

Titre: Types de mobilité associés aux points de jonction : cas des
Title: enquêtes origine-destination de la grande région de Montréal

Auteur: Marc-Olivier Thibault
Author:

Date: 2017

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Thibault, M.-O. (2017). Types de mobilité associés aux points de jonction : cas des
enquêtes origine-destination de la grande région de Montréal [Mémoire de
maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie.
<https://publications.polymtl.ca/2692/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/2692/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:** Robert Chapleau
Advisors:

Programme: Génie civil
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**TYPES DE MOBILITÉ ASSOCIÉS AUX POINTS DE JONCTION : CAS DES ENQUÊTES
ORIGINE-DESTINATION DE LA GRANDE RÉGION DE MONTRÉAL**

MARC-OLIVIER THIBAULT

DÉPARTEMENT DES GÉNIES CIVIL, GÉOLOGIQUES ET DES MINES
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE CIVIL)
JUILLET 2017

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

TYPES DE MOBILITÉ ASSOCIÉS AUX POINTS DE JONCTION : CAS DES ENQUÊTES
ORIGINE-DESTINATION DE LA GRANDE RÉGION DE MONTRÉAL

présenté par : THIBAULT Marc-Olivier

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. TRÉPANIER Martin, Ph. D., président

M. CHAPLEAU Robert, Ph. D., membre et directeur de recherche

M. LAVIGUEUR Pierre, M.Sc.A., membre

REMERCIEMENTS

D'abord, je tiens à remercier le professeur Robert Chapleau pour la supervision de ce projet, sa disponibilité et son dévouement. Merci de m'avoir continuellement amené à pousser les réflexions plus loin.

Également, les remerciements vont aux membres du groupe MADITUC (Bruno Allard, Guillaume Bisaillon et Phillippe Gaudette) pour leurs conseils et leur expertise technique.

Je remercie l'Agence métropolitaine de transport pour les données fournies. Merci également de m'avoir donné la flexibilité et le soutien afin de me permettre de réaliser ce projet.

Enfin, je remercie ma famille et mes amis. Un grand merci va également à Andréanne et Clémence pour leurs précieux conseils. Merci à Mélanie pour le support constant durant la réalisation de ce projet de recherche.

RÉSUMÉ

Dans la Grande région de Montréal, l'utilisation de la voiture privée combinée au transport collectif lors d'un même déplacement représente l'un des comportements de mobilité ayant connu la plus importante progression dans les dernières années. En effet, grâce aux données des trois dernières enquêtes origine-destination (2003, 2008 et 2013), il est possible d'observer que le nombre de déplacements de ce type a augmenté de 58%, passant de 38 800 déplacements en 2003 à 61 200 déplacements en 2013, lors de la période de pointe du matin. Cette progression s'accompagne de défis, non seulement sur le plan de la compréhension de ce comportement de mobilité, mais également en ce qui concerne la manière de le mesurer adéquatement. L'objectif de ce projet de recherche est donc de mieux comprendre les éléments caractérisant l'usage de l'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif pour la Grande région de Montréal en portant une attention particulière sur son traitement par les enquêtes origine-destination.

D'abord, un portrait de la situation contextuelle et évolutive de l'intermodalité pour la Grande région de Montréal permet de situer l'importance de l'intermodalité sur les réseaux et le territoire. On y découvre, par l'entremise d'un découpage du territoire en 10 secteurs, l'importance de l'intermodalité pour la périphérie de l'île de Montréal ainsi que la variabilité des modes de transport collectif associés aux points de jonction selon les secteurs. Depuis 2003, l'évolution du *park-and-ride* semble être favorisée par une hausse considérable de l'offre en places de stationnement et par une croissance de la population des banlieues.

Le concept de l'intermodalité est ensuite clarifié en identifiant chacun des objets impliqués. On y découvre l'importance de bien définir l'état de la voiture impliquée lors du déplacement pour bien identifier le type de mobilité associé aux points de jonction. En effet, quel que soit l'état de la personne au sein de la voiture (conducteur ou passager), c'est l'état de la voiture au point de jonction (stationnée ou non et en covoiturage ou seul) qui détermine le type d'intermodalité.

Par la suite, un examen approfondi du traitement de l'intermodalité par les enquêtes origine-destination montre certaines ambiguïtés dans les données. Par exemple, des problèmes de codification des lieux de jonction et des flous liés au suivi des voitures ressortent, illustrant ainsi la difficulté de mesurer les objets impliqués dans l'intermodalité étant donné le traitement implicite de l'objet « voiture » dans les enquêtes. Un nettoyage des données est donc requis pour assurer une bonne comptabilité des objets impliqués dans l'intermodalité.

Suite au traitement des données d'enquête, une caractérisation plus fine des personnes, des déplacements et des points de jonction est réalisée. Des contrastes entre les types de mobilité apparaissent, montrant notamment que la structure de déplacement des *park-and-ride* est symétrique (pour l'aller et le retour au domicile) contrairement aux *kiss-and-ride* qui possèdent (pour une majorité d'entre eux) une structure asymétrique. En effet, 92% des *park-and-ride* effectuent un déplacement intermodal à l'aller et au retour alors que seulement 28% des *kiss-and-ride* le font. Les personnes *park-and-ride* se distinguent également par la réalisation de chaînes de déplacements plus complexes notamment due à la combinaison d'un déplacement au motif « aller reconduire quelqu'un » avant leur premier déplacement de type *park-and-ride* pour 11% d'entre eux. Par ailleurs, une compilation des voitures stationnées aux points de jonction permet de comparer leur occupation de manière temporelle à l'aide du profil d'accumulation de véhicules. Une observation de capacité limitée pour certains lieux dont Montmorency et Deux-Montagnes ressort, montrant la difficulté de se stationner en période de pointe du matin.

Enfin, l'utilisation d'autres sources de données permet de valider nos constats émis à partir des données d'enquêtes origine-destination. Pour quatre lieux à forte présence intermodale (Montmorency, Namur, Brossard-Chevrier et Longueuil), les données de cartes à puce permettent de valider certains éléments sur le profil de la clientèle, le volume d'entrants et les enjeux de capacité potentiels à Montmorency comparativement à Brossard-Chevrier, par exemple. De plus, une comparaison entre les données de l'enquête origine-destination et les données d'achalandage aux stationnements de l'Agence métropolitaine de transport (AMT) permet d'identifier les potentiels lieux de débordement.

ABSTRACT

In the Greater Montreal, the use of a private car combined with public transport as part of same trip is the mobility behavior having experienced the greatest increase during the recent years. In fact, thanks to the data of the Origin-Destination Survey of the last three years (2003, 2008 and 2013), it is possible to notice that the number of trips of this kind, in the morning peak, has increased by 58%, passing from 38 000 trips in 2003 to 61 200 trips in 2013. This progression is accompanied by many challenges, such as the understanding of this mobility behavior as well as the way of measuring it adequately. The objective of this research project is to understand more clearly the elements characterizing the use of intermodal transport between the private car and the public transport in the Greater Montreal with an emphasis on its treatment by the Origin-Destination Survey.

In First, a portrait of the contextual and evolutionary situation of intermodal transport for the Greater Montreal area makes it possible to point the importance of intermodal transport on the networks and territory. We can discover, through the separation of the territory in 10 sectors, the importance of intermodal transport in the peripheral area of Montreal as well as the variability of travel modes associated to the junction points according to different sectors. Since 2003, the evolution of park-and-ride seems to be favored due to a considerable increase in the supply of park-and-ride facilities and by a growth of suburban population.

The concept of intermodal transport is then clarified by identifying each object involved. We discover the importance of defining the state of car involved during the trip in order to identify the mobility type associated to the junction points. In fact, regardless of the person's state in the car (driver or passenger), it's the car's state at the junction point (parked or not and carpooled or not) that determines the mobility type.

Subsequently, a closer examination of the Origin-Destination Survey data for the intermodal trips showed some ambiguities. For example, problems with codification of junction points location and vagueness related to cars monitoring have emerged, illustrating the difficulty to calculate the objects involved in intermodal trips considering the implicit processing of the object "car" in the origin-destination survey. A data clean-up is then required to ensure a good count of the objects that are involved in intermodal trips.

Following data processing, a more precise characterization of the people, the trips and the junction points is made. Consequently, differences between mobility types appear, showing that the park-and-ride's trip structure is more symmetrical (to and from the home) instead of kiss-and-ride people who have (for most of them) an asymmetrical trip structure. In fact, 92% of the park-and-ride people make an intermodal trip to and from the journey while only 28% of the kiss-and-ride do so. The park-and-ride people are also distinguished by the realization of more complex trip chains especially due to the combination of the “bring someone to a destination” pattern before their first park-and-ride trip. It is the case for 11% of the park-and-ride people. Also, cars that are parked at every junction point are compiled in a temporality way using the vehicle accumulation profiles. In fact, some capacity limit issues are observed for certain locations, showing the difficulty to park during the morning peak at those sites.

Finally, other data sources are used to validate our findings based on data from the Origin-Destination Survey. For four locations with a high intermodal use (Montmorency, Namur, Brossard-Chevrier and Longueuil), smart cards data are used to validate certain specific aspects of the demand characteristic, the number of incomes and the potential capacity issue at Montmorency in comparison with Brossard-Chevrier, for example. Furthermore, a comparison between the Origin-Destination Survey data and park-and-ride facilities use data of the *Agence métropolitaine de transport* (AMT) has identified potential locations with an overflow problem.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	III
RÉSUMÉ.....	IV
ABSTRACT	VI
TABLE DES MATIÈRES	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	XI
LISTE DES FIGURES	XIII
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XVII
LISTE DES ANNEXES	XVIII
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Contexte	1
1.2 Objet d'étude	2
1.3 Structure du mémoire	3
CHAPITRE 2 NOTIONS ET CONCEPTS	5
2.1 L'intermodalité.....	5
2.1.1 Définition de l'intermodalité	5
2.1.2 L'intermodalité entre la voiture privée et TC.....	6
2.1.3 Le lieu intermodal	7
2.1.4 Les usagers de l'intermodalité.....	8
2.1.5 Les objets associés à l'intermodalité	10
2.2 Approche totalement désagrégée	12
2.3 Les enquêtes ménages origine-destination	13
2.3.1 Objectif	13

2.3.2 Méthodologie et données obtenues	13
2.3.3 L'intermodalité dans les enquêtes origine-destination.....	15
2.4 Comparaison entre les données de cartes à puce et les enquêtes origine-destination	16
CHAPITRE 3 CONTEXTE ET ÉVOLUTION DE L'INTERMODALITÉ DANS LA GRANDE RÉGION DE MONTRÉAL.....	19
3.1 La mobilité dans la Grande région de Montréal.....	19
3.2 Implication de l'intermodalité sur les réseaux et le territoire.....	20
3.2.1 Analyse générale de la situation.....	20
3.2.2 Analyse spécifique à destination du centre-ville	25
CHAPITRE 4 DONNÉES DES ENQUÊTES MÉNAGES ORIGINE-DESTINATION POUR L'ÉTUDE DE L'INTERMODALITÉ	29
4.1 Description des données à l'étude	29
4.2 Ambiguïtés dans les données et corrections apportées au fichier de déplacements.....	32
4.2.1 L'objet « voiture » associé aux points de jonction.....	32
4.2.2 Codification du point de jonction.....	33
4.2.3 Déplacements intermodaux non codifiés	36
4.2.4 Identification ambiguë du type d'intermodalité	38
4.3 Identification du type d'intermodalité	39
4.3.1 Principes de l'intermodalité entre voiture privée et TC	39
4.3.2 Méthode pour le suivi de la voiture associée au point de jonction	41
4.4 Bilan des corrections et ajustements apportés au fichier de déplacements	45
4.5 Discussion : pistes d'amélioration des méthodes d'enquête	45
CHAPITRE 5 CARACTÉRISATION DES TYPES DE MOBILITÉ ASSOCIÉS AUX POINTS DE JONCTION	47
5.1 Description des données à l'étude	47

5.2	Caractérisation des personnes associées aux points de jonction	50
5.2.1	Profil des personnes et de leur ménage	50
5.2.2	Structure des déplacements intermodaux des personnes.....	56
5.2.3	Chaîne d'activités des personnes.....	60
5.3	Caractérisation des déplacements intermodaux passant du réseau routier au réseau TC impliquant un stationnement (PR).....	66
5.3.1	Localisation	66
5.3.2	Segments de déplacement intermodal	68
5.3.3	Combinaisons modales.....	77
5.4	Caractérisation des points de jonction	78
5.4.1	Utilisation des points de jonction	78
5.4.2	Profils d'accumulation de véhicules	79
CHAPITRE 6 VALIDATION DES DONNÉES D'ENQUÊTE ORIGINE-DESTINATION ASSOCIÉES AUX POINTS DE JONCTION		81
6.1	Comparaison avec les données de cartes à puce	82
6.1.1	Description des données à l'étude et méthodologie	82
6.1.2	Comparaison des données	83
6.2	Comparaison avec les comptages aux stationnements	89
6.2.1	Description des données à l'étude et méthodologie	89
6.2.2	Comparaison des données	89
CHAPITRE 7 CONCLUSION		92
7.1	Thématiques abordées	92
7.2	Perspectives	93
BIBLIOGRAPHIE		95
ANNEXES		101

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : Facteurs influençant l'attractivité d'un lieu intermodal (Faghri et al., 2002; Spillar, 1997; Turnbull et al., 2004; Vincent, 2007)	8
Tableau 2-2 : Les objets à l'étude associés à l'intermodalité	10
Tableau 3-1 : Évolution des déplacements et de la part modale pour la Grande région de Montréal en période de pointe du matin (de 6h00 à 9h00) – enquêtes OD 2003, 2008 et 2013 (65 secteurs).....	20
Tableau 3-2 : Évolution de l'intermodalité à destination du centre-ville en période de pointe du matin - entre 2003 et 2013 (65 secteurs)	26
Tableau 4-1 : Attributs spécifiques de l'enquête origine-destination de 2013 décrivant l'utilisation d'un point de jonction	30
Tableau 4-2 : Séquences modales incluant un point de jonction	31
Tableau 4-3 : Première analyse des chaînes de déplacement associées aux points de jonction	33
Tableau 4-4 : Exemples d'irrégularité sur la codification du point de jonction	35
Tableau 4-5 : Corrections apportées au fichier de déplacements.....	38
Tableau 4-6 : Les types de mobilité intermodale entre la voiture privée et le transport collectif..	40
Tableau 4-7 : Identification des types de mobilité associés aux points de jonction.....	44
Tableau 4-8 : Bilan des corrections et ajustements apportés au fichier de déplacements.....	45
Tableau 5-1 : Statistiques générales sur les personnes et leur ménage	55
Tableau 5-2 : Structure bimodale en fonction du type de mobilité et de la séquence réseau	60
Tableau 5-3 : Chaîne d'activités par type de personne	63
Tableau 5-4 : Statistiques sur la distance moyenne pondérée des segments de déplacement de type park-and-ride	73
Tableau 6-1 : Description des attributs de la base de données.....	82
Tableau 6-2 : Premières transactions sur le réseau de transport collectif entre 5h00 et 10h00 – données de cartes à puce du 24 octobre 2013 et enquête origine-destination 2013.....	84

Tableau 6-3 : Taux d'occupation des stationnements incitatifs présentant des écarts importants avec les données d'enquête – rapport annuel AMT 2013	91
Tableau 6-4 : Type de stationnement associé aux voitures stationnées	91

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Structure du mémoire	4
Figure 2-1 : Schématisation du point de jonction	11
Figure 2-2 : Schéma conceptuel des interactions entre les objets associés à l'intermodalité	12
Figure 2-3 : Structure du fichier d'enquête origine-destination – tirée de Trépanier et Chapleau (2001)	14
Figure 3-1 : Part des ménages dont au moins une personne effectue un déplacement intermodal entre la voiture privée et le transport collectif – enquête origine-destination 2013 (65 secteurs).....	21
Figure 3-2 : Localisation des stationnements incitatifs et temps de parcours jusqu'à centre-ville – données d'horaires planifiés de TC en date du 14 février 2017 à 17h00	22
Figure 3-3 : Profil de charge et part des passagers-km – itinéraires décrits des usagers TC seulement et intermodaux – enquête origine-destination 2013	24
Figure 3-4 : Situation de la voiture pour les déplacements à destination du centre-ville de Montréal en période de pointe du matin – enquête origine-destination de 2013 (65 secteurs)	28
Figure 4-1 : Données des ménages dont au moins une personne effectue un déplacement associé aux points de jonction – Enquête origine-destination 2013 (version 2c)	29
Figure 4-2 : Exemple de déplacement intermodal non codifié – enquête origine-destination 2013	37
Figure 4-3 : Durée entre les heures de départ de deux déplacements consécutifs ayant un motif similaire et des modes distincts	38
Figure 4-4 : Déplacement intermodal avec stationnement (PR)	40
Figure 4-5 : Déplacement intermodal avec stationnement en covoiturage familial (PR)	40
Figure 4-6 : Déplacement intermodal sans stationnement (KR)	40
Figure 4-7 : Processus d'identification du covoiturage familial	42

Figure 5-1 : Ménages, personnes et déplacements associés aux points de jonction – Données traitées issues de l'enquête origine-destination de 2013	48
Figure 5-2 : Pyramide des âges selon le type de mobilité.....	51
Figure 5-3 : Comparaison de la distribution de l'âge et du genre des personnes associées aux points de jonction par rapport aux personnes TC seulement et à la population totale	52
Figure 5-4 : Permis de conduire et possession de titre mensuel de transport collectif	53
Figure 5-5 : Revenu des ménages selon le type de mobilité	54
Figure 5-6 : Comparaison de la distribution du revenu des ménages des personnes associées aux points de jonction par rapport aux personnes TC seulement et à la population totale	54
Figure 5-7 : Distribution temporelle des types de mobilité en période de pointe du matin	57
Figure 5-8 : Distribution temporelle des types de mobilité en période de pointe du soir	57
Figure 5-9 : Distribution temporelle des déplacements par type de mobilité	58
Figure 5-10 : Distribution temporelle des déplacements par type d'enchaînement des réseaux ...	58
Figure 5-11 : Chaîne d'activités sans activité périphérique aux déplacements de type intermodal	61
Figure 5-12 : Chaîne d'activités avec activité périphérique aux déplacements de type intermodal	61
Figure 5-13 : Chaîne d'activités avec activité périphérique aux déplacements de type intermodal	62
Figure 5-14 : Activité du déplacement intermodal et activités périphériques pour les personnes effectuant deux déplacements intermodaux	64
Figure 5-15 : Distribution des durées d'activité du déplacement intermodal	65
Figure 5-16 : Localisation des extrémités de déplacement et ellipse de dispersion pour les déplacements park-and-ride	67
Figure 5-17 : Éloignement du centre-ville des extrémités de déplacement	68
Figure 5-18 : Spatialisation des segments origine-jonction par mode TC principal	69

Figure 5-19 : Spatialisation des segments jonction-destination par mode TC principal.....	70
Figure 5-20 : Agrégation des segments origine-jonction et jonction-destination par point de jonction – Directivité moyenne, distance moyenne et volume de voitures par point de jonction.....	71
Figure 5-21 : Distance origine-jonction et jonction-destination par mode	72
Figure 5-22 : Relation entre la distance des segments de déplacement et l'éloignement du centre-ville.....	75
Figure 5-23 : Personnes-km effectuant un déplacement intermodal passant de la voiture vers le métro selon l'éloignement du centre-ville.....	75
Figure 5-24 : Personnes-km effectuant un déplacement intermodal passant de la voiture vers le train selon l'éloignement du centre-ville.....	76
Figure 5-25 : Personnes-km effectuant un déplacement intermodal passant de la voiture vers le bus selon l'éloignement du centre-ville	76
Figure 5-26 : Statistiques sur l'utilisation des modes de transport collectif lors du déplacement intermodal de type park-and-ride	77
Figure 5-27 : Nombre maximal de véhicules stationnés par point de jonction par jour	78
Figure 5-28 : Profil d'accumulation de véhicules.....	80
Figure 6-1 : Localisation des sites à l'étude avec la part des modes d'accès associés pour la période entre 5h00 et 10h00 (excluant l'autobus) – enquête origine-destination 2013	81
Figure 6-2 : Distribution temporelle des entrants à la station Montmorency par 30 minutes (excluant les accès par autobus)	86
Figure 6-3 : Distribution temporelle des entrants à la station Longueuil par 30 minutes (excluant les accès par autobus).....	86
Figure 6-4 : Distribution temporelle des entrants à la station Namur par 30 minutes (excluant les accès par autobus)	87
Figure 6-5 : Distribution temporelle des entrants au stationnement Chevrier par 30 minutes (excluant les accès par autobus)	87

Figure 6-6 : Comparaison des taux d'entrants par 10 minutes – entre 5h00 et 10h00 – données de cartes à puce 24 octobre 2013	88
Figure 6-7 : Comparaison du nombre de voitures stationnées entre les données de comptage manuel de 2013 et les données de l'enquête origine-destination de 2013	90
Figure A.1 : Secteur 101 - Centre-ville (figure tirée de AMT (2015a)).....	101
Figure A.2 : Secteur 102 - Centre-ville périphérique (figure tirée de AMT (2015a)).....	101

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AOT	autorité organisatrice de transport en commun
AMT	Agence métropolitaine de transport
CATI	<i>computer-assisted telephone interview</i> (entrevue téléphonique assistée par ordinateur)
CAP	carte à puce
CIT	Conseil intermunicipal de transport
EOD	enquête origine-destination
GTFS	<i>General Transit Feed Specification</i> (spécification générale pour les flux de données relatifs aux transports en commun)
JD	du point de jonction à la destination
JONC	jonction
KR	<i>kiss-and-ride</i>
MADITUC	Modèle d'analyse désagrégée des itinéraires de transport urbain collectif
OD	origine-destination
OJ	de l'origine au point de jonction
PR	<i>park-and-ride</i>
RTL	Réseau de transport de Longueuil
SIG	système d'information géographique
STM	Société de transport de Montréal
STL	Société de transport de Laval
TC	transport collectif / transport en commun
véh-km	véhicules-kilomètres
VP	voiture privée

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – Définition de la zone centre-ville.....	101
ANNEXE B – Inventaire des points de jonction (AMT, 2013)	102
ANNEXE C – Évolution spatiale du Park-and-ride – 2003-2013	104

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Les villes nord-américaines se développent souvent selon un schéma concentrique avec les emplois au centre et les banlieues moins denses en périphérie. Depuis plusieurs années, la croissance des banlieues est sujet de préoccupations. Ce mouvement d'étalement urbain favorise l'utilisation de la voiture, accentue la congestion routière et augmente les émissions de gaz à effet de serre. La Grande région de Montréal n'est pas épargnée par ce phénomène avec une croissance démographique des banlieues et de Laval plus importante qu'à Montréal (AMT, 2015a).

Dans ce contexte, les autorités organisatrices de transport en commun (AOT) aménagent des stationnements incitatifs afin de faciliter les pratiques intermodales entre la voiture privée et le transport collectif. Ces lieux permettent aux banlieusards, par exemple, d'accéder au transport collectif à partir de milieux moins denses pour ainsi éviter les contraintes associées à l'utilisation de l'automobile au centre-ville (congestion routière, coût du stationnement, etc.). Pour les AOT, l'objectif est d'encourager l'utilisation du transport collectif dans le but de diminuer la pression sur le réseau routier. En 2015, la région métropolitaine de Montréal comptait plus de 35 500 places de stationnement destinées aux pratiques intermodales (AMT, 2015b).

Les défis entourant le développement de ces lieux intermodaux sont à la fois complexes et contradictoires. Les planificateurs en transport doivent concilier des préoccupations d'accessibilité au territoire et d'équité socio-spatiale (Richer et al., 2015) dans un contexte de développement durable du système de transport. Le coût sociétal élevé de ces stationnements ainsi que leurs impacts sur le tissu urbain obligent les villes à s'intéresser aux enjeux de ces lieux urbains stratégiques. Les autorités de transport sont, quant à elles, confrontées à une saturation de ces stationnements et doivent développer des conditions d'accès au système de transport qui soient efficaces, durables et multimodales tout en étant cohérentes avec la situation du territoire. Face à ces défis, il est essentiel pour le planificateur de comprendre, de mesurer et d'analyser l'intermodalité afin d'agir adéquatement sur les réseaux et le territoire. « Il ne s'agit plus d'analyser le pôle d'échange comme un simple nœud du réseau, mais plutôt de considérer la manière dont ces lieux contribuent à structurer les territoires » (Richer, 2008).

1.2 Objet d'étude

Pour la région métropolitaine de Montréal, les déplacements intermodaux combinant l'automobile et le transport collectif ont connu une importante croissance de 58% entre 2003 et 2013. Selon les données de l'enquête origine-destination de 2013, ils seraient passés de près de 38 800 déplacements en 2003 à 61 200 déplacements en 2013, lors de la période de pointe du matin. À titre comparatif, les déplacements en automobile et en transport collectif ont seulement augmenté de 10% et 22% respectivement.

Les enquêtes ménages origine-destination représentent une source de données essentielle en planification des transports pour mesurer les comportements de mobilité. Dans le contexte montréalais, l'intermodalité a été traitée pour une première fois lors de l'enquête origine-destination de 1982. Alors considéré comme un comportement de déplacement marginal, une anomalie parmi l'ensemble des déplacements, le concept de « point de jonction » est intégré à partir de 1982 dans les enquêtes origine-destination afin de délimiter chacun des modes empruntés lors ce type de déplacement. Il s'agit davantage d'un processus fonctionnel pour assurer une séparation des modes que d'un besoin de capter de l'information particulière sur ces déplacements. Lors de l'enquête de 1993, les déplacements sont traités en séquence de modes avec l'apparition du concept de déplacement bimodal possédant sa matrice distincte. Depuis cette enquête, les méthodes d'enquête concernant ces types de déplacements n'ont toutefois pas changé alors que l'intermodalité a connu une évolution marquée et que le besoin d'information détaillée sur ces déplacements devient de plus en plus nécessaire pour les planificateurs.

Ce projet de recherche s'intéresse donc à la notion de point de jonction sous l'angle de l'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif. L'objectif général est de mieux comprendre les éléments caractérisant l'usage de ce type d'intermodalité pour la région métropolitaine de Montréal. Plus spécifiquement, il s'agit de :

- Clarifier et préciser le concept de l'intermodalité impliquant la voiture privée et le transport collectif;
- Décrire le contexte et l'évolution de l'intermodalité dans la région de Montréal;

- Examiner en détail la façon dont l'enquête origine-destination de 2013 traite la question de l'intermodalité et approfondir la démarche pour mieux respecter les logiques et les objets impliqués;
- Analyser l'intermodalité à partir de données provenant des enquêtes origine-destination montréalaise afin de mieux comprendre :
 - o Les usagers de l'intermodalité ;
 - o Les lieux de l'intermodalité.
- Valider et enrichir la caractérisation des usagers et des lieux de l'intermodalité à partir d'autres sources de données.

1.3 Structure du mémoire

Afin d'atteindre ces objectifs, nous débuterons d'abord par présenter, au chapitre 2, les notions et concepts qui sont traités dans le cadre de ce projet. Ce chapitre couvre les définitions de l'intermodalité, les enquêtes origine-destination, l'approche totalement désagrégée ainsi que l'utilisation des données de cartes à puce pour valider les données d'enquête origine-destination.

Le chapitre 3 décrit le contexte et l'évolution de l'intermodalité dans la région métropolitaine de Montréal depuis le début des années 2000. Les enquêtes origine-destination de 2003, 2008 et 2013 sont utilisées afin de montrer le caractère évolutif de la mobilité et comment l'intermodalité de type *park-and-ride* s'est démarquée depuis le début des années 2000. Également, la contribution des déplacements intermodaux sur l'utilisation du territoire, du réseau de transport collectif et du réseau routier permet de placer l'importance du phénomène dans la mobilité quotidienne de la Grande région de Montréal.

Le chapitre 4 approfondit la manière dont les données d'enquête origine-destination traitent l'intermodalité. Il s'agit de mieux comprendre la façon dont les données sont collectées, traitées et comment les pratiques actuelles peuvent entraîner certaines ambiguïtés. Certains enjeux concernant la codification des lieux et des déplacements ainsi que le discernement des différents objets impliqués dans l'intermodalité sont traités dans ce chapitre.

Le chapitre 5 se veut une analyse plus fine des types de mobilité associés aux points de jonction à partir de données provenant de l'enquête origine-destination de 2013. D'abord, une analyse sous

l'angle des personnes impliquées dans l'utilisation d'un point de jonction est effectuée et met l'accent sur leurs caractéristiques sociodémographiques et leur système d'activité. Ensuite, une analyse spécifique de leurs déplacements intermodaux permet d'étudier finement chaque segment du déplacement.

Finalement, le chapitre 6 explore la manière dont les données de cartes à puces et les données d'achalandage aux stationnements de l'AMT peuvent être utilisées pour valider et enrichir certains constats émis à partir des données d'enquête.

La figure 1-1 présente la structure du mémoire.

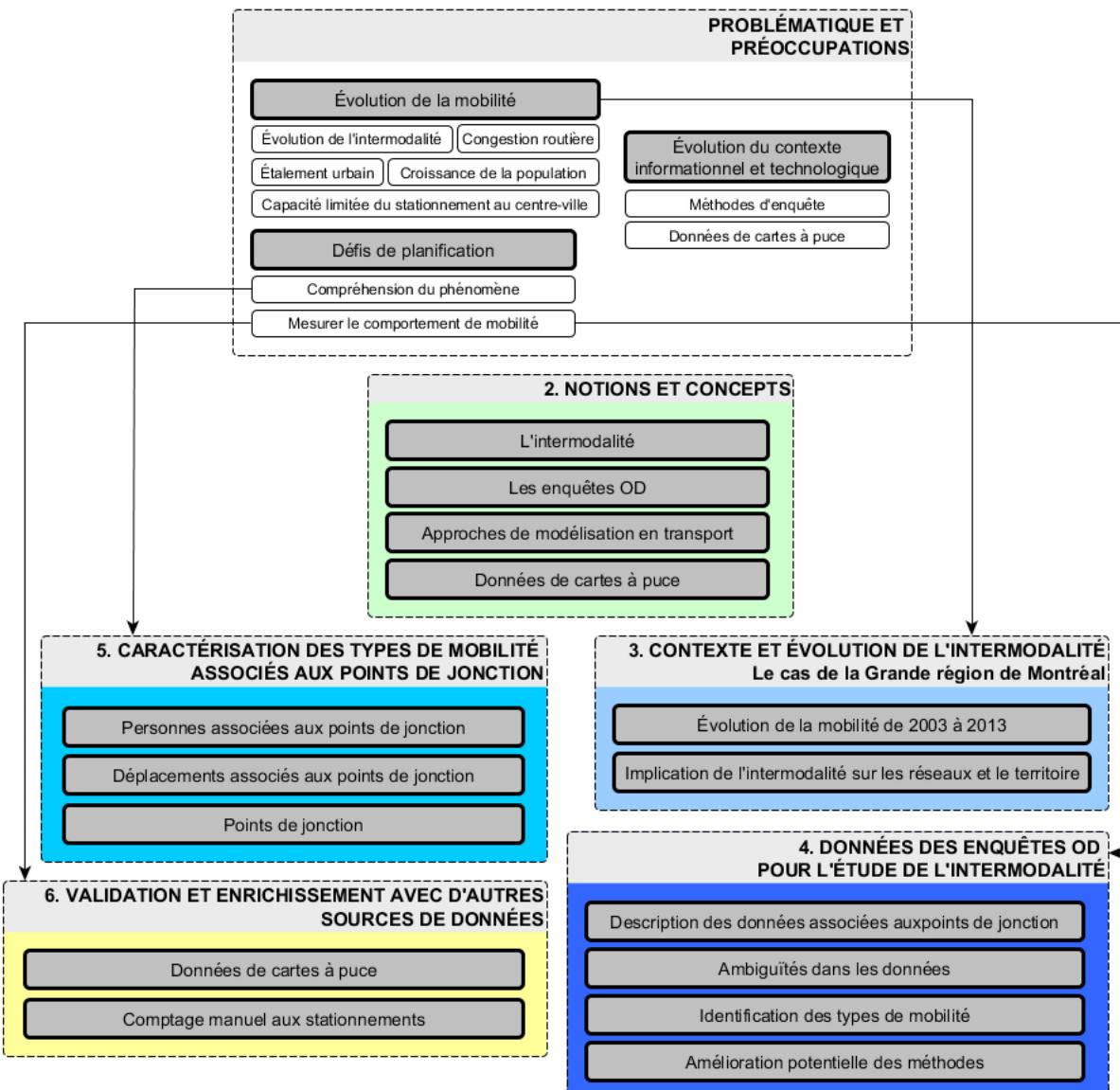


Figure 1-1 : Structure du mémoire

CHAPITRE 2 NOTIONS ET CONCEPTS

Ce chapitre présente les principales notions et concepts qui sont traités dans le cadre de ce mémoire. Il est question de la définition du concept de l'intermodalité en transport de passagers, des enquêtes origine-destination, de l'approche totalement désagrégée ainsi que du potentiel des données de cartes à puce pour valider et enrichir les enquêtes origine-destination.

2.1 L'intermodalité

2.1.1 Définition de l'intermodalité

En transport de passagers, l'intermodalité se définit comme « un usage successif de plusieurs modes de transport au cours d'un déplacement, soit un déplacement qui combine au moins deux modes » (Bozzani-Franc, 2006). L'intermodalité se caractérise également par l'aspect motorisé des modes impliqués (Richer, Quetelard, Meissonnier, & Rabaud, 2012). Elle est à dissocier de la multimodalité qui concerne plutôt la possibilité d'alterner plusieurs modes de transport pour un déplacement d'une origine à une destination (ADEUS, 2011). Les déplacements impliqués peuvent être constitués de segments monomodaux ou intermodaux (Ageron, 2013; Bozzani-Franc, 2006; Margail, 1996; Richer, Meissonnier, & Rabaud, 2016).

Très présente dans le domaine du transport de marchandises, l'intermodalité permet de tirer profit de chaque mode durant la séquence de déplacement. L'idée fondamentale est de regrouper les marchandises sur des lignes de transport à haute capacité et à vitesse élevée (train, bateau, etc.), et de profiter ensuite de l'efficacité des camions pour une distribution locale de la marchandise (Bektaş & Crainic, 2007). Le concept est similaire en transport de passagers. L'automobile est utilisée pour la fonction résidentielle de collecte de la demande en déplacement vers un lieu où une ligne de transport collectif à haute vitesse et capacité achemine l'ensemble de la demande accumulée (Christiansen, Grady, & Holder, 1975).

L'intermodalité induit une connexion entre deux réseaux hétérogènes. Une rupture de charge est donc vécue par l'usager et la performance de l'itinéraire intermodal est dépendante de cette connexion (Tsang, Shalaby, & Miller, 2005). Richer et al. (2016) font ressortir l'aspect paradoxal de l'intermodalité émis par l'interconnexion de réseaux. En effet, l'interconnexion entre réseaux

permet d'optimiser la performance de ceux-ci, mais affaiblit l'accessibilité des personnes par la rupture de charge provoquée.

La notion d'intermodalité peut se décliner selon trois composants interreliés : l'organisation intermodale, le lieu intermodal et les usages intermodaux (Bozzani-Franc, 2005, 2006). L'organisation intermodale réfère aux autorités de transport qui mettent en place l'intermodalité. Cette organisation peut être soit intégrée (coordination efficace de l'infrastructure intermodale) ou juxtaposée (aucune organisation formelle, l'usager crée de lui-même l'intermodalité). Le lieu intermodal représente quant à lui le point dans un réseau où s'effectue l'intermodalité. Finalement, les usages intermodaux réfèrent aux personnes réalisant le déplacement intermodal.

2.1.2 L'intermodalité entre la voiture privée et TC

Aparue au courant des années 30 (Bullard & Christiansen, 1983), l'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif représente une partie intégrante de plusieurs réseaux de transport en Amérique du nord (Turnbull, Pratt, Evans, & Levinson, 2004). En aménageant des stationnements pour faciliter l'accueil des voitures, les objectifs souhaités sont d'offrir une alternative à l'auto-solo, de concentrer la demande en transport collectif provenant de secteurs peu denses en lieu commun, de réduire le nombre de véhicules-km sur le réseau routier et les émissions de gaz à effet de serre qui en découlent, et de diminuer le taux d'occupation du stationnement au centre-ville (Turnbull et al., 2004). Typiquement, ces stationnements se situent près d'infrastructures majeures de transport collectif telles que les gares de train, les stations de métro et les arrêts d'autobus en service express (Trépanier, Morency, & Gossman, 2007)

Trois types d'accès en automobile au transport collectif sont considérés : accès en conducteur (*park-and-ride*), accès en passager (*kiss-and-ride*) et accès en covoiturage (Transport Canada, 2011; Turnbull et al., 2004). Les accès *park-and-ride* réfèrent aux personnes se stationnant d'abord pour ensuite utiliser le transport collectif alors que les accès *kiss-and-ride* sont associés aux personnes se faisant déposer en automobile pour ensuite utiliser le transport collectif. Les accès en covoiturage font référence aux personnes se stationnant ensemble pour utiliser ensuite le transport collectif afin de compléter leur déplacement.

2.1.3 Le lieu intermodal

Concernant le lieu intermodal, Richer (2008) parle de « pôle d'échange » qu'il définit « comme un lieu d'organisation des réseaux qui vise à faciliter les pratiques intermodales entre différents modes de transport et qui assure, par son insertion urbaine, une interface entre la ville et le réseau de transport ». Ce « pôle d'échange » renvoie au terme « point de réseaux » qui réfère aux dimensions de réseau et de territoire.

Malgré l'importance du « pôle d'échange » dans la formation de l'intermodalité, il peut y avoir intermodalité sans la présence de pôle d'échange (Richer et al., 2016). En effet, le lieu intermodal peut être soit « complet » ou « incomplet » (Bozzani-Franc, 2005). Un lieu intermodal est « complet » si les modes de transport sont organisés entre eux par une ou des entités organisationnelles dans le but de faciliter le déplacement de l'usager. Il est « incomplet » lorsque les modes de transport se rejoignent en un lieu sans qu'il n'y ait d'organisation particulière pensée par une autorité de transport. Les termes « stationnement incitatif », « parc-relais » et « *park-and-ride* » renvoient au lieu formel (complet). Les lieux « incomplets », quant à eux, renvoient aux places de stationnement sur rue non spécifiquement dédiées à une pratique intermodale.

Les lieux formels peuvent être classifiés suivant certaines de leurs caractéristiques (Spillar, 1997; Turnbull et al., 2004) :

- La localisation (en périphérie du centre-ville, en banlieue ou en milieu rural);
- La taille;
- Le type d'utilisation (exclusive au transport collectif ou partagée avec d'autres services);
- Le cadre tarifaire (payant ou non payant);
- Le niveau d'organisation (formel ou informel).

L'attractivité d'un lieu intermodal peut être influencée par de nombreux facteurs (Faghri, Lang, Hamad, & Henck, 2002; Spillar, 1997; Turnbull et al., 2004; Vincent, 2007). Le tableau 2-1 présente certains de ces facteurs. Le temps de parcours (composé du temps d'accès au stationnement, de la fréquence du service de transport collectif et du temps de parcours en transport collectif jusqu'à la destination) représente le facteur le plus déterminant de l'attractivité

d'un site (Turnbull et al., 2004; Vincent, 2007). L'importance du temps de parcours varie toutefois selon l'attrait du mode associé. Par exemple, un stationnement incitatif accompagné d'une station de métro peut être associé à un temps d'accès en automobile plus long étant donné la vitesse et la fréquence élevées du métro.

Tableau 2-1 : Facteurs influençant l'attractivité d'un lieu intermodal (Faghri et al., 2002; Spillar, 1997; Turnbull et al., 2004; Vincent, 2007)

Facteurs
Distance entre le stationnement et le centre-ville
Distance d'accès en automobile au stationnement
Compétition entre les différents stationnements
Densité de la population à proximité du site
Caractéristiques des corridors de déplacements à proximité du stationnement (congestion)
Capacité du site (nombre de cases de stationnement disponible)
Facilité d'accès à proximité de grands axes routiers (près d'axe routier important)
Tarification du site
Fréquence du service de transport collectif
Heures d'opération du service de transport collectif
Temps de parcours en transport collectif
Temps de correspondance (durée du changement de mode)
Présence de mesures préférentielles pour bus (voies réservées)

2.1.4 Les usagers de l'intermodalité

De par la possession d'un véhicule, les usagers *park-and-ride* ne sont pas de type « captif » au transport collectif contrairement aux usagers *kiss-and-ride* (Turnbull et al., 2004). Cette section identifie certaines caractéristiques des usagers qui « choisissent » d'effectuer un déplacement intermodal de type *park-and-ride*.

Le choix de l'intermodalité *park-and-ride* comme mode de transport repose sur un choix rationnel par l'usager visant à optimiser les conditions de son déplacement. Le « coût généralisé » d'un trajet *park-and-ride* doit donc être inférieur à celui de l'automobile, ce qui implique que le système de *park-and-ride* doit offrir un service rapide, peu coûteux et fréquent afin de réduire l'impact de la rupture de charge impliquée par le transfert entre les deux modes (Holguín-Veras, Yushimoto, Aros-Vera, & Reilly, 2012).

Plusieurs facteurs peuvent influencer le choix modal du *park-and-ride* (Liu, Yun, Chen, & Yang, 2012; Trépanier et al., 2007; Vincent, 2007). Des facteurs associés à l'utilisation de l'automobile, dont le coût du stationnement à destination, la capacité en stationnement au centre-ville, la congestion routière vers la destination et le stress associé au trafic, peuvent contribuer à influencer le choix des personnes possédant un véhicule. Également, des éléments associés au transport collectif, dont la tarification, la qualité du service et l'accessibilité au transport collectif à partir du domicile, influencent le choix de mode d'un individu.

De par la structure du déplacement, le *park-and-ride* se distingue par certaines caractéristiques particulières (Turnbull et al., 2004; Vincent, 2007). Ce type de déplacement est souvent basé au domicile, se destine au centre-ville pour le motif travail et est réalisé en période de pointe du matin. Le déplacement à l'aller est similaire au retour à domicile. La distance totale du déplacement est souvent longue et la distance d'accès à la destination souvent très courte. Les usagers ont un taux de possession automobile et revenu familial typiquement plus élevé que les utilisateurs du transport collectif.

Dans la région de Montréal, le Groupe MADITUC s'est intéressé, au courant des années 1990, à l'intermodalité à partir de l'enquête origine-destination de 1993 (Chapleau, Allard, Primeau, & Grondines, 1994). Les résultats de leur étude montrent que la clientèle effectuant un déplacement intermodal est majoritairement féminine avec une proportion de 60%. Le groupe d'âge le plus important est les 20-34 ans. Le motif de déplacement le plus important est le motif travail, avec 55%, suivi du motif étude, avec 23% des déplacements intermodaux réalisés. Le centre-ville représente la destination privilégiée avec 60%. Finalement, un examen des combinaisons modales les plus fréquentes montre que la combinaison de l'automobile avec le métro représente 55% de ces déplacements, suivie de l'automobile combinée au train avec 15% et de l'automobile combinée au bus avec 13%.

2.1.5 Les objets associés à l'intermodalité

Les définitions et concepts ci-dessus amènent à dégager plusieurs éléments associés à l'intermodalité. Cette section résume ces objets et illustre leurs interactions.

Trépanier et Chapleau proposent une approche de modélisation orientée-objet en transport inspirée de l'informatique pour l'analyse des enquêtes origine-destination. Cette approche transpose « les concepts de l'orientés-objets à l'analyse des enquêtes ménages origine-destination » afin de permettre « l'élargissement des possibilités de traitement et de modélisation » (Trépanier & Chapleau, 2001). Nous inspirant de la démarche de Trépanier Chapleau, le tableau 2-2 présente les objets d'intérêt dans le cadre de ce mémoire, alors que la figure 2-1 les situe par rapport au concept de point de jonction.

Tableau 2-2 : Les objets à l'étude associés à l'intermodalité

Objet	Description
Point de jonction	Lieu intermodal permettant aux personnes de changer d'un réseau à un autre.
Voiture	Véhicule privé à faible capacité utilisé pour effectuer des déplacements sur un réseau routier
Stationnement	Infrastructure routière dédiée au stationnement des voitures.
Nœud routier	Intersection correspondant au croisement de lien routier (segment de rue).
Nœud TC	Lieu d'embarquement et de débarquement de passagers dans un réseau TC (ex. : gares de train, stations de métro, arrêts d'autobus)
Ligne TC	Ligne opérant selon un horaire, un tracé et un niveau de service défini.
Réseau TC	Ensemble de lignes TC et de nœuds (stations, gares, terminus)
Réseau routier	Ensemble des liens et nœuds routiers permettant aux véhicules de circuler

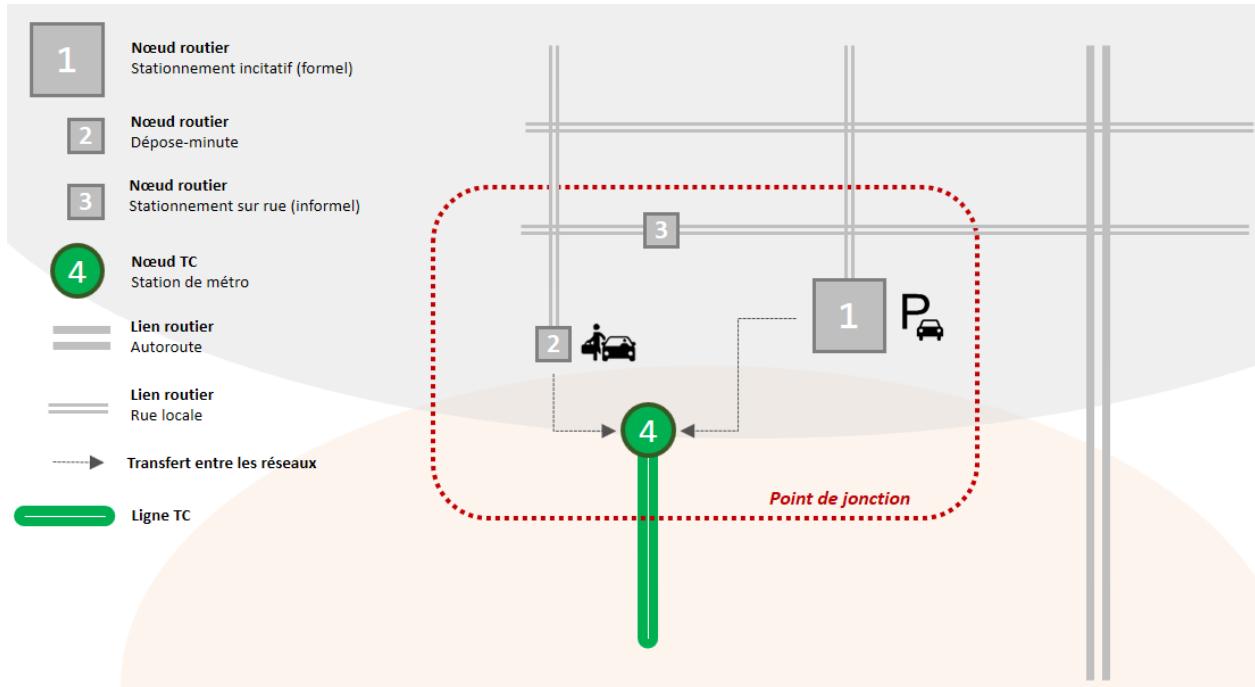


Figure 2-1 : Schématisation du point de jonction

La figure 2-2 présente un schéma conceptuel des interactions entre les objets associés à l’intermodalité. Les éléments composant chaque réseau sont d’abord distingués et se rejoignent en un point commun, le point de jonction, par la connexion entre le nœud routier et le nœud TC. Le détail associé à chacun des nœuds est illustré. Le nœud TC est représenté par un terminus d’autobus, une station de métro ou une gare de train. Le nœud routier, quant à lui, implique l’utilisation d’un stationnement ou d’un dépose-minute, qu’ils soient formels ou informels. La voiture devient donc un objet central dans l’étude de l’intermodalité par son état au nœud et son état d’occupation. En effet, la relation entre les états de la voiture au nœud routier forme le type de mobilité associé au point de jonction, soit le *park-and-ride*, le *kiss-and-ride* et le *park-and-ride* en covoiturage.

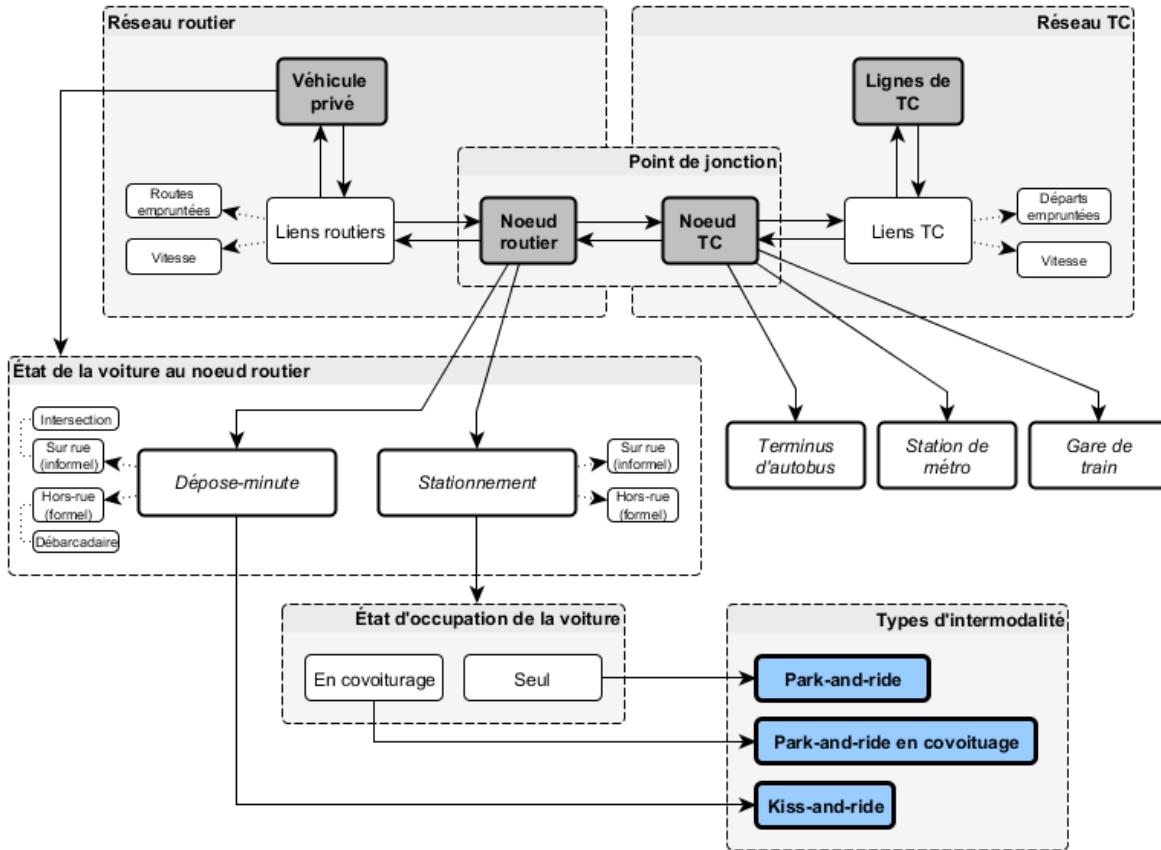


Figure 2-2 : Schéma conceptuel des interactions entre les objets associés à l'intermodalité

2.2 Approche totalement désagrégée

Introduite au courant des années 1980 par le Professeur Robert Chapleau avec le système MADITUC (Chapleau, Allard, & Canova, 1982), l'approche totalement désagrégée propose une nouvelle méthode basée sur les déplacements individuels observés ne nécessitant pas d'agrégation des données. En effet, contrairement aux approches traditionnelles, qui affectent à partir d'une matrice origine-destination l'ensemble des déplacements allant du centroïde de la zone O au centroïde de la zone D, l'approche totalement désagrégée affecte chaque déplacement observé de manière individuelle en conservant l'ensemble des informations associées. L'agrégation des données demeure tout de même possible après l'affectation des déplacements. L'approche se caractérise et se distingue des modèles classiques par deux éléments essentiels (Chapleau, 1992) :

- La désagrégation spatiale : utilisation des coordonnées x-y de l'origine et de la destination pour l'affectation du déplacement sur le réseau au lieu du centroïde de zone;
- Le traitement individuel des itinéraires : les éléments du déplacement et les caractéristiques sociodémographiques de la personne et du ménage associées au déplacement sont intégrés tout au long du processus d'analyse et de modélisation des itinéraires.

L'approche se distingue également par la totale intégration et conservation des informations issues des enquêtes origine-destination. Par exemple, des procédures d'affectation des déplacements viennent enrichir les informations de l'enquête. Les attributs concernant la spatialisation, le poids (pondération du déplacement), le trajet, le motif et toutes caractéristiques relatives à la personne et au ménage découlent des informations de l'enquête origine-destination, alors que les temps d'attente, d'accès au transport et en véhicule sont obtenus par l'affectation de l'itinéraire.

2.3 Les enquêtes ménages origine-destination

2.3.1 Objectif

Réalisées dans plusieurs villes, dont la région métropolitaine de Montréal, les enquêtes ménages origine-destination permettent d'obtenir un portrait des déplacements réalisés par la population sur un territoire donné. Depuis le début des années 1970, l'enquête origine-destination montréalaise est réalisée à intervalle de 5 ans. La dernière enquête a été réalisée du 3 septembre au 20 décembre 2013.

2.3.2 Méthodologie et données obtenues

Typiquement, un questionnaire d'enquête ménages origine-destination comprend de l'information sur le ménage, les personnes composant le ménage et les déplacements effectués par chacune des personnes lors de la journée précédant l'entrevue (Stopher, Wilmot, Stecher, & Alsnih, 2006). Certaines enquêtes incluent également de l'information sur le véhicule privé

impliqué dans le déplacement (U.S. Department of Transportation, 2011). Les questions sur les ménages comprennent le lieu du domicile, la taille du logis, le revenu familial, le nombre de véhicules par logis et le rang des personnes dans le ménage. Pour les personnes du ménage, des questions sur le genre, l'âge, l'occupation principale, la possession de permis de conduire ou le niveau d'éducation peuvent également être posées au répondant. Pour les déplacements ou les activités des personnes, des questions sur l'heure de départ, le motif du déplacement, le mode de transport, la séquence de modes, le stationnement et les lieux impliqués sont demandées. La figure 2-3 illustre la structure du fichier de l'enquête origine-destination de la Grande région de Montréal ainsi que les principales informations associées au ménage, personnes et déplacements.

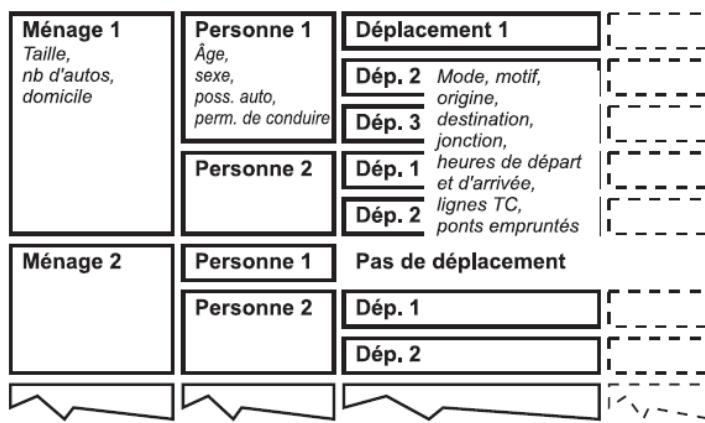


Figure 2-3 : Structure du fichier d'enquête origine-destination – tirée de Trépanier et Chapleau (2001)

L'enquête origine-destination montréalaise est effectuée sur un échantillon d'environ 5% de la population. Cet échantillon est pondéré à la population réelle selon la stratification géographique et la sociodémographie des répondants.

Depuis quelques années, plusieurs enquêtes origine-destination sont réalisées à l'aide d'un *Computer Assisted Telephone Interview (CATI)*. Pour l'enquête origine-destination montréalaise, un CATI, développé par le Groupe MADITUC de l'École Polytechnique de Montréal, est utilisé depuis l'enquête de 1998. Ce système permet d'assurer la gestion des données, le suivi de l'échantillon, le contrôle des enquêteurs, l'analyse de données et la correction des entrevues de manière interactive lors de la réalisation de celle-ci. Il permet également d'assurer une gestion des opérations de saisie, de la codification et des données de géolocalisation (Trépanier, Chapleau, Allard, & Morency, 2004).

2.3.3 L'intermodalité dans les enquêtes origine-destination

Dans la plupart des enquêtes de type ménages origine-destination, l'intermodalité est traitée de manière accessoire et partielle (Kagerbauer, Hilgert, Schroeder, & Vortisch, 2015). Tout de même, certaines villes où des enquêtes origine-destination sont conduites, de l'information concernant l'intermodalité est obtenue selon diverses approches.

Observant l'émergence de l'intermodalité pour la région métropolitaine de Rhine-Neckar en Allemagne, Kagerbauer et al. (2015) adaptent une enquête origine-destination permettant de capter de l'information plus précise concernant les déplacements intermodaux. Par souci de cohérence avec leurs précédentes enquêtes, ils conçoivent leur questionnaire en cherchant d'abord à identifier le mode de transport principal du déplacement et ajoutent ensuite des questions spécifiques sur les modes à l'accès et à la sortie du déplacement. De cette manière, ils collectent de l'information pour chacun des segments de déplacement en identifiant le mode, la durée, la distance et le lieu des extrémités de segment. Toutefois, ils soulèvent deux principaux défis concernant l'ajout de l'intermodalité dans les enquêtes déplacements. Premièrement, l'enquête doit collecter de l'information sur chacun des segments de déplacement sans perdre l'idée générale du déplacement. Deuxièmement, la complexité de l'enquête doit être minimisée afin de ne pas engendrer la confusion du participant.

L'enquête origine-destination effectuée en Suisse en 2010, le *Swiss Microsensus on Mobility and Transport (SMMT)* de 2010, utilise un logiciel CATI couplé à un système d'informations géographiques (SIG) qui enregistre chaque segment de déplacement (Ohnmacht & Kowald, 2014). Le logiciel calcule directement l'itinéraire déclaré lors de l'interview afin de valider l'itinéraire avec le répondant. Il est ainsi possible d'étudier de façon précise pour chaque segment de déplacement le temps de parcours, la distance et les modes impliqués.

Le *National Household Travel Survey (NTHS)* aux États-Unis considère les déplacements intermodaux. Durant les années 1990, leurs enquêtes comprenaient, en plus des sections « personne », « ménage » et « déplacement », une section sur les voitures du ménage et sur les déplacements segmentés (intermodaux) (U.S. Department of Transportation, 1997). La section « voiture » répertorie l'ensemble des informations sur chacun des véhicules (marque, modèle, année, nouveau/usagé, kilométrage annuel et conducteur principal) et un numéro unique de voiture par ménage est associé à chacun des déplacements du ménage. De cette manière, il est

possible de suivre le mouvement des voitures du ménage. La section sur les déplacements segmentés contient seulement l'information sur les déplacements réalisés en transport collectif pour lesquels un ou plusieurs modes sont utilisés à l'entrée ou à la sortie. Plus récemment, les chercheurs ont ajouté une question spécifique concernant l'état de la voiture au lieu de changement de mode lorsqu'il y a une utilisation combinée du transport collectif et de la voiture : « Avez-vous déposé votre voiture ou vous êtes-vous fait déposer? » (U.S. Department of Transportation, 2009). Il est donc possible de bien identifier le type d'intermodalité associé au déplacement.

L'enquête de type origine-destination de la région de Toronto, le *Transportation Tomorrow Survey (TTS)*, traite la question de l'intermodalité en fonction d'un mode principal et ajoute de l'information complémentaire sur les modes secondaires, si le mode principal est le transport collectif (Data Management Group, 2013).

Pour l'enquête origine-destination montréalaise, la personne enquêtée déclare les modes empruntés lors de son déplacement en séquence de modes. Si le déplacement déclaré implique un changement de mode, donc un déplacement intermodal, le logiciel le détecte et une question supplémentaire demande le lieu du changement de mode. La précision du lieu codifié (formel ou informel) dépend de la précision de l'enquêteur et de la personne enquêtée. Ensuite, dès qu'un mode est entré dans la séquence du déplacement et que les questions relatives au mode sont posées, l'enquêteur demande systématiquement si un autre mode de transport a été utilisé pour effectuer ce déplacement. Toutefois, aucune question ne porte à savoir si la personne s'est fait déposer ou s'est stationnée lors du changement de mode. Cette information ne peut donc être dérivée que par la séquence de modes.

2.4 Comparaison entre les données de cartes à puce et les enquêtes origine-destination

Le développement de nouveaux systèmes tels que les systèmes de paiement automatique des titres de transport (cartes à puce) permet maintenant aux planificateurs d'accéder à un volume plus large de données sur les déplacements, de relier les cartes aux usagers, d'accéder à de

l'information en continu sur une plus grande période de temps et de connaître les utilisateurs les plus fréquents (Bagchi & White, 2005).

À partir du cas de la Société de transport de l'Outaouais (STO), Trépanier compare les statistiques compilées des données de cartes à puce à ceux de l'enquête origine-destination de la Grande région d'Ottawa-Gatineau (Trépanier, 2011). Il soulève l'impossibilité d'obtenir une finesse suffisante avec les données d'enquête et met de l'avant la nécessité d'avoir une méthode d'expansion de l'enquête basée non seulement sur la socio-démographie, mais aussi sur l'achalandage mesuré avec les données de cartes à puce. Il discute également de l'impossibilité d'analyser la variabilité quotidienne de l'achalandage sur le réseau avec les données d'enquête, contrairement aux données de cartes à puce, étant donné le concept de jour moyen de semaine caractérisant les enquêtes origine-destination. Il soulève néanmoins que les enquêtes origine-destination permettent d'étudier les attributs sociodémographiques des usagers, ce que les cartes à puce ne peuvent pas faire. Il conclut en soulevant l'intérêt de développer une méthode de fusion des données de cartes à puce aux données d'enquêtes pour tirer profit des avantages complémentaires de chacune de ces sources de données.

Spurr et al. (2014) identifient des biais de l'enquête origine-destination montréalaise concernant la situation vécue sur le métro à partir des données de cartes à puce. Ils observent que l'enquête surestime le nombre de déplacements lors de la période de pointe du matin et du soir et ce, principalement aux stations près de quartiers francophones plus favorables à répondre à l'enquête. Ils découvrent également que l'enquête sous-estime le nombre de déplacements durant les périodes hors-pointes suggérant la sous-estimation des déplacements non basés au domicile dans les enquêtes. Enfin, ils répondent également les déplacements de l'enquête en fonction des données de cartes à puce.

Riegel et Attanucci (2014) comparent directement les données d'enquête ménage et données de cartes à puce à partir d'individus volontaires ayant fourni leur numéro de cartes à puce lors de la réponse au sondage. De manière générale, ils constatent une sous-déclaration des déplacements faits dans l'enquête origine-destination comparativement aux déplacements réellement effectués selon les données de cartes à puce. À l'instar de cette dernière étude, Spurr, Chu, Chapleau et Piché (2015) cherchent à identifier une carte à puce correspondant à une personne de l'enquête origine-destination sans qu'il n'y ait de personnes volontaires et ce, directement à partir des

données issues de l'enquête origine-destination de 2013 et des données de cartes à puce lors de la période enquêtée. Étant donné la différence structurelle des sources de données, ils adaptent d'abord le fichier d'enquête pour correspondre au format des données de cartes à puce. Ils effectuent une correspondance basée sur des critères spatio-temporels.

Toutefois, l'analyse comparative des données d'enquêtes origine-destination couplées aux données de cartes à puce afin de valider les volumes obtenus aux lieux d'entrée du réseau à forte présence intermodale n'a pas été réalisée.

CHAPITRE 3 CONTEXTE ET ÉVOLUTION DE L'INTERMODALITÉ DANS LA GRANDE RÉGION DE MONTRÉAL

Ce chapitre illustre la place de l'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif dans la région métropolitaine de Montréal et présente son évolution depuis le début des années 2000. Le caractère évolutif de cette forme de mobilité est présenté au moyen des trois dernières enquêtes origine-destination, soit celles de 2003, 2008 et 2013. Toutefois, avant toute chose, le contexte général de la mobilité dans la Grande région de Montréal est présenté.

3.1 La mobilité dans la Grande région de Montréal

Selon les données de la plus récente enquête origine-destination de 2013 (cf. tableau 3-1), la mobilité de la Grande région de Montréal est caractérisée 1 989 024 déplacements réalisés par 1 728 016 personnes lors de la période de pointe du matin (de 6h00 à 9h00). L'automobile demeure le mode privilégié pour réaliser ces déplacements avec une part modale de 60%. L'utilisation du transport collectif suit avec une part de 19%.

La réalité des déplacements à destination du centre-ville de Montréal (cf. annexe A pour la définition de la zone centre-ville) diffère de celle vécue pour l'ensemble des autres lieux de destination. D'abord, 17% de l'ensemble des déplacements est effectué en direction du centre-ville, là où la concentration d'emplois est la plus importante dans la région de Montréal. Parmi les déplacements se destinant au centre-ville de Montréal, le transport collectif s'avère être le mode privilégié avec 51% des déplacements réalisés, alors que l'automobile se situe à 25%. L'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif occupe une place de 14% témoignant ainsi de l'importance de cette destination pour ces types de déplacements. Parmi ces déplacements intermodaux, le *park-and-ride* connaît une part plus importante que le *kiss-and-ride* avec une part modale de 10%.

La mobilité dans la Grande région de Montréal a évolué depuis 2003 et ce, particulièrement à destination du centre-ville de Montréal en période de pointe du matin. Parmi les changements observés, l'automobile a connu une importante baisse de son nombre de déplacements (-22,5%) ainsi que de sa part modale, passant de 39% à 25% entre 2003 et 2013. Le transport collectif a connu une situation inverse, avec une hausse importante du nombre de déplacements (42,5%) ainsi qu'une hausse de sa part modale, passant de 43% à 51%. L'évolution de l'intermodalité se

démarque aussi des autres marchés de la mobilité avec une croissance de 50,2% de son nombre de déplacements depuis 2003. Nous intéressant particulièrement à l'intermodalité dans la région de Montréal, les sections suivantes se pencheront plus spécifiquement sur le contexte et l'évolution de ce comportement de mobilité.

Tableau 3-1 : Évolution des déplacements et de la part modale pour la Grande région de Montréal en période de pointe du matin (de 6h00 à 9h00) – enquêtes OD 2003, 2008 et 2013 (65 secteurs)

	2003		2008		2013		2003-2013	
	<i>Toutes destinations</i>	<i>Destination Centre-ville</i>						
Déplacements								
Automobile	1 773 440	252 218	1 799 238	286 713	1 989 024	302 483	12,2%	19,9%
Transport collectif	1 080 214 61%	99 425 39%	1 033 200 57%	91 472 32%	1 187 285 60%	77 027 25%	9,9%	-22,5%
Intermodal	313 127 18%	109 263 43%	355 405 20%	137 283 48%	382 138 19%	155 729 51%	22,0%	42,5%
Personnes	1 601 320	248 841	1 628 062	283 283	1 728 016	297 104	7,9%	19,4%
Ménages	823 459	209 540	842 504	236 790	872 124	242 892	5,9%	15,9%

3.2 Implication de l'intermodalité sur les réseaux et le territoire

3.2.1 Analyse générale de la situation

Selon les données de l'enquête origine-destination pour l'année 2013, l'intermodalité dans la région de Montréal impliquait un total de 78 300 ménages pour lesquels au moins une personne effectue un déplacement intermodal entre la voiture privée et le transport collectif (pour les 65 secteurs). Ce total représente 5,1% de l'ensemble des ménages de la région métropolitaine. Ces ménages suivent une distribution spatiale particulière, leur présence augmentant plus on s'éloigne du centre-ville, tel qu'illustré à la figure 3-1.

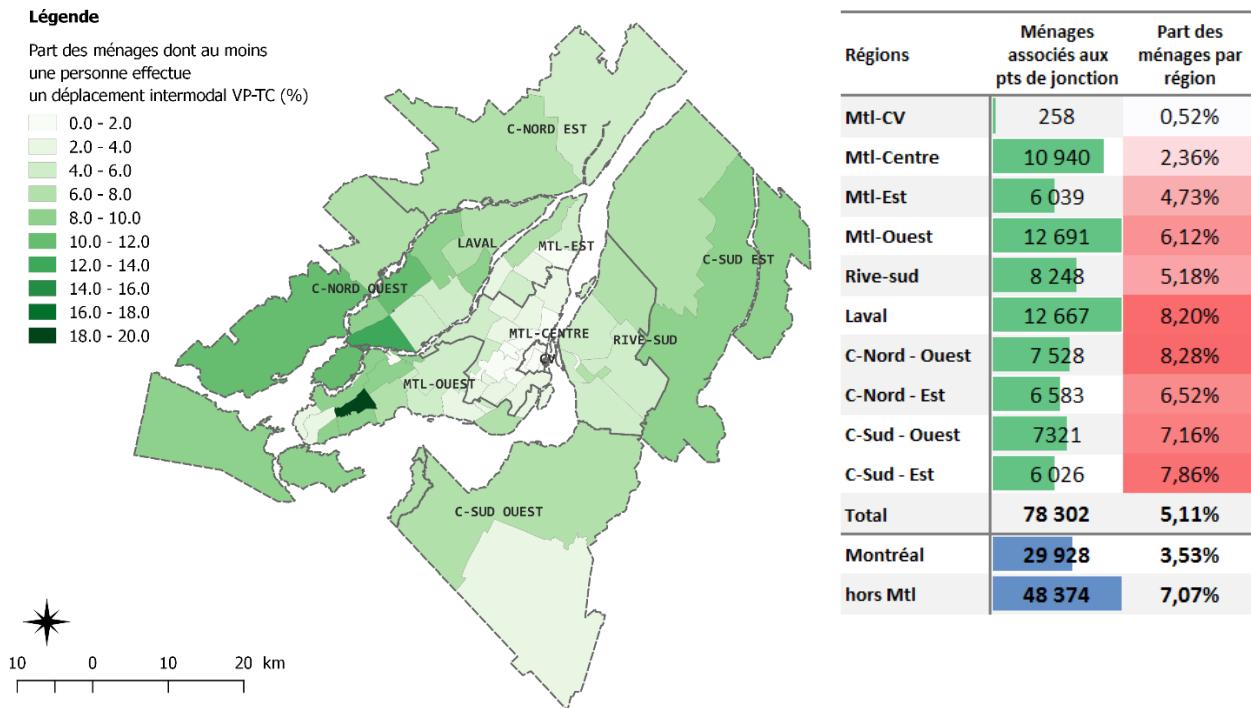


Figure 3-1 : Part des ménages dont au moins une personne effectue un déplacement intermodal entre la voiture privée et le transport collectif – enquête origine-destination 2013 (65 secteurs)

L’intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif se joint d’une offre en stationnements incitatifs. Ceux-ci sont généralement accompagnés de modes lourds à vitesse élevée (train et métro) ainsi qu’aux services de bus express près de corridors autoroutiers importants (A-10, A-440, A-20, etc.). Depuis 1996, l’Agence métropolitaine de transport (AMT) s’occupe de la gestion des stationnements incitatifs pour la Grande région de Montréal. Le développement de son réseau de train de banlieue s’appuie principalement sur l’automobile comme mode de rabattement par la construction importante de stationnements incitatifs. En effet, en 2013, sur les 51 gares de train, 39 gares étaient équipées d’un stationnement incitatif. L’utilisation des sites subit une forte pression vu le taux d’occupation moyen de 89% pour l’ensemble des sites.

Depuis 2003, l’évolution de l’offre en places de stationnement témoigne également de cette orientation stratégique pour le développement du réseau de transport métropolitain. Entre 2003 et 2013, le nombre de places de stationnement incitatif a connu une croissance de 37%, atteignant en 2013, 64 sites de stationnement incitatif formel d’une capacité totale de 31 520 places. La croissance est toutefois plus marquée entre 2003 et 2008 notamment en raison de certains événements marquants dont l’ouverture du métro à Laval en 2007 avec les stations Montmorency

(1 327 places), Cartier (596 places) et De la Concorde (102 places). Les couronnes nord et sud ont également connu une hausse marquée de l'offre avec, entre autres, le développement des stationnements associés aux terminus d'autobus. Pour la couronne sud, la capacité a crû de 24% entre 2003 et 2008, puis de 40% entre 2008 et 2013. La couronne nord a, pour sa part, connu une forte croissance de 37% entre 2003 et 2008, particulièrement au terminus Terrebonne.

Pour illustrer l'offre intermodale en stationnements combinée à l'offre du réseau de transport collectif, la figure 3-2 superpose le temps de parcours vers le centre-ville et l'offre de stationnements incitatifs. Cette figure permet d'illustrer la vitesse élevée des modes associée aux stationnements incitatifs. Ces vitesses provoquent une distorsion des distances permettant l'accès au centre-ville d'une manière rapide à partir de secteurs éloignés du centre-ville. Par ailleurs, notons que 77% de l'offre en places de stationnement de la région métropolitaine est située à l'extérieur de l'île de Montréal (cf. annexe B pour l'inventaire des stationnements incitatifs en 2013).

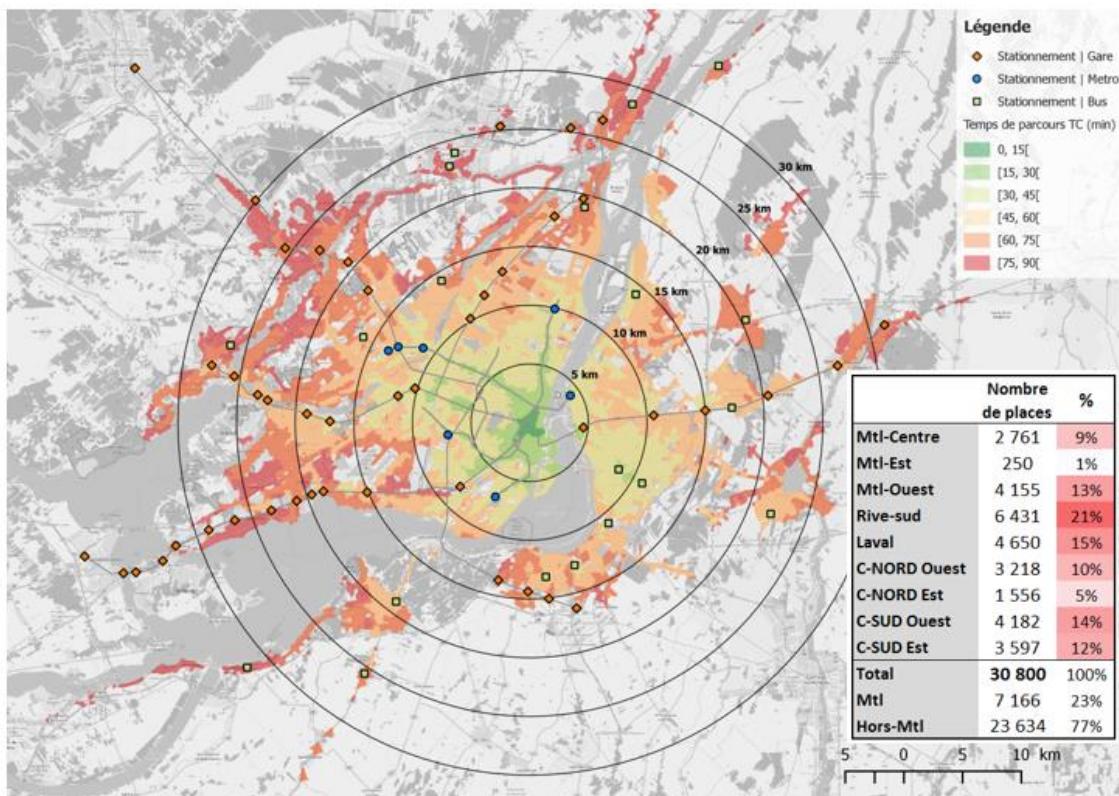


Figure 3-2 : Localisation des stationnements incitatifs et temps de parcours jusqu'à centre-ville – données d'horaires planifiés de TC en date du 14 février 2017 à 17h00

En affectant la demande de transport collectif sur l'offre du réseau de transport collectif, il est possible de mesurer l'importance de la demande intermodale sur les réseaux, tel qu'observé en 2013. À partir des données de l'enquête origine-destination 2013, la figure 3-3 illustre une affectation des itinéraires décrits sur le réseau de transport collectif. Le profil de charge illustré est multivarié, c'est-à-dire qu'il est segmenté selon une variable associée aux attributs de l'usager. Dans le cas de ce profil, la variable du mode (TC seulement ou intermodaux) est choisie comme vecteur d'attribut des déplacements chargés sur le réseau. De cette manière, il est possible de distinguer la présence de l'intermodalité par rapport aux usagers TC seulement sur des lignes du réseau de transport collectif de la région de Montréal en période de pointe du matin. Certains éléments notables ressortent de cette figure :

- L'intermodalité s'effectue pour des déplacements à distance importante;
- La provenance des déplacements est éloignée du centre-ville;
- L'intermodalité s'effectue sur des modes lourds à vitesse élevée, tels que le train et métro, ainsi que sur des lignes de bus circulant en milieu autoroutier.

Le graphique sous la figure 3-3 présente la part des passagers-km intermodaux utilisant chacun des réseaux des AOT de la région. Certains éléments ressortent :

- L'intermodalité est très importante pour le réseau de train avec une part de 58% des passagers-km. En termes de déplacements, près de 24 300 déplacements utilisant le train sont intermodaux soit 53% du nombre de déplacements sur le train;
- Un volume important de passagers-km intermodaux utilise le réseau de métro de la STM notamment sur la branche Est de la ligne Orange ainsi que sur la ligne Verte à l'Est de la station Berri-UQAM. Au total, près de 50 700 déplacements utilisant le métro sont intermodaux;
- L'intermodalité est assez faible sur l'utilisation des réseaux d'autobus de la STM et de la STL étant donné l'absence de stationnements incitatifs orientés pour l'utilisation de ces services;
- Près de 30% des passagers-km des réseaux de bus des CIT nord et sud sont intermodaux. Il s'agit de 7 500 déplacements soit 22% de l'ensemble des déplacements réalisés sur les réseaux d'autobus des CIT.

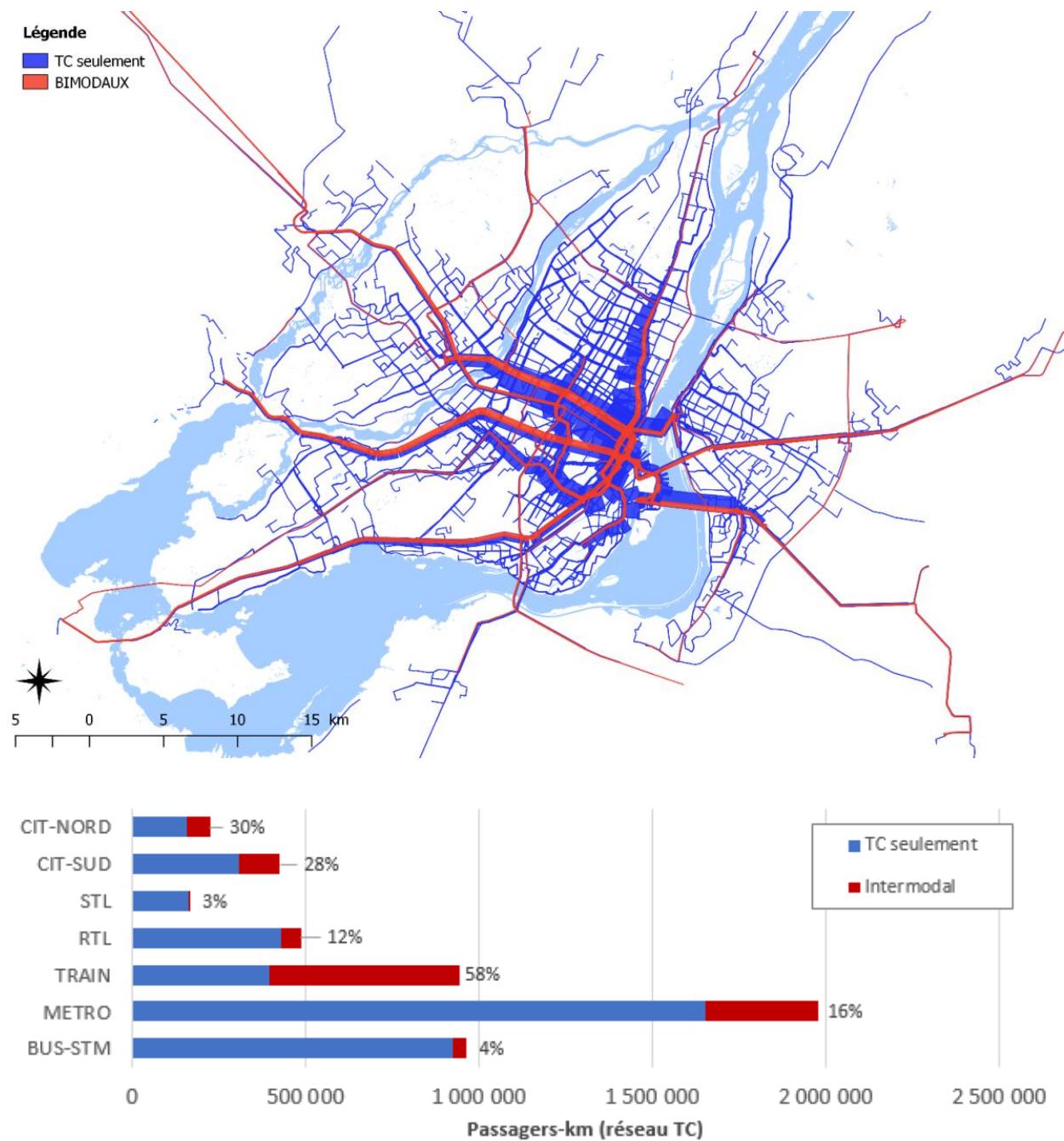


Figure 3-3 : Profil de charge et part des passagers-km – itinéraires décrits des usagers TC seulement et intermodaux – enquête origine-destination 2013

3.2.2 Analyse spécifique à destination du centre-ville

Puisque le comportement des usagers intermodaux est davantage associé au centre-ville, cette section analyse plus spécifiquement la situation de l'intermodalité pour cette destination.

La situation actuelle dans laquelle se trouve l'intermodalité s'explique notamment par le contexte spatio-démographique de la région de Montréal. Pour illustrer les nuances territoriales, le tableau 3-2 présente un découpage du territoire en 10 secteurs. Le tableau permet de constater que la faible densité, l'éloignement du centre-ville et l'offre en places de stationnement semble suivre la demande intermodale associée à chacun des secteurs. On remarque que plus la densité de population diminue, plus la demande intermodale augmente. Pour l'extérieur de l'île de Montréal, un ratio de 0,23 déplacement *park-and-ride* par déplacement centre-ville (tous modes motorisés) est observé pour une densité de population de 620 habitants par km². Pour l'île de Montréal, le ratio est de 0,05 déplacements *park-and-ride* pour une densité de population de 3 708 habitants par km². Cette tendance est en ligne avec l'éloignement du centre-ville. En effet, plus on s'éloigne du centre-ville, plus la demande intermodale augmente. Suivant la même logique, l'offre en stationnements incitatifs passe de 0,04 places par déplacement centre-ville pour l'île de Montréal à 0,24 pour l'extérieur de l'île de Montréal. Un contraste existe donc entre les secteurs à l'extérieur de l'île de Montréal et ceux sur l'île de Montréal.

L'évolution de l'intermodalité depuis 2003 suit également ces logiques territoriales. En effet, le phénomène semble être soutenu par la croissance démographique des banlieues (également urbain), la croissance du nombre de déplacements et la croissance du nombre de places de stationnement en périphérie du centre-ville. L'évolution des déplacements *park-and-ride* se concentre davantage à l'extérieur de l'île de Montréal avec 83% de la croissance de ces déplacements qui provient de ces secteurs. Le *kiss-and-ride* ne présente toutefois pas de tendance évolutive. En effet, sur la hausse de près de 13 900 déplacements intermodaux à destination du centre-ville en période de pointe du matin entre 2003 et 2013, 89% concerne des déplacements intermodaux de type *park-and-ride*. Les couronnes nord et sud montrent une évolution importante de leur part de déplacements *park-and-ride* : pour la couronne nord, la part de déplacements *park-and-ride* passe de 27% en 2003 à 37% en 2013, et pour la couronne sud, la part de ces déplacements passe de 17% à 27% de 2003 à 2013.

Tableau 3-2 : Évolution de l'intermodalité à destination du centre-ville en période de pointe du matin - entre 2003 et 2013 (65 secteurs)¹

	Centre	Est	Ouest	Rive-sud	Laval	C-NORD Ouest	C-NORD Est	C-SUD Ouest	C-SUD Est	Total MTL	Total Hors MTL
Population											
Nombre d'habitants	2003	961 293	296 311	479 867	348 030	343 008	199 042	209 756	215 847	171 923	1 737 471
	2008	968 551	304 425	502 221	361 140	368 709	216 040	232 416	240 566	189 073	1 775 197
	2013	976 759	309 799	517 197	372 991	401 553	234 718	262 934	269 815	202 434	1 803 755
	03-13	2%	5%	8%	7%	17%	18%	25%	25%	18%	4%
Densité (Popu/km2)	2003	6 226	3 183	2 008	1 505	1 402	631	440	253	249	3 572
	2008	6 273	3 270	2 102	1 562	1 507	685	487	282	274	3 649
	2013	6 327	3 328	2 164	1 613	1 641	744	551	316	293	3 708
											620
Déplacements											
Déplacements motorisés en direction centre-ville en PPAM	2003	90 439	17 304	37 462	31 216	16 624	6 905	6 432	10 900	10 620	145 205
	2008	96 037	19 084	43 425	33 933	21 158	9 020	6 988	13 131	12 772	158 546
	2013	100 176	17 290	46 632	34 688	22 230	7 987	7 245	15 046	12 950	164 098
	03-13	11%	0%	24%	11%	34%	16%	13%	38%	22%	13%
Taux de génération de déplacements CV (depl. Mot. CV/Popu)	2003	0,09	0,06	0,08	0,09	0,05	0,03	0,03	0,05	0,06	0,08
	2008	0,10	0,06	0,09	0,09	0,06	0,04	0,03	0,05	0,07	0,09
	2013	0,10	0,06	0,09	0,09	0,06	0,03	0,03	0,06	0,06	0,09
											0,06
Déplacement intermodaux											
Park-and-ride	2003	1 582	1 281	3 759	2 043	3 146	2 223	1 563	1 760	2 017	6 623
	2008	1 631	1 159	5 149	3 139	4 825	2 857	1 625	2 938	2 400	7 939
	2013	2 032	1 652	5 015	3 918	5 492	2 973	2 537	4 062	3 984	8 699
	03-13	28%	29%	33%	92%	75%	34%	62%	131%	97%	31%
Kiss-and-ride	2003	1 596	639	1 557	797	1 110	700	618	637	536	3 792
	2008	1 802	740	2 661	923	1 461	1 079	481	684	509	5 203
	2013	1 734	895	2 126	1 122	1 636	826	443	667	350	4 754
	03-13	9%	40%	37%	41%	47%	18%	-28%	5%	-35%	25%
Taux de Park-and-ride par déplacement CV	2003	0,02	0,07	0,10	0,07	0,19	0,32	0,24	0,16	0,19	0,05
	2008	0,02	0,06	0,12	0,09	0,23	0,32	0,23	0,22	0,19	0,05
	2013	0,02	0,10	0,11	0,11	0,25	0,37	0,35	0,27	0,31	0,05
											0,23
Offre intermodale											
Places de stationnement	2003	2 793	250	3 955	5 666	2 109	2 887	737	2 451	1 980	6 998
	2008	2 789	250	4 231	6 251	4 111	3 042	1 099	3 697	2 531	7 270
	2013	2 761	250	4 155	6 431	4 650	3 218	1 556	4 182	3 597	7 166
	03-13	-1%	0%	5%	14%	120%	11%	111%	71%	82%	2%
Taux de places de stationnement par déplacement CV	2003	0,03	0,01	0,11	0,18	0,13	0,42	0,11	0,22	0,19	0,05
	2008	0,03	0,01	0,10	0,18	0,19	0,34	0,16	0,28	0,20	0,05
	2013	0,03	0,01	0,09	0,19	0,21	0,40	0,21	0,28	0,28	0,04
											0,24

¹ Les données sur la demande en transport et la population proviennent des enquêtes origine-destination alors que les données sur l'offre proviennent des rapports annuels de l'AMT

Par ailleurs, la relation entre la voiture et le territoire est particulièrement d'intérêt pour l'étude de l'intermodalité. La figure 3-4 illustre une schématisation des 10 régions en présentant la relation entre les voitures qui utilisent un point de jonction et celles qui poursuivent jusqu'au centre-ville. Sous le schéma, une matrice origine-stationnement précise les volumes de véhicules associés à la figure.

D'abord, pour les secteurs à l'extérieur de l'île de Montréal, la part des automobilistes qui s'arrête à un point de jonction pour utiliser le transport collectif représente plus de 50% des voitures émises en direction du centre-ville. Par exemple, pour le secteur de la couronne nord-ouest, seulement 33% de la demande automobile, soit 1 400 automobilistes, atteint réellement le centre-ville. Le reste de la demande, 2 900 automobilistes, passe par un point de jonction. Plus les secteurs sont éloignés du centre-ville, plus l'utilisation de l'automobile diminue et la part de véhicules interceptés augmente.

Les axes de demande se différencient notamment par le mode de desserte de transport collectif associé aux points de jonction. Le mode autobus ressort davantage pour la couronne sud, la rive-sud et couronne nord-est. Quant à la couronne sud, la présence de terminus avec autobus express à destination du terminus centre-ville via le pont Champlain (terminus La Prairie, terminus Panama, terminus Chevrier) est importante. Le train est, pour sa part, en forte présence pour la couronne nord-ouest, la couronne-sud et Montréal-ouest. Les secteurs de Montréal-centre et Laval sont majoritairement associés au métro.

De plus, la figure qui suit illustre le fait que les automobilistes interceptés ne se stationnent pas nécessairement dans leur territoire. Par exemple, 26% des usagers des secteurs de la couronne sud se rapprochent du centre-ville de Montréal en se stationnant sur la rive-sud. Pour la couronne nord-est, près de 46% des automobilistes interceptés se stationnent sur l'île de Montréal. Dans ce contexte, il est possible de constater que Montréal-centre ressort comme le point de drainage de la demande *park-and-ride* le plus important alors qu'il présente l'un des plus faibles volumes de véhicules utilisant un point de jonction en partance de ce secteur. Son attrait est expliqué par le métro qui présente une vitesse et une fréquence élevées. Il est donc possible d'entrevoir l'implication des zones tarifaire dans le choix d'un point de jonction. D'ailleurs, pour les données de l'enquête de 2013, 26% des utilisateurs qui optent pour le *park-and-ride* réduisent leur tarif en changeant de zone tarifaire (zones tarifaires de l'AMT considérées). Toutefois, notons que cette

analyse néglige la connaissance réelle du titre tarifaire de la personne et qu'il est supposé que les usagers provenant de l'île de Montréal ne changent pas de zone de tarifaire.

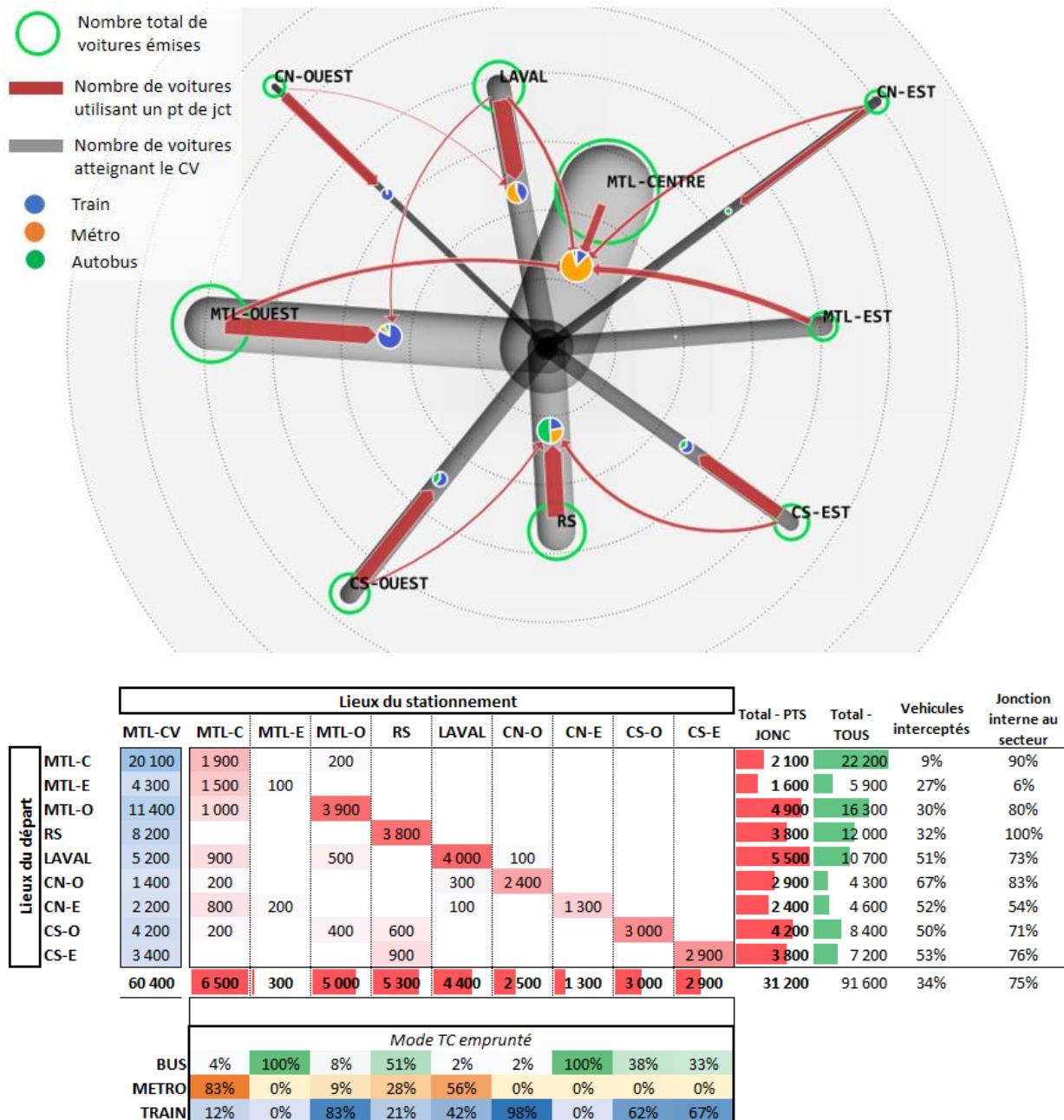


Figure 3-4 : Situation de la voiture pour les déplacements à destination du centre-ville de Montréal en période de pointe du matin – enquête origine-destination de 2013 (65 secteurs)

CHAPITRE 4 DONNÉES DES ENQUÊTES MÉNAGES ORIGINE-DESTINATION POUR L'ÉTUDE DE L'INTERMODALITÉ

Ce chapitre décrit la manière dont l'intermodalité est traitée par les données d'enquête origine-destination de la Grande région de Montréal. D'abord, il s'agit de mieux comprendre la façon dont les données sont collectées. Ensuite, un diagnostic des données montre certaines ambiguïtés concernant la codification des pôles d'échange, la codification des déplacements intermodaux, l'identification de la voiture associée au déplacement et la définition du type d'intermodalité. Ces éléments devront être clarifiés et traités pour une assurer une caractérisation juste du phénomène.

4.1 Description des données à l'étude

Les données à l'étude concernent l'ensemble des déplacements des ménages dont au moins un déplacement implique l'utilisation d'un point de jonction. La figure 4-1 présente d'abord le nombre total de personnes et de déplacements pour les ménages dont au moins une personne effectue un déplacement impliquant un point de jonction. Ensuite, parmi toutes les personnes des ménages associées aux points de jonction, les personnes effectuant au moins un déplacement intermodal sont isolées. Ainsi, 93 458 ménages sont associés aux points de jonction et comprennent 304 241 personnes dont 110 173 personnes effectuent au moins un déplacement intermodal. Au total, 185 159 déplacements effectuent un changement de mode.

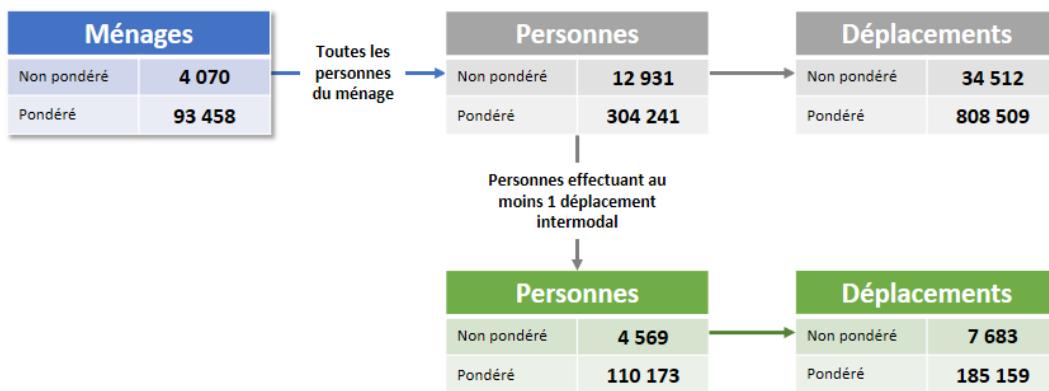


Figure 4-1 : Données des ménages dont au moins une personne effectue un déplacement associé aux points de jonction – Enquête origine-destination 2013 (version 2c)

En plus des attributs généraux des déplacements décrits au chapitre 2 (lieux d'origine, destination, motif, modes, lignes empruntées, heure de départ, etc.), d'autres attributs spécifiques permettent de décrire les caractéristiques supplémentaires des déplacements associés aux points de jonction. Le tableau 4-1 décrit ces attributs. Trois attributs de ce tableau sont particulièrement intéressants pour l'étude de ces déplacements : STA_JONC, XJONC-YJONC et SEQ_MODES.

Tableau 4-1 : Attributs spécifiques de l'enquête origine-destination de 2013 décrivant l'utilisation d'un point de jonction

Attribut	Nom	Description
Nombre de points de jonction	NB_JONC	Nombre de points de jonction dans le déplacement
Type de jonction	JONCD_F	Type de jonction (public-privé, privé-public, public-exogène, exogène-privé)
Identifiant du point de jonction	STA_JONC	Identifiant du point de jonction.
Localisation de la jonction	CJONC, SJONC65, SJONC100, SDRJONC, ARRJONC, XJONC, YJONC, REGJONC, RMRJONC	Information concernant la localisation du lieu du point de jonction
Séquence de modes	SEQ_MODES	Séquences de modes empruntés lors du déplacement. Le code 17 permet d'identifier la présence d'un point de jonction dans le déplacement.

Les attributs « STA_JONC » et de localisation (« XJONC » et « YJONC ») indiquent respectivement le numéro unique du point de jonction emprunté et sa localisation associée. Cet identifiant peut soit provenir de la liste des points de jonction codifiés ou correspondre à une paire de coordonnées ajoutée par l'enquêteur. Les points de jonction correspondant aux gares de train, aux stations de métro, aux terminus d'autobus et aux stationnements incitatifs sont déjà codifiés. Les lieux ne faisant pas partie des lieux codifiés sont ajoutés par l'enquêteur lors de l'entrevue téléphonique. Ces lieux peuvent correspondre à la localisation d'une intersection ou d'une adresse spécifique. Un processus post-enquête permet d'associer à une localisation non codifiée le code du point de jonction correspondant si cette localisation est comprise dans un rayon de 1 km du point de jonction. Dans les cas où il y a association, les localisations non codifiées se voient attribuer un code de la liste des points de jonction codifiés, mais conservent leur positionnement géographique.

L'attribut « SEQ_MODES » permet de retracer la séquence de modes empruntée lors du déplacement. Cette séquence comprend un chiffre pour chaque mode emprunté. Ce champ est présent pour tous les déplacements enquêtés. Toutefois, dans le cas d'un déplacement impliquant un point de jonction, le positionnement du changement de mode dans la séquence de modes est noté par le code 17. Par exemple, une séquence de modes composée d'un premier segment en automobile en tant que conducteur et d'un second segment en métro sera représentée par la séquence de codes 1 – 17 – 4. Dans le cadre de l'analyse des points de jonction, ce champ permet de localiser précisément le moment de changement de mode dans le déplacement. Le tableau 4-2 présente un inventaire des séquences de modes incluant un point de jonction dans l'enquête. Le mode voiture privée (VP) comprend les modes auto-conducteurs et auto-passagers. Les séquences de modes incluant la voiture privée et le transport collectif représentent 91.4% de l'ensemble des déplacements associés aux points de jonction. De ce nombre, 48.1% des déplacements associés aux points de jonction passent de la voiture privée au transport collectif alors que 43.3% passent du transport collectif à la voiture privée. Dans le cadre de ce mémoire, ces séquences modales impliquant la voiture privée et le transport collectif sont d'un intérêt particulier puisque nous tentons précisément d'étudier ce comportement. Par ailleurs, mentionnons que 0,3% des déplacements associés aux points de jonction comptent plus d'un point de jonction au sein du même déplacement (attribut NB_JONC).

Tableau 4-2 : Séquences modales incluant un point de jonction

		Non pondéré	Pondéré
Voiture privée et transport collectif	VP vers TC	3 714	89 739 (48.1%)
	TC vers VP	3 306	79 617 (43.3%)
Vélo et transport collectif	TC vers VELO	95	2 418 (1.3%)
	VELO vers TC	97	2 417 (1.3%)
Taxi et transport collectif	TAXI vers TC	24	593 (0.3%)
	TC vers TAXI	50	1 123 (0.6%)
Voiture privée et interurbain	INTERURBAIN vers VP	88	2 031 (1.1%)
	VP vers INTERURBAIN	52	1 126 (0.6%)
Taxi et interurbain	INTERURBAIN vers TAXI	42	863 (0.5%)
	TAXI vers INTERURBAIN	35	760 (0.4%)
Interurbain et transport collectif	INTERURBAIN vers TC	24	570 (0.3%)
	TC vers INTERURBAIN	25	870 (0.5%)
Autres		73	1 727 (1.0%)
Nombre de déplacements total		7 625	183 853 (100.0%)

4.2 Ambiguïtés dans les données et corrections apportées au fichier de déplacements

L'ajout d'information sur chacun des segments du déplacement complexifie la manière de réaliser la collecte de données et peut entraîner de la confusion menant à certaines imperfections dans les données. En effet, une analyse des données de l'enquête origine-destination de 2013 permet de découvrir certains flous et irrégularités au niveau des informations récoltées concernant les déplacements intermodaux. Plus spécifiquement, des ambiguïtés concernant la codification du pôle d'échange et la présence de déplacements intermodaux non codifiés sont identifiées. Également, la manière d'identifier le type de mobilité associé aux points de jonction à partir de la séquence de modes présente certains flous afin de distinguer clairement et de mesurer adéquatement les véhicules privés impliqués dans l'intermodalité. Notons qu'à partir de cette section, l'ensemble des analyses concerne les déplacements intermodaux impliquant la voiture privée et le transport collectif.

4.2.1 L'objet « voiture » associé aux points de jonction

Avant de débuter les analyses fines sur les déplacements intermodaux, une première analyse des données des chaînes de déplacements des personnes associées aux points de jonction démontre certaines incohérences. Le tableau 4-3 présente quatre cas ambigus. Le premier cas montre que 1 795 personnes effectuent un déplacement intermodal passant de la voiture privée au transport collectif en tant qu'automobiliste-conducteur, mais n'effectuent pas de déplacement intermodal pour le retour. Le deuxième cas présente la situation inverse où 1 235 personnes utilisent une voiture en tant qu'automobiliste-conducteur sans qu'elles aient préalablement stationné une voiture lors d'un premier déplacement intermodal. Les troisième et quatrième cas illustrent 774 personnes qui inversent de mode (conducteur ou passager) à l'aller et au retour. L'ensemble de ces quatre cas représente 2% des déplacements associés aux points de jonction impliquant la voiture privée et le transport collectif.

Par ailleurs, un autre cas est également observé : près de 500 personnes (pondérées) effectuant une chaîne auto-conducteur pour le déplacement intermodal « aller » et auto-conducteur pour le déplacement intermodal « retour » ont deux lieux de point de jonction différents.

Tableau 4-3 : Première analyse des chaînes de déplacement associées aux points de jonction

Type de chaîne	Séquence réseau		Nombre de personnes (pondérées)	Commentaire
	VP vers TC	TC vers VP		
1 déplacement intermodal par chaîne	Auto-conducteur	-	1 795	Sans déplacement intermodal au retour pour reprendre la voiture
	-	Auto-conducteur	1 235	Sans déplacement intermodal à l'aller stationner une voiture
2 déplacements intermodaux par chaîne	Auto-passager	Auto-conducteur	365	Auto-passager à l'aller et auto-conducteur au retour
	Auto-conducteur	Auto-passager	409	Auto-conducteur à l'aller et auto-passager au retour

Cette analyse suggère la présence d'ambiguïtés notamment au niveau de la codification des lieux de jonction et de la codification adéquate du déplacement intermodal. Ces découvertes amènent donc à investiguer plus précisément la codification des lieux de jonction, la codification des déplacements intermodaux ainsi que la manière d'identifier le type de mobilité associé aux points de jonction. Tel que décrit au chapitre 2, c'est l'état de la voiture au point de jonction et non l'état des personnes dans la voiture (conducteur ou passager) qui détermine réellement le type de mobilité associé aux points de jonction. L'objet « voiture », primordial dans l'étude de l'intermodalité, n'est pas traité de manière explicite dans l'enquête origine-destination. En effet, il n'y a pas d'identification unique de la voiture permettant un suivi de celle-ci au sein du ménage. L'identification du type de mobilité par l'utilisation de l'attribut « séquence de modes » est donc sujette à confusion menant à une imprécision des mesures réalisées. Toutefois, il est important de mentionner que certains comportements qui apparaissent incongrus peuvent être réels. Par exemple, les relations inter-ménages lors d'un déplacement, bien que non identifiables dans les enquêtes origine-destination, pourraient expliquer certaines ambiguïtés.

4.2.2 Codification du point de jonction

L'identification du lieu où se forme l'intermodalité, le point de jonction, est essentielle pour caractériser ces déplacements. Que le déplacement intermodal réalise une jonction entre deux modes de manière formelle (stationnement incitatif) ou informelle (sur rue), il est important de bien identifier le lieu du changement de mode pour mesurer et comprendre le rôle de l'intermodalité sur les infrastructures de transport.

Tel que décrit à la section 4.1, le lieu du point de jonction codifié peut être relié directement aux codes de stations, gares, stationnements, terminus ou à une paire de coordonnées. Toutefois, une analyse des données de l'enquête origine-destination montre qu'aucun standard ne semble défini concernant la codification du point de jonction. En effet, des irrégularités sont présentes et laissent sous-entendre une incertitude au niveau du lieu exact de la jonction. C'est particulièrement le cas pour les points de jonction avec un stationnement incitatif. Par exemple, l'enquêteur peut choisir de codifier le point de jonction par le code de station de métro ou le code du stationnement. Il existe d'ailleurs certains cas de codification irrégulière pour une même personne ayant un code de jonction et une paire de coordonnées distincte pour le déplacement aller et le déplacement retour alors qu'il s'agit en réalité du même lieu. Plus d'une centaine de cas de ce type sont identifiés représentant 3,8% des personnes associées aux points de jonction. En conséquence, il devient difficile de mesurer adéquatement les objets dans l'espace afin de déterminer, entre autres, si le stationnement s'est fait au stationnement incitatif ou sur rue.

Le tableau 4-4 présente des cas d'exemple ambigus concernant la codification du point de jonction. Le premier exemple montre une personne de type *park-and-ride* utilisant d'abord un premier point de jonction (434), codifié par une paire de coordonnées, et un second, pour le retour, codifié par le code de la station de métro Longueuil (44). Le second exemple montre trois membres d'un même ménage effectuant une même chaîne de déplacement. Pour le déplacement vers le point de jonction, tous les membres du ménage ont le même code de point de jonction codifié. Toutefois, pour le second déplacement, le retour, le code de jonction varie selon la personne. Le troisième exemple montre une personne de type *park-and-ride* qui stationne d'abord sa voiture à la gare Sainte-Dorothée (129), mais qui reprend sa voiture à la gare Bois-Franc (125) en fin de journée. Ces exemples témoignent donc des irrégularités pouvant exister au niveau de la codification des points de jonction. De par la non standardisation de la codification du point de jonction, rien n'assure le lieu exact où la voiture se stationne.

Par ailleurs, une variable de l'enquête origine-destination décrit le type de stationnement fait par l'automobiliste-conducteur. Il s'agit de la variable « STATION ». Les valeurs d'entrée possibles sont « sur rue », « hors rue extérieur », « hors rue intérieur », « résidentiel privé » et « débarcadère ». Toutefois, cette variable renseigne peu sur le stationnement de la voiture lors d'un déplacement intermodal puisqu'il n'y a pas de possibilité de déclarer s'il s'agit d'un stationnement incitatif, ce qui ne permet pas de faire la différence entre un stationnement incitatif

et un stationnement hors-rue. Également, un nombre important d'entrées inconnues est observé pour cette variable, rendant difficile la définition du type de mobilité intermodale à partir de cette variable.

Tableau 4-4 : Exemples d'irrégularité sur la codification du point de jonction

Cas d'exemple	Détails de codification																																															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PERS</th><th>HREDE</th><th>JONCD_F98</th><th>STA_JONC</th><th>MAUTO</th><th>SEQ_MODES</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1064481_1</td><td>815</td><td>Aller</td><td>434</td><td>Conducteur</td><td>1 17 4 4</td></tr> <tr> <td>1064481_1</td><td>1700</td><td>Retour</td><td>44</td><td>Conducteur</td><td>4 4 17 1</td></tr> </tbody> </table>					PERS	HREDE	JONCD_F98	STA_JONC	MAUTO	SEQ_MODES	1064481_1	815	Aller	434	Conducteur	1 17 4 4	1064481_1	1700	Retour	44	Conducteur	4 4 17 1																								
PERS	HREDE	JONCD_F98	STA_JONC	MAUTO	SEQ_MODES																																											
1064481_1	815	Aller	434	Conducteur	1 17 4 4																																											
1064481_1	1700	Retour	44	Conducteur	4 4 17 1																																											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PERS</th><th>HREDE</th><th>JONCD_F98</th><th>STA_JONC</th><th>MAUTO</th><th>SEQ_MODES</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9024665_1</td><td>1730</td><td>Aller</td><td>321</td><td>Conducteur</td><td>1 17 4 4</td></tr> <tr> <td>9024665_1</td><td>2000</td><td>Retour</td><td>68</td><td>Conducteur</td><td>4 4 17 1</td></tr> <tr> <td>9024665_3</td><td>1730</td><td>Aller</td><td>321</td><td>Passager</td><td>2 17 4 4</td></tr> <tr> <td>9024665_3</td><td>2000</td><td>Retour</td><td>321</td><td>Passager</td><td>4 4 17 2</td></tr> <tr> <td>9024665_4</td><td>1730</td><td>Aller</td><td>321</td><td>Passager</td><td>2 17 4 4</td></tr> <tr> <td>9024665_4</td><td>2000</td><td>Retour</td><td>68</td><td>Passager</td><td>4 4 17 2</td></tr> </tbody> </table>					PERS	HREDE	JONCD_F98	STA_JONC	MAUTO	SEQ_MODES	9024665_1	1730	Aller	321	Conducteur	1 17 4 4	9024665_1	2000	Retour	68	Conducteur	4 4 17 1	9024665_3	1730	Aller	321	Passager	2 17 4 4	9024665_3	2000	Retour	321	Passager	4 4 17 2	9024665_4	1730	Aller	321	Passager	2 17 4 4	9024665_4	2000	Retour	68	Passager	4 4 17 2
PERS	HREDE	JONCD_F98	STA_JONC	MAUTO	SEQ_MODES																																											
9024665_1	1730	Aller	321	Conducteur	1 17 4 4																																											
9024665_1	2000	Retour	68	Conducteur	4 4 17 1																																											
9024665_3	1730	Aller	321	Passager	2 17 4 4																																											
9024665_3	2000	Retour	321	Passager	4 4 17 2																																											
9024665_4	1730	Aller	321	Passager	2 17 4 4																																											
9024665_4	2000	Retour	68	Passager	4 4 17 2																																											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PERS</th><th>HREDE</th><th>JONCD_F98</th><th>STA_JONC</th><th>MAUTO</th><th>SEQ_MODES</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9007106_2</td><td>645</td><td>Aller</td><td>129</td><td>Conducteur</td><td>1 17 8 8</td></tr> <tr> <td>9007106_2</td><td>1600</td><td>Retour</td><td>125</td><td>Conducteur</td><td>8 8 17 1</td></tr> </tbody> </table>					PERS	HREDE	JONCD_F98	STA_JONC	MAUTO	SEQ_MODES	9007106_2	645	Aller	129	Conducteur	1 17 8 8	9007106_2	1600	Retour	125	Conducteur	8 8 17 1																								
PERS	HREDE	JONCD_F98	STA_JONC	MAUTO	SEQ_MODES																																											
9007106_2	645	Aller	129	Conducteur	1 17 8 8																																											
9007106_2	1600	Retour	125	Conducteur	8 8 17 1																																											

Pour traiter cette irrégularité de codification, il est choisi de distinguer le nœud routier du nœud TC afin d'assurer une comptabilité juste des déplacements, personnes et voitures associés à un

lieu intermodal. Le nœud routier réfère au lieu déclaré et codifié alors que le nœud TC correspond au nœud d'accès au transport collectif. Pour le nœud TC, il s'agit alors de la première station de métro ou la gare d'entrée sur le réseau TC. Pour le nœud routier, le lieu déclaré est conservé. En choisissant d'uniformiser la codification du point de jonction de cette manière, la déclaration est conservée tout en assurant une comptabilité des objets. Ainsi, peu importe le lieu de stationnement, il est possible de bien calculer le nombre de personnes et de voitures effectuant une jonction à un lieu. Le nœud routier permet seulement de préciser le lieu du stationnement s'il y a lieu.

4.2.3 Déplacements intermodaux non codifiés

Suite à l'analyse des chaînes de déplacements intermodaux de la section 4.2.1, un suivi plus précis des chaînes de déplacement des personnes intermodales combinées aux durées d'activité montre la présence de déplacements intermodaux non codifiés. En effet, certaines personnes effectuent deux déplacements consécutifs comportant le même motif, ayant le mode automobile pour le premier déplacement et le mode transport collectif pour le second déplacement et dont la durée entre les deux déplacements est très faible. La figure 4-2 présente un exemple type de déplacement intermodal non codifié à l'intérieur duquel une personne effectue trois déplacements. Le premier déplacement de sa journée s'effectue à 5h30 en automobile, avec le motif travail, suivi du deuxième déplacement, pour motif travail également, effectué à 5h42, et dont la séquence de modes inclut le train et le bus. Le dernier déplacement, réalisé à 16h30, pour retourner au domicile, se compose d'une séquence de modes passant par un point de jonction. Également, les lieux du point de jonction, de l'origine du second déplacement et de la destination du premier déplacement, sont similaires. Ainsi, étant donné la courte durée d'activité entre les deux premiers déplacements, le motif similaire et l'enchaînement automobile transport collectif, les premier et deuxième déplacements auraient dû être traités comme un seul déplacement intermodal et non comme deux déplacements consécutifs.

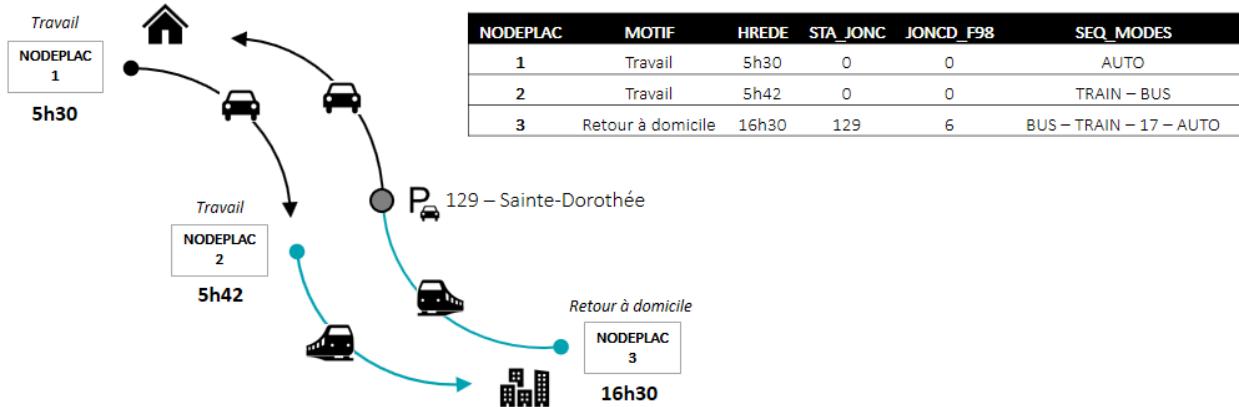


Figure 4-2 : Exemple de déplacement intermodal non codifié – enquête origine-destination 2013

La figure 4-3 illustre la durée entre deux déplacements enchaînant de manière consécutive l’automobile et le transport collectif (ou l’inverse) dont le motif est similaire et pour lesquels aucun point de jonction n’est codifié pour ces deux déplacements. Au total, 2 270 déplacements répondant à ces critères sont identifiés, parmi lesquels 1 099 déplacements consécutifs combinent l’automobile vers le TC et ont le même motif, alors que 1 171 déplacements combinent le TC vers l’automobile et ont le même motif. Parmi ces 2 270 déplacements identifiés, 973 déplacements ont une durée inférieure à 1 heure entre les deux déplacements consécutifs. Incluant le temps de parcours du premier déplacement dans cette durée, il est supposé qu’une durée inférieure à 1 heure n’est pas significative pour considérer la présence de deux activités distinctes ayant le même motif. En considérant seulement ce sous-ensemble de déplacements à durée inter-déplacement inférieure à 1 heure, 752 déplacements enchaînant l’automobile vers le transport collectif et 455 déplacements combinant le transport collectif suivi de l’automobile sont identifiés.

Dans le but de réaliser une caractérisation fine du phénomène, il est choisi de corriger ces déplacements dans le fichier de déplacement. Le tableau 4-5 résume les modifications apportées au fichier de déplacements. Cette démarche permet donc de constater que 1 206 déplacements auraient dû être traités comme des déplacements impliquant un point de jonction. Ces déplacements impliquent 1 177 personnes provenant de 1 109 ménages. La source de ces cas de déplacements intermodaux non codifiés peut potentiellement s’expliquer par une mauvaise interprétation du déplacement par l’enquêteur, mais également par une non-validation de la part du logiciel d’enquête.

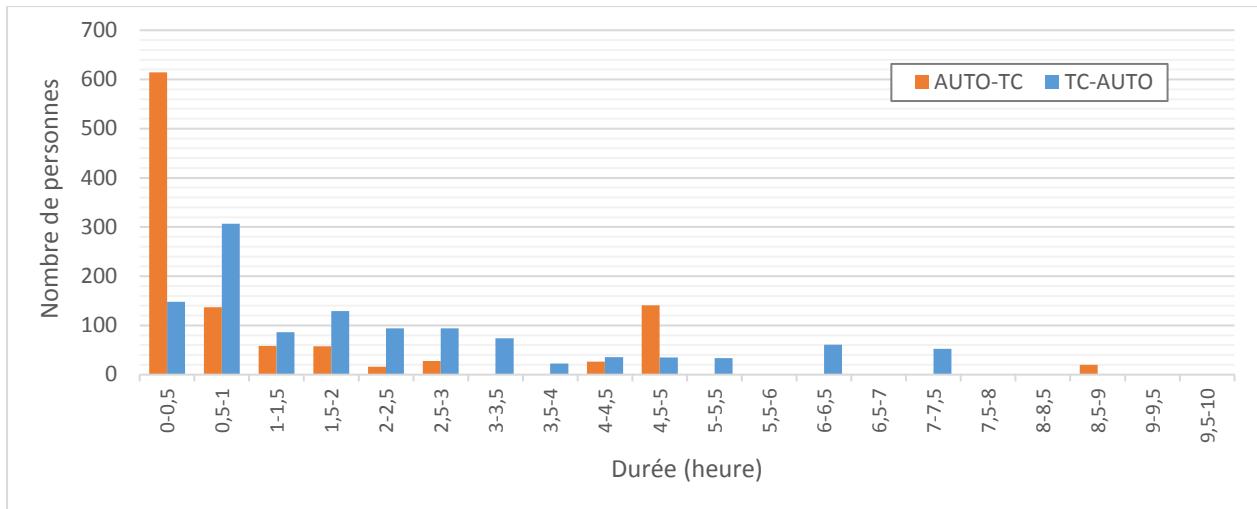


Figure 4-3 : Durée entre les heures de départ de deux déplacements consécutifs ayant un motif similaire et des modes distincts

Tableau 4-5 : Corrections apportées au fichier de déplacements

		Non pondéré	Pondéré	%
Fichier actuel	VP vers TC	3 714	89 739	52.6%
	TC vers VP	3 306	79 617	46.7%
	7 020	169 356	99.3%	
Corrections	VP vers TC	31	752	0.4%
	TC vers VP	21	455	0.3%
	52	1 207	0.7%	
Fichier corrigé	VP vers TC	3 745	90 490	53.0%
	TC vers VP	3 327	80 072	47.0%
	7 072	170 562	100.0%	

4.2.4 Identification ambiguë du type d'intermodalité

L'identification du type d'intermodalité est essentielle dans le but de bien caractériser les infrastructures associées aux pôles d'échange. Impliquant le stationnement d'une voiture, l'identification des déplacements intermodaux de type *park-and-ride* est cruciale pour mesurer le taux d'occupation des stationnements incitatifs par exemple. Cependant, dans le format actuel de l'enquête origine-destination montréalaise, cette identification ne peut être dérivée que par la séquence de modes déclarée. Effet, la manière typique de définir le type d'intermodalité passe par l'utilisation de la variable « SEQ_MODES ». Si un déplacement combine le mode auto-conducteur, suivi du mode de transport collectif, le *park-and-ride* sera défini comme type

d'intermodalité et une voiture occupera ainsi un espace physique au pôle d'échange. Si un déplacement combine plutôt le mode auto-passager suivi du mode de transport collectif, il sera alors question de *kiss-and-ride* et aucune voiture n'occupera d'espace au pôle d'échange. Toutefois, le déplacement d'un conducteur accompagné d'un passager pour lequel le conducteur poursuit son déplacement sur le réseau TC et le passager devient conducteur à partir du point de jonction fait référence à un déplacement de type *kiss-and-ride* plutôt que de type *park-and-ride*. En effet, même si la séquence de modes combine l'auto-conducteur et le transport collectif, peu importe l'état de la personne au sein de la voiture privée, c'est l'état de la voiture, stationnée ou non, au point de jonction qui définit le type de mobilité.

Pour identifier précisément le type d'intermodalité impliqué, dans l'optique d'une caractérisation juste des objets impliqués aux pôles d'échange, il est nécessaire d'assurer un suivi adéquat des voitures associées aux déplacements réalisés par un ménage. Cette identification est effectuée à la section suivante.

4.3 Identification du type d'intermodalité

4.3.1 Principes de l'intermodalité entre voiture privée et TC

L'état de la voiture au point de jonction et l'état d'occupation de la voiture (seul ou en covoiturage) définissent le type d'intermodalité (cf. section 2.1.5). Toutefois, l'imprécision des informations liées à l'objet « voiture » nécessite l'enrichissement du fichier de déplacements de l'enquête origine-destination en vue d'une caractérisation plus juste du comportement. Le tableau 4-6 présente les logiques de l'intermodalité qui se doivent d'être respectées afin de définir le type de mobilité associé :

- La *park-and-ride* (figure 4-4) réfère à une personne qui stationne un véhicule pour ensuite utiliser le transport collectif;
- Le *park-and-ride en covoiturage* (figure 4-5) réfère à deux personnes ou plus qui stationnent un véhicule pour ensuite utiliser le transport collectif;
- Le *kiss-and-ride* (figure 4-6) réfère à une personne qui se rend en voiture, mais ne stationne pas de voiture pour ensuite utiliser le transport collectif.

Tableau 4-6 : Les types de mobilité intermodale entre la voiture privée et le transport collectif

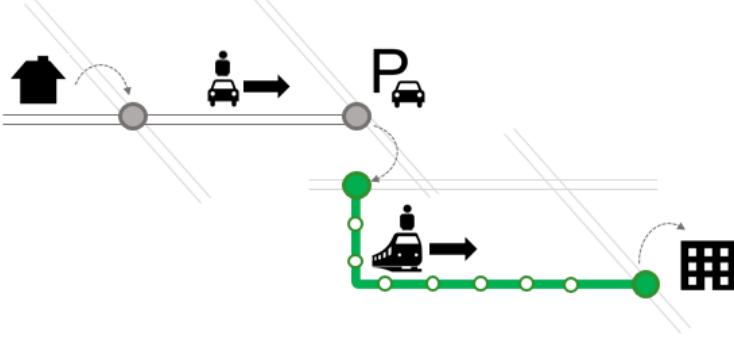
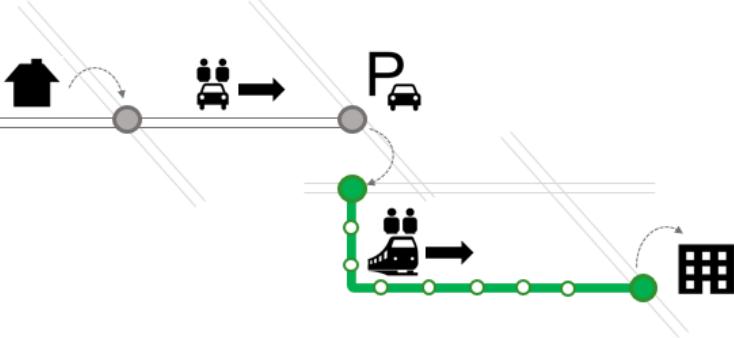
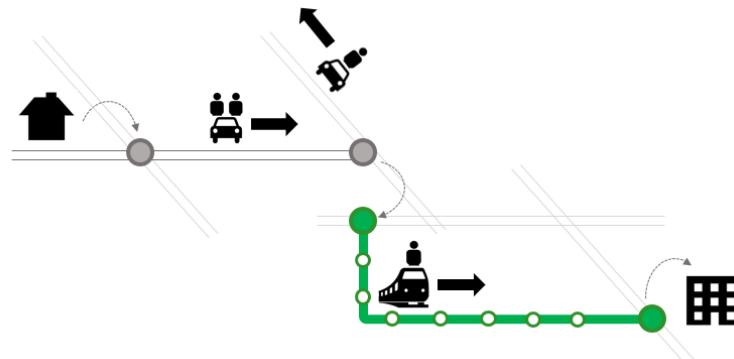
Type de mobilité intermodale	Description
	<ul style="list-style-type: none"> • Séquence de modes passant de la voiture privée au transport collectif • La voiture impliquée se stationne au point de jonction • La voiture est occupée par une seule personne
	<ul style="list-style-type: none"> • Séquence de modes passant de la voiture privée au transport collectif • La voiture impliquée se stationne au point de jonction • La voiture est occupée par plus d'une personne provenant du même ménage
	<ul style="list-style-type: none"> • Séquence de modes passant de la voiture privée au transport collectif • La voiture impliquée ne se stationne pas au point de jonction • La voiture est occupée par plus d'une personne

Figure 4-4 : Déplacement intermodal avec stationnement (PR)

Figure 4-5 : Déplacement intermodal avec stationnement en covoiturage familial (PR)

Figure 4-6 : Déplacement intermodal sans stationnement (KR)

4.3.2 Méthode pour le suivi de la voiture associée au point de jonction

Suivant les logiques présentées au tableau 4-6, il est choisi de suivre la voiture en se basant sur la notion de covoiturage familial afin d'identifier le type de mobilité associé aux points de jonction. En effet, en identifiant le covoiturage familial, il est possible de déterminer clairement si la voiture menant au point de jonction s'est stationnée ou si elle effectue un second déplacement directement suivant l'arrivée au point de jonction. Ensuite, sachant s'il y a stationnement ou non, l'identification du covoiturage familial permet de déterminer s'il s'agit d'un *park-and-ride seul* ou en *covoiturage familial*. Cette section résume les trois grandes étapes menant à l'identification du type de mobilité associé aux points de jonction :

1. Identification de l'état d'occupation de la voiture (seul ou covoiturage familial);
2. Identification de l'état de la voiture au point de jonction (stationnement ou dépose-minute);
3. Identification du type de mobilité.

1. Identification de l'état d'occupation de la voiture

Inspirée de la méthodologie d'identification du covoiturage proposée par Cormier (1996), la figure 4-7 illustre la procédure menant à l'identification du covoiturage familial. La procédure est résumée ci-dessous.

D'abord, à partir des données corrigées de l'enquête origine-destination, les déplacements réalisés en automobile sont extraits pour les ménages associés aux points de jonction. Ensuite, les extrémités de déplacements du segment en automobile sont isolées. Plus spécifiquement, les extrémités de déplacement dont l'automobile correspond à l'ensemble du trajet concernent l'origine et la destination alors que les extrémités de déplacement intermodal correspondent à l'origine et le point de jonction. À partir de ces segments de déplacement, les segments effectués par les passagers et conducteurs sont séparés. Ensuite, un appariement des segments conducteurs et passagers est réalisé selon les caractéristiques des segments conducteurs et passagers. Pour ce faire, si le ménage est similaire, que le rang du conducteur correspond à la variable AUTO_PAS (rang du conducteur) du passager, que l'origine du segment est similaire et que l'heure est similaire, alors il y a présence de covoiturage familial, sinon, il n'y a pas de covoiturage familial.

Finalement, une procédure de validation identifie si chaque covoiturage possède au moins un conducteur et un passager. Sinon, les critères de correspondance des segments de déplacement des conducteurs et passagers, soit l'heure de départ et le lieu de départ, augmentent incrémentalement afin de trouver la correspondance dans le ménage la plus probable.

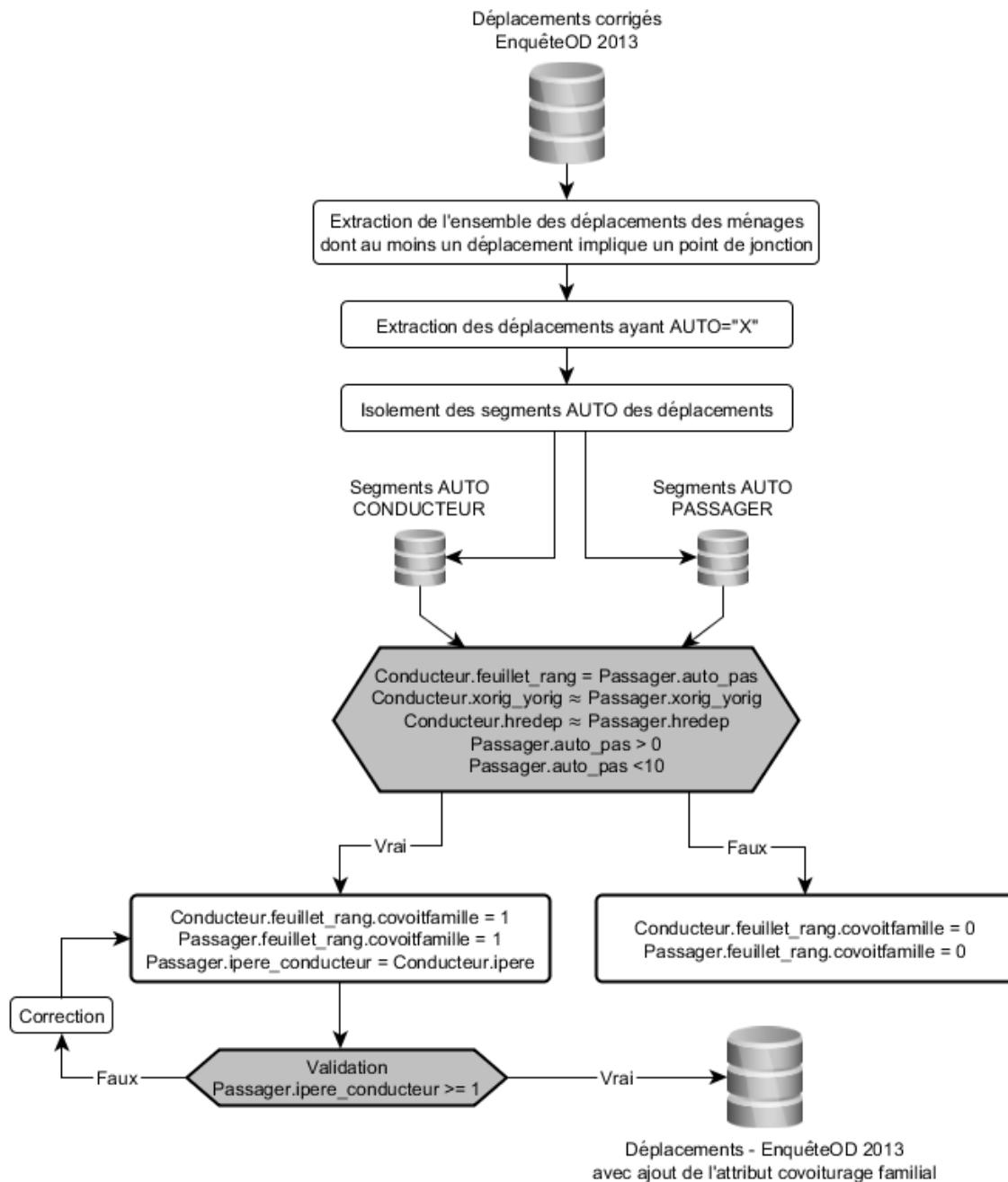


Figure 4-7 : Processus d'identification du covoiturage familial

2. Identification de l'état de la voiture au point de jonction

L'identification de l'état de la voiture au point de jonction s'effectue en fonction de l'état d'occupation de la voiture. Deux cas sont possibles :

- Si la voiture qui accède au point de jonction comporte une seule personne, l'identification de l'état de la voiture au point de jonction est dérivée en fonction du mode déclaré, soit auto-conducteur pour *park-and-ride* ou auto-passager pour *kiss-and-ride*;
- Si la voiture qui accède au point de jonction comporte plus d'une personne, l'identification du stationnement est dérivée selon un suivi de la voiture en fonction du covoiturage familial.

Dans le second cas, ayant jumelé les déplacements effectuant du covoiturage familial, il est maintenant possible de s'intéresser à la situation du covoiturage familial à la suite de l'atteinte du point de jonction. Si les personnes prenant part à un covoiturage familial se destinant à un point de jonction effectuent une utilisation commune du point de jonction (tous les occupants de la voiture effectuent un déplacement intermodal) et qu'aucune personne n'effectue directement un déplacement en auto-conducteur suivant l'atteinte du point de jonction, alors il y a présence d'un stationnement, ce qui permet ainsi de qualifier ce déplacement de *park-and-ride*. Toutefois, s'il y a covoiturage familial sans qu'il n'y ait une utilisation commune du point de jonction et qu'une personne effectue un second déplacement en auto-conducteur directement suivant l'atteinte du point de jonction, il s'agit plutôt de *kiss-and-ride*. Suivant cette logique, 1 549 personnes (pondérées) auraient été traitées comme *park-and-ride*, mais en suivant la voiture, on identifie plutôt ces déplacements comme *kiss-and-ride* puisque la voiture quitte le point de jonction avec la personne qui accompagnait le conducteur pour se rendre au point de jonction.

3. Identification du type de mobilité

À partir de l'identification de l'état de la voiture (stationnement ou non) et de l'état d'occupation de la voiture (covoiturage familial ou non), il est possible d'identifier les trois types de mobilité associés aux points de jonction :

- Intermodalité de type *park-and-ride* : la voiture au point de jonction demeure au point de jonction;
- Intermodalité de type *park-and-ride en covoiturage* : l'ensemble des personnes de la voiture effectue une jonction;
- Intermodalité de type *kiss-and-ride* : la voiture au point de jonction ne fait que déposer quelqu'un et quitte ensuite le point de jonction.

Le tableau 4-7 résume l'identification du type d'intermodalité pour les déplacements associés aux points de jonction selon les données issues de l'enquête origine-destination de 2013. L'objet « voiture » associé aux points de jonction est dérivé selon le déplacement. Un déplacement *park-and-ride* correspond à une voiture. Il en est de même pour les déplacements *park-and-ride* en covoiturage.

Tableau 4-7 : Identification des types de mobilité associés aux points de jonction

	Déplacements		Voitures	
	VP vers TC	TC vers VP	VP vers TC	TC vers VP
<i>Park-and-ride</i>	55 430	55 848	55 430	55 848
<i>Park-and-ride en covoiturage</i>	6 995	5 061	3 333	2 472
<i>PR-conducteur</i>	3 333	2 472	-	-
<i>PR-passager</i>	3 662	2 588	-	-
<i>Kiss-and-ride</i>	28 065	19 163	-	-
Total	90 490	80 072	58 763	58 320

4.4 Bilan des corrections et ajustements apportés au fichier de déplacements

Les sections précédentes ont permis de découvrir, à partir d'un examen attentif des données de l'enquête, certaines ambiguïtés. Le tableau 4-8 présente le bilan des corrections et ajustements apportés au fichier de déplacements.

Tableau 4-8 : Bilan des corrections et ajustements apportés au fichier de déplacements

Corrections et ajustements	Déplacements observés	
	Non pondérés	Pondérés
Uniformisation de la codification des codes de point de jonction	794	18 585
Ajout des déplacements non codifiés	52	1 207
Changement de conducteur à la jonction : déplacement <i>kiss-and-ride</i> plutôt que <i>park-and-ride</i>	65	1 549

4.5 Discussion : pistes d'amélioration des méthodes d'enquête

Face à ces flous concernant les déplacements intermodaux issus des enquêtes origine-destination, certaines pistes d'amélioration des méthodes d'enquête pourraient être à explorer pour les futures enquêtes origine-destination de la Grande région de Montréal.

D'abord, lorsqu'un déplacement intermodal entre la voiture privée et le transport collectif est enquêté, il pourrait être pertinent d'ajouter une question pour préciser si la voiture s'est stationnée ou non lors de l'arrivée au point de jonction. Par exemple, la question pourrait être de la forme « Avez-vous stationné le véhicule ou quelqu'un vous a déposé? ». Ainsi, les types de mobilité *park-and-ride* et *kiss-and-ride* pourraient être distingués plus clairement.

Ensuite, il serait nécessaire de définir des standards sur la codification spatiale du point jonction. Dans le cas d'un déplacement *park-and-ride*, on cherche d'abord à codifier le lieu du stationnement et ensuite, le lieu de l'embarquement sur le réseau de transport collectif. Ces deux lieux doivent être distingués. Actuellement, la question de l'enquête demeure floue et laisse libre l'interprétation à l'enquêteur et le répondant : « À quel endroit avez-vous changé de mode de transport? ». Afin de pallier cette ambiguïté, il serait davantage pertinent de demander le lieu du

stationnement, d'abord, suivi de l'endroit où la personne est entrée sur le réseau de transport collectif. En ce qui a trait au lieu du stationnement, il serait nécessaire de miser sur la distinction entre le lieu formel (stationnement incitatif) et informel (sur rue, hors-rue) où l'intermodalité intervient. La question sur le type de stationnement (attribut STATION) devrait également être adaptée dans le cas d'un déplacement *park-and-ride* pour différencier entre le stationnement « hors-rue » et le « stationnement incitatif ». Actuellement, aucune nuance n'est faite sur cette question.

Par ailleurs, il pourrait être intéressant d'identifier explicitement l'objet « voiture » lors de la réalisation des entrevues directement sur le questionnaire. Préalablement à la section sur les déplacements des membres du ménage, une section supplémentaire pourrait documenter chacun des véhicules du ménage et les identifier par un numéro unique. Ensuite, à l'intérieur de la section sur les déplacements, chaque déplacement réalisé en voiture pourrait être associé à une voiture du ménage. De cette manière, le suivi des voitures pourrait se faire de manière plus aisée et distinguerait l'objet « véhicule » de l'objet « déplacement ». En effet, le mode auto-conducteur du déplacement ne correspond pas nécessairement au stationnement d'une voiture à la fin du déplacement.

CHAPITRE 5 CARACTÉRISATION DES TYPES DE MOBILITÉ ASSOCIÉS AUX POINTS DE JONCTION

Ce chapitre se veut une analyse plus fine de l’intermodalité à partir des données des déplacements individuels des personnes provenant de l’enquête origine-destination de 2013. L’objectif du chapitre est de mieux comprendre les éléments qui caractérisent et distinguent le comportement de déplacement des types de mobilité associés aux points de jonction. D’abord, une analyse sous l’angle des individus impliqués dans l’utilisation d’un point de jonction met l’accent sur les caractéristiques sociodémographiques, la structure des déplacements quotidiens et le système d’activité de ces personnes. Ensuite, une analyse sous l’angle des déplacements passant du réseau routier au réseau TC permet de découper finement chaque segment de ce type de déplacement intermodal et d’étudier les distances, les durées de déplacement et les combinaisons modales.

5.1 Description des données à l’étude

Tel que nous l’avons précédemment mentionné, les données à l’étude proviennent de l’enquête origine-destination de 2013. Dans le cadre de ce projet de recherche, un intérêt particulier est porté sur les données concernant les ménages dont au moins une personne effectue un déplacement impliquant un point de jonction et au cours duquel la voiture privée et le transport collectif sont utilisés. Les données à l’étude dans cette section font directement suite aux traitements effectués au chapitre 4 où des clarifications ont été apportées au fichier concernant l’identification des types de mobilité associés aux points de jonction.

Rappelons que les données des enquêtes origine-destination regroupent des informations relatives aux ménages, aux personnes et à leurs déplacements. La figure 5-1 dénombre ces trois objets pour les données à l’étude. Ainsi, lors d’une journée moyenne de semaine de l’automne 2013, 170 562 déplacements combinant la voiture privée et le transport collectif sont réalisés par 99 767 personnes provenant de 84 566 ménages.

Suivant les logiques de l’intermodalité, un déplacement de ce type se distingue selon deux paramètres : la séquence d’enchaînement des réseaux et le type de mobilité associé aux points de jonction. La séquence d’enchaînement des réseaux correspond à l’ordre dans lequel les différents réseaux sont utilisés : de la voiture privée vers le transport collectif (VP-TC) ou du transport collectif vers la voiture privée (TC-VP). Le type de mobilité associé aux points de jonction se

définit selon l'état du véhicule impliqué au point de jonction et peut être de trois formes : en se stationnant (*park-and-ride - PR*), en se faisant déposer (*kiss-and-ride - KR*) ou se stationnant en covoiturage familial (*park-and-ride en covoiturage - PR cov*) au point de jonction. De ce fait, il est possible de découper les déplacements, tel qu'illustré sur la figure 5-1, selon ces deux paramètres. Il est également possible de distinguer les personnes selon leur forme de mobilité en fonction de leur premier déplacement impliquant un point de jonction. Ainsi, parmi les 99 767 personnes associées aux points de jonction, 58 470 sont de type *park-and-ride*, 6 801 de type *park-and-ride en covoiturage* et 34 496 de type *kiss-and-ride*.

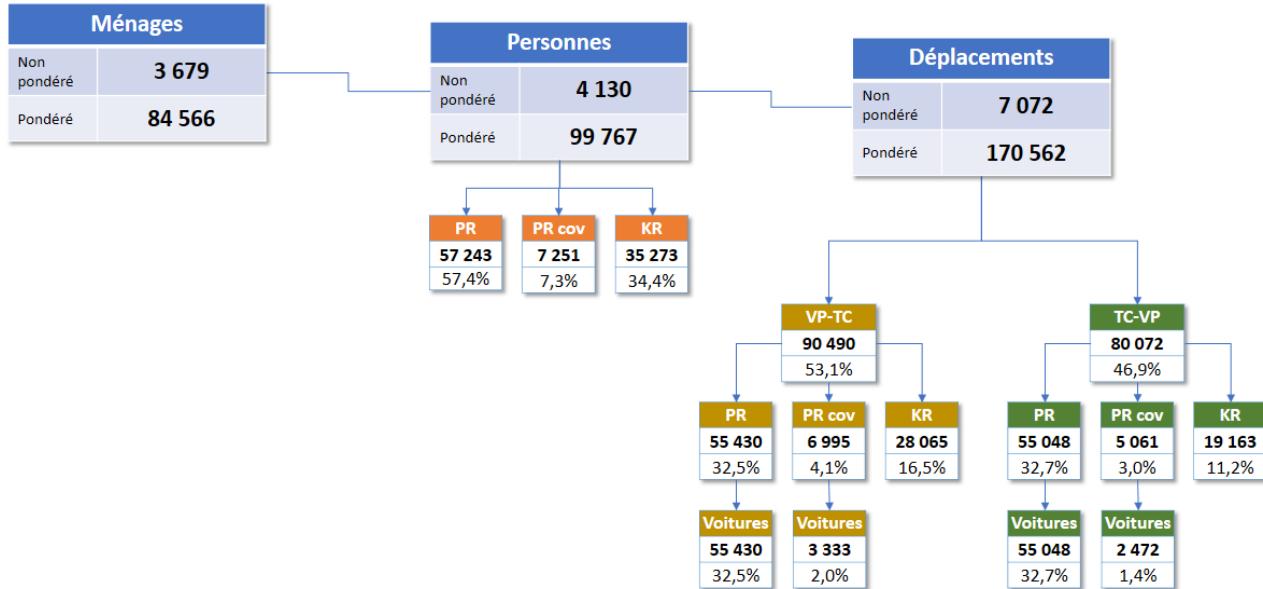


Figure 5-1 : Ménages, personnes et déplacements associés aux points de jonction – Données traitées issues de l'enquête origine-destination de 2013

Certains constats et éléments de réflexion ressortent de cette figure :

- 1,18 personnes par ménage effectuent un déplacement impliquant un point de jonction en moyenne, ce qui signifie que certains ménages ont plus d'une personne impliquée dans un déplacement associé aux points de jonction ;
- 1,71 déplacements associés à un point de jonction par personne en moyenne, ce qui signifie que toutes les personnes ne réalisent pas deux déplacements de type intermodal de manière pendulaire ;
- Il y a un découpage presque symétrique entre la forme VP vers TC et TC vers VP du nombre de déplacements *park-and-ride*, alors qu'il s'agit du contraire pour le *kiss-and-ride*. On suppose un système d'activités et une structure de déplacements différents entre ces deux types de mobilité.

Pour mieux comprendre les éléments caractérisant l'usage de ce type d'intermodalité, les sections suivantes cherchent à mieux comprendre :

- Le profil de ces personnes et de leur ménage (section 5.2.1);
- Comment s'articulent les déplacements bimodaux pour une personne au courant de sa journée (section 5.2.2);
- Comment les déplacements intermodaux s'insèrent dans le système d'activités de ces personnes (section 5.2.3);
- Comment se forment les déplacements intermodaux en termes de caractéristiques de déplacement – localisation, distance par segment et combinaison modale (section 5.3).

5.2 Caractérisation des personnes associées aux points de jonction

5.2.1 Profil des personnes et de leur ménage

Tel que mentionné au chapitre 2, les données des enquêtes origine-destination permettent d'étudier les attributs sociodémographiques des personnes et de leur ménage. En ce qui a trait aux personnes, l'âge, le genre, la possession de permis de conduire et de titre mensuel de transport collectif représentent des variables particulièrement intéressantes pour distinguer les caractéristiques des différents types de personnes associées aux points de jonction. Pour les ménages, le nombre de personnes par logis, le revenu familial ainsi que la motorisation du ménage permettent également de différencier les différents groupes de personnes selon ces caractéristiques.

La figure 5-2 présente une pyramide des âges selon le type de mobilité des personnes. Globalement, l'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif est légèrement représentée par plus de femmes que d'hommes : 56% des personnes associées aux points de jonction sont des femmes. Par ailleurs, les cohortes masculines présentent une proportion plus importante de personnes de type *park-and-ride* que les cohortes féminines. En effet, 65% des hommes sont de type *park-and-ride* alors que la proportion est de 54% chez les femmes. Les cohortes féminines montrent une part plus importante de *kiss-and-ride* que de *park-and-ride* avec 39% des femmes qui sont de type *kiss-and-ride*. Seulement 29% d'hommes optent pour ce type de déplacement.

En général, autant pour les hommes que pour les femmes, la cohorte des 20 à 24 ans est particulièrement élevée par rapport aux autres cohortes. En effet, 15% des personnes associées aux points de jonction font partie de cette cohorte. Chacune des cohortes entre 25 et 54 ans représente environ 10% des personnes associées aux points de jonction. Finalement, 12% des personnes ont 55 ans et plus. Notons également que le nombre de déplacements *kiss-and-ride* semble diminuer avec l'âge, alors que le nombre de déplacements *park-and-ride* connaît une baisse radicale après 25 ans, puis augmente jusqu'à 49 ans et diminue ensuite. Cette distribution des cohortes d'âge laisse entrevoir que les personnes associées aux points de jonction représentent la population dite « active » puisque les personnes âgées et de jeunes enfants sont présents en faible proportion. Seules des personnes de type *kiss-and-ride* sont présentes dans les

cohortes de moins de 15 ans étant donné leur non possession de permis de conduire. La figure 5-3 permet de comparer la distribution de l'âge et du genre des personnes effectuant un déplacement intermodal par rapport aux personnes TC seulement et à la population totale. On observe que la distribution d'âge des personnes associées à l'intermodalité se distingue de celle des personnes TC par la diminution importante du nombre de personnes provenant de l'intermodal après 25 ans. Également, les personnes TC diminuent avec l'augmentation de l'âge à partir de 25 ans alors que les personnes effectuant un déplacement intermodal, suite une diminution après 25 ans, augmentent graduellement jusqu'à 55 ans.

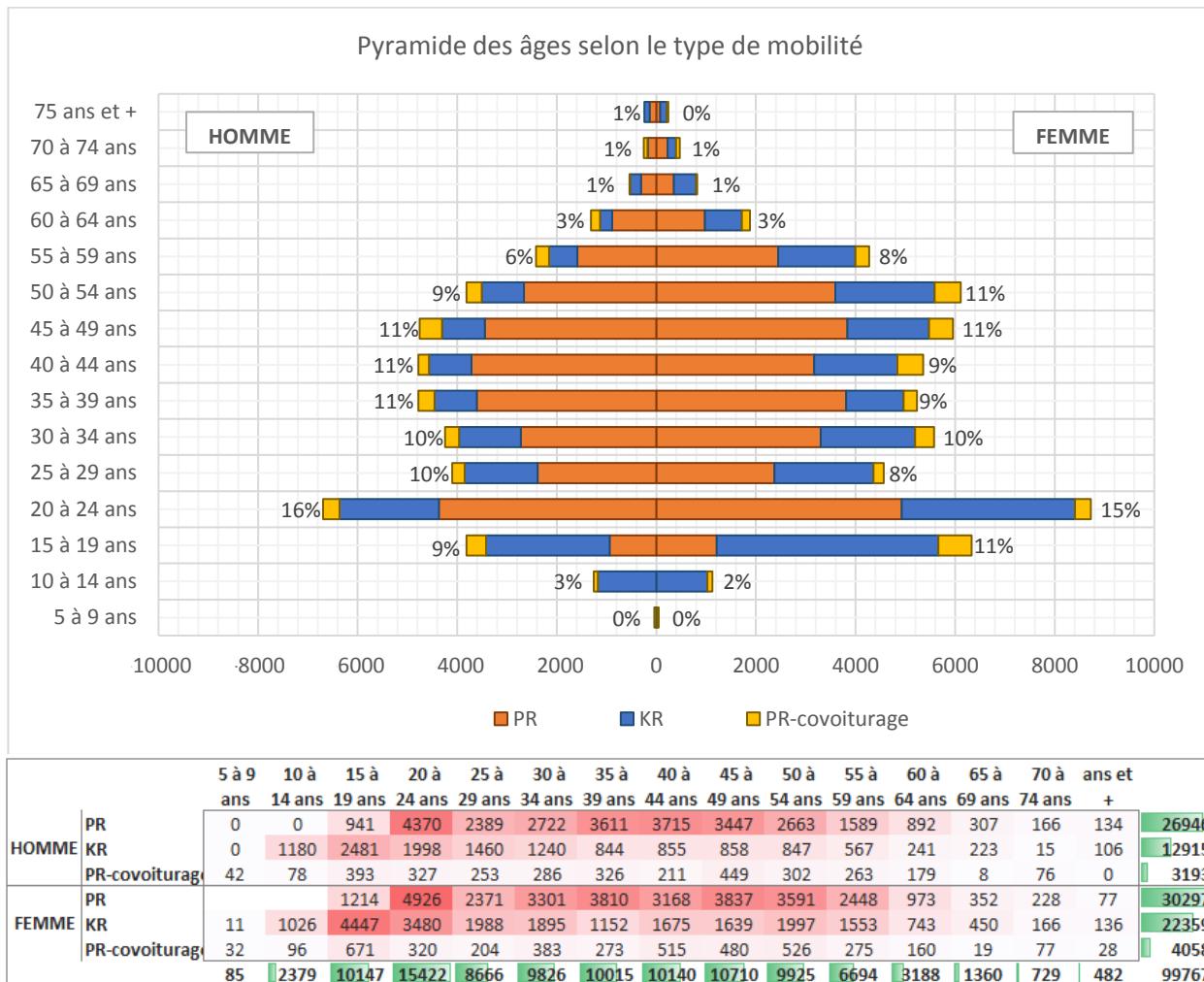


Figure 5-2 : Pyramide des âges selon le type de mobilité

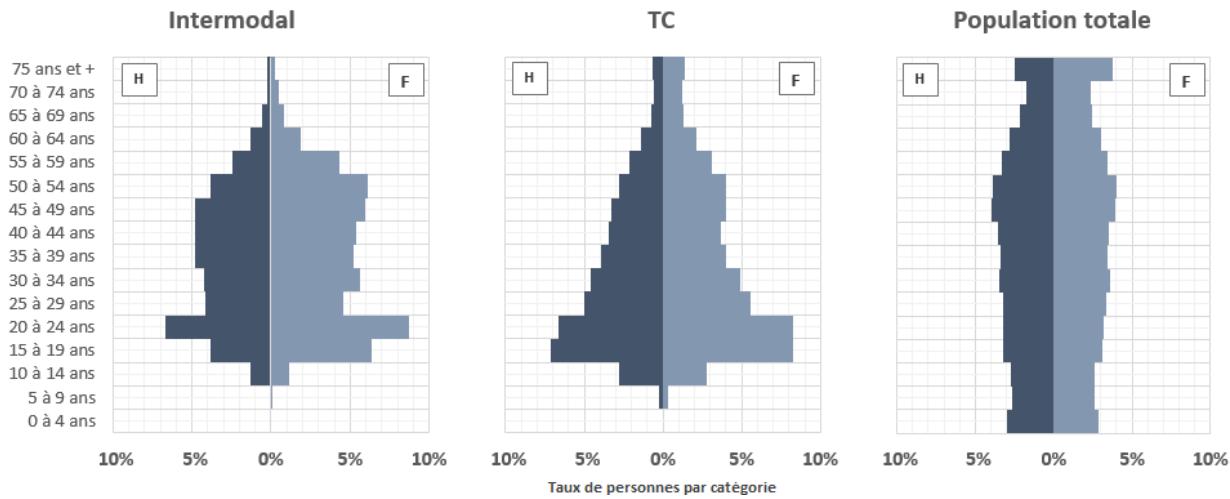


Figure 5-3 : Comparaison de la distribution de l'âge et du genre des personnes associées aux points de jonction par rapport aux personnes TC seulement et à la population totale

Les données sur la possession de permis de conduire, le nombre d'automobiles par logis, la possession de titre mensuel de transport collectif et le revenu familial sont également intéressantes pour mieux comprendre les types de personnes associées aux points de jonction. Par exemple, les informations sur la possession de permis de conduire peuvent permettre d'identifier la dépendance face au transport collectif pour certaines personnes. Le titre de transport collectif peut, pour sa part, permettre d'identifier le potentiel niveau de régularité d'utilisation du réseau de transport collectif par les personnes. La figure 5-4 illustre les dimensions de possession de permis de conduire et de titre mensuel de transport collectif pour les personnes associées aux points de jonction. Le nombre de personnes possédant un permis de conduire est particulièrement élevé. En effet, 87% d'entre elles possèdent un permis de conduire. Toutes les personnes de type *park-and-ride* possèdent un permis de conduire alors que 73% des personnes *kiss-and-ride* possèdent un permis de conduire. La possession de titre mensuel est également assez élevée : 78% des personnes associées aux points de jonction possèdent un titre mensuel de transport collectif. La proportion de personnes *park-and-ride* et de personnes *kiss-and-ride* ne possédant pas de titre mensuel est similaire : 19% des personnes de chacun de ces deux groupes ne possèdent pas de titre mensuel. La possession de titre mensuel de transport collectif peut permettre d'émettre des hypothèses sur la potentielle régularité d'un comportement. En effet, il est possible de déduire que 19% des personnes associées aux points de jonction seraient associées

à l'intermodalité d'une manière occasionnelle. Parmi celles-ci, 61% seraient des personnes de type *park-and-ride*.

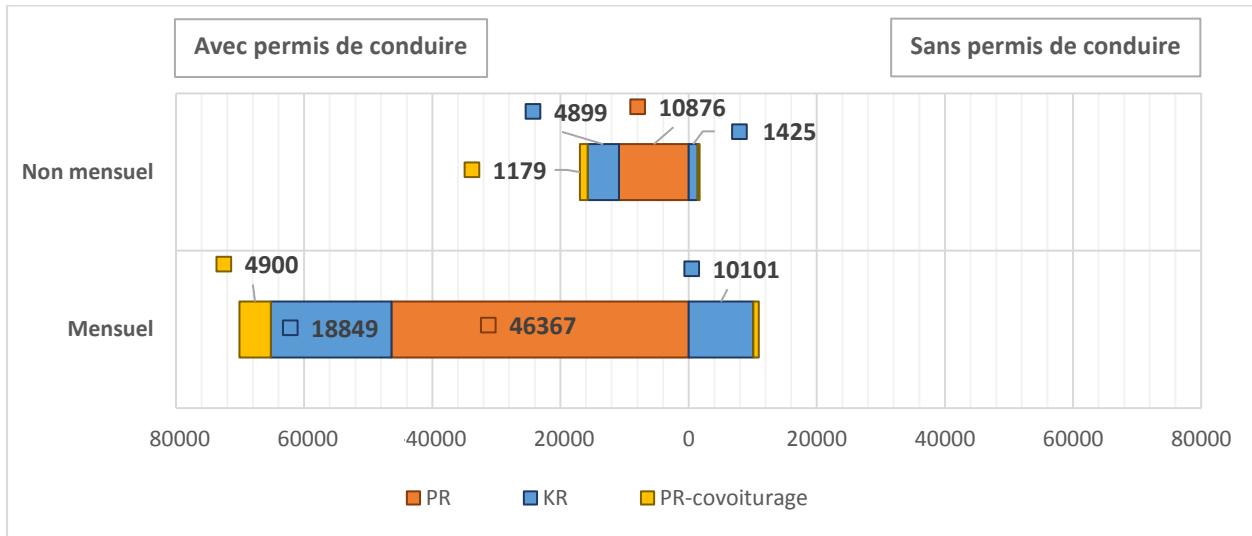


Figure 5-4 : Permis de conduire et possession de titre mensuel de transport collectif

La figure 5-5 illustre le revenu familial des ménages des personnes associées aux points de jonction. Parmi les personnes ayant répondu à cette question, 76% proviennent d'un ménage dont le salaire moyen annuel est supérieur à 60 000\$ alors que 24% proviennent d'un ménage avec un salaire moyen annuel inférieur à 60 000\$. La proportion de personnes associées à un ménage ayant un salaire supérieur à 60 000\$ varie en fonction du type de mobilité. En effet, près de 80% des personnes *park-and-ride* proviennent d'un ménage dont le salaire est supérieur à 60 000\$ alors que cette proportion est de 70% pour les personnes *kiss-and-ride*. À titre comparatif, 45% de la population globale (ensemble des personnes de l'enquête origine-destination) ont un revenu familial moyen supérieur à 60 000\$. La figure 5-6 compare la distribution des revenus des ménages des personnes associées aux points de jonction par rapport aux personnes TC seulement et à la population totale. Il est possible de constater que les personnes effectuant un déplacement intermodal sont présentes en proportion plus importante pour les catégories de revenu supérieur à 60 000\$ que les personnes TC seulement et la population totale. Le revenu peut donc avoir une influence sur le type mobilité intermodale notamment de par la possession d'une voiture.

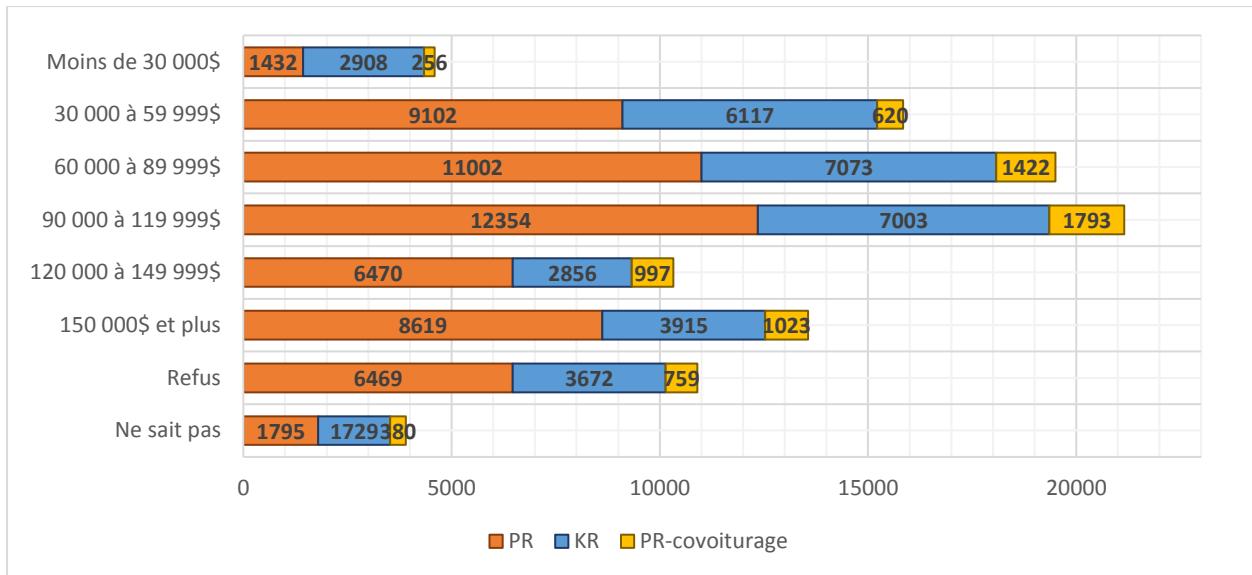


Figure 5-5 : Revenu des ménages selon le type de mobilité

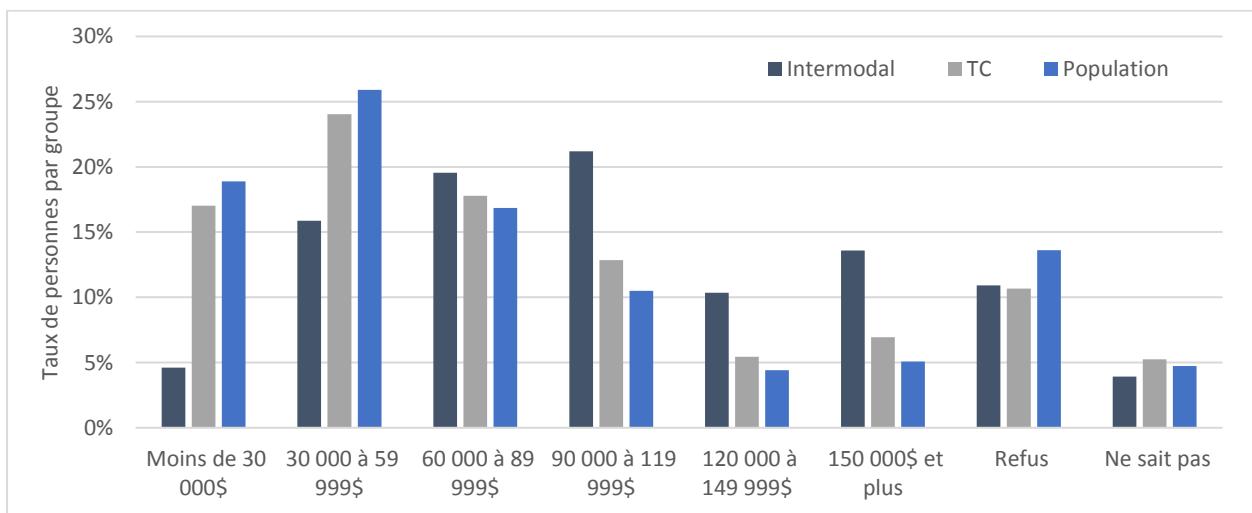


Figure 5-6 : Comparaison de la distribution du revenu des ménages des personnes associées aux points de jonction par rapport aux personnes TC seulement et à la population totale

Le tableau 5-1 résume certaines statistiques générales sur la sociodémographie des personnes de l'intermodalité et leur ménage. Ce tableau permet de faire ressortir les constats suivants :

- Le ratio homme/femme de 0,76 montre une présence plus accrue de femmes que d'hommes pour ce type de déplacement;
- Le ratio homme/femme est cependant plus près de la parité pour les personnes de type *park-and-ride* alors qu'il tend davantage vers plus de femmes pour les personnes *kiss-and-ride*;
- Le nombre moyen de voitures par logis est plus élevé pour les personnes *park-and-ride* que pour les personnes *kiss-and-ride* laissant présumer que le nombre d'automobiles au sein du ménage pourrait avoir une influence sur le choix du *park-and-ride* puisque la personne de type *park-and-ride* réquisitionne une voiture sans qu'il n'y ait une utilisation productive de celle-ci au courant de la journée;
- L'âge moyen des personnes de type *park-and-ride* est plus élevé que pour les personnes *kiss-and-ride*;
- Comparativement à la population totale et aux personnes TC seulement, les personnes associées aux points de jonction ont un nombre moyen d'auto par ménage et une taille des ménages plus élevés.

Tableau 5-1 : Statistiques générales sur les personnes et leur ménage

	Nombre de personnes	Âge moyen des personnes	Ratio Homme/Femme	Taille moyenne des ménages	Nombre moyen d'auto par ménage
Intermodal	99 767	36,72	0,76	3,25	1,96
PR	57 243	38,86	0,89	3,21	2,18
KR	35 273	33,01	0,58	3,25	1,63
PR-covoiturage	7 251	37,87	0,79	3,59	1,91
TC (sans intermodal)	729 019	34,68	0,83	2,74	1,16
Population totale	4 287 629	39,42	0,95	2,34	1,36

5.2.2 Structure des déplacements intermodaux des personnes

Tel que présenté à la section 5.1 par le découpage des données, le nombre moyen de déplacements de type intermodal par personne est de 1,71. Ce chiffre laisse entrevoir le fait que la structure des déplacements de ce type n'est pas nécessairement bidirectionnelle ou symétrique pour toutes les personnes. L'étude de la structure quotidienne des déplacements intermodaux des personnes permet de mieux comprendre où se situent ces déplacements pour une personne et comment ils s'enchaînent au cours de la journée.

Pour étudier la structure des déplacements intermodaux par personne, il est choisi d'approcher le problème par la définition de la notion de déplacement intermodal d'ordre n . Par personne, chaque déplacement intermodal se voit attribuer un ordre, soit ordre 1, ordre 2, ordre 3 et ordre 4 en fonction de l'heure de départ de ces déplacements. Selon les données à l'étude, une personne associée aux points de jonction peut avoir de 1 à 4 déplacements de type intermodal. De cette manière, il est possible de structurer les déplacements intermodaux afin d'étudier l'évolution temporelle de leur forme au cours de la journée pour chaque personne.

Les figures suivantes (cf. figure 5-9 et figure 5-10) illustrent la distribution temporelle des déplacements bimodaux d'ordre n définis par personne. D'abord, un nombre négligeable de 0.3% de l'ensemble des personnes associées aux points de jonction réalisent plus de 2 déplacements associés aux points de jonction. La figure montre clairement que les déplacements intermodaux d'ordre 1 sont attribués aux déplacements de la période de pointe matinale, alors que les déplacements d'ordre 2 sont attribués à la période de pointe du soir. Les déplacements intermodaux passant de la voiture privée au réseau TC (VP-TC) sont davantage présents en période de matin (attribués au premier déplacement), alors que les déplacements passant du réseau TC au réseau routier (TC-VP) sont davantage présents en période de pointe du soir (attribués au second déplacement). Également, il est possible de constater une présence importante du type de mobilité *kiss-and-ride* lors de la période de pointe du soir pour les déplacements d'ordre 1 par rapport aux autres types de mobilité. Cet élément suggère le fait que certaines personnes de type *kiss-and-ride* effectuent un seul déplacement intermodal et qu'il peut s'agir, dans ce cas, de celui de la pointe du soir. Le matin, le déplacement n'implique pas d'intermodalité.

Une analyse plus précise des périodes de pointe montre certains contrastes entre les types de mobilité. Pour la période de pointe du matin (cf. figure 5-7), il est observé que le nombre de déplacements effectuant un premier déplacement intermodal avant la période de pointe du matin typique (de 6h00 à 9h00) est particulièrement important. En effet, 9% des déplacements entre 4h00 et 9h00 sont réalisés avant 6h00. Près de 82% de ceux-ci sont réalisés par des personnes de type *park-and-ride*. Cette constatation permet d'illustrer les potentiels enjeux de capacité de certains stationnements incitatifs, forçant les usagers à quitter leur domicile plus tôt que les personnes de type *kiss-and-ride*. À titre comparatif, la demi-heure maximale de la période de pointe, entre 7h00 et 7h30, présente une proportion de 58% *park-and-ride* contre 33% de *kiss-and-ride*. La période de pointe du soir ne semble pas être aussi sujette à une grande variabilité de la part des types de mobilité selon l'heure (cf. figure 5-8). La part des *park-and-ride* est relativement stable.

	Heure de départ												
	4-4,5	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5	7,5-8	8-8,5	8,5-9	9-9,5	9,5-10	
KR	84	175	929	2 211	4 133	6 382	4 130	2 981	964	577	360	22 926	
PR	63	373	1 635	3 476	6 357	8 595	10 767	7 302	5 102	2 198	1 483	411	47 761
PR co		50	215	868	1 284	1 531	802	526	56	144	34	5 510	
Total	63	458	1 861	4 620	9 436	14 011	18 680	12 234	8 609	3 218	2 204	804	
% PR	100%	82%	88%	75%	67%	61%	58%	60%	59%	68%	67%	51%	63%

Figure 5-7 : Distribution temporelle des types de mobilité en période de pointe du matin

	Heure de départ										
	14-14,5	14,5-15	15-15,5	15,5-16	16-16,5	16,5-17	17-17,5	17,5-18	18-18,5		
KR	477	468	1 865	1 617	3 445	2 616	2 944	1 432	1 106	15 971	
PR	1 241	1 229	3 118	4 746	11 052	9 312	9 815	3 284	3 219	47 016	
PR co	303	69	463	434	755	853	858	620	270	4 624	
Total	2 021	1 767	5 446	6 798	15 253	12 781	13 616	5 335	4 595		
% PR	61%	70%	57%	70%	72%	73%	72%	62%	70%		

Figure 5-8 : Distribution temporelle des types de mobilité en période de pointe du soir

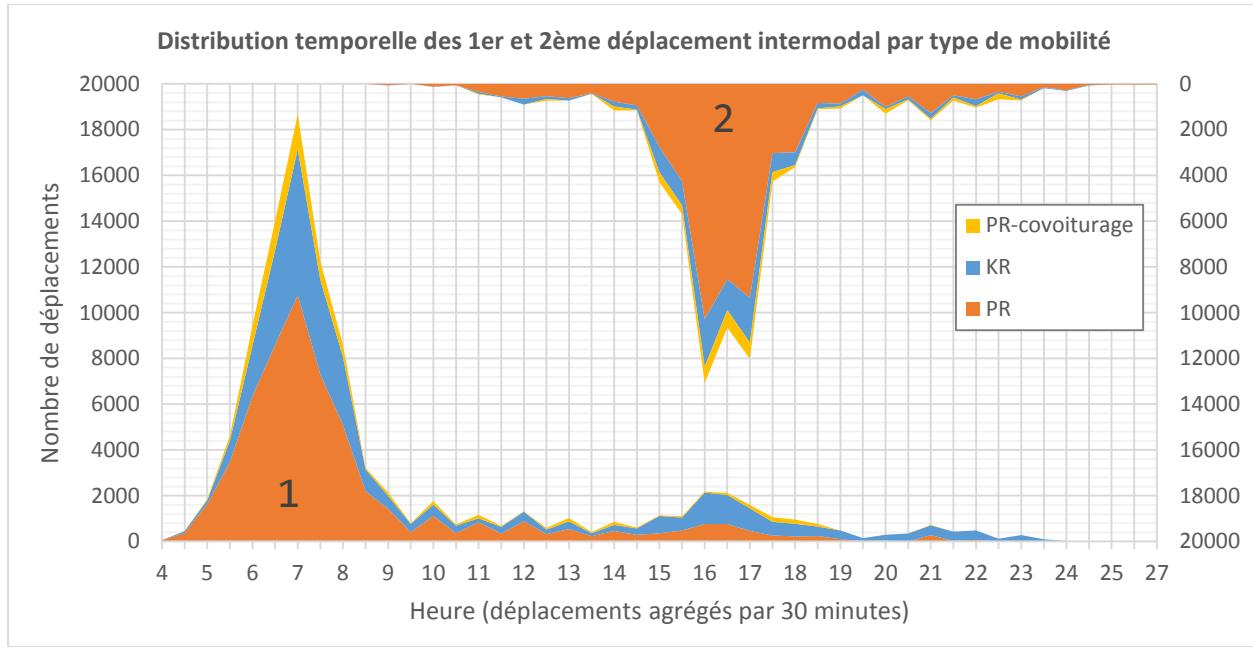


Figure 5-9 : Distribution temporelle des déplacements par type de mobilité

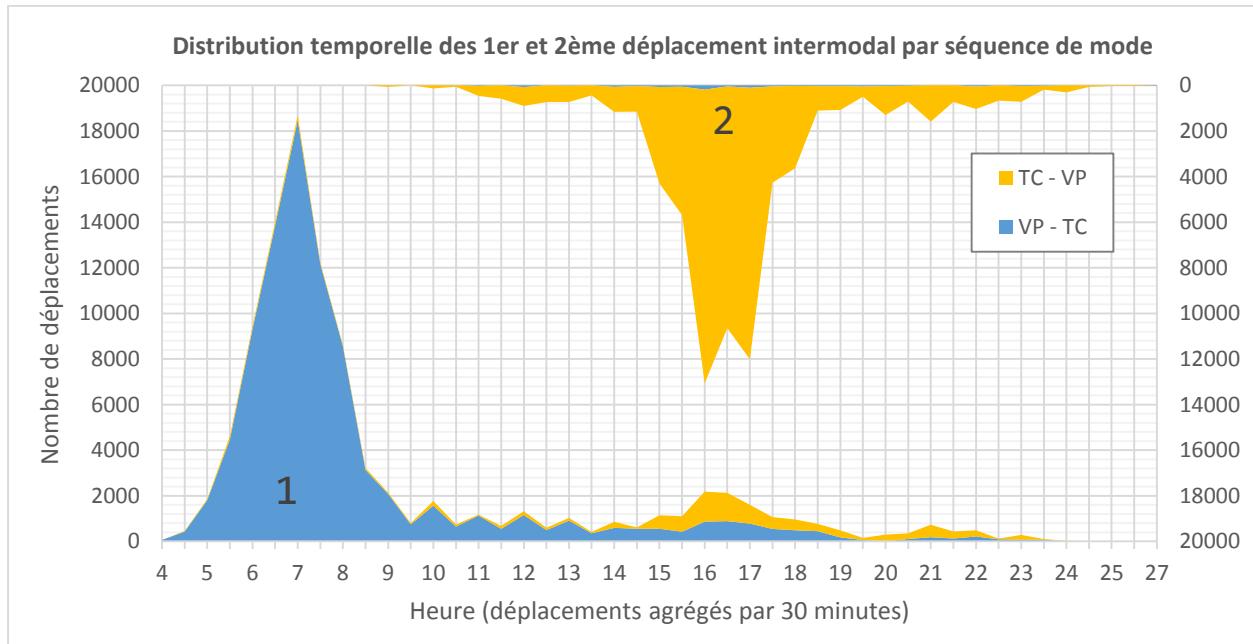


Figure 5-10 : Distribution temporelle des déplacements par type d'enchaînement des réseaux

L'analyse de la structure quotidienne de déplacement intermodal permet de mieux comprendre comment ces déplacements s'enchaînent pour les différents types de personne (cf. tableau 5-2). Par type de mobilité, ce tableau distingue les personnes qui effectuent un seul déplacement intermodal ou celles qui enchaînent deux déplacements intermodaux, soit un premier pour l'aller, passant de la voiture au transport collectif, et un second pour le retour, passant du transport collectif à la voiture. Les faits saillants qui ressortent de l'analyse de la structure de déplacement bimodal sont :

- 70% des personnes présentent une structure intermodale bidirectionnelle passant du VP-TC pour leur premier déplacement bimodal au TC-VP pour leur second déplacement bimodal.
 - 92% des personnes *park-and-ride* ont une structure bidirectionnelle. Cette forte proportion est attribuable à l'implication d'une voiture stationnée au point de jonction utilisé pour laquelle la personne doit revenir, en principe, la reprendre à la fin de la journée.
 - 28% des personnes *kiss-and-ride* ont une structure intermodale bidirectionnelle.
- 30% des personnes présentent une structure intermodale unidirectionnelle soit du VP-TC ou du TC-VP
 - 68% des personnes *kiss-and-ride* ont une structure intermodale unidirectionnelle attribuable à l'indépendance qu'ils ont de revenir au domicile en transport collectif seulement par exemple. Ils n'ont pas de voiture à reprendre et ceux-ci ne sont pas dépendants de la voiture.
 - 8,3% des personnes *park-and-ride* ont une structure intermodale unidirectionnelle.

Ces constats montrent que les personnes *park-and-ride* et les personnes *kiss-and-ride* ont une utilisation distincte des points de jonction. Les personnes *park-and-ride* ont une forte symétrie dans leur structure de déplacement puisqu'ils sont dépendants d'une voiture stationnée au point de jonction. Les personnes *kiss-and-ride* sont, au contraire, dépendantes d'une autre personne au point de jonction pour réaliser un déplacement intermodal. À la lumière de cette analyse, la garantie d'un second déplacement bimodal pour les personnes *kiss-and-ride* est moins élevée que pour les personnes *park-and-ride*.

Tableau 5-2 : Structure bimodale en fonction du type de mobilité et de la séquence réseau

Séquence réseau	Type de mobilité			Total
	PR	KR	PR-covoit	
<i>Bidirectionnelle</i>	52 662 92%	11 546 33%	5 819 80%	70 026 70%
	4 581 8%	23 727 67%	1 432 20%	29 741 30%
	57 243	35 273	7 251	99 767

Une analyse spécifique des personnes *kiss-and-ride* ayant une structure intermodale unidirectionnelle montre que 69% d'entre elles font leur déplacement intermodal en passant de la voiture privée au transport collectif (VP-TC) et 31% en passant du transport collectif à la voiture privée (TC-VP). Pour les *kiss-and-ride* ayant fait VP-TC, le mode privilégié pour le retour est le transport collectif pour 71% de ceux-ci, alors que pour les *kiss-and-ride* ayant fait TC-VP, le mode privilégié pour l'aller est le transport collectif pour 63% de ceux-ci.

5.2.3 Chaîne d'activités des personnes

La section précédente a permis de mieux comprendre comment les déplacements *park-and-ride* et *kiss-and-ride* s'enchaînent au courant d'une journée pour les différentes personnes. Cette présente section s'intéresse plutôt au contexte dans lequel s'insèrent ces déplacements.

Une chaîne d'activité correspond au séquencement des différentes activités réalisées par une personne au courant d'une journée. Différents types de chaînes d'activité sont possibles, passant des plus simples aux plus complexes. La figure 5-11 illustre un exemple de chaîne simple dans lequel la chaîne d'activité de la personne comprend seulement une activité principale, soit celle du déplacement intermodal. La figure 5-12 et la figure 5-13 présentent quant à elles des exemples de chaînes d'activité plus complexes où la structure de déplacement intermodal est entourée d'activités périphériques avant, après et entre les déplacements de type intermodal. Certaines définitions sont considérées :

- *Activité principale* : activité dont la durée est la plus importante parmi l'ensemble des activités effectuées par une personne au cours de la journée.
- *Activité du déplacement intermodal* : ensemble des activités entre deux déplacements de type intermodal pour une même personne.
- *Activité périphérique à un déplacement intermodal* : ensemble des activités effectuées avant ou après la structure de déplacement intermodal.

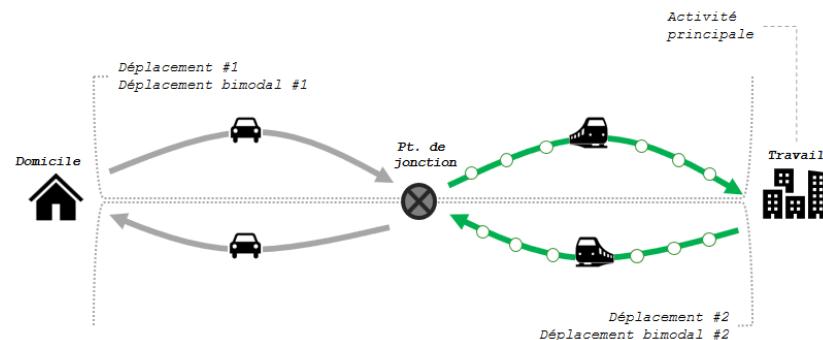


Figure 5-11 : Chaîne d'activités sans activité périphérique aux déplacements de type intermodal

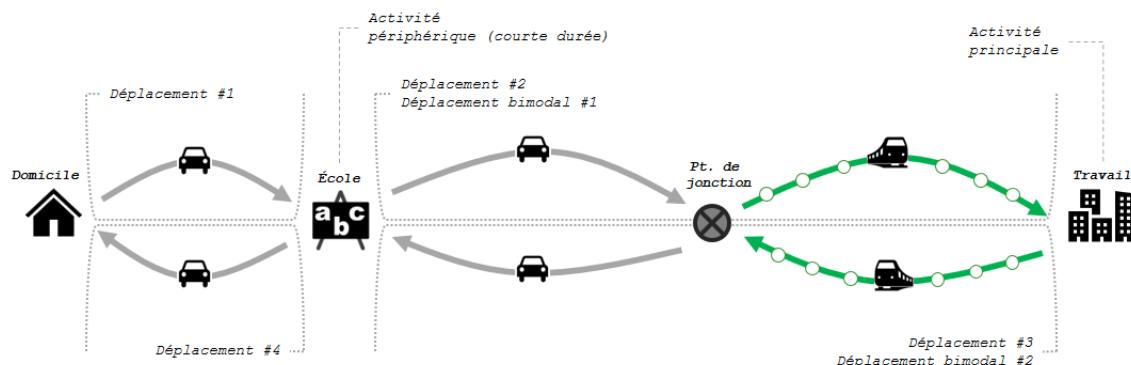


Figure 5-12 : Chaîne d'activités avec activité périphérique aux déplacements de type intermodal

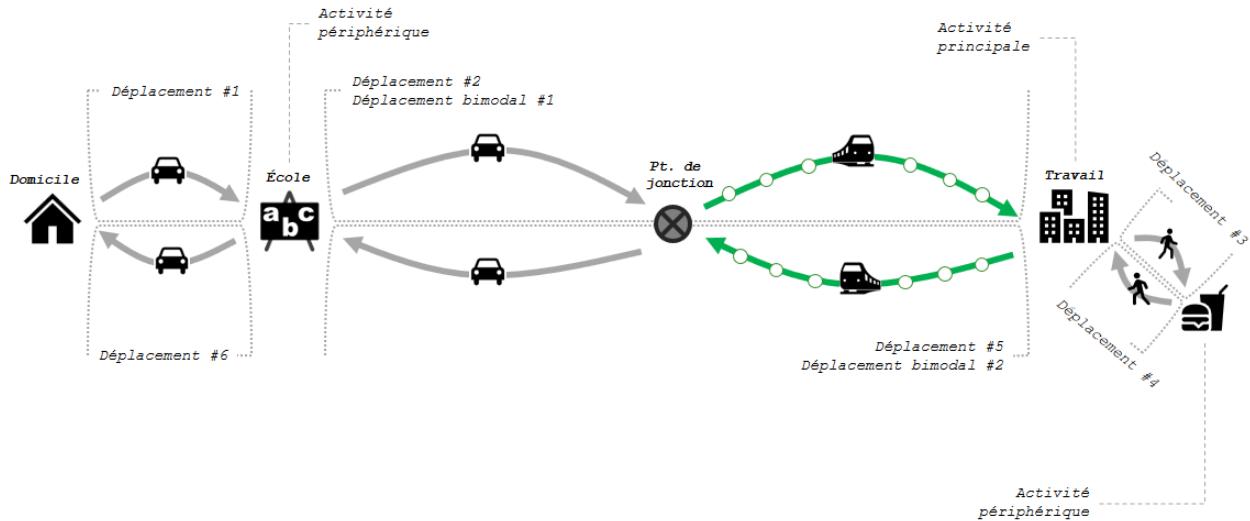


Figure 5-13 : Chaîne d'activités avec activité périphérique aux déplacements de type intermodal

Le tableau 5-3 présente une analyse des chaînes d'activités par type de personnes associées à l'intermodalité. Pour des fins de simplification, trois types de chaînes sont considérés : les chaînes simples basées sur le domicile, les chaînes complexes basées sur le domicile et les chaînes non basées sur le domicile. D'une manière générale, pour tous les types de personnes, les chaînes d'activité incluant un déplacement intermodal sont basées au domicile, c'est-à-dire, qu'ils commencent ou finissent au domicile de l'individu. Cependant, la présence d'activités périphériques à la structure intermodale au sein de la chaîne est différente pour chacun des types d'individu. En effet, 22% des personnes *park-and-ride* ont soit une activité périphérique avant, après et même parfois avant et après leur activité intermodale. La situation est différente pour les personnes *kiss-and-ride* où seulement 8% de ces personnes ont une activité périphérique à leur déplacement intermodal au cours de leur chaîne d'activité. Cette différence peut être expliquée par l'accès à la voiture privée pour les personnes *park-and-ride* qui peuvent enchaîner une chaîne d'activité plus complexe que les personnes *kiss-and-ride* qui sont plutôt dépendantes d'un conducteur.

Tableau 5-3 : Chaîne d'activités par type de personne

	Non basée au domicile	Basée au domicile		Total
		Simple	Complex	
PR	1 388	43 434	12 420	57 243
KR	1 835	30 626	2 813	35 273
PR covoiturage		6 210	1 041	7 251
Total	3 223	80 270	16 274	99 767
PR	2%	76%	22%	100%
KR	5%	87%	8%	100%
PR covoiturage	0%	86%	14%	100%
Total	3%	80%	16%	100%

Une analyse du type d'activité associé à l'activité intermodale et périphérique est présentée à la figure 5-14 pour les personnes effectuant deux déplacements intermodaux. D'abord, pour l'activité du déplacement intermodal, les motifs associés diffèrent selon les types de personnes. En effet, 73% des personnes *park-and-ride* ont le motif travail comme activité de leur déplacement intermodal, alors que la proportion est de 53% des personnes *kiss-and-ride* pour le même motif. D'ailleurs, le motif étude pour l'activité du déplacement intermodal est présent en plus forte proportion pour les personnes *kiss-and-ride* avec 39% de ceux-ci. Le motif étude n'est présent qu'à 21% pour les personnes *park-and-ride*.

En ce qui a trait aux activités périphériques à la structure intermodale, le portrait est également différent selon le type de personne. En effet, 11% des personnes adoptant le type de déplacement *park-and-ride* ont le motif « aller reconduire quelqu'un » avant le déplacement intermodal et 7% d'entre elles ont le motif « aller chercher quelqu'un » après le déplacement intermodal, alors qu'à peine 2% des personnes adoptant le type de déplacement *kiss-and-ride* ont le motif « aller reconduire quelqu'un » avant le déplacement intermodal et 1% ont le motif « aller chercher quelqu'un » après le déplacement intermodal. Tel que le mentionné plus haut, cette analyse laisse croire que l'accès à une voiture stationnée au point de jonction pour les personnes *park-and-ride* leur permettent d'effectuer une chaîne d'activité plus complexe en combinant des activités de courte durée en périphérie de leur activité principale.

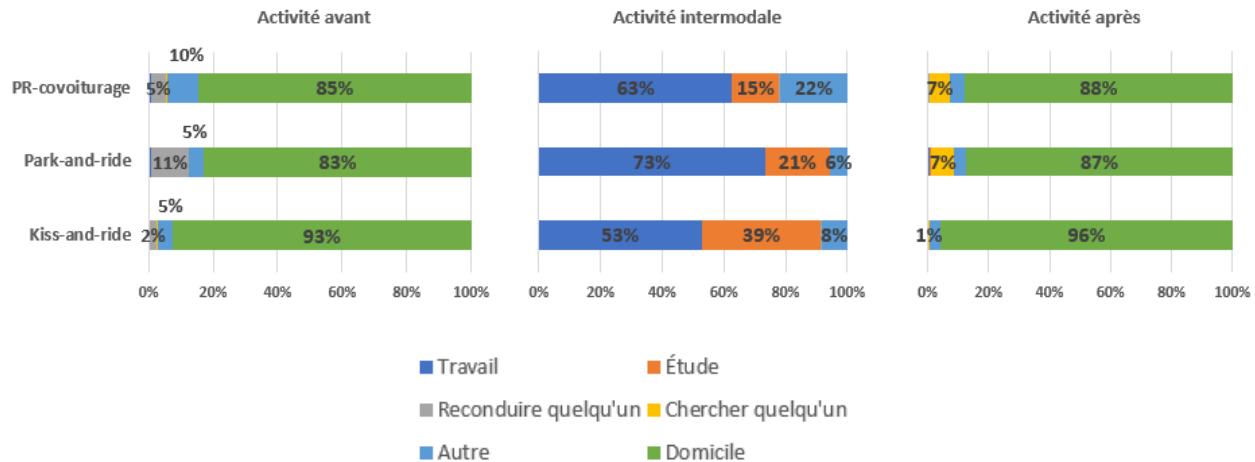


Figure 5-14 : Activité du déplacement intermodal et activités périphériques pour les personnes effectuant deux déplacements intermodaux

La durée des activités peut être un indicateur de la pertinence structurelle du déplacement associé au sein de la chaîne d'activités. La figure 5-15 illustre la distribution des durées d'activité du déplacement intermodal. Cette figure permet de découvrir que l'activité intermodale présente une durée d'activité particulièrement importante. En effet, 83% des personnes *park-and-ride* et 61% des personnes *kiss-and-ride* ont une durée d'activité supérieure à 8 heures. La moyenne de la durée de l'activité intermodale est de 7,72 heures. Cette forte proportion semble conséquente avec la complexité associée à un déplacement de ce type. D'ailleurs, 83% des personnes associées aux points de jonction ont leur activité principale comme activité du déplacement intermodal. Le déplacement intermodal est donc associé à une activité d'importance, ce qui démontre que ce type de déplacement structure le schéma d'activité de ces personnes.

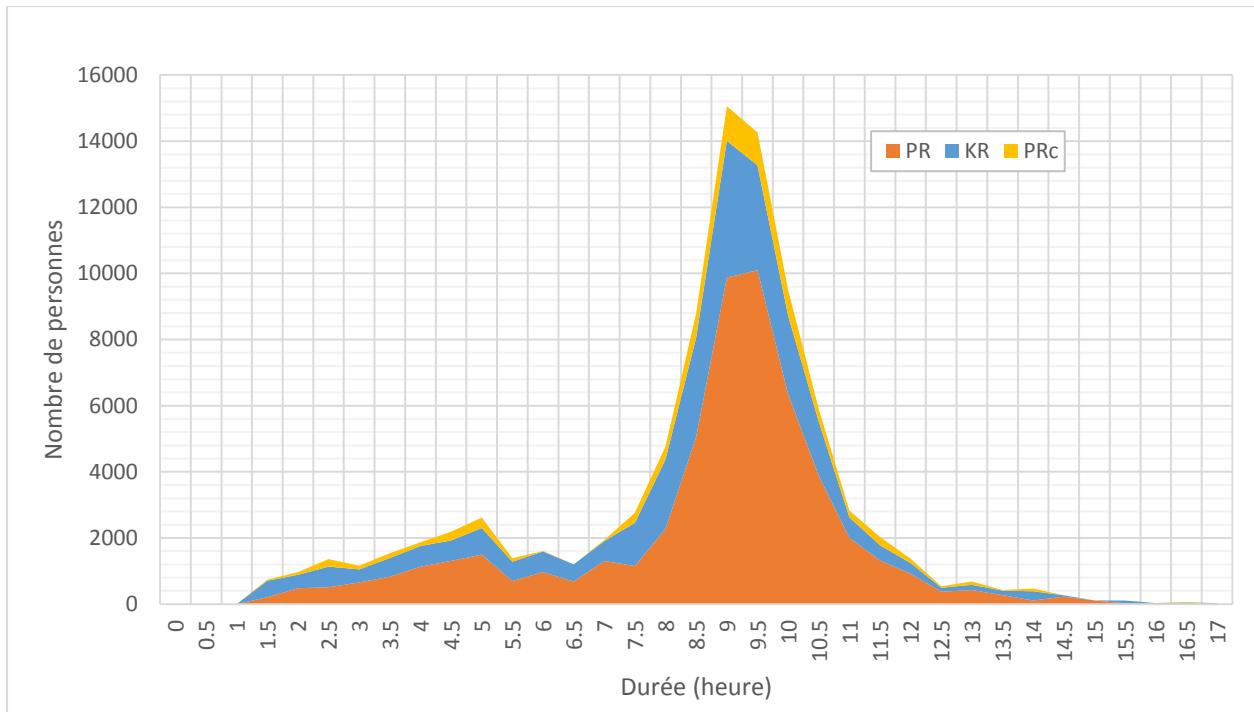


Figure 5-15 : Distribution des durées d'activité du déplacement intermodal

Les faits saillants de l'analyse de la chaîne d'activités des personnes associées aux points de jonction sont :

- La chaîne d'activités est plus complexe pour les personnes *park-and-ride* que les personnes *kiss-and-ride*. 22% des *park-and-ride* ont des activités périphériques entre leur activité intermodale et leur départ et retour au domicile, alors que c'est le cas pour 8% des *kiss-and-ride*;
- Les activités périphériques aux personnes *park-and-ride* réfèrent aux motifs « aller reconduire quelqu'un » et « aller chercher quelqu'un »;
- Le motif travail est présent en plus grande proportion pour les personnes *park-and-ride* que les personnes *kiss-and-ride*;
- Le motif étude est plus présent pour les personnes *kiss-and-ride* que pour les personnes *park-and-ride*;
- L'activité principale de 83% des personnes associées aux points de jonction est celle du déplacement intermodal;
- La durée moyenne du déplacement intermodal est de 7,72 heures.

5.3 Caractérisation des déplacements intermodaux passant du réseau routier au réseau TC impliquant un stationnement (PR)

En s'intéressant plus particulièrement au déplacement des personnes effectuant un point de jonction de type *park-and-ride* durant la période de pointe du matin et dont la combinaison des modes s'effectue du réseau routier au réseau TC, il est possible de se concentrer sur les éléments spécifiques caractérisant ces types de déplacements : spatialisation des extrémités de déplacement, distribution spatiale, distances de déplacement par segment, axes de demande, composition modale, etc. Dans ce mémoire, une attention particulière est portée sur ces déplacements étant donné le caractère dimensionnant et la pression qu'exercent ces types de déplacement sur le réseau.

5.3.1 Localisation

Les déplacements impliquant un point de jonction se composent de trois extrémités de déplacement : l'origine, le point de jonction et la destination. La spatialisation de ces trois entités permet d'observer des tendances associées à ce type de déplacement. La figure 5-16 géolocalise l'origine, le point de jonction et la destination pour tous les déplacements de type *park-and-ride*. Également, l'utilisation de l'ellipse de dispersion permet de caractériser spatialement la dispersion des trois extrémités de déplacement (Morency, 2005). La figure permet de déceler que le phénomène suit un schéma radioconcentrique, où les points d'origine et de jonction se situent en périphérie du centre-ville de Montréal, et que les points de destination se situent près du centre-ville de Montréal.

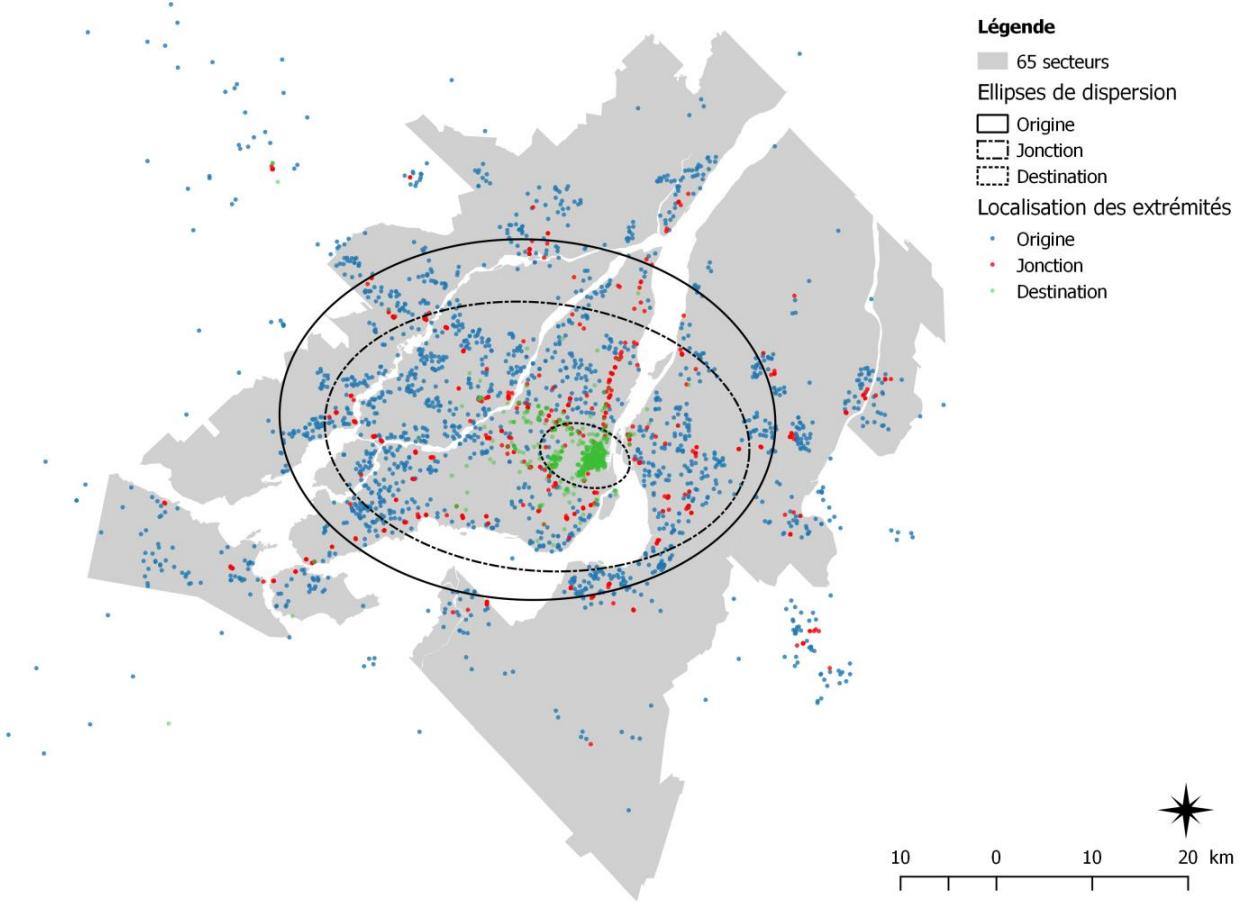


Figure 5-16 : Localisation des extrémités de déplacement et ellipse de dispersion pour les déplacements *park-and-ride*

La figure 5-17 comptabilise le nombre d'extrémités de déplacements en fonction de son éloignement du centre-ville. Certaines tendances ressortent et confirment l'aspect radioconcentrique des déplacements intermodaux. À titre d'illustration, 91% des déplacements *park-and-ride* ont leur destination à 5 km et moins du centre-ville de Montréal : les principaux points d'intérêt étant le centre-ville et le secteur de l'Université de Montréal. Pour les extrémités des origines et les points de jonction, 70% des origines se situent à plus de 15 km du centre-ville, alors que 44% des points de jonction se situent à plus de 15 km du centre-ville. Tel qu'illustrée sur la figure, la courbe de l'éloignement des points de jonction est plus près de la courbe de l'éloignement des origines que de celle des destinations. Il est donc possible d'entrevoir que la portion de déplacement entre l'origine et la jonction est globalement plus courte qu'entre la jonction et la destination. Notons que cette mesure d'éloignement néglige cependant toutes les distorsions causées par les barrières naturelles, dont le fleuve Saint-Laurent : l'éloignement des

origines et jonctions pourrait donc varier à la hausse en fonction de la vitesse des déplacements par exemple.

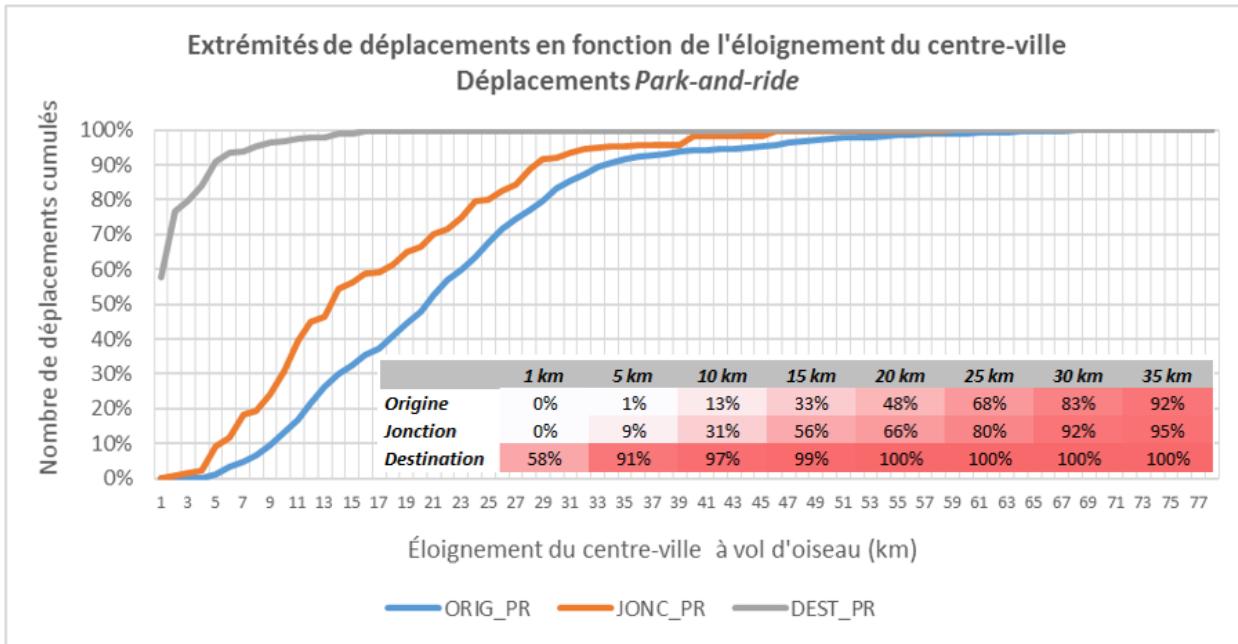


Figure 5-17 : Éloignement du centre-ville des extrémités de déplacement

5.3.2 Segments de déplacement intermodal

Ayant les trois extrémités du déplacement (origine, point de jonction et destination), le déplacement intermodal se découpe en deux segments distincts : le segment de l'origine au point de jonction et le segment de la jonction à la destination. Dans cette section, puisque l'intérêt porte sur les déplacements passant du réseau routier au réseau de transport collectif, la portion de l'origine au point de jonction réfère à la voiture privée, alors que la portion du point de jonction à la destination implique le transport collectif.

Spatialisation

La spatialisation des deux segments de déplacement intermodal permet d'apprécier la directivité ainsi que la longueur de ces segments. La figure 5-18 et la figure 5-19 illustrent cette spatialisation. Cette figure montre des lignes de désirs très structurées et orientées en fonction du centre-ville, qui représente le principal lieu de desserte du transport collectif. Cette illustration confirme nos constats sur la radioconcentricité des déplacements intermodaux. En distinguant les

segments selon le mode de transport collectif utilisé, les distances des segments origine-jonction et jonction-destination semblent différentes en fonction du mode. Par exemple, la portion de l'origine à la jonction semble plus courte pour le train que pour le métro, alors que la portion représentant la jonction à la destination semble plus longue pour le train que pour le métro. Cette tendance se confirme également sur la figure 5-20 qui présente l'agrégation par point de jonction des segments de l'origine à la jonction et de la jonction à la destination. Chaque segment correspond à la directivité moyenne et la distance moyenne des segments associés à son point de jonction.

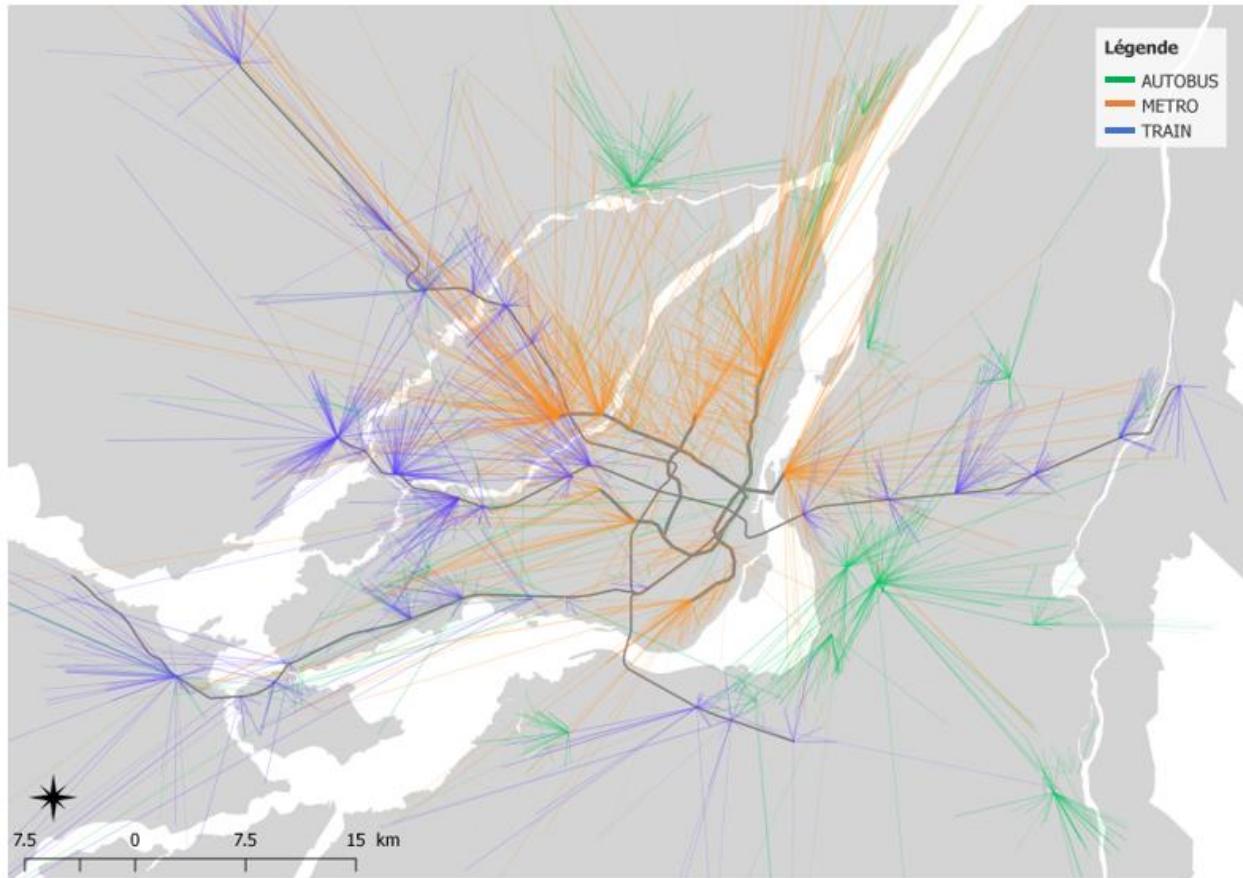


Figure 5-18 : Spatialisation des segments origine-jonction par mode TC principal

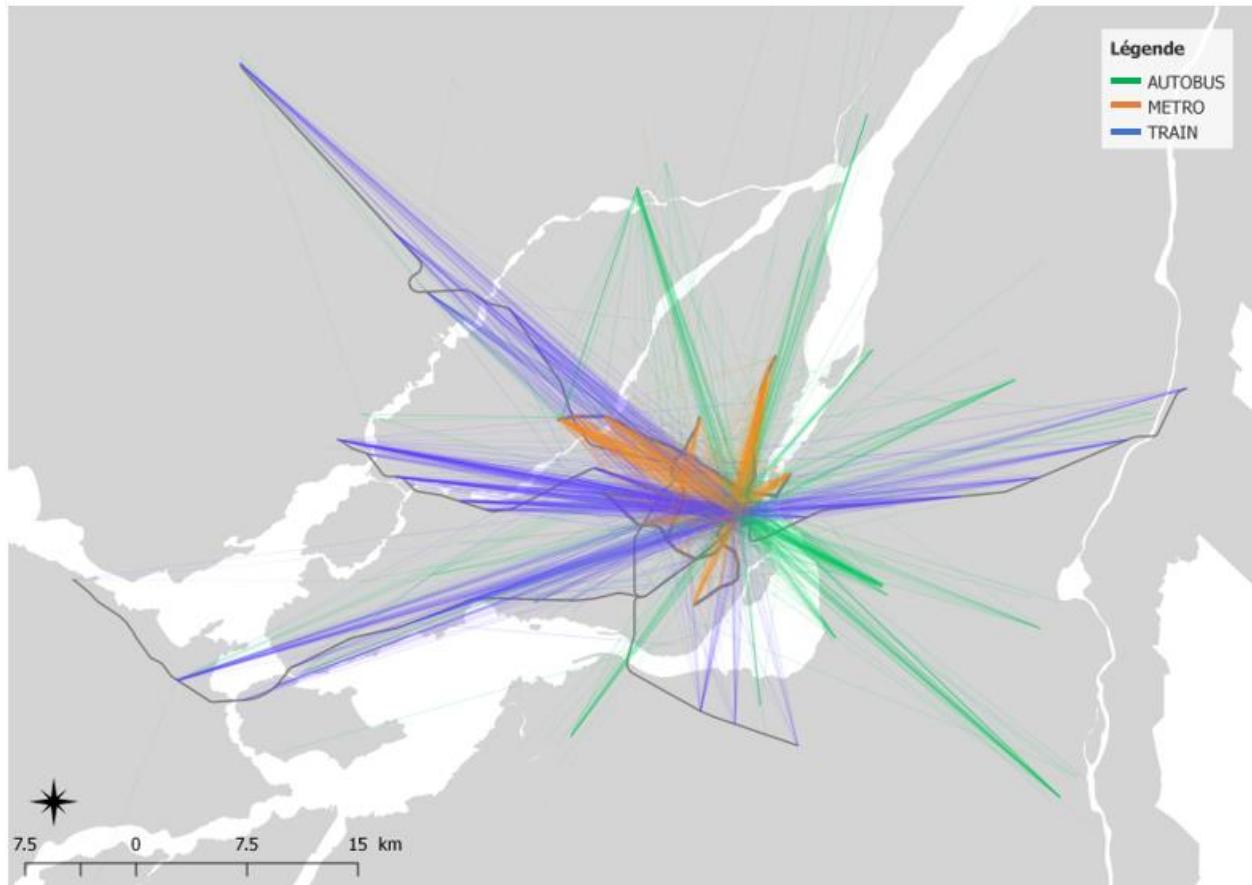


Figure 5-19 : Spatialisation des segments jonction-destination par mode TC principal

Cette agrégation des segments par point de jonction confirme non seulement le rôle distinct d'attractivité des différents modes, mais permet également d'apprécier l'importance des axes de demande intermodale associées aux déplacements *park-and-ride*. Au total, huit principaux axes de demande intermodale peuvent être identifiés.

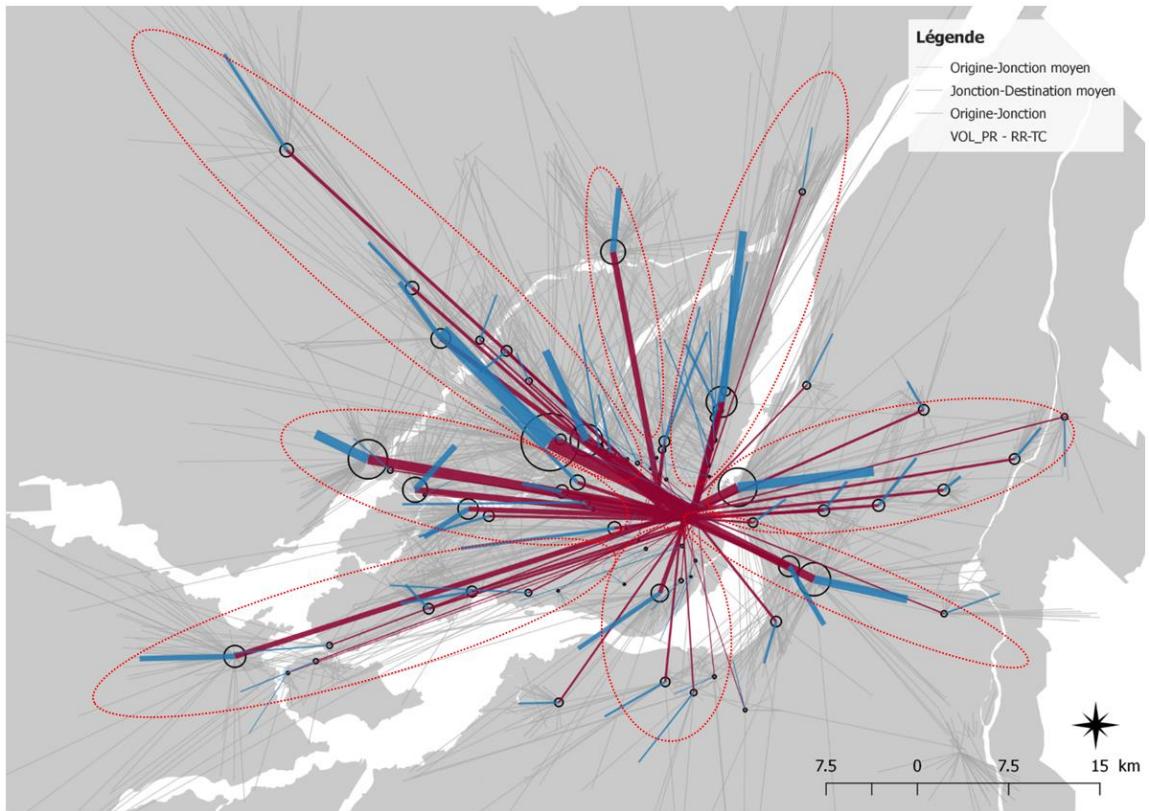


Figure 5-20 : Agrégation des segments origine-jonction et jonction-destination par point de jonction – Directivité moyenne, distance moyenne et volume de voitures par point de jonction

Distance de déplacement par segment

La figure 5-21 présente la relation entre les distances de chacun des segments du déplacement *park-and-ride*. Segmentés par mode associé au point de jonction, les trois graphiques illustrent l'éloignement pour accéder aux points de jonction et la proximité des lieux de jonction avec la destination. Il est possible de constater que les points de jonction associés au métro ont un rayonnement d'accès de l'origine à la jonction plus grand que pour le train et le bus. Toutefois, étant plus près du centre-ville, les points de jonction du métro ont une distance vers le centre-ville plus restreinte que le bus et le train qui possèdent, quant à eux, une desserte davantage régionale. Les figures affichent également, de manière implicite, les lieux de jonction présentant un fort achalandage. Par exemple, pour le train, la gare Deux-Montagnes apparaît près du kilomètre 26 sur l'axe de la distance jonction-destination. Quant au métro, la station Montmorency apparaît près du kilomètre 14 alors que pour le bus, le stationnement Brossard-Chevrier apparaît près du kilomètre 11 sur l'axe de la distance jonction-destination.

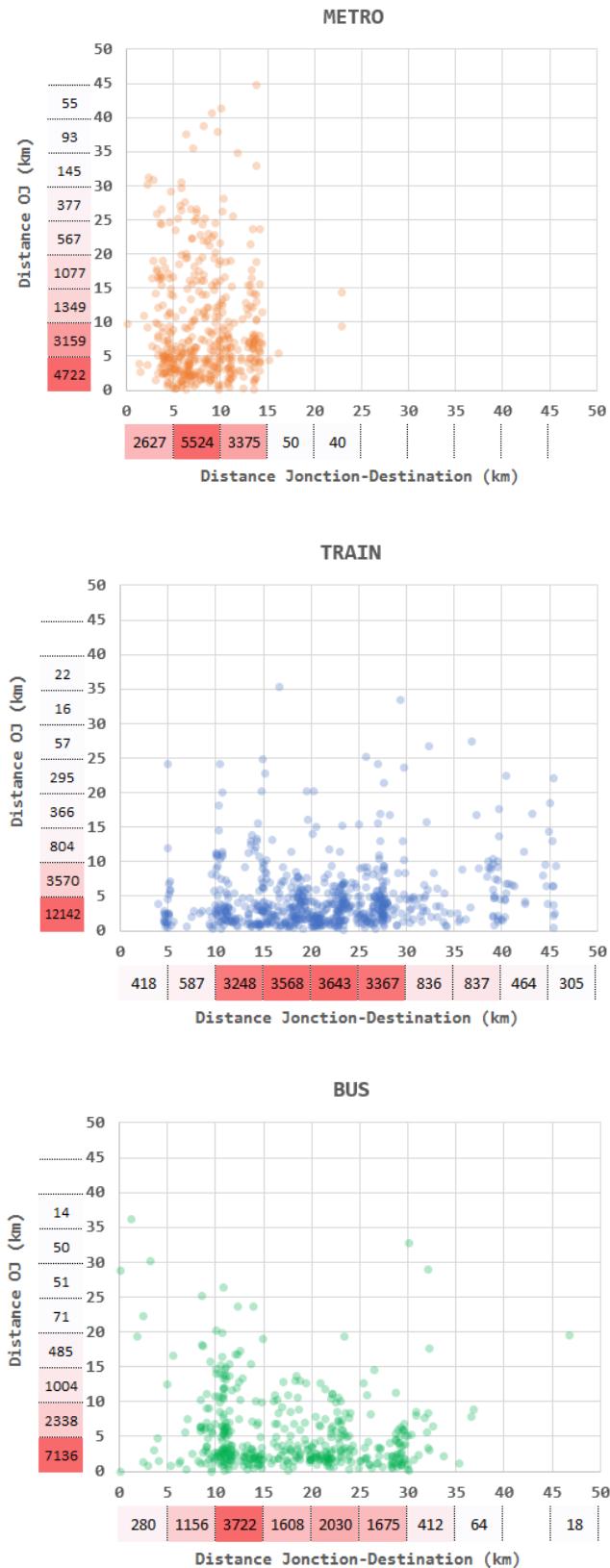


Figure 5-21 : Distance origine-jonction et jonction-destination par mode

Pour résumer les tendances observées sur les figures précédentes, le tableau 5-4 présente des statistiques concernant la distance des segments origine-jonction, jonction-destination et origine-destination pour les déplacements de type *park-and-ride*.

La distance moyenne du segment de l'origine à la jonction varie en fonction des modes. Il apparaît que le bus et le train ont une distance moyenne d'accès de 5,42 km et de 4,93 km respectivement, alors que le métro a une distance moyenne d'accès de 9,92 km. Ainsi, ces chiffres confirment que les points de jonction associés aux stations de métro semblent avoir, en moyenne, un attrait plus régional que les points de jonction du bus et du train, qui semblent rejoindre une clientèle plus locale. La distance moyenne de la jonction à la destination montre que le bus et le métro disposent d'une offre de transport collectif davantage présente pour des secteurs en périphérie du centre de Montréal, puisque la distance moyenne de la jonction à la destination est 17,31 km pour le bus et de 22,03 km pour le train. À l'inverse, les déplacements *park-and-ride* associés au métro disposent d'une distance moyenne plus faible de 8,28 km.

De plus, la proportion des distances de chacun des segments sur la distance totale montre des différences selon le mode. Les déplacements *park-and-ride* associés au métro possèdent une proportion de distance en voiture de 55%, en moyenne. La part du segment en voiture est moins importante pour les points de jonction associés au bus et au train avec respectivement une part de 24% et 26% de la distance totale. Cette mesure confirme la portée plus locale des points de jonction associés au bus et au train par rapport au métro.

Tableau 5-4 : Statistiques sur la distance moyenne pondérée des segments de déplacement de type *park-and-ride*

Distance à vol d'oiseau (km)					
Origine-Jonction		Jonction-destination		Origine-destination	
	<i>Moyenne</i>		<i>Moyenne</i>		<i>Moyenne</i>
BUS	5,42	5,84	17,31	9,91	20,63
METRO	9,92	9,44	8,28	4,01	17,07
TRAIN	4,93	5,24	22,03	8,93	24,73
Tous modes	6,93	7,67	15,67	9,59	20,81
Proportion de la distance des segments par mode					
BUS	24%		76%		
METRO	55%		45%		
TRAIN	26%		74%		
Tous modes	31%		69%		

Toutefois, il est observé que la distance des segments origine-jonction et jonction-destination varie en fonction de l'éloignement du centre-ville. La figure 5-22 illustre la relation entre la distance moyenne pondérée de chaque segment de déplacement en fonction de l'éloignement entre l'origine du déplacement et le centre-ville. Pour le segment jonction-destination, la répartition de chaque mode est illustrée pour chacune des catégories de distance. La figure montre que la distance de l'origine à la jonction (en voiture) est relativement constante en fonction de l'éloignement du centre-ville. À l'intérieur d'un rayon de 33 km du centre-ville, la distance moyenne de l'origine à la jonction ne dépasse jamais 10 km. À l'inverse, la distance moyenne du segment jonction-destination (en TC) augmente linéairement plus on s'éloigne du centre-ville. Cependant, notons qu'à plus de 30 km et à moins de 4 km du centre-ville, le nombre de déplacements est inférieur à 500 et se situe sous un seuil de significativité.

Cette figure laisse entrevoir une relation entre le mode associé au point de jonction et l'éloignement du centre-ville. L'utilisation du métro semble plus importante plus on se rapproche du centre-ville, alors que l'utilisation du train et du bus semble plus importante plus on s'éloigne du centre-ville. D'ailleurs, la figure 5-23, la figure 5-24 et la figure 5-25 illustrent ce phénomène pour les points de jonction associés au métro, au train et au bus respectivement. Ces figures confirment également la relation de proportion entre la distance de l'origine à la jonction et de la jonction à la destination, qui se distingue selon le mode. En effet, pour le métro, il est possible d'observer une symétrie entre la distance des deux segments, alors que pour le bus et le train, la portion origine-jonction est généralement moins longue que la portion de la jonction à la destination. Mesurées en personnes-km, ces figures permettent également d'illustrer l'importance de la demande en fonction de l'éloignement du centre-ville.

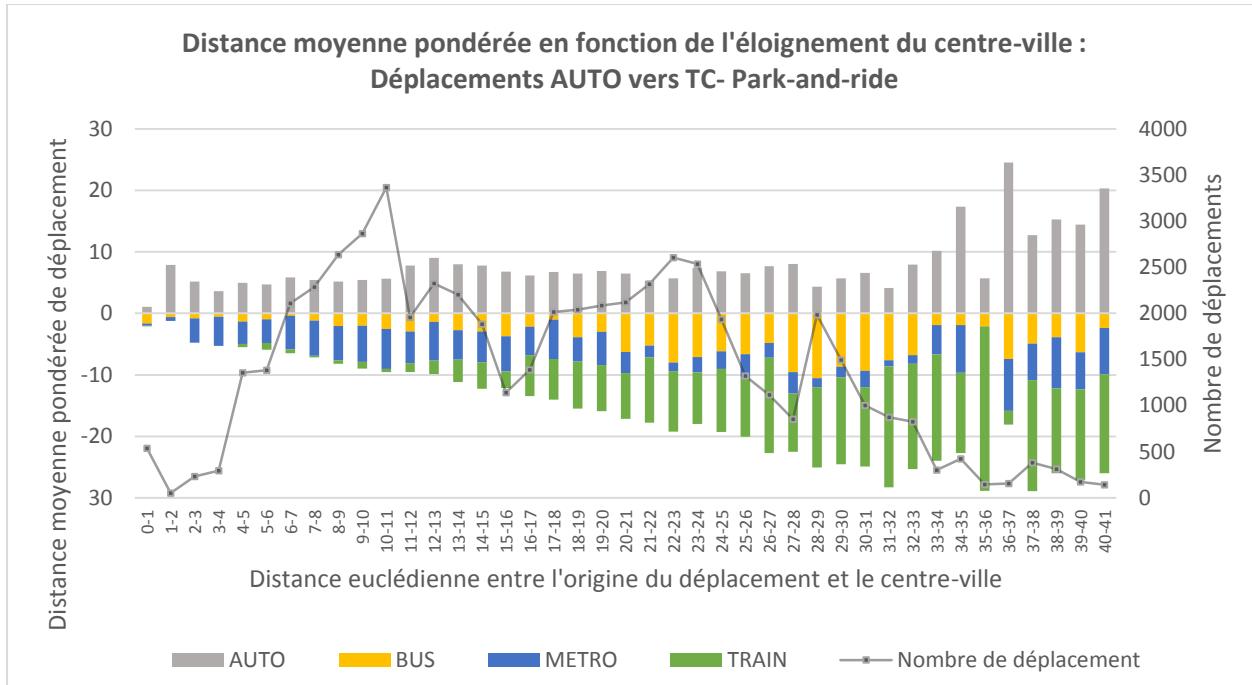


Figure 5-22 : Relation entre la distance des segments de déplacement et l'éloignement du centre-ville

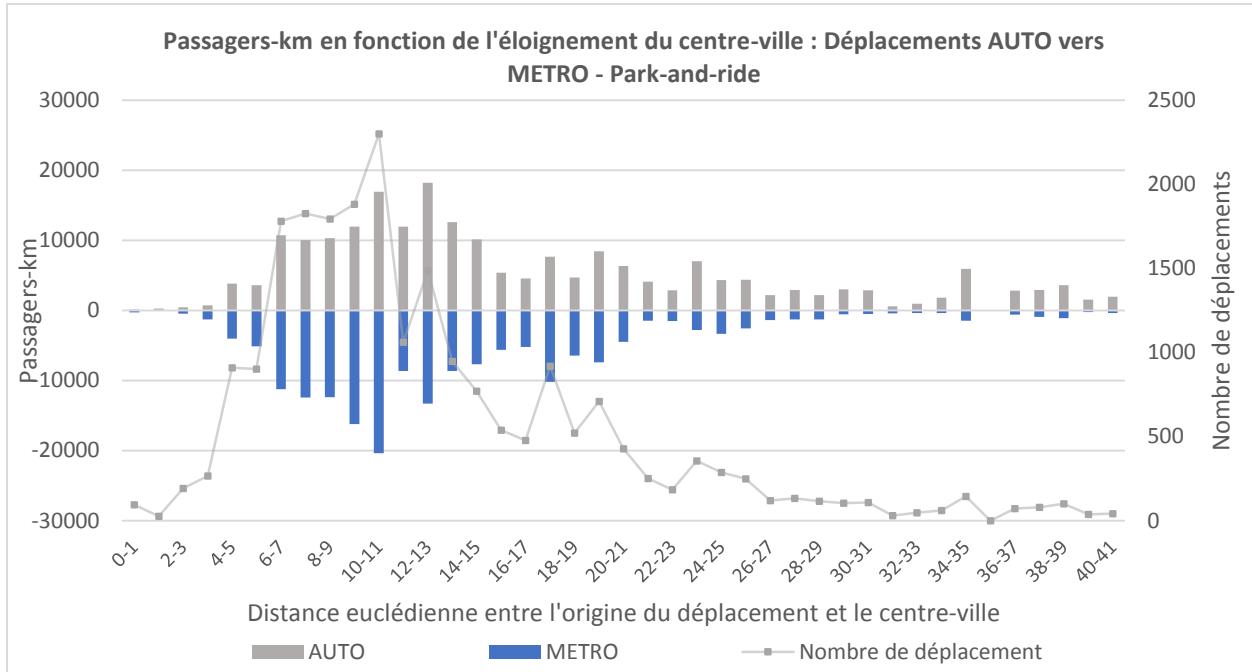


Figure 5-23 : Personnes-km effectuant un déplacement intermodal passant de la voiture vers le métro selon l'éloignement du centre-ville

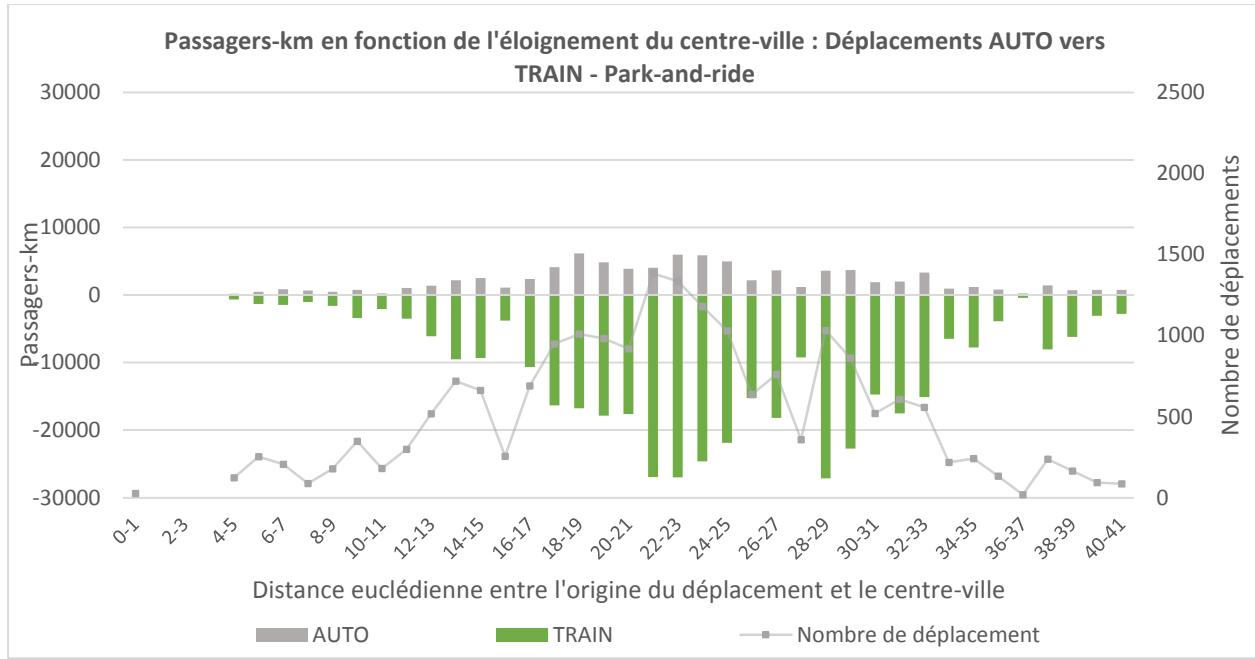


Figure 5-24 : Personnes-km effectuant un déplacement intermodal passant de la voiture vers le train selon l'éloignement du centre-ville

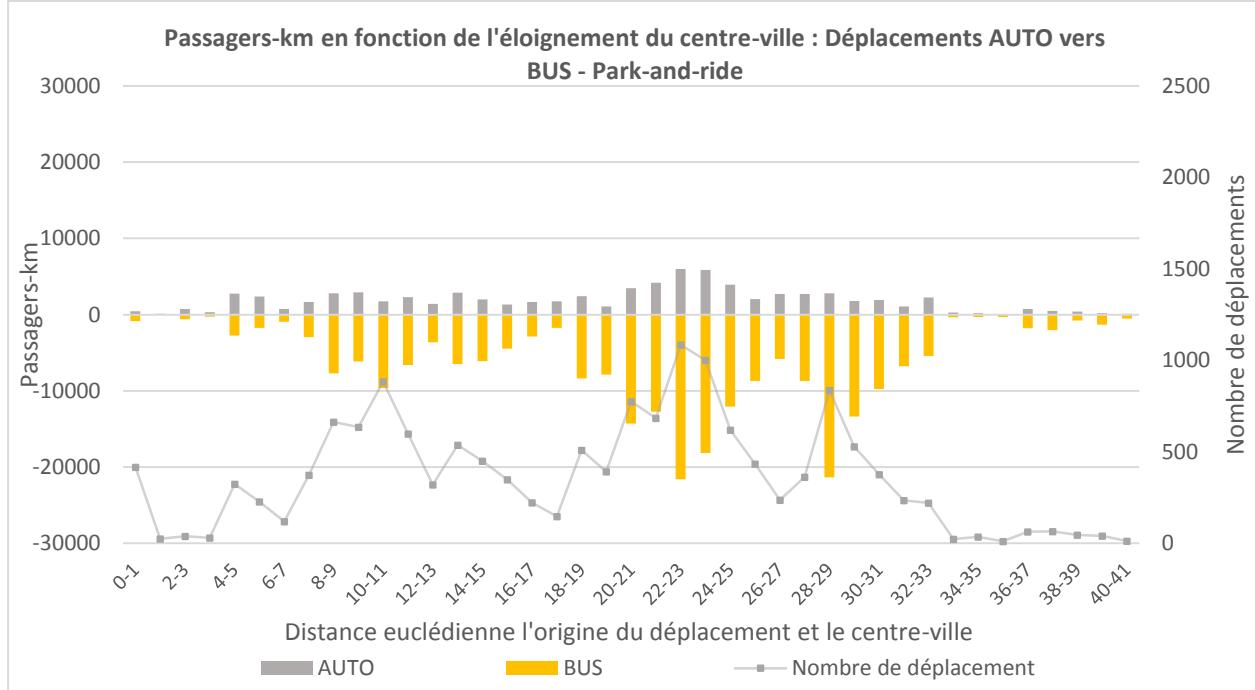


Figure 5-25 : Personnes-km effectuant un déplacement intermodal passant de la voiture vers le bus selon l'éloignement du centre-ville

5.3.3 Combinaisons modales

La figure 5-26 présente le nombre de lignes empruntées pour les déplacements *park-and-ride* en fonction du mode principal associé au point de jonction du déplacement. Pour le segment de la jonction à la destination (en transport collectif), 62% des déplacements *park-and-ride* utilisent une seule ligne de transport collectif. Cette proportion est légèrement supérieure lorsque le premier mode de transport collectif emprunté directement après le point de jonction est le train ou le métro. Lorsque le mode suivant la jonction est l'autobus, la part des déplacements utilisant plus d'une ligne de transport collectif est plus importante, notamment en raison de certains stationnements associés à un service d'autobus qui se rabat à une station de métro (Terrebonne et Sainte-Julie par exemple). Les usagers doivent donc effectuer une correspondance supplémentaire puisque certains services de bus ne desservent pas directement le centre-ville.

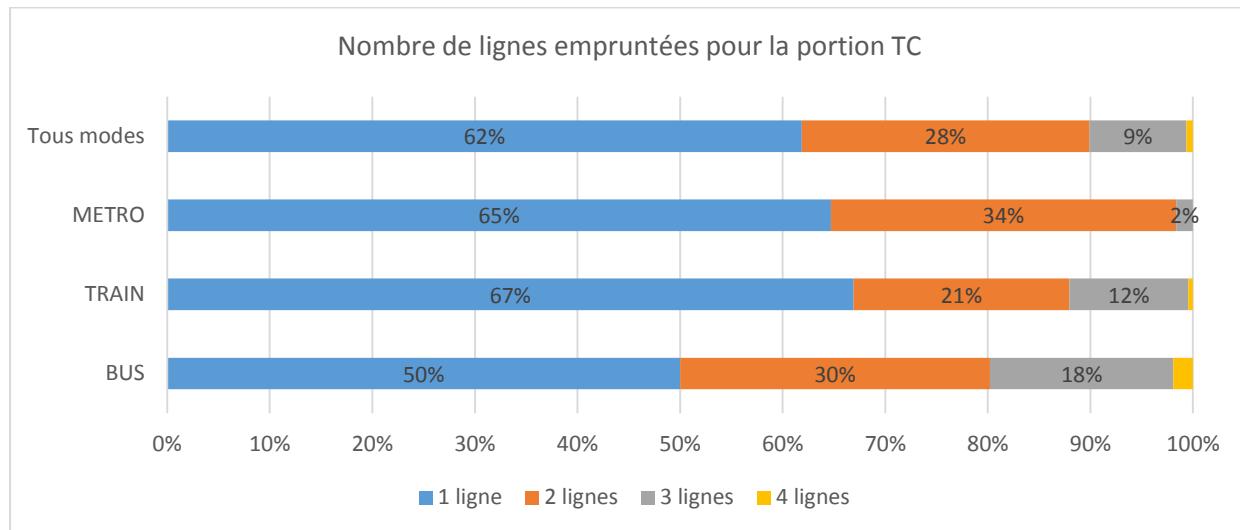


Figure 5-26 : Statistiques sur l'utilisation des modes de transport collectif lors du déplacement intermodal de type *park-and-ride*

5.4 Caractérisation des points de jonction

À partir de données traitées de l'enquête origine-destination de 2013 au chapitre 4, cette section caractérise les points de jonction de la Grande région de Montréal selon le nombre de voitures se stationnant.

5.4.1 Utilisation des points de jonction

La figure 5-27 présente le nombre maximal de véhicules stationnés à chacun des points de jonction par jour selon les données de l'enquête origine-destination de 2013. Il est possible d'observer la forte présence de véhicules aux extrémités des lignes de métro (Montmorency, Saint-Michel, Longueuil, Radisson et Angrignon). Les stationnements Brossard-Chevrier et Terrebonne se démarquent parmi les points de jonction autobus dû à la forte présence de véhicules y étant immobilisées. Finalement, la ligne de train Deux-Montagnes montre une forte occupation de véhicules stationnés particulièrement aux gares Deux-Montagnes, Sainte-Dorothée et Roxboro-Pierrefonds. Le chapitre suivant présentera une comparaison avec les données de comptages de l'AMT permettant de nuancer et de préciser les résultats obtenus.

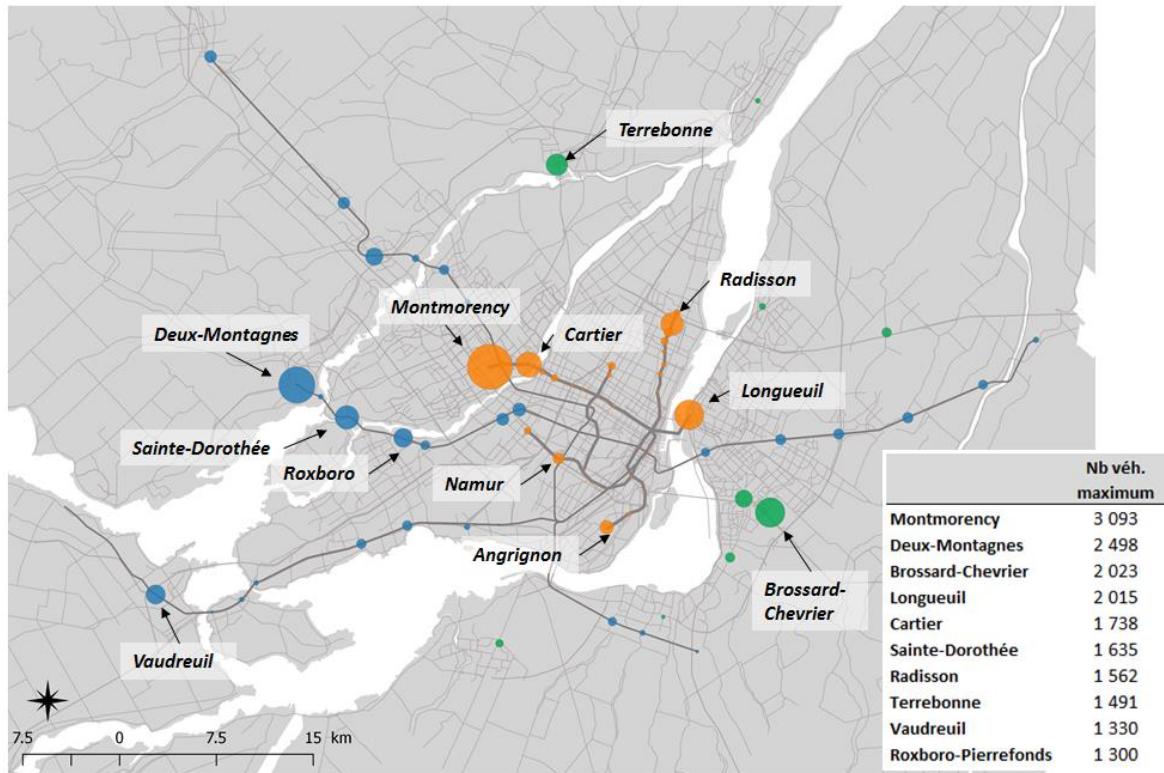


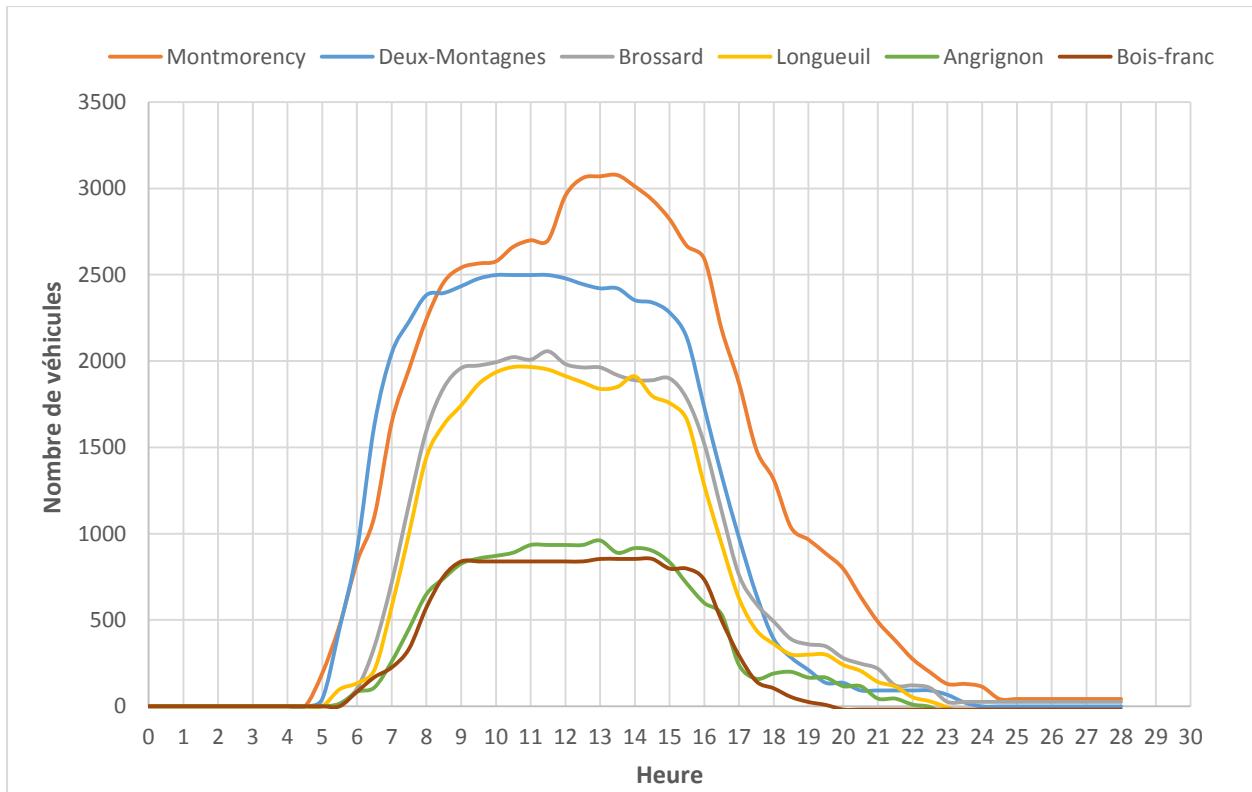
Figure 5-27 : Nombre maximal de véhicules stationnés par point de jonction par jour

5.4.2 Profils d'accumulation de véhicules

Ayant distingué l'objet « voiture » parmi les déplacements de l'enquête, il est possible de calculer un profil d'accumulation de véhicules (PAV) pour chacun des points de jonction. Ce profil permet d'apprécier le nombre de véhicules stationnés en fonction de l'heure de la journée à laquelle les véhicules sont présents au point de jonction².

Le graphique suivant (cf. figure 5-28) présente les profils d'accumulation de véhicules pour six points de jonction présentant une utilisation particulièrement importante en termes d'achalandage. Ce graphique permet de cibler des enjeux de capacité pour certains sites, en plus de constater une utilisation différente par point de jonction. Par exemple, malgré un temps de parcours similaire jusqu'au centre-ville, les points de jonction Montmorency et Brossard-Chevrier présentent une utilisation matinale assez différente. En effet, selon les horaires planifiés par la STM et l'AMT pour les services de transport associés à ces deux lieux, il faut 25 minutes pour rejoindre le centre-ville. Toutefois, le profil est similaire en termes de forme d'accumulation, mais avec une translation de près de 1h30 entre les deux pour une utilisation similaire. En effet, le même volume de véhicules accumulés à Chevrier est observé 1h30 plus tard qu'à Montmorency et ce, jusqu'à 8h30. Il est donc possible d'en déduire que la capacité limitée du stationnement Montmorency force les usagers à se stationner plus tôt au stationnement pour s'assurer d'une place. Malgré un temps de parcours plus long jusqu'au centre-ville (40 minutes), des enjeux de capacité au stationnement Deux-Montagnes sont également observés. En effet, les premiers véhicules arriveraient même avant les premiers départs de train. D'ailleurs, en 2013, *La Presse* relatait cette situation : « À Deux-Montagnes, [...] les 2 000 places se remplissent dès 7h15 [...]. Pour être sûrs d'avoir une place, certains automobilistes se rendent [...] très tôt, quitte à dormir en attendant le premier départ de train... » (La Presse, 2013). Cette situation est en effet confirmée par les enquêtes origine-destination.

² Puisque l'heure d'arrivée au point de jonction n'est pas disponible dans l'enquête origine-destination, celle-ci est calculée selon l'heure de départ du déplacement en y ajoutant le temps de parcours de l'origine au point de jonction (la distance à vol d'oiseau et la vitesse en écoulement libre sont utilisées).



	Montmorency	Deux-Montagnes	Chevrier	Longueuil	Angrignon	Bois-Franc
5h00	192	43	0	0	0	0
6h00	837	906	103	133	84	168
7h00	1 645	2 046	718	579	260	334
8h00	2 244	2 382	1 597	1 444	650	754
9h00	2 541	2 434	1 959	1 744	826	839
MAX	3 077	2 498	2 057	1 966	960	854

Figure 5-28 : Profil d'accumulation de véhicules

Le chapitre suivant permettra de confirmer ces effets de capacité à partir de données de cartes à puce.

CHAPITRE 6 VALIDATION DES DONNÉES D'ENQUÊTE ORIGINE-DESTINATION ASSOCIÉES AUX POINTS DE JONCTION

D'abord, ce chapitre propose d'utiliser les données de cartes à puces pour confirmer ou rectifier les analyses concernant l'étude de certains points de jonction à partir de l'enquête origine-destination. Il s'agit de valider si les enquêtes permettent de bien représenter la situation réelle aux lieux particuliers où l'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif est présente de manière importante. Il est choisi d'expérimenter la comparaison entre ces données pour quatre points de jonction particuliers : les stations Montmorency, Namur, Longueuil et le stationnement Brossard-Chevrier. Ces lieux stratégiques possèdent un nombre élevé de places de stationnement et une part d'accès en voiture particulièrement importante par rapport au transport actif (marche et vélo).

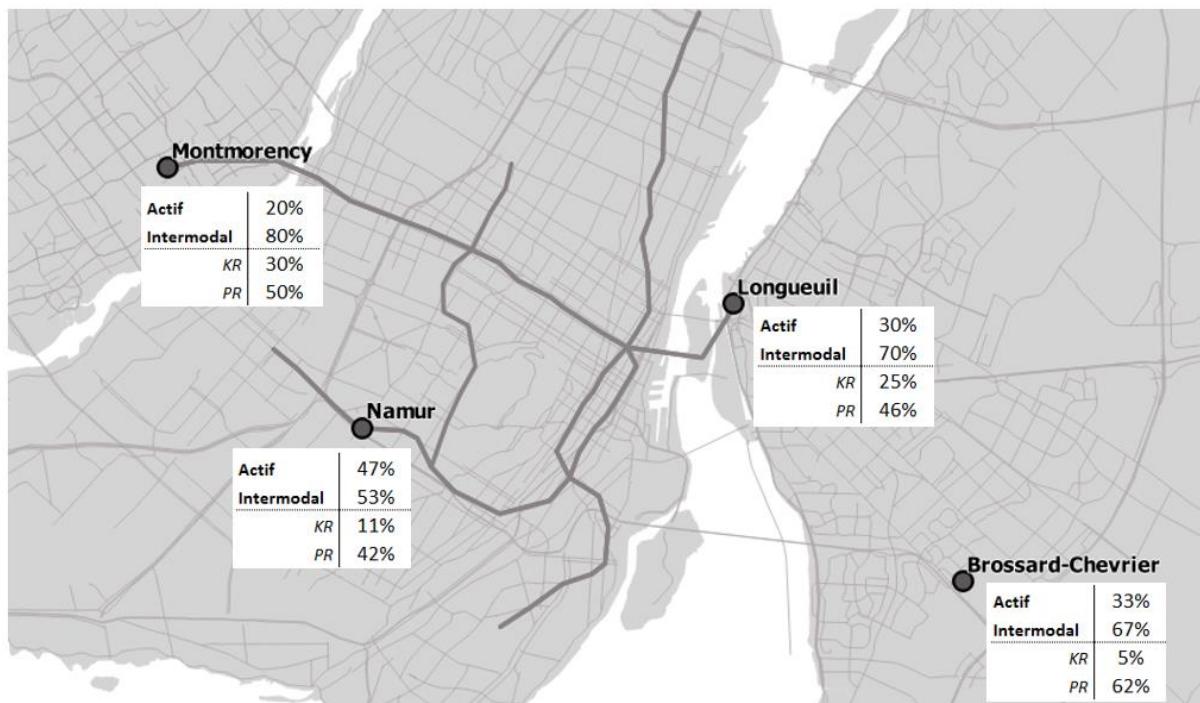


Figure 6-1 : Localisation des sites à l'étude avec la part des modes d'accès associés pour la période entre 5h00 et 10h00 (excluant l'autobus) – enquête origine-destination 2013

Ensuite, une comparaison entre les données de comptages de l'ensemble des stationnements incitatifs de l'AMT et les données de l'enquête origine-destination est réalisée.

6.1 Comparaison avec les données de cartes à puce

6.1.1 Description des données à l'étude et méthodologie

Les données utilisées proviennent de l'ensemble des transactions de cartes à puce effectuées aux tourniquets des stations Namur, Montmorency et Longueuil ainsi qu'aux boîtes de perception des autobus de la ligne Chevrier (direction centre-ville) en date du 24 octobre 2013. Pour le stationnement Brossard-Chevrier, l'extraction des voyages est d'une complexité supérieure puisque le système de perception des titres enregistre seulement le code de la boîte de perception comme lieu de la transaction, sans fournir d'information sur la direction de l'autobus ou sur l'arrêt d'embarquement. Pour identifier la direction du voyage, il s'agit d'abord d'identifier des regroupements de transactions en fonction de l'heure à laquelle elles ont été faites. Ensuite, la direction du voyage associé à chacune des transactions est isolée en fonction des caractéristiques des regroupements de transaction : nombre de transactions réalisées par regroupement (forte utilisation en direction du centre-ville) et correspondances effectuées avec le métro (aucune correspondance avec le métro pour les usagers en direction du centre-ville). Cette procédure est simple pour la ligne Chevrier puisque celle-ci ne possède qu'un arrêt d'embarquement au stationnement et deux arrêts de descente au centre-ville.

Tableau 6-1 : Description des attributs de la base de données

Attribut	Type de variable	Description
ID_transaction	Brute	Identifiant unique de la transaction
Code_emplacement	Brute	Identifiant unique de l'équipement où il y a eu validation BP : boîte de perception TE : tourniquet PV : porte vantaux
Code_ligne	Brute	Numéro de la ligne où la transaction est réalisée
Type_oper_validation	Brute	Type de validation 1 : Première transaction réalisée 3 : Transaction de correspondance
Dthr_operation	Brute	Date et heure de la transaction
Type_support	Brute	Type de support utilisé (carte à puce, billet unitaire, etc.)
Id_carte	Brute	Numéro unique de la carte
Code_produit_titre	Brute	Identifiant unique du produit utilisé pour la transaction
Mnemo_reseau_produit	Brute	Réseau associé au code de produit (STM, RTL, etc.)
Nb_transac	Dérivé	Nombre de transactions réalisées lors du déplacement
Vehicule_avant	Dérivé	Numéro de véhicule avant la transaction
Vehicule_apres	Dérivé	Numéro de véhicule après la transaction
Station_avant	Dérivé	Numéro de station avant la transaction
Station_après	Dérivé	Numéro de station après la transaction

Afin de comparer les données de cartes à puce aux données de l'enquête origine-destination, il est choisi d'adapter le fichier de déplacements de l'enquête pour correspondre minimalement à celui des données de cartes à puce. En effet, les données de cartes à puce comprennent une séquence de transactions alors que les données d'enquête origine-destination correspondent à une séquence de déplacements. Des ajustements sont donc réalisés sur le fichier de déplacements de l'enquête origine-destination. D'abord, le nombre de transactions par déplacement est identifié selon la logique du système de cartes à puce montréalais. Un usager valide à chaque ligne de bus et à l'entrée du métro seulement. Il n'y a pas de validation effectuée par l'usager pour les correspondances entre deux lignes de métro. Ensuite, le titre tarifaire utilisé pour le déplacement est dérivé selon les variables « TITRE », « MOTIF » et « AGE ». La variable « TITRE » renseigne seulement sur la possession ou non d'un titre mensuel. En la couplant avec le motif de déplacement (étude, travail ou autre) et l'âge de la personne, il est possible d'identifier le tarif du déplacement selon les politiques en vigueur dans la région de Montréal. Le tarif est de catégorie « réduit » si la personne est un étudiant de moins de 26 ans, a moins de 18 ans ou a 65 ans et plus. Sinon, le tarif est « régulier ». Finalement, l'enquête origine-destination renseigne seulement sur l'heure de départ du déplacement à partir de son origine. Ainsi, pour obtenir l'heure d'arrivée au point de jonction, le calcul est fait en fonction de la distance à vol d'oiseau et de la vitesse à écoulement libre du déplacement selon le mode d'accès associé (marche ou voiture).

6.1.2 Comparaison des données

La comparaison entre les données de cartes à puce et d'enquête origine-destination s'effectue pour les déplacements réalisant leur première transaction dans la journée, aux points de jonction à l'étude, entre 5h00 et 10h00. Les usagers ayant utilisé un autobus avant l'arrivée au point de jonction (en correspondance) ne sont pas pris en compte dans les analyses puisqu'il ne s'agit pas d'une pratique intermodale entre la voiture privée et le transport collectif. L'échantillon étudié contient donc les accès intermodaux (*park-and-ride* et *kiss-and-ride*) et les accès en transport actif (marche et vélo). Le tableau 6-2 présente une comparaison entre le nombre d'entrants, la composition des déplacements (nombre de transactions) et les attributs de la clientèle (réduit/ordinaire et unitaire/forfaitaire) pour les quatre points de jonction à l'étude.

Tableau 6-2 : Premières transactions sur le réseau de transport collectif entre 5h00 et 10h00 – données de cartes à puce du 24 octobre 2013 et enquête origine-destination 2013

	Namur		Montmorency		Longueuil		Chevrier	
	CAP	EOD	CAP	EOD	CAP	EOD	CAP	EOD
Nombre d'entrants	1 406	1 522	4 789	5 043	4 638	4 525	2 819	3 243
Nombre de transactions	1,21	1,12	1,13	1,05	1,13	1,08	1,27	1,39
Ratio Ordinaire/Total	0,69	0,81	0,82	0,79	0,85	0,81	0,89	0,83
Ratio Forfaitaire/Total	0,74	0,83	0,59	0,81	0,56	0,70	0,90	0,91
Capacité du stationnement AMT								
	428		1 327		1 770		2 313	

En ce qui concerne le nombre d'entrants, les différences entre les données de cartes à puce et les données d'enquête sont plutôt faibles et ce, particulièrement aux stations Namur et Longueuil, avec un écart d'un peu plus d'une centaine d'entrants entre les deux sources de données. Des écarts plus importants sont observés aux stations Montmorency et Chevrier, montrant une potentielle surestimation de l'enquête comparativement aux données de cartes à puce. L'hypothèse de bassins de drainage à majorité francophone étant plus enclins à répondre à l'enquête pourrait expliquer cette surestimation. Cependant, la date du 24 octobre 2013 pour les données de cartes à puce correspond à une semaine de relâche pour certaines universités à Montréal. Cet élément peut donc expliquer qu'il y ait plus d'entrants selon l'enquête origine-destination. Toutefois, ces écarts se situent dans les limites de significativité de l'enquête.

Les données de cartes à puce permettent également d'analyser la composition des déplacements selon le nombre de transactions réalisées lors du déplacement. À l'exception du stationnement Brossard-Chevrier, il est observé que l'enquête origine-destination sous-estime le nombre de transactions réalisées par les usagers sur le réseau de transport collectif. Ce constat est également confirmé par d'autres études (Spurr et al., 2015). En effet, certains ont observé que les répondants de l'enquête ont tendance à déclarer moins de lignes qu'ils n'en empruntent réellement. Dans le cadre des analyses précédemment réalisées concernant la composition modale de la portion en transport collectif des déplacements intermodaux, il est donc loisible de nuancer les résultats obtenus à l'égard de ces derniers constats.

À partir du titre tarifaire, certains constats sur le profil des usagers sont établis. Pour la station Namur, le tarif ordinaire est présent dans une plus faible proportion qu'aux autres stations à l'étude, montrant la présence potentiellement plus importante d'étudiants. À ce sujet, l'enquête estime une part plus importante de titres à tarif ordinaire que les données de cartes à puce à la station Namur. Cependant, aux autres stations, la proportion de titre ordinaire est plus élevée selon les données de cartes à puce que celles provenant de l'enquête. Ce constat est cohérent avec le fait que les données de cartes à puce ont été extraites lors d'une journée de la semaine de relâche de certaines universités.

Par ailleurs, les données provenant des cartes à puce montrent une part de titre forfaitaire moins importante que pour l'enquête et ce, particulièrement aux stations Longueuil et Montmorency. En effet, étant situées à l'extérieur de l'île de Montréal, ces deux stations ont un tarif de titre mensuel plus élevé que celui des stations en territoire montréalais. Avec une utilisation de moins de 5 jours par semaine (à deux déplacements par jour), il est plus avantageux de choisir des titres unitaires à ces stations. L'enquête semble moins capter ces nuances tarifaires pour ces deux stations.

Pour le stationnement Brossard-Chevrier, les informations sur le titre tarifaire confirme une certaine homogénéité de la clientèle. En effet, un taux de titre forfaitaire de 90% suppose une clientèle régulière se déplaçant plusieurs jours par semaine. Également, un taux de tarif ordinaire élevé suggère que peu d'étudiants utilisent le service. En effet, seulement 8% de titres à tarif réduit sont observés. Avec plus de 2 300 cases et 2 800 entrants sur la ligne de bus, une majorité de ces entrants sont de type *park-and-ride*. À lumière du profil des personnes *park-and-ride* présenté à la section 5.2.3, où 73% de ceux-ci effectuent leur déplacement pour le motif travail, les données de cartes à puce sur le titre tarifaire confirment ce profil de clientèle.

Les figures suivantes (cf. figure 6-2, figure 6-3, figure 6-4 et figure 6-5) présentent la comparaison des distributions temporelles des arrivées entre les données d'enquête et de cartes à puce. De manière générale, il est observé que le nombre d'entrants est plus élevé pour les heures en début de pointe avec l'enquête qu'avec les données de cartes à puce. Toutefois, pour les données d'enquête, l'heure d'arrivée au stationnement est estimée selon des hypothèses de vitesse, limitant la précision de ces résultats.

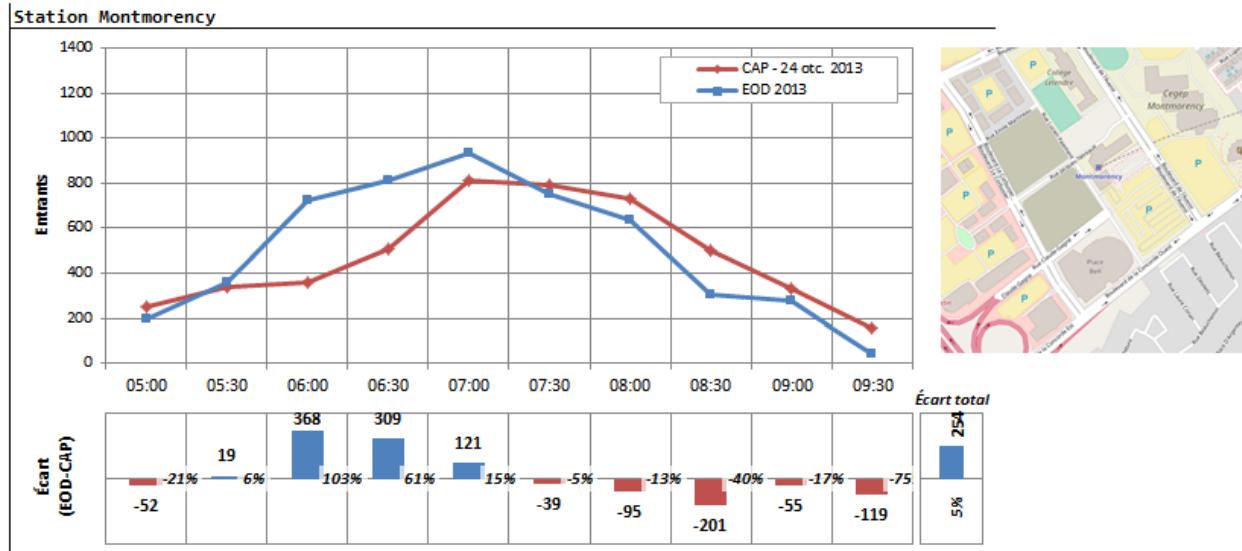


Figure 6-2 : Distribution temporelle des entrants à la station Montmorency par 30 minutes (excluant les accès par autobus)

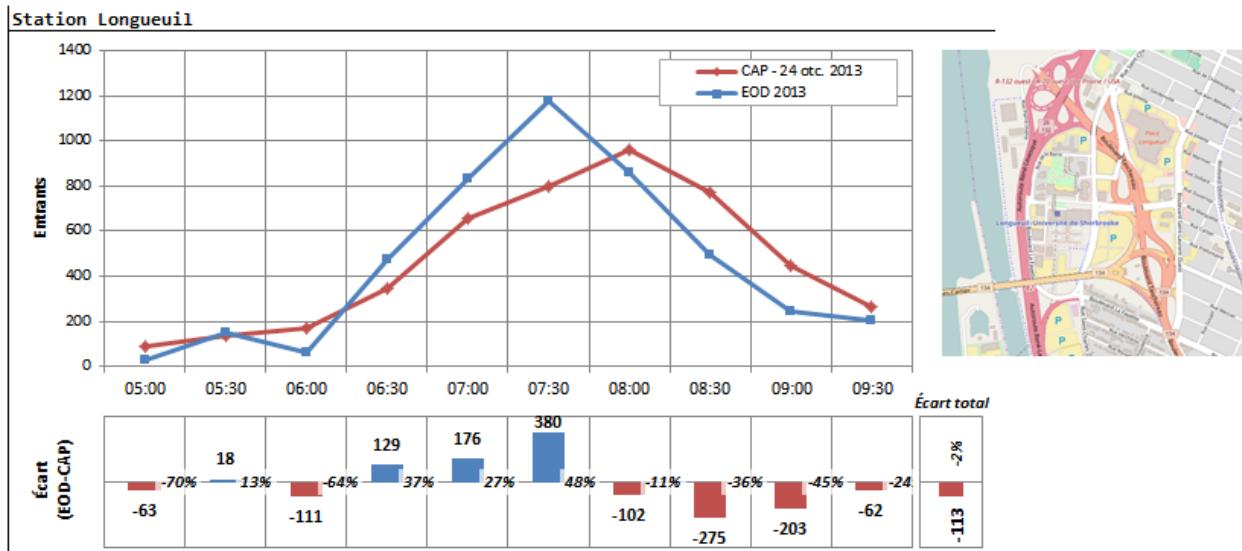


Figure 6-3 : Distribution temporelle des entrants à la station Longueuil par 30 minutes (excluant les accès par autobus)

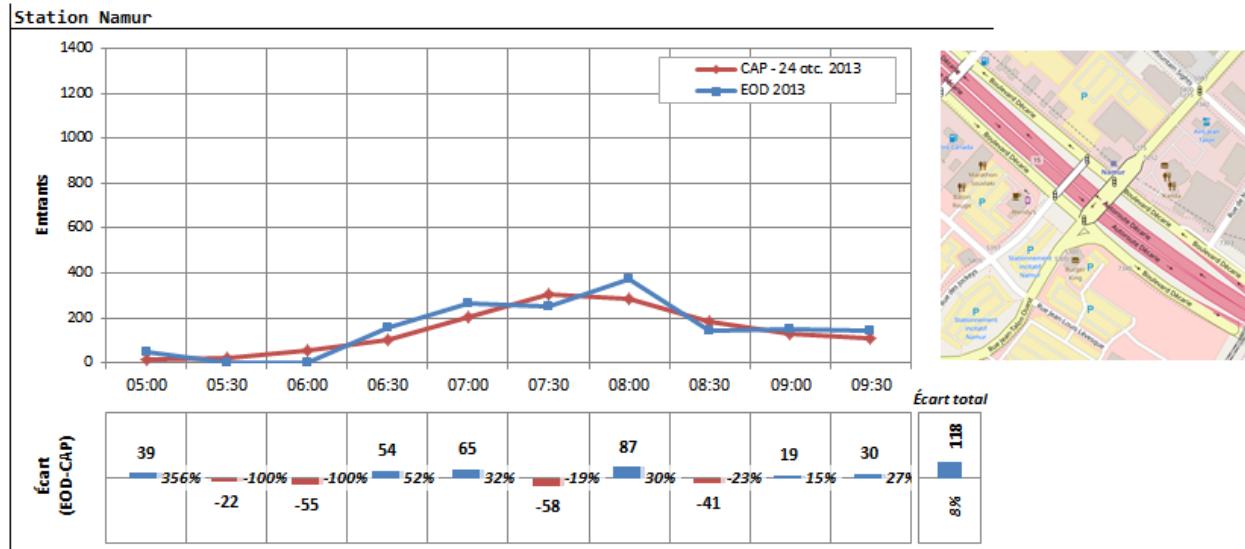


Figure 6-4 : Distribution temporelle des entrants à la station Namur par 30 minutes (excluant les accès par autobus)

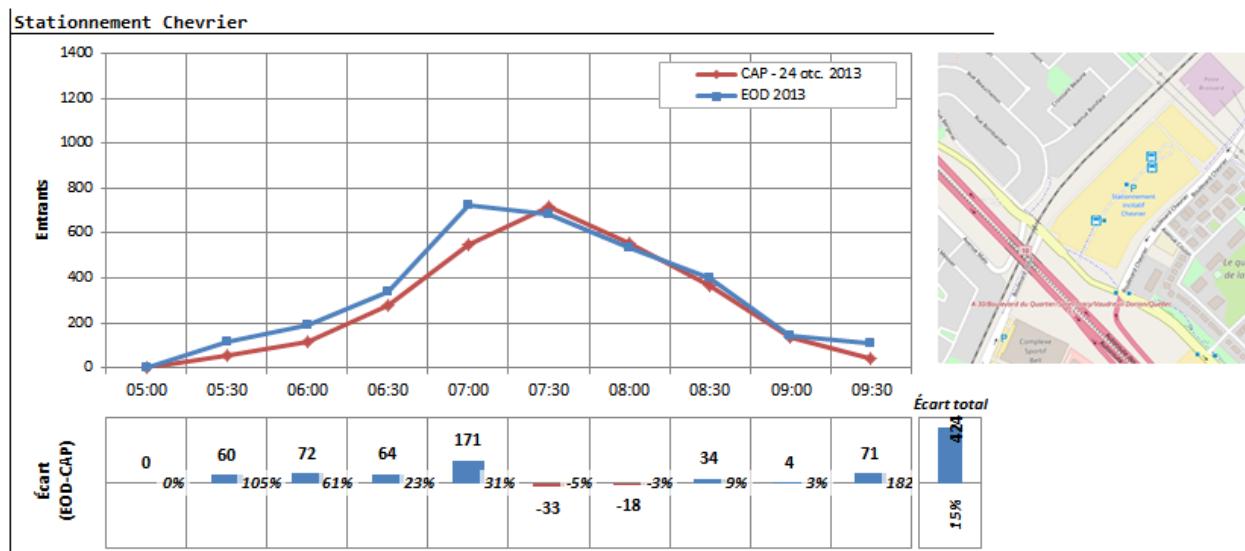


Figure 6-5 : Distribution temporelle des entrants au stationnement Chevrier par 30 minutes (excluant les accès par autobus)

L'analyse de la distribution des entrants aux stations, avec les données de cartes à puce, confirme également les enjeux de capacité de la station Montmorency, tel qu'observé à la section 5.4.2. (cf. figure 6-6). En effet, selon les données d'enquête, près de 650 usagers arrivent à Montmorency avant 6h00 et parmi ceux-ci, 85% y accèdent en *park-and-ride*, 10% en *kiss-and-ride* et 5% en transport actif. Parmi les usagers accédant en *park-and-ride*, 56% proviennent de secteurs de Laval alors que le reste provient de la couronne nord. Les données de cartes à puce confirment cette tendance avec 590 usagers qui valident à la station Montmorency avant 6h00. En comparant le taux d'entrants par 10 minutes avec les données de cartes à puce (cf. figure 6-6), il est possible de constater une part significativement plus élevée d'entrants avant 6h00 pour la station Montmorency par rapport aux autres points de jonction étudiés, témoignant ainsi de l'enjeux de capacité du stationnement. L'enquête permet de bien différencier cet effet de saturation de l'équipement de transport collectif. Toutefois, les données de cartes à puce précisent de manière plus fine l'entrée des usagers à la seconde près.

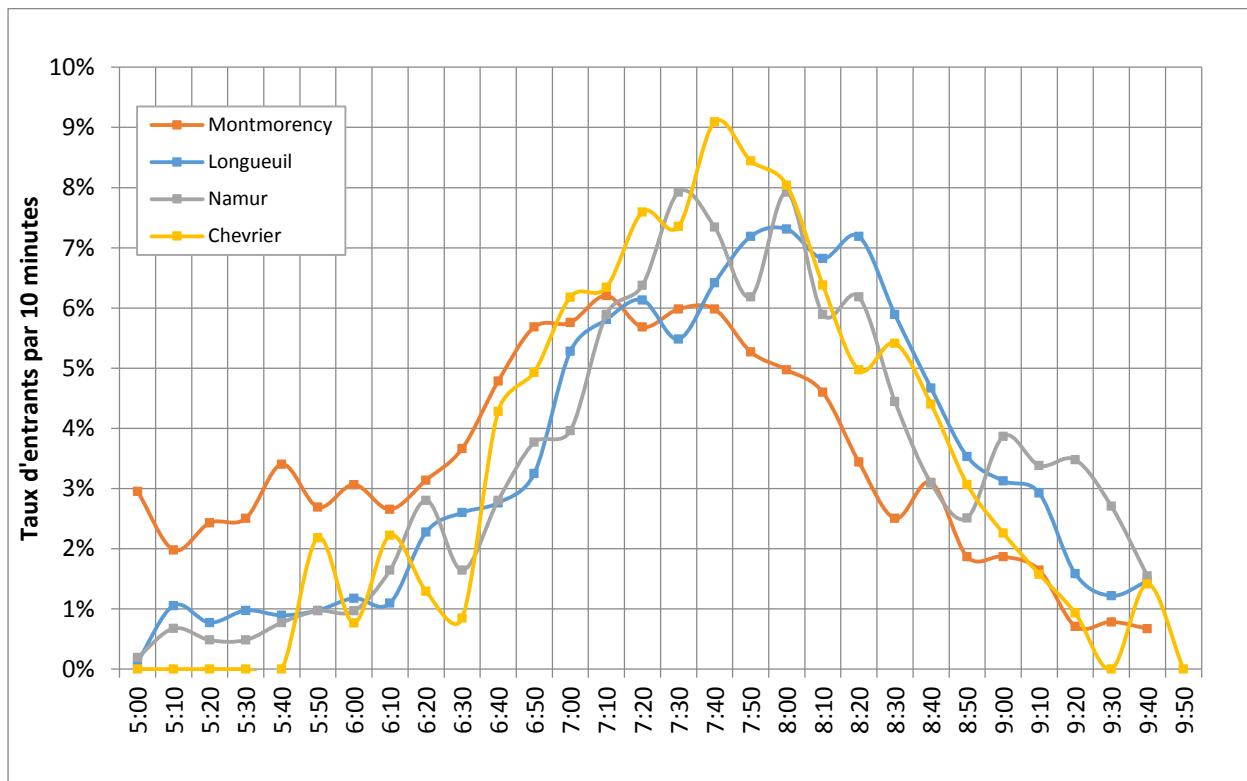


Figure 6-6 : Comparaison des taux d'entrants par 10 minutes – entre 5h00 et 10h00 – données de cartes à puce 24 octobre 2013

6.2 Comparaison avec les comptages aux stationnements

6.2.1 Description des données à l'étude et méthodologie

Les données de comptages aux stationnements proviennent du rapport annuel de 2013 de l'AMT (AMT, 2013). Elles concernent le taux d'occupation et la capacité des stationnements incitatifs. Ces données sont directement comparées au nombre de véhicules calculés à partir de l'enquête origine-destination. Le nombre de véhicules stationnés fait référence à l'accumulation maximale de véhicules au stationnement.

6.2.2 Comparaison des données

Pour comparer ces deux ensembles de données, la figure 6-7 illustre une carte de la région de Montréal présentant la différence entre les données de l'enquête et les données de comptage pour l'ensemble des stationnements incitatifs de l'AMT. Des écarts importants sont observés aux stations de la ligne orange à Laval (stations Montmorency et Cartier), à la station de métro Radisson, sur la ligne Deux-Montagnes (gares Deux-Montagnes, Sainte-Dorothée et Roxboro-Pierrefonds) et à la gare Vaudreuil. Ces écarts laissent entrevoir deux principaux constats.

D'abord, ces différences peuvent s'expliquer par la présence de stationnements informels sur rue qui ne sont pas inclus dans les données de l'AMT (données qui concernent seulement l'achalandage au stationnement incitatif). Ces lieux, où des écarts importants sont observés, présentent également un niveau de saturation maximale selon les mêmes données (cf. tableau 6-3). Ces écarts peuvent donc être expliqués par un potentiel débordement du site formel. En analysant le type de stationnement déclaré dans l'enquête pour ces voitures (attribut STATION), il est observé, pour le stationnement Montmorency, que le nombre de voitures stationnées sur rue est élevé. Lorsque les données concernant le stationnement de type hors rue provenant de l'enquête sont comparées à l'achalandage calculé par l'AMT, l'écart est d'environ 300 véhicules, toujours en ce qui concerne le stationnement Montmorency. L'hypothèse du débordement peut donc être en partie confirmée. Toutefois, cette analyse n'est pas aussi claire pour les autres sites. On assiste encore à une limite de la variable du type de stationnement pour l'étude de l'intermodalité avec l'absence de nuances entre le stationnement incitatif et le hors-rue. Il est difficile d'en conclure davantage avec cette variable pour l'analyse du débordement.

Aussi, les écarts importants entre les deux sources de données peuvent s'expliquer par une surestimation de l'enquête et ce, principalement aux secteurs francophones de la couronne nord, potentiellement plus enclins à répondre à l'enquête origine-destination.

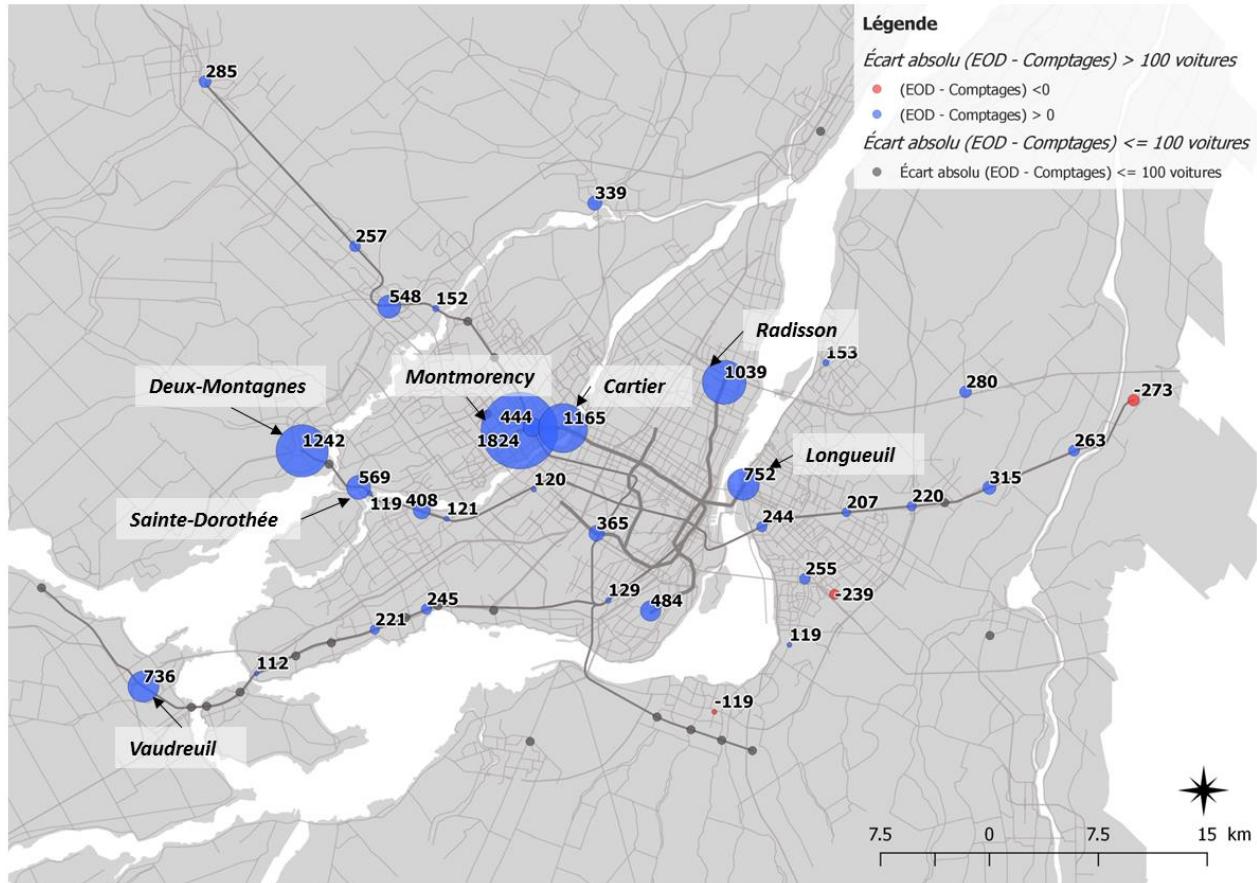


Figure 6-7 : Comparaison du nombre de voitures stationnées entre les données de comptage manuel de 2013 et les données de l'enquête origine-destination de 2013

Tableau 6-3 : Taux d'occupation des stationnements incitatifs présentant des écarts importants avec les données d'enquête – rapport annuel AMT 2013

Stationnement	Taux d'occupation
Deux-Montagnes	95%
Montmorency	91%
Radisson	98%
Vaudreuil	96%
Cartier	95%
Sainte-Dorothée	91%

Tableau 6-4 : Type de stationnement associé aux voitures stationnées

	Montmorency	Deux-Montagnes	Radisson	Cartier
Sur rue	841	87	267	298
Hors rue / extérieur	1 574	2 309	1 151	1 209
Hors rue / intérieur	462	0	0	38
Autre	217	102	144	193
Nombre de véhicules stationnés EOD	3 093	2 498	1 562	1 738
Achalandage AMT	1 269	1 256	523	573

CHAPITRE 7 CONCLUSION

Ce dernier chapitre rappelle les grandes thématiques abordées dans ce projet. Des perspectives de recherche et de développements sont ensuite discutées.

7.1 Thématiques abordées

L'objectif de ce projet de recherche était de mieux comprendre les éléments caractérisant l'usage de l'intermodalité entre la voiture privée et le transport collectif en portant une attention particulière sur son traitement par les enquêtes origine-destination de la Grande région de Montréal.

D'abord, le concept de déplacement intermodal entre la voiture privée et le transport collectif a été clarifié. L'accent a été mis sur l'identification des objets impliqués en nuançant l'importance de la voiture privée pour déterminer le type de mobilité associé aux points de jonction. De cette manière, l'identification des comportements se veut plus claire et vise une mesure juste des objets impliqués ayant un impact sur les infrastructures de transport collectif.

Par la suite, la situation contextuelle et évolutive dans laquelle s'insère l'intermodalité pour la Grande région de Montréal a été explicitée. Par une segmentation du territoire en dix secteurs, les dynamiques spatiales de ce comportement de mobilité sont illustrées, permettant de dégager l'importance du phénomène pour la périphérie de l'île de Montréal. Pour chacun des axes, on y découvre également l'implication distincte des modes de jonction ainsi que les mouvements de véhicules associés à chacun des secteurs. L'évolution depuis 2003 du *park-and-ride* est favorisée non seulement par une croissance de l'offre en places de stationnement incitatif, mais également par la croissance constante de la population des banlieues.

Ensuite, un examen attentif des données de l'enquête origine-destination a permis de mettre en lumière la difficulté de bien identifier l'intermodalité étant donné le traitement implicite de l'objet « voiture » dans l'enquête. De plus, des problématiques liées à la codification du lieu de la jonction (par l'absence de nuance entre le stationnement hors-rue et incitatif), à l'omission de certains déplacements intermodaux non codifiés et aux flous liés au suivi de la voiture ont amené à ajuster la manière d'identifier le type de mobilité à partir de l'enquête. Selon les logiques de l'intermodalité, le fichier d'enquête a été ajusté, en se basant sur l'identification du covoiturage et

s'assurant que la voiture impliquée se stationne bel et bien au point de jonction, afin de bien identifier le comportement des objets. Ainsi, les cas de changement de conducteur ont été corrigés.

À partir des données adéquatement traitées, la caractérisation des types de mobilités associés aux points de jonction a permis de révéler certains contrastes. Les *kiss-and-ride* présentent une structure de déplacement asymétrique en effectuant, pour les deux tiers de ceux-ci, un seul déplacement intermodal par jour. À l'inverse, la majorité des *park-and-ride* montrent une structure symétrique. Ensuite, l'étude plus approfondie des déplacements *park-and-ride* a permis de dégager une relation distincte entre les modes en termes de distance d'accès à l'origine et à la destination à partir du point de jonction. Également, les voitures impliquées dans un stationnement ont été compilées à chaque point de jonction afin de mesurer leur occupation de manière spatiale et temporelle. Des enjeux de capacité apparaissent pour certains sites, forçant les usagers à se stationner plus tôt en période de pointe du matin afin de s'assurer une place de stationnement.

Finalement, les données des transactions de cartes à puce du réseau de transport collectif ont été utilisées pour valider les mesures obtenues à partir des données d'enquête pour certains lieux à forte utilisation intermodale. Ces données ont confirmé les enjeux de saturation du stationnement Montmorency avec une utilisation très hâtive durant la période de pointe comparativement au stationnement Brossard-Chevrier. Aussi, les données d'achalandage aux stationnements de l'AMT ont permis d'identifier les potentiels lieux de débordement.

7.2 Perspectives

Les données d'enquête origine-destination demeurent riches de par l'aspect sociodémographique et multimodal des déplacements. Elles constituent l'une des seules sources d'information en transport renseignant à la fois sur les déplacements en automobile et sur les déplacements en transport collectif pour une même personne. Toutefois, les enquêtes origine-destination font actuellement face à de nombreux défis. D'une part, la difficulté de rejoindre un échantillon représentatif avec la diminution des téléphones fixes au domicile ajoute un biais important aux analyses qui en découlent. D'autre part, avec le développement massif des stationnements incitatifs et avec l'avènement des nouveaux modes alternatifs (microtransit, autopartage,

covoiturage, etc.), il sera probablement nécessaire d'adapter les méthodes d'enquête pour capter l'information relative à une potentielle multiplication des comportements intermodaux.

Dans ce contexte et face aux ambiguïtés constatées dans l'enquête origine-destination montréalaise, il serait intéressant de bonifier certains éléments afin d'assurer une meilleure précision de la collecte d'information sur les déplacements intermodaux. D'une part, la manière de codifier le lieu de jonction devrait être standardisée afin de distinguer le lieu du stationnement du lieu d'embarquement sur le réseau de transport collectif. Ensuite, l'identification du type de stationnement devrait être adaptée pour les déplacements intermodaux en nuançant la formalité de la jonction : il devrait être pris compte du fait que le stationnement incitatif est différent du stationnement hors rue. Également, lors de la déclaration d'un déplacement intermodal, il serait intéressant qu'une question précise permette de savoir si la personne se stationne ou se fait déposer afin de clarifier le type d'intermodalité. Idéalement, la séparation claire de l'objet « voiture » dans le questionnaire de l'enquête pourrait être à explorer afin d'enlever toute ambiguïté. De plus, il serait intéressant de s'assurer d'une bonne procédure de validation par le logiciel d'enquête pour les déplacements consécutifs à faible durée d'activité et motif similaire combinant deux modes distincts afin de s'assurer s'il s'agit bien d'un déplacement intermodal.

De plus, par la nuance entre l'objet voiture du mode déclaré par la personne (auto-conducteur ou auto-passager), il serait intéressant de développer une méthode pour le suivi de l'objet voiture à l'ensemble des déplacements réalisés en automobile dans l'enquête. De cette manière, une meilleure caractérisation de l'occupation de la voiture sur le territoire serait potentiellement réalisée.

Par ailleurs, des travaux concernant l'enrichissement de données d'enquête à partir des données de cartes à puce dans le contexte intermodal pourraient permettre d'améliorer la connaissance sur cette clientèle. Par exemple, le suivi de cartes associées à un stationnement incitatif (ex. : Brossard-Chevrier) sur une longue période de temps permettrait d'étudier la variation du comportement de ces usagers.

Finalement, il serait intéressant d'utiliser d'autres sources de données pouvant permettre d'expliquer le phénomène de l'usage des stationnements. Par exemple, la spatialisation de la congestion routière et l'analyse des données sur le contexte urbain près des points de jonction pourraient permettre d'enrichir la compréhension de ce phénomène de mobilité.

BIBLIOGRAPHIE

Agence métropolitaine de transport. (2005). Enquête Origine-Destination 2003 — La mobilité des personnes dans la région de Montréal : faits saillants. Tiré de <https://www.amt.qc.ca/Media/Default/pdf/section8/Enquete-OD-2003-faits-saillants-resume.pdf>

Agence métropolitaine de transport. (2010). Enquête Origine-Destination 2008 — La mobilité des personnes dans la région de Montréal : faits saillants. Tiré de <https://www.amt.qc.ca/Media/Default/pdf/section8/resume-des-faits-saillants-de-l-enquete.pdf>

Agence métropolitaine de transport. (2013). Rapport annuel 2013. Tiré de <https://www.amt.qc.ca/Media/Default/pdf/section8/amt-rapport-annuel-2013.pdf>

Agence métropolitaine de transport. (2015a). Enquête Origine-Destination 2013 — La mobilité des personnes dans la région de Montréal : faits saillants. Tiré de <https://www.amt.qc.ca/Media/Default/pdf/section8/enquete-od-2013-faits-saillants.pdf>

Agence métropolitaine de transport. (2015b). Rapport annuel 2015. Tiré de <https://www.amt.qc.ca/Media/Default/pdf/section8/amt-rapport-annuel-2015.pdf>

Ageron, P. (2013). *L'intermodalité-voyageur au prisme de la mondialisation : vers la structuration d'un méta-réseau intégré*. (Doctorat, Université Grenoble Alpes, Grenoble). Tiré de https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00921666/file/36005_AGERON_2013_archivage.pdf

Bagchi, M., & White, P. R. (2005). The potential of public transport smart card data. *Transport Policy*, 12(5), 464-474. doi:10.1016/j.tranpol.2005.06.008

Bektas, T., & Crainic, T. (2007). A brief overview of intermodal transportation. Tiré de <https://www.cirrelt.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2007-03.pdf>

Bozzani-Franc, S. (2005). L'intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain : étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Ch. de Gaulle au départ de Lille. *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, 47, 61-88. Tiré de http://afitl.ish-lyon.cnrs.fr/tl_files/documents/CST/N47/Bozza47.pdf

Bozzani-Franc, S. (2006). *Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires : L'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain*. (Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, Lille). Tiré de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00294581/document>

Bullard, D. L., & Christiansen, D. L. (1983). *Guidelines for planning, designing and operating park-and-ride lots in Texas* (Rapport n° 205-22F). Texas: Texas Transportation Institute. Tiré de <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/205-22F.pdf>

Chapleau, R. (1992). *La modélisation de la demande en transport urbain avec une approche totalement désagrégée*. Communication présentée à World Conference on Transportation Research, Lyon, France.

Chapleau, R., Allard, B., & Canova, M. (1982). *MADITUC, un modèle de planification opérationnelle adapté aux entreprises de transport en commun de taille moyenne* (Rapport n° 265). Montréal, QC: Centre de recherche sur les transports de l'Université de Montréal.

Chapleau, R., Allard, B., Primeau, J.-P., & Grondines, J. (1994). *L'état de l'intermodalité dans le transport des personnes de la grande région de Montréal d'après la dernière enquête origine-destination*. Communication présentée à Association Québécoise du Transport et des Routes (AQTR), Valleyfield, QC.

Chapleau, R., Allard, B., Trepanier, M., & Morency, C. (2002). *TRAIN : Théorie de la Relativité Analysée Interactivement... à Nouveau*. Communication présentée à 37e Congrès annuel de l'Association québécoise du transport et des routes (AQTR), Québec, Canada.

Christiansen, D. L., Grady, D. S., & Holder, R. W. (1975). *Park-and-ride facilities preliminary planning guidelines* (Rapport n° 205-2). Texas: Tiré de <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/205-2.pdf>

Cormier, J. (1996). *Modélisation des comportements intermodaux automobile-transport collectif de la population de la Grande région de Montréal*. (Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal, Montréal, QC).

Data Management Group. (2013). *Transportation Tomorrow Survey 2011 Data Guide*. Tiré de <http://dmg.utoronto.ca/pdf/tts/2011/dataguide2011.pdf>

Faghri, A., Lang, A., Hamad, K., & Henck, H. (2002). Integrated knowledge-based geographic information system for determining optimal location of park-and-ride facilities. *Journal of urban planning and development*, 128(1), 18-41. doi:[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2002\)128:1\(18\)#sthash.R8WgmOAa.dpuf](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2002)128:1(18)#sthash.R8WgmOAa.dpuf)

Holguín-Veras, J., Yushimito, W. F., Aros-Vera, F., & Reilly, J. (2012). User rationality and optimal park-and-ride location under potential demand maximization. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(8), 949-970. doi:<http://doi.org/10.1016/j.trb.2012.02.011>

Kagerbauer, M., Hilgert, T., Schroeder, O., & Vortisch, P. (2015). Household Travel Survey of Intermodal Trips – Approach, Challenges and Comparison. *Transportation Research Procedia*, 11, 330-339. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2015.12.028>

L'Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise. (2011). Intermodalité et chaînage des déplacements. *Les notes de l'ADEUS*. Tiré de <http://www.adeus.org/productions/intermodalite-et-chainage-des-deplacements/files/les-notes-de-l-adeus-n59-deplacement>

La Presse. (2013, 18 décembre 2013). Des stationnements «incitatifs»... payants? *La Presse*. Tiré de <http://blogues.lapresse.ca/avenirmtl/2013/12/18/des-stationnements-%C2%ABincitatifs%C2%BB%E2%80%A6-payants/>

Liu, X., Yun, M., Chen, Z., & Yang, X. (2012). Investigation, Analysis, and Modeling of Choice Behavior of Park and Ride. Dans *CICTP 2012* (p. 1643-1651).

Margail, F. (1996). De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion. *Flux*, 28-35. Tiré de http://www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_1996_num_12_25_1191

Morency, C. (2005). *Contributions à la modélisation totalement désagrégée des interactions entre mobilité urbaine et dynamiques spatiales*. (Ph.D, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Qc., Canada). Tiré de <http://search.proquest.com/docview/305062596/previewPDF/3F67379ED80A45CFPQ/1?accountid=40695>

Noel, E. (1988). Park-and-Ride: Alive, Well, and Expanding in the United States. *Journal of Urban Planning and Development*, 114(1), 2-13. doi:[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(1988\)114:1\(2\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(1988)114:1(2))

Ohnmacht, T., & Kowald, M. (2014). Route-recording on high resolution transportation network databases for National Transport Surveys: An option for valid and reliable distance measures? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 39, 53-62. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2013.11.022>

Richer, C. (2008). L'émergence de la notion de « pôle d'échanges » : entre interconnexion des réseaux et structuration des territoires. *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, 54, 101-123. Tiré de http://afitl.ish-lyon.cnrs.fr/tl_files/documents/CST/N54/Richer54.pdf

Richer, C., Charleux, L., L., Conesa, A., Leduc, T., Meissonnier, J., & Piombini, A. (2015). *Approche socio-spatiale de l'intermodalité dans les espaces gares*. Communication présentée à 12es rencontres de Théoquant, Besançon, France. Tiré de <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01196231>

Richer, C., Meissonnier, J., & Rabaud, M. (2016). Quelle(s) intermodalité(s) dans les mobilités quotidiennes ? Dans I. Editions (édit.), *Transports et intermodalité* (p. 261-288). Londres: ISTE Editions.

Richer, C., Quetelard, B., Meissonnier, J., & Rabaud, M. (2012). Quelle(s) intermodalité(s) dans les mobilités quotidiennes? L'apport des Enquêtes-Ménages Déplacements (EMD) dans l'analyse des pratiques intermodales. Tiré de http://www.nord-picardie.cerema.fr/IMG/pdf/ppt_2012_JGT_cle7f7954.pdf

Riegel, L., & Attanucci, J. (2014). *Utilizing Automatically Collected Smart Card Data to Enhance Travel Demand Surveys*. Communication présentée à 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC.

Spillar, R. J. (1997). *Park-and-ride planning and design guidelines* (Rapport n° 11). New York: Parsons Brinckerhoff. Tiré de <http://cdn.wspgroup.com/8kzmue/park-and-ride-planning-and-design-guidelines.pdf>

Spurr, T., Chapleau, R., & Piche, D. (2014). Use of subway smart card transactions for the discovery and partial correction of travel survey bias. *Transportation Research Record*(2405), 57-67. doi:10.3141/2405-08

Spurr, T., Chu, A., Chapleau, R., & Piché, D. (2015). A Smart Card Transaction “Travel Diary” to Assess the Accuracy of the Montréal Household Travel Survey. *Transportation Research Procedia*, 11, 350-364. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2015.12.030>

Stathopoulos, N., Peny, A., & Amar, G. (1993). Formes et fonctions des points-de-réseaux. *Flux*, 29-45. Tiré de http://www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_1993_num_9_12_952

Stopher, P. R., Wilmot, C. G., Stecher, C., & Alsnih, R. (2006). Household Travel Surveys: Proposed Standards and Guidelines. Dans *Travel Survey Methods* (p. 19-74).

Transport Canada. (2011). Gares intermodales de transport en commun. *Programmes environnementaux urbains, Études de cas sur les transports durables*. 93. Tiré de https://www.fcm.ca/Documents/case-studies/GMF/Transport-Canada/IntermodalTransitStations_FR.pdf

Trépanier, M. (2011). Use of smart card data to plan urban public transport. *Recherche Transports Sécurité*, 28(2), 139-152. doi:10.1007/s13547-011-0019-z

Trépanier, M., & Chapleau, R. (2001). Analyse orientée-objet et totalement désagrégée des données d'enquêtes ménages origine-destination. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28(1), 48-58. doi:10.1139/l00-106

Trépanier, M., Chapleau, R., Allard, B., & Morency, C. (2004). *Information technologies for household survey management*. Communication présentée à Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Québec, QC.

Trépanier, M., Morency, C., & Gossman, I. (2007). *Park & Ride User Path Problem: Findings from On-Board Surveys*. Communication présentée à 11th World Conference on Transportation Research, Berkeley, Californie.

Tsang, F. W. K., Shalaby, A. S., & Miller, E. J. (2005). Improved Modeling of Park-and-Ride Transfer Time: Capturing the Within-day Dynamics. *Journal of Advanced Transportation*, 39(2), 117-137. doi:10.1002/atr.5670390202

Turnbull, K. F. (1995). *Effective use of park-and-ride facilities* (Rapport n° 030905852X). National Cooperative Highway Research Program.

Turnbull, K. F., Pratt, R. H., Evans, I., & Levinson, H. S. (2004). *Chapter 3: Park-and-Ride/Pool—Traveler Response to Transportation System Changes* (Rapport n° 95). Washington, DC: Transportation Research Board.

U.S. Department of Transportation. (1997). User's Guide for Public Use Data Files - 1995 Nationwide Personal Transportation Survey. Tiré de <http://nhts.ornl.gov/1995/Doc/UserGuide.pdf>

U.S. Department of Transportation. (2009). Codebook browser. Tiré de <http://nhts.ornl.gov/tables09/CodebookBrowser.aspx>

U.S. Department of Transportation. (2011). *2009 National Household Travel Survey User's Guide*. Tiré de <http://nhts.ornl.gov/2009/pub/UsersGuideV2.pdf>

Vincent, M. (2007). *Park and ride : characteristics and demand forecasting* (Rapport n° 328). Wellington, N.Z.: Land Transport New Zealand. Tiré de <http://www.nzta.govt.nz/assets/resources/research/reports/328/docs/328.pdf>

ANNEXE A – DÉFINITION DE LA ZONE CENTRE-VILLE

Dans ce mémoire, la zone du centre-ville de Montréal regroupe les secteurs municipaux 101 et 102 selon l'enquête origine-destination de 2013.

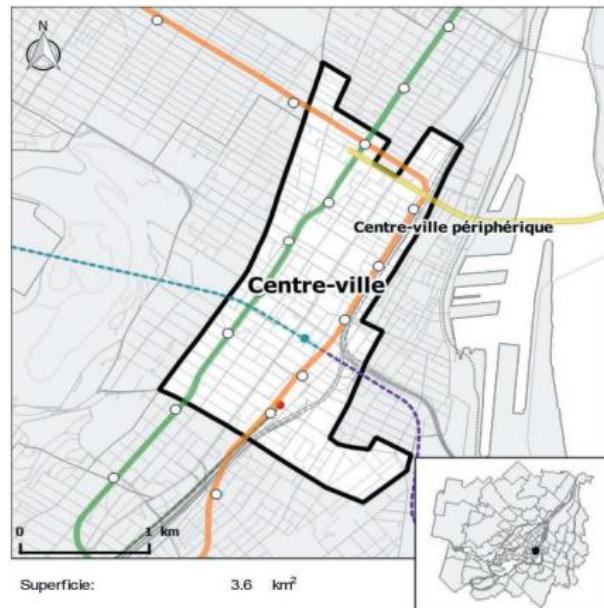


Figure A.1 : Secteur 101 - Centre-ville (figure tirée de AMT (2015a))

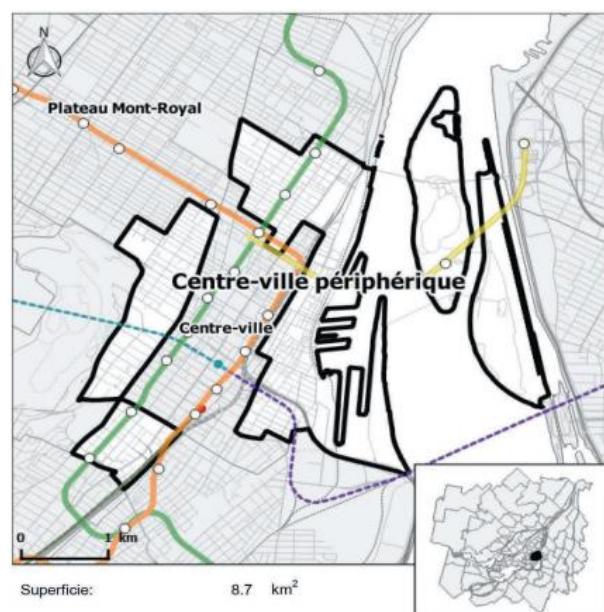


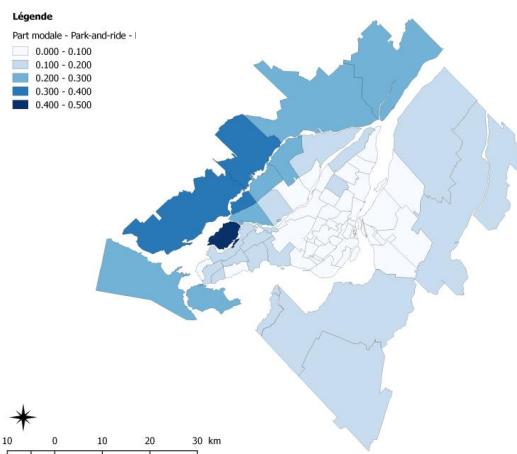
Figure A.2 : Secteur 102 - Centre-ville périphérique (figure tirée de AMT (2015a))

ANNEXE B – INVENTAIRE DES POINTS DE JONCTION (AMT, 2013)

Site	Type	Taux d'occupation annuel moyen	Capacité totale
Brossard-Chevrier	Autobus	91%	2 313
Longueuil	Métro	59%	1 770
Montmorency	Métro	91%	1 327
Terrebonne	Autobus	80%	1 265
Deux-Montagnes	Train - DM	95%	1 256
Sainte-Dorothée	Train - DM	91%	1 101
Du Ruisseau	Train - DM	81%	1 063
Brossard-Panama	Autobus	97%	948
Roxboro-Pierrefonds	Train - DM	96%	912
Mont-Saint-Hilaire	Train - SH	74%	837
Bois-Franc	Train - DM	95%	742
Angrignon	Métro	61%	733
McMasterville	Train - SH	49%	723
Sainte-Rose	Train – SJ	71%	713
Sainte-Thérèse	Train – SJ	87%	680
Sainte-Catherine	Train - Del	73%	669
Saint-Hubert (gare)	Train – SH	79%	600
Cartier	Métro	95%	596
Vaudreuil	Train - VH	96%	594
Pointe-Claire	Train - VH	64%	589
La Prairie	Autobus	88%	578
Blainville	Train – SJ	82%	576
Saint-Jérôme	Train – SJ	84%	568
Saint-Bruno	Train – SH	82%	548
Radisson	Métro	98%	525
Sunnybrooke	Train – DM	98%	515
Châteauguay	Autobus	93%	499
Sainte-Julie	Autobus	83%	468
Beaconsfield	Train - VH	97%	452
Chambly	Autobus	97%	452
Saint-Basile-le-Grand	Train – SH	90%	444
Georges-Gagné (Delson)	Autobus	87%	432
Namur	Métro	94%	428
Rosemère	Train – SJ	81%	382
Dorval	Train - VH	90%	372
Saint-Lambert	Train – SH	98%	368
Candiac	Train - Del	52%	343
Saint-Constant	Train - Del	82%	331
Vimont	Train - SJ	79%	328
De Montarville	Autobus	90%	307
Grand-Moulin	Train - DM	95%	304
Saint-Martin (N-125)	Autobus	5%	294
Repentigny [Rive-Nord-Est]	Autobus	86%	291
Sainte-Anne-de-Bellevue	Train - VH	67%	287
Île-Perrot	Train - VH	84%	272

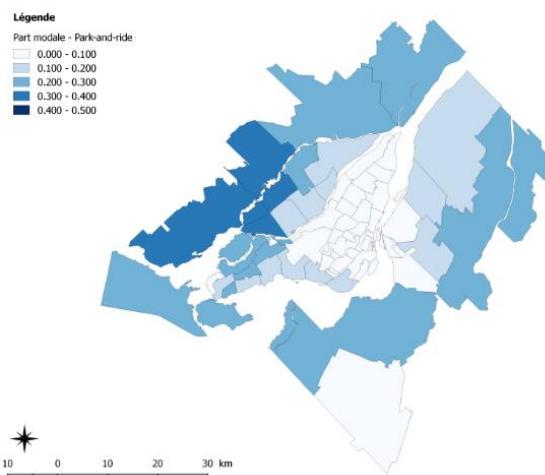
Sherbrooke	Autobus	61%	250
Le Carrefour	Autobus	28%	226
Pincourt/Terrasse-Vaudreuil	Train - VH	100%	175
Valois	Train - VH	74%	145
De Mortagne	Autobus	20%	125
Seigneurial (Saint-Bruno)	Autobus	51%	125
Delson	Train - Del	47%	106
Dorion	Train - VH	70%	103
De la Concorde	Train - SJ	94%	102
Baie-d'Urfé	Train - VH	69%	72
Île-Bigras	Train - DM	100%	65
Beauharnois	Autobus	27%	50
Hudson	Train - VH	38%	47
Beaurepaire	Train - VH	67%	41
Mercier	Autobus	87%	33
Cedar park	Train - VH	97%	28
Saint-Eustache	Autobus	73%	20
Montréal-Ouest	Train - VH	92%	12

ANNEXE C – ÉVOLUTION SPATIALE DU PARK-AND-RIDE – 2003-2013



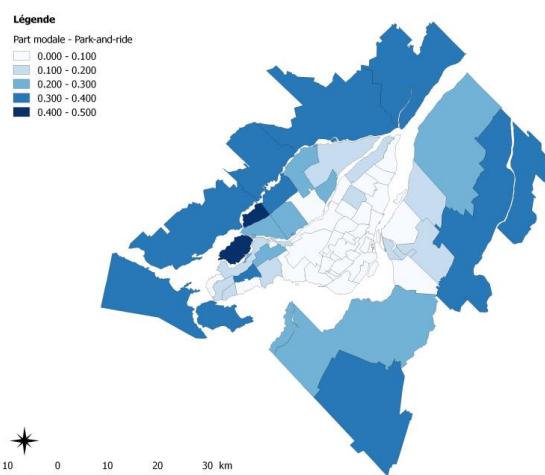
EOD - 2003

	Volume bimodal	Part modale
Mtl-CV	0	0%
Mtl-Centre	1 582	2%
Mtl-Est	1 281	7%
Mtl-Ouest	3 759	10%
Rive-sud	2 043	7%
Laval	3 146	19%
C-Nord	4 273	27%
C-Sud	3 291	17%
Total	19 375	8%
Montréal	6 623	4%
hors Mtl	12 753	15%



EOD - 2008

	Volume bimodal	Part modale
Mtl-CV	20	0%
Mtl-Centre	1 631	2%
Mtl-Est	1 159	6%
Mtl-Ouest	5 149	12%
Rive-sud	3 139	9%
Laval	4 825	23%
C-Nord	5 360	28%
C-Sud	4 461	20%
Total	25 744	10%
Montréal	7 960	5%
hors Mtl	17 784	18%



EOD - 2013

	Volume bimodal	Part modale
Mtl-CV	0	0%
Mtl-Centre	2 032	2%
Mtl-Est	1 652	10%
Mtl-Ouest	5 015	11%
Rive-sud	3 918	11%
Laval	5 492	25%
C-Nord	7 141	37%
C-Sud	6 414	27%
Total	31 664	12%
Montréal	8 699	5%
hors Mtl	22 965	23%