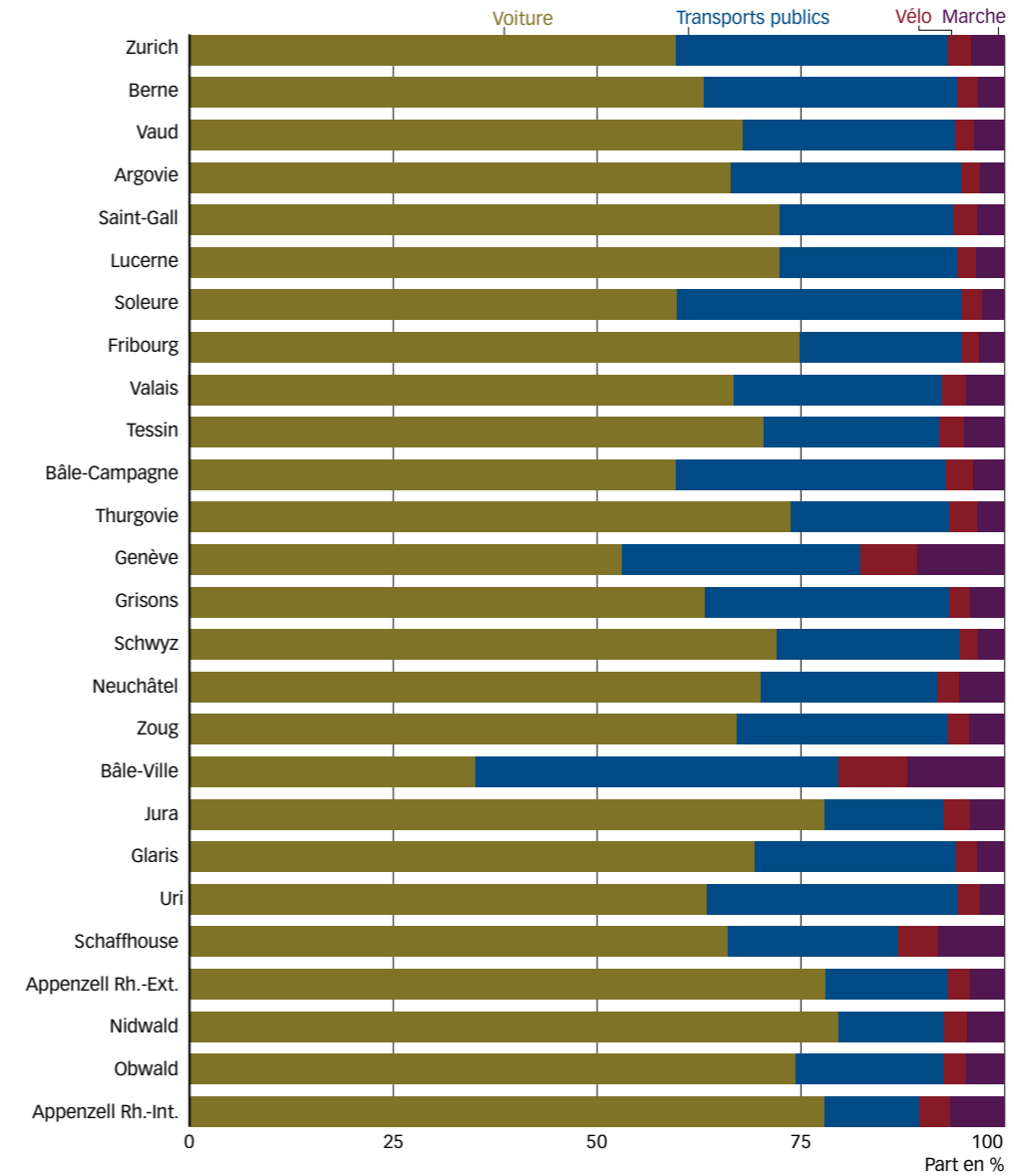
Voyageurs à travers le tunnel de base du Saint-Gothard, Axe Nord–Sud
(© ARE, 2020)

4.3 Prestation de transport dans les cantons

Sans surprise, la [prestation de transport](#) la plus élevée (en millions de voyageurs-kilomètres) se mesure dans les cantons étendus qui comptent de nombreux habitants. L'illustration présente en complément la [répartition modale](#), soit la part en pour cent de la prestation de transport de chaque moyen de transport. Dans les cantons-ville de Bâle-Ville et de Genève, la voiture est moins utilisée et les trajets parcourus à pied jouent un rôle plus important que dans les autres cantons. Dans les petits cantons, tels les deux Appenzell, Jura et Nidwald, les parts TP sont faibles, à un peu plus de 10%. La prestation de circulation du transport routier de marchandises, soit les trajets des voitures de livraison, des camions et des trains routiers, pourrait aussi être représentée par canton. Celle-ci a été calculée dans un avant-projet [8] et le MNTP la prend en compte dans l'[affectation](#) ([→ chapitre 2.6](#)).



Personnes-kilomètres, par mode de transport et par canton, les jours ouvrés (© ARE, 2020)

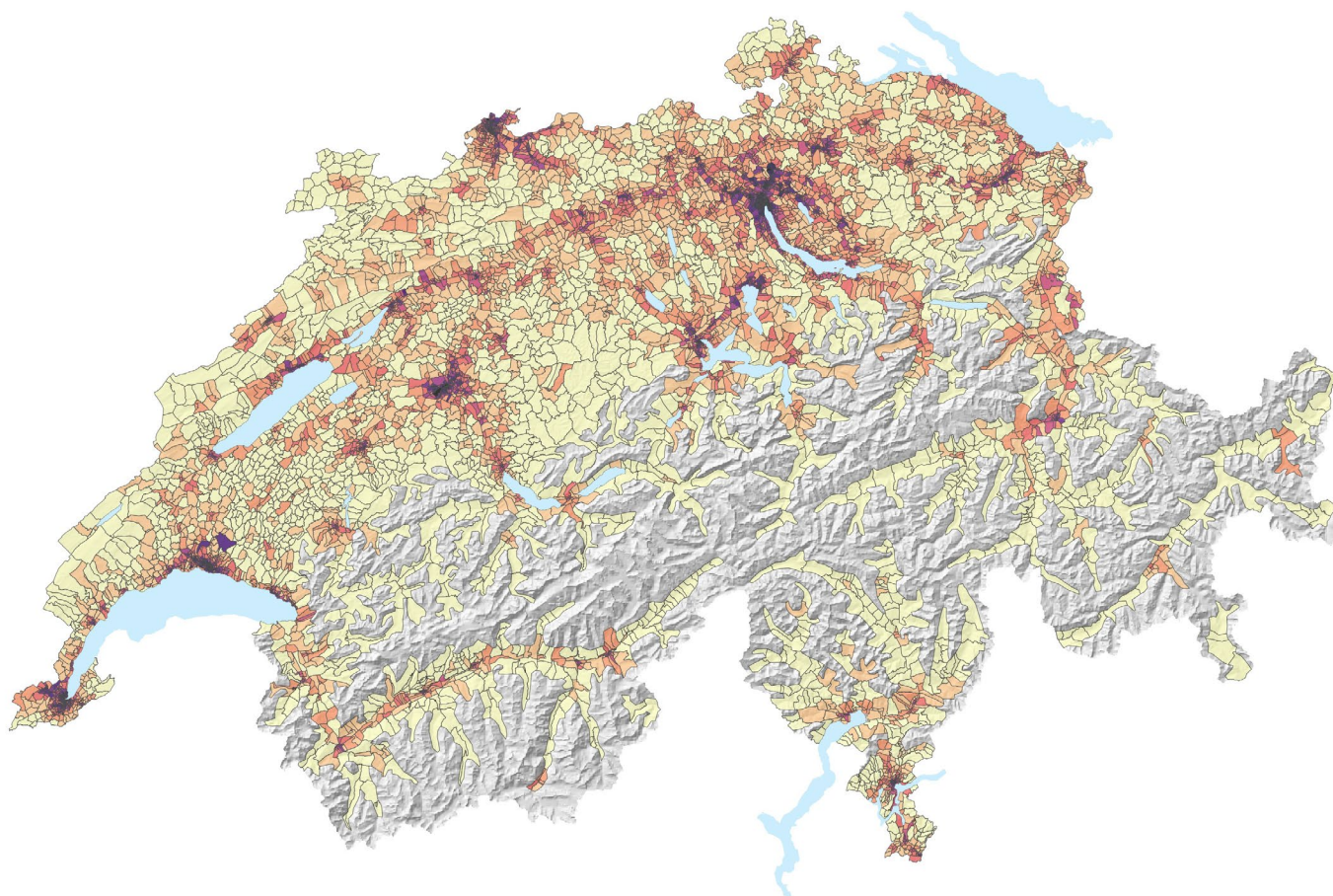


Répartition modale de la prestation de transport, par canton, les jours ouvrés (© ARE, 2020)

4.4 Cartes additionnels sur le géoportail de la Confédération

Sur le géoportail de la Confédération, à l'adresse map.are.admin.ch, il est possible de consulter d'autres cartes avec des informations supplémentaires et de regarder des régions de plus près. Les cartes disponibles sont les suivantes:

- Trafic voyageurs rail
- Trafic voyageurs/marchandises route
- Temps de parcours vers 6 grands centres en transports publics
- Temps de parcours vers 6 grands centres sur la route
- Temps de parcours vers les agglomérations en transports publics
- Temps de parcours vers les agglomérations sur la route
- Accessibilité en transports publics
- Accessibilité sur la route



Accessibilité en transports publics (points, pt.) en fonction du temps de parcours et du potentiel (habitants et emplois disponibles) à destination
(© ARE, 2020)

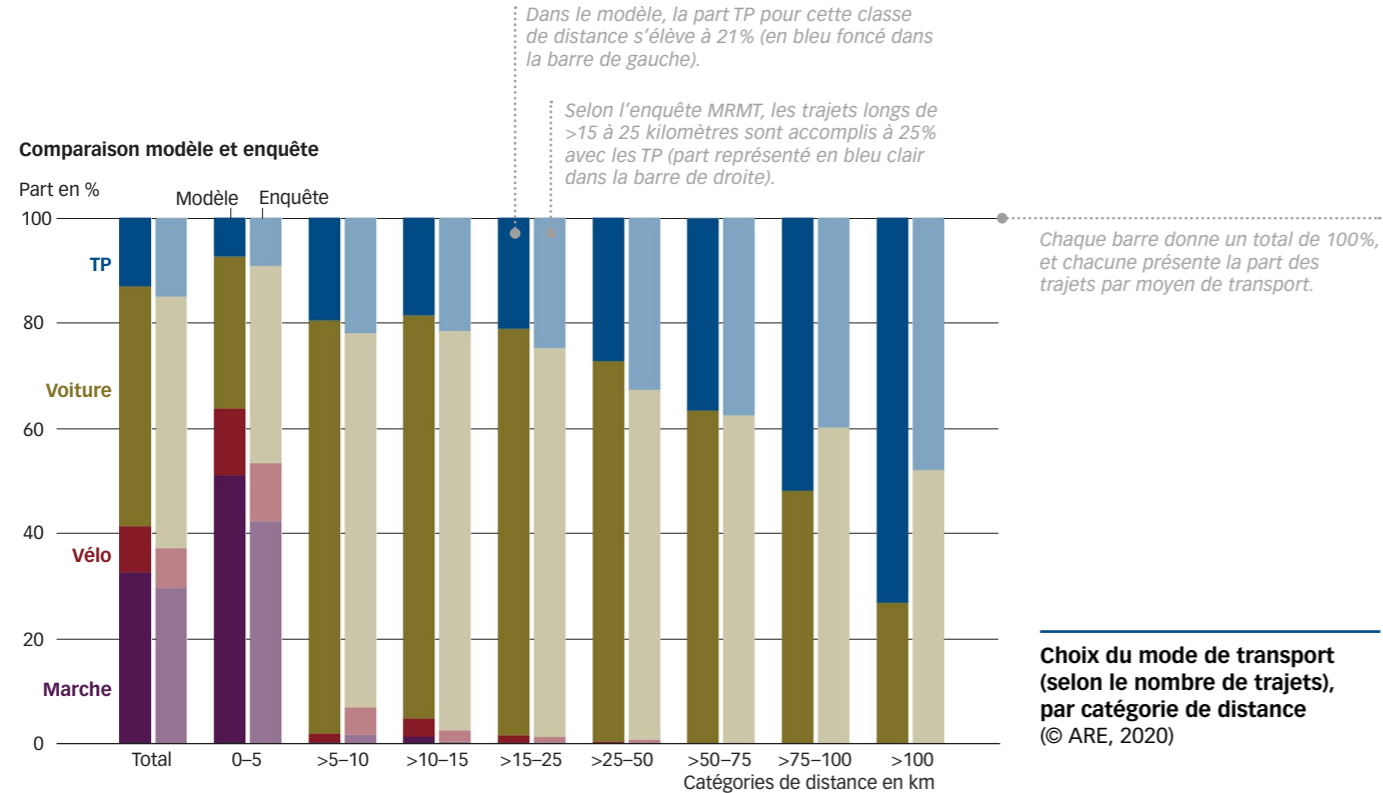
5 Validation et calibration

Les expertes et les experts ont vérifié, à tous les niveaux du modèle, les résultats intermédiaires et les résultats définitifs en les comparant à d'autres sources de données. Comme les données ne sont pas harmonisées, ils ont parfois dû choisir les données sur lesquelles le modèle serait étalonné. La → validation a montré là où résidaient encore des erreurs, ou encore là où les paramètres du modèle devaient être modifiés. Les illustrations ci-après montrent les résultats du MNTP qui a été publié en comparaison des données de validation: plus les chiffres sont proches, plus le modèle est de bonne qualité.

5.1 Harmonisation des résultats du modèle avec des données d'enquêtes

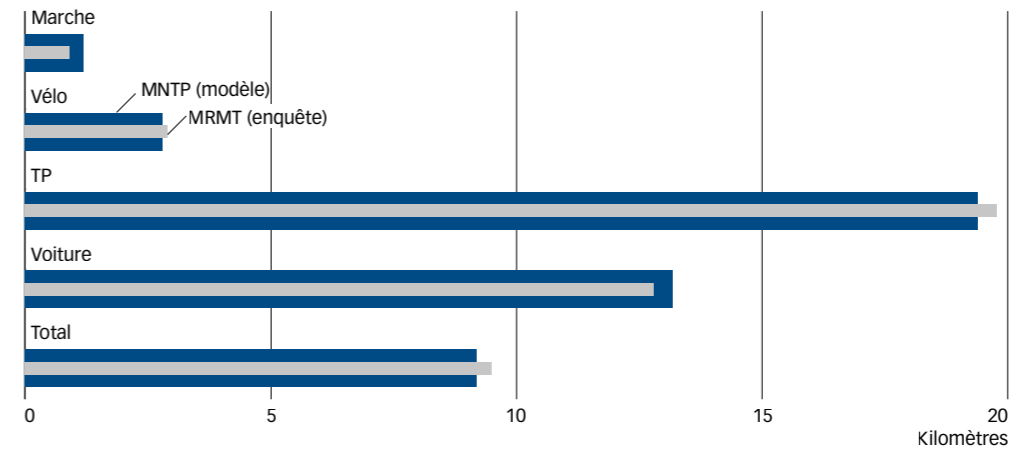
Pour l'ARE, la cohérence entre le MNTP et le MRMT et les données de comptage pour la route et les TP est d'une importance centrale. Comme les données disponibles ne sont pas harmonisées, il a fallu faire des compromis: pour rapprocher le MNTP des données de comptage, des écarts mineurs et justifiés par rapport au MRMT ont dû être acceptés.

La comparaison de la répartition modale par distance de déplacement permet une validation fiable. Pour cela, on vérifie si tant la distance de déplacement que le mix des moyens de transport utilisés concordent entre le MNTP et le MRMT. Dans l'ensemble, c'est-à-dire toutes catégories de distances confondues, les écarts sont mineurs (1.8 points de pourcentage pour les TP, 2.2 points de pourcentage pour la voiture). Ces écarts ont été sciemment tolérés, car lorsque le MNTP s'alignait strictement sur les données de la répartition modale du MRMT, il ne concordait plus suffisamment avec les données de comptage. Un écart visible existe en outre pour les courts trajets en voiture. Ici aussi, afin d'assurer une meilleure cohérence avec les données de comptage, des trajets tendanciellement un peu plus longs ont été générés dans le MNTP. Dans les TP, pour les longs trajets (de plus de 75 km), l'ARE a renoncé à reproduire strictement le MRMT. Il est possible que des enquêtes comme le MRMT sous-estiment les très longs trajets TP. En outre, les CFF disposent d'informations fiables qui montrent un nombre sensiblement plus élevé de longs trajets TP.

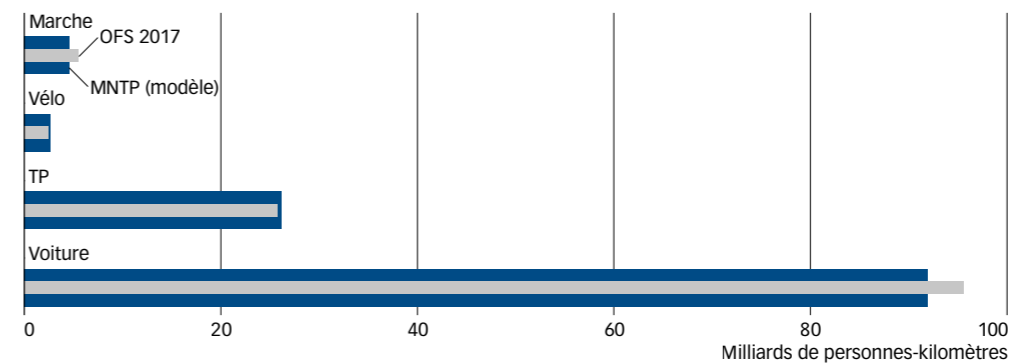


Une validation a aussi été effectuée à l'aide des distances moyennes de déplacement par mode de transport et des kilomètres parcourus (mesurés en personnes-kilomètres).

Dans l'ensemble, la distance moyenne de déplacement, tous moyens de transport confondus, atteint 9.2 km dans le MNTP, soit légèrement moins que dans le MRMT (9.5 km). Pour les déplacements à pied, les modélisateurs ont dû générer des trajets un peu plus longs pour que les chiffres concordent mieux avec ceux de la répartition modale dans le MRMT. Dans les TP, dans un souci de cohérence avec les données de comptage cette fois, la part des courts trajets a été réduite par rapport au MRMT, et une part plus élevée de longs trajets TP a été générée dans le MNTP (selon description ci-dessus). Malgré l'augmentation des longs trajets TP, la distance moyenne de déplacement TP dans le MNTP reste un peu plus courte que dans l'enquête. Comme il y a peu de trajets de plus de 75 km dans le nombre total de trajets TP, l'influence sur la distance moyenne de déplacement est faible. Enfin, la part de trajets en voiture a également été légèrement augmentée dans le modèle pour assurer une meilleure cohérence avec les données de comptage dans le domaine des distances moyennes.



Dans quelle mesure la prestation de transport en milliards de personnes-kilomètres par an est compatible avec les chiffres comparables de l'Office fédéral de la statistique (OFS)? Pour cela, les personnes-kilomètres par jour ouvrable du MNTP ont été annualisés. Les écarts sont à interpréter avec prudence, car les données sont obtenues selon des méthodes différentes: l'OFS base les analyses pour la marche, le vélo et la voiture principalement sur le MRMT [9]. Si le MNTP se base aussi sur le MRMT, il se fonde ponctuellement sur des hypothèses divergentes du fait d'informations disponibles supplémentaires (→ données de comptage en particulier). Dans les TP, les méthodes sont totalement différentes, l'OFS relevant les prestations de transport auprès des entreprises de transport [10]. Si la comparaison entre l'OFS et le MNTP est limitée, on voit tout de même que les prestations de transport se situent dans l'ensemble dans des ordres de grandeur similaires.

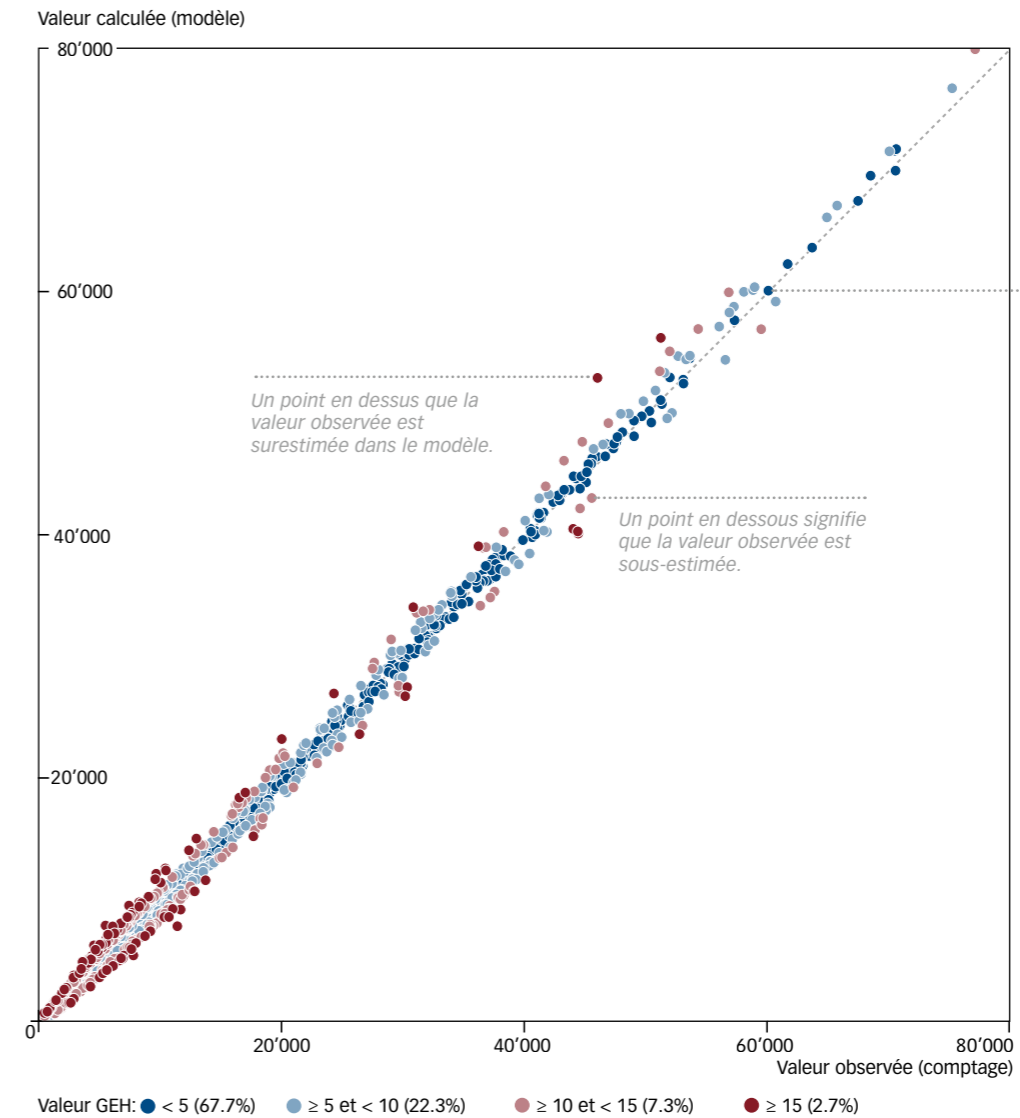


5.2 Faibles écarts et niveau élevé de qualité

Différents états intermédiaires ont été analysés avant la mise en production du modèle. En premier lieu, le modèle contenant l'ensemble des données et des paramètres a été analysé sans adaptation aucune (première utilisation sans calibration). Ensuite, on a procédé à une → **calibration** du modèle sur le **MRMT** (→ **Chapitre 5.1**). Durant cette étape, les modélisateurs se sont également assurés de la bonne cohérence générale avec les → **données de comptage**. Cette étape avait aussi pour but de conserver les schémas de comportement provenant du MRMT et de l'**enquête sur les préférences** déclarées (→ **Chapitre 2.4**). On ne s'est écarté de ces prescriptions que dans quelques cas, par exemple pour rapprocher le choix modal à l'intérieur des villes de Zurich, de Berne et de Bâle et le nombre de trajets entre ces trois villes dans le MNTP par rapport aux données de comptage. D'un commun accord, l'ARE et les modélisateurs ont décidé ensemble quelles adaptations étaient justifiées et quelle ampleur elles pouvaient avoir. Le MNTP se fonde sur des simplifications et des moyennes et ne peut donc reproduire que partiellement les particularités que les comportements de mobilité présentent ici ou là. Afin de préserver les capacités de prévision du modèle, nous avons renoncé à reproduire des caractéristiques locales qui auraient nécessité une trop forte adaptation du modèle.

Pour les planificateurs, les charges de trafic observées, soit les données de comptage sur le réseau routier et dans les TP, sont des données importantes que le MNTP doit restituer. Une calibration reste nécessaire en dépit des adaptations mentionnées dans les villes ou entre celles-ci. La calibration du modèle sur les données de comptage permet de réduire très largement les écarts restants. Les modélisateurs ont veillé à ce que la cohérence avec le MRMT concernant le nombre de trajets, le choix modal et la répartition des distances de déplacement soient maintenues.

L'illustration ci-dessous présente la comparaison entre le résultat du modèle pour des tronçons de route (ordonnée, représentant le nombre modélisé de tous les véhicules) et le nombre de véhicules qui a été compté à cet endroit (abscisse, représentant tous les véhicules comptés) après calibration sur les données de comptage. Sur la base de cette mise en relation, des indicateurs sur la qualité du modèle ont été calculés. Le MNTP obtient partout de très bons résultats et il peut donc être considéré comme d'une très grande qualité.



Comparaison entre données du modèle et données de comptage. La valeur GEH (du nom de Geoffrey E. Havers) est un indicateur de qualité permettant de comparer les volumes de trafic du modèle avec ceux mesurés en réalité. (© ARE, 2020)

Exemple de lecture:
Lorsqu'un point se situe exactement sur la ligne à 45°, la prévision du modèle correspond exactement à la valeur observée au poste de comptage.

5.3 Tapis d'élasticité

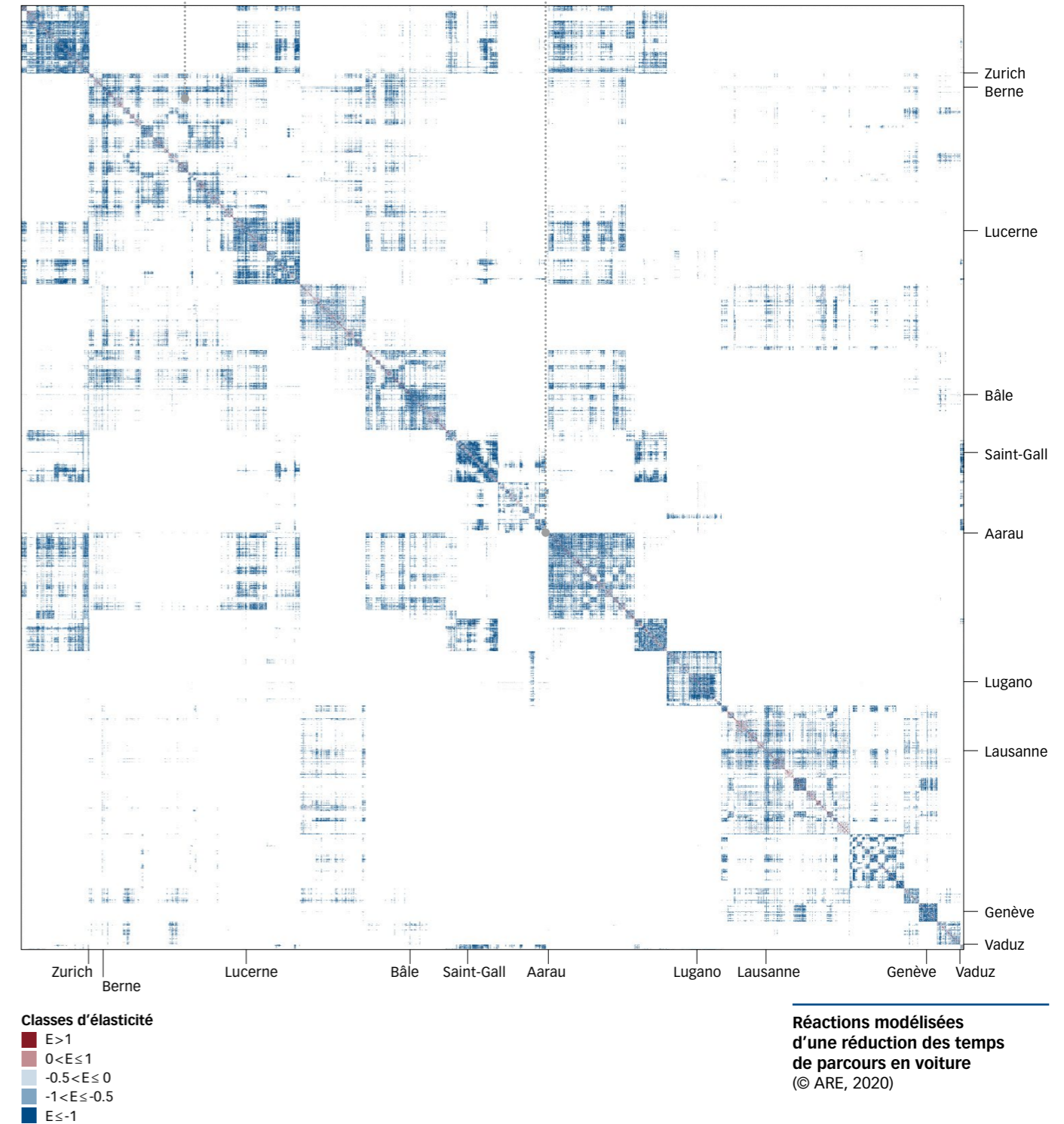
La [validation](#) au niveau régional d'un modèle de la taille du MNTP n'est pas un exercice facile. Vérifier la présence d'erreurs dans des matrices comptant près de 64 millions d'entrées (depuis chacune des 8000 [zones de trafic](#) vers toutes les autres zones de trafic) serait impossible sans analyses automatisées. L'ARE a fait examiner la qualité à l'aide de différentes [sensibilités](#). Comment varie le nombre de trajets dans le modèle lorsque, par exemple, une augmentation des capacités du réseau routier diminue le temps de parcours en voiture entre deux communes? On peut visualiser les réactions modélisées pour la Suisse à l'aide d'un «tapis d'élasticité». Ce type de visualisation ne rend pas superflus les contrôles ponctuels destinés à rechercher des incohérences locales dans un modèle. Il n'en fournit pas moins, pour tout le territoire couvert par le modèle, de précieux indices montrant où des erreurs systématiques pourraient se trouver.

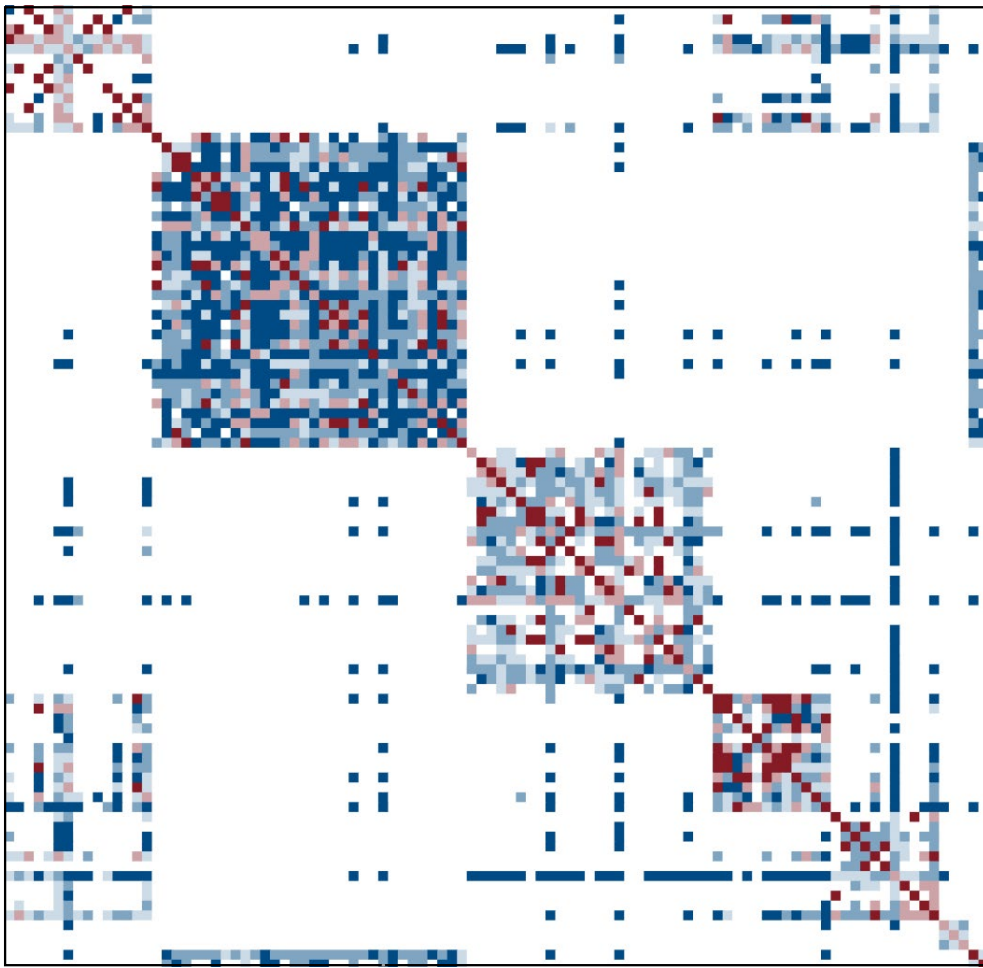
L'illustration présente la réaction du modèle en cas de réduction de 10% du temps de parcours dans le trafic routier. Chaque pixel représente les trajets entre deux communes de Suisse. Les pixels en bleu correspondent à une [élasticité](#) négative comprise entre 0 et -1, qui signifie que dans le modèle, entre ces deux communes, les déplacements en voiture sont plus nombreux que sans réduction du temps de parcours. Les pixels en rouge correspondent à une élasticité positive (> 0) qui indique le contraire, à savoir que dans le modèle, entre ces deux communes, une réduction du temps de parcours sur la route se traduit par une diminution du nombre de trajets en voiture. Les pixels en blanc signifient que sur ces relations, le nombre de trajets en voiture est négligeable. Pour des raisons de confort de lecture et compte tenu de leur faible importance, ces très faibles [flux de trafic](#) sont exclus de l'analyse.

Une accumulation de pixels en rouge est visible sur la diagonale. Un pixel sur la diagonale montre la variation du nombre de déplacements en voiture à l'intérieur d'une commune. Si le temps de parcours diminue, il devient plus probable que le nombre de déplacements vers des destinations plus lointaines augmente. Ces destinations se trouvent alors souvent en dehors de la commune. L'apparition d'une élasticité positive sur la diagonale est donc plausible. Les pixels en bleu se rassemblent en blocs. Un bloc caractérise la proximité territoriale des communes entre lesquelles les trajets en voiture sont plus nombreux. En zoomant sur Lugano, on remarque que les trajets en voiture entre les communes des environs augmentent presque partout.

Comment réagit le modèle lorsque, par exemple, à la suite d'une hausse des capacités du réseau routier, le temps de parcours en voiture entre deux communes passe de 40 à 36 minutes?

Un pixel sur la diagonale montre l'évolution du nombre de trajets en voiture dans une commune. Tous les autres pixels représentent des trajets entre deux communes suisses.





Classes d'élasticité

- $E > 1$
- $0 < E \leq 1$
- $-0.5 < E \leq 0$
- $-1 < E \leq -0.5$
- $E \leq -1$

Un pixel bleu signifie que dans le modèle, le nombre de trajets en voiture augmente lorsque le temps de parcours diminue. Si le nombre de trajets entre deux communes passe de 1000 à 1080 à la suite d'une modification du temps de parcours, l'élasticité est égale à -0.8. Dans ce cas, la réaction modélisée correspond aux attentes théoriques et empiriques en matière de planification du trafic.

Section du tapis d'élasticité

(© ARE, 2020)

6 Prochaines étapes

Le MNTP est un instrument de travail utilisable pour la planification du trafic et l'aménagement du territoire. Il est à la disposition de toutes les personnes intéressées. La première utilisation du MNTP par l'ARE se fera pour établir les [Perspectives d'évolution du transport 2050](#) pour la Suisse. Commandées par le DETEC, ces perspectives servent de base de planification pour les programmes de développement des infrastructures routières et ferroviaires et de base de décision en politique des transports, en politique d'aménagement du territoire, en politique de l'environnement et en politique énergétique. Sur la base de scénarios hypothétiques, le MNTP permet de calculer les flux de trafic et les [répartitions modales](#) futures. Les résultats obtenus, ainsi que des modèles pour des analyses plus approfondies, sont mis à la disposition des aménagistes du territoire, des spécialistes en planification du transport, des instituts de recherche et des bureaux de conseil sous la forme de données en libre accès. Il est prévu de publier les Perspectives 2050 en automne 2021.

Le complexe travail d'élaboration du MNTP est à peine terminé que la question de l'actualisation du modèle se pose déjà dans les offices fédéraux concernés (OFROU, OFT et ARE). Nous considérons que les structures fondamentales du modèle, comme la différenciation en [relations origine-destination](#) (domicile-travail, achats-domicile, etc.) et la subdivision territoriale en 8000 [zones de trafic](#), sont des structures valables à long terme qui ne sont pas appelées à être modifiées dans les cinq à dix ans à venir. En revanche, des actualisations seront judicieuses lorsque les résultats de nouvelles enquêtes sur les comportements de mobilité, tels le microrecensement mobilité et transports (MRMT) et l'enquête sur les préférences déclarées (SP) sur les choix du mode de transport et de l'itinéraire seront disponibles (2020). Avec l'inauguration de projets d'infrastructure d'envergure, comme le tunnel de base du Ceneri en automne 2020, l'offre de transport se modifiera de manière substantielle et une actualisation peut s'avérer opportune. Dès que de nouvelles offres de transport s'établiront (véhicules et trajets partagés par exemple), leur intégration dans le MNTP comme moyens de transport à part entière à côté de la voiture, des transports publics, de la marche et du vélo apparaîtra de plus en plus nécessaire.

L'ARE observe également des progrès au niveau du matériel et des applications informatiques. Des ordinateurs plus puissants permettent des calculs plus rapides et des modélisations plus détaillées, p.ex. de carrefours dans le réseau routier, de l'[utilisation des capacités](#) TP ou des trajets du domicile ou de la place de stationnement jusqu'à la route ou à l'arrêt de bus sur la base d'adresses ou de données hectométriques. L'ARE compte aussi sur les retours d'expérience des utilisateurs du MNTP. Il en tiendra compte dans les développements ultérieurs du modèle.

7 Glossaire

Affectation: étape durant laquelle le modèle recherche des connexions dans l'horaire (trajets TP) ou des itinéraires dans le réseau routier (voitures).

Analyse en toile d'araignée: sélection et analyse de tous les trajets dont le cours depuis les zones de départ jusqu'aux zones d'arrivée passe par un point spécifique du réseau.

Calibration: processus d'ajustement des paramètres du modèle pour garantir une cohérence satisfaisante avec des valeurs comparatives.

Chaîne de déplacement: ensemble des déplacements effectués pour accomplir différentes activités.

Charge de trafic/volume de trafic: nombre de déplacements accomplis. Dans le contexte de l'harmonisation avec les données de comptage, désigne également le nombre observé de véhicules ou le nombre d'occupants.

Choix de l'itinéraire: choix des étapes d'un trajet ou de la succession des tronçons, p.ex. sur un réseau routier entre le lieu de départ et le lieu de destination. Il suppose l'absence de brèches dans le réseau.

Connecteur: dans le modèle de transport, élément qui relie le centre de gravité de la zone de trafic au réseau de transport (p.ex. route la plus proche, arrêt TP le plus proche).

Coûts d'un trajet/à la charge de l'utilisateur: coût kilométrique de l'utilisation de la voiture ou des TP. Les variations du rapport coût de la voiture/coût des TP influencent le choix du moyen de transport.

Demande de transport: comprend les quatre étapes génération, répartition, choix du mode et affectation.

Distribution: lors de la distribution, les déplacements générés lors de la génération sont attribués à une zone de trafic de destination.

Données de comptage: nombre de véhicules mesuré sur la route ou nombre de voyageurs mesuré dans les TP. Généralement différenciées par catégorie de véhicules et période de relevé.

Élasticité: mesure de la variation relative de la demande de transport (volume du trafic ou prestation de transport) en fonction d'une variation relative d'un facteur causal (p.ex. temps de parcours).

Flux de trafic: nombre de déplacements entre zones de trafic.

Génération: étape durant laquelle le modèle calcule le nombre de déplacements sortants et entrants par zone de trafic.

Groupes d'usagers: Groupes dont les comportements de mobilité sont similaires, regroupés dans le MNTP selon les tranches d'âge et la possession d'outils de mobilité (disponibilité d'une voiture et possession d'abonnements de transports publics).

Modèle de la demande: modèle comprenant les étapes génération, répartition et choix du mode. Il forme la demande de transport lorsque s'y ajoute l'affectation.

Motif de déplacement: regroupement des relations origine–destination pour un motif de déplacement.

Population synthétique (SynPop): population artificielle construite à partir des séries de données socio-économiques et démographiques des individus et des ménages.

Prestation de transport: kilomètres parcourus sur le réseau routier ou dans les TP. Elle est mesurée en personnes-kilomètres.

Relation origine–destination: relation entre un lieu de départ et un lieu d'arrivée d'un déplacement, p.ex. le trajet du domicile au lieu de travail ou le trajet du lieu de travail au lieu d'achat.

Répartition modale: pourcentage qui exprime la répartition du volume de trafic ou de la prestation de transport entre les moyens de transport.

Sensibilité: analyse des réactions modélisées après la modification d'un facteur d'influence (p.ex. le temps de parcours sur la route ou le nombre de changements dans les TP).

SynPop: voir «Population synthétique»

Taux de mobilité: valeur qui exprime le nombre moyen de trajets par personne et par jour par relation origine–destination. Dans le MNTP, le taux varie selon l'âge, le type d'espace et la disponibilité d'une voiture ou d'un abonnement TP.

Taux d'occupation: nombre de personnes au cours d'un trajet en voiture. Dans le MNTP, le taux est différencié par motifs de déplacement et catégories de distance.

Type d'espace: espace urbain, espace intermédiaire et espace rural (Typologie urbain/rural 2012, Office fédéral de la statistique, OFS)

Utilisation des capacités: Quotient du nombre de passagers et du nombre de places assises du train.

Validation: comparaison des résultats intermédiaires ou définitifs du modèle avec des sources de données externes.

Volume de trafic: voir «Charge de trafic»

Zone de trafic: unité territoriale transposée dans le MNTP sous forme de surface géoréférencée qui peut être attribuée sans équivoque à une commune de Suisse.

Zones à bâtir: zones à l'intérieur desquelles, en Suisse, la construction est autorisée.

8 Liens & références

- [1] Le MNTP (structure des zones, valeurs de charge, matrices de déplacement, matrices des temps de parcours et des distances, modèle de l'offre VISUM pour la voiture, les transports publics et le vélo) peut être téléchargé directement sur Zenodo, <https://doi.org/10.5281/zenodo.3379492>
- [2] ARE, 2020, Modelletablering Nationale Personenverkehrsmodell (NPVM) 2017. <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/media-et-publications/publications/bases/modelletablering-nationales-personenverkehrsmodell-npvm-2017-schlussbericht.html> (en allemand, avec synthèse en français)
- [3] ARE, 2017, Zones de trafic et réseaux de transport. <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/media-et-publications/publications/bases/npvm-2016--zonenstruktur-und-verkehrsnetze.html> (en allemand, avec synthèse en français)
- [4] Sources des données du chapitre 2.4.
- Transport transalpin et transfrontalier de personnes A+GQPV, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/transport-personnes/transalpin-transfrontalier.html>
 - Statistique suisse des zones à bâtir, <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/bases-et-donnees/faits-et-chiffres/zones-a-batir.html>
 - Statistique des frontaliers (STAF), <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/travail-remuneration/enquetes/staf.html>
 - Enquête sur le transport de marchandises (ETM), <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/enquetes/gte.html>
 - Statistique des élèves et étudiants (SDL), <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/education-science/enquetes/sdl.html>
 - Enquête sur les véhicules utilitaires légers (EVL), <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/enquetes/lwe.html>
 - Microrecensement mobilité et transports (MRMT), <https://www.are.admin.ch/mrmt>
 - Système d'information sur les véhicules à moteur (MOFIS), <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/services/vehicules/registre-des-proprietaires-de-vehicules.html>
 - Horaire des transports de proximité, <https://opentransportdata.swiss/fr/dataset>
 - Abonnements TP: abonnements généraux, demi-tarif et des communautés tarifaires, <https://opentransportdata.swiss/fr/dataset>
 - Matrice des pendulaires PEND, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/transport-personnes/pendularite.html>
 - Réseau ferré: série de géodonnées de base de l'OFT, <https://www.bav.admin.ch/bav/fr/home/themes-a-z/geoinformation/geodonnees-de-base/reseau-ferre.html>
 - SuisseMobile La Suisse à vélo, <https://www.schweizmobil.ch/fr/suisse-a-velo.html>
 - Enquête sur les préférences déclarées sur les choix du mode de transport et de l'itinéraire (enquête SP), <https://www.are.admin.ch/statedpreference>
 - Statistique de la population et des ménages (STATPOP), <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home.gnpdetail.2018-0467.html>
 - Statistique de la structure des entreprises STATENT, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/actualites/quoi-de-neuf.gnpdetail.2018-0466.html>

- Relevés structurels RS, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/population/enquetes/rs.html>
 - Modèle topographique du paysage (MTP), <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/modele-topographique-du-paysage.html>
- [5] OFS, 2017, Typologie des communes et typologie urbain-rural 2012, <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/2543324/master>
- [6] Données structurelles de la population synthétique, disponibles après inscription et acceptation du contrat d'utilisateur, <https://forsbase.unil.ch/project/study-public-overview/16340/0/>
- [7] Lohse & Schnabel (2011), Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung: Band 2 Verkehrsplanung.
- [8] ARE, 2019, Aktualisierung der Aggregierten Methode Güterverkehr (AMG) auf den Basiszustand 2016. <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/media-et-publications/publications/bases/aktualisierung-amg-basiszustand-2016.html> (en allemand, avec synthèse en français)
- [9] Leistungen des privaten Personenverkehrs auf der Strasse. Methodenbericht, <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/9867227/master> (en allemand)
- [10] Prestations Statistique des transports publics, fiche signalétique, <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/7489/master>

Impressum

Éditeurs

Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral du développement territorial ARE
Section Bases

Mandants

Office fédéral du développement territorial ARE
Office fédéral des routes OFROU
Office fédéral des transports OFT

Direction de projet

Andreas Justen, Nicole Mathys, Antonin Danalet, ARE
Christian Schiller, conseiller ARE

Mandataire du projet élaboration du modèle national de trafic voyageurs MNTP 2017

TransOptima GmbH
PTV Transport Consult GmbH & PTV AG
TransSol GmbH
Strittmatter Partner AG

Mandataire du projet zones de trafic et réseaux de transport

EBP Schweiz AG

Production

Rudolf Menzi, Lukas Kistler, Martin Urben, Ursula Wälti, Communication ARE

Mise en page

Hahn+Zimmermann GmbH

Correction

Daniel Lüthi
DL Kommunikation GmbH

Programmation des graphiques interactifs du site internet

Nothing AG

Commande

sous forme électronique sur www.are.admin.ch/mntp
Également disponible en allemand
Juin 2020

Nous tenons à remercier nos collègues des offices fédéraux du DETEC, des CFF, de la BLS et des autres entreprises de transport, les membres du groupe d'accompagnement ainsi que les responsables modélisation des cantons participant aux échanges d'expériences. Nos remerciements vont aussi aux entreprises qui ont participé à l'élaboration du modèle et aux fournisseurs de données internes et externes à la Confédération.