



Note technique

Description des paramètres de calibration du modèle d'affectation de transport collectif

Date : 9 juillet 2020

Destinataires : Bureau d'audiences publiques sur l'environnement

Mise en contexte

Le modèle de transport collectif et de choix du mode repose sur la formulation d'une fonction d'utilité. Une fonction d'utilité représente l'attractivité d'un mode : plus un mode est attractif pour réaliser un déplacement et plus la valeur de la fonction d'utilité associée sera élevée. Une fonction d'utilité associée à un mode prendra en compte trois familles de paramètres :

1. l'offre de transport pour le déplacement considéré. Pour le transport en commun, ces composantes sont considérées : temps de marche, temps d'attente, temps en véhicule et pénalité de correspondance;
2. les caractéristiques du déplacement : motif (travail, étude, autre), complexité du déplacement (un simple aller-retour ou complexe, plusieurs arrêts lors d'un déplacement);
3. les caractéristiques sociodémographiques de l'individu : âge, disponibilité d'une automobile dans le ménage.

Dans le présent document, ce sont les paramètres concernant l'offre de transport qui sont abordés.

La formulation d'un modèle de régression logistique (travaux pour lesquels Daniel McFadden a reçu le prix Nobel d'économie en 2000) permet ensuite de répartir la population entre les différents modes, en tenant compte de l'attractivité de chaque mode pour chaque déplacement à réaliser.

La première famille de paramètres référencée ci-dessous implique que le modèle de choix de mode est aussi influencé par le choix des itinéraires réalisés pour les déplacements. Ainsi, un chemin très congestionné (long temps de parcours) diminuera la valeur de la fonction d'utilité du mode correspondant et résultera à une diminution du choix de ce mode de transport. Les paramètres utilisés pour le choix de mode et pour le choix du chemin sont très similaires afin d'assurer une cohérence du modèle.

Calibration du modèle de choix de mode

Les paramètres retenus pour le modèle existant sont le résultat d'un processus itératif visant à obtenir la meilleure représentation possible entre les résultats simulés et les données observées. En d'autres termes, cet exercice vise à s'assurer que le modèle soit capable de représenter au mieux la façon de se déplacer de la population actuelle. Pour le transport en commun, les données utilisées pour effectuer la calibration sont les données de l'enquête Origine-Destination 2017, les données de validation de cartes OPUS et les données des compteurs de passagers (à bord des autobus). La calibration du modèle nous fournit les valeurs des paramètres du modèle de choix de chemin et du modèle de choix modal revus, jugés conformes par la firme SYSTRA.

Il est à noter que la calibration du modèle de choix de mode a été réalisée sur deux volets :

- a) représentation de la répartition des modes lors de l'année de référence;
- b) représentation au mieux des distances moyennes des déplacements réalisés par mode.

Calibration des données pour le tramway

La Ville de Québec ne disposant pas d'un tramway, on ne peut se calibrer sur des données d'observation liées au tramway. Suivant une pratique courante dans ce cas de figure, nous avons greffé et adapté des valeurs en nous basant sur l'étude des modèles d'autres villes en Amérique du Nord et en Europe, où un tramway est présentement en opération.

Pour le modèle du RTC, le choix des paramètres « tramway » s'est basé à la fois sur l'étude antérieure de 2014 (CIMA+, AECOM, SETEC, 2014) ainsi que sur les recommandations d'INRO qui a accompagné le RTC dans la construction du modèle (VOVSHA, 2019). Par son expérience dans le domaine, INRO a fait une revue des expériences étrangères¹. Voici un résumé des paramètres utilisés, leur définition, ainsi que la justification des paramètres « tramway » :

Tableau 1. Résumé des paramètres du modèle d'affectation d'offre de transport en commun et du choix modal

	Paramètres de la calibration	Bus	Métrobus	Tramway	Traversier
Poids	Poids de la marche	2	2	2	2
	Poids du temps à bord	1	1	0.8	1
	Poids du temps d'attente	2	2	1.75	1
Pénalité	Pénalité d'embarquement initial*	5	2.5	0	0
	Pénalité d'embarquement transfert*	13	10	5	0
Bonus dans la constante mode-segment-géographie de la demande Tramway ($C_{s,g}$)**: + 5 minutes					

* Diminution de la pénalité de 25 % dans les terminus synchronisés dans le réseau de 2017 et de 25 % dans les pôles d'échanges pour les scénarios RSTC.

** Le bonus dans la constante n'est utilisé qu'à l'étape du choix modal et non dans l'affectation transport en commun.

Définitions des paramètres de calibration

1. Temps de marche

Définition

Le temps de marche est le temps passé à pied entre l'origine du déplacement et l'accès au premier arrêt d'embarquement auquel est ajouté le temps marché entre deux arrêts pour la correspondance s'il y a lieu et le temps marché de la sortie du bus à l'accès à la destination.

¹ La recherche de comparables effectués par INRO s'est basé entre autres sur les travaux cités dans la bibliographie

Justification du paramètre tramway

Le poids octroyé à la marche est le même pour l'ensemble des modes. Il n'y a donc pas de poids typique au tramway, puisque l'environnement dans lequel la marche est effectuée est le même peu importe le mode utilisé. On note que certaines études ont montré qu'une partie des voyageurs avaient une forte préférence statistiquement significative pour les modes de transport en commun lourds. Ainsi, le modèle de Chicago contient explicitement un paramètre favorisant un temps de marche plus long si le mode emprunté à la station est un mode lourd (Parsons Brinckerhoff, Ressource Systems Group, 2013). À ce titre, notre hypothèse de considérer le poids de la marche vers le tramway comme identique à celui de la marche vers les bus peut être considérée comme conservatrice.

2. Temps à bord du véhicule**Définition**

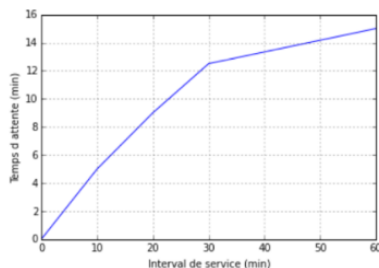
Ce temps représente le temps passé à bord du véhicule.

Justification du paramètre tramway

Pour le tramway, un coefficient de 0.8 est octroyé au temps à bord afin de traduire le confort accru d'un tramway par rapport à un bus standard et la régularité du service (fiabilité accrue). Le choix de ce coefficient est basé sur la précédente étude du tramway, effectuée par la firme SETEC qui se basait elle-même sur « une étude de la Régie Autonome des Transport Parisien qui, sur la base d'enquêtes de préférences déclarées, a estimé que l'effet des tramways conduisait à une valorisation des temps passés à bord inférieur à 20 % à ceux des temps à bord des bus » (CIMA+, AECOM, SETEC, 2014, p. 114).

3. Temps d'attente**Définition**

Le temps d'attente à l'arrêt est lié à l'intervalle de service de chaque ligne utilisée, selon une fonction linéaire continue par morceaux. Plus le service est fréquent, moins le temps d'attente sera élevé. Chaque correspondance ajoute du temps d'attente supplémentaire à l'attente initiale.

Fonction linéaire continue par morceaux

Justification du paramètre tramway

Le poids attribué au temps d'attente aux stations de tramway est diminué de 0.25, soit de 1.75 au lieu de 2, afin de traduire de meilleurs systèmes d'information voyageurs, un plus grand confort et une plus grande ponctualité des passages aux stations affectant le temps d'attente.

Ce coefficient pourrait être considéré conservateur. L'étude des comparables d'INRO proposait de diminuer le poids de l'attente de 2 à 1.5 (VOVSHA, 2019, p.7). Concernant l'étude précédente du tramway, le poids d'attente était diminué de 0.5 pour l'ensemble des lignes dans les scénarios futurs, par rapport aux lignes du scénario de référence (traduisant une amélioration de l'information dans les années futures, soit de 2 à 1.5) et de 0.25 supplémentaire pour le tramway, soit de 1.25 (CIMA+, AECOM, SETEC, 2014, p. 113)

4. Pénalités d'embarquement***Définition***

Les pénalités d'embarquement sont de deux types, soit initial et de transfert. Cette pénalité sert principalement à mieux représenter le choix des utilisateurs selon les différents types de services existants (parcours réguliers leBus, eXpress, Métrobus).

Justification des paramètres tramway

L'étude des comparables évoque des pénalités de correspondance qui, dépendant des réseaux, varient entre 10 à 20 minutes pour le bus et de 3 à 6 minutes pour le tramway (VOVSHA, 2019, p. 5). Les pénalités de correspondance obtenues pour les bus lors de la calibration, ainsi que les différences des pénalités entre le tramway versus les autres bus se situent donc dans les mêmes ordres de grandeur. Une différence similaire a été appliquée aux pénalités d'embarquement initial.

Les pénalités de correspondance sont diminuées de 25 % dans les pôles d'échanges et dans les terminus synchronisés, où les horaires favorisent la correspondance dans le réseau de référence de 2017 (calibré sur les données observées). Le choix de diminuer la pénalité de correspondance dans les pôles d'échanges du même pourcentage que dans les terminus synchronisés de 2017 est un choix que l'on pourrait juger conservateur, puisque les pôles d'échanges devraient offrir de meilleures conditions de transfert que celles retrouvées aujourd'hui dans les terminus synchronisés. Notons que dans l'étude de SETEC, cette pénalité était diminuée de 75 % dans les pôles d'échanges (CIMA+, AECOM, SETEC, 2014, p. 114).

5. Constantes de segments***Définition***

Pour chaque combinaison de mode de transport, des segments de population et des caractéristiques de déplacement (temps, attente, correspondance), la fonction d'utilité correspondante contient une constante de calibration. Cette constante représente la propension d'un segment de population à utiliser un mode plutôt qu'un autre pour un déplacement considéré, et elle sert notamment à expliquer tout ce qui n'a pas été expliqué par les autres paramètres de la fonction d'utilité. Les informations sur les modes, les segments et les caractéristiques de déplacement sont expliquées en détail dans le rapport du modèle de choix modal d'INRO.

Justification des paramètres tramway

La constante de la demande utilisant le tramway traduit un bonus de 5 minutes par rapport à celle utilisant le réseau de bus régulier. L'étude des comparables proposait un bonus équivalent à 8 à 10 minutes (VOVSHA, 2019, p.7).

6. Études de préférences déclarées

L'utilisation des analyses de préférences déclarées est parfois référée dans la phase de confection de modélisation d'un système de transport. Cette question a été soulevée lors des audiences publiques du BAPE, le 8 juillet 2020.

L'ouvrage de référence dans le domaine de la modélisation des systèmes de transport *Modelling Transport*, Ortuzar et Willumsen (2011), traite notamment des analyses de préférences déclarées (*Stated preferences*). Au chapitre 1.4.4: *Revealed and Stated preferences*, les auteurs mentionnent que l'introduction des analyses de préférences déclarées a débuté dans les années 80, se basant sur les expériences des études de marché. Ils concluent que ces méthodes sont jugées inappropriées dans le cas de l'introduction d'un nouveau mode : « *In particular, they are considered to offer an invaluable for assisting the modelling of completely new alternative.* ». En d'autres termes, une telle analyse n'aurait permis de bien représenter l'effet du tramway.

Une grande partie de la population n'ayant pas expérimenté ce mode de transport peut difficilement donner une indication juste de la propension ou non à utiliser un nouveau mode (comme le tramway).

Sources:

CIMA+, AECOM, SETEC (2014) *Tramway de Québec et de Lévis – Étude de faisabilité – Lot 3. Élaboration des prévisions d'achalandage. Rapport du Lot 3.2*

DAVIDSON, BILL *et al.* (2011) *Impact of Capacity, Crowding, and Vehicle Arrival Adherence on Public Transport Ridership : Los Angeles and Sydney Experience and Forecasting Approach*. ARTF 2011 – 34th Australasian Transport Research Forum

ORTUZAR et WILLUMSEN (2011) *Modelling Transport*, 4e édition, Wiley Edition

PARSONS BRINCKERHOFF and RESSOURCE SYSTEMS GROUPS (2013) *CMAP Transit Modernization Model Project*

PARSONS BRINCKERHOFF *et al.* (2012) *Understanding and Modeling Transit Preferences in Portland, Oregon*. CMAP ABM Transit Enhancements Project Kickoff Meeting, 2012-02-28

PARSONS BRINCKERHOFF (2011) *Incorporation of Transit Capacity Constraints, Crowding Factors, and Reliability in Transit Assignment and Mode Choice: Recommended Methods and Supporting Literature*. Westside Subway Extension Project

VOVSHA, PETER (INRO) (2019) *RTC MODEL Parameters Specific to Tram*. Presentation PowerPoint fait au RTC

VOVSHA, PETER (2013) *Statistical Analysis of Transit User Preferences Including In-Vehicle Crowding and Service Reliability*. 92th Annual Meeting of the Transportation Research Board and Publication in the Transportation Research Records