

**Titre:** Méthodologie de collecte et d'analyse de données sur le transport par camion en milieu urbain  
Title: par camion en milieu urbain

**Auteur:** Jason Demers  
Author:

**Date:** 2012

**Type:** Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

**Référence:** Demers, J. (2012). Méthodologie de collecte et d'analyse de données sur le transport par camion en milieu urbain [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/800/>  
Citation:

## Document en libre accès dans PolyPublie

Open Access document in PolyPublie

**URL de PolyPublie:** <https://publications.polymtl.ca/800/>  
PolyPublie URL:

**Directeurs de recherche:** Catherine Morency, & Martin Trépanier  
Advisors:

**Programme:** Génie civil  
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE ET D'ANALYSE DE DONNÉES SUR LE  
TRANSPORT PAR CAMION EN MILIEU URBAIN

JASON DEMERS

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

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

MARS 2012

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE ET D'ANALYSE DE DONNÉES SUR LE TRANSPORT  
PAR CAMION EN MILIEU URBAIN

présenté par : DEMERS Jason

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

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

M. CHAPLEAU Robert, Ph.D., président

Mme MORENCY Catherine, Ph.D., membre et directrice de recherche

M. TRÉPANIER Martin, Ph.D., membre et codirecteur de recherche

M. BRICE Stéphane, Ph.D., membre

## DÉDICACE

*« The difference between a successful person and others is not a lack of strength, not a lack of knowledge, but rather a lack in will. »*

*Vince Lombardi*

## **REMERCIEMENTS**

Mes premiers remerciements vont à mes directeurs de recherche, la Pr Catherine Morency et le Pr Martin Trépanier. Votre confiance, votre support et votre rigueur à mon endroit m'ont permis de faire de ce projet de recherche ce que j'en voulais vraiment : un défi à tous les niveaux. Espérons que les efforts investis résultent aux progrès souhaités en ce domaine particulier.

Ce projet n'aurait pas pu être aussi intéressant sans l'apport et l'implication des partenaires suivants : le Ministère des Transports du Québec et M. Pierre Tremblay, la Ville de Montréal et M. Stéphane Brice et M. François Niro, la Communauté Métropolitaine de Montréal et M. Jean-Michel Boisvert, Transports Canada et M. Daniel Boileau, à l'Université de Montréal et M. Stéphane Béranger ainsi que l'École Polytechnique de Montréal et M. Matthieu Decoste. Un merci spécial à M. Pierre Tremblay pour le partage de ses vastes connaissances sur le sujet en maintes occasions ainsi que pour l'accès à une grande quantité de références et de données.

Mes derniers remerciements vont vers tous ceux qui ont su répondre à mes interrogations au quotidien, spécialement M. Hubert Verreault, de la chaire Mobilité, une personne ressource toujours disponible pour aider les étudiants en questionnement.

## RÉSUMÉ

Le transport des marchandises a toujours un rôle important à jouer dans l'acheminement des biens de consommation à la population. De plus, les camions partagent quotidiennement les routes avec les véhicules personnels. Il reste cependant difficile de recueillir des données sur les déplacements commerciaux de biens ou services. Les planificateurs de transport en milieu urbain ont besoin de ces données pour plusieurs fins, notamment pour évaluer les impacts environnementaux, économiques et sociaux du transport des marchandises et faciliter la gestion et l'entretien des infrastructures ainsi que les investissements en transport. Or, bien que le besoin soit présent, la collecte de données présente plusieurs défis à relever.

Ce mémoire tente donc de proposer des outils et recommandations pour faciliter la collecte de données sur le transport des marchandises par camions en milieu urbain. Dans le cadre des travaux de recherche de la chaire Mobilité, qui vise à soutenir la mise en œuvre de la durabilité en transport, ce projet de recherche se veut un premier pas vers la formalisation d'indicateurs permettant de témoigner du transport par camion en milieu urbain. Au niveau du transport de marchandises, la formulation de recommandations méthodologiques pour assurer la disponibilité de données pertinentes représente un des objectifs principaux de la chaire Mobilité et se trouve au centre des travaux de recherche présents dans ce mémoire. Aussi, le travail est réalisé dans l'optique d'ultimement favoriser la mesure des mouvements de camions en milieu urbain par le biais d'indicateurs clés. Le tout vise, entre autres, à acquérir une meilleure compréhension des comportements de transport, à alimenter les modèles de prévision et à soutenir le processus décisionnel.

Le projet de recherche débute par l'exposition de la problématique, durant laquelle il est démontré que les données sont manquantes et que la collecte de données peut être difficile à réaliser. Une revue des écrits portant sur le sujet permet ensuite de souligner les travaux importants faits sur le sujet par d'autres auteurs et intervenants. L'exposition des constats faits par les auteurs du rapport de l'Association des Transports du Canada est combinée à une revue des caractéristiques des méthodes de collecte les plus répandues ainsi qu'à l'inventaire des expériences de collecte effectuées au Québec, le tout afin de bien cerner l'état des travaux réalisés antérieurement à propos des collectes de données sur le transport de marchandises.

Par la suite sont proposés une méthode et un tableau de classification d'enquêtes au sujet du transport de marchandises. La description de chaque paramètre possible de se retrouver dans le processus d'enquête permet de clarifier toutes les possibilités et modalités d'enquête et l'application de cette classification à quelques expérimentations montre en exemple les combinaisons possibles et les différences entre quelques enquêtes réalisées.

Les expérimentations de deux types d'enquête différents permettent d'évaluer et d'analyser les données et donne un aperçu des analyses possibles. D'une part, les données valorisées à partir de l'enquête en bordure de route effectuée par le Ministère des Transports du Québec montrent le potentiel d'analyse d'une enquête sur les déplacements de longue distance et les possibilités d'application pour des analyses à portée urbaine. À partir de ces données, des analyses de dispersion, des distances, des déclarations agrégées aux intersections, des grands corridors de déplacement et de lignes de désir ont pu être produites. D'autre part, l'expérimentation du montage et de l'analyse d'une collecte de données sur les déplacements commerciaux à l'Université de Montréal témoigne des leçons retenues, des potentialités d'analyse et des étapes importantes du processus d'une enquête visant un générateur de déplacements et de la méthode de reconnaissance des plaques sous une enquête de type cordon. En ont résulté des analyses aux points d'observation, temporelles, de distances et d'achalandage.

Afin d'englober le travail réalisé au fil de la recherche, les leçons tirées de l'expérience et les idées novatrices retenues font partie d'une discussion qui traite aussi des perspectives. Le fonctionnement et le cadre des collectes de données peuvent être repensés en fonction des nouveaux outils de collecte et de traitement de données disponibles ainsi que des enjeux et des perspectives d'avenir. Certains secteurs produisant des déplacements de véhicules transportant des marchandises peuvent être cernés pour développer des méthodes d'enquête appropriés. Quant à la recherche, ce sont encore les nouvelles technologies qui permettent de poser de nouveaux questionnements afin d'approfondir les connaissances et d'améliorer la compréhension des phénomènes.

Le mémoire apporte dans son ensemble plusieurs contributions à la recherche, variant d'un moyen de classification des méthodes de collecte à des recommandations sur les méthodologies de collecte de données, mais incluant aussi des analyses de collectes de données,

une démonstration des potentialités d'analyse de deux types d'enquêtes et des conclusions sur l'expérimentation d'une collecte de données.

## ABSTRACT

Freight transportation always has a preponderant role in supplying the consumers with the goods needed in everyday life. Moreover, trucks share the roads on a daily basis with personal vehicles. However, it still remains difficult to collect data on commercial truck movements. Transportation planners at the urban level need those data for many purposes, particularly to evaluate environmental, economic and social impacts of transportation, also to facilitate infrastructures' management and maintenance as well as transportation projects' funding. Although the need is well present, data collection on the matter of urban trucking freight transportation faces several challenges.

This research tries so forth to propose tools and recommendations to ease the data collection on urban trucking freight transportation. As part of the research work of the Mobilité chair, aiming the evaluation of sustainability in transportation, this research project is intended as a first step towards the formalization of keys indicators on urban trucking transportation. The formulation of methodological recommendations to ensure the availability of relevant data represents one of the main objectives regarding freight transportation and is at the heart of research work presented in this memoir. Research work is also conducted from the perspective of ultimately foster the measurement of urban trucking movements via key indicators. It is, as a whole, intended, among others, to acquire a better understanding of transportation behaviors, to supply prevision models and to support decision making.

The research project starts by exposing the problematic, during the course of which is demonstrated that data is lacking and that data collection can be difficult to realize. A review of the literature on the topic will then allow pointing out important work done on the topic by other authors and stakeholders. Displaying the observations made by the Transportation Association of Canada authors will combine with a review of characteristics for the most common data collection methods and an inventory of data collection experiences made in Québec. As a whole, it will allow to define the state of the art of work realized previously about freight transportation data collection.

Afterwards are proposed a classification method and table for freight transportation surveys. Each parameter which could be found in the survey process is described here to clarify all the survey possibilities and procedures as well as the implementation of this classification for

some experimentations, which shows the possible combinations and the differences between different surveys carried.

Experiments of two different types of surveys help to assess and analyze data collected and outline the possible analysis. First, valued data from the roadside survey conducted by the Ministère des Transports du Québec show the potential for analysing a survey on long distance trips and possibilities for applying analysis to the urban level. From this data have been produced analyses for dispersion, distances, aggregation at road junctions, major travel routes and desire lines. Afterwards, the experiment of building a data collection on commercial trips at the Université de Montréal testifies lessons learned, potential analysis and important survey process steps for a commercial trip generator and for the license recognition method in a cord type survey. Observation points, temporal, distance and traffic analyses have resulted from this work.

In order to cover the work done through the whole research process, the lessons learned and innovative ideas retained take part in a discussion along with the perspectives for the subject. The operations and framework for collecting such data could be rethought along and based on new available tools to collect and process data as well as stakes and future prospects. Some areas generating freight trips can be targeted to develop proper survey methods. As for research projects, new technologies could allow new reflections to deepen the knowledge and to enhance the comprehension.

As a whole, the research brings many inputs, from a data collection classification method down to recommendations on data collection methodologies, but also including data collection analyzes, as well as a demonstration of analysis potentialities from two different survey types and conclusions regarding a data collection testing.

## TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS .....	iv
RÉSUMÉ.....	v
ABSTRACT .....	viii
TABLE DES MATIÈRES .....	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xiv
LISTE DES FIGURES .....	xvii
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	xxiv
LISTE DES ANNEXES.....	xxv
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
1.1    Mise en contexte.....	1
1.2    Objectifs de la recherche .....	2
1.3    Structure du document .....	3
CHAPITRE 2 PROBLÉMATIQUE .....	5
2.1    Constat général .....	6
2.2    Objectifs .....	9
CHAPITRE 3 ÉTAT DE L'ART.....	11
3.1    Sommaire des travaux menés par l'ATC .....	11
3.1.1    Mise en contexte.....	12
3.1.2    Synthèse .....	13
3.1.3    Meilleures pratiques et leçons tirées .....	16
3.2    Méthodes de collecte .....	19
3.3    Recensement des collectes déjà effectuées .....	21

CHAPITRE 4 CLASSIFICATION MÉTHODOLOGIQUE.....	28
4.1 Montage du tableau de classification .....	28
4.2 Synthèse des articles portant sur des collectes de données .....	37
CHAPITRE 5 ANALYSE ET VALORISATION DE L'ENQUÊTE NATIONALE EN BORDURE DE ROUTE 2006-07.....	44
5.1 Description du système d'information .....	44
5.1.1 Description .....	44
5.1.2 Fonctionnement de la collecte de données .....	45
5.1.3 Contenu de la base de données.....	45
5.2 Statistiques des réponses aux questions .....	50
5.2.1 Statistiques reliées au site de collecte de données (SCD ou DCS) .....	50
5.2.2 Statistiques reliées au déroulement de l'entrevue .....	55
5.2.3 Statistiques liées au camion et au chargement .....	56
5.2.4 Statistiques liées au voyage du camion .....	63
5.2.5 Autres statistiques .....	65
5.3 Analyses .....	66
5.3.1 Processus d'analyse.....	66
5.3.2 Analyse de dispersion.....	67
5.3.3 Analyse des distances .....	71
5.3.4 Analyse aux nœuds (intersections).....	75
5.3.5 Grands corridors de déplacement .....	77
5.3.6 Lignes de désir .....	80
5.4 Limitations .....	88
5.4.1 Pondération de l'ensemble de données .....	88
5.4.2 Déclarations des arrêts futurs .....	88

5.4.3 Imputation des localisations .....	89
5.5 Synthèse .....	89
5.5.1 Contributions.....	91
5.5.2 Discussion .....	92
CHAPITRE 6 EXPÉRIMENTATION – ENQUÊTE AUPRÈS D’UN GÉNÉRATEUR.....	94
6.1 Comptages aux guérites .....	95
6.1.1 Déroulement de l’enquête .....	95
6.1.2 Analyse des données récoltées .....	96
6.2 Enquête cordon de reconnaissance de plaques.....	100
6.2.1 Déroulement de l’enquête .....	100
6.2.2 Analyse de données récoltées.....	102
6.2.3 Résultats .....	105
6.3 Limitations .....	115
6.3.1 Pondération des données de l’enquête cordon de reconnaissance de plaques .....	115
6.3.2 Enquête de type générateur de déplacements appliquée au campus .....	115
6.3.3 Segments de déplacement .....	116
6.3.4 Erreurs .....	116
6.4 Retour sur l’exercice d’expérimentation .....	116
6.4.1 Contributions.....	116
6.4.2 Discussion .....	117
CHAPITRE 7 DISCUSSION .....	118
7.1 Perspectives .....	118
7.1.1 Cadre de collecte .....	118
7.1.2 Fonctionnement.....	119

7.1.3 Outils de collecte et d'analyse.....	119
7.2 Enjeux.....	119
7.3 Possibilités de travaux de recherche futurs .....	122
CONCLUSION .....	125
BIBLIOGRAPHIE .....	126
ANNEXES .....	130

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 - Structure du document .....	3
Tableau 3.1 - Parts des méthodes de collecte présentes dans un ensemble d'enquêtes (Fischer & Han, 2001).....	20
Tableau 3.2 - Inventaire des collectes de données ou enquête sur le transport routier des marchandises concernant le Québec .....	22
Tableau 3.3 - Revue des enquêtes récentes auprès des expéditeurs (McCabe et al., 2008).....	24
Tableau 3.4 - Caractéristiques pour 8 enquêtes (Lau, 1995).....	25
Tableau 3.5 - Avantages et désavantages de quatre méthodes d'enquête (Lau, 1995).....	26
Tableau 4.1 – Tableau de différenciation des enquêtes (Trépanier & Morency, 2008).....	28
Tableau 4.2 - Tableau proposé de classification méthodologique des enquêtes .....	29
Tableau 4.3 - Description des objectifs possibles d'une enquête .....	29
Tableau 4.4 - Description des types possibles de données à recueillir lors d'une enquête.....	30
Tableau 4.5 - Description des bases de sondage .....	31
Tableau 4.6 - Description des modes possibles d'enquête .....	32
Tableau 4.7 - Description des outils de collecte et d'analyse pouvant être utilisés .....	33
Tableau 4.8 - Description des modes de recensements .....	34
Tableau 4.9 - Classification méthodologique de l'enquête NRS 2006-07.....	35
Tableau 4.10 - Classification méthodologique de l'enquête au campus de l'UdeM.....	36
Tableau 4.11 - Informations sur les articles recensés.....	37
Tableau 4.12 - Classification méthodologique de l'article 1 .....	38
Tableau 4.13 - Classification méthodologique de l'article 2 .....	39
Tableau 4.14 - Classification méthodologique de l'article 3 .....	40
Tableau 4.15 - Classification méthodologique de l'article 4 .....	41

Tableau 4.16 - Classification méthodologique de l'article 5 .....	42
Tableau 4.17 - Classification méthodologique de l'article 6 .....	43
Tableau 5.1: Liste des définitions concernant les déplacements de camions.....	47
Tableau 5.2: Statistiques globales du déroulement de l'enquête .....	50
Tableau 5.3 - Détails des SCD les plus occupés .....	54
Tableau 5.4: Liste des sites d'enquête situés autour de la région de Montréal.....	67
Tableau 5.5 - Échelle pour la qualification de l'étendue de la dispersion .....	69
Tableau 5.6 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0002.....	70
Tableau 5.7 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0005 .....	71
Tableau 5.8 - Trajets les plus populaires .....	79
Tableau 6.1 - Périodes de données manquantes .....	96
Tableau 6.2 - Statistiques sommaires des données de l'enquête .....	105
Tableau 7.1 - Type de déplacements commerciaux enquêtés ou non .....	122
Tableau A.1 - Avantages et désavantages des méthodes de collecte connues (Fischer & Han, 2001).....	130
Tableau B.2 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0002 .....	131
Tableau B.3 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0006 .....	132
Tableau B.4 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0046 .....	133
Tableau B.5 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0047 .....	134
Tableau B.6 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0051 .....	135
Tableau B.7 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0080 .....	136
Tableau B.8 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0087 .....	137
Tableau B.9 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0005....	138
Tableau B.10 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0011..	139
Tableau B.11 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0043..	140

Tableau B.12 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0044..141

Tableau B.13 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0045..142

Tableau B.14 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0050..143

Tableau B.15 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0081..144

Tableau B.16 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0305..145

## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 - Processus de recherche .....	10
Figure 3.1 - Données à récolter selon l'aspect du transport à traiter (Kriger et al., 2007) .....	14
Figure 3.2 - Besoins en données selon l'angle d'analyse (Kriger et al., 2007) .....	15
Figure 3.3 - Type d'enquête à entreprendre selon le but de l'étude (Kriger et al., 2007) .....	16
Figure 5.1: Représentation d'une séquence type d'activités déclarées pour un déplacement.....	48
Figure 5.2: Représentations de points intermédiaires identifiés sur l'itinéraire d'un déplacement	49
Figure 5.3 - Emplacement des postes d'enquête au Québec.....	51
Figure 5.4 - Province du SCD et langue de l'enquête.....	52
Figure 5.5 - Durée en fonction des SCD .....	53
Figure 5.6 - Occupation des SCD.....	54
Figure 5.7 - Motifs de refus.....	55
Figure 5.8 - Durée de l'entrevue .....	56
Figure 5.9 - Configuration des camions .....	57
Figure 5.10 - Localisation à domicile.....	57
Figure 5.11 - Matériel présent sur le camion .....	58
Figure 5.12 - Nombre d'essieux .....	58
Figure 5.13 - Matières dangereuses.....	59
Figure 5.14 - Type d'entreprise et propriété .....	60
Figure 5.15 - Connaissances et chargements .....	61
Figure 5.16 - Remplissage du camion .....	62
Figure 5.17 - Poids total du camion .....	62
Figure 5.18 - Nature des installations.....	63
Figure 5.19 - Endroits de ramassage et livraison .....	64

Figure 5.20 - Planification du voyage .....	64
Figure 5.21 - Motifs des arrêts précédents et suivants .....	65
Figure 5.22 - Processus d'analyse de l'enquête en bordure de route 2006-07 .....	67
Figure 5.23 - SCD à proximité de Montréal.....	68
Figure 5.24 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0002.70	
Figure 5.25 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au poste QC0005 .....	71
Figure 5.26 - Distances moyennes et nombre de séquences d'activités .....	72
Figure 5.27: Distances moyennes entre les activités d'une séquence habituelle de déplacements	73
Figure 5.28: Fréquence de la distance entre les origines et destinations du déplacement et de la marchandise principale pour des localisations différentes .....	74
Figure 5.29: Fréquence de la distance entre l'origine et la destination du déplacement .....	74
Figure 5.30 - Intersections (Nœuds) du réseau routier affectées comme TO ou TD .....	75
Figure 5.31 - Carte des intersections les plus utilisées pour TO et TD.....	76
Figure 5.32 – 9 localisations les plus souvent déclarées en tant que TO ou TD .....	76
Figure 5.33 - Localisations déclarées plus de 100 fois en tant qu'origine du déplacement .....	77
Figure 5.34 - Localisations déclarées plus de 100 fois en tant que destination du déplacement ...	78
Figure 5.35 - Origines et destinations déclarées plus de 100 fois .....	78
Figure 5.36 - Grands corridors de déplacement au Québec .....	80
Figure 5.37 - Lignes de désir pour O et D dans la Grande Région de Montréal.....	81
Figure 5.38 - Lignes de désir O-D pour tous les déplacements au Québec .....	82
Figure 5.39 - Vue rapprochée des lignes de désir O-D pour tous les déplacements au Québec ....	82
Figure 5.40 - Lignes de désir pour la destination la plus déclarée (Montréal).....	83
Figure 5.41 - Vue rapprochée des lignes de désir à destination de Montréal .....	83
Figure 5.42 - Lignes de désir à destination de Québec .....	84

Figure 5.43 - Lignes de désir des 5 destinations les plus déclarées .....	84
Figure 5.44 - Vue rapprochée des lignes de désir aux 5 destinations les plus déclarées .....	85
Figure 5.45 - Lignes de désir pour l'origine la plus déclarée (Montréal) .....	86
Figure 5.46 - Vue rapprochée des lignes de désir provenant de Montréal .....	86
Figure 5.47 - Lignes de désir provenant de Québec .....	87
Figure 5.48 - Lignes de désir des 5 origines les plus déclarées .....	87
Figure 5.49 - Vue rapprochée des lignes de désir provenant des 5 origines les plus déclarées .....	88
Figure 5.50 - Modèle-Objet de l'enquête NRS 2006-07.....	92
Figure 6.1. Sommaire du contenu de la base de données.....	97
Figure 6.2. Distribution temporelle moyenne du nombre de véhicules observés aux guérites sur 10 jours ouvrables .....	98
Figure 6.3. Répartition des véhicules observés aux guérites sur 10 jours ouvrables selon le type de véhicule.....	99
Figure 6.4 - Totaux journaliers par type de véhicule pour 10 jours ouvrables .....	100
Figure 6.5 - Positionnement des enquêteurs.....	101
Figure 6.6 - Formulaire utilisé pour l'enquête de reconnaissance de plaques .....	101
Figure 6.7 - Processus d'analyse de l'enquête cordon de reconnaissance de plaques à l'UdeM...103	103
Figure 6.8 - Similarités de plaques, noms et noms corrigés.....	104
Figure 6.9 – Observations primaires aux points de collecte .....	106
Figure 6.10 - Répartition des types de camions accédant au campus de 9h à 12h.....	107
Figure 6.11 - Durée de la présence sur le campus.....	108
Figure 6.12 - Distances reliant les points d'observation sur le campus.....	109
Figure 6.13 - Distances parcourues sur le campus .....	110
Figure 6.14 - Achalandage de camions sur le campus .....	111
Figure 6.15 - Itinéraire le plus commun (1-3-4-4-3-1).....	111

Figure 6.16 - Itinéraire emprunté pour 4 camions (1-3-3-1) .....	112
Figure 6.17 - Itinéraire emprunté par 4 camions (2-3-1).....	113
Figure 6.18 - Nombres de derniers passages des camions de 11h30 à 11h45.....	114
Figure 6.19 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h30 à 11h45 .....	115
Figure 7.1 - Comparaison des objets des enquêtes personnes et marchandises .....	121
Figure B.2 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0002	131
Figure B.3 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0006	132
Figure B.4 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0046	133
Figure B.5 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0047	134
Figure B.6 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0051 .....	135
Figure B.7 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0080	136
Figure B.8 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0087	137
Figure B.9 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0005....	138
Figure B.10 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0011 .	139
Figure B.11 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0043 .	140
Figure B.12 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0044 .	141
Figure B.13 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0045 .	142
Figure B.14 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0050 .	143
Figure B.15 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0081 .	144
Figure B.16 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0305 .	145
Figure C.17 - Lignes de désir à destination de #3 .....	146
Figure C.18 - Lignes de désir à destination de #4.....	146
Figure C.19 - Lignes de désir à destination de #5 .....	147
Figure C.20 - Lignes de désir à destination de #6.....	147

Figure C.21 - Lignes de désir à destination de #7 .....	148
Figure C.22 - Lignes de désir à destination de #8 .....	148
Figure C.23 - Lignes de désir à destination de #9 .....	149
Figure C.24 - Lignes de désir à destination de #10 .....	149
Figure C.25 - Lignes de désir aux 10 destinations les plus déclarées .....	150
Figure C.26 - Vue rapprochée des lignes de désir aux 10 destinations les plus déclarées.....	150
Figure C.27 - Lignes de désir des 22 destinations les plus déclarées.....	151
Figure C.28 - Vue rapprochée des lignes de désir aux 22 destinations les plus déclarées.....	151
Figure C.29 - Lignes de désir provenant de #3 .....	152
Figure C.30 - Lignes de désir provenant de #4 .....	152
Figure C.31 - Lignes de désir provenant de #5 .....	153
Figure C.32 - Lignes de désir provenant de #6 .....	153
Figure C.33 - Lignes de désir provenant de #7 .....	154
Figure C.34 - Lignes de désir provenant de #8 .....	154
Figure C.35 - Lignes de désir provenant de #9 .....	155
Figure C.36 - Lignes de désir provenant de #10 .....	155
Figure C.37 - Lignes de désir aux 10 origines les plus déclarées .....	156
Figure C.38 - Vue rapprochées des lignes de désir provenant des 10 origines les plus déclarées .....	156
Figure D.39 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Montréal).157	
Figure D.40 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Lachine)...157	
Figure D.41 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Ville Saint-Laurent) .....	158
Figure D.42 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Montréal).158	
Figure D.43 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Dorval) ....159	

Figure D.44 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Laval) .....	159
Figure D.45 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Saint-Hyacinthe) .....	160
Figure D.46 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Montréal-Est) .....	160
Figure D.47 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Boucherville) .....	161
Figure D.48 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Contrecoeur) .....	161
Figure E.49 - Répartition horaire des gros camions observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables) .....	162
Figure E.50 - Répartition horaire des mini vans observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables) .....	162
Figure E.51 - Répartition horaire de tous les camions de marchandises observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables) .....	163
Figure E.52 - Répartition horaire des petits camions observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables) .....	163
Figure E.53 - Répartition horaire des petits camions de livraison observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables) .....	164
Figure E.54 - Répartition horaire des camions de poubelle/recyclage observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables) .....	164
Figure F.55 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h à 9h15 .....	165
Figure F.56 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h15 à 9h30 .....	165
Figure F.57 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h30 à 9h45 .....	166
Figure F.58 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h45 à 10h .....	166
Figure F.59 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h à 10h15 .....	167
Figure F.60 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h15 à 10h30 ....	167

Figure F.61 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h30 à 10h45 ....	168
Figure F.62 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h45 à 11h.....	168
Figure F.63 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h à 11h15 .....	169
Figure F.64 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h15 à 11h30....	169
Figure F.65 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h30 à 11h45....	170
Figure F.66 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h45 à 12h.....	170
Figure G.67 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h à 9h15.....	171
Figure G.68 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h15 à 9h30.....	171
Figure G.69 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h30 à 9h45.....	172
Figure G.70 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h45 à 10h.....	172
Figure G.71 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h à 10h15.....	173
Figure G.72 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h15 à 10h30.....	173
Figure G.73 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h30 à 10h45.....	174
Figure G.74 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h45 à 11h.....	174
Figure G.75 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h à 11h15.....	175
Figure G.76 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h15 à 11h30.....	175
Figure G.77 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h30 à 11h45.....	176
Figure G.78 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h45 à 12h.....	176

## **LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

La liste des sigles et abréviations présente, dans l'ordre alphabétique, les sigles et abréviations utilisés dans le mémoire ou la thèse ainsi que leur signification. En voici quelques exemples :

MTQ	Ministère des Transports du Québec
CMM	Communauté Métropolitaine de Montréal
TC	Transports Canada
GRM	Grande Région de Montréal
RMM	Région Métropolitaine de Montréal
GTHA	Greater Toronto and Hamilton Area ou Région de Toronto et Hamilton
ODOT	Oregon Department of Transportation
TUM	Transport Urbain de Marchandises
NRS	National Roadside Survey ou Enquête Nationale en Bordure de Route
O-D	Origine-Destination
ITAO	Interview Téléphonique Assistée par Ordinateur
SIG	Système d'Information Géographique
SPG (GPS)	Système de Positionnement Global (Global Positioning System)
SGBD	Système de Gestion de Bases de Données
OD (TO)	Lieu de l'Origine du Déplacement (Trip Origin)
CPM (CO)	Lieu de Cueillette Principale de Marchandise (Commodity Origin)
AP (LS)	Lieu de l'Arrêt Précédent l'entrevue (Last Stop)
DCS (SCD)	Lieu du Site de Collecte de Données (Data Collection Site)
AS (NS)	Lieu de l'Arrêt prévu Suivant l'entrevue (Next Stop)
LPM (CD)	Lieu de la Livraison Principale de Marchandise (Commodity Destination)
DD (TD)	Lieu de la Destination du Déplacement (Trip Destination)

## **LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE A – AVANTAGES/DÉSAVANTAGES DES MÉTHODES DE COLLECTE .....	130
ANNEXE B – CARTES DE DISPERSION DES SCD.....	131
ANNEXE C – LIGNES DE DÉSIR.....	146
ANNEXE D – LOCALISATIONS IMPUTÉES POUR LA RÉGION MONTRÉALAISE .....	157
ANNEXE E – RÉPARTITION HORAIRE PAR TYPE DE CAMION.....	162
ANNEXE F – CARTES DE COMPTAGES AUX 15 MINUTES .....	165
ANNEXE G – CARTE DES DIRECTIONS AUX POINTS D’OBSERVATION .....	171

## CHAPITRE 1 INTRODUCTION

Lorsqu'il s'agit de la planification des transports, l'étude de la mobilité s'applique à deux types d'objets : les personnes et les marchandises. C'est le mouvement de ces deux objets, qui se déplacent en divers endroits durant leurs vies respectives, qui définit le concept de mobilité dans le domaine du transport.

Dans la grande région de Montréal, les enquêtes Origine-Destination, réalisées aux 5 ans, permettent de dresser le portrait et d'analyser l'évolution des comportements de mobilité des personnes. De cette façon, plusieurs analyses permettent de planifier et d'agir en se basant sur les données récoltées. Les enquêtes réalisées auprès des personnes et les méthodologies utilisées ont été développées à Montréal depuis un certain temps, de sorte que le processus est continuellement perfectionné pour obtenir les informations les plus justes et représentatives possibles.

En ce qui concerne les marchandises, le portrait de la mobilité est beaucoup plus flou. Les enquêtes téléphoniques menées auprès des personnes ne sont pas applicables aux marchandises. Les informations recueillies et utilisées depuis maintenant plusieurs années sur la mobilité des personnes représentent donc une grande richesse qui est absente du côté des marchandises.

Pourtant, il y a bel et bien d'importants mouvements de camions sur nos routes, qui ne sont pas mesurés au même niveau que les mouvements de personnes. Le contraste évident au niveau de la qualité et de la quantité des données entre celles disponibles pour les personnes et pour les marchandises n'est donc pas le même dans la réalité.

Le transport des marchandises par camion dans la région urbaine de Montréal est le sujet de ce mémoire. Le projet se veut tout d'abord un premier pas vers la formalisation d'indicateurs de mobilité durable.

### 1.1 Mise en contexte

Le domaine du transport des marchandises est très large, complexe et constitué de plusieurs champs d'activités en soi.

Dans le cadre de ce projet de recherche, l'étude du transport des marchandises sera axée sur les déplacements effectués en milieu urbain. Plus spécifiquement dans la grande région de

Montréal, l'étude de déplacements en milieu urbain représente un processus plus difficile à mettre en place.

L'étude portera aussi prioritairement sur le mode routier, soient les déplacements effectués par camions seulement. Bien qu'ils utilisent les infrastructures présentes dans plusieurs milieux urbains, les déplacements effectués sous les autres modes correspondent principalement à des déplacements de longue distance et ne s'inscriront pas dans le contexte de notre étude sur les déplacements en milieu urbain. La recherche se précisera ainsi autour de ce constat, considéré comme la base de départ d'une démarche de modélisation de transport.

Le sujet de recherche s'articulera donc comme suit : Méthodologie de collecte et d'analyse de données sur le transport par camions en milieu urbain.

## 1.2 Objectifs de la recherche

La planification des transports est de nos jours un principe fondamental; il faut planifier pour réaliser en répondant aux besoins des générations futures. Or, pour planifier efficacement et prendre les bonnes décisions aujourd'hui au profit de demain, on doit se fier sur des analyses justes et adéquates. Le développement de ces analyses se fait entre autres sous une condition : posséder des données valables et suffisantes.

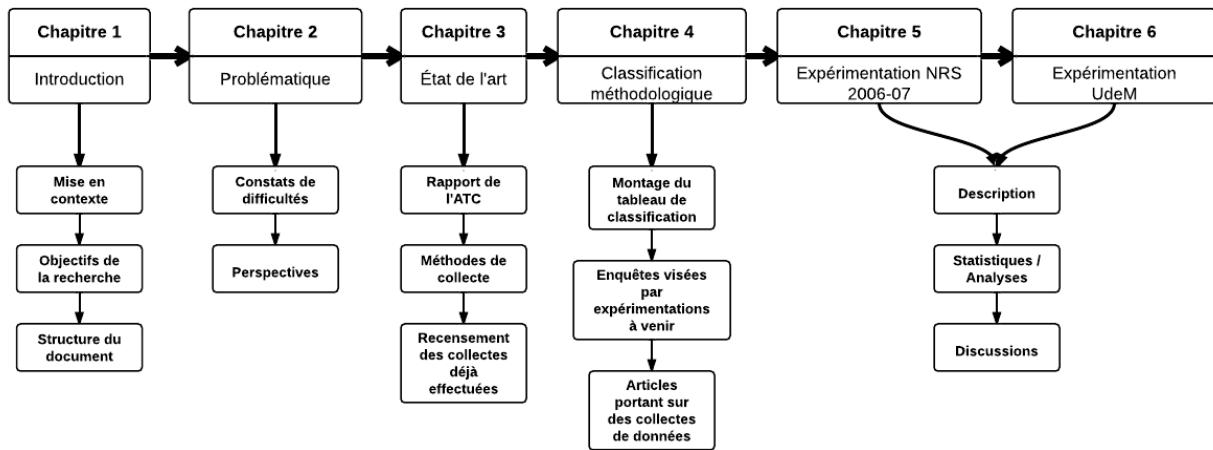
Ce projet vise tout d'abord à dresser le constat des travaux faits au Québec et en Amérique du Nord (voire dans le monde pour certains cas) en matière de collecte de données sur le transport des marchandises.

Il vise aussi à réaliser deux expérimentations de collecte de données et à expérimenter l'exploitation de bases de données collectées par le MTQ ainsi qu'à l'Université de Montréal.

L'objectif final de la recherche vise donc à formuler des recommandations sur la collecte de données visant à soutenir les opérations de planification des transports en ville.

### 1.3 Structure du document

Tableau 1.1 - Structure du document



L'exposition détaillée de la problématique de recherche est faite au chapitre 2.

Le travail de recherche débute au chapitre 3 par un inventaire des méthodes de collecte de données en transport des marchandises. Cette partie du document permet de faire un tour d'horizon des connaissances établies et leçons déjà tirées en ce qui a trait à la collecte de ces données.

Au quatrième chapitre, la classification méthodologique propose une analyse et un travail de classification de méthodes et travaux de collecte de données divers. Cette étape permet de distinguer les enquêtes et méthodes les unes des autres afin de mieux discerner leurs fonctions et finalités.

Enfin, les cinquième et sixième chapitres proposent d'expérimenter la collecte et l'analyse de certains types de méthodes de collecte de données. Cette partie du travail est faite à l'aide d'enquêtes menées par le Ministère des Transports du Québec sur les routes du Québec ainsi que par l'Université de Montréal et la chaire de recherche MOBILITÉ sur le campus de l'Université. Ce chapitre permet de pousser la recherche vers l'expérimentation du travail potentiel d'analyse pour le transport des marchandises.

Les contributions prévues au projet de recherche sont les suivantes :

- diagramme de classification des méthodes;
- analyses de collectes de données;
- démonstration des potentialités d'analyse de deux types d'enquêtes;
- conclusions sur l'expérimentation d'une collecte de données;
- recommandations sur les méthodologies de collecte de données.

## CHAPITRE 2 PROBLÉMATIQUE

La problématique des méthodes de collecte de données sur le transport des marchandises par camions en milieu urbain est une qui interpelle plusieurs intervenants et décideurs, en raison de leur responsabilité de bonne mise en œuvre des projets et suivis en transport : entre autres le Ministère des Transports du Québec (MTQ), la Ville de Montréal (VdeM) et la Communauté Métropolitaine de Montréal (CMM). Ils ont d'ailleurs tous exprimé le souhait d'améliorer encore la situation à ce niveau, d'autant plus que les développements en transport sont de nos jours grandement d'actualité.

Alors que le développement durable occupe une place de plus en plus importante dans la société sous plusieurs aspects, le transport s'affiche toujours comme un des domaines où les répercussions sont directement liées aux trois sphères de la durabilité (environnement, économie et société). Le transport représente de plus une facette concrète dans la vie de pratiquement tous les individus d'une société comme la nôtre. Leur intérêt envers les innovations, politiques, plans et projets de transport est donc totalement justifié et rend les problématiques de transport toujours d'actualité.

Les décideurs en transport doivent faire face aux défis liés aux problématiques actuelles de transport, tout en s'assurant que les solutions choisies demeurent adéquates pour les générations à venir. Considérant que les mouvements de biens et de personnes ne puissent être éliminés complètement en aucun temps, les questionnements liés au transport demeureront au cœur de plusieurs préoccupations de société. Les décideurs et organismes œuvrant en ce domaine se doivent donc de prendre les moyens innovateurs, intégrateurs et durables afin de s'attaquer aux préoccupations des populations.

La compréhension et la mesure du transport des marchandises sont donc des problématiques qui prennent de l'ampleur, alors que les administrations gouvernementales de tous les niveaux sont aux prises avec des problématiques urbaines (trafic routier, congestion, usure des infrastructures, circulation en chantier, etc.) qui exigent la prise en compte de tous les usagers des réseaux. Tous cherchent des solutions toujours plus audacieuses et complètes pour faire face aux nouveaux défis et investissent des fonds importants dans le transport, mais sont souvent limités quand vient le temps d'évaluer l'état de la mobilité des biens ainsi que ce qui découlera des initiatives.

## 2.1 Constat général

La collecte de données sur le transport de marchandises représente une partie difficile du processus de planification. Cette affirmation est appuyée par des écrits et rapports qui ont été publiés sur le sujet depuis bon nombre d'années.

Plus particulièrement au Canada, l'Association des Transports du Canada (ATC) a publié en 2007 un important rapport visant à recueillir plus effectivement des données de qualité sur le transport de marchandises. D'entrée de jeu, l'ATC évoque que l'exécution d'enquêtes pose plusieurs défis et que les besoins en données sont beaucoup plus grands que ceux qui, traditionnellement, étaient associés à l'élaboration de modèles de prévision de transport (Kriger et al., 2007). On trouve aussi important de souligner l'intérêt que peuvent avoir les divers intervenants des secteurs publics et privés. On soulève l'existence du problème de coordination des efforts de collecte de données, résultant en une variation de qualité et de fiabilité dans ces données. Le rapport de l'ATC est souligné au chapitre 3 et plus de détails sur les constats présents dans ce rapport seront fournis.

Dans la grande région englobant les villes de Toronto et Hamilton, le Greater Toronto and Hamilton Area (GTHA), l'agence gouvernementale Metrolinx a produit en février 2011 un document sur le transport urbain de marchandises : GTHA Urban Freight Study. Produite en tant que première étape afin d'explorer le transport urbain de marchandises dans cette région, cette étude vise à se pencher sur tous les aspects du sujet. Dans le but de développer des actions afin d'augmenter l'efficacité et la capacité du mouvement de fret à l'intérieur du GTHA, l'étude identifie des défis à relever, dont le partage des données de la part de l'industrie. Cette reconnaissance provient du fait qu'en dépit de l'importance du camionnage dans le GTHA, on n'en connaît pas assez à son propos (Metrolinx, 2011).

Une cause importante notée ici et menant à ce constat est que les gouvernements n'ont généralement pas démontré la valeur du partage de ces informations envers l'industrie par le passé. Plus encore, les demandes d'accès aux données n'ont pas été coordonnées et ils n'ont pas expliqué leur besoin pour celles-ci et comment elles allaient être utilisées. Il est finalement clairement indiqué, à titre de direction à emprunter ou d'actions à poser, que de bonnes sources d'information mènent à de bonnes décisions, si bien qu'une enquête récurrente des heures,

fréquences et trajets de livraison, ainsi que des véhicules utilisés, aiderait à la compréhension approfondie des mouvements urbains de marchandises(Metrolinx, 2011).

Au niveau de la recherche, le professeur Roorda et ses collègues de l'Université de Toronto, a réalisé plusieurs travaux depuis quelques années afin d'améliorer la compréhension de la situation et plusieurs de ses publications font état de nombreux accrocs auxquels on peut faire face lors d'une tentative de collecte et d'analyse de données. Le manque de données décrivant les mouvements de fret urbain et le comportement des firmes de transport et la littérature insuffisante décrivant comment les données peuvent être récoltées le plus efficacement possible et avec des résultats de qualité supérieure sont deux constats frappants évoqués dans ses travaux. Aussi, selon lui, l'utilisation du système bien développé de transport de biens et de personnes canadien n'est pas bien comprise, particulièrement en zone urbaine. Les objectifs d'évaluation de la durabilité des impacts à la fois d'aménagement urbain et de politiques économiques ainsi que de justification des investissements dans les infrastructures de transport requièrent de développer une capacité d'analyse de transport balancée entre le fret et les personnes (Cavalcante & Roorda, 2010, 2011; McCabe, Roorda, & Kwan, 2008; M. Roorda, McCabe, & Kwan, 2006; M. Roorda, Meyburg, & Browne, 2009; M. J. Roorda, 2011).

En regardant l'évolution de la recherche en Europe, Patier et Routhier affirmaient encore en 2009 que « les publications qui font état d'enquêtes sur les transports de marchandises en ville sont rares ». Ils stipulent de plus qu' « hormis quelques publications des simples résultats d'enquêtes, on trouve plus souvent des rapports techniques nationaux que des publications scientifiques ». Globalement, on pointe comme problèmes les faits que « jusqu'à un passé récent, les mouvements de marchandises en ville n'étaient pas un sujet d'étude » ainsi que « [les collectivités locales] ne disposent d'aucune donnée, méthode ou référence leur permettant d'adopter une ligne de conduite cohérente ».

Le Ministère des Transports du Québec a aussi entrepris plusieurs démarches afin d'améliorer les enquêtes menées au sujet du transport de marchandises. Les enquêtes en bordure de route menées au travers du Canada avaient pour objectif principal de caractériser les échanges commerciaux, et donc, ne se penchaient pas directement sur les déplacements de camion. On admet dans un rapport sur le prototypage d'une enquête auprès des expéditeurs publié en 2007 que les enquêtes en bordure de route gardent « plusieurs pans du transport des marchandises peu

connus (...), bien que les enjeux y soient de taille »(Ministère des transports du Québec & Institut de la statistique du Québec, 2007). Une enquête auprès des expéditeurs, sur laquelle le MTQ s'est penchée dernièrement et qui fait l'objet dudit rapport, représenterait une partie de la solution applicable au problème récurrent : « quel que soit le milieu, à peu près aucune information sur les flux de transport des marchandises n'est disponible »(Ministère des transports du Québec & Institut de la statistique du Québec, 2007).

Aussi aux États-Unis, les états de Washington et de l'Oregon ont investi beaucoup d'efforts afin de mieux comprendre les mouvements commerciaux sur leur territoire. L'État de Washington reste un des organismes publics régulateurs les plus avancés et engagés sur le sujet du transport des marchandises. Y a été menée une enquête en bordure de route en 1993 semblable à celle menée au Canada. Dès 1994, on affirmait dans un rapport sur l'étude de l'enquête O-D que la planification pour un mouvement efficace de fret et de biens était entravée par un manque d'information sur la source et les caractéristiques de mouvements de marchandises par camions (Gillis & Casavant, 1994).

Dans un rapport sur les méthodes de collecte de données sur les déplacements de camions publié en 2004 pour l'*Oregon Department of Transportation* (ODOT), il est clairement indiqué que la principale raison pour le manque de données sur les mouvements de camions est que des méthodologies fiables n'ont pas été développées pour obtenir le niveau de détail nécessaire pour les efforts de modélisation et de planification. On ajoute que le besoin de données précises et détaillées sur le mouvement de fret pour modéliser et planifier le transport de marchandises n'est pas un nouveau phénomène, mais que le nombre d'études axées sur les méthodes pour capturer les données nécessaires sur les mouvements commerciaux urbains sont peu abondantes. Toujours en rapport au besoin en données sur les mouvements spécifiques de fret, il a augmenté dans les dernières années. On relie ce besoin à la congestion et aux inquiétudes sur la capacité des autoroutes, deux impacts qui commencent à influencer l'efficacité du transport de marchandises et l'économie régionale. Aussi selon l'ODOT, les données de comptage sont importantes, mais inadéquates pour comprendre suffisamment les mouvements de camions de marchandises et leur niveau de détail est trop faible pour les besoins de modélisation et planification du transport. Bien que des données agrégées sur les flux de marchandises soient disponibles, le besoin se fait sentir au niveau de données fiables sur les mouvements de camions en milieu urbain avec plus de détails sur chaque mouvement. Ils visent une méthodologie de collecte de données de

déplacements de camions axée sur les générateurs de déplacements, les points d'entrées et les centres d'activités afin d'améliorer la situation et les perspectives (Jessup, Casavant, & Lawson, 2004).

## 2.2 Objectifs

Le développement d'indicateurs de performance permettant de dresser un portrait actuel du transport des marchandises par camions en milieu urbain, d'évaluer les changements en matière de mobilité des biens et éventuellement à mieux comprendre les impacts du transport de marchandises sont des enjeux que partagent plusieurs autorités. Afin d'en arriver à une plus grande compréhension du phénomène de déplacement des biens, une modélisation avancée des déplacements engendrés par les activités commerciales se présente comme une étape incontournable. Or, la représentativité et le niveau de réalisme d'une modélisation sont des qualités qui dépendent directement des données à partir desquelles un modèle est développé et surtout calibré. Ultimement, une collecte étendue de données valables et nombreuses de transport des marchandises par camion devrait être réalisée dans les régions métropolitaines du Québec, à Montréal en tout premier lieu.

Présentement, autant au niveau provincial que dans la grande région métropolitaine de Montréal, la collecte de données sur le transport des marchandises se heurte à plusieurs difficultés faisant en sorte qu'elle n'apparaît pas viable. Les décideurs ont besoin de données sur le sujet, mais se butent à des complexités dans la réalisation des enquêtes qui pourraient les aider à obtenir l'information nécessaire.

Suite aux efforts investis dans la compréhension du phénomène du transport des marchandises, le Ministère des Transports du Québec en est pour sa part venu à la conclusion que les enquêtes auprès des expéditeurs devaient constituer le principal mode de collecte pour atteindre les objectifs poursuivis de compréhension, d'analyse et d'évaluation des flux de marchandises.

Des travaux de réflexion concernant la méthodologie de telles enquêtes ont été réalisés, mais la mise en place de processus concrets de collecte de données reste à faire. Tant et aussi longtemps que les enquêtes visant les marchandises ne deviendront pas solidement implantées dans le portrait de l'étude de la mobilité à Montréal, il y aura toujours des réflexions à mener vers

des recommandations pour une meilleure méthodologie de collecte de données sur le transport des marchandises par camions en milieu urbain.

Cette recherche vise à contribuer aux réflexions entourant la collecte de données sur les flux de marchandises et les déplacements commerciaux en milieu urbain. Les différentes méthodes de collecte de données seront discutées et évaluées et une classification sera proposée afin d'articuler les bases d'une application possible au contexte montréalais. Deux méthodes de collecte ayant déjà été réalisées seront aussi évaluées et valorisées; celle qui a été conduite par le MTQ et celle qui a été conduite à l'UdeM dans le cadre de la recherche.

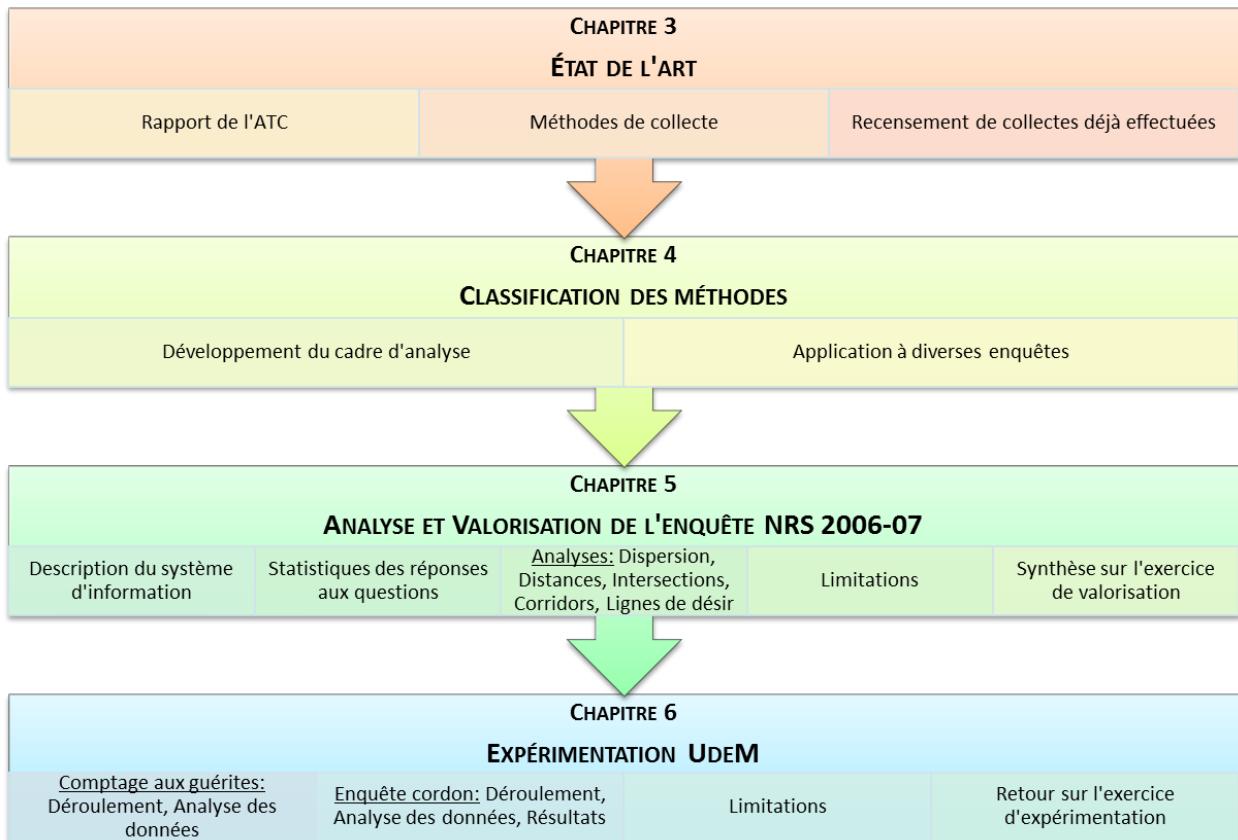


Figure 2.1 - Processus de recherche

## CHAPITRE 3 ÉTAT DE L'ART

L'étude des écrits sur les méthodes de collecte de données sur le transport des marchandises doit se faire avant d'amorcer les réflexions sur l'articulation d'une méthodologie. Les avenues vers lesquelles les différentes lectures nous mèneront, tout comme les facettes du sujet à étudier, sont multiples. Le développement de méthodes de collecte de données en transport des marchandises est un exercice complexe qui a auparavant été expérimenté, analysé et amélioré par plusieurs. Leurs réflexions sur le sujet, lorsque conciliées, représentent donc de riches informations.

Cette revue de la littérature portera sur les efforts les plus importants de conciliation d'information sur les méthodes et de tentatives de collecte de données. En premier lieu, le contenu du rapport de l'Association des transports du Canada (ATC) intitulé « Cadre de collecte de données de qualité supérieure sur le transport urbain des marchandises au Canada » sera rapporté et discuté. Des intervenants des Ministères des Transports du Québec et de l'Ontario, des Villes d'Edmonton, Ottawa, Burlington et de la Municipalité régionale de Peel en Ontario ont participé à ce projet.

Par la suite, les écrits portant sur les méthodes de collecte de données connues seront relatés. Cette section permettra de bien entourer toutes les façons de faire lorsqu'on décide d'effectuer une enquête.

Finalement, quelques articles scientifiques traitant le travail effectué à partir de diverses enquêtes visant à recueillir des données sur le transport de marchandises ont été analysés et classifiés selon plusieurs critères afin de discerner les différences et les manières de faire.

### 3.1 Sommaire des travaux menés par l'ATC

Un signe parmi tant d'autres que le manque de données en transport des marchandises se fait sentir au sein de plusieurs organismes, l'Association des transports du Canada (ATC) a mené en 2007 le projet de créer un cadre de collecte de données de qualité supérieure en ce domaine. En effet, l'ATC a identifié deux besoins afin d'améliorer la collecte de données sur le transport des marchandises au Canada, soit « acquérir une connaissance utile des types de données nécessaires à la résolution des problèmes de transport urbain des marchandises » et « élaborer un cadre d'orientation des futures activités de collecte de données sur le transport des

marchandises »(Kriger et al., 2007). L'effort de concertation important de la part de plusieurs acteurs majeurs du milieu a résulté en premier lieu à un rapport délimitant deux phases du projet de recherche.

Le projet de recherche avait deux buts spécifiques, soient « comprendre les données qui sont utilisées ou qui sont nécessaires aux fins de la planification du transport urbain et intermodal de marchandises » et « synthétiser les connaissances ici visées en un cadre d'orientation pour les organisations publiques et privées souhaitant structurer leurs propres données »(Kriger et al., 2007).

### Phase 1

Durant la première phase du projet, plusieurs tâches ont été réalisées :

- effectuer une analyse documentaire d'envergure internationale;
- effectuer des entrevues de suivi avec les « meilleurs praticiens »;
- élaborer un questionnaire d'enquête afin de mieux préciser les besoins et les pratiques actuels des intervenants;
- préparer un plan d'échantillonnage et de stratification pour l'enquête;
- mettre au point les essais-pilotes de l'enquête.

### Phase 2

La deuxième phase du projet aura permis de réaliser l'enquête et de synthétiser les résultats. C'est aussi suite aux travaux de la deuxième phase que l'on a pu mettre au point un cadre global de collecte de données sur le transport urbain des marchandises au Canada (iTRANS Consulting inc., 2010).

#### **3.1.1 Mise en contexte**

Dans le présent document, seules les trois premières étapes de la première phase seront relatées, puisque le reste dépasse le cadre du travail de recherche.

### 3.1.2 Synthèse

L'ATC reconnaît d'emblée qu'il « existait de nombreuses déficiences dans les ensembles existants de données, voire des lacunes ». On rappelle qu'une « source exhaustive de données de qualité sur le transport des marchandises » n'existe toujours pas, signe qu'une telle source serait d'une très grande utilité (Kriger et al., 2007).

On dénote toutefois quelques municipalités de l'agglomération urbaine de Toronto qui possèdent des données de qualité, en ajoutant cependant qu'elles n'étaient pas à jour dans bien des cas.

On relève aussi le fait que les transporteurs et expéditeurs de fret restent réticents à divulguer des renseignements sur leurs déplacements et leurs caractéristiques, surtout ceux portant sur leurs coûts, sous crainte de nuire à leur compétitivité.

Il est souligné aussi que « la plupart des villes du monde possèdent trop peu de données nécessaires à l'évaluation de l'efficacité des politiques en place concernant le transport urbain de marchandises ». Un manque d'uniformité dans les données de certains pays en possédant ressort aussi, confirmant la complexité de la collecte et l'analyse de telles données.

On note parmi les défis que, pour différentes sources de données, il arrive fréquemment que les données récoltées soient spécifiques à un mode de transport ou à un pays, et donc diffèrent entre ceux-ci, ce qui les rendent moins comparables. D'un même point de vue, les sources de données « ne sont pas nécessairement compatibles au plan des zones de couverture, de la catégorisation par mode, des découpages d'origine et de destination ou du degré de détail ». D'autres défis spécifiques sont cités et les plus pertinents sont énumérés ici :

- différence entre zones géographiques;
- indications des points d'origine et de destinations à différents degrés de détails et selon des systèmes de localisation différents;
- manque d'uniformité des données entre les années où celles-ci sont disponibles;
- unités de mesure différentes;
- méthodes de collecte de données variables;
- sources d'échantillons variables;

- modes de transport par tronçon non-indiqués pour les segments multimodes;
- but de la collecte de données variable (Administratif, juridique, fiscal, assurance, autre vs. planification des transports);
- données concernant les expéditions internationales mieux tenues que les dossiers sur le trafic intérieur;
- grande proportion des meilleures sources de données qui sont confidentielles;
- données trop peu nombreuses sur le transport intermodal.

Sous la forme d'un tableau synthèse, les caractéristiques des données sur le transport routier et la cargaison qui sont pertinentes à la planification du transport urbain de marchandises ont été cernées sous divers aspects. Les trois aspects liés aux déplacements de camions extraits de ces tableaux sont montrés ci-dessous : transport routier/camionnage, patrons origine-destination et détails de l'itinéraire.

#### TRANSPORT ROUTIER / CAMIONNAGE

- Type et classe de camion
- Vitesse moyenne du véhicule
- Données sur les émissions polluantes du véhicule
- Débit de circulation
- Types de marchandises
- Poids de la cargaison
- Longueur moyenne de la tournée
- Durée du déplacement
- Temps de transit
- Régularité dans la durée du déplacement

#### PATRONS ORIGINE-DESTINATION

- Provinces
- Municipalités
- Région métropolitaines de recensement (RMR) / Agglomérations de recensement (AR)
- Codes postaux ou régions de tri d'acheminement postal (RTA)
- Coordonnées de l'expéditeur
- Zone d'analyse de transport (ZAT)
- Poste douanier d'entrée/sortie

#### DÉTAILS DE L'ITINÉRAIRE

- Principales routes utilisées
- Nombres d'arrêts et but
- O-D intermédiaires du voyage
- Itinéraires des véhicules (inclusif MD)

Figure 3.1 - Données à récolter selon l'aspect du transport à traiter (Kriger et al., 2007)

De la même manière, on a regroupé ensemble cette fois les besoins en données pour l'analyse du transport urbain de marchandises, soit les données dont on ne dispose pas ou pas assez. Les deux grands angles d'analyse sous lesquels sont regroupés les besoins qui nous interpellent sont les données sur le trafic urbain commercial et le transport des marchandises ainsi que les données décrivant l'interaction entre le transport des marchandises, le réseau de transport et l'aménagement du territoire.

### **BESOINS EN DONNÉES- TRAFIC URBAIN COMMERCIAL ET TRANSPORT DES MARCHANDISES**

- Nombre, taille et type de véhicules
- Poids, volume et type de marchandises transportées
- Nombre de voyages
- Type de voyages / nombre d'escales / fréquence dans la chaîne de déplacements
- Origine et Destination
- Longueur du déplacement (véhicule et marchandise)

### **BESOINS EN DONNÉES - INTERACTIONS ENTRE LE TRANSPORT DES MARCHANDISES, LE RÉSEAU DE TRANSPORT ET L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

- Nombre de déplacements par véhicule sur des routes principales et des routes internes à la zone urbaine (quotidien, hebdomadaire, mensuel et annuel)
- Composition du parc de véhicules mis en circulation
- Répartition temporelle du transport urbain de marchandises (quotidien et hebdomadaire)
- Origine et Destination des déplacements
- Durée des déplacements (incluant congestion)
- Durée des activités de chargement/déchargement
- Calendriers et fenêtres de livraison dans les zones urbaines

Figure 3.2 - Besoins en données selon l'angle d'analyse (Kriger et al., 2007)

Quant au type d'enquête entreprise, l'ATC suggère les suivantes selon le but de l'étude:

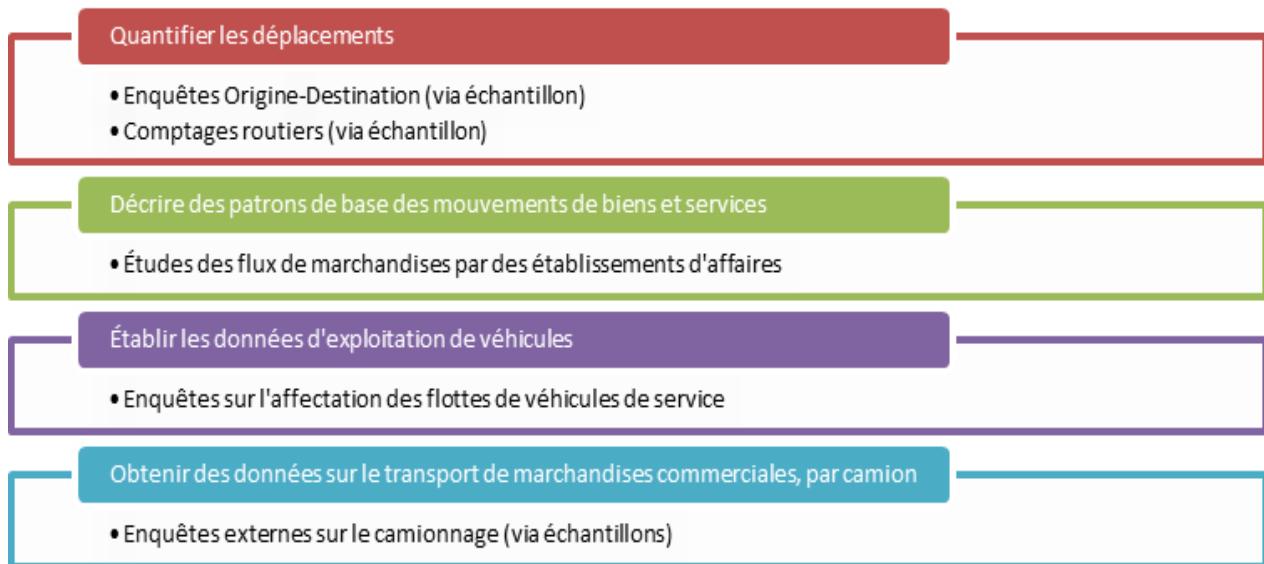


Figure 3.3 - Type d'enquête à entreprendre selon le but de l'étude (Kriger et al., 2007)

### 3.1.3 Meilleures pratiques et leçons tirées

Le rapport de l'ATC contient une section importante dans laquelle on rassemble les meilleures recommandations pour mener efficacement une enquête. Citant quelques auteurs et faisant eux-mêmes quelques recommandations, cette section permet de mieux cibler les solutions qui semblent fonctionner face à quelques-uns des problèmes méthodologiques récurrents. Les passages pertinents à la recherche sont ici révélés par thème.

#### 3.1.3.1 Les plus utilisées

En premier lieu, les auteurs du rapport précisent que la méthode d'enquête la plus courante pour traiter du camionnage en milieu urbain correspond au questionnaire transmis par la poste précédé d'un appel téléphonique en raison de sa rentabilité au niveau du coût engendré pour le déroulement de l'enquête et d'un taux de réponse raisonnablement élevé. On souligne toutefois que les enquêtes postales faites sans appel téléphonique « ne produisent souvent qu'un faible taux de réponse » (Finnegan, Finlay, O'Mahony, & O'Sullivan, 2005).

L'autre méthode plus courante est celle des entrevues en bordure de route, très pertinente pour une enquête dans l'optique d'analyser sous l'angle d'une zone géographique. Elles

permettent aussi d'obtenir des renseignements complets, en raison du contact direct avec le chauffeur du camion qui peut fournir plus de précisions sur le déplacement, et ont un taux de réponse très élevé.

### **3.1.3.2 Combinaison de moyens**

Selon Taylor (1997), les études les plus concluantes et efficaces résultent d'une combinaison de plusieurs méthodes d'enquête. On y cerne les enquêtes origine-destination, celles auprès des exploitants de terminaux et celles visant le taux de production de déplacements, les comptages, les questionnaires envoyés par la poste et les enquêtes où les « groupes d'experts » sont enquêtés. Taylor appuie sa remarque par le fait que les caractéristiques de l'industrie varient selon plusieurs facteurs. Selon l'auteur, cette observation signifie que les caractéristiques de la méthodologie d'enquête doivent être choisies attentivement et selon les résultats attendus de l'enquête.

De plus, les auteurs collaborant au rapport de l'ATC soulignent que les comptages classifiés par tranche horaire sur les artères et collectrices restent nécessaires, tout comme les taux de génération, les données d'exploitation de camions et les études de « dernier kilomètre ». Les extrants provenant de ces données « aideraient grandement à la planification du transport urbain de marchandises ».

### **3.1.3.3 Échantillons**

L'ATC reconnaît que les déplacements liés à la prestation de services font partie des déplacements classifiés commerciaux et doivent être englobés lorsque des établissements commerciaux sont enquêtés.

De son côté, Taylor (1997) attire l'attention sur la nécessité de sur-échantillonner les entreprises de camionnage indépendantes ou de petite taille, car ils disposent de moins de ressources que les exploitants de gros parcs de camions. La disponibilité du chauffeur peut être moindre vu ses tâches d'administration accrues au sein d'une plus petite entreprise.

Un constat semblable est soulevé (Taylor, 1997) pour les véhicules légers, où les taux de réponse sont « généralement médiocres et extrêmement variables », alors que leur proportion peut par endroits être très élevée. Malgré que leur utilisation soit requise pour des « objectifs et tâches différents que ceux des véhicules génériques de transport de marchandises », la nécessité

peut parfois être présente de « collecter ces données séparément ou (...) d'obtenir un échantillon plus grand ».

En dernier lieu, Morris, Kornhauser & Kay (1998) soulèvent deux enjeux importants :

- assurer la cueillette de données à la fois quantitatives et qualitatives;
- assurer le respect des exigences de confidentialité des représentants de l'industrie.

#### Déroulement des enquêtes

Sous ce thème, c'est Finnegan et al. (2005) qui sont les plus pertinents commentateurs. On se penche sur les principaux centres urbains de distribution, qui devraient être examinés et sur l'étude des mesures de coordination qui sont prises par les entreprises en zone urbaine par rapport au moment de livraison et au type de marchandises livrées. De plus, on suggère « l'affectation d'enquêteurs pour distribuer personnellement les questionnaires aux entreprises situées sur des rues prédéterminées », pour son utilité de collecter les « rétroactions et commentaires du personnel des magasins ».

#### Analyse des enquêtes

Il y a de plus des commentaires pertinents qui réfèrent aux activités ultérieures d'analyse d'une enquête lorsqu'elle a été réalisée. On introduit aussi les notions d'éléments qui « doivent être soigneusement contrôlés et définis clairement », soit la taille et la stratification de l'échantillon, le plan d'échantillonnage, le taux de réponse et la précision de l'enquête. On réitère aussi que « des indications claires doivent être fournies quant à l'interprétation et la précision des données basées sur des échantillons » et que l'on doit « reconnaître pleinement les limites de ces dernières »(McKinnon, Marchant, Baird, Vaneck, & Pfab, 2000; The National Institute for Transportation and Logistics, 2005).

#### **3.1.3.4 Continuité et perspectives des enquêtes**

Il ne faudrait surtout pas oublier une autre facette importante lorsqu'une enquête est bâtie, soit la continuité des enquêtes et les perspectives d'avenir que l'on doit prendre en compte.

Browne (2005) souligne à raison que les enquêtes se déroulant de façon continue ou l'utilisation d'outils semblables pour des enquêtes successives « peut constituer une solution

attrayante » en raison de la familiarité développée par les participants avec le processus d'enquête.

Les auteurs de l'ATC soulèvent également qu'il existe des sources d'informations pertinentes et utiles probablement sous-utilisées. En effet, s'appuyant sur une étude réalisée dans l'agglomération de Toronto, les auteurs précisent que malgré toutes les lacunes des données dans le domaine, des liens ont été établis « entre les séries historiques de comptage et les facteurs socioéconomiques et démographiques explicatifs » (Kriger et al., 2007).

En terminant, on décrit deux nouveaux processus prometteurs de collecte. Le premier consiste en des enquêtes à préférences déclarées adaptées à la situation, « focalisant sur des situations hypothétiques mais réalistes permettant aux répondants de fournir l'information significative que les analystes mettront à profit pour dégager des relations quantitatives à l'égard des choix comportementaux » (Kriger et al., 2007).

Le deuxième processus constitue pour sa part en un instrument : le moniteur de positionnement global ou GPS. De par sa nature procurant la localisation d'un véhicule en mouvement, il permet d'obtenir des renseignements précis en tout temps sur le lieu où se trouve un véhicule, en plus d'autres renseignements : itinéraire, temps et vitesse de parcours, nombre d'arrêts, durée d'arrêt, consommation de carburant et émissions. Il est noté que les moniteurs GPS n'enregistrent cependant aucune information à propos des marchandises transportées ou l'objet des arrêts faits.

### 3.2 Méthodes de collecte

Il est évidemment pertinent de bien cerner l'ensemble des diverses méthodes de collecte de données qu'il peut être possible de mener pour enquêter le transport de marchandises. Au fil des ouvrages, quelques-uns fournissent une compilation de diverses méthodes d'enquêtes. Ces méthodes ne concernent que le moyen employé pour recueillir les données et non le type d'enquête mené, définissant plutôt l'objet enquêté.

Les méthodes peuvent être triées selon les 6 catégories suivantes (Jessup et al., 2004) :

- enquête par la poste;
- enquête téléphonique;

- enquête en bordure de route;
- enquête combinée par téléphone et par la poste;
- surveillance vidéo;
- moniteur GPS attaché à un échantillon de camions.

Les auteurs Jessup, Casavant et Lawson ont d'ailleurs retrouvé un tableau portant sur les avantages et désavantages de chacune des méthodes connues. Il s'avère pertinent de retrouver ce tableau dans son entièreté à l'annexe A. Le tableau a été produit dans le cadre du rapport *NCHRP Synthesis 298* par Fischer et Han en 2001 et a ici été traduit en français pour en faciliter la compréhension.

On retrouve aussi dans le rapport des statistiques des méthodes de collecte de données ayant été utilisées dans 30 enquêtes différentes menées aux États-Unis. Les méthodes suivantes se retrouvaient dans un pourcentage d'études recensées et le tableau démontre la fréquence dans laquelle chaque méthode a été employée.

Tableau 3.1 - Parts des méthodes de collecte présentes dans un ensemble d'enquêtes (Fischer & Han, 2001)

<b>TYPES DE DONNÉES</b>	<b>% DES ÉTUDES</b>
Carnets de livraisons	33,3
Comptes classifiés	23,3
Données de flux de marchandises publiées	33,3
Données de flux de marchandises récoltées	16,7
Enquêtes générateurs spéciales aux chargeurs/expéditeurs	3,3
Enquête en bordure de route	26,7
Taux de réponses publiés	3,3

### 3.3 Recensement des collectes déjà effectuées

#### 3.3.1.1 Expériences réalisées au Québec

La collecte de données la plus vaste concernant le transport par camions au Québec se réalise environ aux 5 ans, en parallèle avec l'Enquête en bordure de route (National Roadside Survey) que réalise Transport Canada. Depuis les années 1990, cette enquête a été réalisée en quatre occasions : 1991, 1995, 1999 et 2006-2007.

Au Québec, l'enquête de 1999 a été sujette à un important effort de la part des effectifs du Ministère des Transports. Les travaux ont permis de produire le rapport nommé *Les déplacements interurbains de véhicules lourds au Québec (Service de la modélisation des systèmes de transport, 2003)* et de documenter les phénomènes de transport des marchandises au niveau de la province. Cette enquête a permis de se pencher sur la génération de déplacements par camions et la simulation des flux de camionnage interurbains (de longue distance) sur le réseau québécois.

Par contre, le but de l'enquête était plutôt de décrire les échanges routiers de commerce entre les grandes régions du Québec et leurs partenaires hors-Québec. Bien que les déplacements interurbains effectués dans les milieux urbains aient été recensés, les mouvements spécifiquement en milieu urbain ne font pas partie de l'univers de données.

Quant à l'enquête s'étant déroulée en 2006-2007, elle n'a pour sa part pas encore été l'objet d'un rapport intégré, mais plusieurs analyses ont été réalisées.

Plusieurs autres travaux concernant le transport des marchandises au Québec ont été réalisés à partir de sources diverses de données (ex. importations/exportations, relevés de douane, etc.). Aussi, plusieurs travaux traitent du transport interurbain. Or, le projet de recherche vise à analyser le transport des marchandises en traitant des mouvements de véhicules en milieu urbain. Les travaux réalisés au Québec ont tout de même une valeur importante afin de pouvoir comprendre et connaître la situation générale du transport des marchandises, de façon à corrélérer les résultats au niveau urbain.

Voici une liste résumant les collectes de données concernant le Québec qui ont été réalisées depuis les années 90. Cette liste, résumant bien les grands efforts de collecte de données

dans le domaine, peut par contre omettre certaines enquêtes dont nous ne connaîtrions pas l'existence.

Tableau 3.2 - Inventaire des collectes de données ou enquête sur le transport routier des marchandises concernant le Québec

NOM DE L'ENQUÊTE	DÉBUT	FIN	ORGANISME
<b>Enquête sur le transport routier de marchandises pour compte d'autrui</b>	1970	2003 (remplacée)	Statistique Canada
<b>Enquête sur l'origine et la destination des marchandises transportées par camion (ODMTC)</b>	Remplace l'Enquête sur le transport routier de marchandises pour compte d'autrui (En cours)		
	2004	En cours	Statistique Canada
<b>Enquête annuelle des transporteurs routiers de marchandises</b>	1974	2008 (remplacée)	Statistique Canada
<b>Enquête annuelle sur les petits transporteurs routiers de marchandises pour compte d'autrui et les chauffeurs contractants</b>	< 1990	2008 (remplacée)	Statistique Canada
<b>Enquête annuelle sur le camionnage (EAC)</b>	(Remplace l'Enquête annuelle sur les transporteurs routiers de marchandises et l'Enquête annuelle sur les petits transporteurs routiers de marchandises pour compte d'autrui et les chauffeurs contractants)		
	2009	En cours	Statistique Canada
<b>Enquête trimestrielle sur les transporteurs routiers de marchandises</b>	1988	2008 (remplacée)	Statistique Canada
<b>Enquête trimestrielle sur le camionnage (ETC)</b>	(Remplace l'Enquête trimestrielle sur les transporteurs routiers de marchandises)		
	2009	En cours	Statistique Canada
<b>Enquête nationale en bordure de route (NRS)</b>	1991	2006-2007	TC / MTQ
<b>Enquêtes CUM/MTQ</b>	1992	1992	CUM / MTQ
<b>Border Crossing Data U.S.-Canada</b>	1994	2003	BTS / RITA

Tableau 3.2 - Inventaire des collectes de données ou enquête sur le transport routier des marchandises concernant le Québec (suite)

NOM DE L'ENQUÊTE	DÉBUT	FIN	ORGANISME
<b>Enquête sur l'industrie de messageries et des services locaux de messagers</b>	1997	2008	Statistique Canada
<b>Étude des flux du Bas-Saint-Laurent</b>	1998	1998	Centre qc logist. app.
<b>Enquête sur les caractéristiques de la logistique et du transport dans le secteur manufacturier</b>	1999	1999	UQAT
<b>Enquête nationale auprès des expéditeurs en matière de transport industriel sur les déplacements</b>	1999	1999	ACTI
<b>Enquête sur les déplacements de camions auprès des établissements manufacturiers de la région de Montréal</b>	1999	1999	Conseillers ADEC inc.
<b>Enquête sur les véhicules au Canada</b>	1999	2009 (abolie)	StatCan
<b>Enquête aux centres intermodaux de Montréal</b>	2010	2010	CITM / MTQ /VdeM

Références : (Statistique Canada, 2003; Statistique Canada, 2010, Statistique Canada, 2012a; Statistique Canada, 2012b; Statistique Canada 2012c; Statistique Canada, 2012d; Côté & Julien, 2002)

### 3.3.1.2 Revue des efforts de collecte de données – Amérique du Nord

Le professeur Roorda et ses collègues de l'Université de Toronto ont effectué un tour d'horizon semblable lors de leurs travaux de recherche et en ont produit un tableau. Il stipule que les sources les plus étendues de données au niveau de la région métropolitaine de Toronto (GGH) proviennent du *Commercial Vehicle Survey*, mené par le MTO en 2001, et le comptage de type cordon effectué par le *Data Management Group* en 2002. Cependant, il indique que les sources ne sont pas adéquates pour modéliser les mouvements commerciaux et le comportement des firmes de la région.

Tableau 3.3 - Revue des enquêtes récentes auprès des expéditeurs (McCabe et al., 2008)

Localisation	Année(s)	Réponses recueillies	Méthode d'enquête	Type d'enquête	Taux de réponse
Calgary	2000	3000	Par la poste	Flux de marchandises / Journal de livraisons des tournées	N/A
Edmonton	2001	4300	Par la poste	Flux de marchandises / Journal de livraisons des tournées	N/A
Hamburg	2001	537	Par la poste	Enquête aux établissements et Journal de livraisons	36%
Hamburg	2001	220	En personne	Enquête aux établissements et Journal de livraisons	40%
Dresden	2001	856	En personne	Enquête aux établissements et Journal de livraisons	42%
USA	1993/1997/2002	50000	Par la poste	Flux de marchandises	100% (requis par la loi)
Baltimore	2001	14	Téléphonique et poste	Problèmes de fret pour des industries spécifiques	50%
Oregon	2001	1872	Téléphonique	Problèmes reliés aux infrastructures	61%

On y dénote quelques enquêtes qui sont souvent citées en exemple, soient celles de Clagary et Edmonton et le Commodity Flow Survey aux États-Unis.

De la même manière, les auteurs du rapport produit au profit du département de transport de l'état de l'Oregon (Jessup et al., 2004) ont recensé les enquêtes majeures effectuées en milieu urbain. Pour ce faire, ils s'appuient sur Lau (1995) qui rapporte huit enquêtes différentes ainsi que leurs caractéristiques pertinentes dans un tableau. Cependant, les enquêtes relevées datent évidemment des années 1986 à 1994, ce qui n'en fait pas des exemples actuels. Mentionnons que trois types de méthodes ont principalement été utilisées pour ces enquêtes majeures, des méthodes qui reviennent dans plusieurs enquêtes : par la poste, en bordure de route et combinaison poste-téléphone.

Tableau 3.4 - Caractéristiques pour 8 enquêtes (Lau, 1995)

Localisation	Année	Méthode d'enquête	Questionnaires complétés (approx.)	Taux de réponse	Utilité des données	Coût de l'enquête (\$ non-actualisés)	Coût / Quest.
Chicago	1986	Poste	3506	25,30%	Développement modèle de déplacements de camions Analyse de la route/corridor Impacts des péages sur les camions Modèle de simulation de la vitesse des camions Identification géospatiale des activités de camions	200 000 \$	57 \$
Ontario	1988	Bordure de route	19225	96,5%	Comparaison des temps de déplacements Évaluation et design de la géométrie de la route Planification de la gestion des chaussées Analyse des accidents de camions Analyse de l'application et de la réglementation des mat. dangereuses Programme d'éducation des chauffeurs	N/A	N/A
Phoenix	1991	Téléphone et Poste	720	30%	Développement modèle de déplacements de camions	90 000 \$	125 \$
N.Y. et N.J.	1991	Bordure de route	4500	N/A	Évaluer proposition d'une route/corridor dédié Gestion du trafic pour reconstruction des autoroutes Analyse des temps de déplacements de fret Analyse des flux économiques de marchandises	N/A	N/A
Alameda County, CA	1991	Téléphone et Poste	2200	79%	Analyse du corridor I-880	285 000 \$	N/A
		Bordure de route	>8000	N/A	Création sous-modèle déplacements camions pour analyse corridors Génération de volumes de trafic par essieu 24h et pointe PM		
N.Y. et N.J.	1992-94	Bordure de route	14671	37,8%	N/A	312 000 \$	21 \$
El Paso	1994	Téléphone	188	42,6%	Développement modèle de déplacements de camions Partie d'une étude régionale de déplacements Analyse des émissions des camions	65 000 \$	345 \$
Houston - Galveston	1994	Téléphone et Poste	900	35%-40%	Développement modèle de déplacements de camions	150 000 \$	167 \$

Lau (1995) a aussi discerné les avantages et désavantages des quatre méthodes d'enquête utilisées pour les exemples précédents.

Tableau 3.5 - Avantages et désavantages de quatre méthodes d'enquête (Lau, 1995)

Méthode d'enquête	Localisation	Nb typique de quest. complétées (% pop.tot.)	Taux de réponse typique	Avantages	Désavantages
Téléphone	N.Y. (1964)	4%-15%	40%-50%	Taux de réponse élevé	Seulement durant les heures d'ouverture Problème d'identification des # de téléphone
	Calgary (1971)			Suivi facile	Temps parfois limité au téléphone Requiert accès à la liste des véhicules enregistrés
	El Paso (1994)				
Poste	Chicago (1986)	1%-5%	10%-45%	Moins coûteux	Faible taux de réponse Biais possible via la variété de la qualité des réponses
				Bon taux de réponse avec courrier certifié	Faible réponse des propriétaires de petits camions Besoin de suivi pour non-réponses
				Seul le suivi des non-réponses est nécessaire	Difficulté à assurer que le chauffeur est le répondant Requiert accès à la liste des véhicules enregistrés
Téléphone et Poste	Phoenix (1991)	3%-10%	30%-80%	Taux de réponse + élevé que poste seul.	Idem à "Téléphone"
	Houston (1994)			Identification facile des propriétaires acceptant de participer et des non-réponses potentielles via téléphone	Coût élevé des suivis téléphoniques Besoin rappels téléphoniques pour journaux de livraisons
	Alameda, CA (1991)			Contact téléphonique peut aider à ajuster le taux d'échantillon	Plus coûteux que "Poste" et "Téléphone"
Bordure de route	Calgary (1971)	8-35%	95%-100%	Information complète	Possible dérangement du trafic
	Ontario (1978, 1983, 1988)			Taux de réponse élevé	Temp. et éclairage affecte conduite et qualité enquête
	N.Y & N.J. (1974, 1982, 1985, 1991-1994)			Meilleur contrôle de l'échantillon	Dangerous pour le personnel d'enquête
	Alameda, CA (1991)			Bon échantillon représentatif des camions entrant ou sortant du cordon	Limite de temps d'entrevue Aucun suivi possible
				Comparaison facile avec le trafic principal via comptages au poste d'enquête	Problème d'obligation à arrêter pour être enquêté Chauffeurs évitent le poste d'enquête Réprésentativité locale; route du poste (pas régional)

### Problèmes de méthodologie déjà exposés

Les ouvrages consultés présentaient des pistes intéressantes sur les problèmes connus et attendus du déroulement d'une enquête.

Le professeur Roorda et ses collègues se font les plus transparents dans leurs commentaires suivant le déroulement d'une enquête pilote par la poste combinée avec des moniteurs GPS menée auprès d'expéditeurs de la région de Peel.

Au sujet du recrutement des répondants, le premier défi correspond à entrer en communication avec la personne au courant du transport de marchandises au sein de la compagnie. La désignation de chauffeurs pour compléter l'enquête peut être difficile, entre autres en raison du fait que plusieurs compagnies ont recours aux services externes de courtage pour leurs livraisons. Le haut taux d'occupation des compagnies correspond à la raison la plus fréquente de participer à l'enquête. Il fut aussi remarqué que les périodes horaires les plus propices pour effectuer des appels de recrutement étaient de 9h30 à 11h30 et de 14h30 à 16h30.

En ce qui concerne le design du questionnaire d'enquête, les questions plus longues et compliquées peuvent poser problème avec les compagnies ne s'occupant pas de livraisons. Un

design amélioré du questionnaire n'a pas apporté de solution concrète au problème du nombre d'arrêts effectués non-rapportés.

L'utilisation de la technologie GPS a pour sa part ajouté aux complexités techniques, logistiques et administratives de l'enquête. Parmi les leçons les plus importantes, l'envoi d'une lettre de présentation aide grandement à l'approbation des dirigeants pour l'implantation du système GPS sur les véhicules de la compagnie (McCabe et al., 2008).

De leur côté, Patier et Routhier (2009) mentionnent, parmi plusieurs autres recommandations, qu' « une partie des enquêtes doit le plus souvent possible être réalisée en face à face, [du fait de la complexité des questionnaires] ».

## CHAPITRE 4 CLASSIFICATION MÉTHODOLOGIQUE

La littérature nous expose donc à plusieurs cas de tentatives de collecte de données ayant été menées de manières toutes différentes. Les apprentissages de ces expérimentations ne s'appliquent pas toujours au cas précis auquel les organisateurs de collecte font face. Dans le but de mieux se situer dans l'univers de ces collectes de données, il convient de regrouper les grandes lignes d'après ces enquêtes. De cette façon, il nous appert plus évident de préciser le type d'enquête qu'il faudra mener pour collecter les données de la manière la plus efficace au possible.

### 4.1 Montage du tableau de classification

Trépanier et Morency (2008) ont évalué le montage et la collecte de données effectuée dans la région de Peel, près de Toronto. Afin d'illustrer les différents moyens et outils disponibles au moment de procéder à une enquête, ils ont bâti un tableau afin de différencier les enquêtes par leurs modes de réalisation. Le Tableau 4.1 montre le tableau tel qu'ils ont conçu en 2008.

Tableau 4.1 – Tableau de différenciation des enquêtes (Trépanier & Morency, 2008)

Résultats attendus	Méthode d'enquête	Contenu de l'enquête	Univers	Données	Outils
Matrice O-D de véhicules	En personne	Économie de l'entreprise	Compagnies	Enregistrements des véhicules	ITAO
Utilisation des infrastructures	Cordon	Taille & Composition de la flotte		Bases de données de compagnies	Site Web
Matrice O-D des marchandises	Poste	Déplacement en cours	Véhicules	Données GPS commerciales	SIG
Indicateurs logistiques	Téléphone	Tournée		Cartes géographiques SIG	SGBD
Indicateurs environnementaux	Site web	Poids du camion et biens			Moniteurs GPS
	Comptage externe	Itinéraire			

Une version actualisée de ce tableau est proposée dans le cadre de cette recherche.

Tableau 4.2 - Tableau proposé de classification méthodologique des enquêtes

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	OUTILS DE COLLECTE ET D'ANALYSE	MODE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA POPULATION
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier ITAO / Tablette électronique	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	Site Web	Recensement
Déplacements de camions	Itinéraire	Chauffeurs	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	SIG SGBD	Échantillon aléatoire
Mobilité des marchandises	Achalandage	Marchandises	Ensemble de camions	Site web	Appareils GPS Bluetooth Caméra vidéo	
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules		Camions en circulation	Journal de livraisons		
	Chargement					

## Objectif

Description : C'est la raison pour laquelle une enquête est menée, la cause qui pousse les personnes en charge à avoir besoin des données que l'enquête procurera. L'objectif est le paramètre que l'on souhaite mesurer, étudier, analyser ou vérifier.

Tableau 4.3 - Description des objectifs possibles d'une enquête

Utilisation des infrastructures	Consiste à déterminer quelle utilisation d'une partie du réseau routier est faite par les camions.
Congestion routière	Consiste à déterminer à quel point une partie du réseau routier est achalandée.
Déplacements de camions	Vise à connaître les séquences habituelles de déplacements des camions et connaître les caractéristiques spatiales et temporelles de ces déplacements.

Tableau 4.3 - Description des objectifs possibles d'une enquête (suite)

Mobilité des marchandises	Vise à connaître les origines et destinations des marchandises transportées par les camions. Les caractéristiques relevées au sujet des marchandises visent à identifier les tendances des marchés de consommation qui influent sur le transport des marchandises par camions.
Indicateurs durables	Vise à développer des indicateurs de mobilité durable à partir des données recueillies. Il donnera une indication du niveau d'un phénomène concernant le transport des marchandises par camions.

### Données à recueillir

Description : Ce sont les données précises que l'on doit réussir à obtenir avec l'enquête. Ces types de données aideront éventuellement à atteindre l'objectif ou les objectifs visés.

Tableau 4.4 - Description des types possibles de données à recueillir lors d'une enquête

Séquence d'activités	Endroits (ou points) par où le camion est passé durant son déplacement.
Horaire	Caractéristiques temporelles du déplacement du camion. Peut inclure toute contrainte, changement, restriction ou autre relié au temps de déplacement, d'arrivée ou de départ du camion.
Itinéraire	Route (autoroutes, routes, rues) empruntée par le camion pour effectuer son déplacement.
Achalandage	Décompte de camions ayant circulé en un point, une route, un endroit ou un périmètre donné.

Tableau 4.4 - Description des types possibles de données à recueillir lors d'une enquête (suite)

Caractéristiques véhicules	Toutes les caractéristiques concernant le véhicule en tant que tel et leur lien avec toute autre particularité du déplacement.
Chargement	Toutes les caractéristiques concernant le chargement du véhicule, c'est-à-dire ce qu'il transporte.

### Objet primaire

Description : C'est l'objet visé par les études et les analyses désirées.

Camions	Camion-porteur, tracteur ou fourgonnette.
Compagnies	La compagnie transportant la marchandise.
Chauffeurs	Le chauffeur du camion au moment de l'enquête.
Marchandises	La marchandise qui est transportée au moment de l'enquête.

### Base de sondage

Description : C'est la base qui dictera quel groupe sera enquêté. Ces groupes possèdent les données voulues. Souvent, on doit viser un seul de ces groupes, car il apparaît difficile de lier des données obtenues de plus d'un groupe à la fois.

Tableau 4.5 - Description des bases de sondage

Chargeur / Expéditeur	Les organismes responsables d'expédier les marchandises.
Générateur de déplacements	Tout organisme qui génère des déplacements de camions, donc qui induit un déplacement de camion par ses activités.
Ensemble de compagnies	Compagnies se retrouvant dans un ensemble quelconque qui est accessible à l'enquêteur.

Tableau 4.5 - Description des bases de sondage (suite)

Ensemble de camions	Camions d'un ensemble quelconque qui est accessible à l'enquêteur (ex. : enregistrements, plaques, ...)
Camions en circulation	Les camions qui circulent sur la(les) route(s) où une enquête se déroule.

### Mode d'enquête

Description : C'est le mode d'interaction permettant de recueillir les données. Plusieurs méthodes peuvent être combinées selon les fins de l'enquête.

Tableau 4.6 - Description des modes possibles d'enquête

Bordure de route	Rassembler des données à partir d'observations ou d'informations recueillies depuis le bord de la route, à un ou des endroits précis.
Téléphone	Recueillir les données par le biais du téléphone. Plusieurs technologies téléphoniques peuvent être employées, mais les données doivent être transmises via le moyen téléphonique.
Poste / Télécopieur / Courriel	Recevoir par la poste, par télécopieur ou par courriel des données demandées au préalable au répondant. Les données peuvent être organisées de plusieurs façons.
Site web	Recueillir des données en dirigeant le répondant vers un site web où il pourra entrer les données demandées et d'où l'enquêteur les recevra, habituellement déjà de manière organisée.
Journal de livraisons	Lorsque le répondant fournit à l'enquêteur un registre dans lequel sont inscrites ses données et à partir duquel l'enquêteur extraira les données pertinentes. Le registre ou journal en question peut exister sous forme papier ou électronique.

## Outils de collecte et d'analyse

Description : Ce sont les technologies utilisées, durant une étape ou une autre du processus, afin de mener à bien et/ou de faciliter l'enquête et d'atteindre les objectifs.

Tableau 4.7 - Description des outils de collecte et d'analyse pouvant être utilisés

Papier	Remplissage des questionnaires papier.
ITAO / Tablette électronique	Soutien électronique permettant la saisie plus facile des informations à recueillir.
Site web	Site web conçu pour recueillir les informations nécessaires.
SIG	Système d'information géographique aidant à analyser les données recueillies sur des cartes ou des plans.
SGBD	Un système de gestion de bases de données permet de sélectionner les informations nécessaires à partir de bases de données soit multiples ou de grande taille. Il facilite l'intégration des données de différentes sources en un tout.
Appareils GPS	Les systèmes de positionnement global permettent de repérer un camion dans le temps et l'espace et ces données peuvent être conservées afin de les analyser a posteriori.
Bluetooth	La technologie <i>Bluetooth</i> permet de repérer un certain signal au passage d'un appareil à l'intérieur d'une zone de captation <i>Bluetooth</i> .
Caméra vidéo	Les images vidéo fournissent du contenu sur les phénomènes (accidents, achalandage, congestion, infractions, reconnaissance de plaques, etc.) qui se produisent aux endroits où des caméras sont installées.

## Mode d'échantillonnage de la population

Description : C'est la manière employée afin de trouver l'échantillon possédant les données.

Tableau 4.8 - Description des modes de recensements possibles

Groupes témoins	Un échantillon qui est accessible ou disponible aux fins de l'enquête, mais dont on ne connaît pas la représentativité.
Recensement	Population complète de l'univers. Pour qu'un recensement soit effectué, l'univers doit être connu.
Échantillon aléatoire	Peut être complètement aléatoire ou stratifié. S'il est aléatoire, l'échantillon représente les répondants qui acceptent de participer. S'il est stratifié, on aura segmenté les groupes visés, mais la réponse reste aléatoire à l'intérieur de ces groupes.

Les chapitres 5 et 6 visent l'analyse de collectes de données réalisées par le MTQ et à l'UdeM. Afin d'appliquer le tableau de classification des enquêtes à différentes expériences réalisées, voici les représentations de ces tableaux pour ces deux enquêtes. Les détails de réalisation se retrouvent dans les sections explicatives des chapitres assujettis.

## MTQ

Tableau 4.9 - Classification méthodologique de l'enquête NRS 2006-07

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	Outils de collecte et d'analyse	Mode d'échantillonnage de la population
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier ITAO /Tablette électronique	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	Site Web	
Déplacements de camions	Itinéraire	Chasseurs	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	SIG SGBD	Recensement
Mobilité des marchandises	Achalandage	Marchandises	Ensemble de camions	Site web	Appareils GPS Bluetooth Caméra vidéo	Échantillon aléatoire
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules		Camions en circulation	Journal de livraisons		
	Chargement					

## UdeM

Tableau 4.10 - Classification méthodologique de l'enquête au campus de l'UdeM

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	OUTILS DE COLLECTE ET D'ANALYSE	MODE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA POPULATION
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier ITAO /Tablette électronique	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	Site Web	Recensement
Déplacements de camions	Itinéraire	Chauffeurs	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	SIG SGBD	
Mobilité des marchandises	Achalandage	Marchandises	Ensemble de camions	Site web	Appareils GPS Bluetooth Caméra vidéo	
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules		Camions en circulation	Journal de livraisons	Échantillon aléatoire	
	Chargement					

## 4.2 Synthèse des articles portant sur des collectes de données

Nous avons choisi six articles illustrant des collectes de données sur le transport des marchandises. Afin de démontrer l'utilisation du tableau de classification méthodologique proposé, nous avons décortiqué chaque article pour illustrer les propriétés des enquêtes qui y sont présentées.

Tableau 4.11 - Informations sur les articles recensés

#	Nom Article	Année/# TRR/# Article	Auteur(s)	Organisme
1	<i>We're really asking for it: Using surveys to engage the freight community</i>	2001 / 1763 01-2382	C.T. Lawson A-E Riis	<i>U of Albany</i> <i>Portland St. U</i>
2	<i>Urban freight in Dublin city center, Ireland: Survey analysis and strategy evaluation</i>	2005 / 1906 05-N/A	C. Finnegan H. Finley M. O'Mahony D. O'Sullivan	<i>Trinity College Dublin</i>
3	<i>Urban Freight Mobility: Collection of Data on Time, Costs, and Barriers Related to Moving Product into the Central Business District</i>	1998 / 1613 98-N/A	A.G. Morris A.L. Kornhauser M.J. Kay	<i>City U of New York</i> <i>Princeton U</i> <i>Montclair St. U</i>
4	<i>Survey Methodology for Collecting Freight Truck and Destination Data</i>	1995 / 1477 95-N/A	K.L. Casavant W.R. Gillis D. Blankenship C. Howard Jr	<i>Washington St. U</i> <i>The Gillis Group</i> <i>The Gillis Group</i> <i>Washington St. DOT</i>
5	<i>Establishment-based survey of urban commercial vehicle movements in Alberta, Canada</i>	2006 / 1957 06-N/A	J.D. Hunt K.J. Stefan A.T. Brownlee	<i>U of Calgary</i> <i>City of Calgary</i> <i>City of Edmonton</i>
6	<i>Comparing GPS and Non-GPS Methods for Collecting Urban Goods and Service Movements</i>	2008 ISCTSC	S. McCabe M. Roorda H. Kwan	<i>U of Toronto</i>

## ARTICLE 1: We're really asking for it: Using surveys to engage the freight community

Les auteurs (Lawson & Riis, 2001) comparent les différentes méthodes pour contacter les répondants et relèvent les statistiques correspondantes aux méthodes ainsi que les aspects ayant fait défaut lors des différentes tentatives. Il est intéressant aussi de constater que l'objectif de l'enquête proposée est d'obtenir de l'information de la part des organismes qui transportent des marchandises à propos des problèmes auxquels ils font face dans le système routier en Oregon.

Tableau 4.12 - Classification méthodologique de l'article 1

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	OUTILS DE COLLECTE ET D'ANALYSE	MODE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA POPULATION
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	ITAO / Tablette électronique	Recensement
Déplacements de camions	Itinéraire	Chasseurs	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	Site Web	
Mobilité des marchandises	Achalandage		Ensemble de camions	Site web	SIG	
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules	Marchandises	Camions en circulation	Journal de livraisons	SGBD	
	Chargement				Appareils GPS	
					Bluetooth	
					Caméra vidéo	Échantillon aléatoire

## ARTICLE 2: Urban freight in Dublin city center, Ireland: Survey analysis and strategy evaluation

L'enquête présentée ici s'intéresse principalement aux centres de distribution urbains ainsi qu'à la gestion du dernier kilomètre de livraison. On y dénote l'efficacité opérationnelle ainsi que les larges bénéfices des centres de distribution urbains et on y fait aussi état d'une étude de cas ciblée sur un distributeur particulier dans le domaine alimentaire.

Au sujet des méthodes de collecte de données, la seule conclusion qui ressort de l'article spécifie que le fait de distribuer personnellement les formulaires d'enquêtes aux compagnies s'est avéré beaucoup plus efficace que de les poster. (Finnegan et al., 2005)

Tableau 4.13 - Classification méthodologique de l'article 2

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	OUTILS DE COLLECTE ET D'ANALYSE	MODE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA POPULATION
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	ITAO /Tablette électronique	Recensement
Déplacements de camions	Itinéraire	Chasseurs	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	Site Web	
Mobilité des marchandises	Achalandage		Ensemble de camions	Site web	SIG	
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules	Marchandises	Camions en circulation	Journal de livraisons	SGBD	
	Chargement				Appareils GPS	
					Bluetooth	
					Caméra vidéo	Échantillon aléatoire

### ARTICLE 3: Urban Freight Mobility: Collection of Data on Time, Costs, and Barriers Related to Moving Product into the Central Business District

Le but de cette étude (Morris et al., 1998) était de développer une méthodologie pour obtenir des données de mobilité urbaine des marchandises afin de connaître les coûts et les temps requis pour le mouvement de marchandises vers le quartier commercial central de la ville de New York.

La méthode utilisée afin de recueillir les informations nécessaires consistait en des groupes « focus » où l'on a regroupé des représentants de compagnies ensemble durant un maximum de deux heures afin qu'ils discutent et explorent les problèmes rencontrés en profondeur. Les compagnies étaient représentées par des membres de leur comité exécutif.

Une entrevue était par la suite conduite auprès des membres ayant participé à la première phase de l'enquête, ainsi qu'à une population plus large de gestionnaires de compagnies de transport, distribution ou de logistique qui faisaient partie d'une liste d'associations ou de programmes majeurs de commerce. L'entrevue pouvait se dérouler en personne, ce qui était généralement décliné, par téléphone ou être constituée d'un formulaire à retourner par la poste.

Tableau 4.14 - Classification méthodologique de l'article 3

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	OUTILS DE COLLECTE ET D'ANALYSE	MODE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA POPULATION
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier	
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	ITAO /Tablette électronique	
Déplacements de camions	Itinéraire	Chasseurs	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	Site Web	
Mobilité des marchandises	Achalandage	Marchandises	Ensemble de camions	Site web	SIG	Recensement
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules		Camions en circulation	Journal de livraisons	SGBD	
	Chargement				Appareils GPS	
					Bluetooth	
					Caméra vidéo	Échantillon aléatoire

#### ARTICLE 4: Survey Methodology for Collecting Freight Truck and Destination Data

Portant sur l'enquête origine-destination des camions de l'état de Washington menée en 1993, cet article (Casavant, Gillis, Blankenship, & Howard Jr, 1995) nous informe sur la méthodologie employée par un état ayant mis beaucoup d'efforts sur la collecte de données sur le transport des marchandises. L'article touche directement à la méthodologie et les procédures utilisées et se penche aussi sur les problèmes spécifiques incluant le design de la recherche, le recrutement et la formation d'une équipe d'enquêteurs, les procédures de collecte des données sur le terrain et les exigences ayant trait à la gestion de l'enquête en cours.

Tableau 4.15 - Classification méthodologique de l'article 4

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	Outils de collecte et d'analyse	Mode d'échantillonnage de la population
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	ITAO /Tablette électronique	
Déplacements de camions	Itinéraire		Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	Site Web	
Mobilité des marchandises	Achalandage	Chauffeurs	Ensemble de camions	Site web	SIG	Recensement
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules		Camions en circulation	Journal de livraisons	SGBD	
	Chargement	Marchandises			Appareils GPS	
					Bluetooth	Échantillon aléatoire
					Caméra vidéo	

## ARTICLE 5: Establishment-based survey of urban commercial vehicle movements in Alberta, Canada

Dans le but de développer une plus grande compréhension de la nature des mouvements de véhicules commerciaux, l'expérience ici présentée détaille le design et la réalisation d'une enquête sur les déplacements générés par des entreprises situées en milieu urbain.

Il est stipulé que l'enquête a efficacement obtenu les données voulues, incluant des données de génération, des patrons de distribution, l'amplitude de l'influence du type et de la grosseur de l'entreprise, le niveau d'utilisation des entrepôts ainsi que les types de véhicules utilisés pour la livraison de biens et pour les services. Le design et la réalisation des enquêtes, autant à Calgary qu'à Edmonton se sont donc révélés des succès selon les auteurs (Hunt, Stefan, & Brownlee, 2006). On conclut aussi en relevant quelques apprentissages importants qui ont découlé du processus d'enquête complet.

Tableau 4.16 - Classification méthodologique de l'article 5

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	OUTILS DE COLLECTE ET D'ANALYSE	MODE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA POPULATION
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	ITAO /Tablette électronique	
Déplacements de camions	Itinéraire	Chasseurs	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	Site Web	
Mobilité des marchandises	Achalandage		Ensemble de camions	Site web	SIG	
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules	Marchandises	Camions en circulation	Journal de livraisons	SGBD	
	Chargement				Appareils GPS	
					Bluetooth	
					Caméra vidéo	
					Échantillon aléatoire	

## ARTICLE 6: Comparing GPS and Non-GPS Methods for Collecting Urban Goods and Service Movements

L'article porte sur une enquête pilote visant à expérimenter la collecte de données en transport des marchandises auprès des expéditeurs de la région de Peel, près de Toronto. Le texte décrit la méthode d'enquête, les résultats ainsi que les apprentissages méthodologiques pour l'étude urbaine des mouvements de biens.

Afin d'explorer encore plus, les auteurs (McCabe et al., 2008) ont choisi de comparer les résultats de la réalisation de l'enquête pour les deux types d'enquêtes menées. Des apprentissages précis sont relevés concernant la sollicitation de répondants, le design du questionnaire d'enquête et l'utilisation de la technologie GPS.

Tableau 4.17 - Classification méthodologique de l'article 6

OBJECTIF	DONNÉES À RECUEILLIR	OBJET PRIMAIRE	BASE DE SONDAGE	MODE D'ENQUÊTE	OUTILS DE COLLECTE ET D'ANALYSE	MODE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA POPULATION
Utilisation des infrastructures	Séquence d'activités	Camions	Chargeur / Expéditeur	Bordure de route	Papier	Groupes témoins
Congestion routière	Horaire	Compagnies	Générateur de déplacements	Téléphone	ITAO /Tablette électronique	Recensement
Déplacements de camions	Itinéraire	Chaussiers	Ensemble de compagnies	Poste / Télécopieur / Courriel	Site Web	
Mobilité des marchandises	Achalandage		Ensemble de camions	Site web	SIG	
Indicateurs durables	Caractéristiques véhicules	Marchandises	Camions en circulation	Journal de livraisons	SGBD	
	Chargement				Appareils GPS	
					Bluetooth	
					Caméra vidéo	Échantillon aléatoire

## **CHAPITRE 5 ANALYSE ET VALORISATION DE L'ENQUÊTE NATIONALE EN BORDURE DE ROUTE 2006-07**

Au fil de la recherche, il a été choisi d'examiner un ensemble de données déjà existant. Cet ensemble de données est celui qui a été recueilli dans le cadre de l'Enquête nationale en bordure de route de 2006-07 (National Roadside Survey) menée conjointement par Transports Canada et le Ministère des Transports du Québec.

### Objectif

L'objectif de cette expérimentation est d'évaluer les potentialités d'analyse d'une enquête se déroulant en bordure de route avec comme extrants les réponses au questionnaire et les trajets des camions. Le travail servira aussi à évaluer les potentialités d'analyse des déplacements en milieu urbain d'une enquête à prime abord à portée interurbaine.

### Pertinence

Il y a lieu d'examiner cet ensemble de données afin d'explorer les résultantes possibles d'une enquête de type « en bordure de route ». Les analyses et résultats qui peuvent en sortir pourraient aider à la compréhension des déplacements de véhicules commerciaux en milieu urbain, mais qui proviennent de ou se destinent vers une autre région.

### Portée

Cet exercice se veut une valorisation des données amassées durant l'enquête. Il vise essentiellement à mettre en valeur les données dans un contexte de recherche universitaire. Il n'y a donc pas de mandat précis défini par un besoin au départ.

## **5.1 Description du système d'information**

### **5.1.1 Description**

L'enquête nationale en bordure de route (NRS) est conduite auprès des transporteurs de marchandises circulant sur le réseau routier canadien et vise à décrire les échanges routiers de commerce inter provinciaux et avec les États-Unis.

Ici, le focus sera porté spécifiquement sur la grande région de Montréal lorsqu'il y a lieu.

## 5.1.2 Fonctionnement de la collecte de données

Se déroulant en bordure de route, la collecte de données s'est effectuée à divers sites localisés en des endroits stratégiques et sécuritaires. Les postes de pesée furent utilisés comme sites d'enquête lorsque cela était possible. Il pouvait y avoir plus d'un poste d'enquête par site, afin de conduire plus d'une enquête en même temps.

Pour enquêter un camion, un signaleur, posté quelques centaines de mètres en amont du site d'enquête, indique au premier camion qu'il aperçoit de se ranger au site. Ainsi de suite jusqu'à ce que tous les postes d'enquête au site soient occupés. Lorsqu'un poste se libère, le signaleur indique alors au prochain camion qui le croise de se ranger au site d'enquête. La méthode d'échantillonnage est donc aléatoire et la taille de l'échantillon est à prime abord inconnue.

Il est à noter que les chauffeurs peuvent refuser de participer à l'entrevue sans raison valable. L'entrevue peut se dérouler en français ou en anglais.

## 5.1.3 Contenu de la base de données

Les informations recueillies peuvent se regrouper sous huit groupes distincts qui sont présentés dans les sous-sections suivantes.

### 5.1.3.1 Observations

En tout premier lieu, les caractéristiques générales du camion sont enregistrées dans la section « Observations ». Dans cette section, les informations à recueillir sont visibles de l'extérieur du camion et l'enquêteur n'a pas nécessairement besoin de poser les questions au chauffeur. La configuration du camion, le type de carrosserie ainsi que les classes de matières dangereuses autorisées sont les informations principales recueillies parmi des listes de choix disponibles.

Les informations suivantes sont aussi collectées lors de la phase d'observation:

- Numéro d'identification désigné par les nations unies pour le transport des matières dangereuses.

- La province ou état de provenance du tracteur ou camion-porteur. Si le véhicule est identifié par plusieurs plaques, celle du Québec est privilégiée. Si le véhicule n'a pas de plaque du Québec, est retenue la plaque située au plus haut et plus à gauche.
- Le numéro d'immatriculation de la plaque retenue pour la province ou état de provenance.

### **5.1.3.2 Transporteur**

Au sujet du transporteur, seules 3 informations étaient recueillies :

- Nom de l'entreprise qui transporte matériellement le fret, soit le transporteur.
- Si la compagnie en est une de camionnage pour compte d'autrui transportant généralement des marchandises appartenant à d'autres entreprises.
- Si le chauffeur est propriétaire du tracteur ou camion-porteur.

### **5.1.3.3 Fret**

À propos du fret ou de la marchandise transportée par le véhicule en entrevue, 15 différents types de renseignements sont évalués. Selon chaque type, plusieurs catégories de réponses étaient possibles.

Aussi à propos de la marchandise la plus lourde à bord, on veut savoir si c'est la seule à bord, son poids ou son volume, le nom de l'entreprise de transport inscrit sur son connaissement et si cette entreprise la transporte sur une base régulière. On enquête aussi sur la présence ou non de marchandises classées dangereuses.

### **5.1.3.4 Trajet**

En premier lieu, il faut discerner les véhicules vides de ceux avec chargement.

Pour les véhicules vides, l'origine (TO) et la destination (TD) du voyage sont enregistrés.

Pour ceux avec chargement, on demande, en plus des informations précédentes, l'origine de la première marchandise à bord (CO) et de celle la plus lourde, ainsi que la destination de la marchandise la plus lourde et de la dernière livraison (CD).

Ensuite, autant pour les camions vides que ceux avec chargement, on enregistre les dernier (LS) et prochain arrêts (NS) ainsi que le ou les endroits où la frontière Canada/États-Unis a été franchie (BD).

Il y a donc minimalement sept enregistrements d'activités par entrevue.

Afin d'obtenir l'itinéraire exact, l'enquêteur peut ajouter des points intermédiaires additionnels aux points déjà enregistrés (AD). Ces points sont aussi appelés « waypoint » (WP).

## Définitions

Tableau 5.1: Liste des définitions concernant les déplacements de camions

Terme original	Terme français	Camions avec chargement	Camions vides
<b>Déplacement</b>		Se prolonge aussi longtemps qu'un chargement existe.	Se prolonge aussi longtemps que le camion est vide.
<b>Activité</b>		Action réalisée durant le déplacement du camion.	
<b>Trajet</b>		Séquence descriptive des activités du déplacement.	N/A
<b>Itinéraire</b>		Séquence des routes empruntées.	
<b>Origine</b>		Endroit où le camion est chargé.	Endroit où le camion a été vidé.
<b>Destination</b>		Endroit où le dernier élément de la cargaison est retiré du véhicule.	Endroit où on amorce un chargement.
<b>Types d'activités</b>			
<b>TO</b>	<b>OD</b>	Origine du déplacement.	
<b>CD</b>	<b>CPM</b>	Origine de la marchandise la plus lourde.	N/A
<b>LS</b>	<b>DA</b>	Arrêt précédent l'entrevue.	

Tableau 5.1: Liste des définitions concernant les déplacements de camions (suite)

Terme original	Terme français	Camions avec chargement	Camions vides
<b>DCS</b>	<b>SCD</b>	Site de collecte de données.	
<b>NS</b>	<b>PA</b>	Arrêt prévu suivant l'entrevue.	
<b>CD</b>	<b>LPM</b>	Destination de la marchandise la plus lourde.	N/A
<b>TD</b>	<b>DD</b>	Destination du déplacement.	
<b>BD</b>		Endroit où la frontière CAN/US a été franchie.	
<b>AD (ou WP)</b>		Point intermédiaire ajouté pour obtenir l'itinéraire exact.	

Le déplacement prend fin à tout changement de chauffeur, d'unité de camion ou de changement d'état de chargement.



Figure 5.1: Représentation d'une séquence type d'activités déclarées pour un déplacement

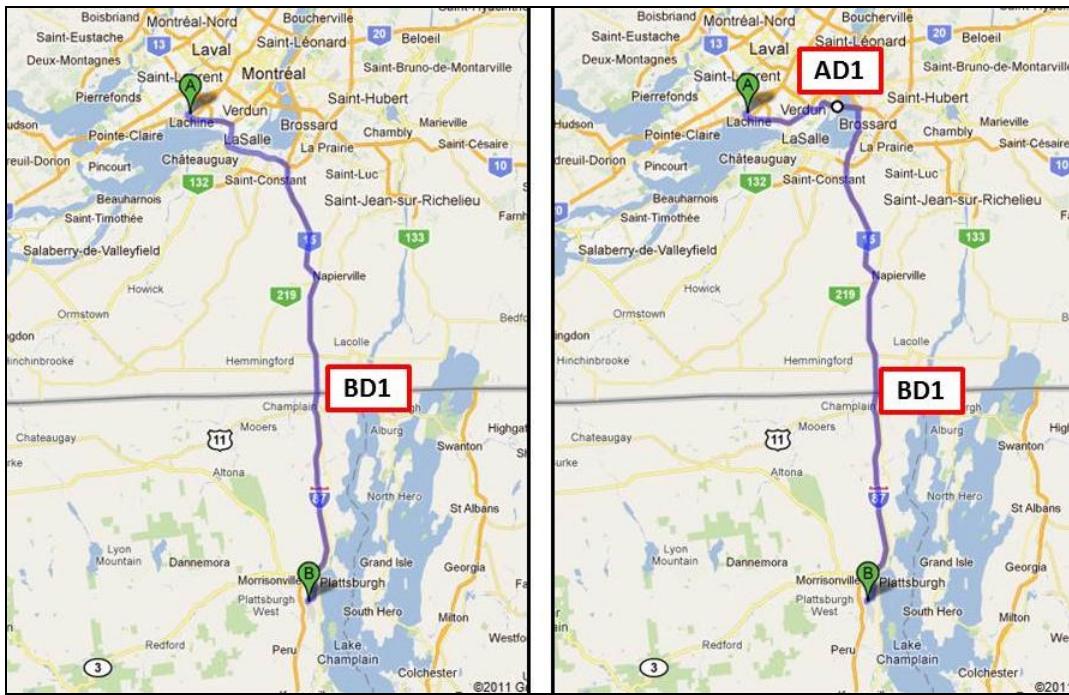


Figure 5.2: Représentations de points intermédiaires identifiés sur l'itinéraire d'un déplacement

On récupère aussi l'information concernant la nature des installations de ramassage à l'origine et la destination.

### 5.1.3.5 Juste-à-temps

Afin de savoir si les voyages sont du type juste-à-temps, on demande si certaines marchandises doivent être livrées dans une période de temps bien précise (plus précisément une plage horaire).

L'objectif de cette question est de savoir si le chauffeur a planifié son itinéraire et son heure de déplacement afin d'éviter la congestion dans les milieux urbains ou à la frontière.

### 5.1.3.6 Chauffeur

En ce qui concerne le chauffeur, on demande seulement sa province (ou état) ainsi que sa ville de domicile.

### 5.1.3.7 Camion

Afin de connaître le profil du camion, six questions simples sont posées. En plus des trois questions présentées dans les organigrammes suivants, on note la présence d'un conteneur sur la

remorque, celle d'un système de télécommunications ou de système de positionnement global (GPS) et celle d'un système de suivi de la performance.

#### **5.1.3.8 Mesures de pesée**

Suivant l'entrevue avec le chauffeur, l'enregistrement des mesures relatives aux pare-chocs et aux essieux du poids lourd doit se faire pour chaque groupe d'essieux. Pour ce faire, différentes dimensions et mesures de poids doivent être prises sur le camion et entrées dans le formulaire correspondant. On vérifie aussi quel type d'attelage relie les poids lourds attelés à deux semi-remorques (A, B ou C), le nombre d'essieux de la première unité (tracteur ou camion-porteur), de la deuxième unité (ou la remorque ou la première semi-remorque) ainsi que de la troisième unité (deuxième semi-remorque).

## **5.2 Statistiques des réponses aux questions**

Les statistiques suivantes correspondent aux résultats relevés pour les camions ayant circulé au Québec seulement.

### **5.2.1 Statistiques reliées au site de collecte de données (SCD ou DCS)**

Tableau 5.2: Statistiques globales du déroulement de l'enquête

Nombre de sites d'enquête au QC	51
Nombre d'entrevues complétées au QC	20722
Nombre d'itinéraires comprenant des segments au QC	37669

#### **5.2.1.1 Emplacements**

Voici une carte montrant l'emplacement des différents postes d'enquêtes pour la province de Québec.

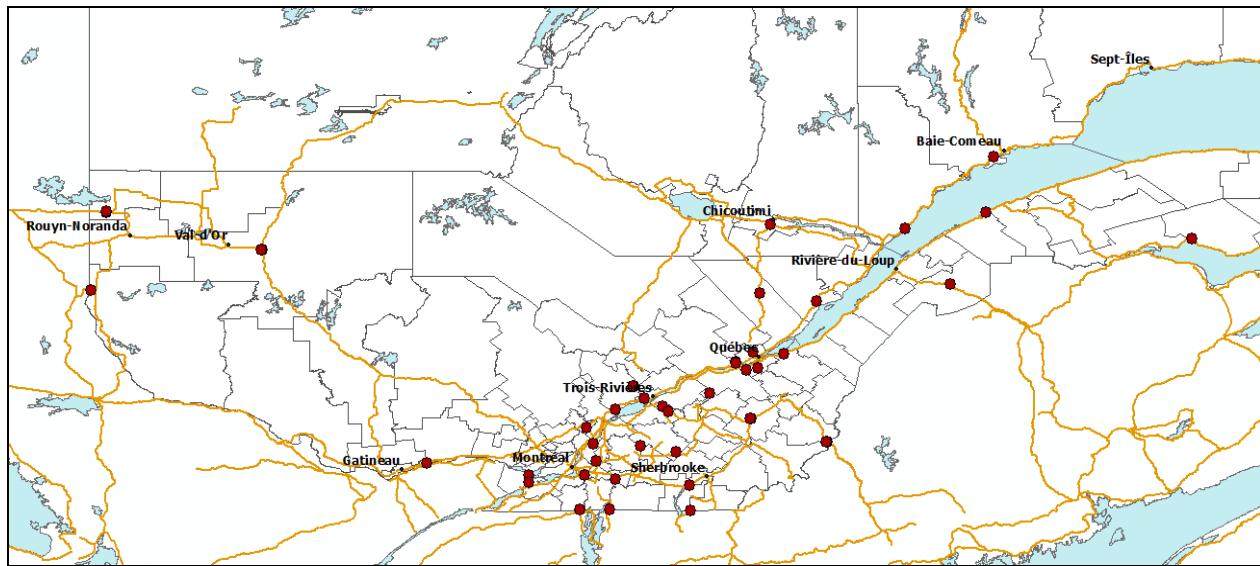


Figure 5.3 - Emplacement des postes d'enquête au Québec

Évidemment, les autoroutes 20 et 40 sont assez bien couvertes par les sites de collecte. L'autoroute 55 est aussi très bien couverte. Ces trois autoroutes se démarquent des autres, alors qu'au plus deux sites de collecte sont présents sur les autres autoroutes. Les autoroutes 20, 40 et 55 sont celles qui relient les régions plus importantes au Québec, soient Montréal, Québec, Sherbrooke, Trois-Rivières et Drummondville.

Les régions ou villes importantes pour le transport des marchandises au Québec sont Montréal, Québec, Drummondville, Trois-Rivières, Sherbrooke ainsi que les États-Unis. Les sites de collecte étaient positionnés sur les routes et autoroutes reliant ces régions.

### 5.2.1.2 Province et langue d'enquête

Des camions ayant circulé au Québec, la grande majorité ont été enquêtés en Ontario ou au Québec (Figure 5.4). La proportion d'entrevues réalisées en anglais au Québec est la même que celle des entrevues réalisées en français en Ontario soit, 22% (8/36 ou 10/45).

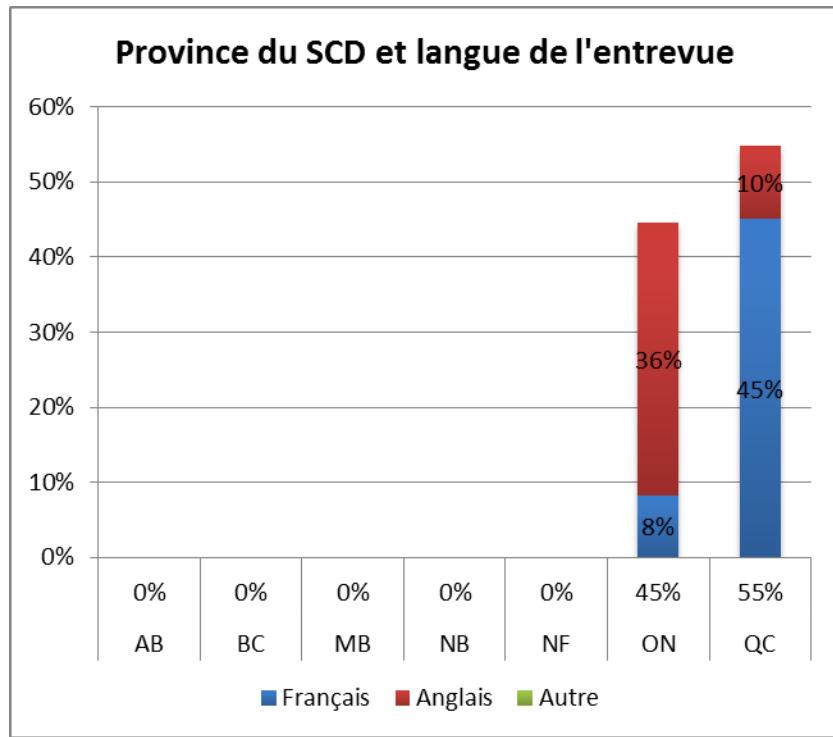


Figure 5.4 - Province du SCD et langue de l'enquête

### 5.2.1.3 Durée de l'enquête

En ce qui concerne la durée en fonction des sites de collecte de données, elle était très variable d'un site à l'autre. Une grande majorité des sites de collecte a été en fonction durant cinq jours, ce qui correspond à une semaine ouvrable. On voit aussi dans la Figure 5.5 que la durée variait de 2 à 13 jours de collecte de données. Certains sites ont enregistré des données durant des jours de 2005, ce qui constituait probablement l'enquête pilote.

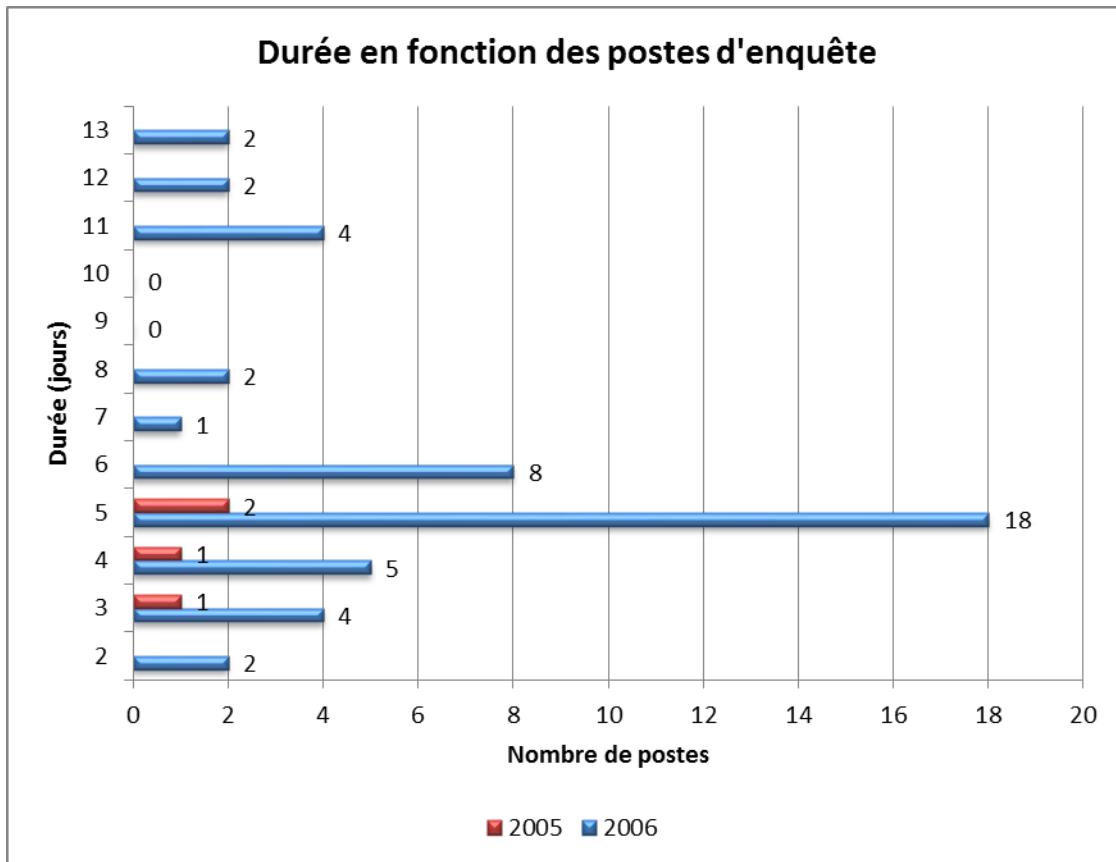


Figure 5.5 - Durée en fonction des SCD

#### 5.2.1.4 Occupation

À la Figure 5.6, on y représente les quinze SCD ayant enregistré le plus d'entrevues en ordre décroissant, ainsi que le nombre de jours durant lesquels ces sites ont été en fonction. On remarque dans les 10 sites plus occupés, les sites ont été en fonction de 8 à 13 jours. Le Tableau 5.3 décrit les sites selon leur emplacement, route et direction.

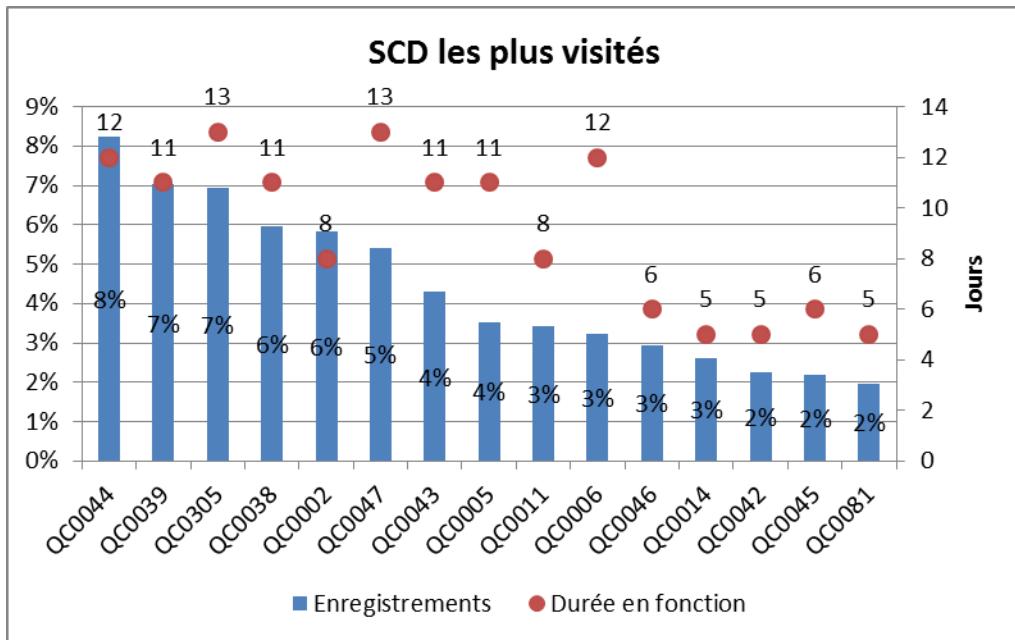


Figure 5.6 - Occupation des SCD

Tableau 5.3 - Détails des SCD les plus occupés

RANG	SCD	Ville	Autoroute	Direction	Provenance	Destination
1	QC 0044	Les Cèdres	20	Est	Ontario	Montréal
2	QC 0039	Saint-Augustin	40	Est	Trois-Rivières	Québec
3	QC 0305	Brossard	10	Ouest	Sherbrooke	Montréal
4	QC 0038	Saint-Augustin	40	Ouest	Québec	Trois-Rivières
5	QC 0002	Béloëil	20	Est	Montréal	Drummondville
6	QC 0047	Deauville	10	Est	Montréal	Sherbrooke
7	QC 0043	St-Eugène	20	Ouest	Drummondville	Montréal
8	QC 0005	Lacolle	15	Nord	U.S.	Montréal
9	QC 0011	Vaudreuil	40	Est	Ottawa	Montréal
10	QC 0006	Lacolle	15	Sud	Montréal	U.S.
11	QC 0046	Pointe-du-Lac	40	Est	Montréal	Trois-Rivières
12	QC 0014	Villeroy	20	Est	Drummondville	Québec
13	QC 0042	St-Nicolas	20	Ouest	Québec	Drummondville
14	QC 0045	Maskinongé	40	Ouest	Trois-Rivières	Montréal
15	QC 0081	Verchères	30	Ouest	Sorel	Montréal

## 5.2.2 Statistiques reliées au déroulement de l'entrevue

Nous avons pu déceler les motifs de refus de participation à l'entrevue, lorsqu'ils étaient spécifiés. On peut noter à la Figure 5.7 que les chauffeurs sont plus enclins à refuser puisqu'ils ont participé souvent à des enquêtes du genre.

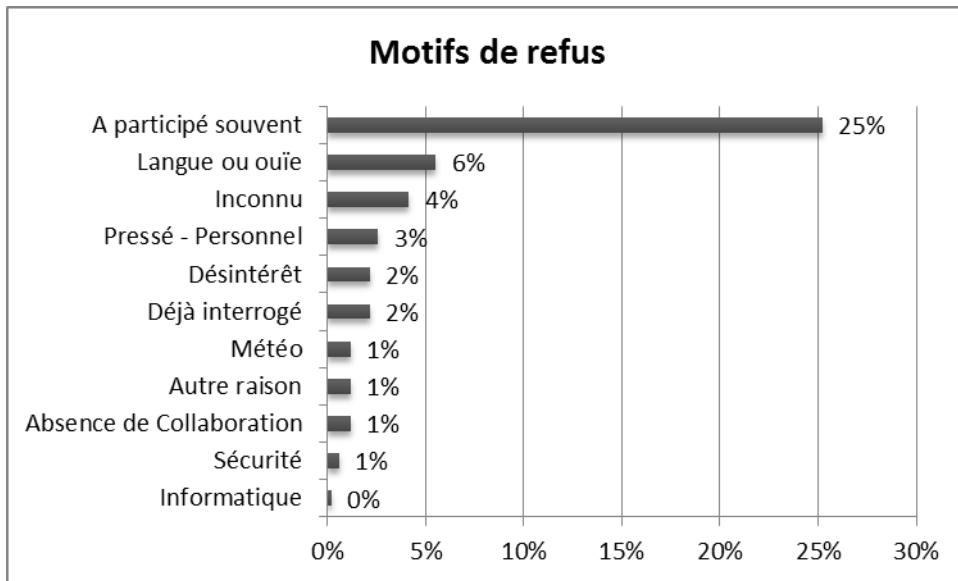


Figure 5.7 - Motifs de refus

L'entrevue avait une durée qui pouvait varier selon les informations à recueillir pour chaque camion. Les 6 entrevues qui avaient été enregistrées comme durant plus de 2 heures n'ont pas été comptabilisées pour les statistiques de durée de l'entrevue. Des 37 663 entrevues restantes, la moyenne a été de 13,3 minutes (13m18s) avec un écart-type de 5,75 minutes (5m45s) et un maximum de 103 minutes. La Figure 5.8 montre la répartition des durées de l'entrevue selon leur proportion. Le graphique montre une répartition de type normal avec un mode de la distribution de 11 minutes, pour 9,8% du total. Au cumulatif, le seuil de 80% de toutes les entrevues est atteint pour une durée d'entre 16 et 17 minutes.

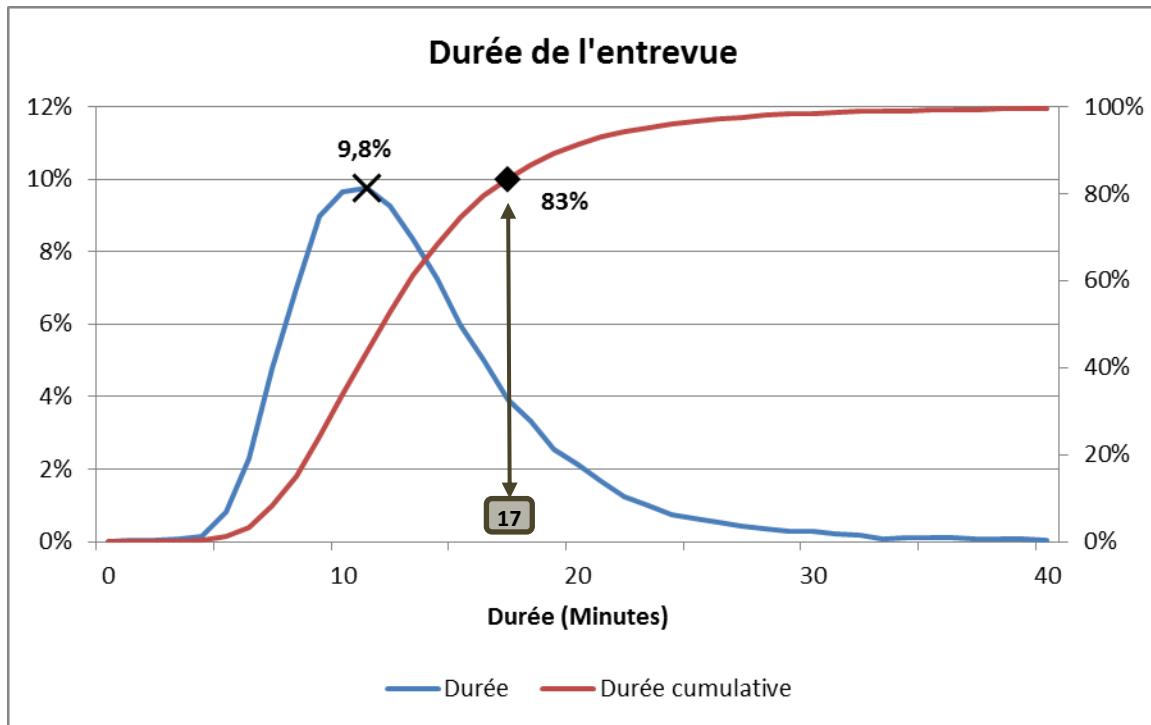


Figure 5.8 - Durée de l'entrevue

### 5.2.3 Statistiques liées au camion et au chargement

#### 5.2.3.1 Camion

En ce qui concerne la configuration des camions, la grande majorité sont des tracteurs avec une semi-remorque et 42% de ces semi-remorques sont des fourgons non-frigorifiques. Les proportions des autres types de configuration sont identifiées dans la Figure 5.9.

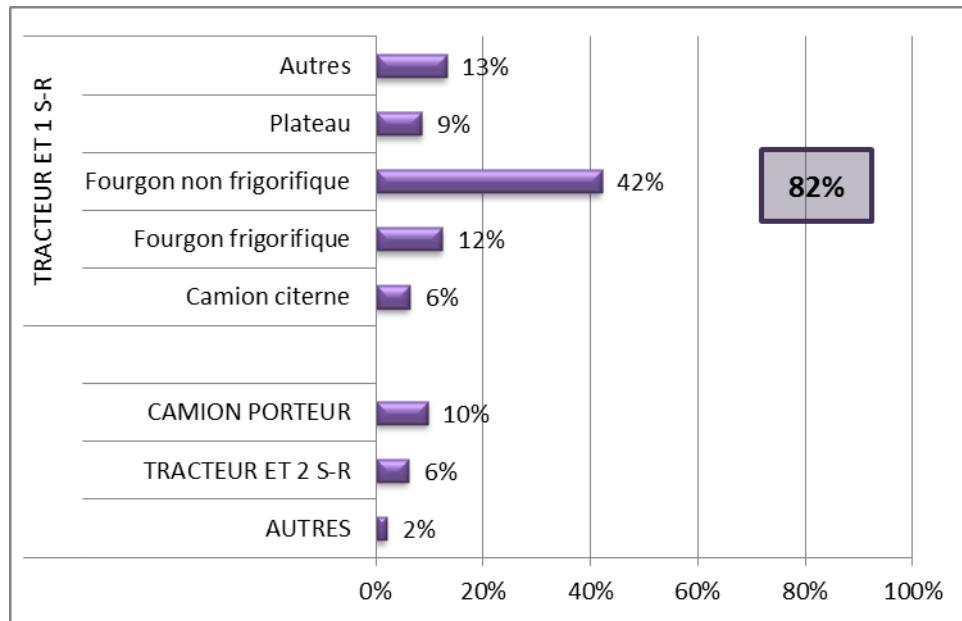


Figure 5.9 - Configuration des camions

Les bases des camions et domiciles des chauffeurs font l'objet des mêmes proportions, autant au Québec que dans les autres provinces canadiennes (Figure 5.10).

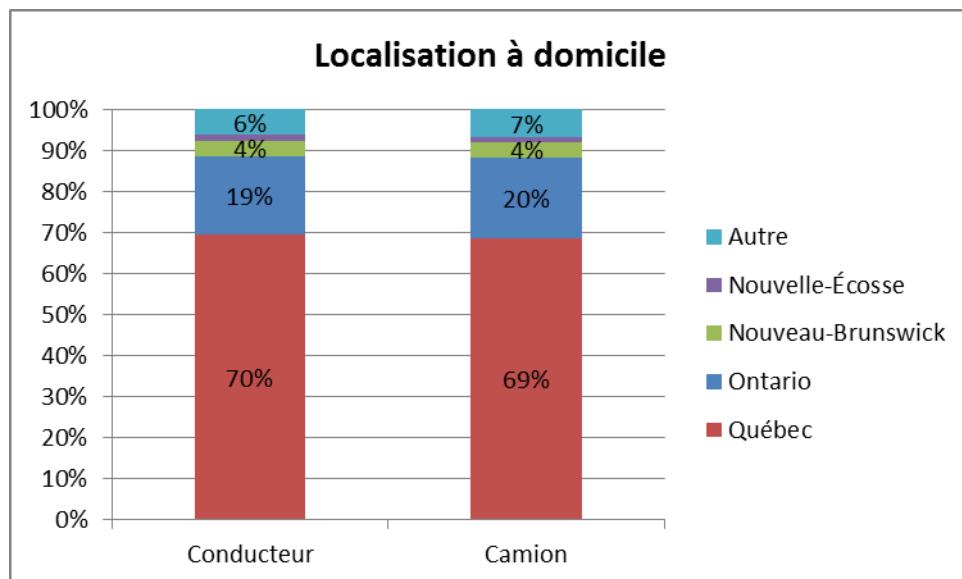


Figure 5.10 - Localisation à domicile

Les camions ne sont majoritairement pas équipés de conteneurs, de satellites ou de tachygraphes (Figure 5.11). Un tachygraphe est un appareil électronique enregistreur de vitesse, de temps de conduite et/ou d'activités installé dans un véhicule de transport routier.

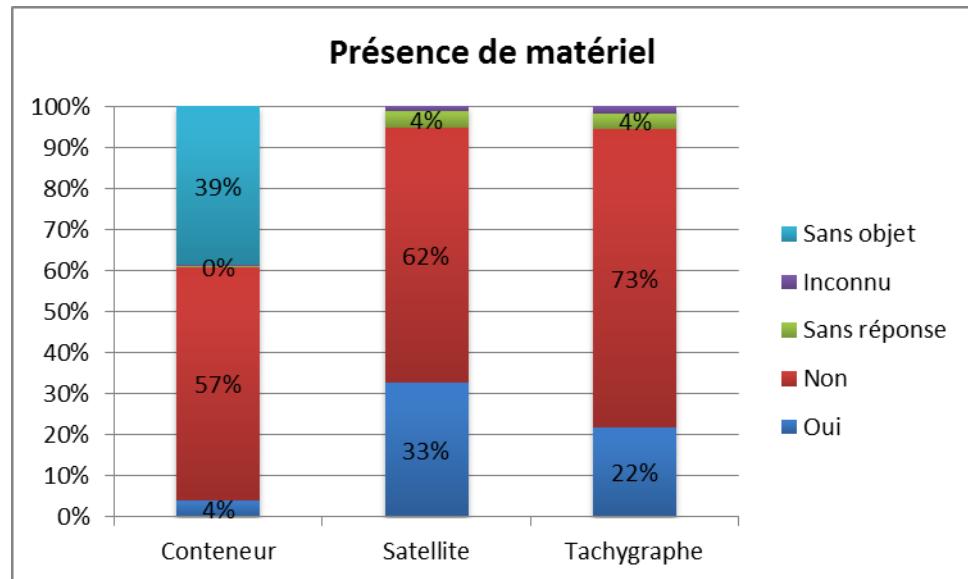


Figure 5.11 - Matériel présent sur le camion

Le nombre d'essieux de chaque unité de chaque camion a été relevé durant l'entrevue. Les statistiques (Figure 5.12) montrent premièrement clairement que 83% des camions ont 2 unités, alors que 11% en ont seulement une. On voit aussi que 90% des camions ont une première unité à 3 essieux. Pour la 2<sup>e</sup> unité, les proportions sont mieux réparties, bien que plus de la moitié (51%) ont 2 essieux. Lorsqu'on comptabilise pour le véhicule entier, on constate que 81% des camions roulent sur 6 essieux ou moins.

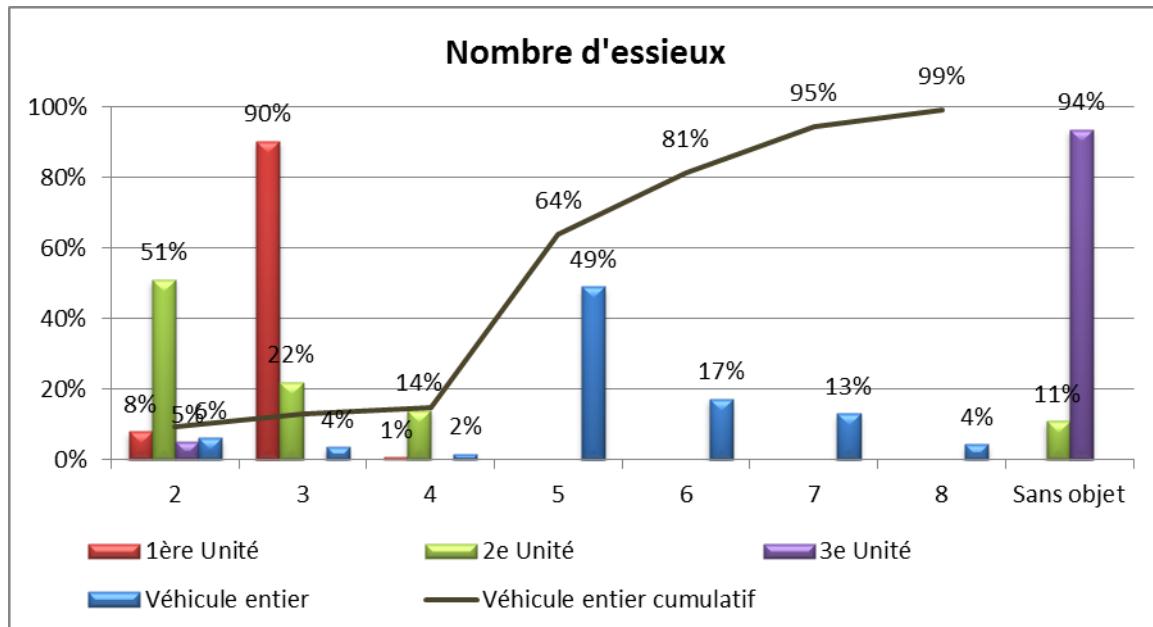


Figure 5.12 - Nombre d'essieux

Les camions transportaient des matières dangereuses dans 4,4 % des cas. Cependant, parmi tous les camions enquêtés, les liquides inflammables (Classe 4 – 47%), les gaz (Classe 2 – 18%) et les matières corrosives (Classe 8 – 15%) dominent avec une bonne marge les classes de matières dangereuses qui sont autorisées à être transportées par les camions (Figure 5.13).

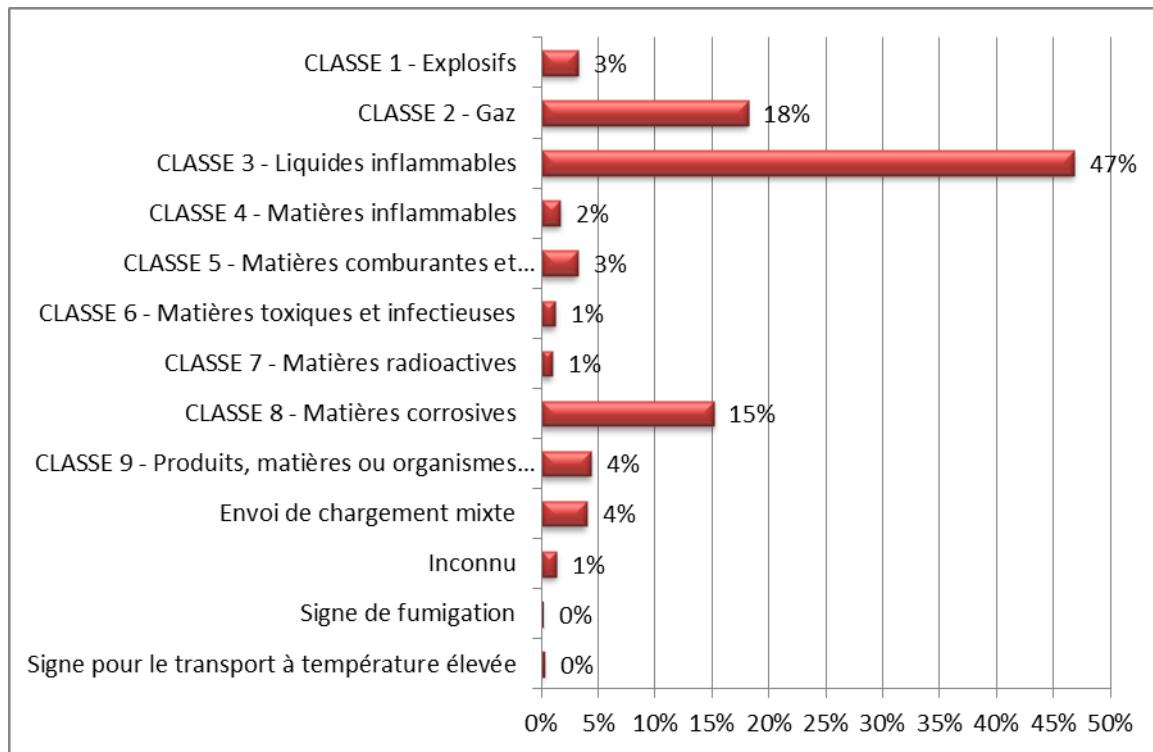


Figure 5.13 - Matières dangereuses

Les proportions de transporteurs pour compte propre ainsi que les chauffeurs étant propriétaires sont similaires, à environ 20%, comme en fait foi la Figure 5.14.

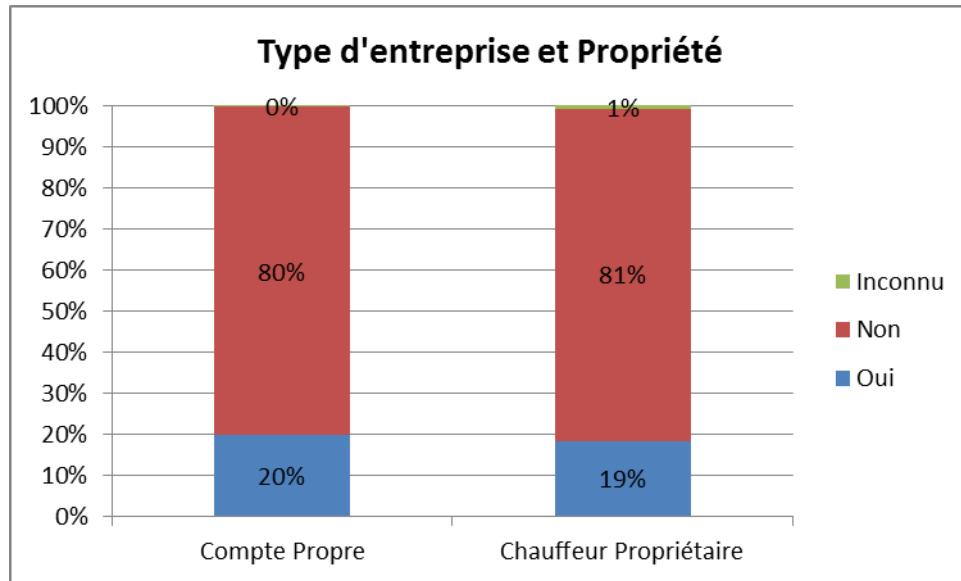


Figure 5.14 - Type d'entreprise et propriété

### 5.2.3.2 Chargement

Le nombre de connaissances et de chargements pour chaque voyage enquêté est représenté en proportion et en cumulatif à la Figure 5.15. Ici se présente le phénomène des camions vides en chargement, mais qui circulent avec un ou plusieurs connaissances.

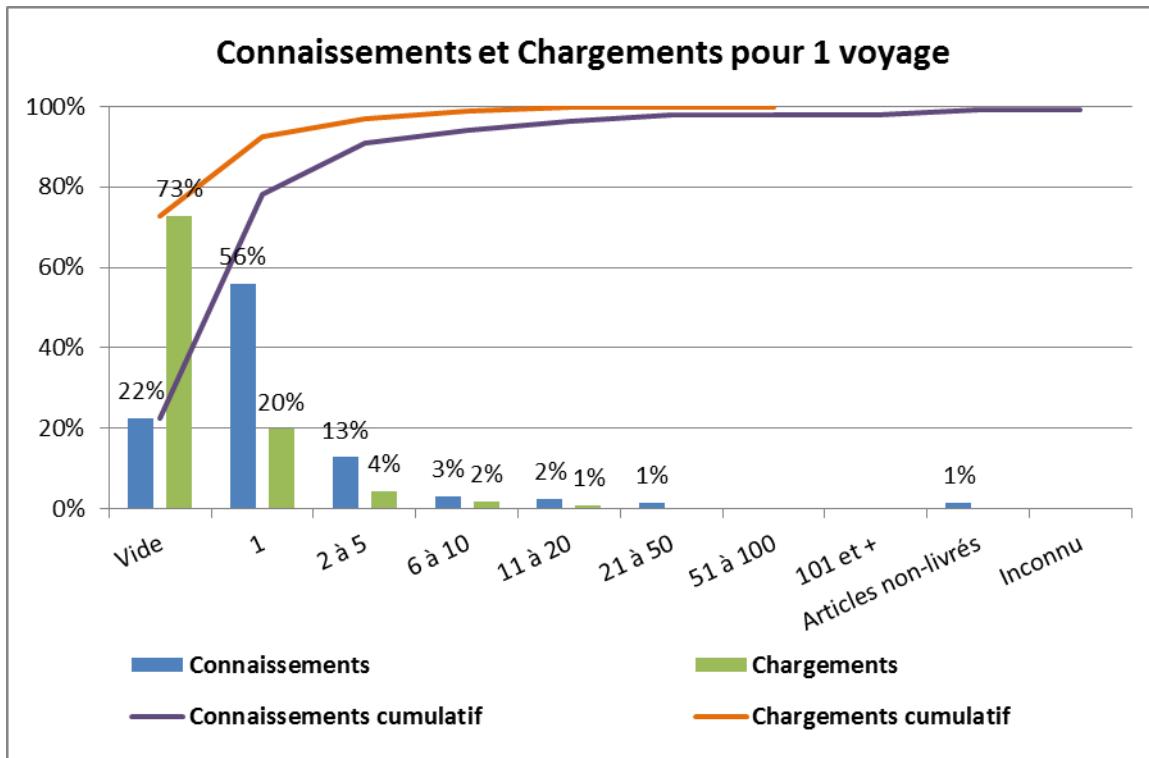


Figure 5.15 - Connaissances et chargements

Le taux de remplissage du camion, tel que déclaré selon le chauffeur, montre 42% de camions pleins et 24% vides, ce qui totalise 34% des camions qui sont ni vides ni pleins (Figure 5.16).

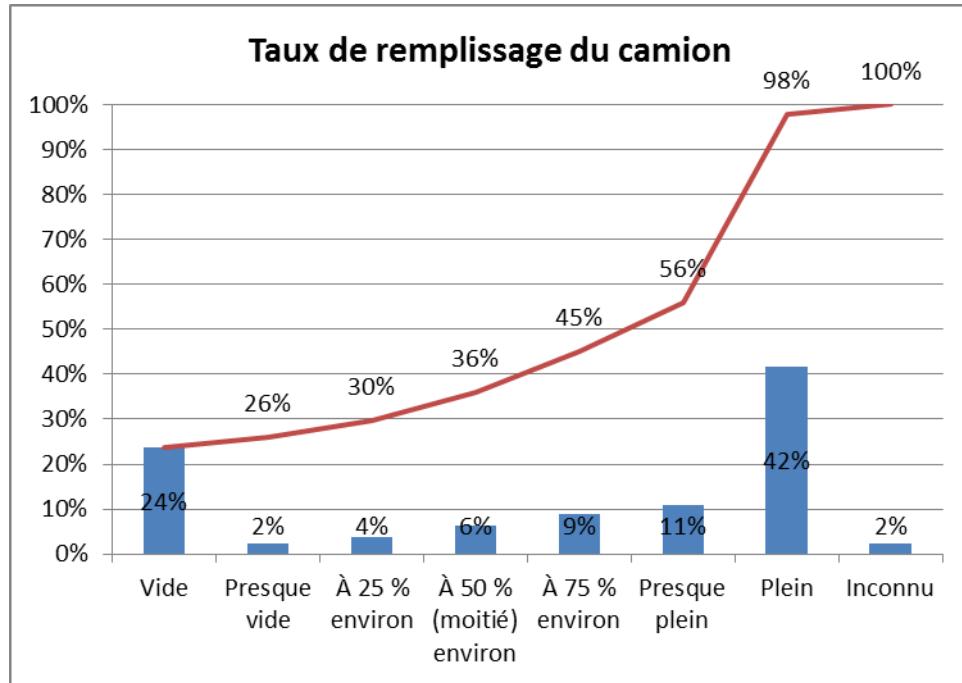


Figure 5.16 - Remplissage du camion

À partir des mesures de pesée effectuées sur chaque camion ayant complété l'entrevue, on peut remarquer que le poids total du camion varie principalement entre 10 000 et 40 000 kg (70%) (Figure 5.17).

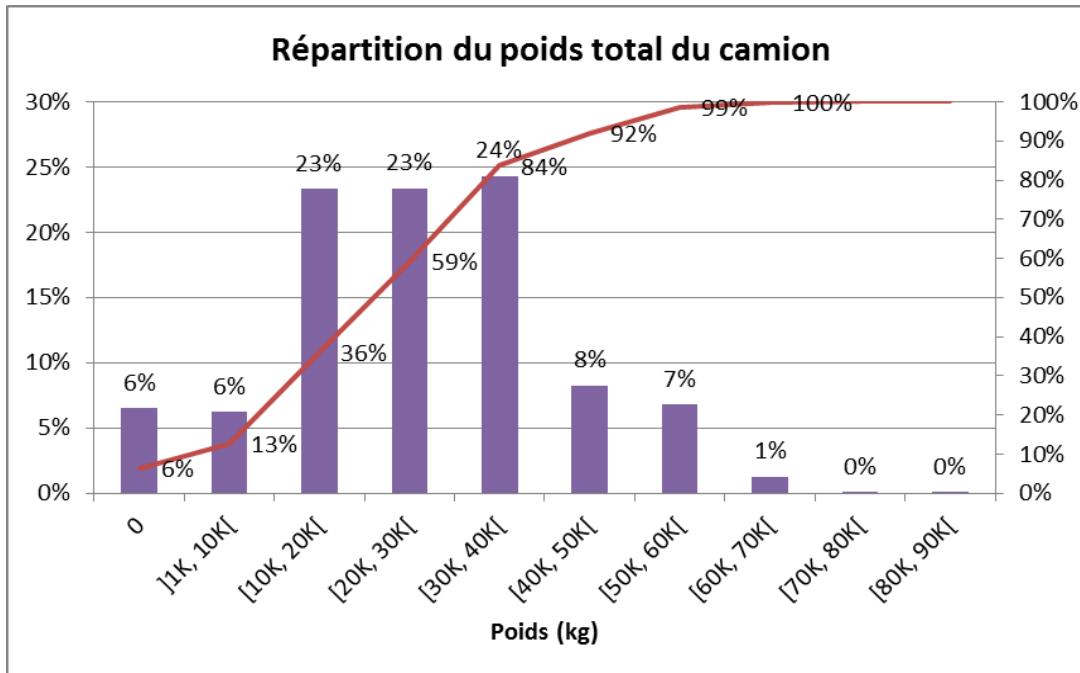


Figure 5.17 - Poids total du camion

## 5.2.4 Statistiques liées au voyage du camion

Les endroits où le camion a traversé une frontière ont été déclarés par les chauffeurs. À ce titre, on note que 75% des camions ont effectué leur voyage à l'intérieur des frontières du Canada. La proportion de camions ayant franchi une frontière s'élève à 24%, alors que moins de 1% des camions ont traversé deux frontières au cours du même voyage

Autant à l'origine qu'à la destination du déplacement, la nature des installations est semblable, alors qu'on y retrouve principalement le fabricant (30% et 22%), un entrepôt ou un centre de distribution (23% et 27%) et le port d'attache du transporteur (23% et 20%). Plus spécifiquement à l'origine, on retrouve le producteur primaire dans 8% des cas, alors qu'à destination, on retrouve un point de vente au détail dans 11% des cas (Figure 5.18).

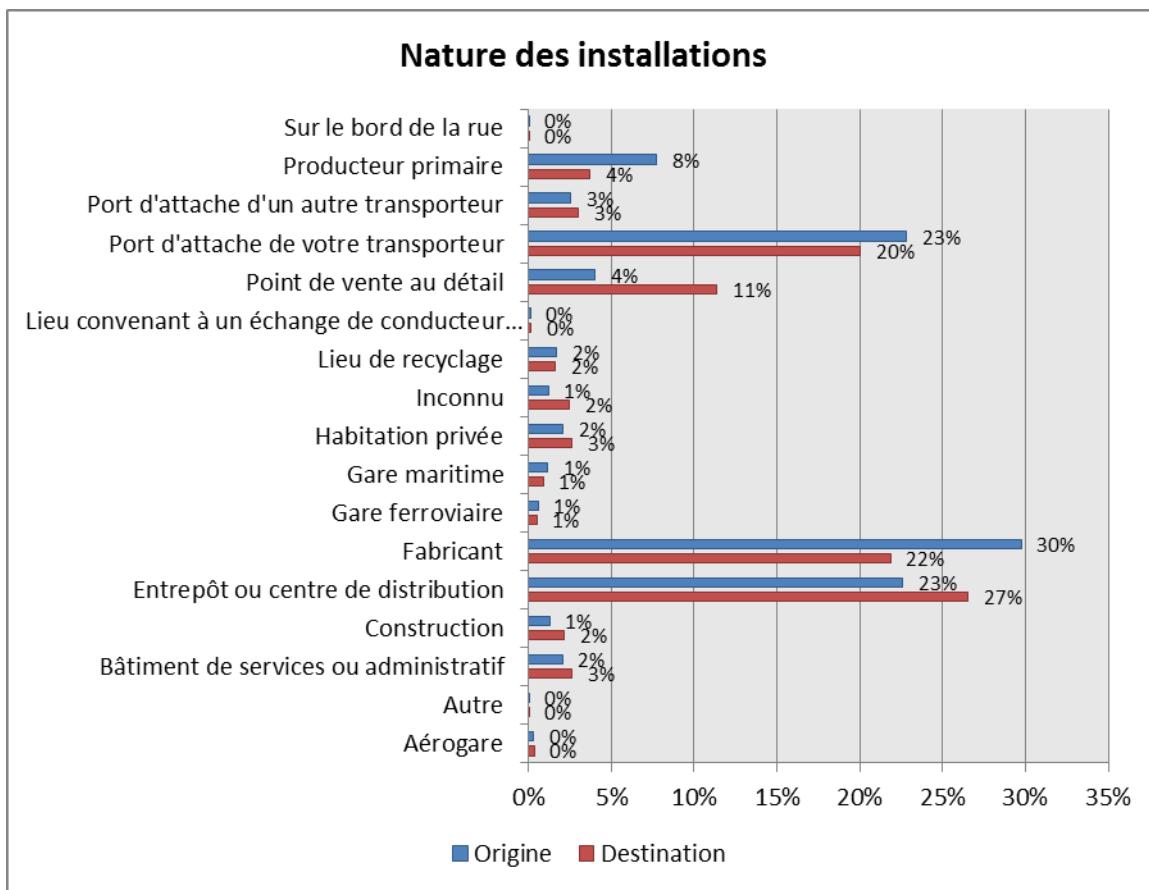


Figure 5.18 - Nature des installations

Autant lors du ramassage que de la livraison, les camions récupèrent et livrent 60% des marchandises à la même adresse. Dans 10,4% des cas, le ramassage s'est effectué à une seule

adresse alors que la livraison s'est effectuée à plusieurs adresses. Pour cette question, les déclarations de camions vides ont atteint un niveau de 23,5% autant au ramassage qu'à la livraison (Figure 5.19).

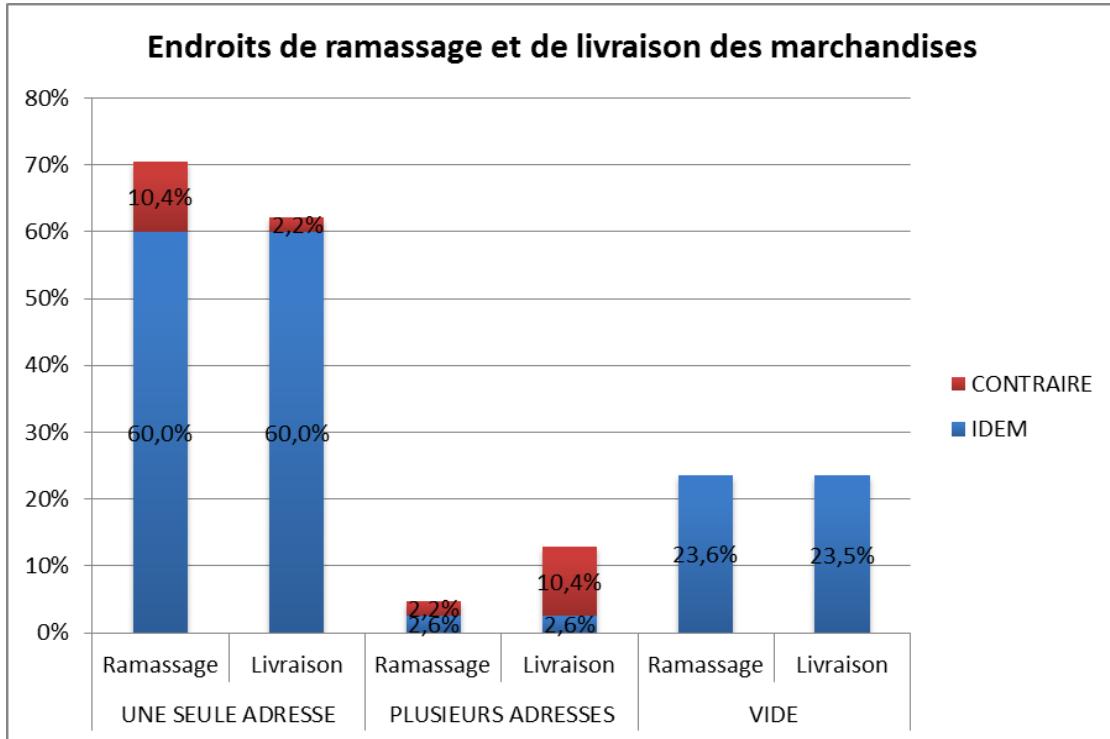


Figure 5.19 - Endroits de ramassage et livraison

Les statistiques des réponses aux questions « Est-ce que l'acheminement se fait avec une contrainte de temps spécifique? » et « Est-ce que vous avez planifié l'itinéraire et le temps du déplacement afin d'éviter la congestion en milieu urbain ou à la frontière? » sont présentées à la Figure 5.20. On peut noter que 40% prévoient la congestion et que 50% des voyages ne se font pas avec une contrainte de temps en plus des 26% qui sont vides.

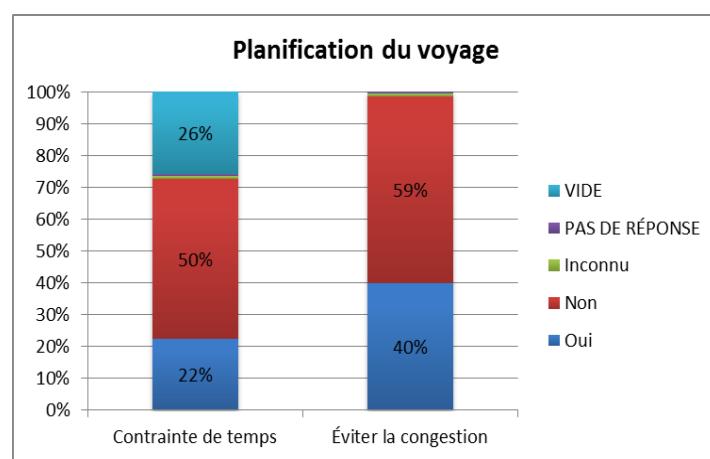


Figure 5.20 - Planification du voyage

En terminant, on voit à la Figure 5.21 qu'un total de 96% des arrêts précédents (LS) est effectué pour seulement deux types de motifs. Ce total est séparé en 69% des arrêts précédents (LS) ayant pour motif de cueillir la marchandise (CO) et 27% d'arrêter pour une pause, un lunch, de l'essence ou du repos. Dans le cas des arrêts suivants l'entrevue (NS), le total pour les deux motifs principaux est de 98%. Ce total est séparé en 73% ayant pour motif de livrer la marchandise (CD) et 25% d'arrêter pour une pause, un lunch, de l'essence ou du repos.

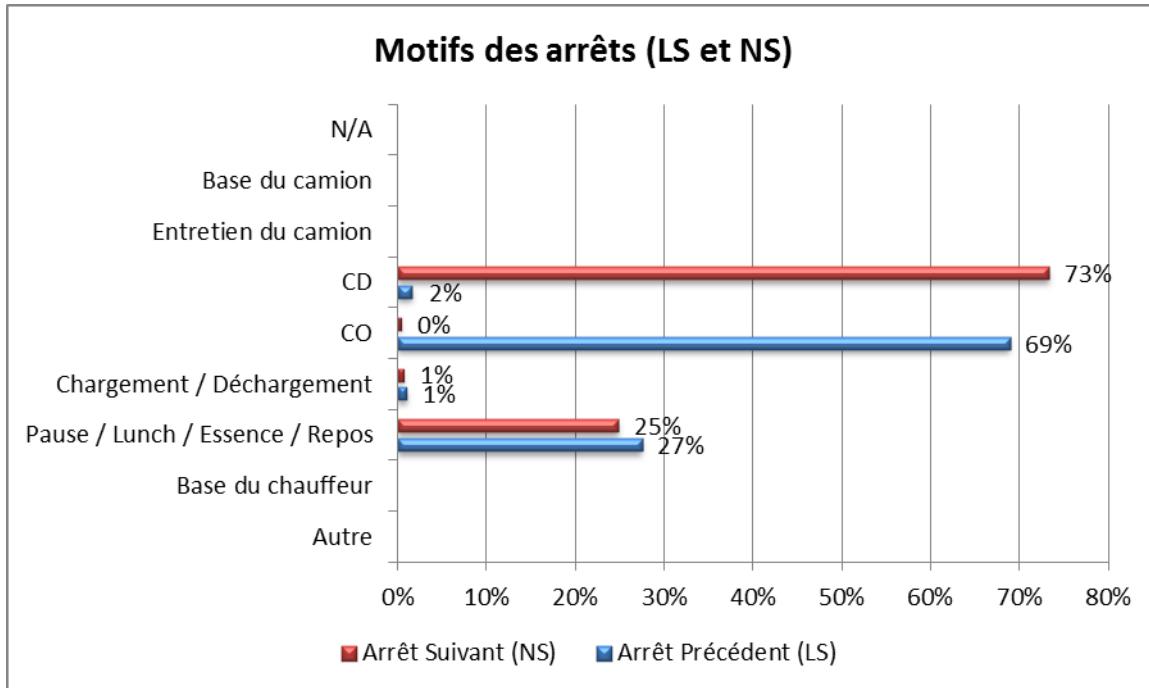


Figure 5.21 - Motifs des arrêts précédents et suivants

### 5.2.5 Autres statistiques

En outre, voici les sujets des informations présentes dans la base de données dont les statistiques n'ont pas été compilées, soit en raison d'un manque d'information sur la question ou de la faible pertinence par rapport au sujet du texte.

- fréquentations des postes de frontières;
- description, nature et poids (ou volume) de la marchandise la plus lourde;
- si la marchandise la plus lourde est la seule à bord;
- transport régulier de la marchandise la plus lourde par le transporteur;

- classification de la marchandise principale transportée;
- province d'immatriculation du véhicule;
- villes de base du camion et du chauffeur;
- noms des transporteurs;
- types de configuration de la remorque;
- types d'attelage pour les tracteurs avec 2 semi-remorques;
- numéro d'identification de matières dangereuses désigné par les Nations Unies;
- nombre et mesures de distances des essieux relevables du camion;
- nombre d'essieux et poids de chaque groupe d'essieux;
- poids par essieu;
- poids ou volume total des marchandises transportées;
- nom de la compagnie inscrit sur le connaissancement;
- mesures de charges et dimensions;
- mesures de distances du pare-chocs avant, de la première remorque, du pare-chocs arrière et de l'arrière de la dernière remorque.

## 5.3 Analyses

### 5.3.1 Processus d'analyse

Voici un schéma représentant le processus qui a conduit aux analyses et résultats présents dans les sections suivantes. Les étapes suivies permettent la familiarisation avec une nouvelle base de données ainsi qu'avec le format de collecte.

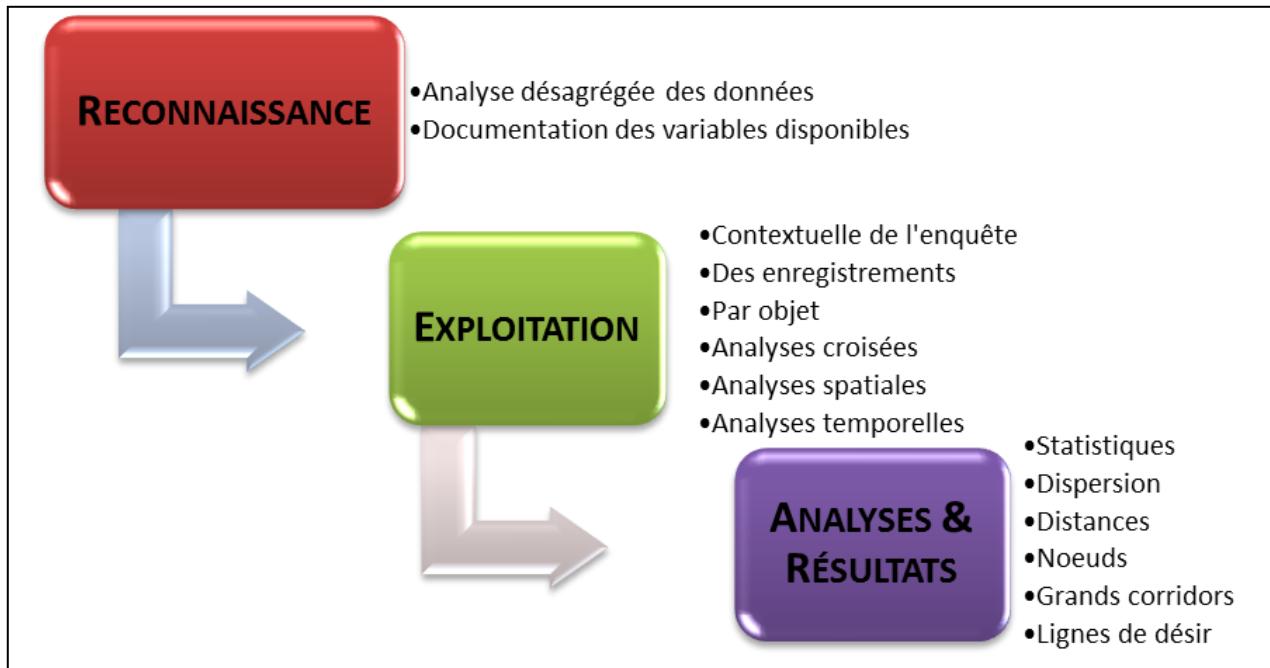


Figure 5.22 - Processus d'analyse de l'enquête en bordure de route 2006-07

### 5.3.2 Analyse de dispersion

#### 5.3.2.1 Région de Montréal

Des 49 postes de collecte de données situés au Québec, nous avons relevé les postes se situant le plus près de Montréal et qui relient la métropole à d'autres régions administratives. On dénombre sept postes ceinturant la région de Montréal pour les déplacements provenant de Montréal et neuf postes pour ceux s'y destinant.

Tableau 5.4: Liste des sites d'enquête situés autour de la région de Montréal

Provient de MTL	Autoroute	Ville	À destination de MTL	Autoroute	Ville
QC0002	A-20 Est	Beloeil	QC0005	A-15 Nord	Lacolle
QC0006	A-15 Sud	Lacolle	QC0011	A-40 Est	Vaudreuil
QC0046	A-40 Est	Pointe-du-Lac	QC0043	A-20 Ouest	St-Eugène
QC0047	A-10 Est	Deauville	QC0044	A-20 Est	Les Cèdres
QC0051	R-133 Sud	Philipsburg	QC0045	A-40 Ouest	Maskinongé
QC0080	A-30 Est	Verchères	QC0050	R-133 Nord	Philipsburg

Tableau 5.4: Liste des sites d'enquête situés autour de la région de Montréal (suite)

Provient de MTL	Autoroute	Ville	À destination de MTL	Autoroute	Ville
QC0087	R-148 Ouest	Lochaber	QC0081	A-30 Ouest	Verchères
			QC0083	A-31 Sud	St-Thomas
			QC0305	A-10 Ouest	Brossard

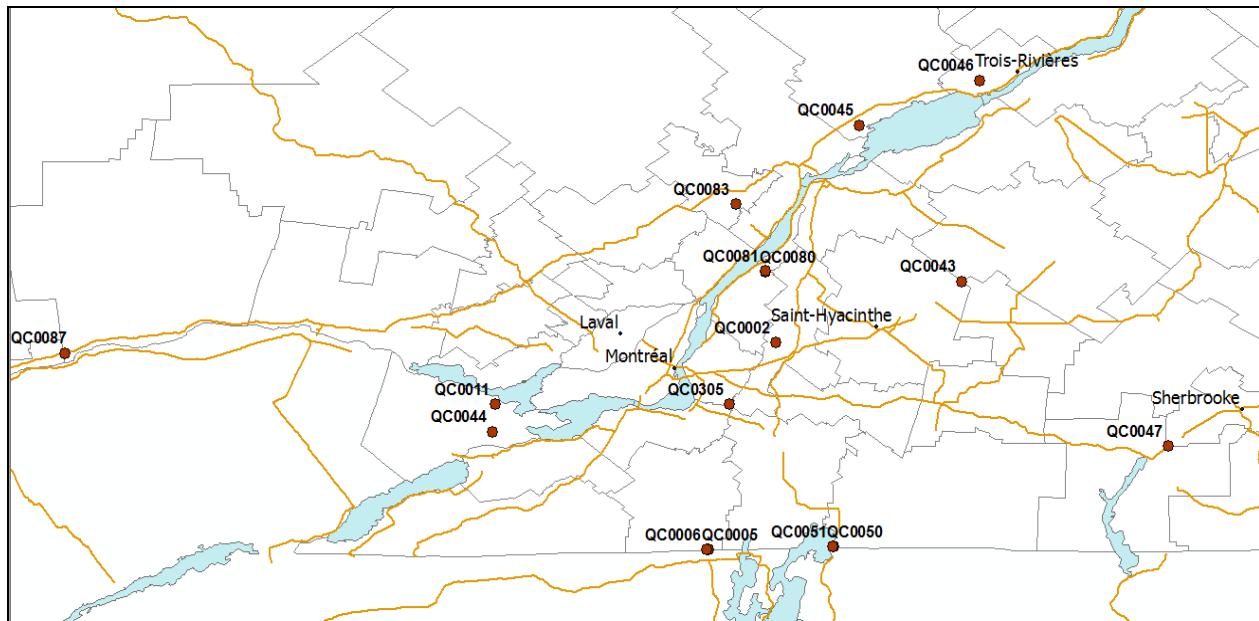


Figure 5.23 - SCD à proximité de Montréal

Nous avons examiné les caractéristiques de l'origine du voyage (TO) ainsi que la destination du voyage (TD). Nous avons pu remarquer, pour tous les postes mentionnés dans le tableau, que la majorité des points des ensembles de données respectifs étaient situés dans la grande région de Montréal, et ce, même en ce qui concerne les postes de collecte de données qui sont situés à une distance considérable de Montréal ou qui étaient plus près d'une autre région administrative. Évidemment, ceci démontre qu'à première vue, les routes et autoroutes de la région montréalaise jouent un rôle important dans le transit de marchandises provenant de et se destinant dans plusieurs régions au Québec.

En raison d'un nombre de données trop faible (24), seul le poste QC0083, situé sur l'autoroute 31 Sud, reliant Joliette et Montréal, n'a pas fait l'objet d'analyses.

À l'aide du logiciel *CrimeStat*, on peut évaluer les propriétés géographiques d'un ensemble de données. Ici, en analysant les postes de collecte ceinturant la région de Montréal, nous avons analysé les ensembles de points provenant de ou se destinant vers Montréal afin de déterminer la fréquence, l'étendue ainsi que l'axe de dispersion des origines et destinations spécifiques pour les marchandises au Québec.

Cet outil nous a permis ici de créer des ellipses de déviation standard (SDE) et de créer des noyaux de regroupements des voisins les plus proches (NNH), nous permettant respectivement d'évaluer le niveau et l'axe de dispersion ainsi que la localisation des principaux regroupements de points. Vous trouverez ci-dessous un exemple pour un SCD où les mouvements de camion proviennent de Montréal (Tableau 5.6) ainsi qu'un autre exemple pour un SCD où les mouvements de camion s'y destinent (Tableau 5.7). Les analyses pour l'ensemble des postes sont disponibles à l'annexe A. L'échelle pour la qualification de l'étendue est présentée selon la mesure du grand diamètre de l'ellipse de déviation standard (SDE) et est présentée au Tableau 5.5.

Tableau 5.5 - Échelle pour la qualification de l'étendue de la dispersion

ÉTENDUE	DIAMÈTRE (km)
Très Petite	] $0, 300]$
Petite	] $300, 500]$
Moyenne	] $500, 750]$
Grande	] $750, 1000]$
Très Grande	$>1000$

## Origines des déplacements

Tableau 5.6 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0002

# DU POSTE	QC0002	VILLE	Beloeil	AUTOROUTE	A-20 EST
ÉTENDUE	Grande	AXE DE DISPERSION		Québec-Windsor	
REGROUPEMENTS	Toronto, Ottawa, Montréal-Centre				

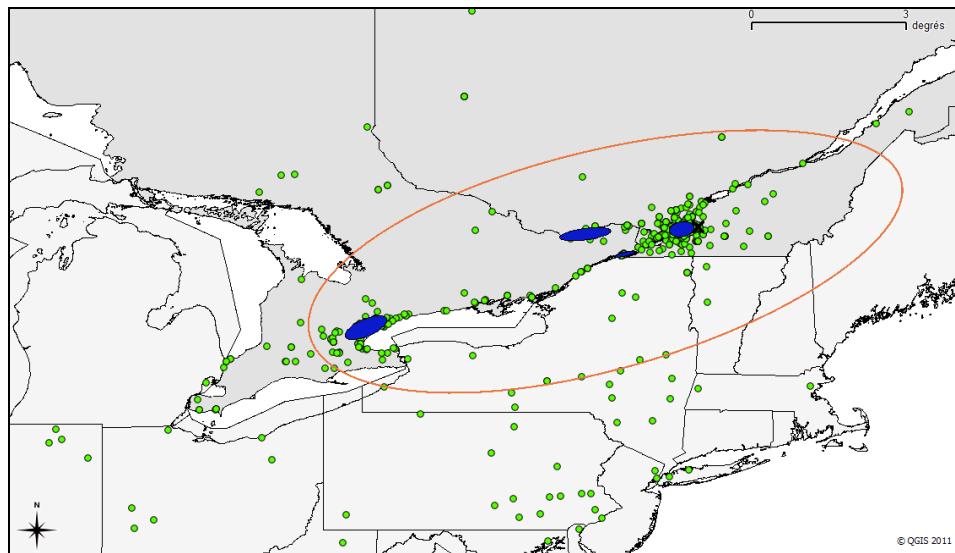


Figure 5.24 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0002

## Destinations des déplacements

Tableau 5.7 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0005

# DU POSTE	QC0005	VILLE	Lacolle	AUTOROUTE	A-15 NORD
ÉTENDUE	Très Petite	AXE DE DISPERSION			Fleuve St-Laurent
REGROUPEMENTS	1) Autoroute 15 2) Centre-ville MTL / Est de Montréal / Ouest de Montréal / Frontière QC-USA				

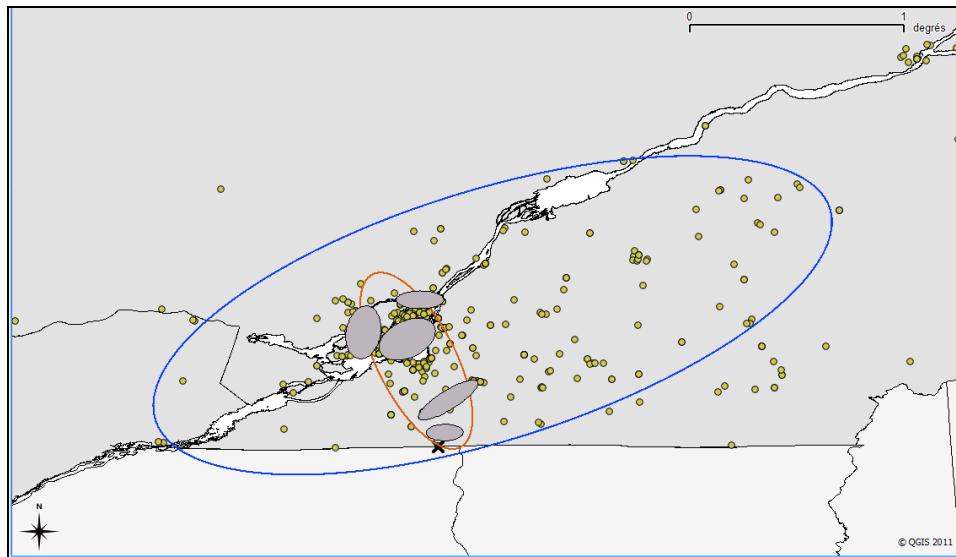


Figure 5.25 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au poste QC0005

### 5.3.3 Analyse des distances

L'analyse des distances consiste à décortiquer les moyennes et/ou fréquences de distances effectuées par les camions entre diverses étapes de leurs voyages (les distances sont calculées à vol d'oiseau). Cette analyse permet de cerner les secteurs plus et moins importants d'un voyage et parfois d'identifier des tendances.

Le tableau suivant montre les distances moyennes qui sont effectuées par les camions entre deux activités déclarées. Chaque ligne représente une suite de deux activités et le nombre de séquences de ce type est indiqué. Les séquences ayant peu de déclarations sont celles qui ne sont pas typiques; soit le fichier de résultats omettait d'indiquer l'activité qui suit habituellement ou bien le voyage s'est réellement effectué dans cette séquence inhabituelle d'activités.

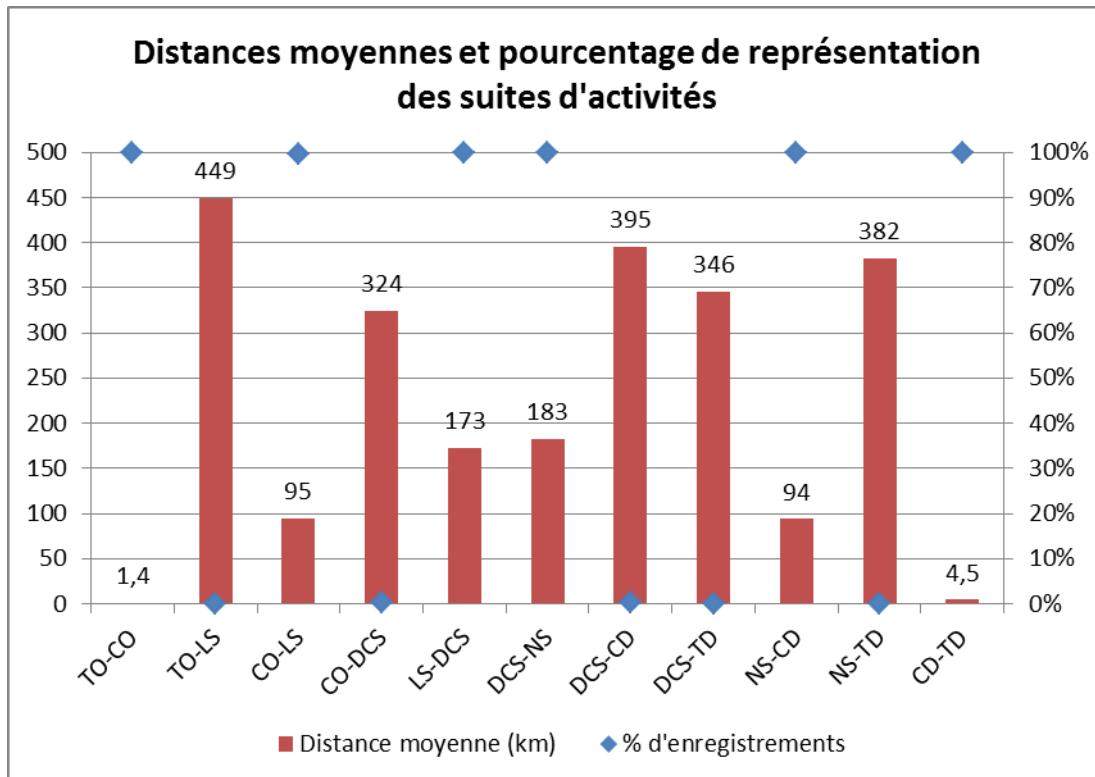


Figure 5.26 - Distances moyennes et nombre de séquences d'activités

On remarque dans la Figure 5.26 que les suites inhabituelles sont : TO-LS, CO-DCS, DCS-CD, DCS-TD et NS-TD. Lorsqu'on regarde une séquence habituelle de déplacements (Figure 5.27), telle que demandée et déclarée dans l'entrevue, on peut retirer les distances moyennes entre les activités et donc segmenter les distances typiques parcourues par les camions pour les activités normalement effectuées. La distance moyenne du déplacement complet donne donc 552 km, ce qui rappelle que l'enquête visait à caractériser les déplacements interurbains, plus spécifiquement de caractériser les échanges commerciaux avec les partenaires du Québec.

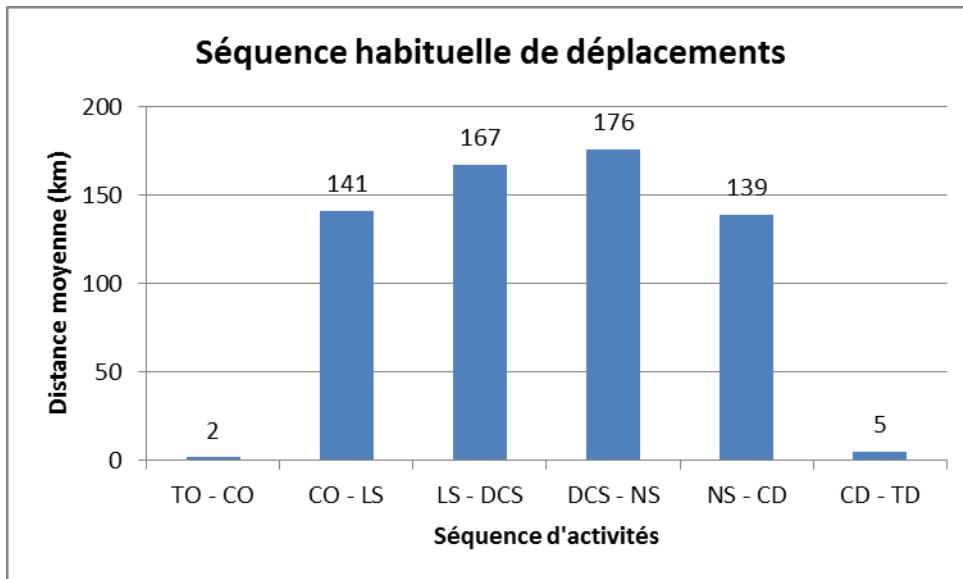


Figure 5.27: Distances moyennes entre les activités d'une séquence habituelle de déplacements

Parmi les faits particuliers, on peut premièrement remarquer les faibles distances déclarées au niveau des segments TO-CO et CD-TD, à savoir les origines et destinations respectives des camions et des marchandises. Pour les origines (TO et CO), 82% des enregistrements ont déclaré une localisation identique, alors que c'est le cas pour 71,6% en ce qui concerne les destinations (TD et CD). À la Figure 5.28, on présente la distribution des distances entre les deux localisations déclarées pour les enregistrements restants, soit 18% pour les origines et 28,4% pour les destinations. On remarque alors que la grande majorité de ces proportions des origines et destinations de la marchandise se retrouvent à moins d'un kilomètre du lieu d'origine ou de destination du déplacement du camion.

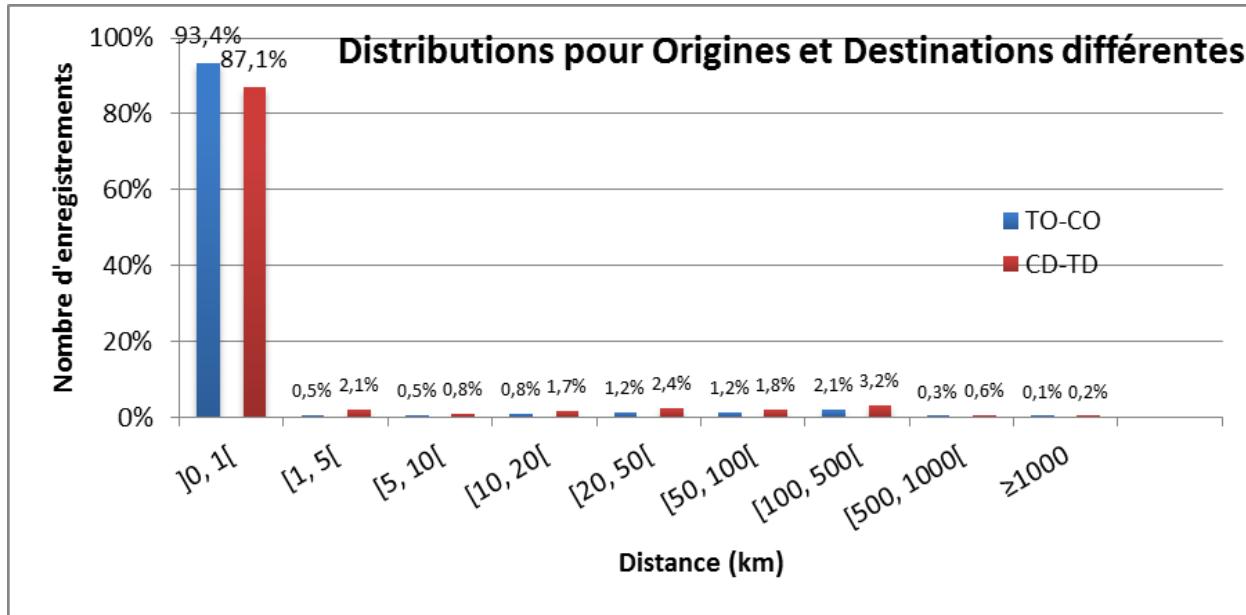


Figure 5.28: Fréquence de la distance entre les origines et destinations du déplacement et de la marchandise principale pour des localisations différentes

Lorsqu'on analyse les distances totales des déplacements de camions, on y trouve que plus de 80% des déplacements s'effectuent sur au moins 100 kilomètres. Le graphique ci-dessous illustre les proportions des classes de distances séparant l'origine et la destination du voyage.

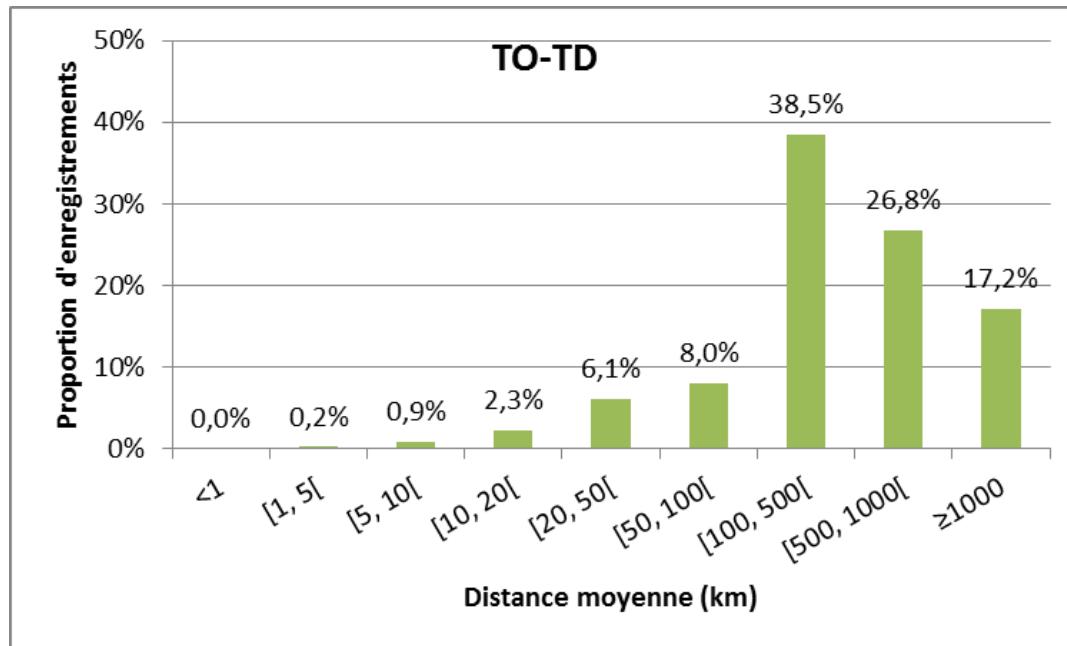


Figure 5.29: Fréquence de la distance entre l'origine et la destination du déplacement

### 5.3.4 Analyse aux nœuds (intersections)

Afin de pouvoir retrouver les sites d'origines et de destinations des camions les plus importants dans la région de Montréal, nous avons regroupé les localisations déclarées à l'intersection (nœud) du réseau routier la plus près. De cette manière, on obtient une carte des nœuds du réseau routier utilisés comme point d'origine ou de destination du déplacement.

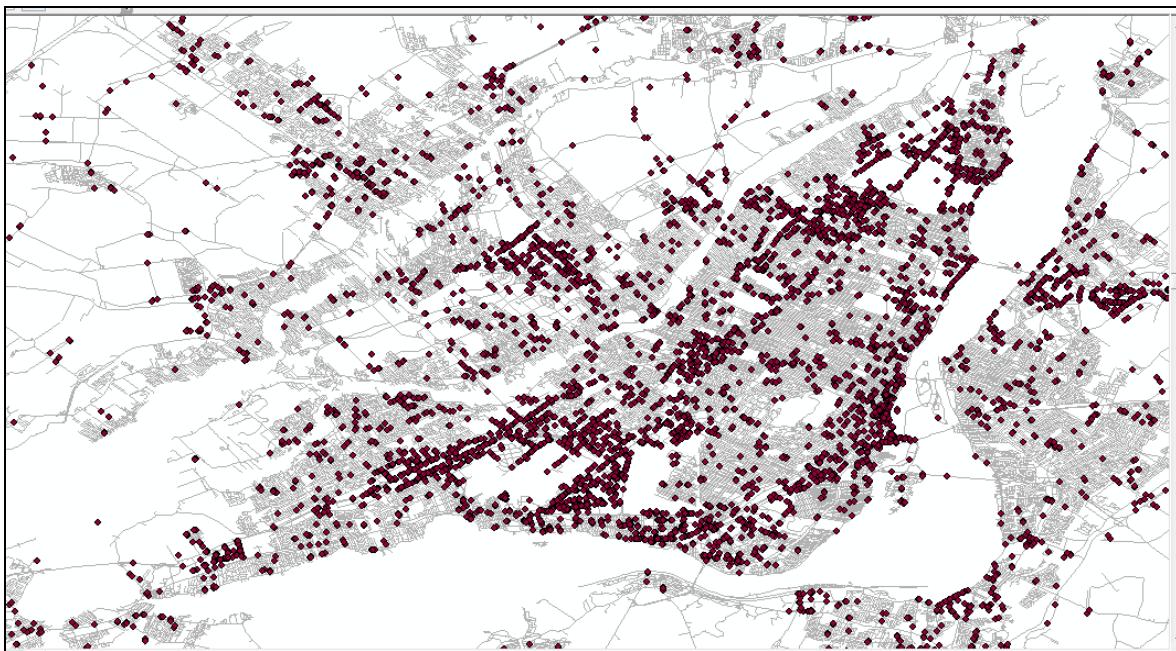


Figure 5.30 - Intersections (Nœuds) du réseau routier affectées comme TO ou TD

En extrayant les entrées d'origines et de destinations des déplacements situées dans la zone délimitée, soit la région métropolitaine de Montréal, on peut maintenant comptabiliser le nombre de déclarations présentes par intersection. En conservant seulement les intersections utilisées pour plus de 50 voyages, la carte de densité est représentée ci-dessous. Au total, 53 intersections répondaient à ce critère.

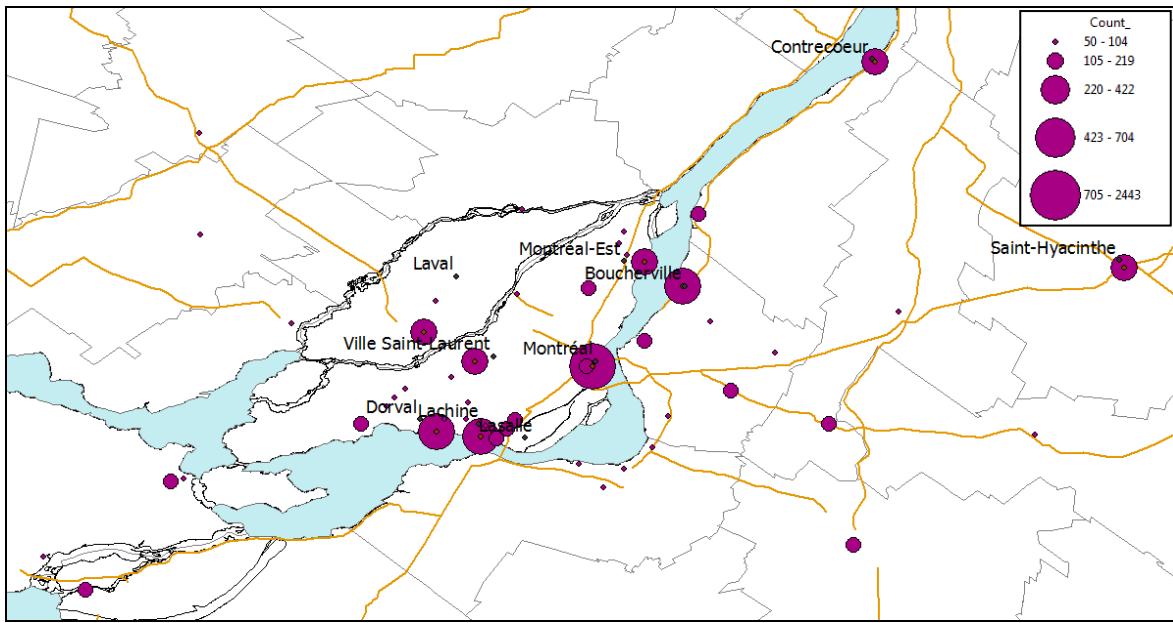


Figure 5.31 - Carte des intersections les plus utilisées pour TO et TD

On remarque, en visualisant la carte de densités, les secteurs les plus visités par les camions. Les nombres de déclarations pour ces secteurs sont rapportés à la Figure 5.32. Les localisations sont toutes déclarées également (50% / 50%) comme origine ou destination, à l'exception de St-Hyacinthe, qui est déclarée comme origine dans 27% des cas, pour 73% en tant que destination.

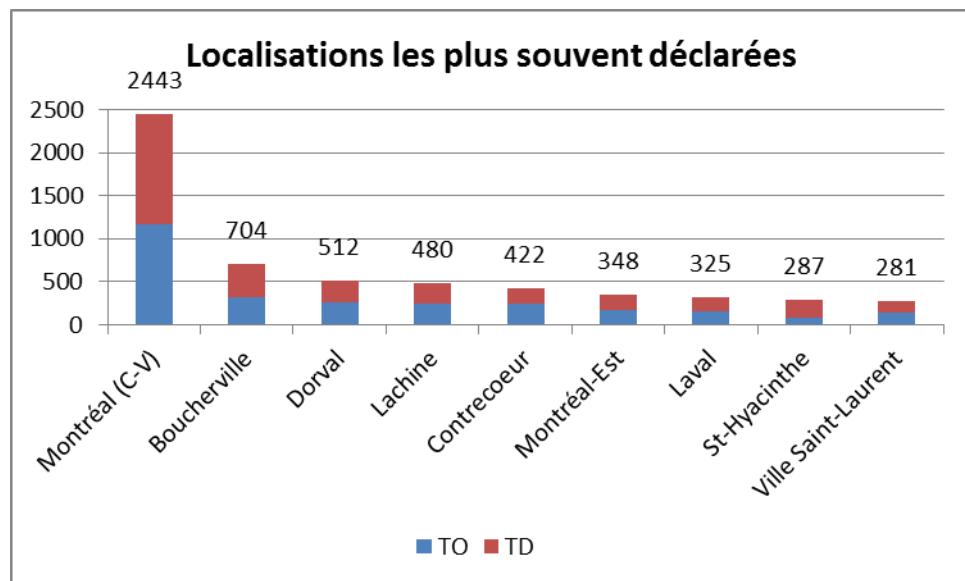


Figure 5.32 – 9 localisations les plus souvent déclarées en tant que TO ou TD

### 5.3.5 Grands corridors de déplacement

Dans le but de déterminer quels sont les grands corridors de déplacement des camions transportant des marchandises au Québec, nous avons analysé les paires Origines-Destinations les plus fréquemment déclarées.

Avant de trouver les paires, nous avons relevé les origines et les destinations ayant été déclarées plus de 100 fois par les chauffeurs circulant au Québec (Figure 5.33 et Figure 5.34).

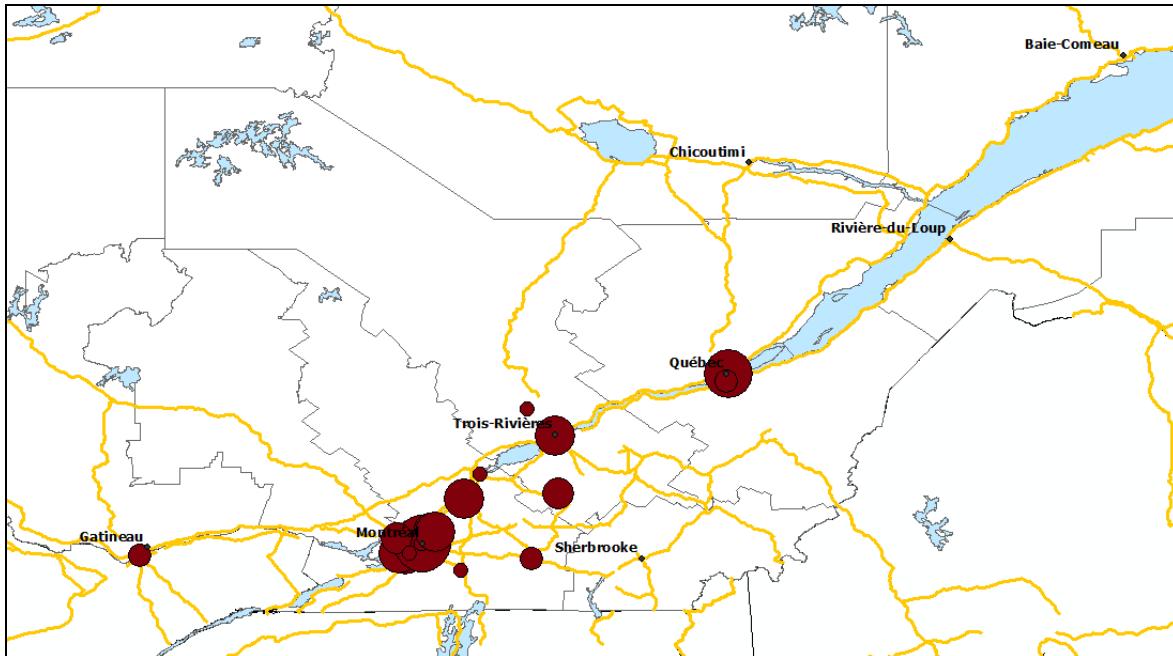


Figure 5.33 - Localisations déclarées plus de 100 fois en tant qu'origine du déplacement

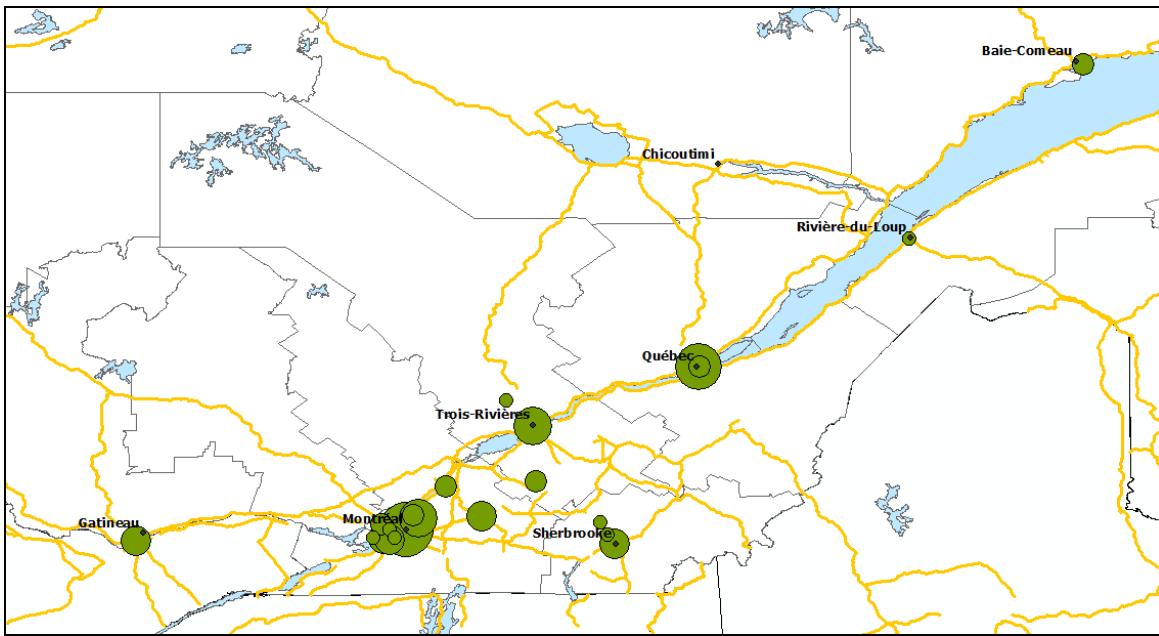


Figure 5.34 - Localisations déclarées plus de 100 fois en tant que destination du déplacement

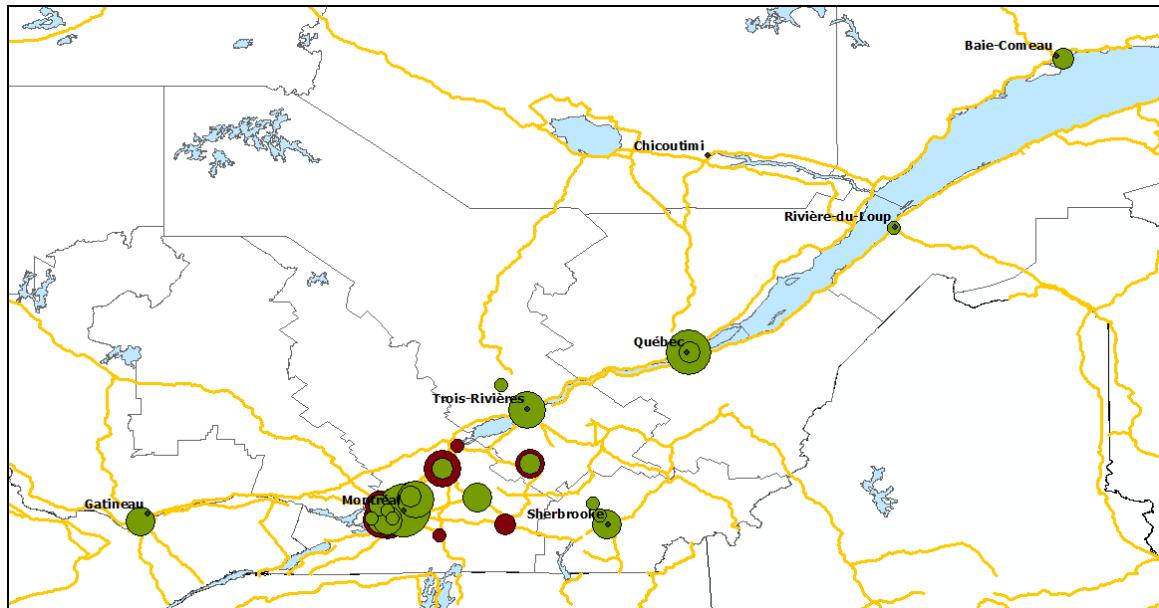


Figure 5.35 - Origines et destinations déclarées plus de 100 fois

Au total, 4768 origines de voyages ont été décelées pour les 22 localisations ayant été déclarées plus de 100 fois. Et ce sont 4811 destinations de voyages qui ont été décelées pour les 19 localisations déclarées en plus de 100 occasions.

Lorsqu'on regarde à l'intérieur de ces deux ensembles de données, on retrouve 933 paires O-D reliant deux localisations différentes, ainsi que trois paires O-D reliant la même localisation. Ces trois paires ont été ignorées, car elles sont difficiles à interpréter dans le contexte de l'enquête. Au total, tous ces trajets représentaient 24 trajets les plus populaires. Ils sont présentés au Tableau 5.8.

Tableau 5.8 - Trajets les plus populaires

Villes	Nb de trajets
Montréal (CV) - Québec	126
Québec - Montréal (CV2)	41
Québec - Boucherville	37
Montréal (CV) - Contrecoeur	30
Shawinigan - Trois-Rivières	29
Montréal (CV) - Trois-Rivières	28
Québec - Trois-Rivières	28
Baie-Comeau - Québec	24
Sherbrooke - Montréal (CV)	23
Laval - Québec	22
Saint-Hyacinthe - Montréal (CV)	20
Drummondville - Montréal (CV)	19
Québec - Montréal-Est	17
Contrecoeur - Boucherville	16
Sherbrooke - Trois-Rivières	14
Windsor - Drummondville	14
Saint-Laurent - Québec	14
Montréal (CV) - Shawinigan	13
Montréal (CV) - Granby	12
Gatineau - Montréal (CV)	11
Drummondville - Boucherville	11
Montréal (CV) - Sorel-Tracy	11
Dorval - Québec	11
Saint-Hyacinthe - Boucherville	10

## 5.3.6 Lignes de désir

### 5.3.6.1 Paires O-D

En reliant les paires O-D et en les représentant selon leur ordre de grandeur, la Figure 5.36 démontre bien les grands corridors de déplacement au Québec. Plus particulièrement, les voyages reliant Montréal et Québec sont dominants et identifient l'axe du fleuve comme principal corridor de déplacements interurbains.

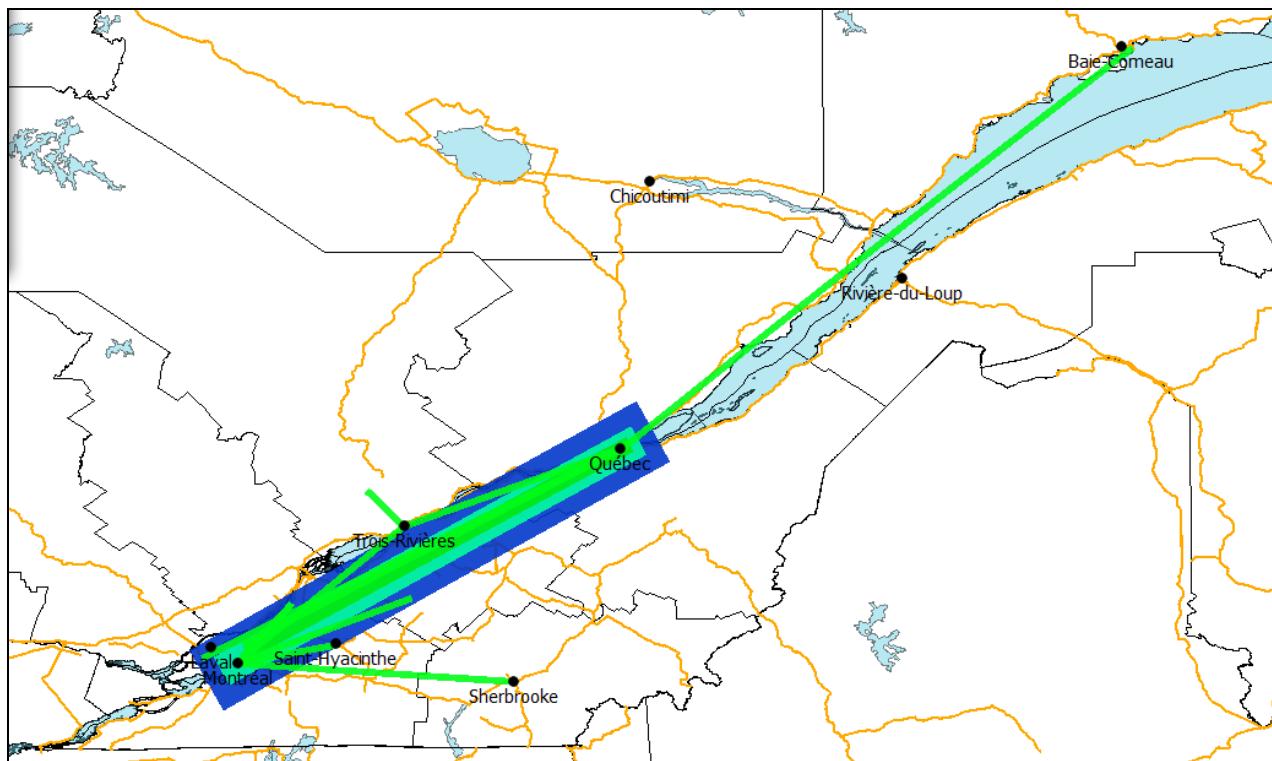


Figure 5.36 - Grands corridors de déplacement au Québec

Afin d'examiner la situation à l'échelle de la région montréalaise seulement, les 9 localisations les plus déclarées ont été représentées selon leur nombre de déclarations à la Figure 5.37.

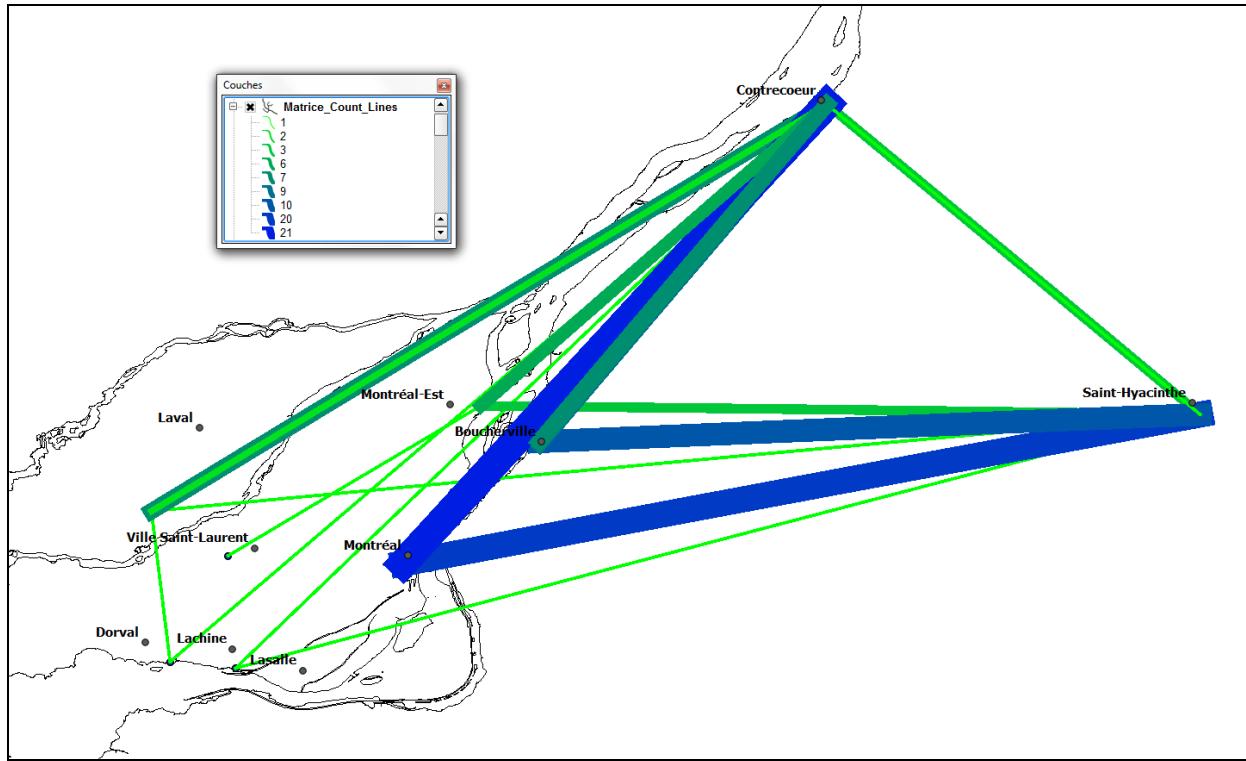


Figure 5.37 - Lignes de désir pour O et D dans la Grande Région de Montréal

On remarque maintenant, pour la région montréalaise, que les liaisons entre Montréal et sa rive-sud sont importantes, vu les nombres élevés de déclarations de voyage reliant notamment Contrecoeur et Saint-Hyacinthe à la métropole.

On peut aussi visualiser les déplacements en reliant seulement leur origine et leur destination à l'aide d'une ligne. À la Figure 5.38, tous les déplacements ayant circulé au Québec sont représentés.

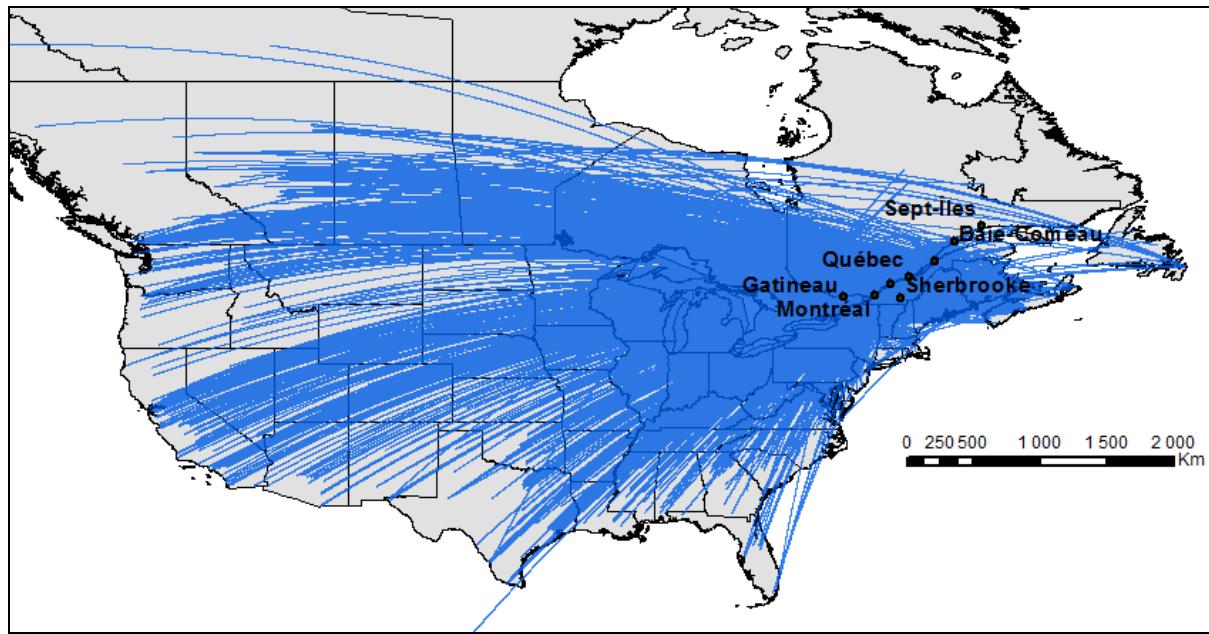


Figure 5.38 - Lignes de désir O-D pour tous les déplacements au Québec

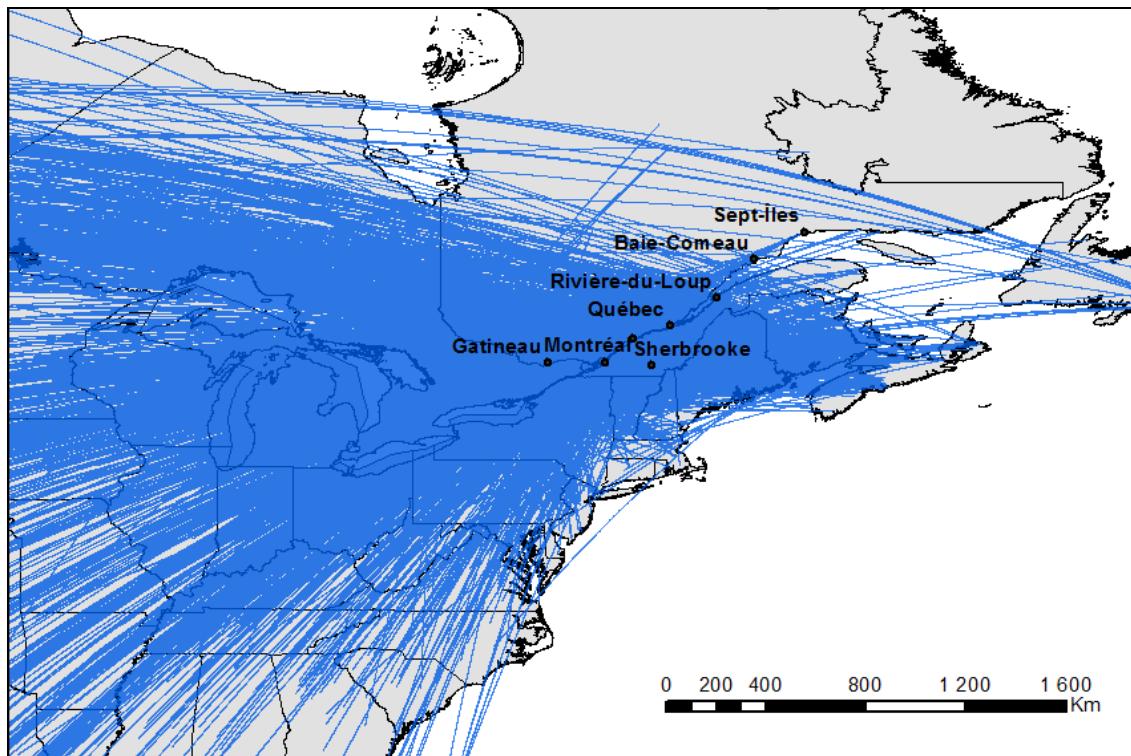


Figure 5.39 - Vue rapprochée des lignes de désir O-D pour tous les déplacements au Québec

### 5.3.6.2 Destinations les plus déclarées

Le concept des lignes de désir peut être appliqué aussi seulement aux destinations les plus déclarées. Ceci permet de visualiser les provenances de camions se destinant au même endroit.

Si on regarde la localisation qui a été déclarée le plus souvent comme destination du voyage (Montréal - Figure 5.40), on voit que les camions proviennent de partout en Amérique du Nord. En regardant plus attentivement(Figure 5.41), on voit que l'axe du fleuve du Saint-Laurent est beaucoup sollicité.

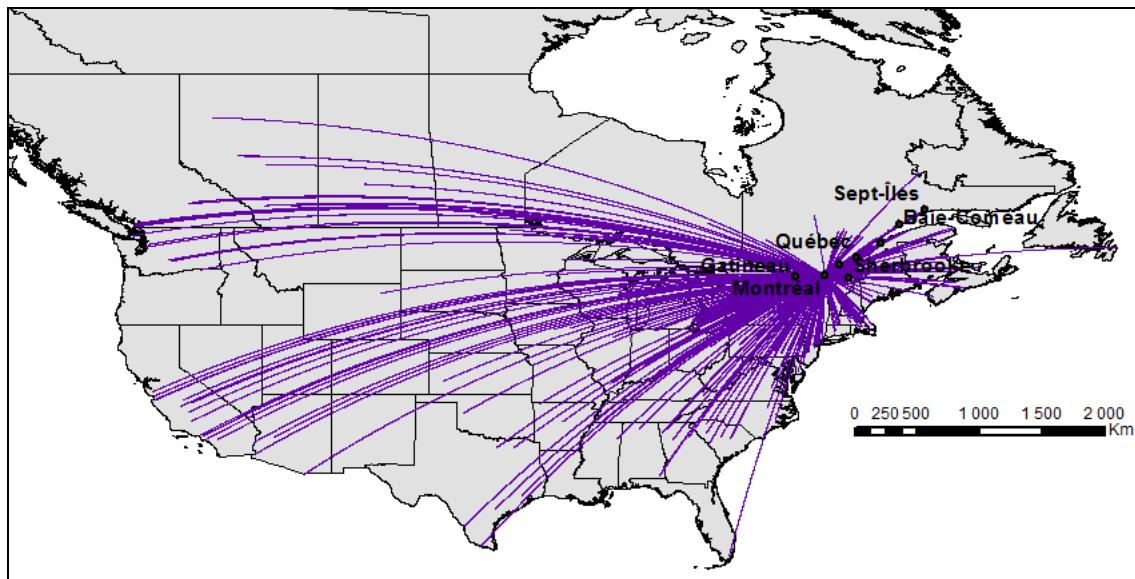


Figure 5.40 - Lignes de désir pour la destination la plus déclarée (Montréal)

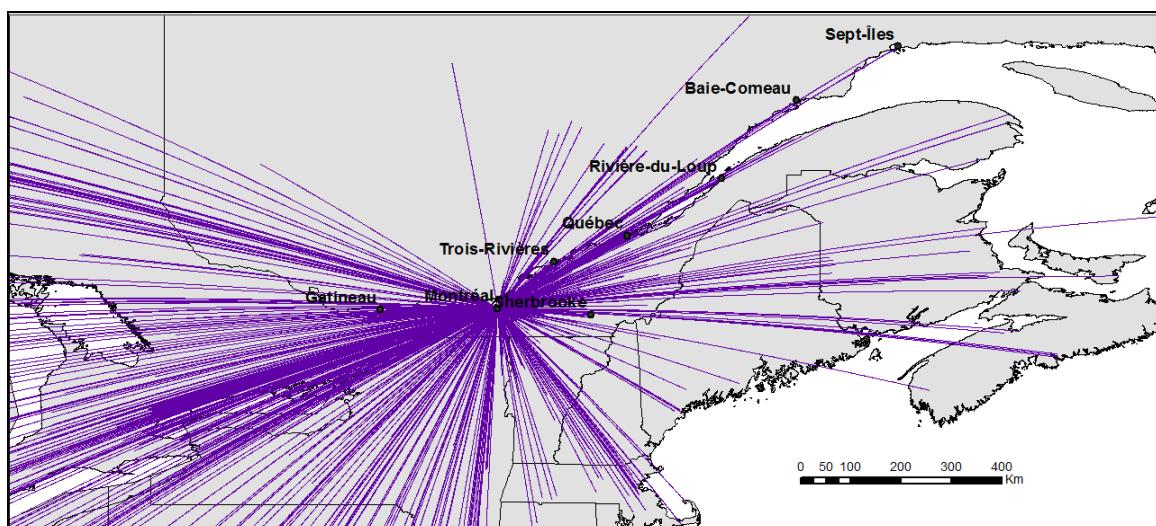


Figure 5.41 - Vue rapprochée des lignes de désir à destination de Montréal

Pour ce qui est de la deuxième localisation la plus déclarée comme destination du voyage (Québec), on peut ici voir à la Figure 5.42 que les déplacements ont une provenance plus concentrée de l'ouest et ce, toujours dans l'axe du fleuve.

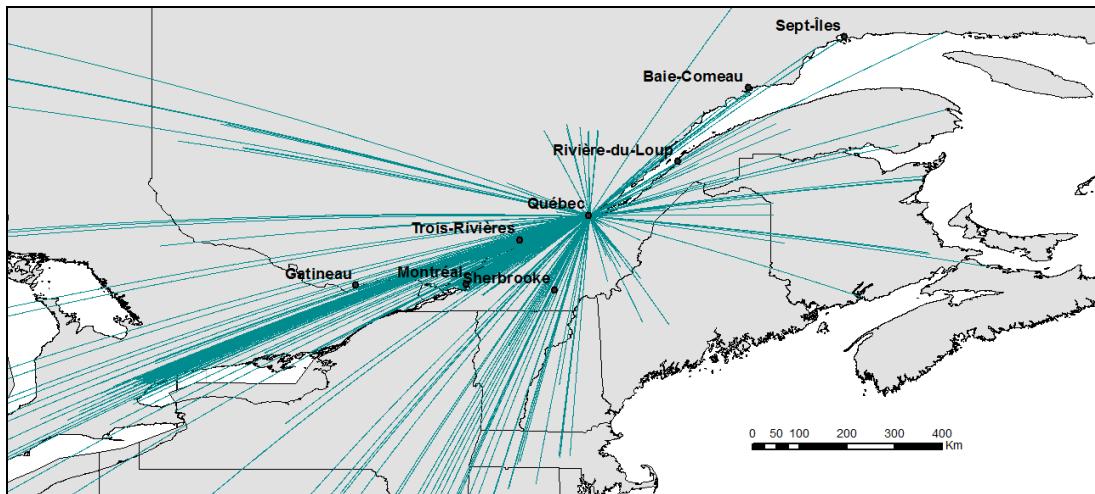


Figure 5.42 - Lignes de désir à destination de Québec

Vous trouverez les représentations des lignes de désir des 3 à 10 localisations les plus déclarées ainsi que celles des 22 destinations les plus déclarées ensemble à l'annexe B.

On peut aussi représenter les 5 destinations les plus prisées par les camions, tel que présenté à la Figure 5.43 et la Figure 5.44.

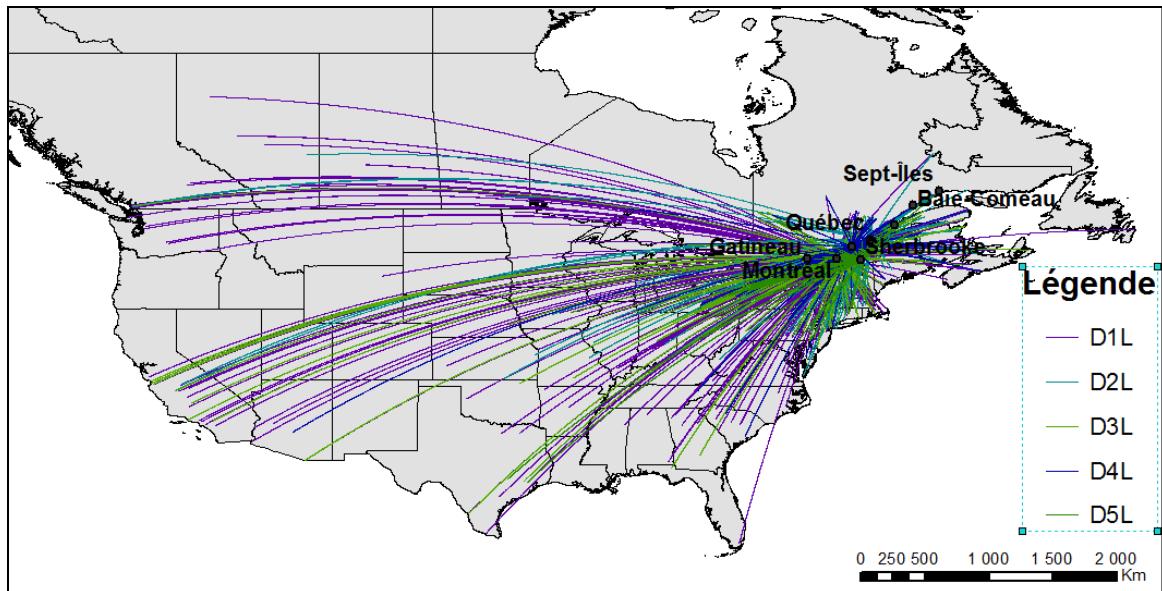


Figure 5.43 - Lignes de désir des 5 destinations les plus déclarées

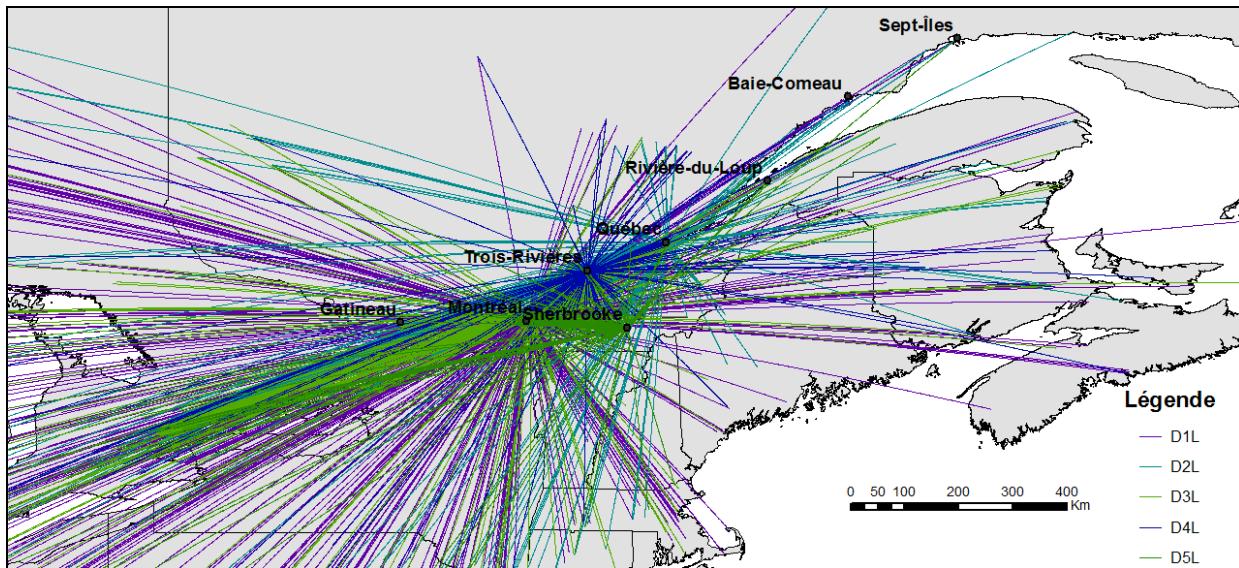


Figure 5.44 - Vue rapprochée des lignes de désir aux 5 destinations les plus déclarées

### 5.3.6.3 Origines les plus déclarées

Au même titre qu'à la section 5.2.5.2, les origines de voyages les plus déclarées peuvent faire l'objet de représentation visuelle des voyages correspondants sous le concept des lignes de désir.

La Figure 5.45 et la Figure 5.46 montrent l'origine ayant été déclarée le plus souvent. En comparaison avec la Figure 5.41, soit la localisation comme destination, on note que les déplacements provenant de Montréal sont plus segmentés, alors que ceux s'y destinant proviennent d'à peu près partout. En lien avec cette observation, on remarque que beaucoup moins de déplacements proviennent de Montréal et se destinent vers les états de la Nouvelle-Angleterre que le contraire.

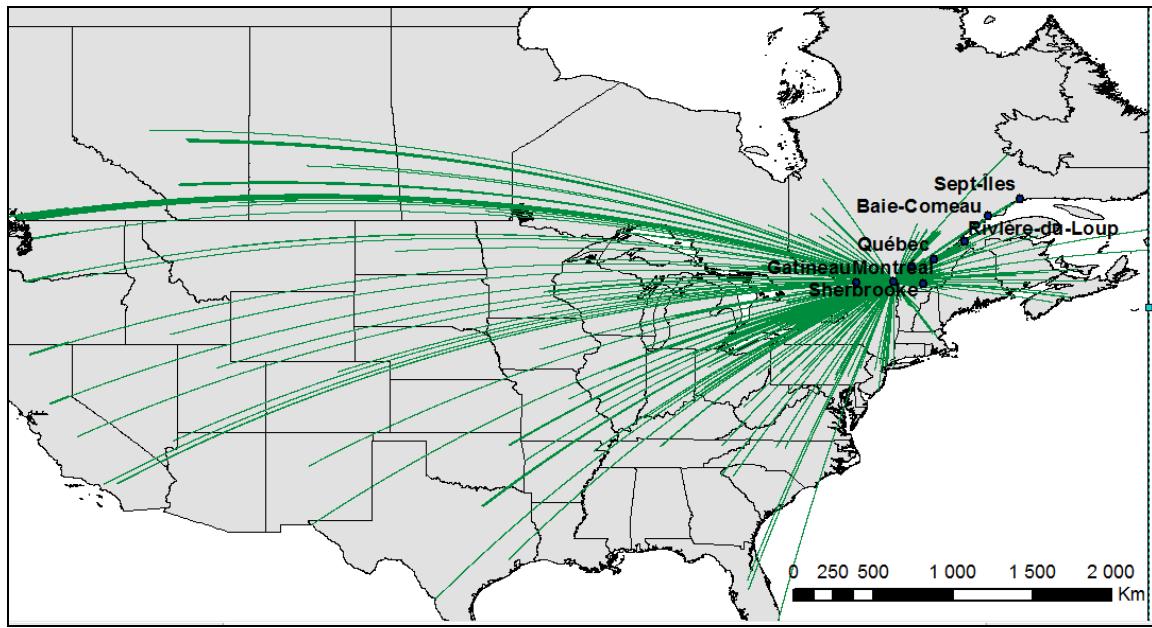


Figure 5.45 - Lignes de désir pour l'origine la plus déclarée (Montréal)

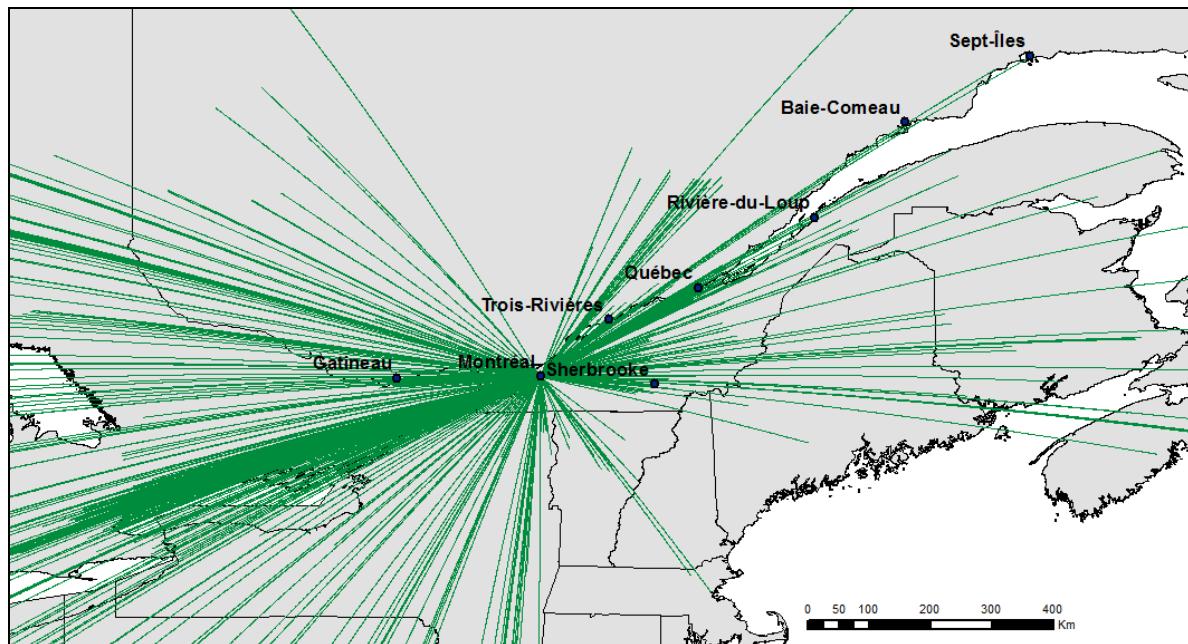


Figure 5.46 - Vue rapprochée des lignes de désir provenant de Montréal

En ce qui concerne la deuxième localisation la plus déclarée comme origine des déplacements, Québec (Figure 5.47), on remarque que la représentation des lignes de désir est semblable à celle de la Figure 5.42, soit celle des destinations.

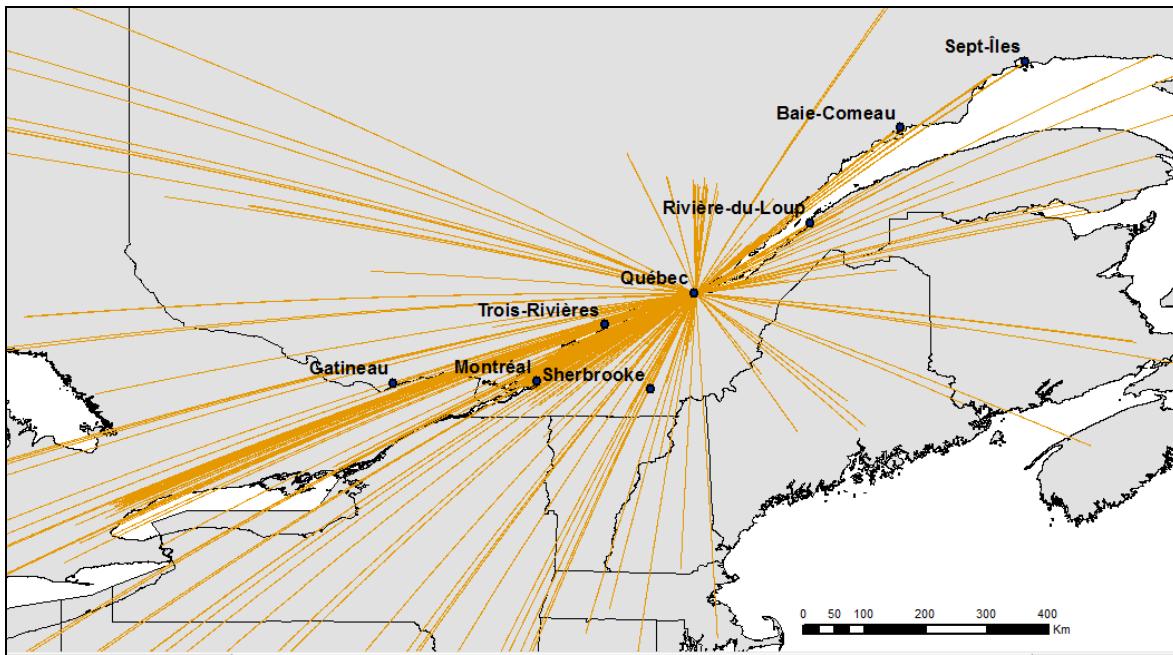


Figure 5.47 - Lignes de désir provenant de Québec

Vous trouverez les représentations des lignes de désir des 3 à 10 localisations les plus déclarées ainsi que celles des 19 origines les plus déclarées ensemble à l'annexe C.

On peut aussi représenter les 5 origines les plus prisées par les camions, tel que présenté à la Figure 5.48 et la Figure 5.49.

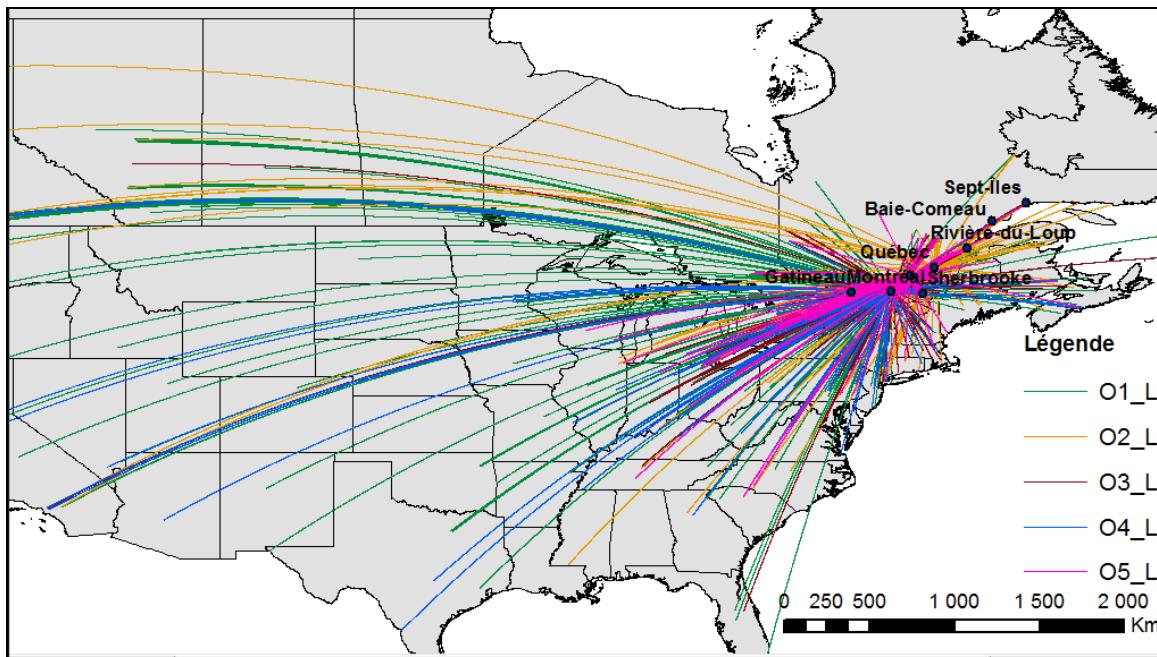


Figure 5.48 - Lignes de désir des 5 origines les plus déclarées

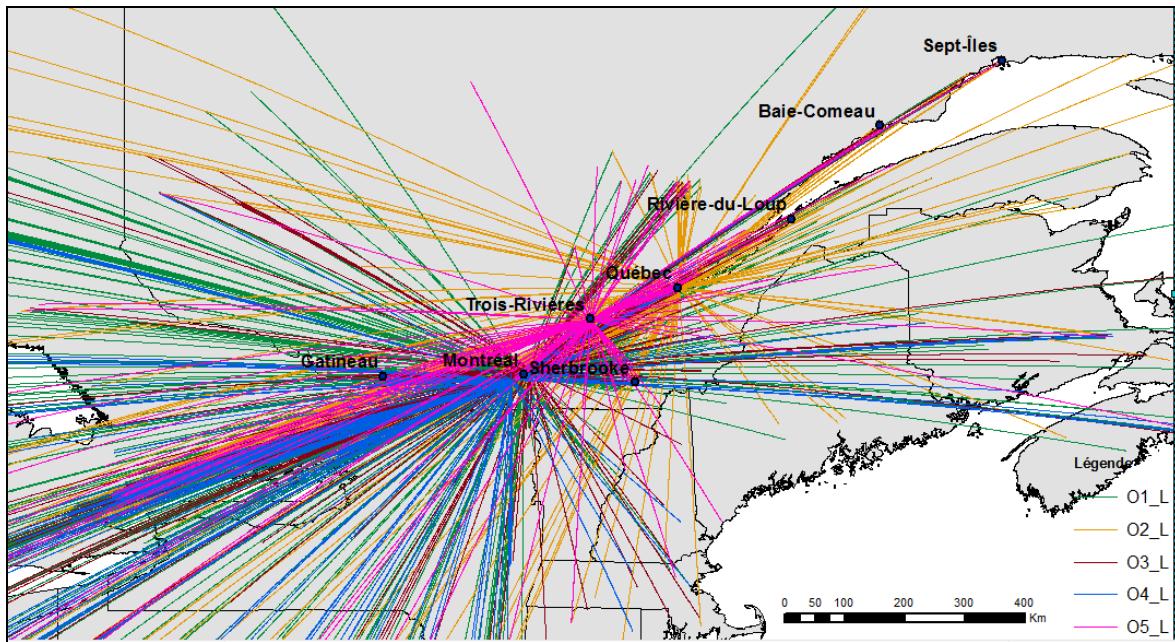


Figure 5.49 - Vue rapprochée des lignes de désir provenant des 5 origines les plus déclarées

## 5.4 Limitations

### 5.4.1 Pondération de l'ensemble de données

Les facteurs de pondération associés à l'échantillon de l'enquête qui ont été produits par Transport Canada et le MTQ n'ont pas été utilisés pour les résultats présentés. Les résultats produits à l'aide de l'ensemble de données obtenu ne sont pas pondérés et ne représentent donc pas la population de véhicules commerciaux circulant au Québec. Les résultats présentés ici ne sont donc produits qu'à partir d'un échantillon aléatoire de la population (celui recueilli durant l'enquête) et ne peuvent être imputés afin de décrire et de caractériser de façon statistiquement représentative la population réelle.

### 5.4.2 Déclarations des arrêts futurs

Lors de l'entrevue en bordure de route, on demande au chauffeur quels seront ses prochains arrêts (NS), la destination de la marchandise principale (CD) ainsi que la destination finale du déplacement (TD). Bien que la CD doive être planifiée à l'avance dans la plupart des cas, les deux autres déclarations sont déclarées par le chauffeur au moment de l'entrevue, mais peuvent être modifiées par la suite pour plusieurs raisons. Bien sûr, nos analyses ne peuvent

prendre en compte cette incertitude. Ces déclarations sont donc prises comme étant celles qui ont été effectuées, mais peuvent être différentes en réalité.

### 5.4.3 Imputation des localisations

Selon les informations reçues, lorsque la localisation de l'activité du camion était absente ou semblait erronée, on tentait de l'imputer à partir des informations disponibles. Lorsque ces informations ne donnaient pas assez d'indice sur l'endroit de l'activité, la localisation devenait donc impossible, et l'on imputait donc une coordonnée fixée pour la ville ou la région concernée.

Selon notre compréhension, on ne peut identifier quelles entrées ont été changées ou imputées auparavant. On peut cependant remarquer que plusieurs entrées se retrouvent au même point lors des analyses de densité. De plus, ces points ne représentent pas nécessairement un lieu réel.

On peut d'ailleurs remarquer cette anomalie dans la section 5.1.3.4 où l'analyse aux nœuds permet de distinguer les intersections les plus sollicitées à l'origine ou à destination d'un voyage. Des neuf intersections relevées, les localisations semblent anormales pour un arrêt de camion, comme vous le verrez au fil des images présentes à l'annexe C. Les arrêts se situent soit près du centre de la ville et des petits commerces, dans des quartiers résidentiels, ou sur une rue où il n'y a pas d'établissement. On peut cependant reconnaître que les localisations déclarées sont seulement identifiées par le nom de la ville, sans plus de précision, car les positions géographiques données se situent à l'endroit où la ville est identifiée aussi. De plus, on peut comprendre que ces villes soient déclarées à plusieurs reprises, car elles ont toutes des activités industrielles reconnues, par exemple les produits pétroliers pour Montréal-Est.

## 5.5 Synthèse

L'enquête NRS 2006-07 a rassemblé un nombre élevé d'informations sur chaque camion enquêté, constituant du fait même un ensemble de multiples données d'une grande richesse. L'exploitation de ces données représente un exercice qui peut amener les analystes dans une variété d'avenues intéressantes.

L'expérimentation réalisée ici a démontré quelques potentialités d'analyse de cet ensemble de données. Voici un rappel des objets qui ont été touchés par les analyses réalisées dans ce chapitre :

- sites de collecte de données;
- trajets;
- localisations;
- origines;
- destinations.

En contrepartie, voici une liste des objets qui n'ont pas été analysés directement :

- transporteurs;
- camions;
- types de camions;
- chargements;
- arrêts (tous types);
- tournées.

Bien entendu, les possibilités d'analyse de ces objets sont multiples, d'autant plus qu'on peut croiser les données touchant à ces objets avec plusieurs autres, multipliant encore les analyses possibles. Nous-mêmes avons formulé des possibilités d'analyse que nous n'avons pas réalisées, mais qui pourraient ajouter à la valorisation de l'enquête.

- analyse de corrélation des réponses aux questions
- analyse de dispersion pour origines et destinations fréquentes
- couplage des données liées au camion par route, origine, destination, site d'enquête, etc.

### 5.5.1 Contributions

L'exercice de valorisation réalisé dans ce chapitre a permis de démontrer quelques-unes des possibilités d'analyse d'une telle enquête, témoignant de son potentiel.

- dispersion des origines et destinations;
- distances parcourues;
- zones d'origines et de destinations fréquentes;
- paires O-D les plus populaires;
- lignes de désir de déplacements.

En plus des travaux mentionnés précédemment, un organigramme des objets en présence dans le cadre de l'enquête a été construit (Figure 5.50). Bien qu'il ait été construit spécifiquement pour la présente enquête, cet organigramme représente des objets présents dans le vaste univers du camionnage et sa représentation pourrait être adaptée à diverses enquêtes.

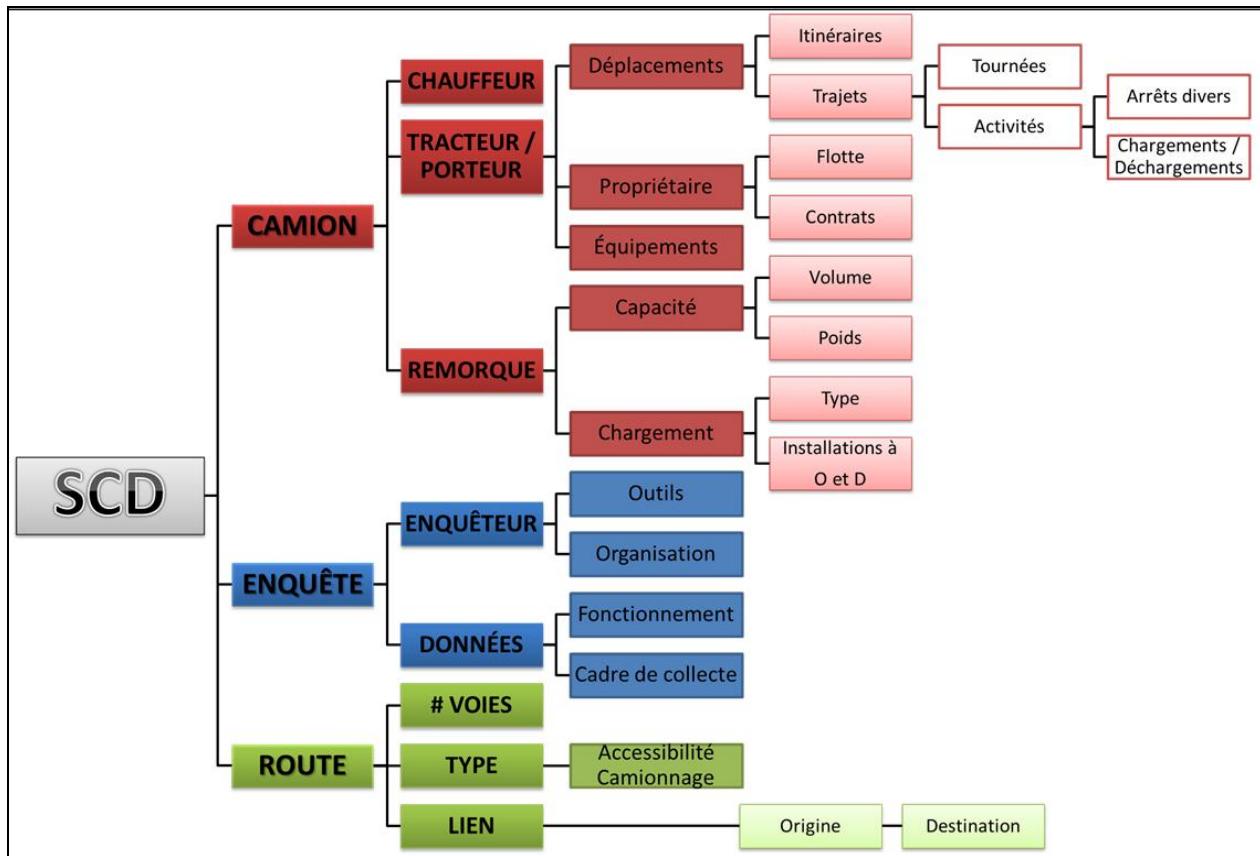


Figure 5.50 - Modèle-Objet de l'enquête NRS 2006-07

### 5.5.2 Discussion

Une enquête effectuée en bordure de route requiert un important effort de collecte de données, à la fois de la part de l'institution l'organisant ainsi que de la part des chauffeurs de camion et des compagnies de transport prenant le temps de s'y prêter. Or, le niveau de détail des données récoltées dans ce cas est très élevé et peut l'être encore plus, selon les outils de collecte utilisés.

Par contre, bien que ce type d'enquête permette d'amasser de précieuses données, il y aurait lieu, dans certains cas, de combiner l'enquête en bordure de route à un autre type de collecte de données, ce qui aurait pour effet de multiplier les données que l'on pourrait amasser pour chacun des véhicules enquêtés et de couvrir un éventail plus large de clientèles et d'usages. Il ne faut pas oublier que l'enquête en bordure de route est dotée d'une richesse qu'est l'entrevue avec le chauffeur, ce qui permet d'avoir un contact direct avec un employé de la compagnie de transport, contact qui peut être difficile à obtenir d'une autre manière.

L'enquête en bordure de route canadienne, s'étant déroulée à quelques reprises depuis 1991, est de ce fait une méthode qui s'est améliorée depuis et qui a prouvé son efficacité pour plusieurs objectifs. La combinaison d'un autre type de collecte, par exemple de type passif comme par GPS, s'avérerait un excellent complément à un ensemble de données riche et à un fonctionnement bien établi.

## CHAPITRE 6 EXPÉRIMENTATION – ENQUÊTE AUPRÈS D’UN GÉNÉRATEUR

Au cours des travaux de recherche, une opportunité s'est présentée à l'équipe de recherche d'expérimenter l'analyse d'un comptage réalisé auprès d'un générateur de déplacements commerciaux, soit le campus principal de l'Université de Montréal. Suite à ces travaux, nous avons organisé une collecte de données afin d'en expérimenter le montage et l'analyse. De plus, nous avons pu expérimenter une autre forme d'enquête auprès du même générateur de déplacements commerciaux, soit une enquête de type cordon de reconnaissance de plaques.

### Objectifs

Les expérimentations réalisées ici avaient deux objectifs principaux :

- l'Université de Montréal visait à évaluer les conséquences des déplacements de camions, sur son campus en premier lieu, générés par ses activités;
- expérimenter le déroulement d'une collecte et les possibilités d'analyse d'une enquête auprès d'un générateur de déplacements de camions.

Les objectifs spécifiques de l'enquête cordon de reconnaissance de plaques étaient aussi d'évaluer le potentiel d'analyse d'une enquête auprès d'un générateur de déplacements commerciaux, d'obtenir un aperçu de ce que pourrait avoir l'air une enquête de ce genre dans d'autres milieux ainsi que d'évaluer les distances parcourues sur un réseau délimité.

### Pertinence

Les travaux réalisés dans le cadre de cette expérimentation et les conclusions tirées de celles-ci serviront de référence à un organisme voulant reproduire l'exercice dans un milieu différent. Notamment dans un milieu urbain comme Montréal, une enquête similaire pourrait s'avérer faire partie d'un ensemble de collectes permettant de réunir des données de plusieurs sources et visant à agrandir la connaissance des déplacements commerciaux en milieu urbain.

### Portée

Étant donné que l'enquête s'est déroulée à l'intérieur du campus de l'Université de Montréal, dans un milieu conscrit qui se différencie du milieu urbain, l'enquête se veut donc un moyen pour poursuivre la recherche dans ce domaine. Les possibilités de transposition dans un

autre milieu n'ont pas été explorées et l'enquête n'a pas été développée en ce sens, mais bien dans le but de faire progresser la recherche sur les méthodes pour collecter des données.

### Mise en contexte

Afin de connaître en premier lieu le niveau d'achalandage de camions circulant sur le campus, l'Université a entrepris une première démarche en effectuant des comptages aux guérites des entrées du campus. Suite aux analyses des données récoltées lors de cet effort de collecte, une deuxième phase a été réalisée, soit une enquête cordon de reconnaissance des plaques d'immatriculation.

## **6.1 Comptages aux guérites**

Au cours des mois de février et mars 2011, le vice-rectorat aux affaires étudiantes et au développement durable de l'Université de Montréal, avec la collaboration des agents de stationnement du campus principal, a mené une enquête aux postes d'entrée du campus afin de connaître l'affluence de véhicules commerciaux sur le campus. Les sections suivantes définissent le processus utilisé ainsi que les résultats obtenus à partir des données récoltées.

### **6.1.1 Déroulement de l'enquête**

#### **6.1.1.1 Méthode d'enquête**

Des fiches d'enquête papier ont été remises aux agents de stationnement des postes Decelles/Queen-Mary (Q-M) et Édouard-Montpetit (É-M) de l'Université de Montréal. Ces fiches contenaient des cases à cocher pour l'intervalle de temps (30 min.) et le type de camion qui entrait sur le campus. Une fois remplies, les cases donnaient des comptes classifiés pour chaque période de 30 minutes selon le type de camion. Des images représentant les différents types de camions permettaient de mieux les identifier sur la fiche.

#### **6.1.1.2 Types de camions**

Les types suivants pouvaient être reconnus et classés : taxi, mini van, petit camion livraison, petit camion, gros camion, citerne, construction/bennes, bus/autobus, mini bus, poubelles/recyclage et autres.

### 6.1.1.3 Durée d'enquête

Selon notre compréhension, des fiches étaient encore distribuées aux employés des guérites en date du 31 mars 2011. Pour le moment, les analyses ont été conduites avec les fiches complétées entre le 21 février et le 8 mars 2011. Normalement, 2 fiches par jour de semaine sont remplies, couvrant la période de 7h à 21h. Certaines périodes ou journées sont manquantes.

Nous avons reçu des comptes classifiés sur 2 sites différents pour un total de douze jours et ce, de 7h à 21h, soit durant 14h par jour, les nombre total d'heures de couverture possible est de 336 heures. Or, le total du nombre d'heures durant lesquelles nous n'avons pas reçu de comptages s'élève à 71,5 heures. En tout, cela représente 21,3% des heures totales de couverture qui sont manquantes. Le tableau ci-dessous résume les périodes pendant lesquelles les données sont absentes.

Tableau 6.1 - Périodes de données manquantes

JOUR	DATE	HEURES	SITE	JOUR	DATE	HEURES	SITE
MAR	22 fév.	12h-13h30	É-M	MER	2 mars	12h-13h30	É-M
LUN	28 fév.	7h-21h	É-M / Q-M	VEN	4 mars	12h-13h30	É-M
MAR	1 mars	7h-9h	É-M	LUN	7 mars	7h-21h	É-M
MAR	1 mars	7h-9h30	Q-M	MAR	8 mars	7h-21h	É-M
MAR	1 mars	14h30-21h	É-M				

### 6.1.1.4 Saisie des données

Les informations ont initialement été recueillies sur papier. Il a donc été nécessaire de saisir les informations sous forme de base de données afin d'en permettre l'exploitation.

## 6.1.2 Analyse des données récoltées

Une analyse temporelle a été effectuée à partir de la base de données créée. Pour le moment, seules les données sur les véhicules de marchandises ont été analysées. Les catégories

taxi, bus, mini bus ne sont donc pas traitées mais les données sont disponibles et des analyses similaires pourraient aussi être conduites.

Le graphique suivant résume le contenu de cette base de données et donne le nombre de véhicules identifiés aux deux guérites lors des jours d'observation.

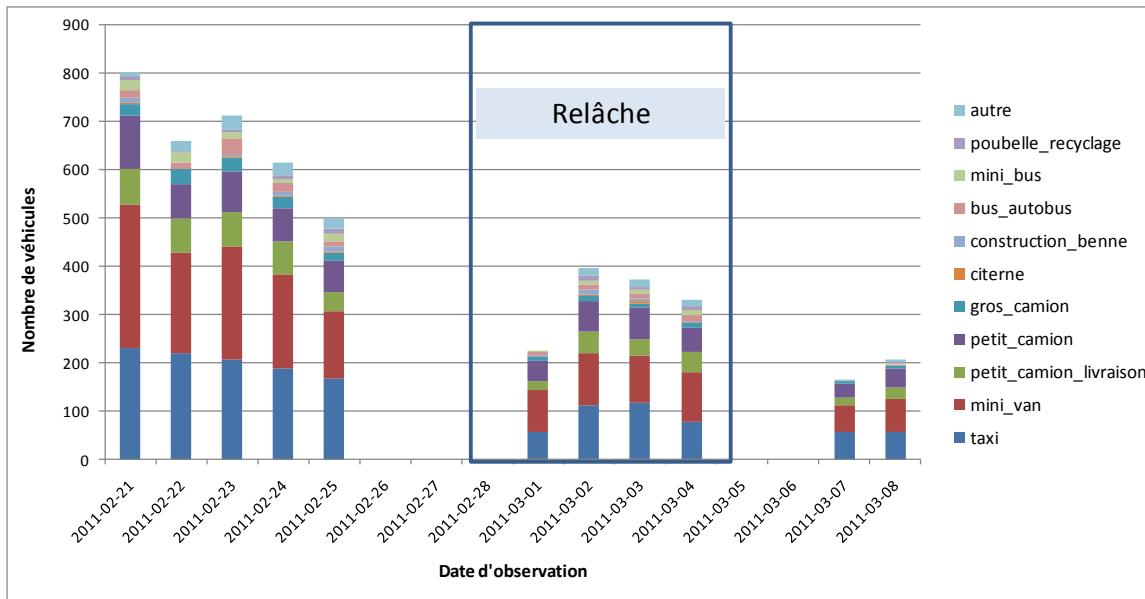


Figure 6.1. Sommaire du contenu de la base de données

### 6.1.2.1 Détails

À partir des données récoltées et afin d'obtenir un ensemble de données représentatif d'une semaine typique, les données de deux semaines (jours ouvrables) ont été traitées. Ceci permet donc d'avoir un portrait des déplacements commerciaux sur une période de 10 jours.

Il est à noter que la classification des types de camions dépendait de l'avis de l'agent de stationnement. Étant donné le roulement d'employés aux différents guichets de stationnement sur le campus, le type de classification des employés pouvait différer de période en période. Aucun moyen n'a été pris pour contrer ce biais possible. Il a cependant été noté des nombres anormalement élevés de certains types de camions durant certaines périodes. Par exemple, la catégorie mini van est susceptible d'avoir été mal interprétée en incluant les fourgonnettes de passagers, qu'on voudrait idéalement exclure. Encore une fois, nous n'avons pas corrigé ces valeurs douteuses pour les analyses ci-présentes.

### 6.1.2.2 Résultats

Sur une période de deux semaines soit 10 jours ouvrables, on estime à quelque 5400 le nombre de véhicules commerciaux qui ont accédé au campus entre 7h00 et 21h00. Le graphique qui suit résume la distribution temporelle totale de ces véhicules pendant ces dix journées. La distribution temporelle observée est typique des rythmes quotidiens d'activités avec des périodes de pointe vers 8h-10h et 16-19h.

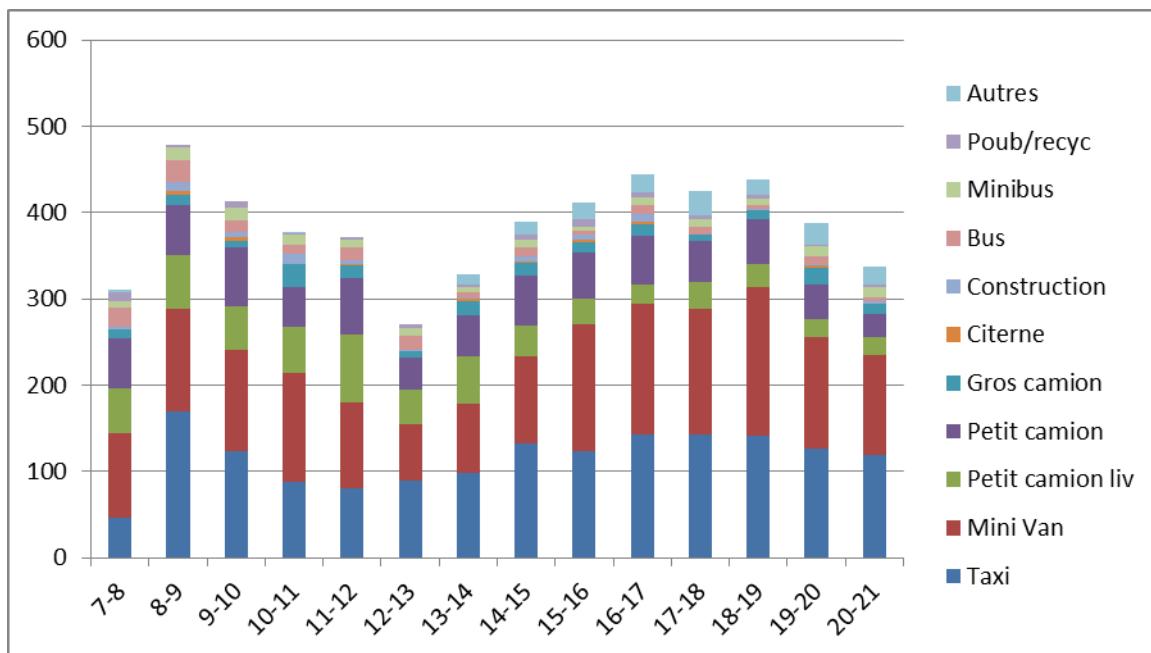


Figure 6.2. Distribution temporelle moyenne du nombre de véhicules observés aux guérites sur 10 jours ouvrables

Le diagramme en camembert permet aussi d'observer que les deux types de véhicules les plus souvent observés lors de la collecte de données sont les mini vans avec 31% des véhicules et les taxis avec 30% des véhicules.

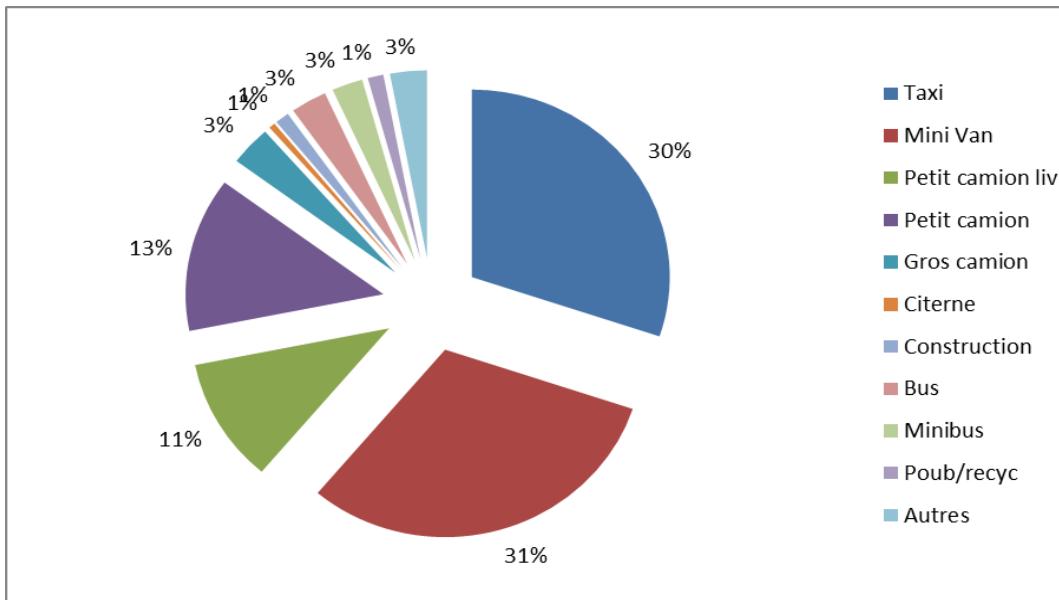


Figure 6.3. Répartition des véhicules observés aux guérites sur 10 jours ouvrables selon le type de véhicule

En outre, les patrons temporels changent selon le type de véhicule et le type de jour. Le graphique qui suit présente les données moyennes horaires et la variabilité des comptages de gros camions. Les graphiques de tous les types de camions sont présentés à l'annexe C.

En somme, le graphique ci-dessous montre les totaux journaliers et indique les proportions de chaque type de véhicule commercial selon ces journées. La variabilité journalière permet de démontrer que le campus constitue une destination plus ou moins fréquente pour certains véhicules selon les journées. On remarque que la moyenne d'un jour de semaine pour le total des flux de circulation sur le campus connaît une diminution notable le mardi par rapport au lundi, pour ensuite reprendre du volume le mercredi et s'estomper graduellement jusqu'au vendredi. En chiffres, la moyenne pour un lundi se situe à 443 véhicules commerciaux, pour un mardi à 325, pour un mercredi à 372, pour un jeudi à 319 et pour un vendredi à 277. À noter que le graphique ci-dessous présente les chiffres pour 2 semaines complètes (10 jours ouvrables).

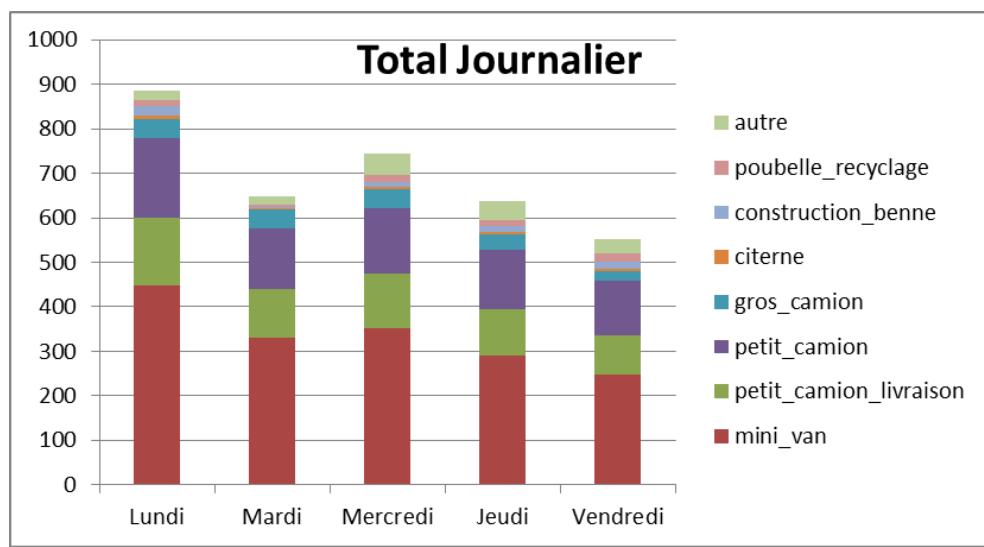


Figure 6.4 - Taux journaliers par type de véhicule pour 10 jours ouvrables

## 6.2 Enquête cordon de reconnaissance de plaques

Le 6 avril 2011, de 9h à 12h, a été réalisée une enquête de reconnaissance de plaques. Le but de cette enquête était d'explorer les potentialités de collecte et d'analyse auprès d'un générateur de déplacements commerciaux.

### 6.2.1 Déroulement de l'enquête

Afin de couvrir le réseau routier du campus principal de l'Université de Montréal, le positionnement de quatre observateurs était établi aux deux entrées et sorties du campus ainsi qu'aux deux intersections où des directions différentes pouvaient être empruntées. Un

observateur supplémentaire était positionné au poste de réception de marchandises de l'École Polytechnique afin d'évaluer la proportion de camions s'y destinant. La répartition des observateurs et des directions possibles par emplacement ainsi que le plan du réseau routier du campus est illustrée à la Figure 6.5.

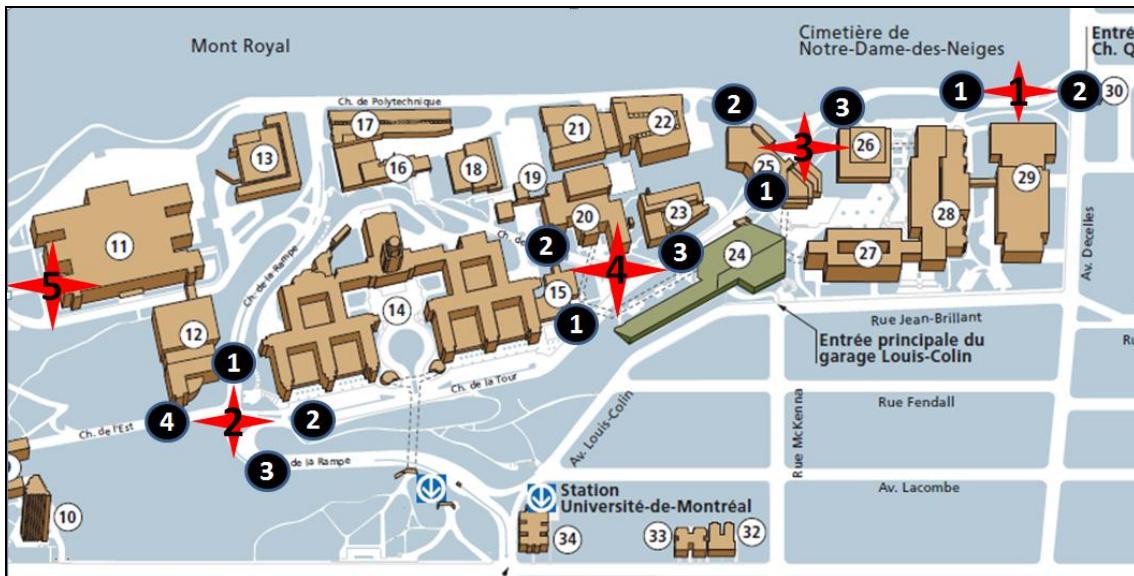


Figure 6.5 - Positionnement des enquêteurs

Les observateurs devaient recueillir les informations suivantes pour chaque camion observé :

- combinaison de la plaque d'immatriculation;
- heure, en minutes, du passage;
- nom de la compagnie ou de l'organisme identifiant le véhicule;
- direction du véhicule;
- type de véhicule.

Le formulaire que l'observateur devait remplir était le suivant.

MARCHANDISES SEULEMENT				[Encerclez] POSITION	Entrée QM 1	Haut rampe 2	Fourche 3	Centre 4	Poly 5	Autre								
ID	# Plaque	Heure	Nom cie/org							Fourgonnette	Livraison	1 unité	Poubelle /recyclage	10-12 roues /matériaux	Véhicule-remorqueur	Semi-remorque	Citerne	Train double
1,2,3...		HR	MIN	(1,2,3 ou 4) (Poly: Temps "Idle")														

Figure 6.6 - Formulaire utilisé pour l'enquête de reconnaissance de plaques

### 6.2.1.1 Conclusions et réflexions de la collecte de données

Plusieurs faits ont été soulevés en cours de collecte permettant d'effectuer un diagnostic de cette première tentative de collecte de données.

- La température peut affecter énormément le déroulement d'une telle enquête. Dans notre cas, nous avons premièrement dû reporter la tenue de l'enquête en 2 occasions. De plus, lors de l'enquête, les conditions météorologiques ont rendu la tâche compliquée en raison du froid et des vents, qui durant 3 heures gênent les enquêteurs.
- Le matériel utilisé est d'une grande importance lors d'une enquête où il faut recueillir beaucoup d'informations. Ici, les inconvénients de la méthode papier ont été le manque de formulaires, le vent soufflant sur les formulaires et les mains à découvert pour écrire, mais surtout le manque de temps pour identifier et retranscrire la combinaison d'immatriculation, vu le grand nombre de camions observés.
- L'achalandage de camions sur le campus a ici été sous-estimé. Tous les enquêteurs étaient surpris du nombre d'enregistrements et cela a rendu la collecte plus difficile.
- Il faut s'assurer de connaître les décalages dans les appareils que les enquêteurs utilisent pour entrer l'heure de passage pour conserver la cohérence des trajets.

### 6.2.2 Analyse de données récoltées

#### 6.2.2.1 Processus d'analyse

Afin d'analyser les données récoltées lors de cette enquête, plusieurs étapes devaient d'abord être effectuées :

- conception d'un format de base de données;
- saisie des données;
- analyse désagrégée des données afin de déceler les erreurs courantes et les tendances;
- codification de la base de données afin d'imputer les erreurs récurrentes;
- imputation des erreurs restantes en les analysant une par une.

Une fois ces étapes terminées, on peut efficacement produire les analyses voulues.

Le processus peut aussi être décrit à l'aide de la Figure 6.7.

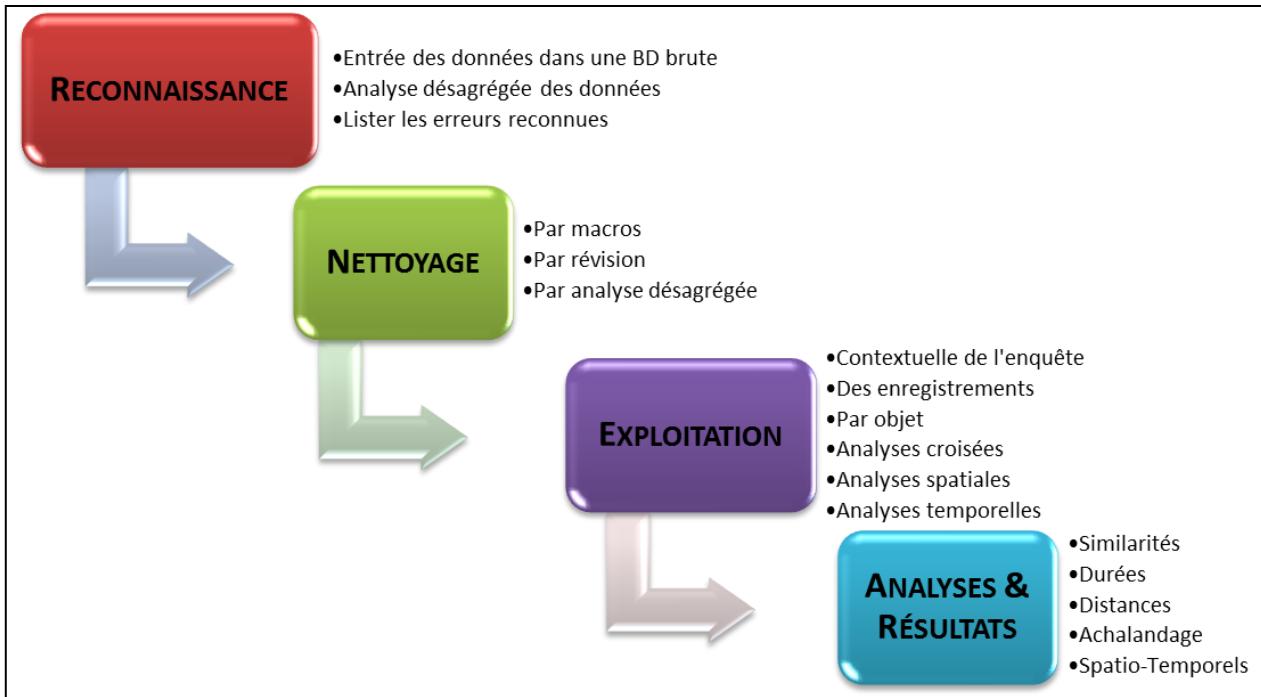


Figure 6.7 - Processus d'analyse de l'enquête cordon de reconnaissance de plaques à l'UdeM

Suite à la saisie des données dans la base de données, la première analyse qui a été faite observait les taux de similarités des entrées par point d'observation en termes de combinaisons de plaques, de noms de compagnie et de noms de compagnie corrigés. La Figure 6.8 présente la répartition, pour chaque point d'observation, à la fois des plaques (en rouge), des noms (en vert) et des noms corrigés (en bleu).

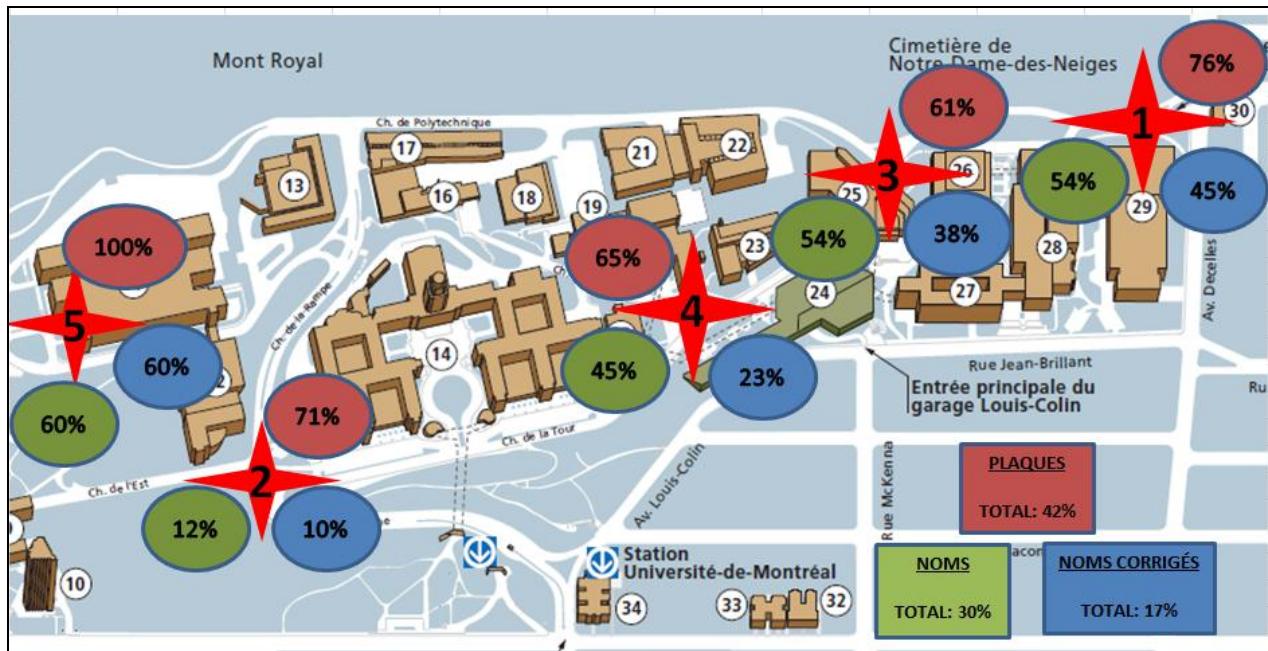


Figure 6.8 - Similarités de plaques, noms et noms corrigés

### 6.2.2.2 Erreurs

Malgré les traitements effectués afin de rectifier les entrées différentes et les coupler ensemble, certaines entrées n'ont pu être couplées avec les bonnes entrées à d'autres points d'observation en se basant soit sur le nom compilé, soit sur la combinaison de plaque décelée, soit sur l'heure de passage et leur trajet.

Nous en avons totalisés 27, ce qui représente 6% de toutes les entrées.

### 6.2.2.3 Procédure

Afin d'atteindre une uniformité dans le traitement des enregistrements, la base de données complète fut conçue avec comme objet principal la combinaison d'immatriculation des camions. C'est ce paramètre de reconnaissance qui a permis d'associer les passages de camions d'un point à un autre et de les lier afin de connaître le trajet emprunté le plus précisément possible et d'estimer la distance parcourue et le temps du trajet sur le campus.

### 6.2.2.4 Potentialités

Suite à tous ces traitements, les analyses possibles sont les suivantes :

- distances moyennes parcourues sur le campus;

- temps moyen passé sur le campus;
- achalandage des routes du campus par tronçon;
- itinéraires les plus communs.

### 6.2.3 Résultats

#### 6.2.3.1 Statistiques sommaires

Voici les statistiques sommaires des données récoltées :

Tableau 6.2 - Statistiques sommaires des données de l'enquête

Position	Entrées		Erreurs		Entrées Valides		Camions différents	
	Nb	%	Nb	% des Entrées	Nb	%	Nb	%
Total	453	100%	28	6%	425	100%	92	100%
1	99	22%	9	9%	90	21%	60	65%
2	78	17%	6	8%	72	17%	41	45%
3	134	30%	5	4%	129	30%	72	78%
4	137	30%	8	6%	129	30%	66	72%
5	5	1%	0	0%	5	1%	5	5%

Le Tableau 6.2 nous permet plus précisément de voir la répartition des enregistrements de camions par point d'observation ainsi que la proportion d'erreurs qui n'ont pu être imputées au final. On remarque que les points d'observation 3 et 4 ont été les plus occupés, en raison du transit intra-campus, soit les camions effectuant plus d'un arrêt aux établissements du campus. Les points 1 et 2 étaient situés aux entrées et ont donc enregistré un nombre moins élevé d'enregistrements par rapport aux points 3 et 4. Malheureusement, le poste de réception de l'École Polytechnique n'a reçu que 5 livraisons durant la période couverte, ce qui ne représente pas une part importante des déplacements sur le campus et ne peut faire l'objet d'analyses plus approfondies pour Polytechnique.

Les deux dernières colonnes du Tableau 6.2 montrent, d'une part, les entrées valides, soit le nombre d'entrées diminué du nombre d'erreurs. D'autre part, la dernière colonne montre les nombres de camions différents par point d'observation, soit le nombre d'enregistrements auquel on aurait enlevé les enregistrements concernant le même camion ou les doublons.

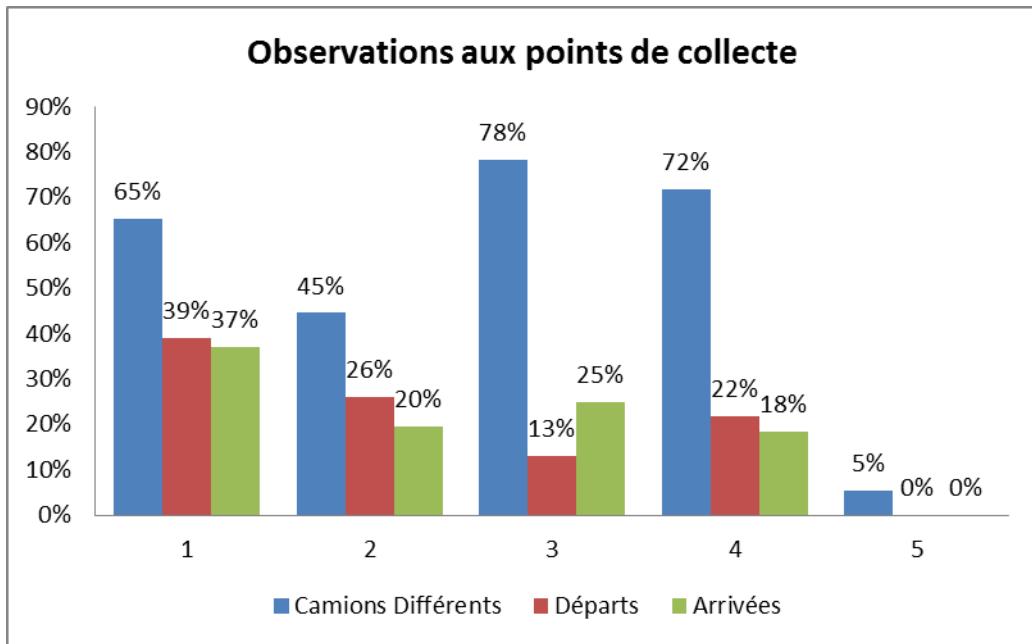


Figure 6.9 – Observations primaires aux points de collecte

La figure ci-dessus montre la proportion d'objets, ou camions, différents observés à chaque point d'observation, référant à la colonne des camions différents du Tableau 6.2. On y retrouve aussi le nombre respectif d'objets commençant et terminant leurs trajets en chaque point d'observation.

À la figure ci-dessous, la répartition des types de véhicules différents ayant accédé au campus par les points d'observation 1 ou 2, peut être comparée à celle qui a été observée dans le comptage réalisé précédemment (Figure 6.3). On peut ainsi noter, en excluant les taxis de la répartition de la Figure 6.3, que les fourgonnettes et les camions à une unité ont une répartition très semblable dans les deux cas, alors que les camions de livraison sont présents en proportion assez semblable. Pour ce qui est des autres types, on ne possède pas assez d'observations dans l'enquête cordon pour les comparer aux comptages.

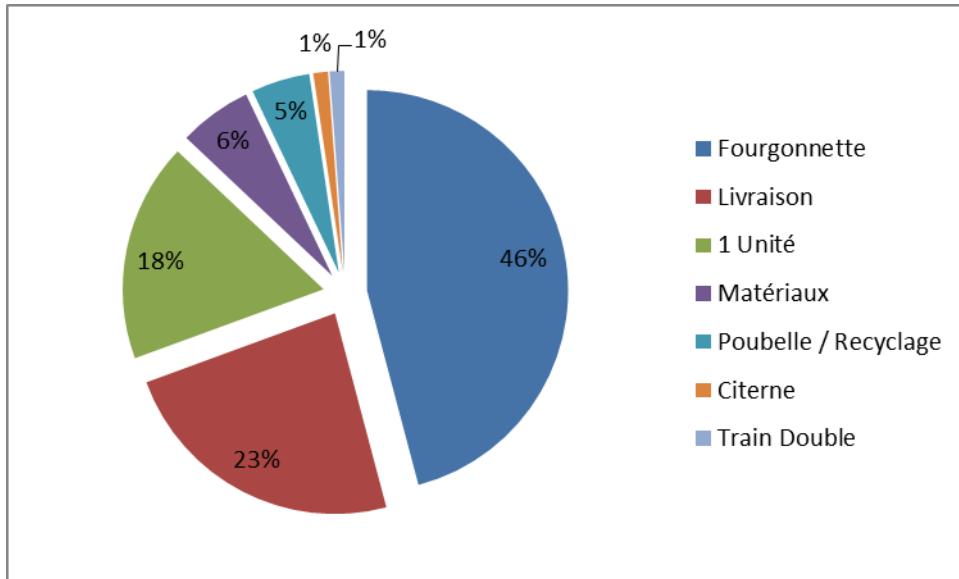


Figure 6.10 - Répartition des types de camions accédant au campus de 9h à 12h

### 6.2.3.2 Analyse temporelle

Après avoir décelé toutes les chaînes de déplacement (92), nous sommes en mesure de déterminer la durée passée par chaque camion sur le campus grâce à l'heure de passage aux premier et dernier points d'observation. Les chaînes de déplacement sont les déplacements d'un même camion qui ont pu être retracés à partir des enregistrements récoltés à plusieurs points d'observation, créant une séquence ou une chaîne de déplacement. Certains enregistrements ont été écartés, car on ne pouvait les lier à aucune chaîne (voir 6.3.4).

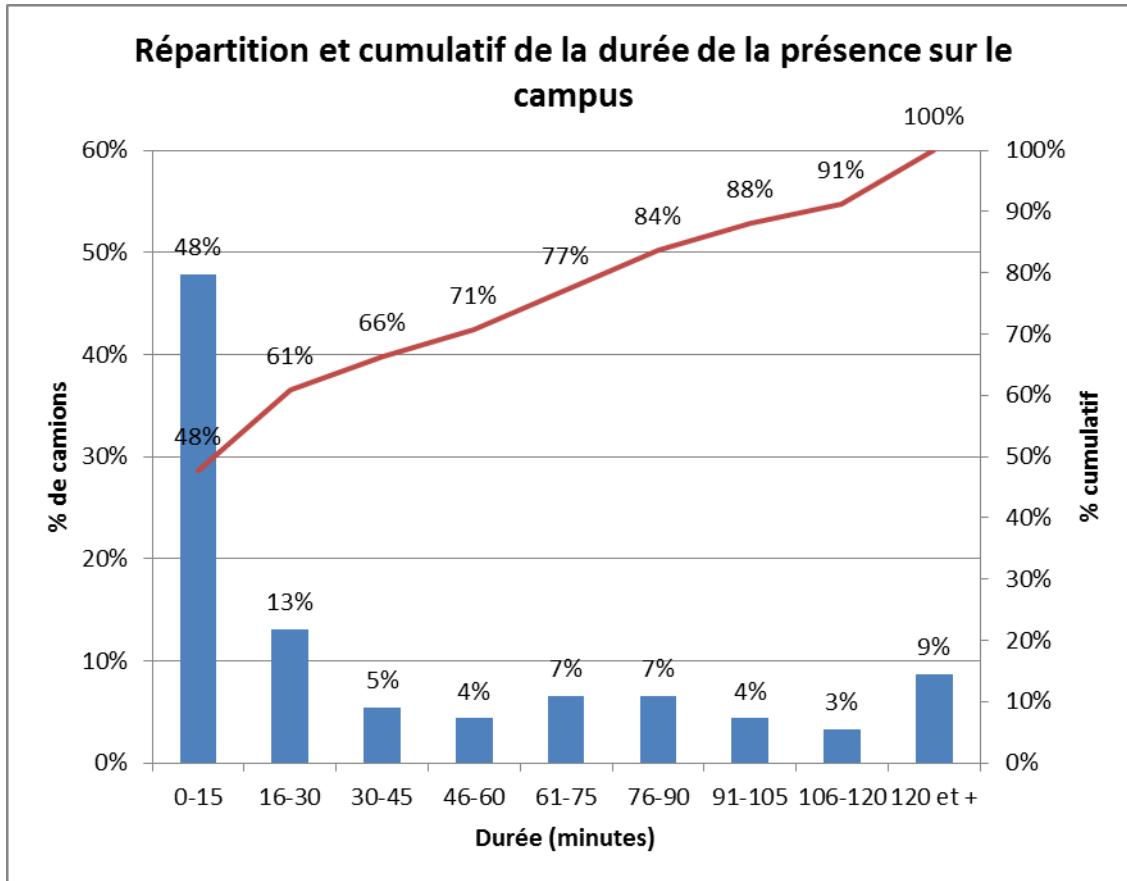


Figure 6.11 - Durée de la présence sur le campus

Près de la moitié (48%) des camions ne passe pas plus de 15 minutes sur le campus. Parallèlement, le seuil de la durée de la présence de 80% des camions se présentant sur le campus est de 75 minutes (Figure 6.11).

#### 6.2.3.3 Analyse des distances

De la même manière qu'à la section précédente, l'analyse des distances peut être faite à partir des chaînes de déplacements qui ont été retrouvées. Les distances qui relient les points d'observation et qui ont permis d'imputer les distances parcourues aux camions sont montrées à la Figure 6.12. Les distances correspondent aux distances relevées sur la route, et non à vol d'oiseau. La Figure 6.13 suit avec la répartition et le cumulatif des distances parcourues par les camions.

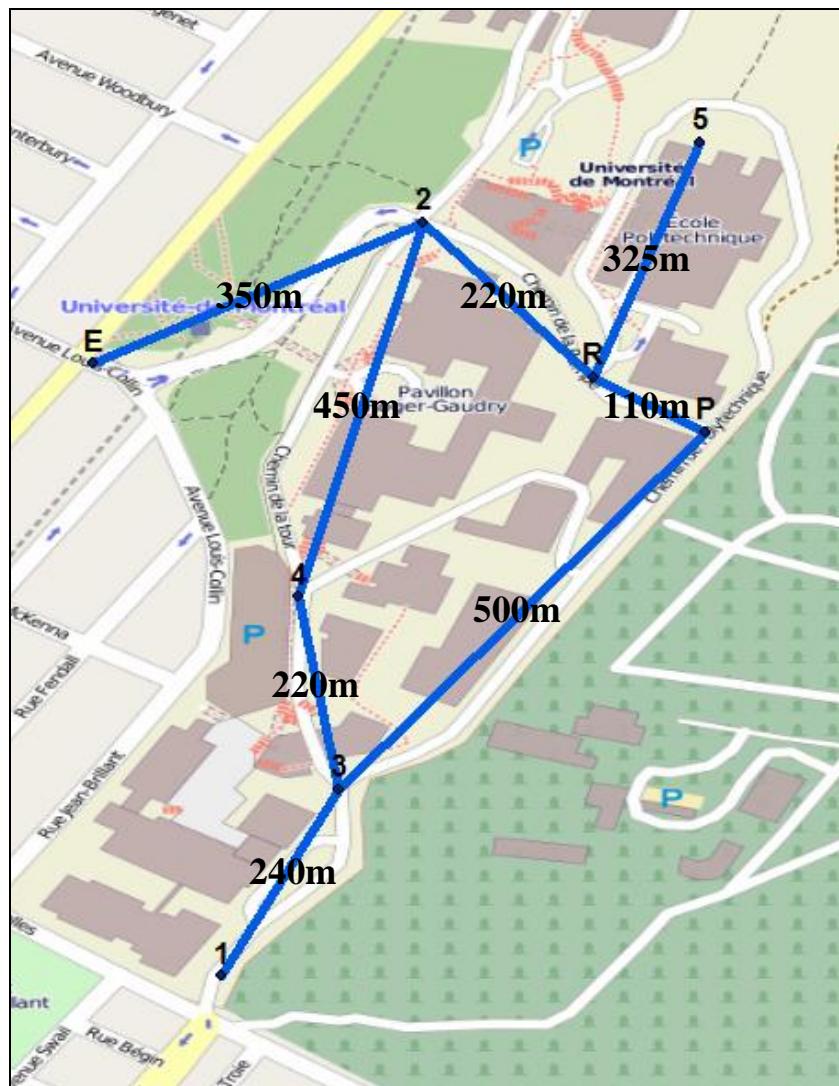


Figure 6.12 - Distances reliant les points d'observation sur le campus

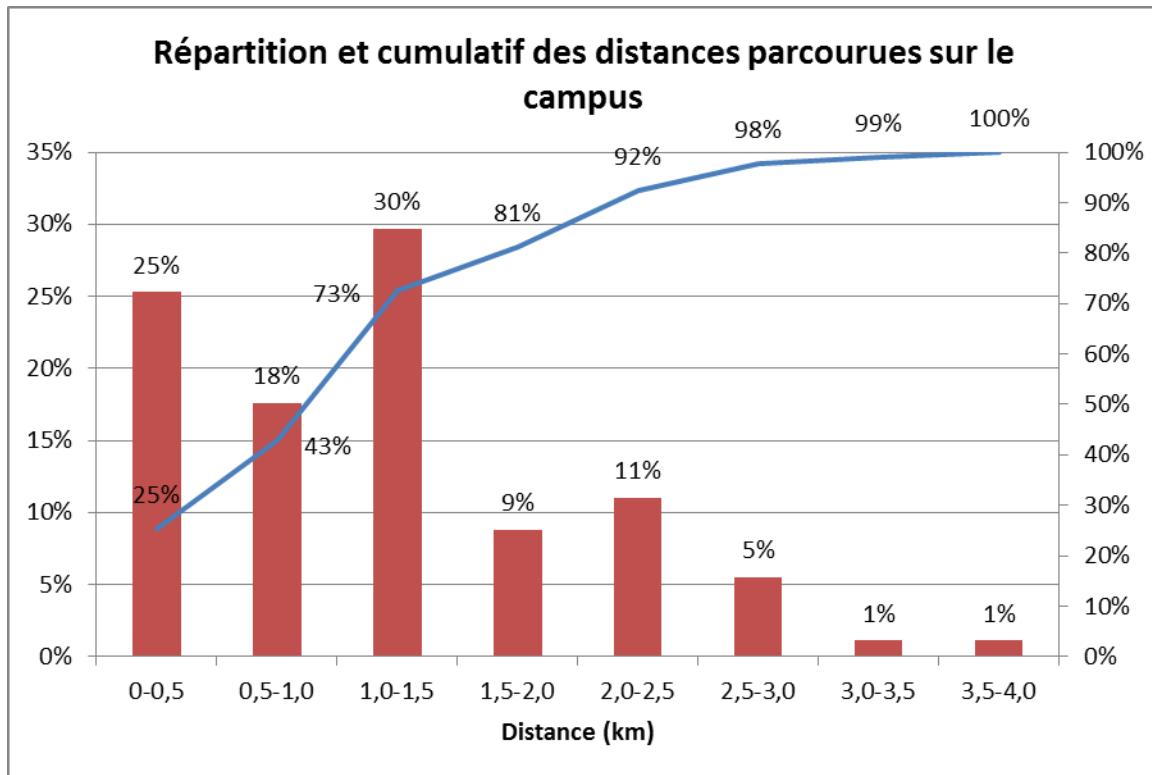


Figure 6.13 - Distances parcourues sur le campus

En analysant le graphique ci-dessus, on remarque que les distances parcourues par les camions sur le campus fluctuent plus que la durée. Il est intéressant de remarquer que plus de la moitié (57%) des déplacements ont une longueur de plus d'un kilomètre. Dans ce cas-ci, le seuil de 80% est atteint après 1,5 kilomètre.

#### 6.2.3.4 Achalandage

L'achalandage sur les tronçons déterminés par les emplacements des points d'observation peut être observé à la Figure 6.14. On peut remarquer facilement que les tronçons menant de l'entrée par la rue Decelles jusqu'aux bâtiments situés au centre du campus sont les plus empruntés. Ces données représentent le total de camions ayant circulé dans les deux directions sur chacun des tronçons tracés durant la période d'observation complète de trois heures.

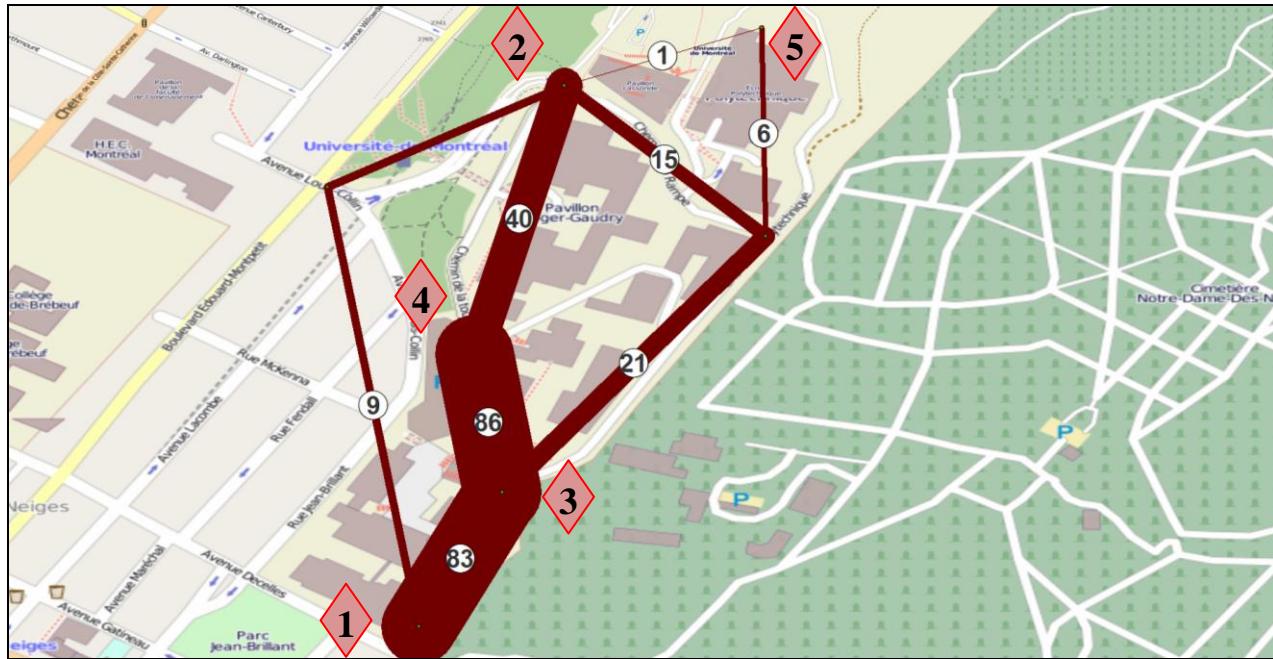


Figure 6.14 - Achalandage de camions sur le campus



Figure 6.15 - Itinéraire le plus commun (1-3-4-4-3-1)

De ce fait, on trouve aussi les itinéraires les plus communs, soit les séquences de points d'observation traversés lors de tout le trajet du camion sur le campus. La séquence 1-3-4-4-3-1

(Figure 6.15), qui correspond à une entrée de la rue Decelles, une livraison à un des bâtiments situés au centre du campus (point d'observation 4) et un retour par le même trajet, a été répétée en 7 occasions. Les 2 autres séquences se répétant plus que 2 fois, sont la 1-3-3-1(Figure 6.16), correspondant à une entrée par la rue Decelles suivie d'une livraison à un des bâtiments sur le chemin de Polytechnique et un retour par le même trajet, et 2-3-1(Figure 6.17), une entrée par la rue Édouard-Montpetit, une livraison à un des bâtiments sur le chemin de la Rampe ou de Polytechnique et une sortie par la rue Decelles.



Figure 6.16 - Itinéraire emprunté pour 4 camions (1-3-3-1)

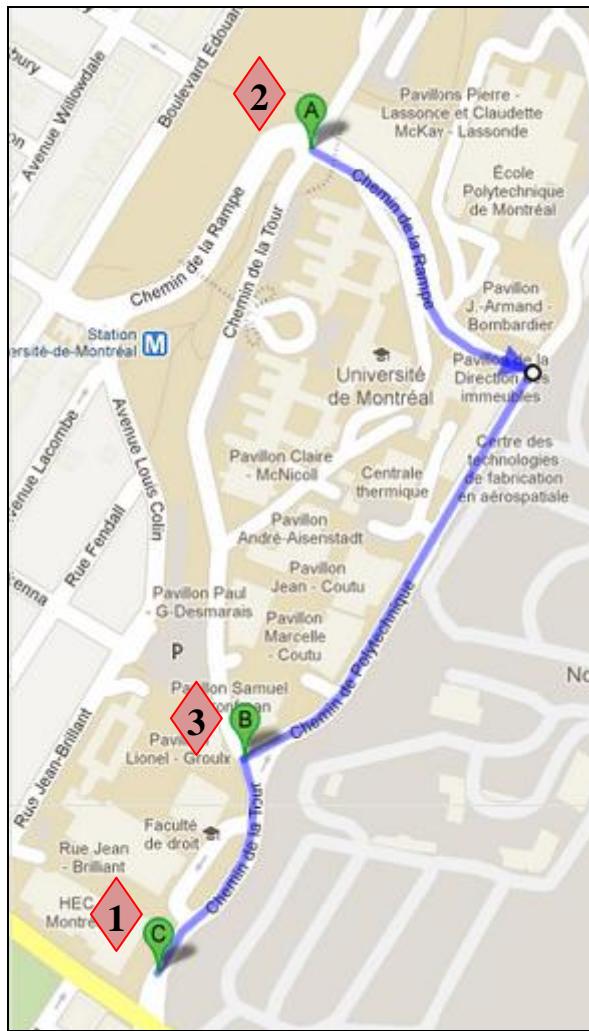


Figure 6.17 - Itinéraire emprunté par 4 camions (2-3-1)

#### 6.2.3.5 Analyse aux points d'observation

À l'aide des temps de passage enregistrés à chaque poste d'observation, il est possible de retracer le déplacement du camion dans le temps et de vérifier le trafic en certains points du campus à des heures précises. Afin de démontrer cela, l'analyse faite ici a comptabilisé le nombre de passages qui avaient chaque point d'observation comme dernier enregistrement à chaque intervalle de 15 minutes. Vous trouverez toutes les images de cette analyse à l'annexe E. La Figure 6.18 présente ci-dessous le décompte à 11h45 où le point d'observation 4 était le plus achalandé avec 10 camions ayant traversé ce point dans le dernier intervalle de 15 minutes. Les postes 1, 2 et 3 comptabilisaient respectivement 5, 4 et 5 camions de la même manière. À l'École Polytechnique, on peut voir qu'un camion était présent au poste de livraison.



Figure 6.18 - Nombres de derniers passages des camions de 11h30 à 11h45

Avec le même ensemble de données et grâce aux directions des camions enregistrées pour chaque passage, nous pouvons visualiser les directions des camions lors de leur dernier passage aux intervalles de 15 minutes (Figure 6.19). Ici encore, seule l'image représentant l'état de la situation à 11h45 est montré. Les autres images sont présentées à l'annexe F.

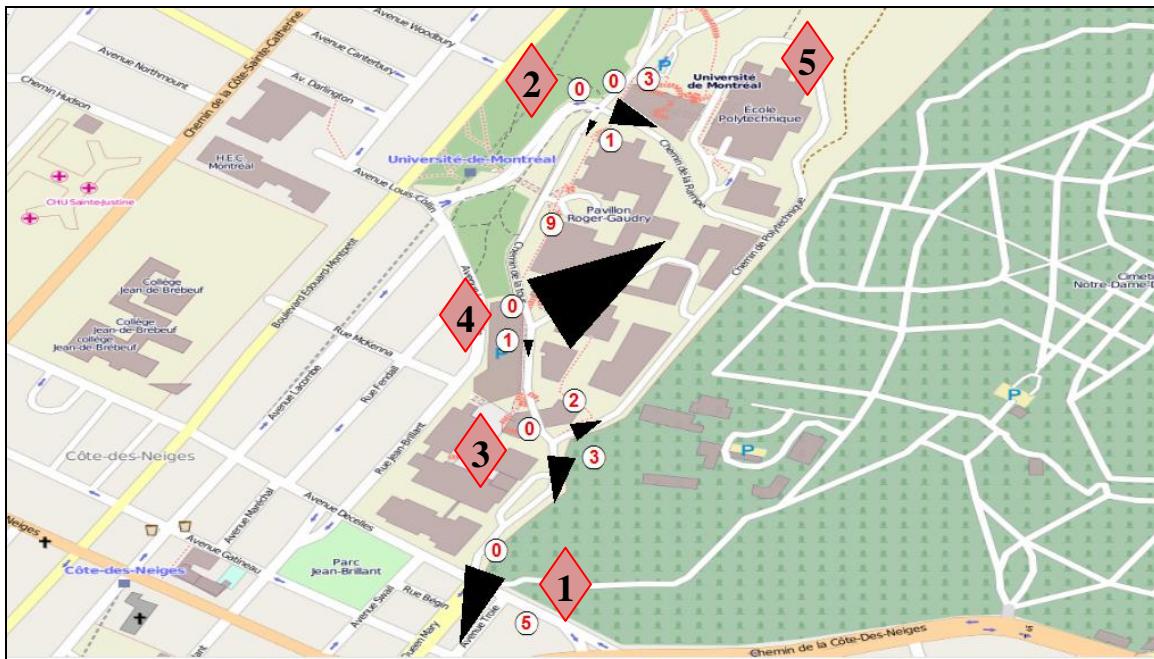


Figure 6.19 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h30 à 11h45

## 6.3 Limitations

### 6.3.1 Pondération des données de l'enquête cordon de reconnaissance de plaques

Les résultats de l'enquête cordon de reconnaissance des plaques n'ont pas été pondérés à partir des données récoltées auparavant lors des comptages aux guérites. Le but de l'exercice étant d'expérimenter la collecte et l'analyse de données auprès d'un générateur de déplacements, la pondération des données n'était pas requise dans ce cas-ci.

### 6.3.2 Enquête de type générateur de déplacements appliquée au campus

Il est à noter que le campus représente un cas spécial d'enquête générateur, du fait que chaque bâtiment peut avoir un poste de réception des marchandises unique, ce qui compliquerait la tenue d'une enquête générateur qui enquêterait les camions sur leurs activités précédant l'arrêt à l'établissement.

Néanmoins, l'expérimentation réalisée permet à la fois d'obtenir une idée de la génération de déplacements par camions de l'ensemble des bâtiments sur le campus de l'Université, de

même que les limites et fonctionnalités d'une enquête de type cordon de reconnaissance de plaques sur un certain réseau routier.

### 6.3.3 Segments de déplacement

Il peut arriver que des segments de déplacement entre deux points d'observation soient différents. Suite à l'analyse des différents patrons de déplacements entre deux points d'observation, on peut remarquer la proportion de chaque patron qui se trouve dans l'ensemble de données et ainsi bien affecter les distances correspondantes aux segments en question.

### 6.3.4 Erreurs

Puisque plusieurs informations étaient amassées sur les passages des camions, l'imputation des enregistrements erronés a été plus facile et le nombre d'enregistrements qui n'étaient reliés à aucun autre enregistrement a été réduit à un minimum. Au final, vingt-sept enregistrements n'ont pu être affiliés à aucun autre enregistrement et ont donc été ignorés.

## 6.4 Retour sur l'exercice d'expérimentation

L'enquête sur la génération de déplacements commerciaux par l'Université de Montréal s'est avérée intéressante à plusieurs points de vue. Autant la méthode de collecte, le comportement des enquêteurs, l'assemblage des données que l'exploitation des données sont des aspects qui ont été touchés ici par l'expérimentation.

En somme, l'expérience démontre qu'il suffit d'amasser un certain échantillon de données, de grandeur variable selon l'objectif visé, et que plusieurs analyses pertinentes peuvent en découler.

En contrepartie, une analyse des types de camions couplée aux autres analyses déjà effectuées pourrait représenter une valeur ajoutée.

### 6.4.1 Contributions

Ayant comme objectif au départ d'expérimenter un type de collecte de données, les contributions qui en ressortiraient ne pouvaient pas être identifiées clairement. Suite au travail

effectué, nous sommes maintenant en mesure de remarquer ce qui pouvait être tiré de ce processus.

- premières observations sur la répartition et la fréquence des types de véhicules commerciaux circulant sur le campus;
- observation des rythmes de livraison;
- distributions temporelles des arrivées par types de camions;
- dérivation des distances parcourues et durées de présence sur campus;
- analyses selon l'objet du point d'observation.

#### 6.4.2 Discussion

L'Université de Montréal est un exemple d'institution dont les activités génèrent des déplacements commerciaux de toute sorte. De ce point de vue, plusieurs établissements commerciaux génèrent aussi leur part de déplacements. La tenue d'une enquête de type générateur pourrait être envisagée dans le but d'en connaître plus sur ces déplacements.

On pourrait étendre ce type d'enquête à des quartiers ciblés, par exemple les parcs industriels et on peut aussi penser à des réseaux de distribution précis à l'intérieur desquels les séquences de déplacements sont planifiées et récurrentes. On pense ici plus particulièrement aux entreprises des secteurs de l'alimentation, de la restauration, de la santé ou de la construction, parmi d'autres, qui pourraient être enquêtés sous l'objet du lieu de leurs activités. On voit bien la méthode de reconnaissance des plaques être utilisée dans ces cas afin d'identifier les camions aux points d'observation. Plusieurs possibilités d'analyse pourraient découler de la mise en place d'un tel type d'enquête, mais la plus grande contrainte réside dans le fait que le nombre de points d'observation est relié à la grandeur du territoire, ce qui exigerait plusieurs postes d'observation pour un grand territoire.

## CHAPITRE 7 DISCUSSION

Après avoir exposé les différentes méthodes de collectes de données ainsi que les analyses de quelques expérimentations sur le transport des marchandises, il y a lieu d'établir une discussion scientifique sur le sujet.

### 7.1 Perspectives

Certaines conditions gagnantes à une meilleure connaissance des déplacements de camions en milieu urbain doivent être réunies afin de parvenir aux fins voulues. Dans l'optique de l'implantation d'une méthodologie de collecte de données sur le transport des marchandises par camions en milieu urbain, en voici les perspectives.

#### 7.1.1 Cadre de collecte

On a vu que le transport interurbain de marchandises pouvait être évalué à partir d'enquêtes en bordure de route. Cependant, en milieu urbain, ces enquêtes seraient difficilement applicables. Le temps et l'espace requis pour l'exécution d'une telle enquête sont moins appropriés au milieu urbain. L'exécution d'enquêtes auprès des chargeurs, expéditeurs ou encore des générateurs de déplacement représente une solution plus envisageable et qui répondrait mieux à des objectifs de planification des transports au niveau urbain, tels que la connaissance des rythmes et horaires de livraison, l'identification des itinéraires et des routes les plus empruntés et l'évaluation des impacts liés au transport de marchandises.

Considérant que, d'un point de vue de trafic et d'infrastructures routiers, les camions sont les objets qui doivent être étudié, le suivi des camions, par comparaison au suivi des marchandises, est plus approprié.

Les collectes de type passives semblent être une solution au problème d'identification des répondants appropriés pour obtenir les informations utiles à la collecte chez les transporteurs. D'ailleurs, plusieurs technologies de reconnaissance et d'analyse qui ont connu d'importantes évolutions dans la dernière décennie, telles que les caméras vidéo et les technologies radio de type *Bluetooth* ou GPS, permettraient de recueillir certains types de données plus facilement, mais surtout sans encombrer le trajet et l'horaire des camions.

### 7.1.2 Fonctionnement

Il existe toujours plusieurs possibilités de réalisation d'une enquête. Selon plusieurs témoignages, les questionnaires papier posent des problèmes d'interprétation et les entrevues en personne diffèrent d'un camion à l'autre. L'utilisation du web aux fins de sondage semble moins populaire auprès des chauffeurs, ce qui est compréhensible en raison des horaires de travail de ceux-ci.

### 7.1.3 Outils de collecte et d'analyse

À prime abord, les bases de sondage utilisées pour échantillonner les entreprises de camionnage doivent être présentes et assez complètes lorsque les enquêtes visent ces établissements. On sait qu'en milieu urbain, les destinations de commerce peuvent être nombreuses et l'acquisition de données sur les destinations des camions n'est jamais facile. L'organisation de l'enquête doit faciliter la prise de données en continu, en raison de la complexité des itinéraires et des horaires des routes de camions.

Le développement d'une représentation du réseau de camionnage s'avère un défi important. La connaissance des liens de transport praticables affecte les analyses en transport des marchandises. Un tel réseau doit être en mesure d'informer sur les contraintes horaires, de poids et de dimensions des liens routiers, en plus des vitesses praticables et des pénalités applicables aux camions.

## 7.2 Enjeux

Actuellement au Québec, le transport des marchandises n'est pas évalué par des enquêtes qui sont récurrentes et bien implantées. Il y a bien quelques enquêtes qui naissent sporadiquement un peu partout, mais, depuis que l'enquête nationale en bordure de route – menée en 4 occasions au Canada – n'a pas été reconduite selon son cycle habituel de 5 ans (la dernière a eu lieu en 2006), on ne peut pas identifier une enquête permettant de répondre aux questions que se posent les décideurs et ce, périodiquement afin d'avoir l'heure juste. Ce fait est d'autant plus vrai au niveau des déplacements ayant lieu en milieu urbain, notamment à Montréal, mais aussi assurément dans d'autres grandes régions métropolitaines.

On peut identifier diverses causes expliquant les difficultés de mettre sur pied une collecte de données répondant à certains objectifs bien précis.

On soulève parfois la complexité du système de transport de marchandises, et ce, à juste titre. L'aspect économique régulant bon nombre de décisions, il peut parfois être difficile pour les décideurs et planificateurs d'acquérir une bonne compréhension de la manière de procéder, et ça se complique lorsqu'on en vient à tenter d'organiser une collecte de données justement pour en savoir plus.

À titre de comparaison, les enquêtes menées auprès des personnes sur leurs déplacements semblent se dérouler selon un processus bien établi qui répond aux attentes des organismes en utilisant les données. La Figure 7.1 démontre les liens que l'on pourrait faire, dans les cas des déplacements commerciaux ou de marchandises, d'une part entre les informations socio-démographiques des deux, en analysant les profils des personnes et des compagnies. D'autre part, les informations recueillies, pour chaque motif de déplacement d'un côté, permettent de faire des parallèles entre plusieurs facettes des deux mondes, laissant cependant un important inconnu en jeu : le déplacement d'un camion de marchandises se définit principalement autour de quel élément? Peut-être se trouve-t-il dans la liste qui découle des comparaisons avec les enquêtes menées auprès des personnes.

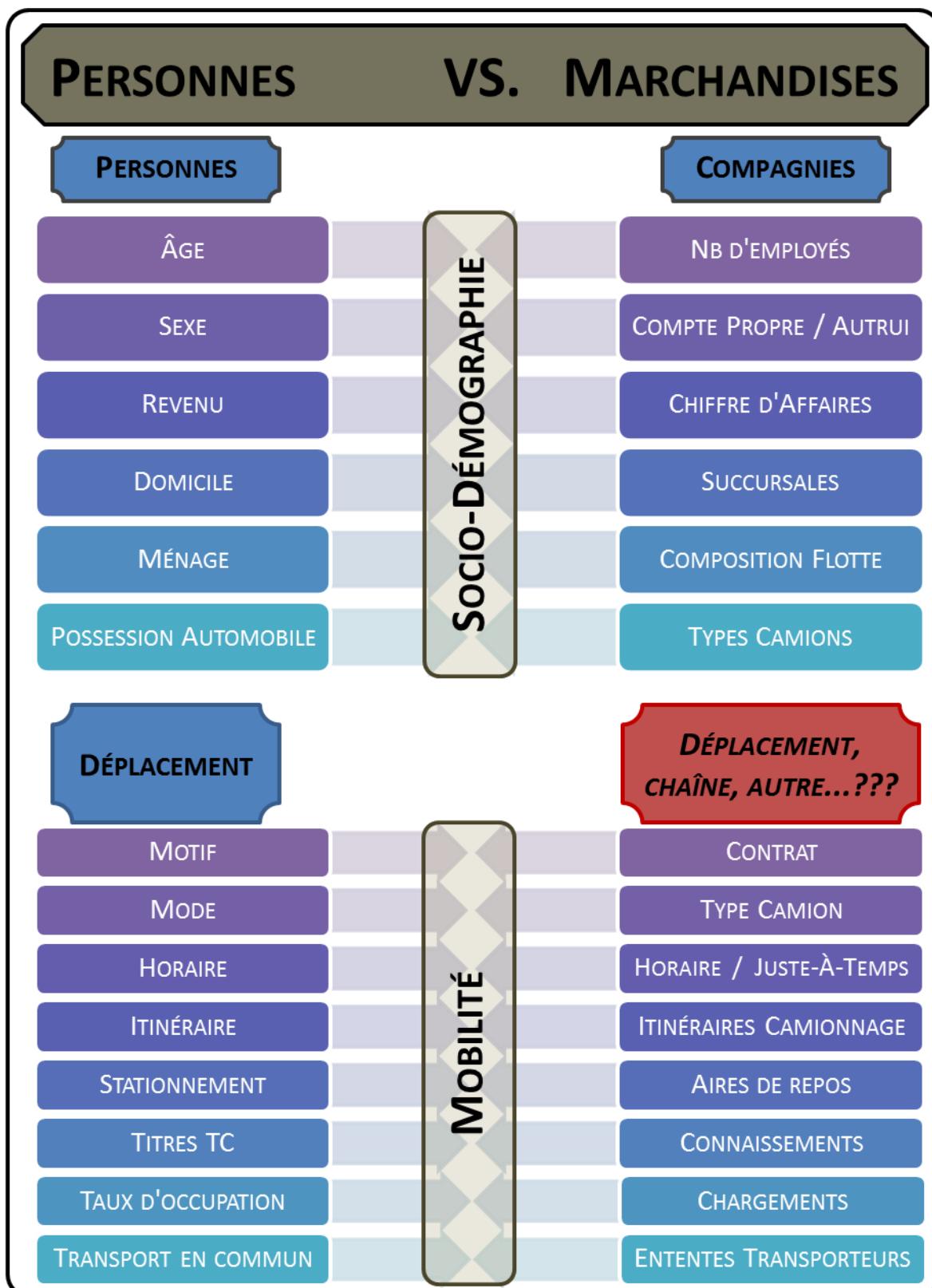


Figure 7.1 - Comparaison des objets des enquêtes personnes et marchandises

On établit aussi la liste, non-exhaustive, de tous les cas de déplacements commerciaux possibles afin de reconnaître ceux qui ne sont pas relevés. Dans le futur, il y aurait lieu d'évaluer les moyens à prendre pour obtenir un minimum d'information au sujet de ces déplacements, le tout dans le but de dresser un portrait complet des déplacements commerciaux s'effectuant dans les milieux urbains.

Tableau 7.1 - Type de déplacements commerciaux enquêtés ou non

<u>Type Entreprise</u>	<u>Enquêté?</u>	<u>Identifiable</u>	<u>Nom ou Organisme</u>
Transporteurs	OUI	OUI – Tous	NRS
Messagerie	1997 à 2008	Généralement	Statistique Canada
Services (plomberie, réparations, télécommunications,...)	NON	Variable	
Livraison sur commande (Restauration, Alimentation, Santé,...)	NON	Généralement	
Déplacements commerciaux avec véhicules personnels	NON	NON	
Déplacements commerciaux avec véhicules de compagnie	NON	Variable	
Matériaux de construction lourds	NON	OUI	
Services publics (Déneigement, Nettoyage, Voirie, ...)	NON	OUI	
Déménagements	NON	Généralement	

### 7.3 Possibilités de travaux de recherche futurs

#### Analyse et exploitation de données GPS

La technologie de positionnement global par GPS est de plus en plus introduite dans les camions, permettant aux entreprises d'obtenir des renseignements plus précis à plusieurs niveaux. Or, les données récoltées à partir de cette technologie s'avèrent très utiles pour des projets de recherche portant sur les déplacements commerciaux par camions. L'analyse et l'exploitation de

ces données pourrait aider à déterminer, entre autres, les corridors de déplacements les plus utilisés, le temps passé en congestion, les origines et destinations les plus communes.

#### Méthodologie de collecte de données auprès d'un chargeur ou d'un générateur

Nous avons discuté de ce sujet dans les pages précédentes et, dans l'éventualité où une opportunité d'étudier ce type d'enquête se présenterait, il serait intéressant d'évaluer les potentialités de ce type d'enquête.

#### Méthodologie de collectes de données multiples visant à créer un système de données viables à l'exploitation

Dans un contexte réaliste, il est pratiquement impossible d'en venir à représenter l'univers de tous les déplacements de camions via une seule et unique enquête. Il faut donc se pencher sur les méthodes de collectes que l'on peut utiliser dans un ensemble de collectes permettant d'atteindre une représentativité plus globale.

#### Analyse des déplacements reliés à un centre de distribution ou une grande entreprise produisant son transport pour compte propre

D'un point de vue plus désagrégré, l'analyse de déplacements produits par un grand producteur de transport permettrait d'améliorer la connaissance des phénomènes de transport de fret dans des contextes où le volume est élevé et la logistique, rigoureuse. De grandes entreprises de transport pour compte propre ont un fonctionnement particulier et efficace qui leur permet de tirer profit de leur expertise. Analyser le déroulement de ces activités fournirait un point de vue de l'intérieur du transporteur.

#### Exploration du montage d'une base de données étendue

En transport des marchandises, plusieurs données peuvent être récoltées sous plusieurs formes différentes. On a remarqué au fil des travaux qu'il était parfois difficile de relier des bases de données ensemble en raison de différences dans la structure et le mode d'entrée des données. Le montage d'un modèle de base de données pour chaque type d'enquête faciliterait la tâche lorsque vient le temps d'effectuer du traitement de données pour produire des analyses. Il faudrait aussi expérimenter les méthodes de fusion de données pour les cas où les bases de données sont différentes, mais pour lesquelles ce serait faisable.

### Évaluation du potentiel des capteurs *Bluetooth* en tant que collecteurs de données de camionnage sur les grands corridors et les ponts de la région métropolitaine de Montréal

La technologie *Bluetooth* a été introduite récemment dans nos communications et présente un certain potentiel pour recueillir des données. L'évaluation de ce potentiel, des limitations et des équipements requis pour récolter des données par ce moyen de communication pourrait faire avancer la problématique des collectes de données de camions et ferait état de la situation.

#### Analyse de l'utilisation des axes routiers majeurs

Les données pour déterminer précisément l'utilisation des grands axes routiers de la région montréalaise ne sont présentement pas disponibles en grand nombre. Il faudrait trouver un moyen de les récolter efficacement et ensuite les analyser périodiquement afin de connaître l'utilisation des infrastructures par les camions.

## CONCLUSION

Le transport des marchandises par camions représente, pratiquement dans tous les cas, le dernier lien dans la chaîne de déplacements, celui qui achemine les biens aux clients, directement à sa porte ou dans les magasins de vente au détail. La relation commerciale dépend donc de ce mode de transport au moins pour établir le contact avec le client. La flexibilité du camion relie aussi les modes lourds (maritime, ferroviaire, aérien) et boucle le déplacement entier. Le système logistique et l'intermodalité, facilitée par l'accessibilité et la flexibilité du transport par camion, servent bien les intérêts commerciaux, mais la collecte de données n'est pas simple et l'analyse de ces systèmes, qui sont en continual changement, demande beaucoup d'investigation.

La recherche présentée dans ce document sur le transport des marchandises et les collectes de données a amené des pistes de réflexion pour une meilleure méthodologie de collecte et d'analyse de données pour éventuellement améliorer les projets de collecte de données. Que ce soit pour mesurer l'évolution du trafic urbain, l'utilisation des réseaux routiers, les routes les plus empruntées, la place du camion en ville, les émissions polluantes provenant du transport ou encore améliorer globalement les systèmes de transport, l'étude des déplacements commerciaux va toujours se baser sur des données qui doivent être collectées. Les idées et moyens proposés pour augmenter la qualité de la méthodologie visent donc à faciliter, simplifier et améliorer la collecte et l'analyse.

## BIBLIOGRAPHIE

- Allen, J., Anderson, S., Browne, M., & Jones, P. (2000). *A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows*. Tiré de Transport Studies Group, University of Westminster.
- Allen, J., & Browne, M. (2008). *Review of survey techniques used in urban freight studies*. Tiré de Transport Studies Group, University of Westminster.  
<http://www.greenlogistics.org.uk/SiteResources/>
- Ambrosini, C. and Routhier, J.-L. (2004). Objectives, Methods and Results of Surveys Carried out in the Field of Urban Freight Transport: An International Comparison. *Transport Reviews*, 24(1), 57-77.
- Arndt, W.-H. (2008). *Combination of Quantitative and Qualitative Methods for the Research of Freight Transport*. 8th International Conference on Survey Methods in Transport: Harmonisation and Data Comparability, Annecy, France.
- Association du Camionnage du Québec (2012). *Portrait de l'industrie*. Association du Camionnage du Québec. Consulté le 17 janvier 2012, tiré de <http://www.carrefour-acq.org/grand-public/portrait-de-lindustrie>
- Binnenbruck, H.-H. (2005). *Data Collection*. BESTUFS II Urban Freight Data Collection WP3 1st Roundtable, Lyon, France.
- Bonnel, P., Lee-Gosselin, M., Zmud, J., & Madre, J.-L. (2009). *Transport Survey Methods: Keeping Up With a Changing World*. Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited.
- Browne, M. (2005). *State of the art in data collection in the UK*. BESTUFS II Urban Freight Data Collection WP3 1st Roundtable, Lyon, France.
- Casavant, K., Gillis, W., Blankenship, D., & Howard Jr, C. (1995). Survey methodology for collecting freight truck and destination data. *Transportation research record: Journal of the Transportation Research Board*, 1477, 7-14.
- Cavalcante, R., & Roorda, M. J. (2010). *A Disaggregate Urban Shipment Size/Vehicle-Type Choice Model*. 2010 Transportation Research Board 89th Annual Meeting, Washington, D.C.
- Cavalcante, R., & Roorda, M. J. (2011). Bayesian Approach for Identifying Efficient Stated-Choice Survey Designs with Reduced Prior Information. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2246-1, 38-46.
- Chapleau, Robert (1995). Urban goods movement planning: an informational approach for modelling, *Selected Proceedings of the 7th World Conference on Transportation Research*, Sydney, AU, 3, 551-568.
- Côté, G., & Julien, F.-S. (2002). *Le transport des marchandises à l'heure du juste à temps: la donnée n'est toujours pas au rendez-vous*. Tiré de Service de la modélisation des systèmes de transport (MTQ).
- Ewing, G., Haider, M., and Patterson, Z. (2005). *Decreasing GHG Emissions Through the Use of Premium - TOFC Services in the Quebec City - Windsor Corridor; A Shipper's Perspective Using Stated Preference Techniques*. McGill University, Montreal, QC.

- Finnegan, C., Finlay, H., O'Mahony, M., & O'Sullivan, O. (2005). Urban Freight in Dublin City Center, Ireland: Survey Analysis and Strategy Evaluation. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1906-1, 33-41.
- Fischer, M. J., & Han, M. (2001). *NCHRP SYNTHESIS 298, Truck trip generation data*. Tiré de Transportation Research Board-National Academy Press, Washington, DC.
- Fischer, M., Tardif, R., Sharp, J., and Duych, R. (2007). *Current and Future Data Sources to Meet User Needs*. Meeting Freight Data Challenges Workshop, Transportation Research Board, Chicago, IL.
- FR Friedrich, M., Haupt, T., and Noekel, K. (2003). Freight Modelling: Data Issues, Survey Methods, Demand and Network Models. *Proceedings of 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, Switzerland*.
- Gillis, W. R., & Casavant, K. L. (1994). *EWITS Research Report Number3: Washington State Freight Truck Origin and Destination Study: Methods, Procedures, and Data Dictionary*. Tiré de EWITS.
- Hunt, J. D., Stefan, K. J., & Brownlee, A. T. (2006). Establishment-Based Survey of Urban Commercial Vehicle Movements in Alberta, Canada. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1957, 75-83.
- iTRANS Consulting inc. (2010). *Cadre de collecte de données de qualité supérieure sur le transport urbain des marchandises au Canada: Phase 2*. (ISBN 978-1-55187-289-7). Tiré de Association des Transports du Canada (ATC).  
<http://tac-atc.ca/francais/centredesressources/salledelecture/pdf/goodsmovement-2.pdf>
- Jessup, E. L., Casavant, K. L., & Lawson, C. T. (2004). *Truck trip data collection methods*. (FHWA-OR-RD-04-10). Tiré de Oregon Department of Transportation.
- Julien, F.-S. (2007). *Prototypage d'une enquête-chageur sur les flux de déplacements de marchandises au Québec - Volet "Enquête"*. Tiré de Ministère des transports du Québec et Institut de la statistique du Québec.
- Kriger, D., Tan, E., Edwin, T., Baudais, N., Wolff, R., McLaughlin, B., . . . MacDonald, D. G. (2007). *Cadre de collecte de données de qualité supérieure sur le transport urbain des marchandises au Canada: Phase 1*. (ISBN 978-1-55187-253-6). Tiré de Association des Transports du Canada (ATC).  
<http://tac-atc.ca/francais/centredesressources/salledelecture/pdf/goodsmove-f.pdf>
- Lau, S. W. (1995). *Truck Travel Surveys: A review of the Literature and State-of-the-Art*. Tiré de Metropolitan Transportation Commission.
- Lawson, C. T., & Riis, A. E. (2001). We're really asking for it: Using surveys to engage the freight community. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1763-1, 13-19.
- McCabe, S., Roorda, M., & Kwan, H. (2008). *Comparing GPS and non-GPS Survey Methods for Collecting Urban Goods and Service Movements*. 8th International Conference on Survey Methods in Transport, Annecy, France.
- McKinnon, A., Marchant, C., Baird, A., Vaneck, F., & Pfab, F. (2000). *Report 2: A Review of Freight Data Collection Methods*. Tiré de Scottish Freight Data Project.

- Metrolinx. (2011). *GTHA Urban Freight Study*. Tiré de Government of Ontario.
- Morris, A. G., Kornhauser, A. L., & Kay, M. J. (1998). Urban freight mobility: collection of data on time, costs, and barriers related to moving product into the central business district. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1613-1, 27-32.
- Ogden, K. W. (1992). *Urban goods movement: a guide to policy and planning*. Ashgate Publishing Limited: Hants, England.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2003). *Delivering the Goods: 21st Century Challenges to Urban Goods Transport*. Paris: OECD.
- Patier, D., & Routhier, J. L. (2008). *How to improve the capture of urban goods movement data?* 8th International Conference on Survey Methods in Transport, Annecy, France.
- Patier, D., & Routhier, J. L. (2009). Une méthode d'enquête du transport de marchandises en ville pour un diagnostic en politiques urbaines. *Les Cahiers Scientifiques du Transport*(55), 11-38.
- Roorda, M., McCabe, S., & Kwan, H. (2006). Design of a Shipper-Based Survey of Freight Movements in the Greater Golden Horseshoe. *Annual Canadian Transportation Forum (CTRF)*, Québec, QC.
- Roorda, M., Meyburg, A., & Browne, M. (2009). Surveys on Urban Freight Transport: Synthesis of a Workshop. In P. Bonnel, M. Lee-Gosselin, J. Zmud & J.-L. Madre (dir.), *Transport Survey Methods: Keeping Up With a Changing World*. (pp. 289-294). Bingley, UK: Emerald Group Publishing.
- Roorda, M. J. (2011). Data collection strategies for benchmarking urban goods movement across Canada. *Transportation Letters. International Journal of Transportation Research*, 3(3), 175-199.
- Savy, M. (2007). *Le transport de marchandises*. Paris: Eyrolles.
- Service de la modélisation des systèmes de transport. (2003). *Les Déplacements Interurbains de Véhicules Lourds au Québec: Enquête sur le Camionnage de 1999*. (ISBN: 2-550-40718-0). Tiré de Ministère des Transports du Québec.
- Statistique Canada. (2003). *Enquête sur le transport routier de marchandises pour compte d'autrui*. Statistique Canada. Consulté le 26 mars 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca>
- Statistique Canada. (2010). *Enquête sur l'industrie de messageries et des services locaux de messagers*. Statistique Canada. Consulté le 26 mars 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca>
- Statistique Canada. (2012). *Enquête annuelle sur le camionnage (EAC)*. Statistique Canada. Consulté le 26 mars 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca>
- Statistique Canada. (2012). *Enquête sur les véhicules au Canada: annuelle*. Statistique Canada. Consulté le 26 mars 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca>
- Statistique Canada. (2012). *Enquête sur l'origine et la destination des marchandises transportées par camion (ODMTC)*. Statistique Canada. Consulté le 26 mars 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca>

- Statistique Canada. (2012). *Enquête trimestrielle sur le camionnage (ETC)*. Statistique Canada. Consulté le 26 mars 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca>
- Tardif, R. (2007). *Using Operational Truck Location Data to Improve Understanding of Freight Flows*. Transportation Research Circular E-C119: North American Freight Transportation Data Workshop. Transportation Research Board., Washington, DC.
- Taylor, S. Y. (1997). *A basis for understanding urban freight and commercial vehicle travel*. (ISBN 0-86910-735-6). ARRB Transportation Research Report, ARR300.
- The National Institute for Transportation and Logistics. (2005). *Freight Strategy for Scotland: Towards a Methodology-Final Report*. Scottish Executive and Scottish Enterprise, Glasgow, Scotland.
- Transports Canada (2011). *Transport des marchandises par camion*. Transports Canada. Consulté le 11 mars 2011, tiré de [http://www.tc.gc.ca/fra/politique/rapport-aca-anre2006-7g\\_routier-merchandises-par-camion-fra-295.htm](http://www.tc.gc.ca/fra/politique/rapport-aca-anre2006-7g_routier-merchandises-par-camion-fra-295.htm)
- Trépanier, M., & Morency, C. (2008). *Review of the Region of Peel Commercial Travel Survey: Independent review report for McMaster University*. École Polytechnique de Montréal, Montréal, QC.
- Victoria, I. C. and Walton, C. M. (2004). *Freight Data Needs At the Metropolitan Level and the Suitability of Intelligent Transportation Systems in Supplying MPOs with the Needed Freight Data*. (SWUTC/04/167247-1). Tiré de Southwest Region University Transportation Center, The University of Texas at Austin.
- Woudsma, C. (2001). Understanding the Movement of Goods, Not People: Issues, Evidence and Potential, *Urban Studies*, 38(13), 2439-2455.

## ANNEXE A – Avantages/désavantages des méthodes de collecte

Tableau A.2 - Avantages et désavantages des méthodes de collecte connues (Fischer & Han, 2001)

TYPE D'ENQUÊTE	MÉTHODE D'ENQUÊTE	AVANTAGES	DÉSAVANTAGES
Comptages classifiés de véhicules	En personne	P. è + précis qu'automatique	Besoin de personnel élevé
		Sans dérangement du trafic	Potentiel d'erreur humaine
		Faible risque pour les observateurs	Aucune information sur: O-D, motif, itinéraire, marchandise, etc.
	Automatique ou électronique	Sans dérangement du trafic	Potentiel de bris d'équipement
		Peut collecter efficacement en différents sites, avec peu de ressources humaines	Aucune information sur: O-D, motif, itinéraire, marchandise, etc.
			Limité à la localisation et la disponibilité des équipements
	Surveillance vidéo	Sans dérangement du trafic	Coût d'équipement requis élevé
		Meilleure information sur le type de marchandises transportée qu'automatique	Potentiel bris d'équipement ou enreg. conditions météo défavorables
			Aucune information sur: O-D, motif, itinéraire, marchandise, etc.
En bordure de route	Entrevue	Information complète: O-D, itinéraire, motif, marchandise, etc.	Besoin de personnel élevé
			Risque d'accidents significatif au personnel d'entrevues
		Taux de réponse élevé	Dérangement potentiel du trafic
		Bon contrôle de l'échantillon	Emplacements limités où l'enquête peut se dérouler
		Apte à être étendu à la pop. tot. de camions	Collecte seulement les données de trafic de camions passant aux sites
Journaux de livraisons	Téléphone	Taux de réponse plus élevé que par la poste	Difficulté à obtenir # tél. corrects et appropriés
			Appel peut seulement se faire durant les heures régulières d'ouverture
		Rétroaction rapide	Sous-représentation des camions prov. de l'extérieur ds l'échantillon
	Poste		Faible réponse
		Peu coûteux	Difficulté d'assurer le rempl. complet et approprié du questionnaire
			Requiert l'accès à la liste des véhicules enregistrés
			Sous-représentation des camions prov. de l'extérieur ds l'échantillon
	Téléphone et poste	Taux de réponse plus élevé que seulement par la poste	Taux de réponse relativement faible
			Appels de suivi peuvent demander plus de temps et coûter plus cher
		Meilleure identification du répondant approprié	Requiert l'accès à la liste des véhicules enregistrés
			Sous-représentation des camions prov. de l'extérieur ds l'échantillon
	En personne	Information complète	Besoin de personnel élevé
			Coûteux

## ANNEXE B – Cartes de dispersion des SCD

### ORIGINES DES DÉPLACEMENTS

Tableau B.3 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0002

# DU POSTE	QC0002	VILLE	Beloeil	AUTOROUTE	A-20 EST
ÉTENDUE	Grande	AXE DE DISPERSION		Québec-Windsor	
REGROUPEMENTS	<b>Toronto, Ottawa, Montréal-Centre</b>				

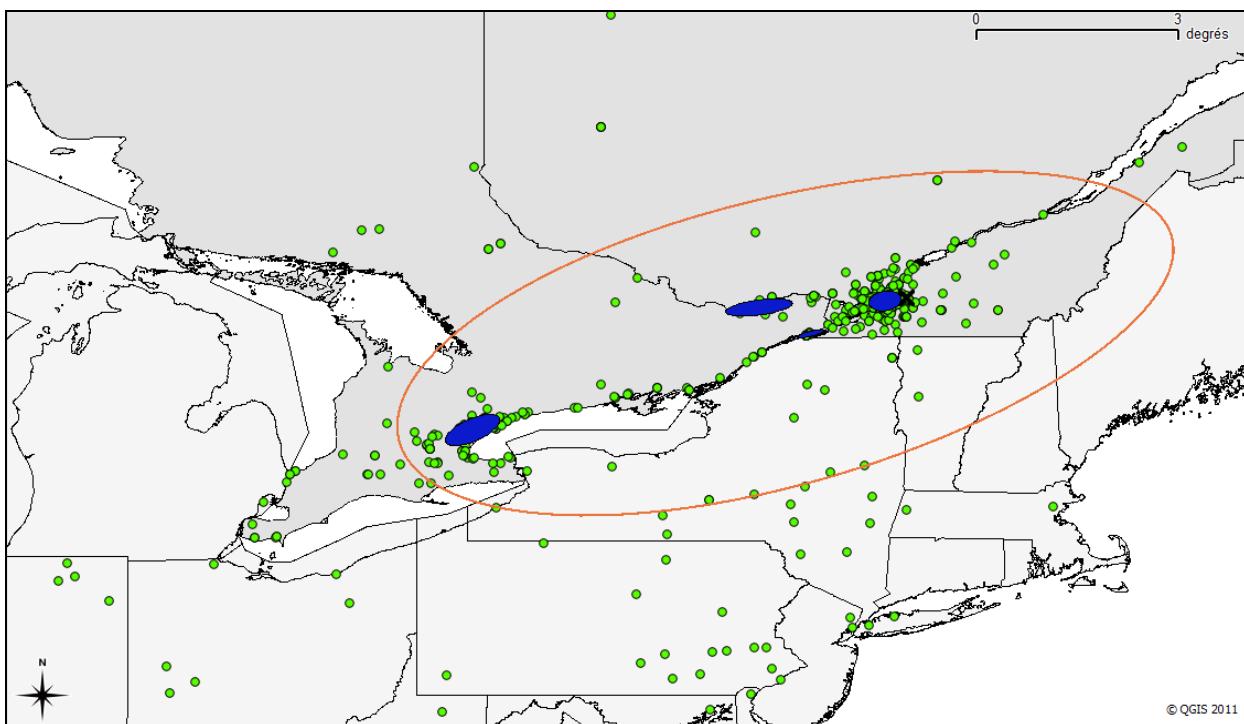


Figure B.2 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0002

Tableau B.4 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0006

# DU POSTE	QC0006	VILLE	Lacolle	AUTOROUTE	A-15 SUD
ÉTENDUE	Moyenne	AXE DE DISPERSION			Sud du Québec
REGROUPEMENTS	<b>1) Québec-Montréal 2) Rive-Nord MTL / Montréal et Rive-Sud / Montérégie / Sherbrooke / Québec</b>				

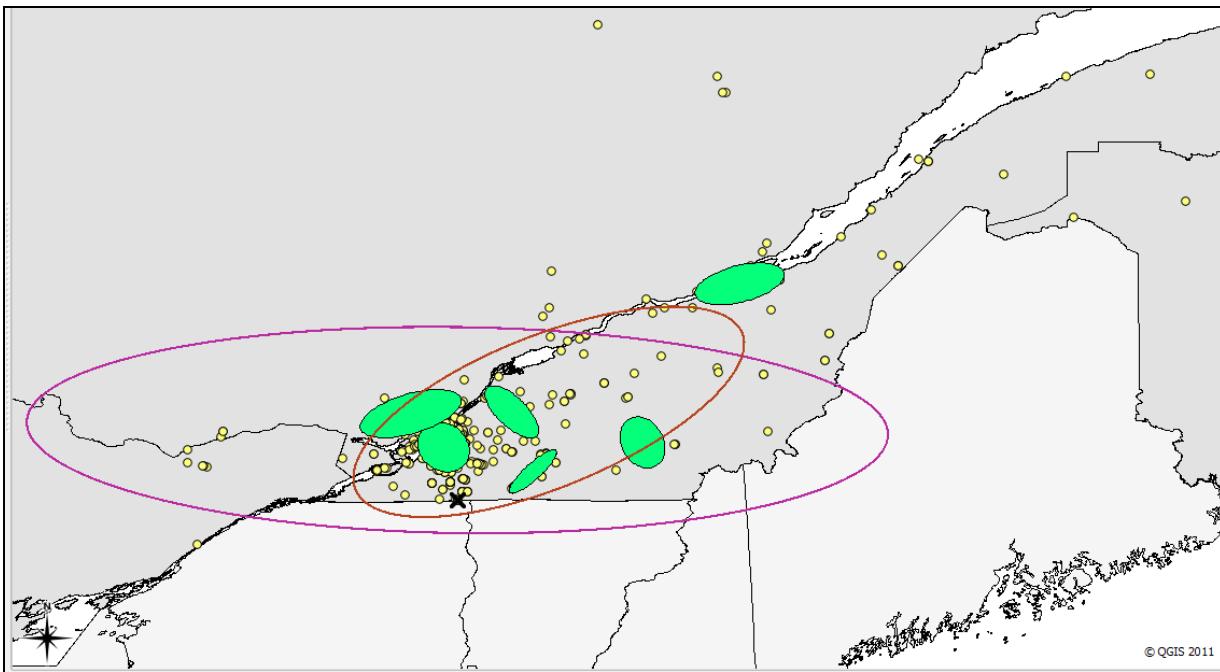


Figure B.3 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0006

Tableau B.5 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0046

# DU POSTE	QC0046	VILLE	Pointe-du-Lac	AUTOROUTE	A-40 EST
ÉTENDUE	Grande	AXE DE DISPERSION		Sud du Québec et de l'Ontario	
REGROUPEMENTS	Toronto / Ottawa / Ouest de Montréal / Île de Montréal				

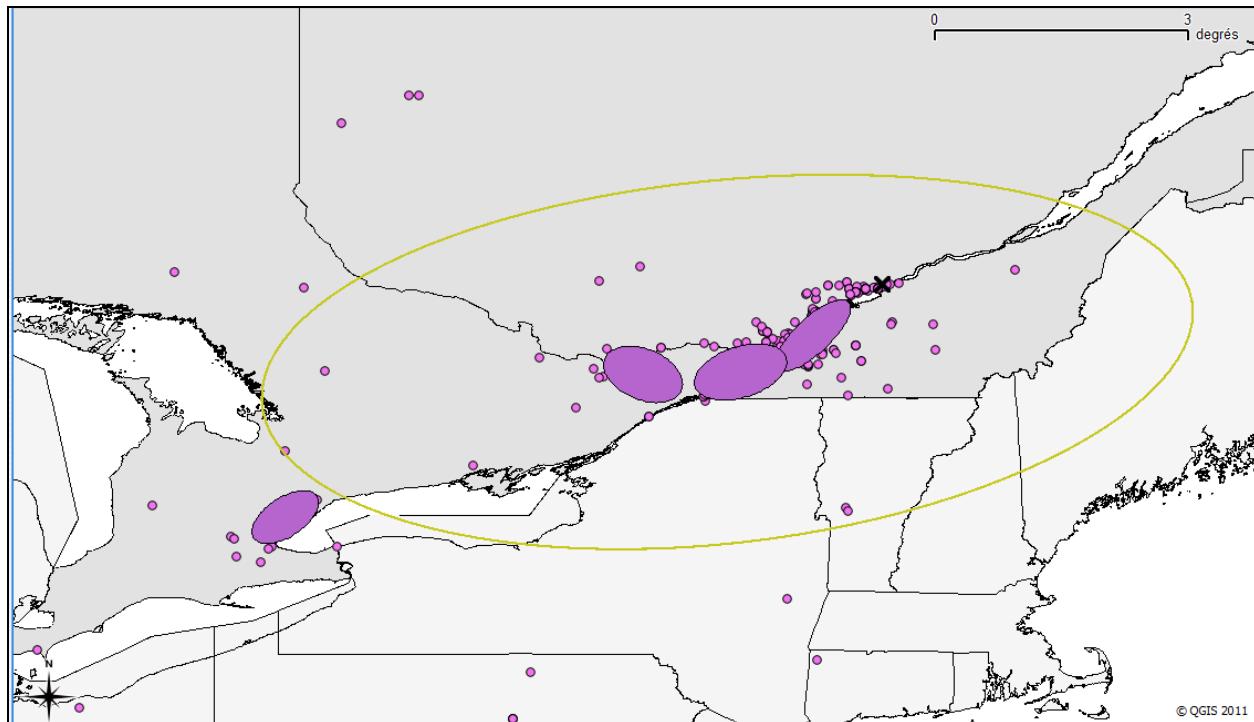


Figure B.4 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0046

Tableau B.6 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0047

# DU POSTE	QC0047	VILLE	Deauville	AUTOROUTE	A-10 EST
ÉTENDUE	Moyenne		AXE DE DISPERSION		Québec - USA
REGROUPEMENTS	<b>1) Sud du QC et Nouvelle-Angleterre</b> <b>2) Montréal / Montérégie / Frontière QC-USA / Boston / Hartford</b>				

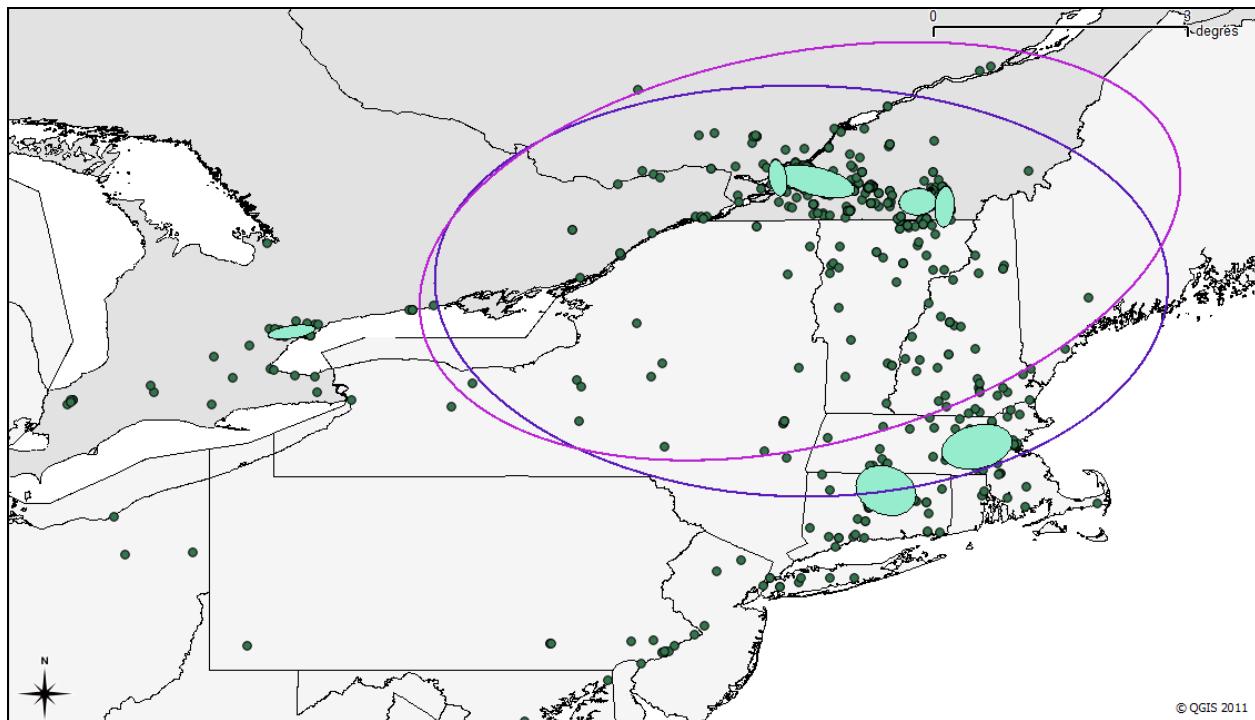


Figure B.5 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0047

Tableau B.7 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0051

# DU POSTE	QC0051	VILLE	Philipsburg	ROUTE	R-133
ÉTENDUE	Très Petite		AXE DE DISPERSION		Montréal-Montérégie
REGROUPEMENTS	<b>Montréal et Rive-Sud / Frontière QC-USA</b>				

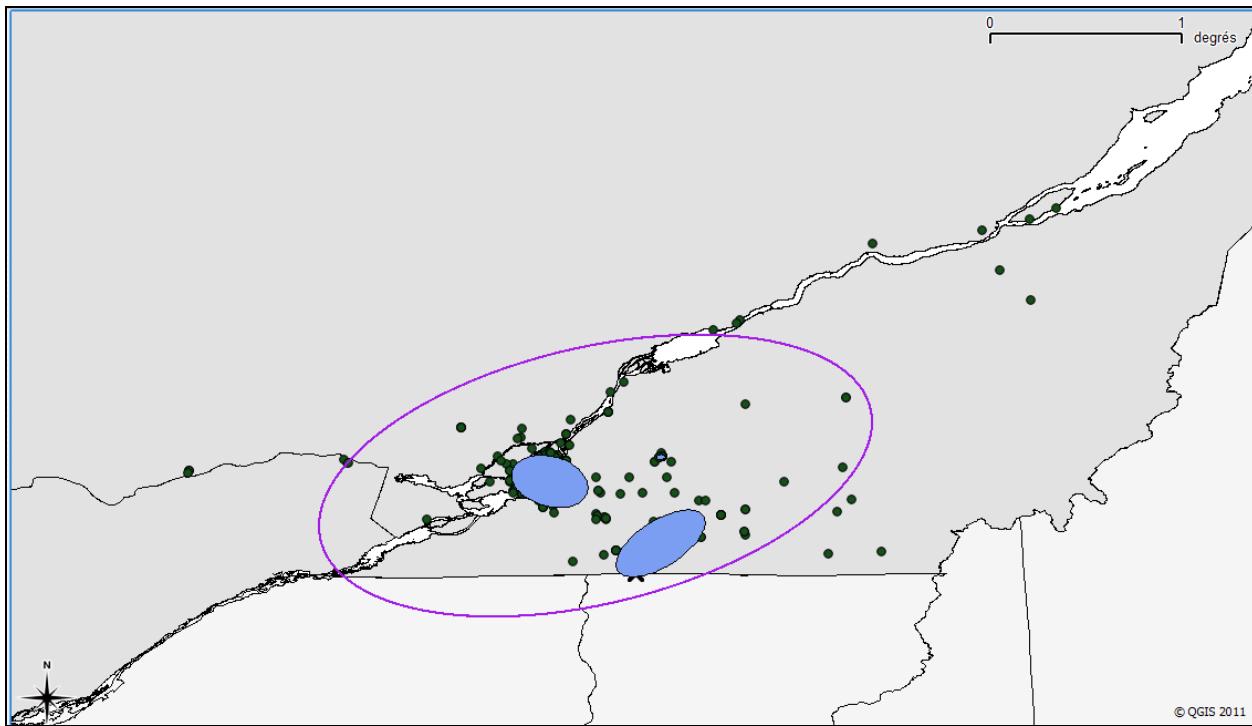


Figure B.6 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0051

Tableau B.8 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0080

# DU POSTE	QC0080	VILLE	Verchères	AUTOROUTE	A-30 EST
ÉTENDUE	Petite	AXE DE DISPERSION	Fleuve St-Laurent		
REGROUPEMENTS	Montréal et Rive-Sud Est				

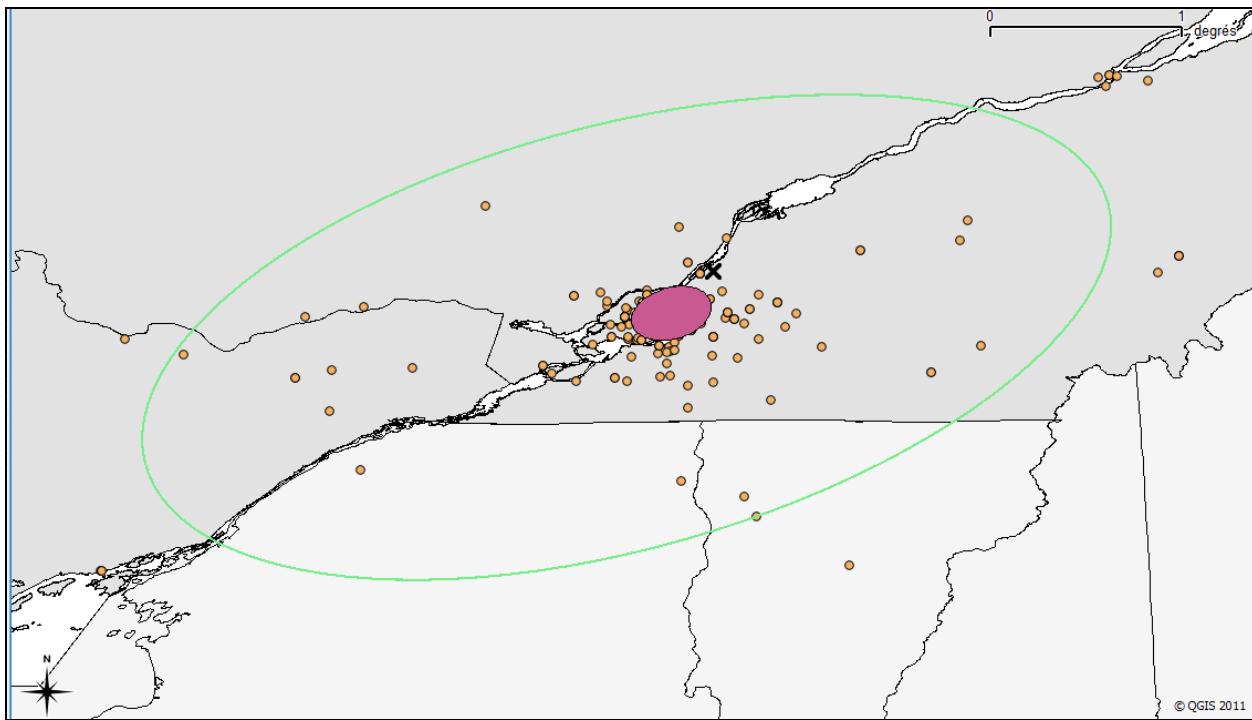


Figure B.7 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0080

Tableau B.9 - Détails d'analyse spatiale d'origines des déplacements du poste QC0087

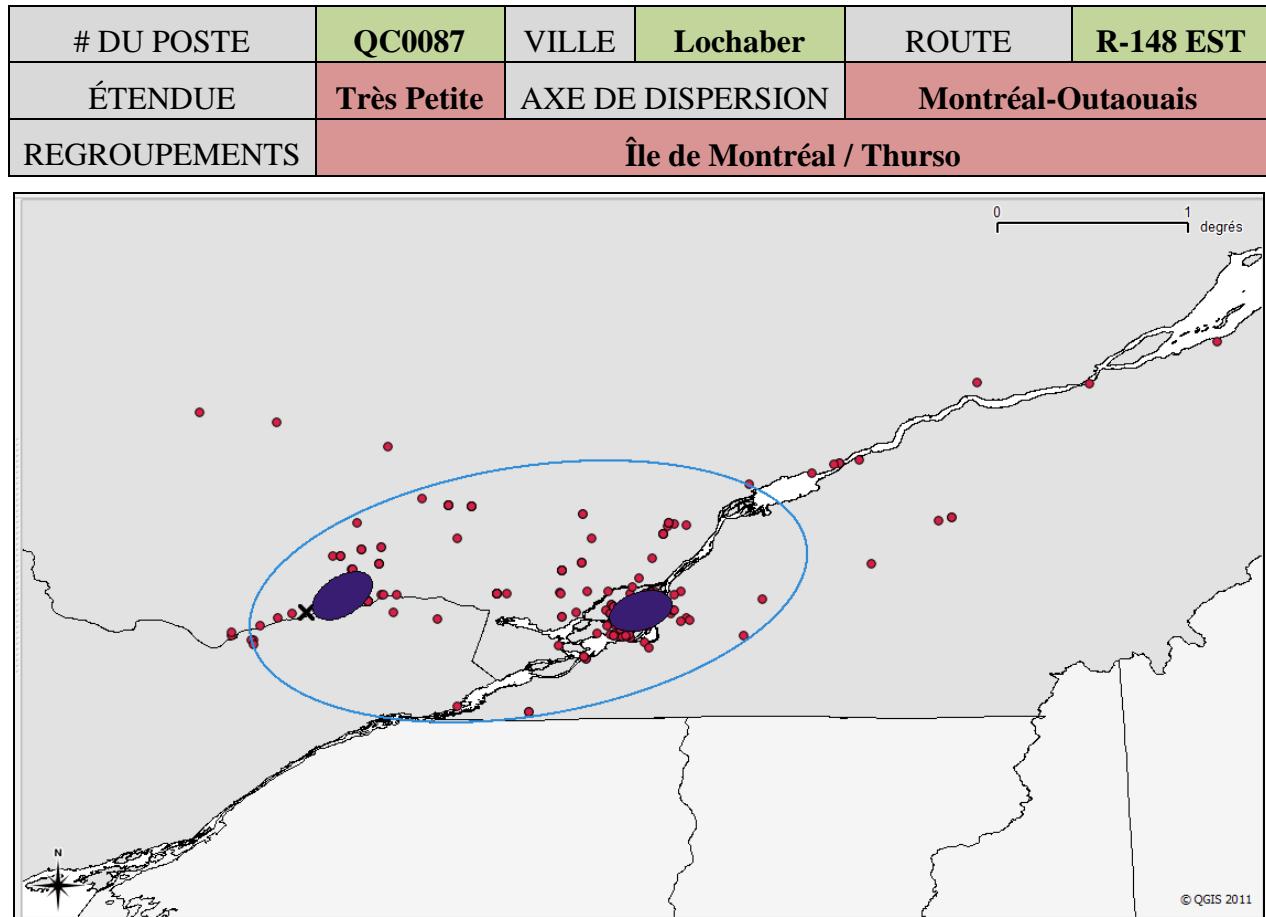


Figure B.8 - Carte d'analyse spatiale des origines de déplacements enquêtés au poste QC0087

## DESTINATIONS DES DÉPLACEMENTS

Tableau B.10 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0005

# DU POSTE	QC0005	VILLE	Lacolle	AUTOROUTE	A-15 NORD
ÉTENDUE	Très Petite	AXE DE DISPERSION			Fleuve St-Laurent
REGROUPEMENTS	1) Autoroute 15 2) Centre-ville MTL / Est de Montréal / Ouest de Montréal / Frontière QC-USA				

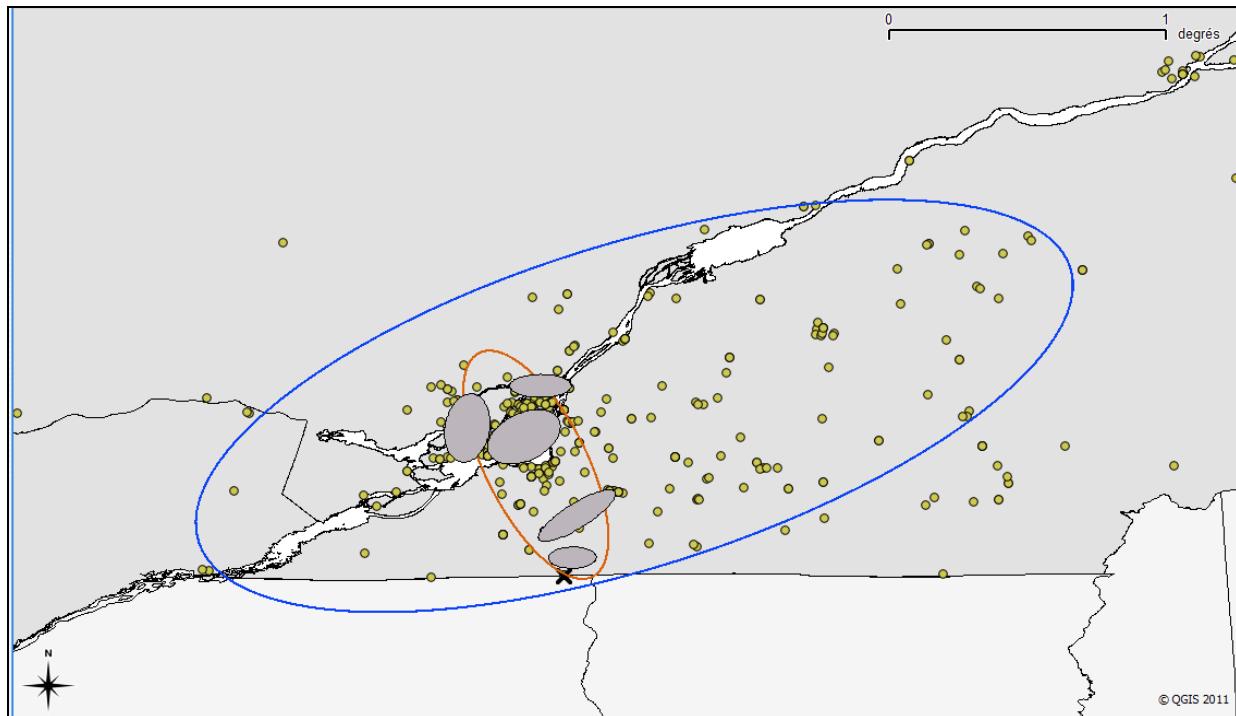


Figure B.9 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0005

Tableau B.11 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0011

# DU POSTE	QC0011	VILLE	Vaudreuil	AUTOROUTE	A-40 EST
ÉTENDUE	Petite	AXE DE DISPERSION			Sud du Québec
REGROUPEMENTS	Ouest de Montréal / Île de Montréal / Montérégie				

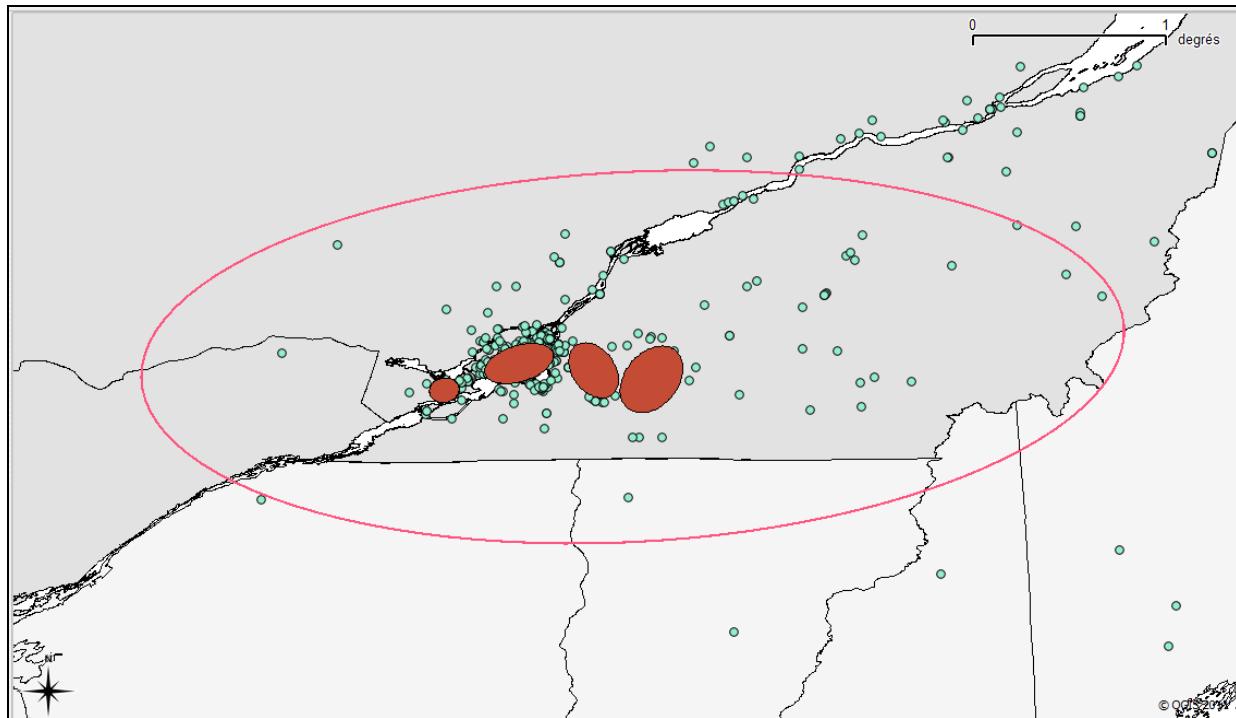


Figure B.10 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0011

Tableau B.12 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0043

# DU POSTE	QC0043	VILLE	St-Eugène	AUTOROUTE	A-20 OUEST
ÉTENDUE	Très Grande	AXE DE DISPERSION		Québec-Ontario-État NY	
REGROUPEMENTS	Montréal-Région / Toronto-Région / NY et NJ-Région				

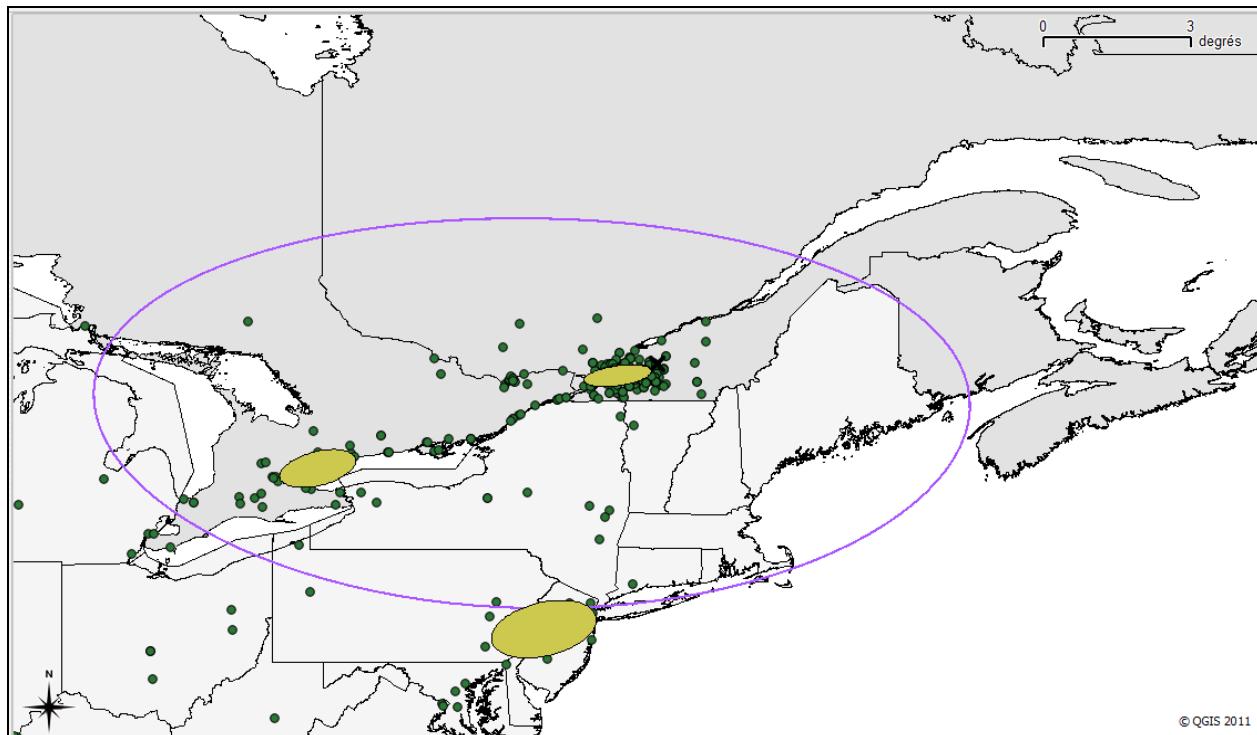


Figure B.11 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0043

Tableau B.13 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0044

# DU POSTE	QC0044	VILLE	Les Cèdres	AUTOROUTE	A-20 EST
ÉTENDUE	Moyenne	AXE DE DISPERSION		Montréal – Maritimes	
REGROUPEMENTS	Île de Montréal / Montérégie / Lanaudière / Québec / Sherbrooke				

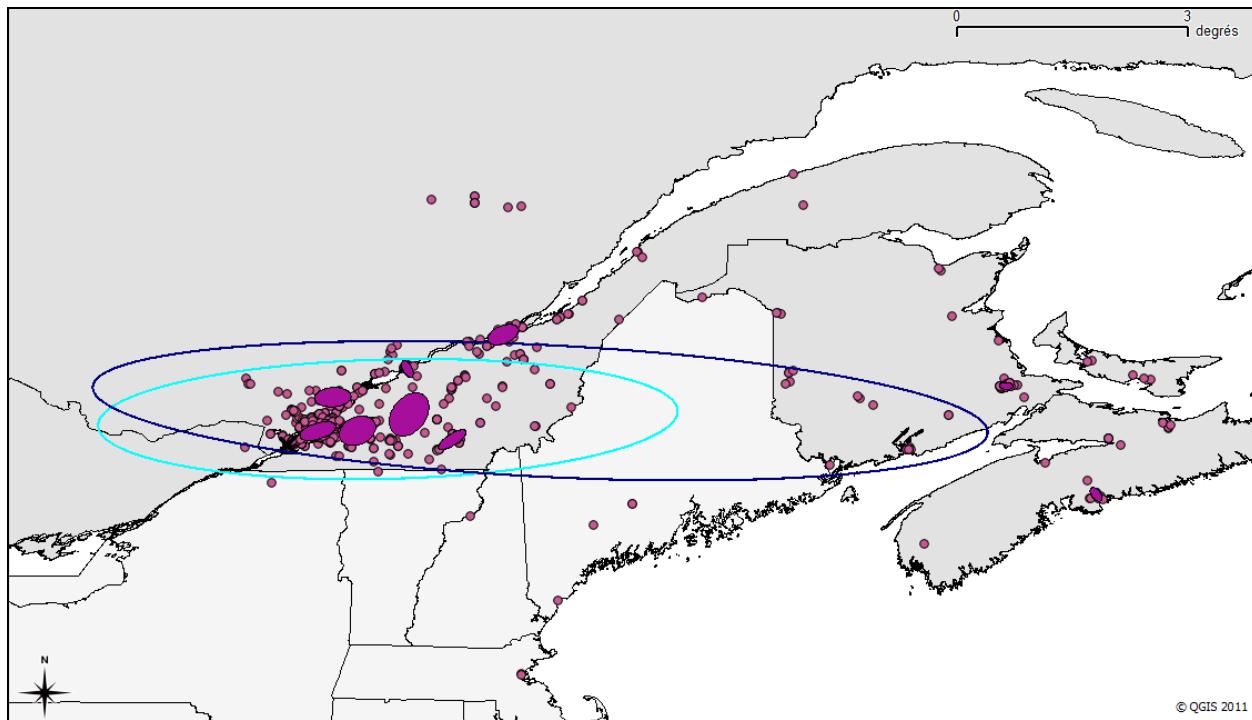


Figure B.12 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0044

Tableau B.14 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0045

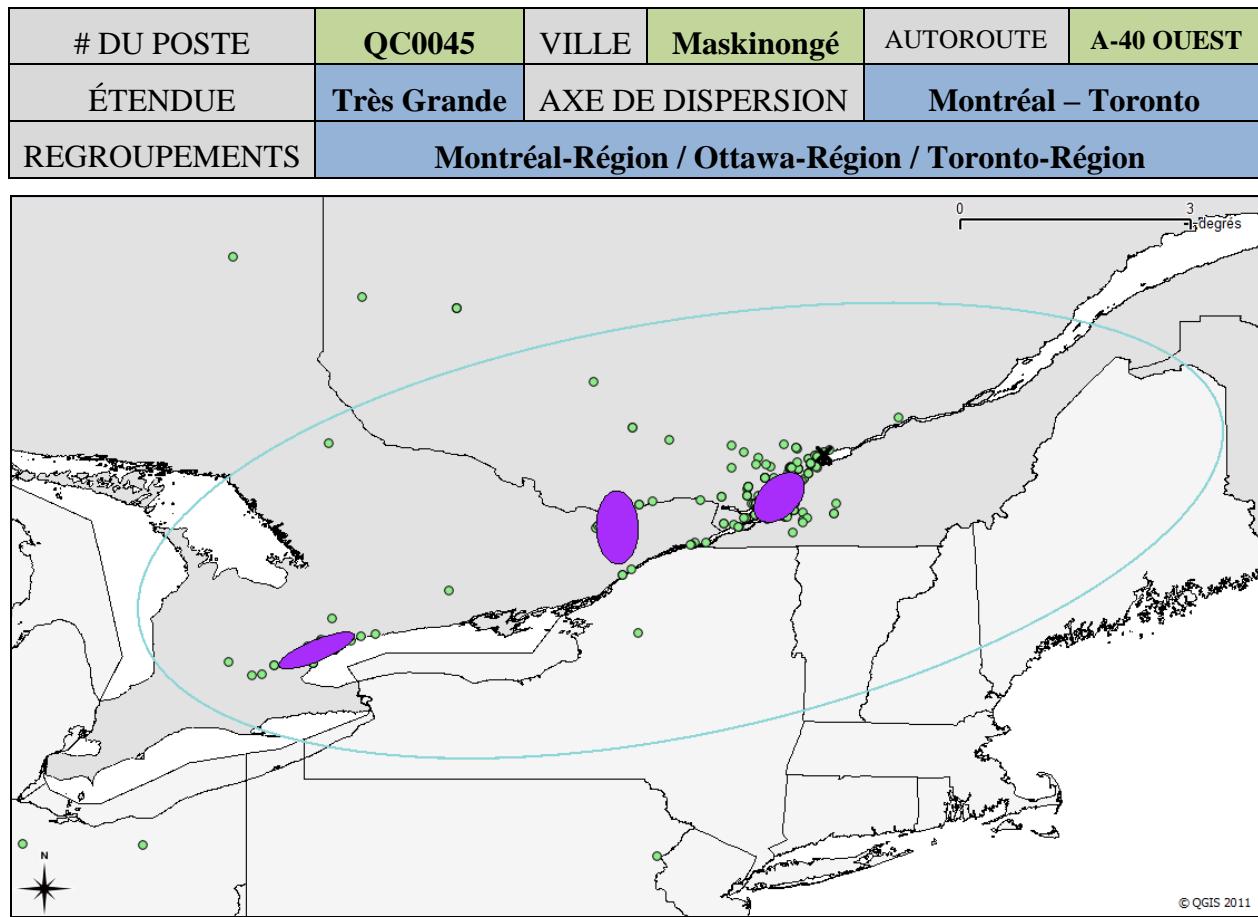


Figure B.13 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0045

Tableau B.15 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0050

# DU POSTE	QC0050	VILLE	Philipsburg	ROUTE	R-133 NORD
ÉTENDUE	Petite	AXE DE DISPERSION	Montérégie – Outaouais		
REGROUPEMENTS	Montréal et Montérégie				

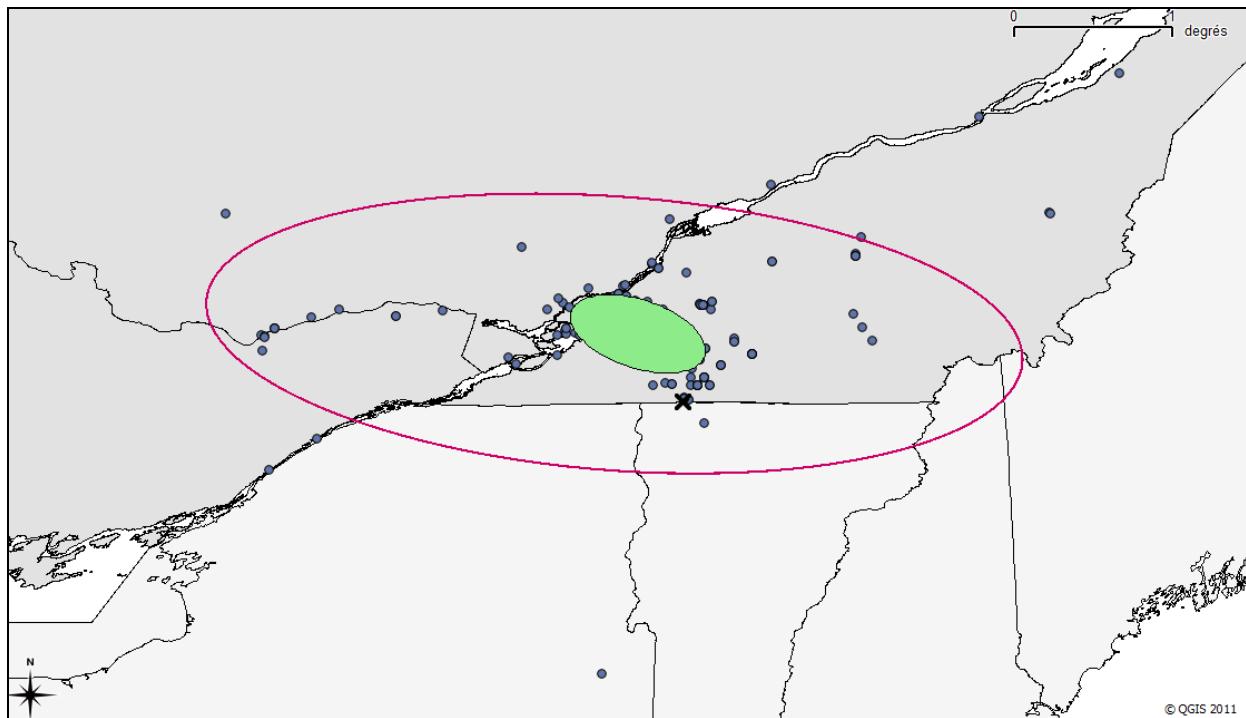


Figure B.14 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0050

Tableau B.16 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0081

# DU POSTE	QC0081	VILLE	Verchères	AUTOROUTE	A-30 OUEST
ÉTENDUE	Moyenne	AXE DE DISPERSION			Québec – Windsor
REGROUPEMENTS	Montréal et Rive-Sud Est				

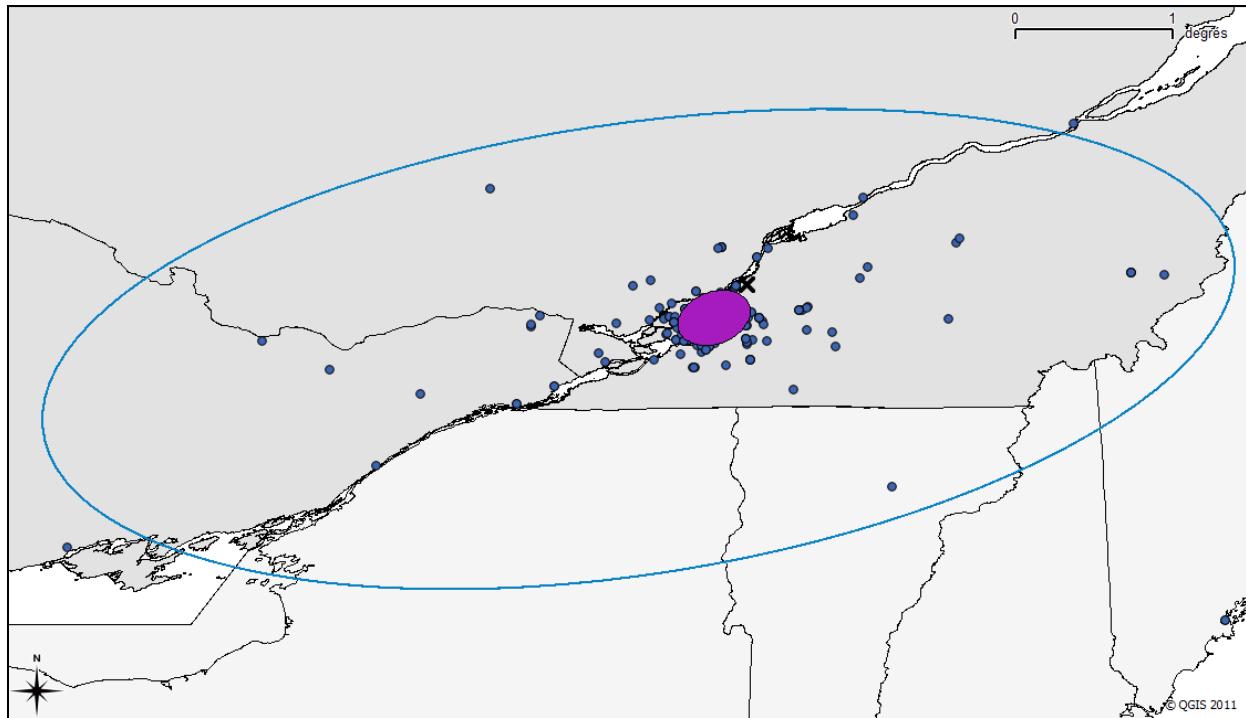


Figure B.15 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0081

Tableau B.17 - Détails d'analyse spatiale de destinations des déplacements du poste QC0305

# DU POSTE	QC0305	VILLE	Brossard	AUTOROUTE	A-10
ÉTENDUE	Très Grande	AXE DE DISPERSION		Québec – Windsor	
REGROUPEMENTS	Montréal-Centre / Outaouais / Ottawa / Trois-Rivières / Toronto				

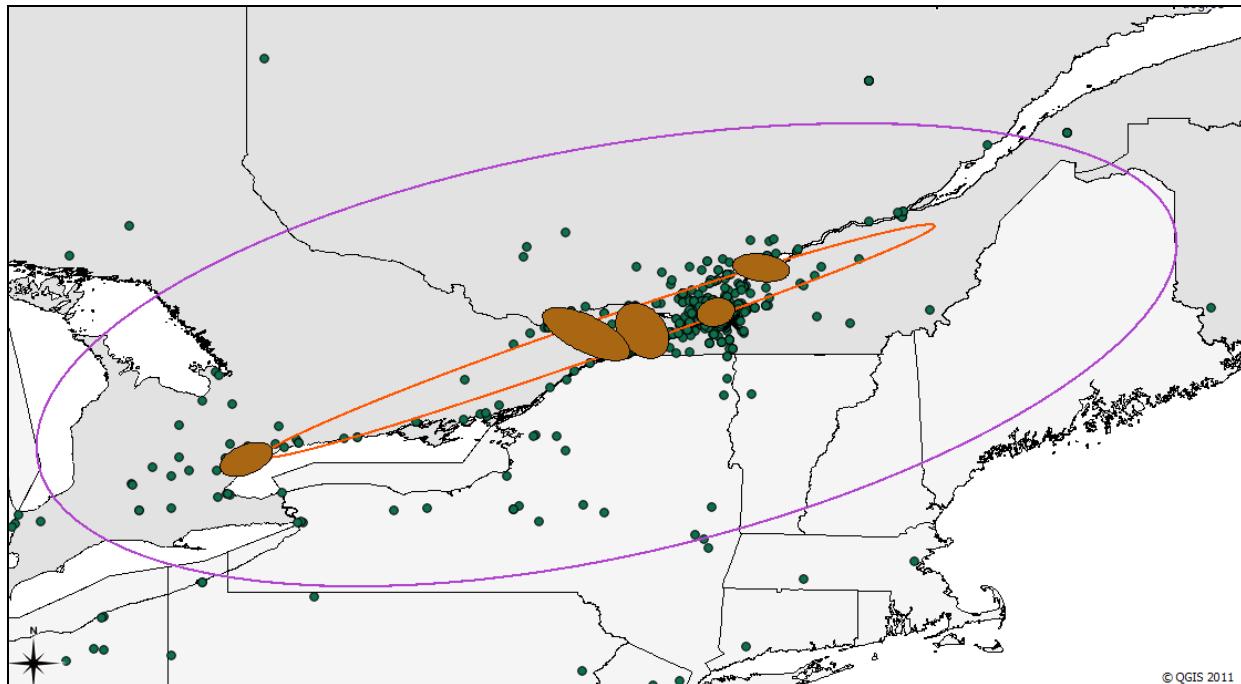


Figure B.16 - Carte d'analyse spatiale des destinations de déplacements enquêtés au QC0305

## ANNEXE C – Lignes de désir

### VERS LA DESTINATION

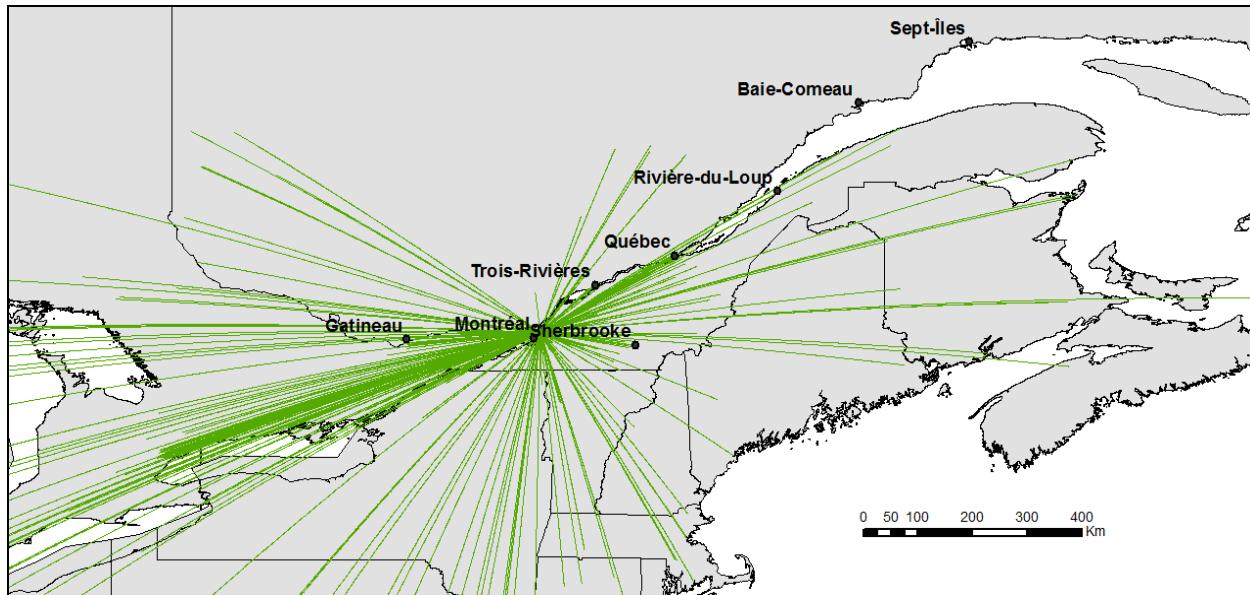


Figure C.17 - Lignes de désir à destination de #3

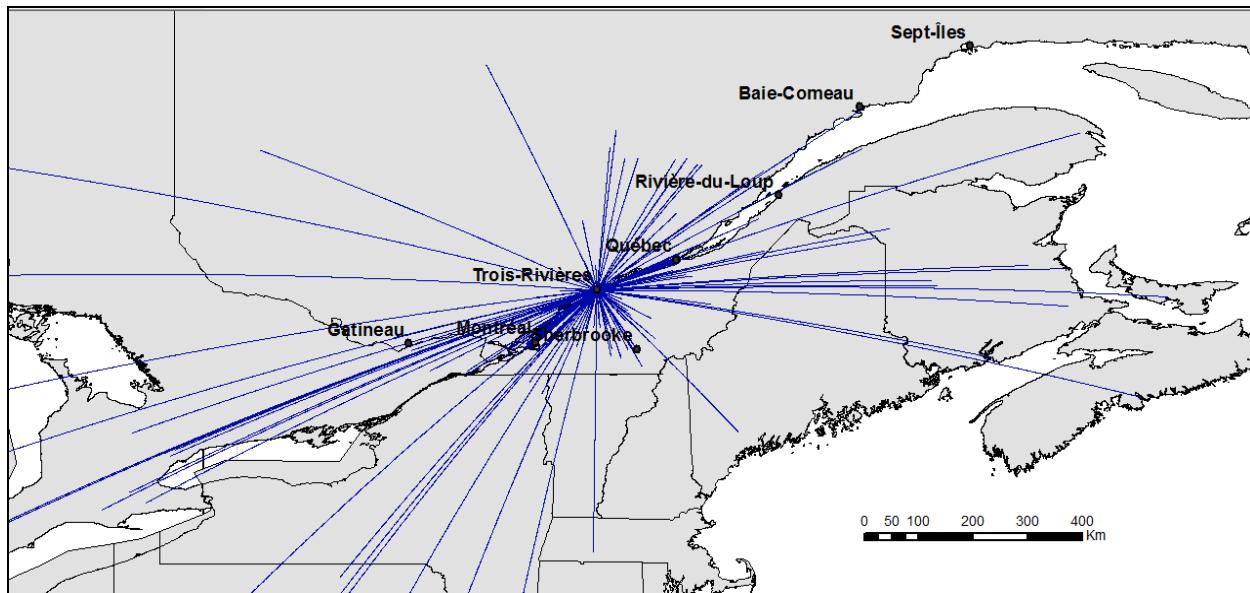


Figure C.18 - Lignes de désir à destination de #4

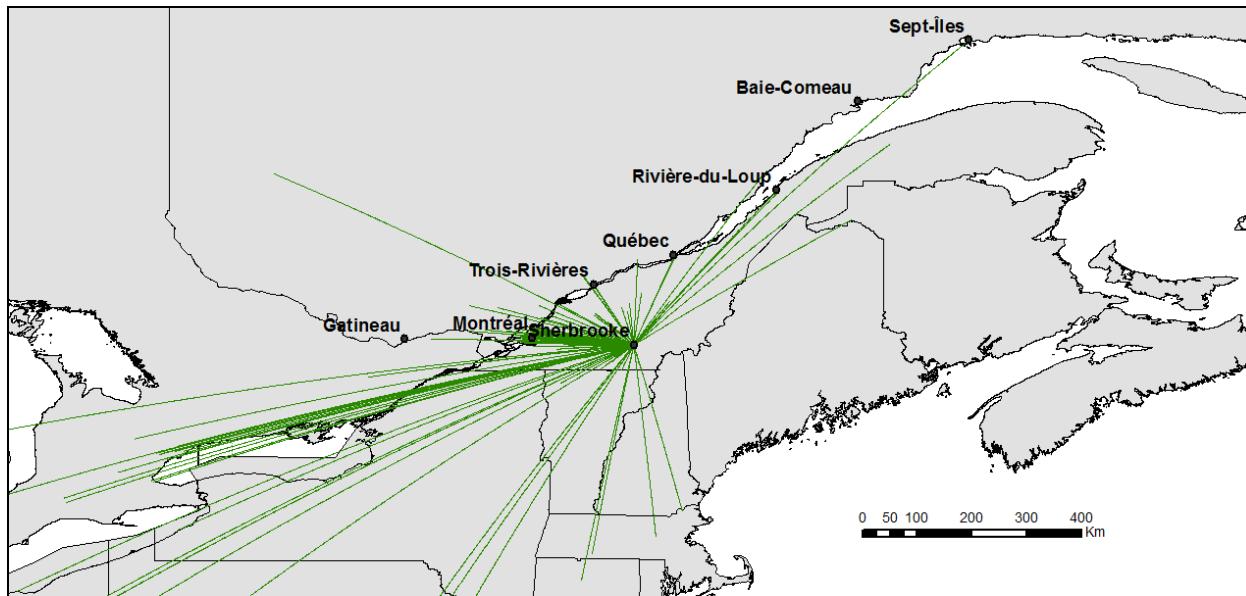


Figure C.19 - Lignes de désir à destination de #5

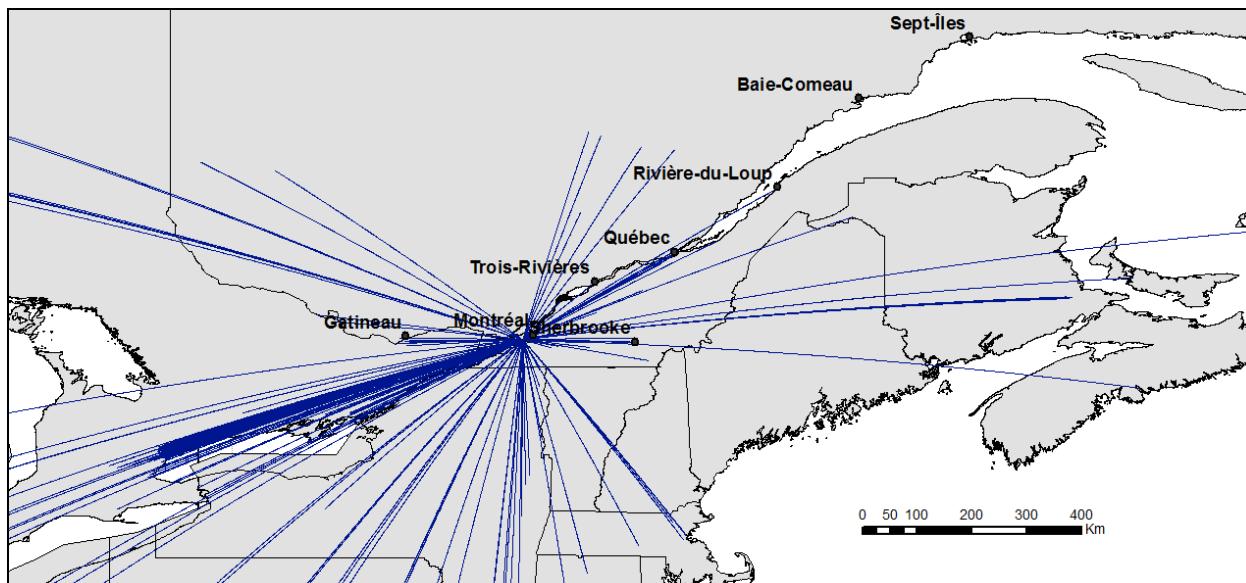


Figure C.20 - Lignes de désir à destination de #6

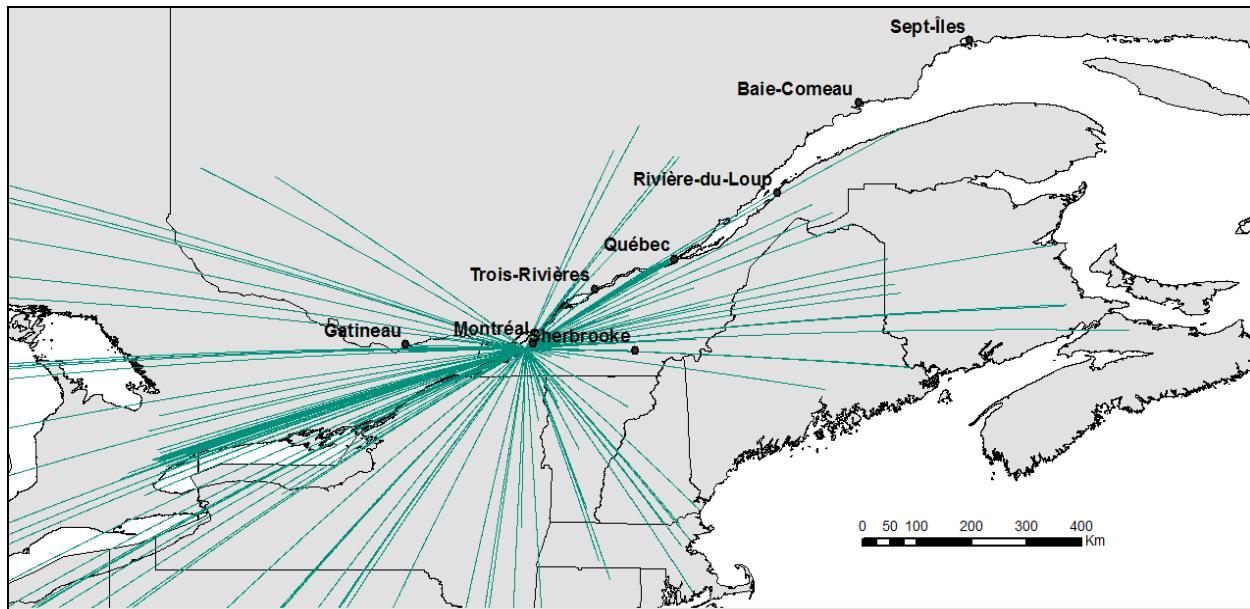


Figure C.21 - Lignes de désir à destination de #7

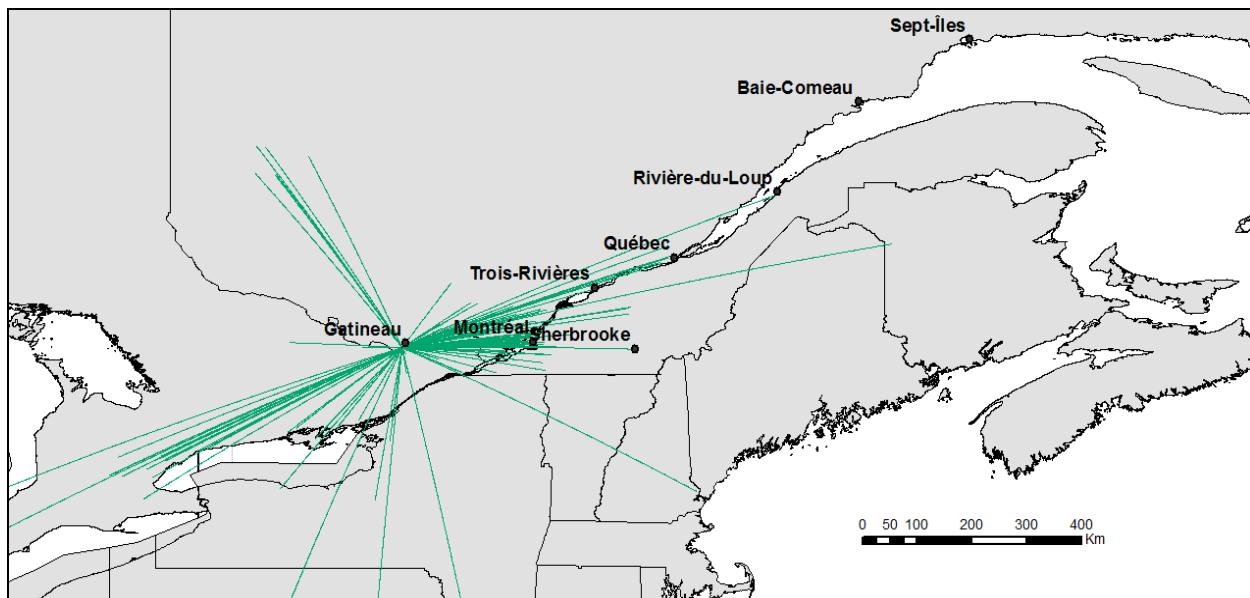


Figure C.22 - Lignes de désir à destination de #8

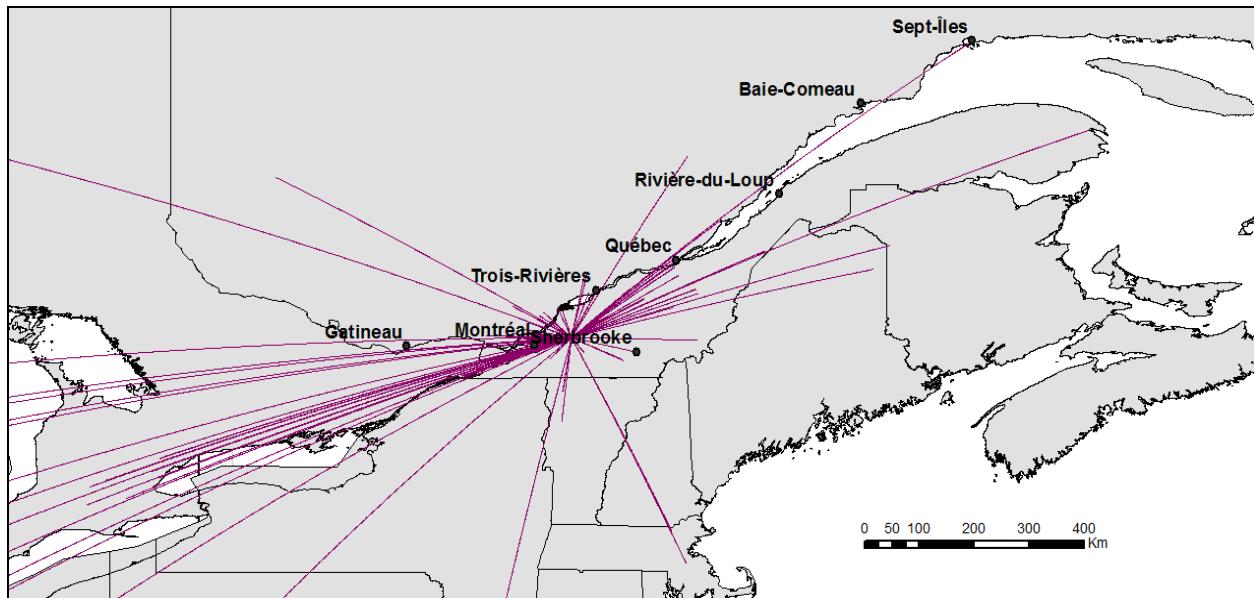


Figure C.23 - Lignes de désir à destination de #9

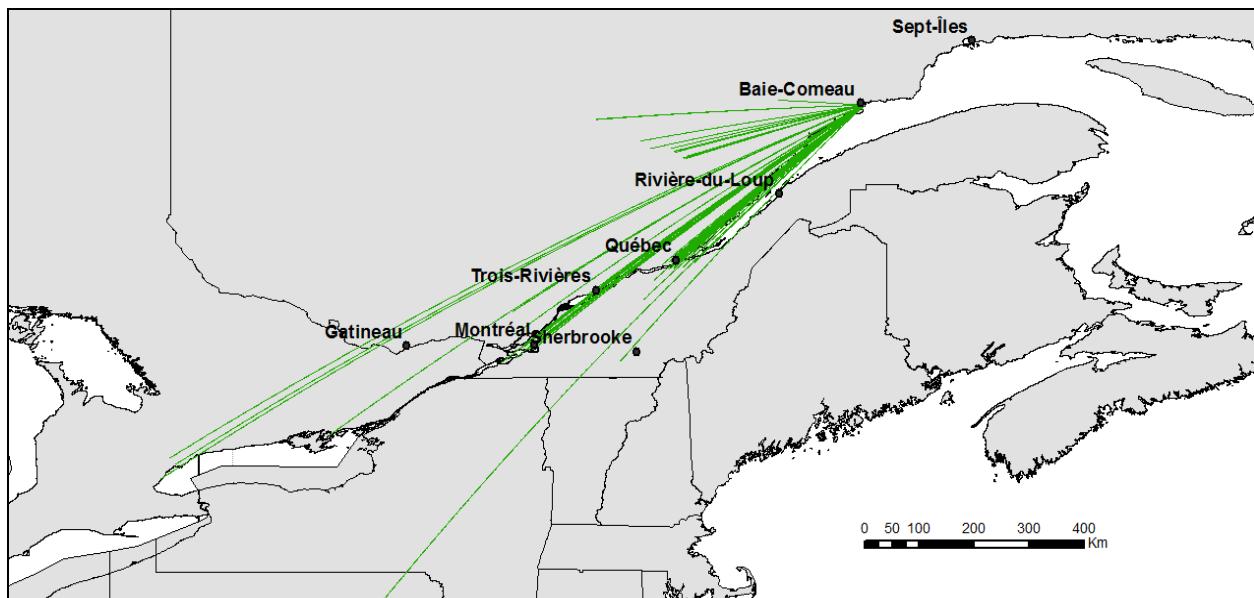


Figure C.24 - Lignes de désir à destination de #10

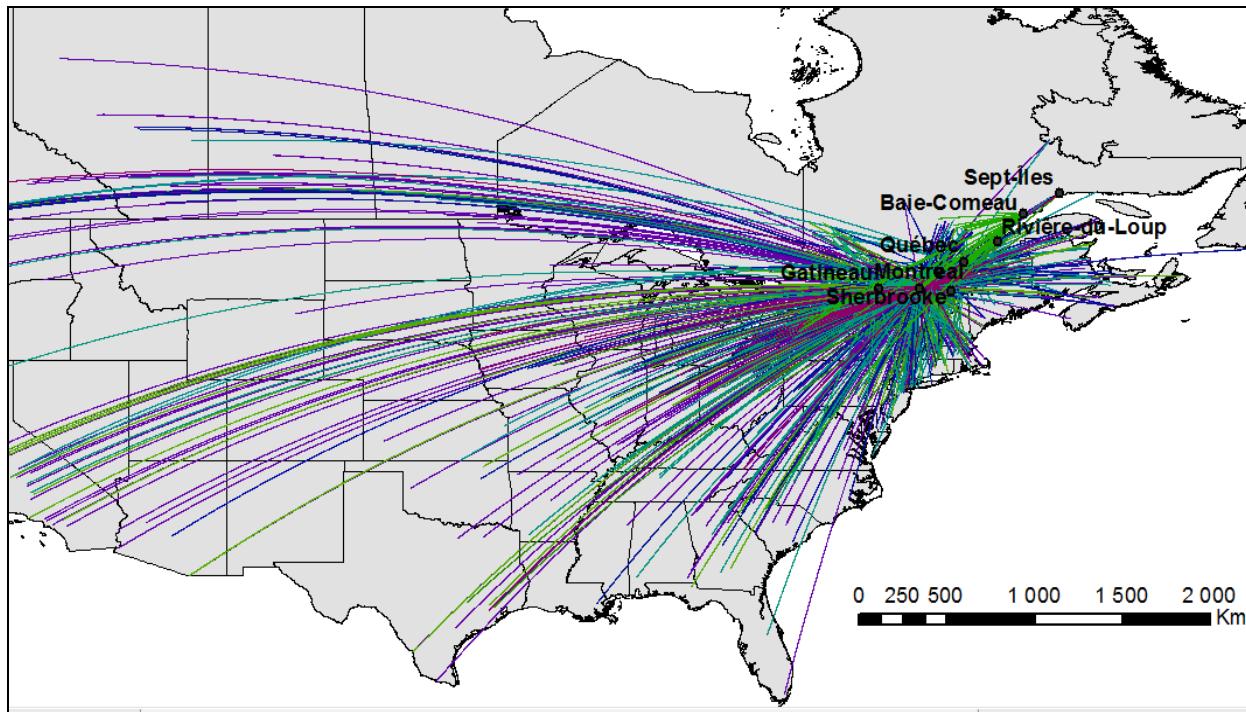


Figure C.25 - Lignes de désir aux 10 destinations les plus déclarées

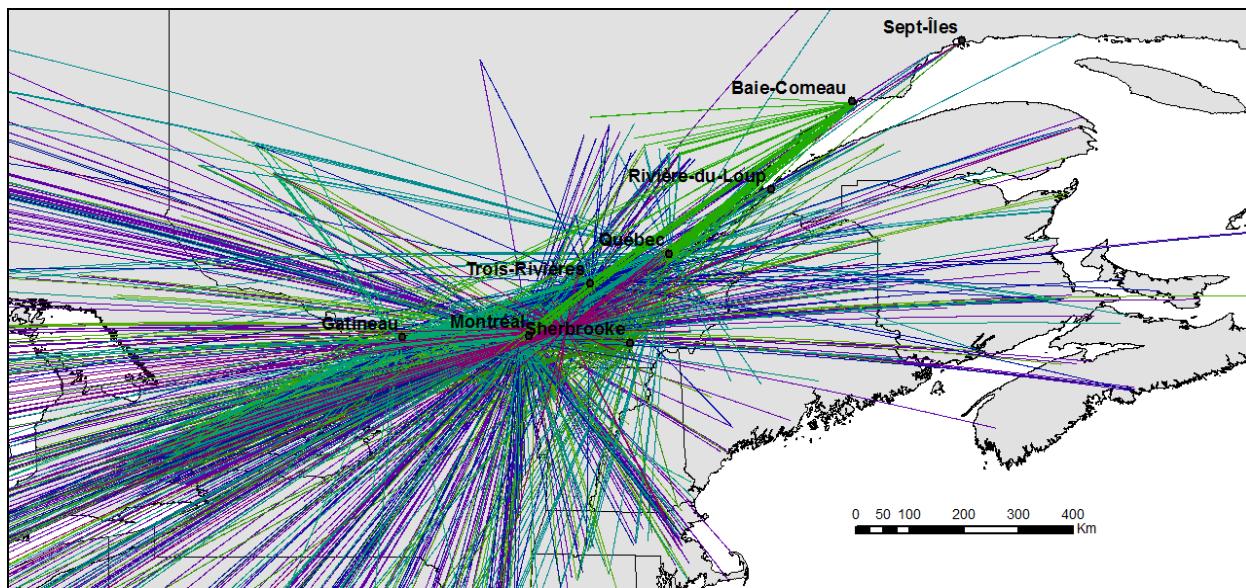


Figure C.26 - Vue rapprochée des lignes de désir aux 10 destinations les plus déclarées

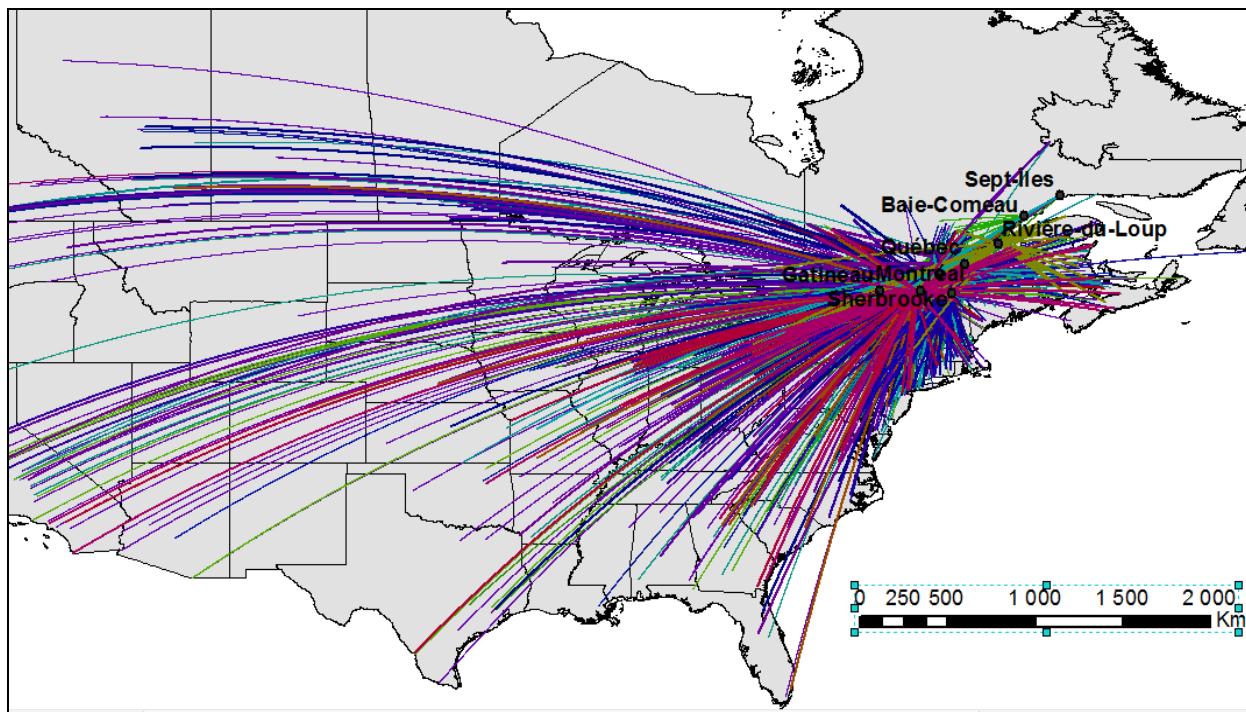


Figure C.27 - Lignes de désir des 22 destinations les plus déclarées

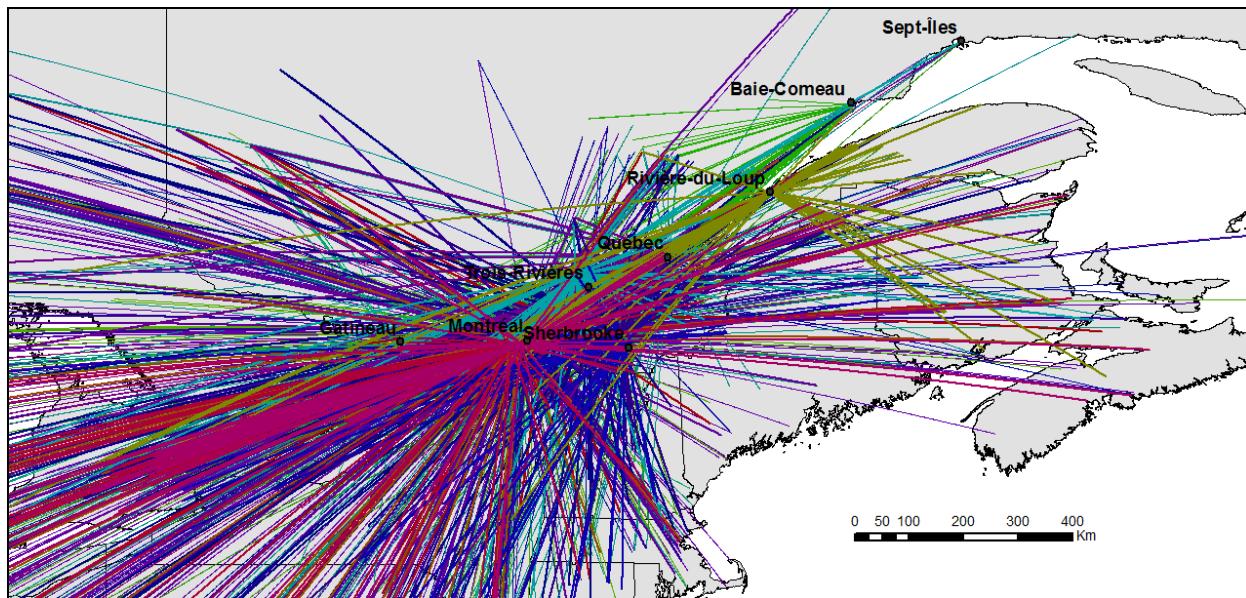


Figure C.28 - Vue rapprochée des lignes de désir aux 22 destinations les plus déclarées

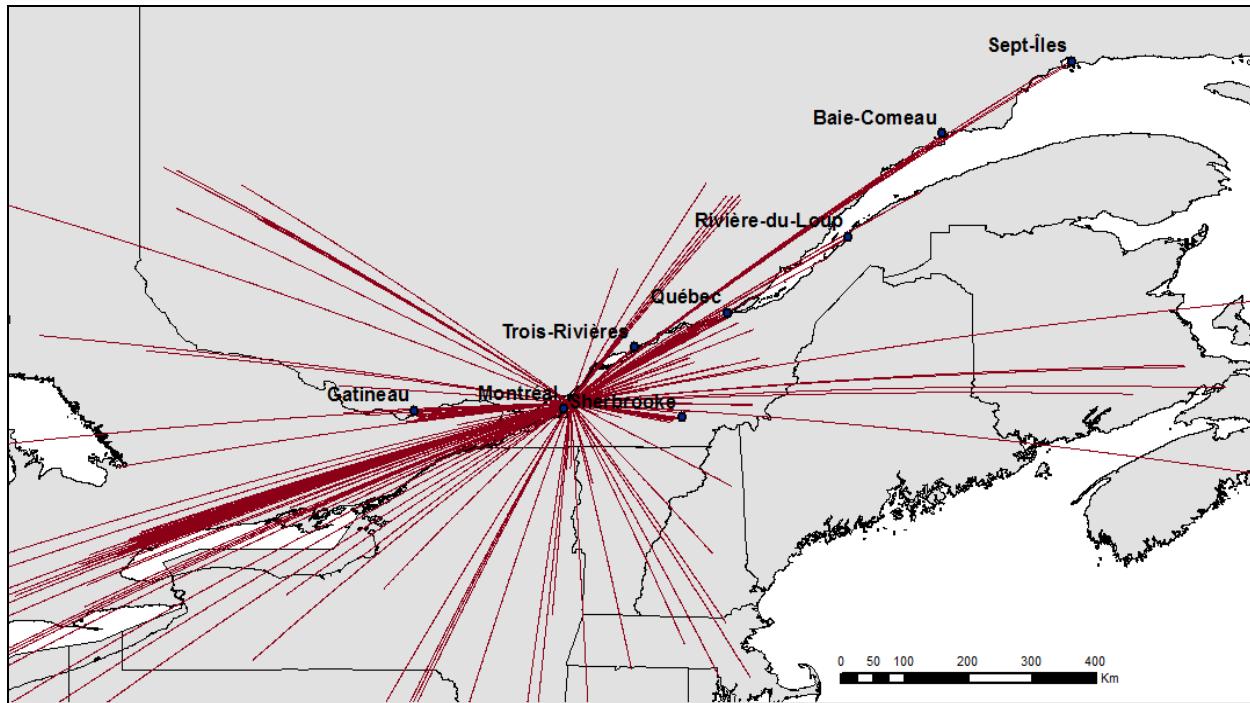
**PROVENANT DE L'ORIGINE**

Figure C.29 - Lignes de désir provenant de #3

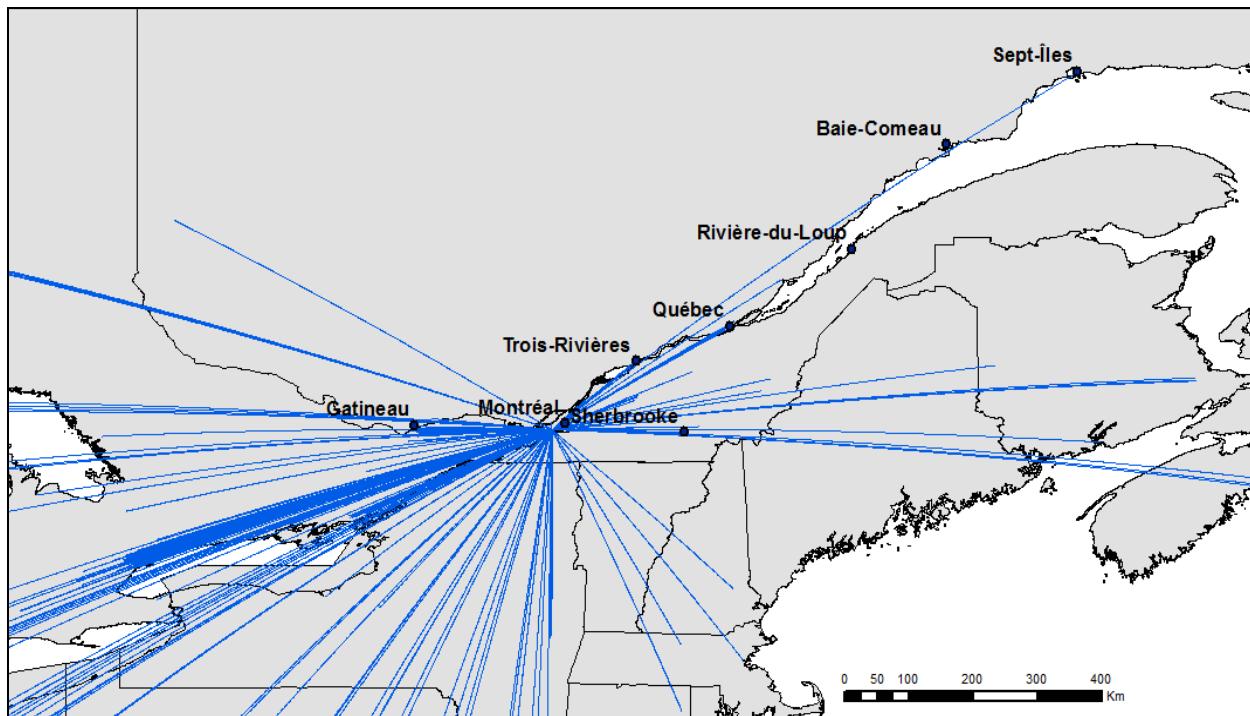


Figure C.30 - Lignes de désir provenant de #4

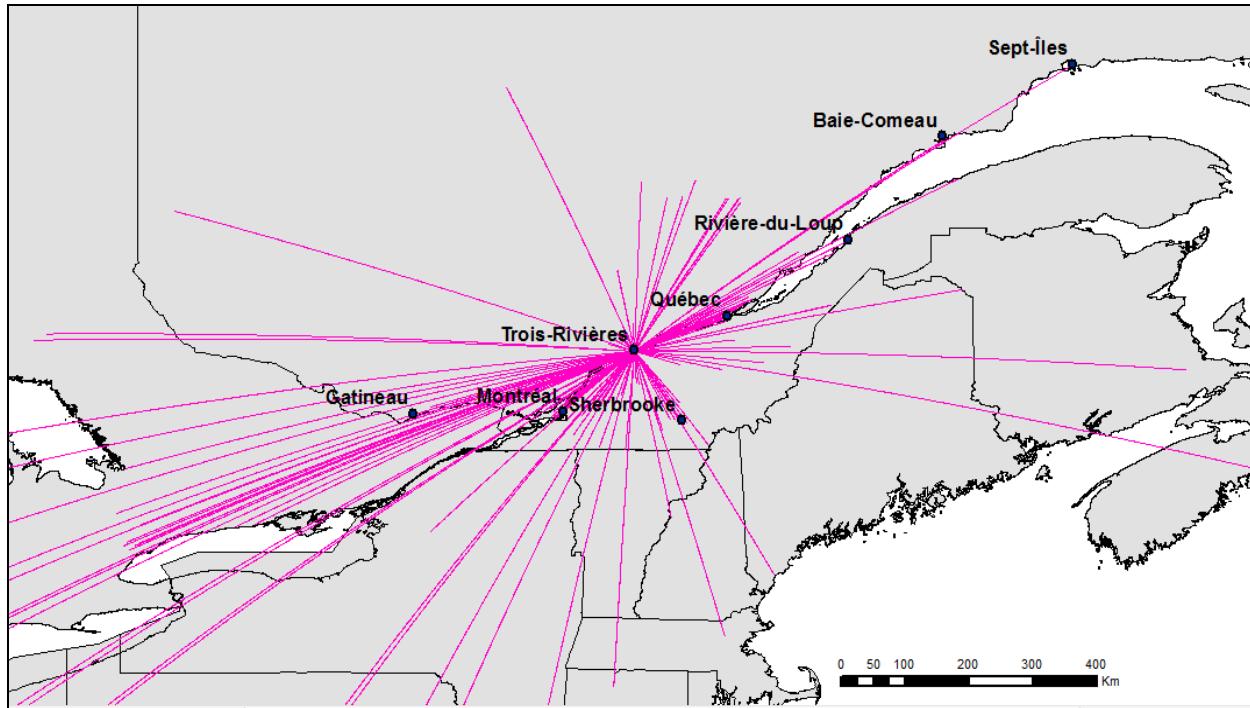


Figure C.31 - Lignes de désir provenant de #5

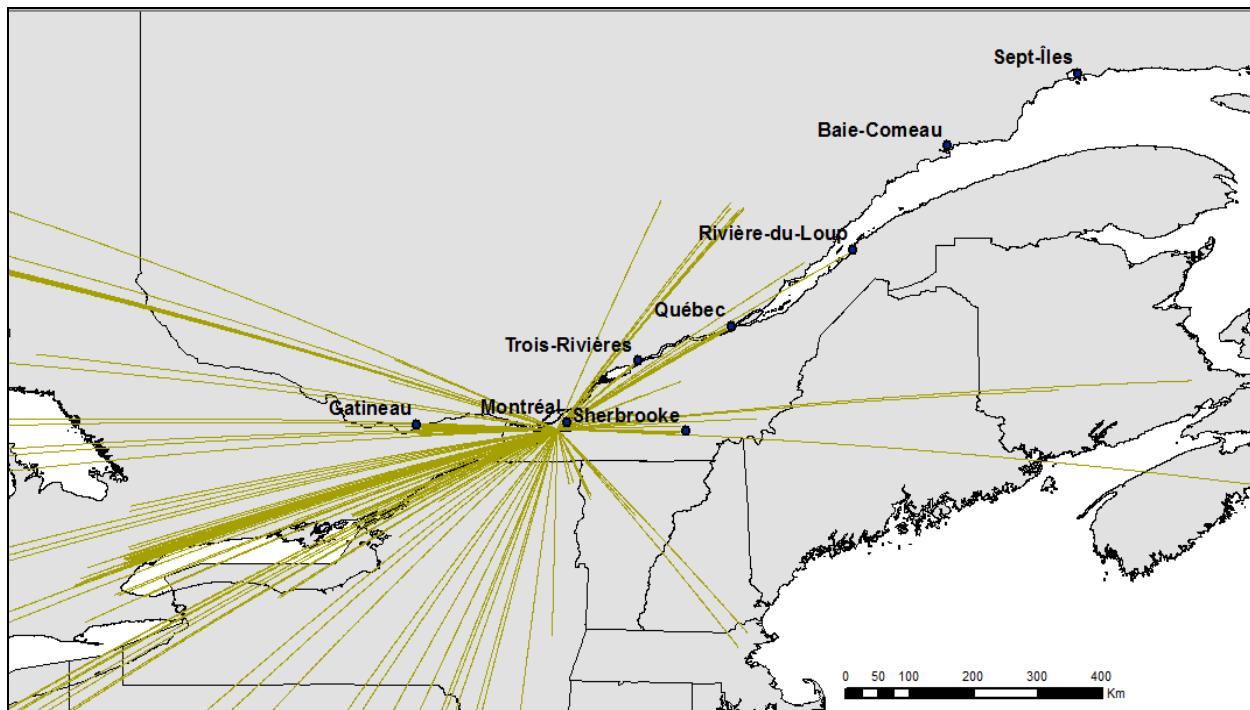


Figure C.32 - Lignes de désir provenant de #6

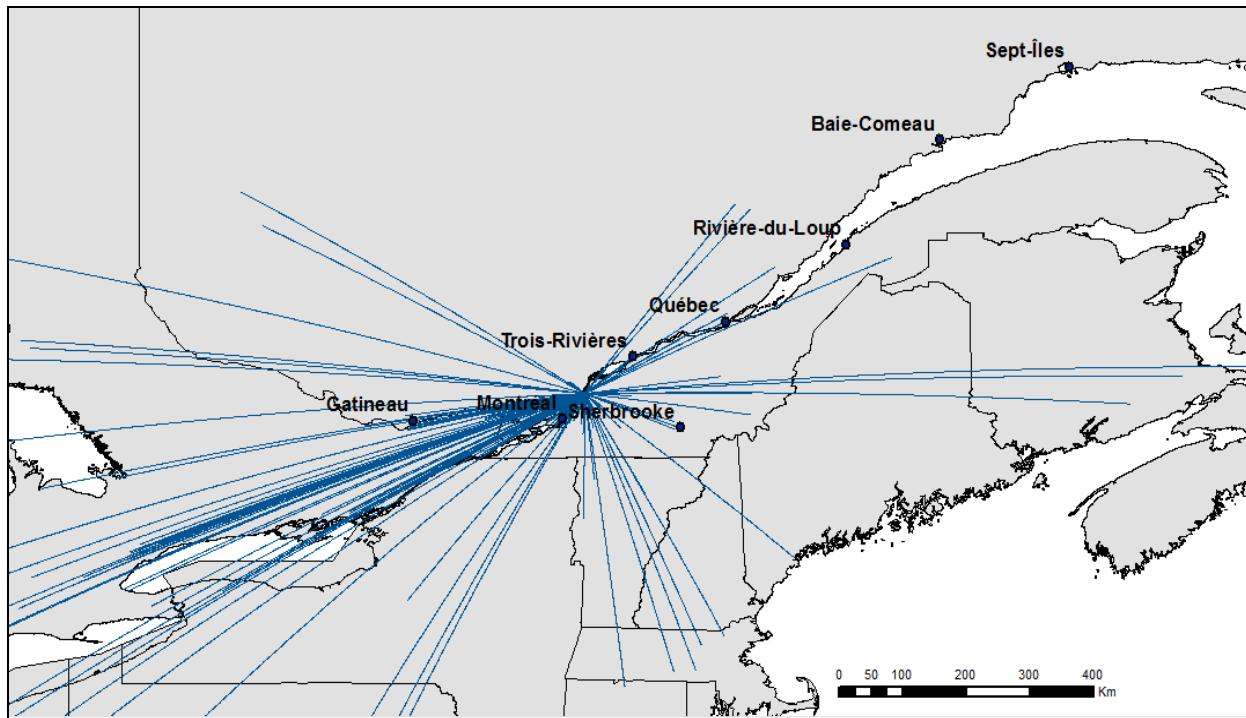


Figure C.33 - Lignes de désir provenant de #7

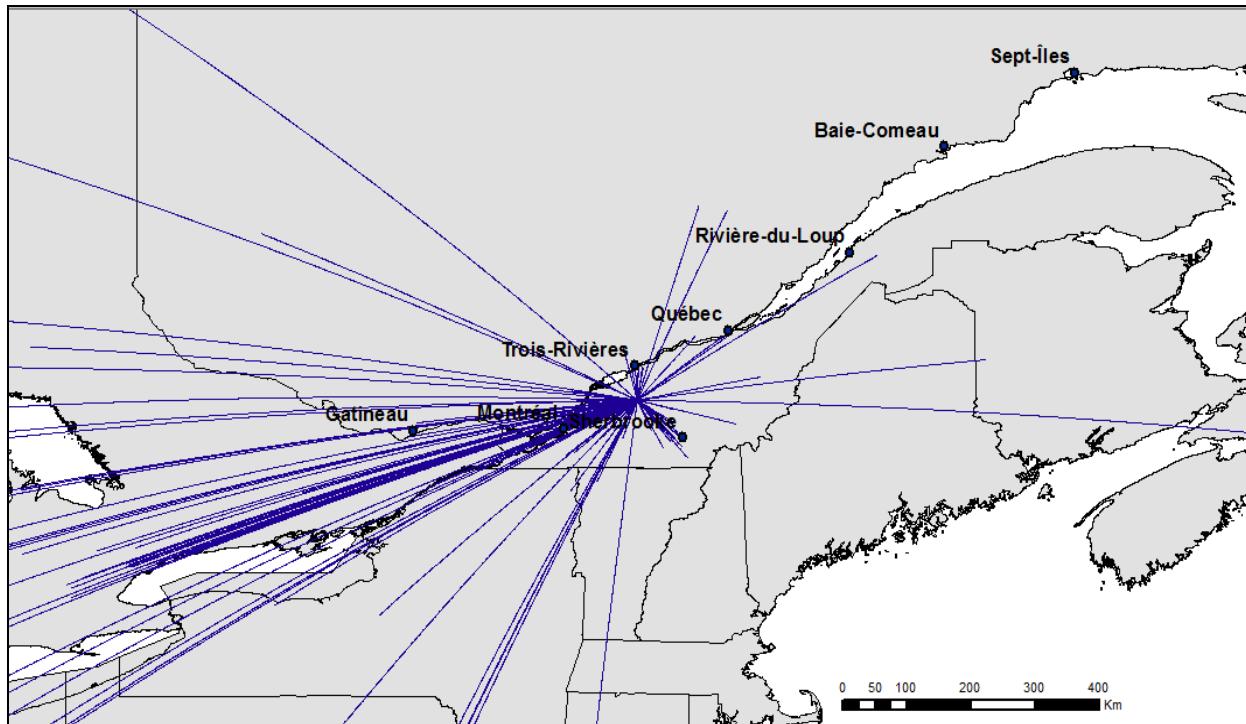


Figure C.34 - Lignes de désir provenant de #8

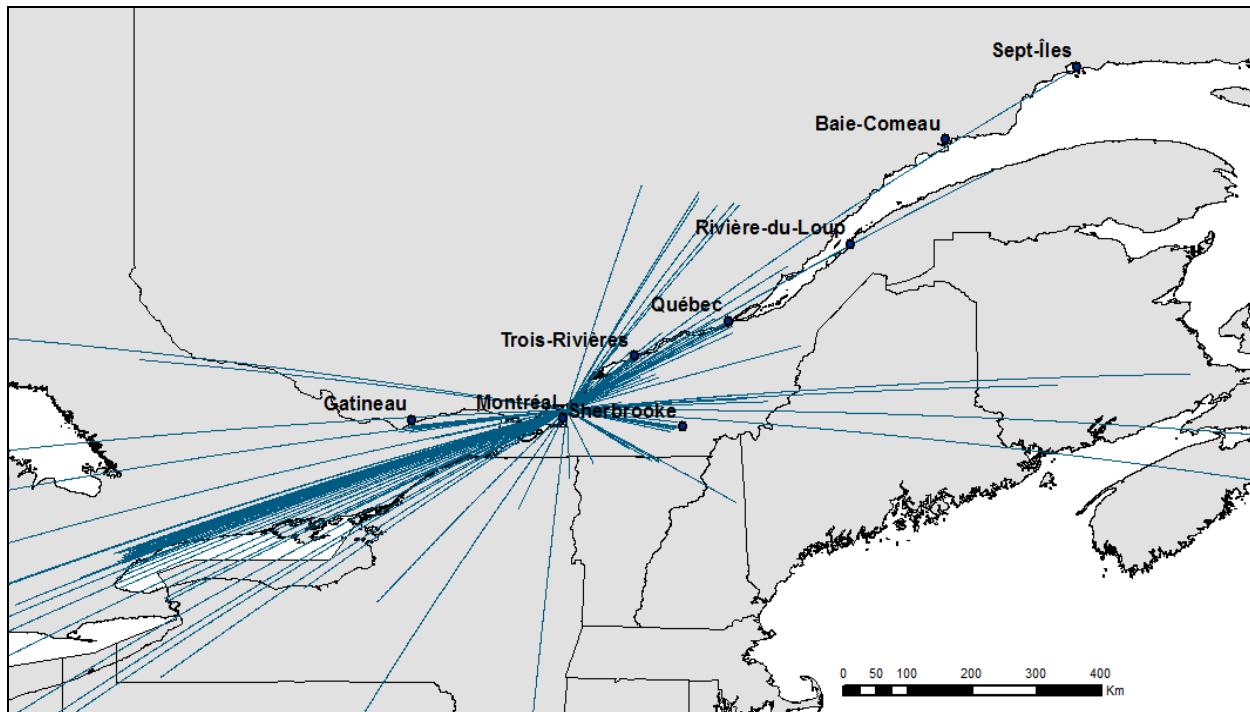


Figure C.35 - Lignes de désir provenant de #9

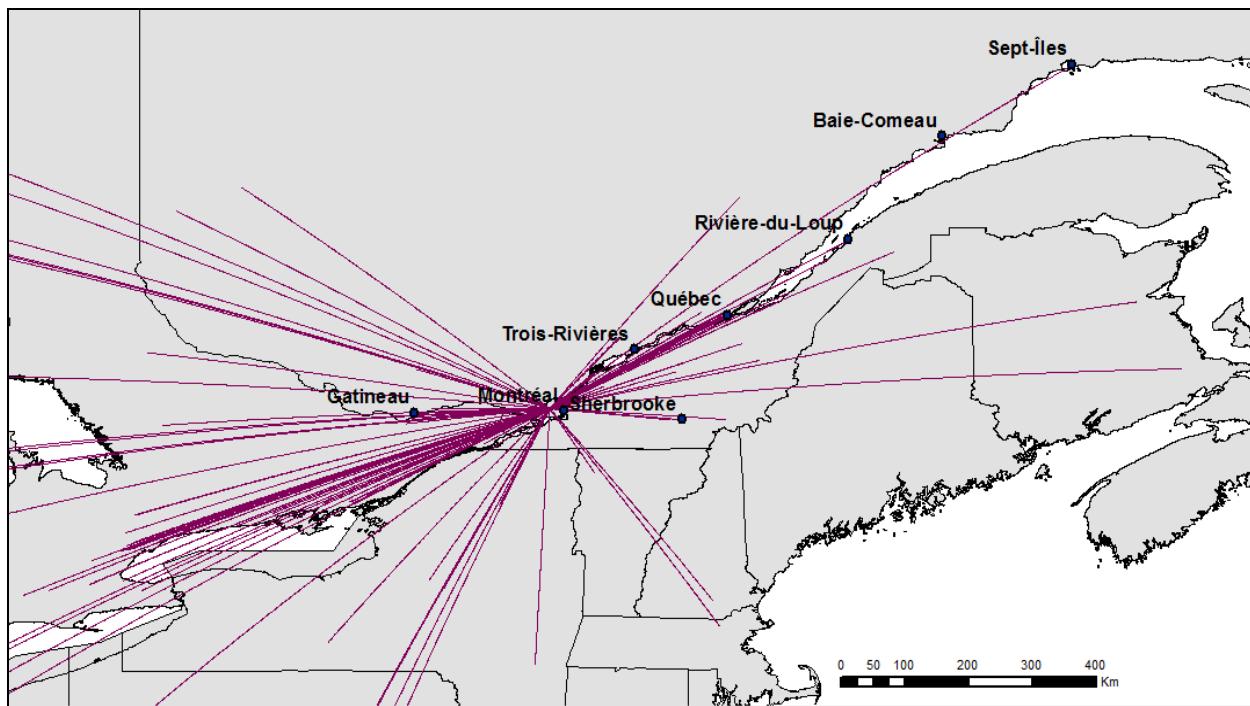


Figure C.36 - Lignes de désir provenant de #10

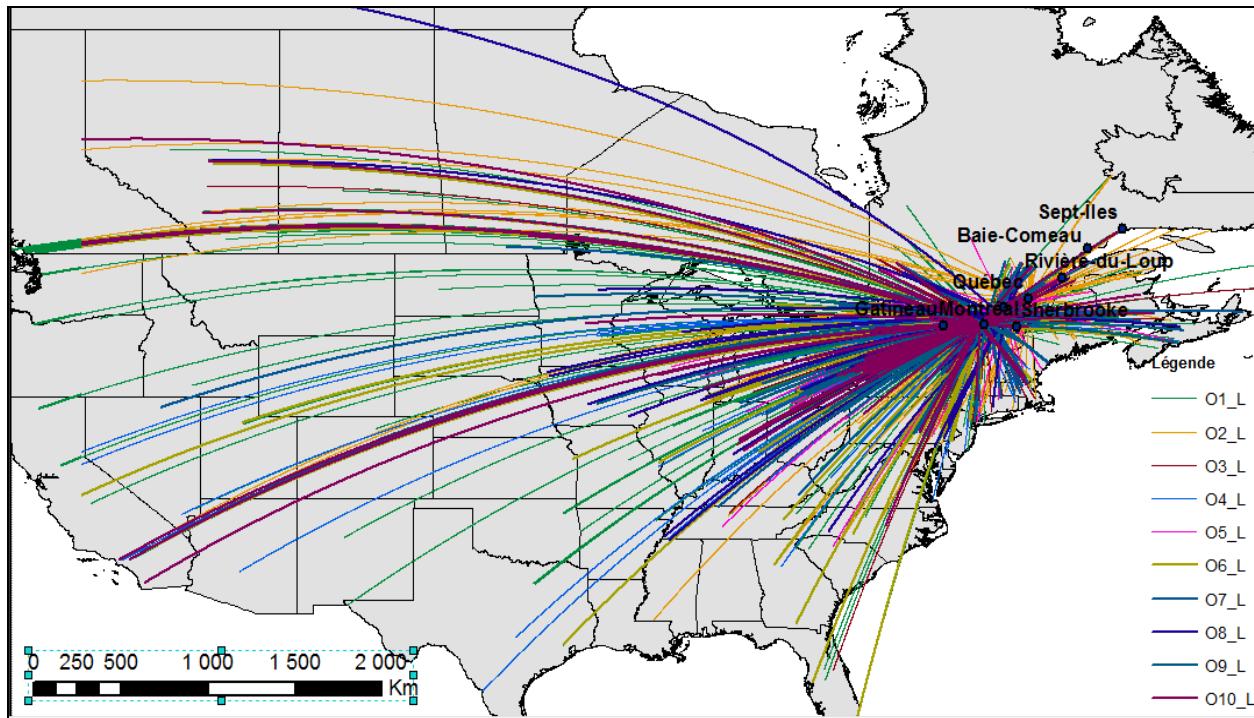


Figure C.37 - Lignes de désir aux 10 origines les plus déclarées

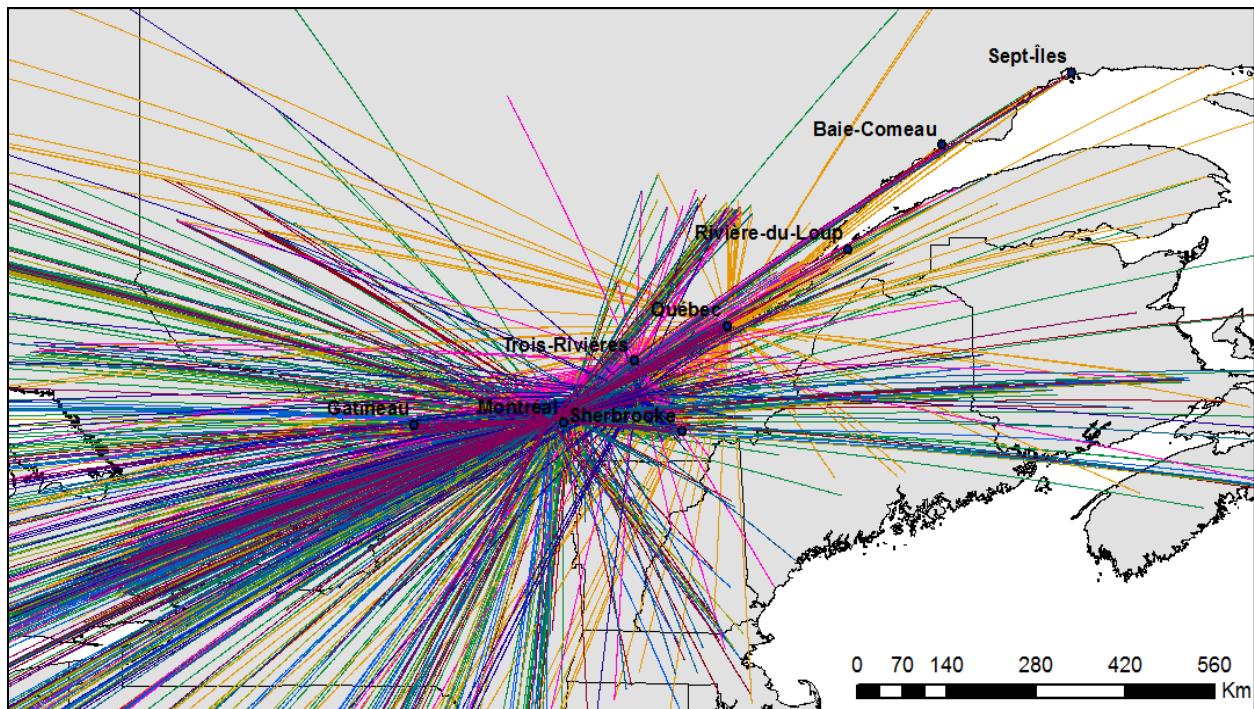


Figure C.38 - Vue rapprochée des lignes de désir provenant des 10 origines les plus déclarées

## ANNEXE D – Localisations imputées pour la région montréalaise

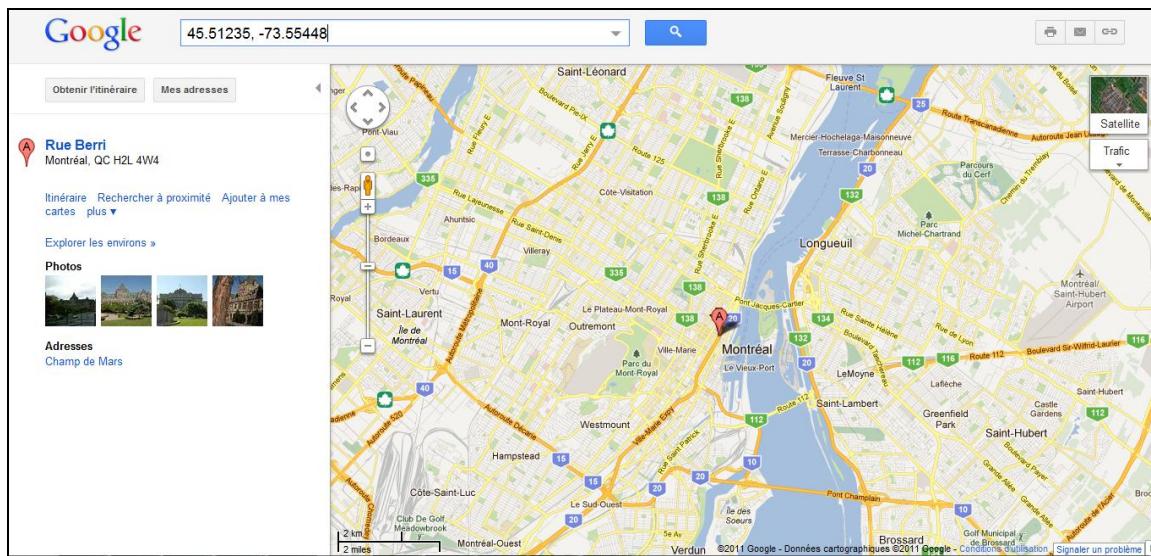


Figure D.39 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Montréal)

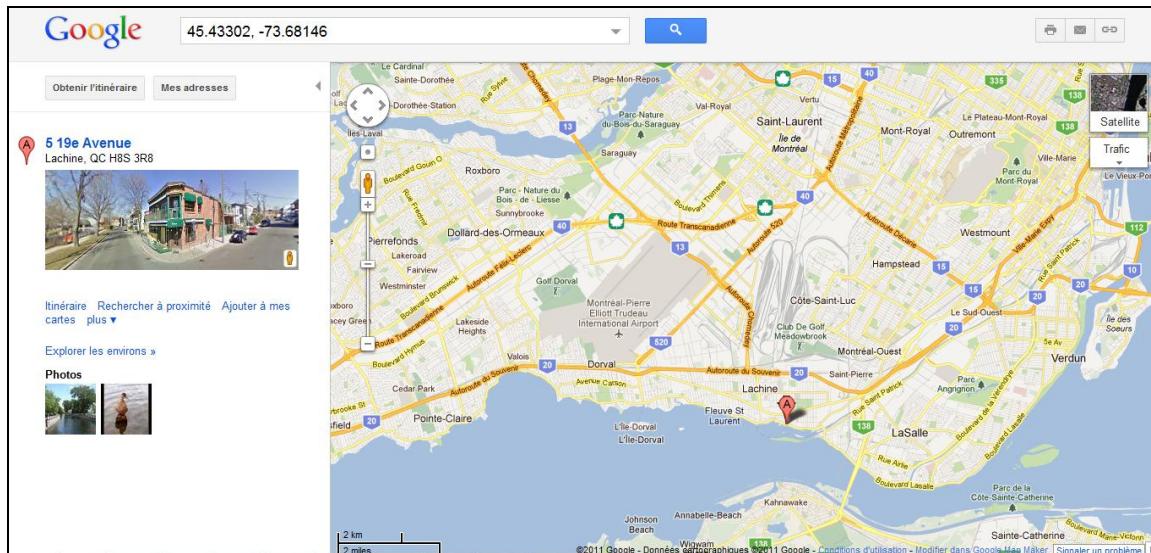


Figure D.40 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Lachine)

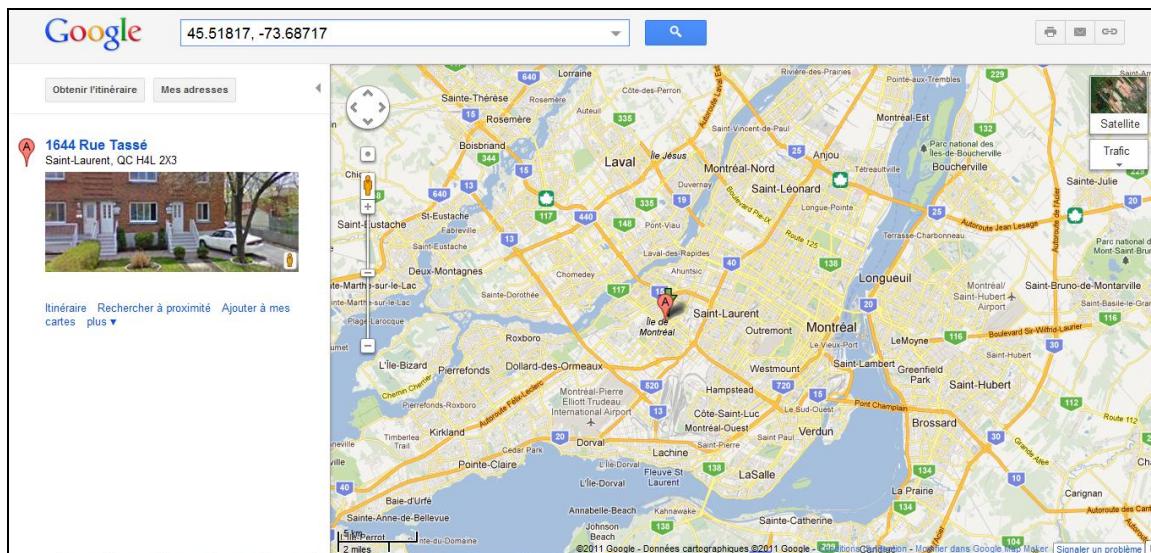


Figure D.41 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Ville Saint-Laurent)

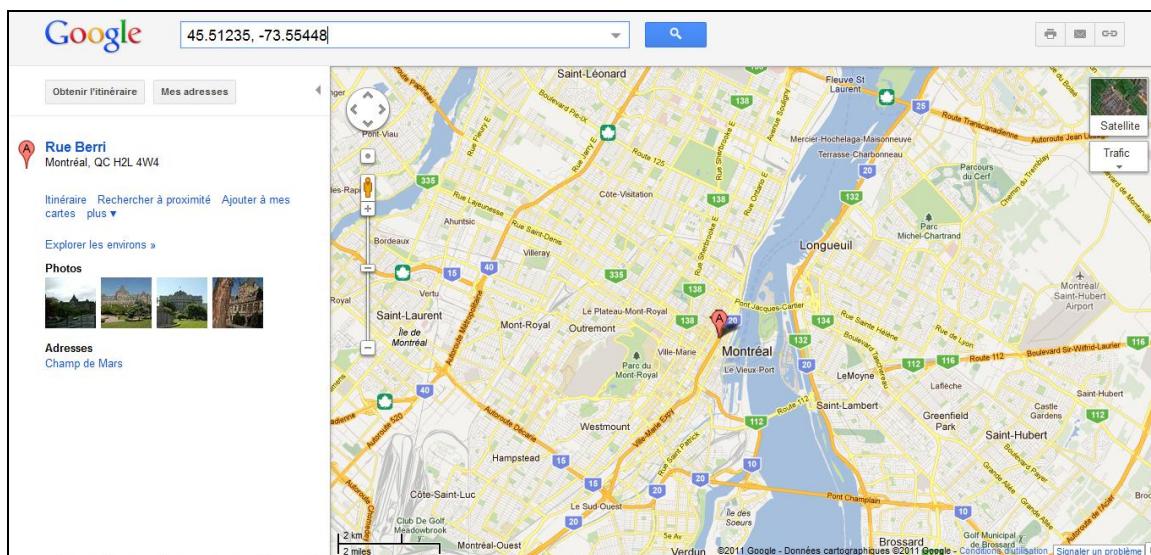


Figure D.42 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Montréal)

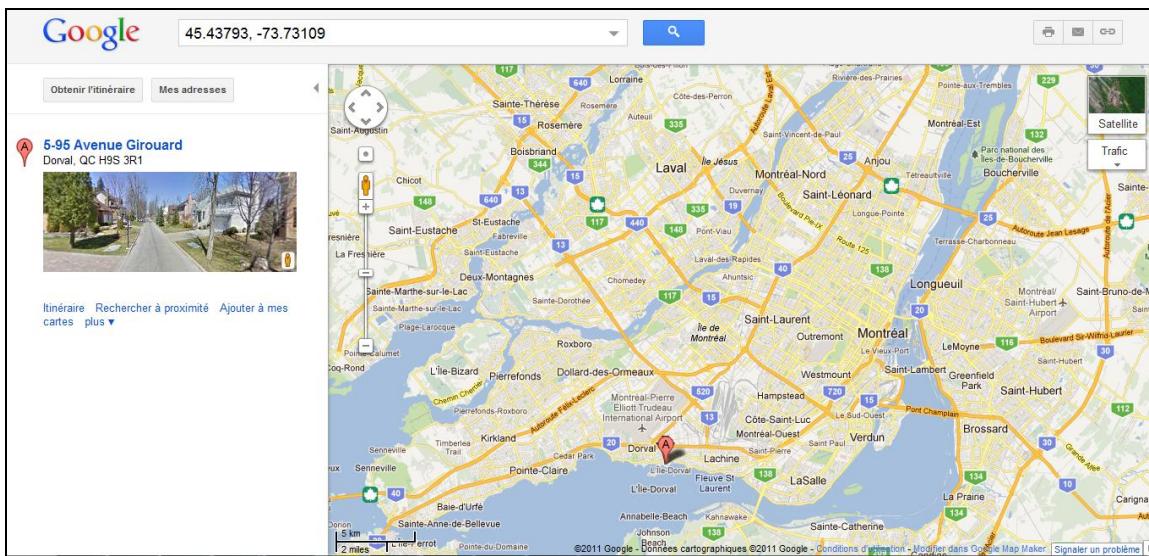


Figure D.43 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Dorval)

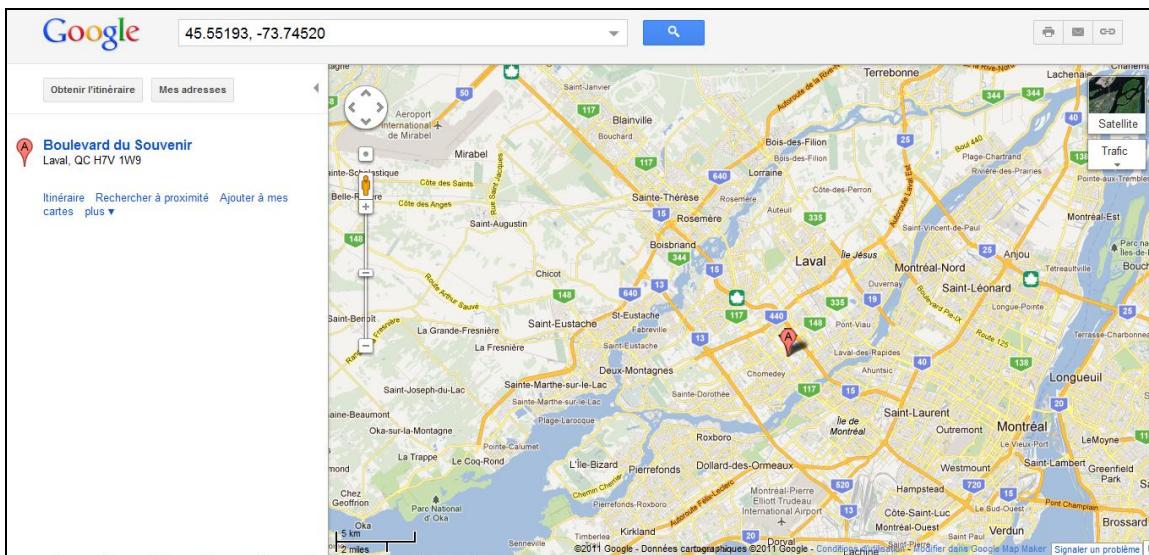


Figure D.44 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Laval)

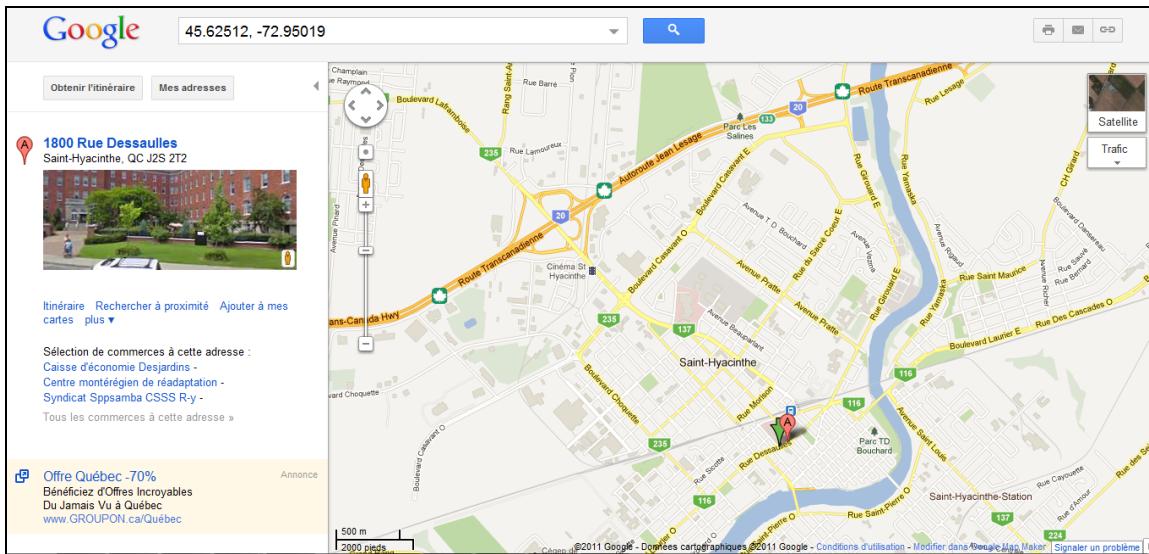


Figure D.45 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Saint-Hyacinthe)

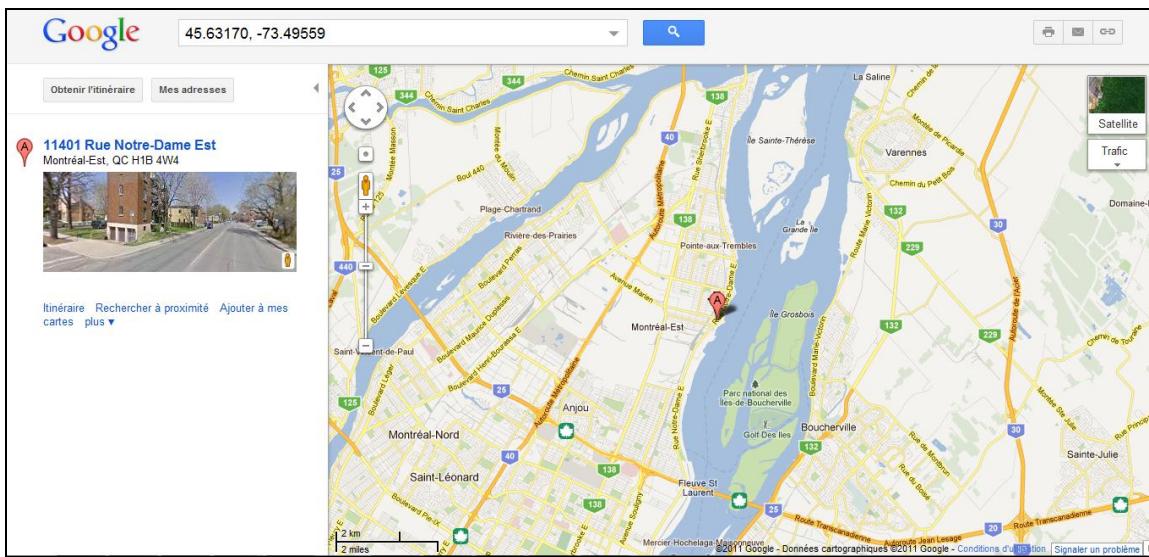


Figure D.46 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Montréal-Est)

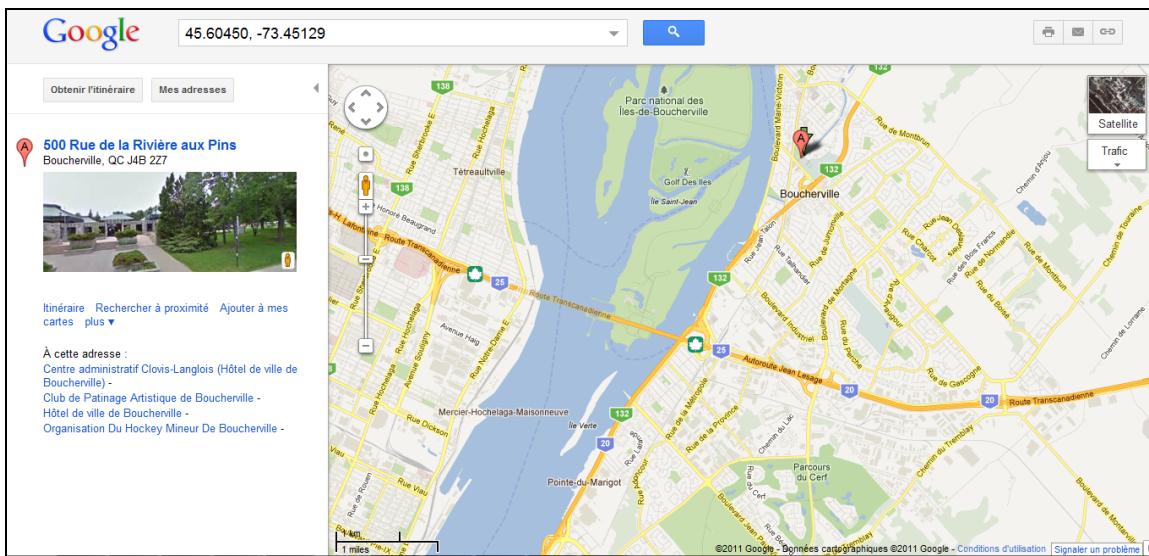


Figure D.47 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Boucherville)

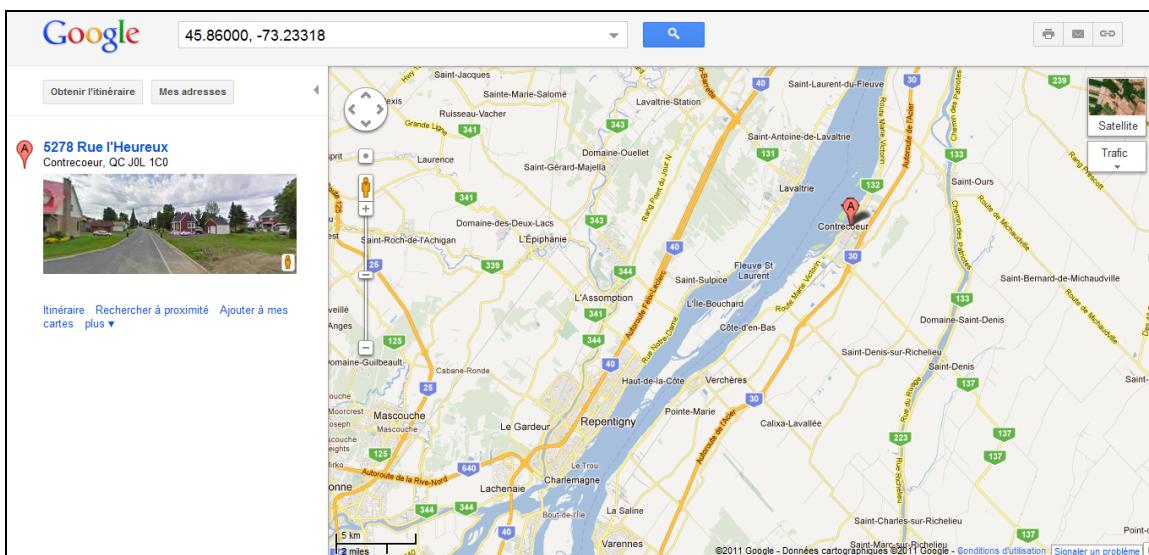


Figure D.48 - Exemple de localisation à forte probabilité d'imputation généralisée (Contrecoeur)

## ANNEXE E – Répartition horaire par type de camion

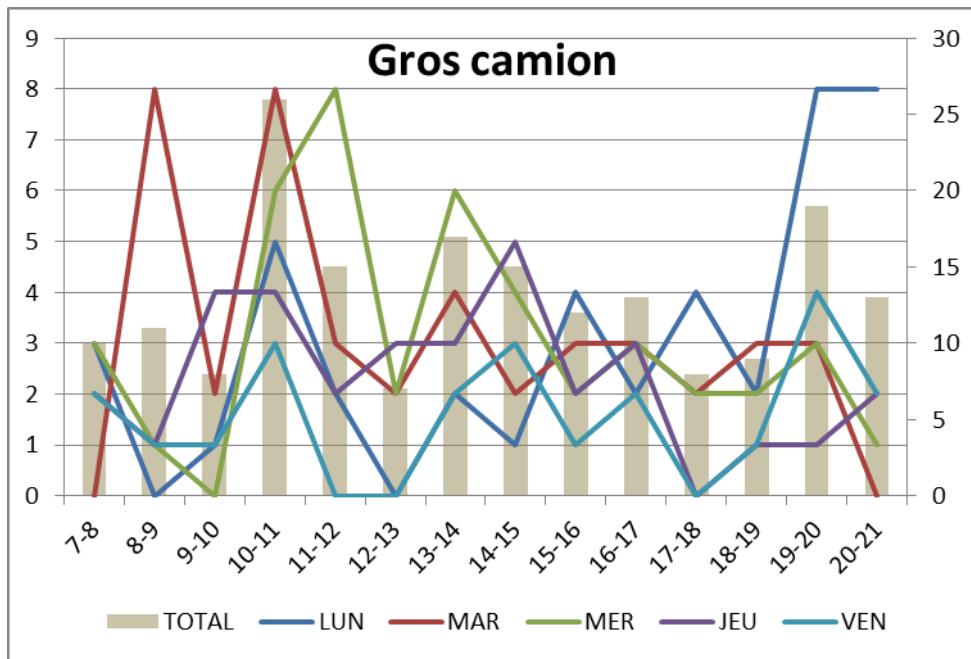


Figure E.49 - Répartition horaire des gros camions observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables)

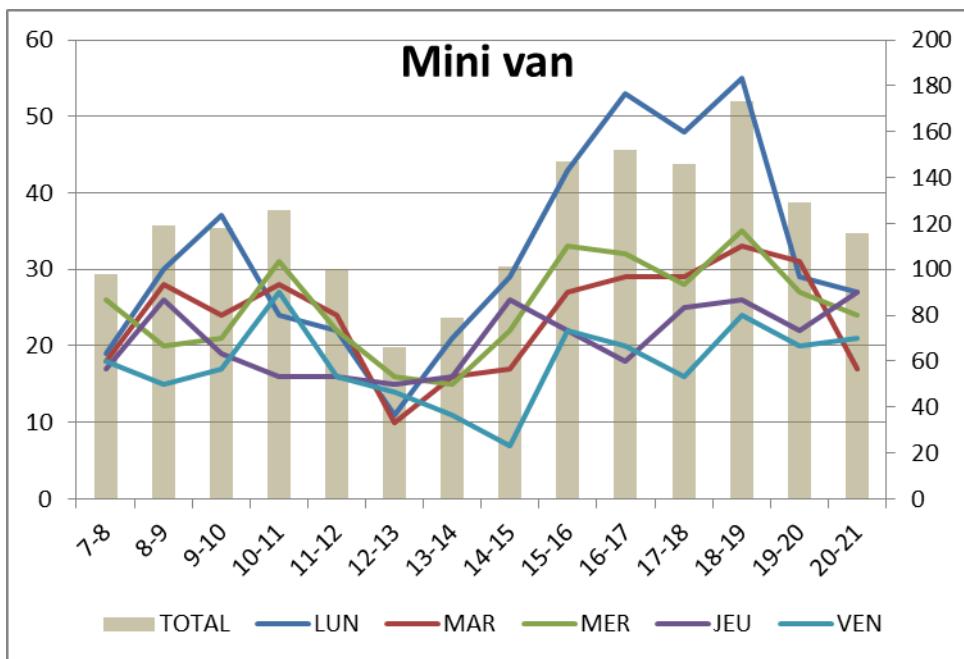


Figure E.50 - Répartition horaire des mini vans observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables)

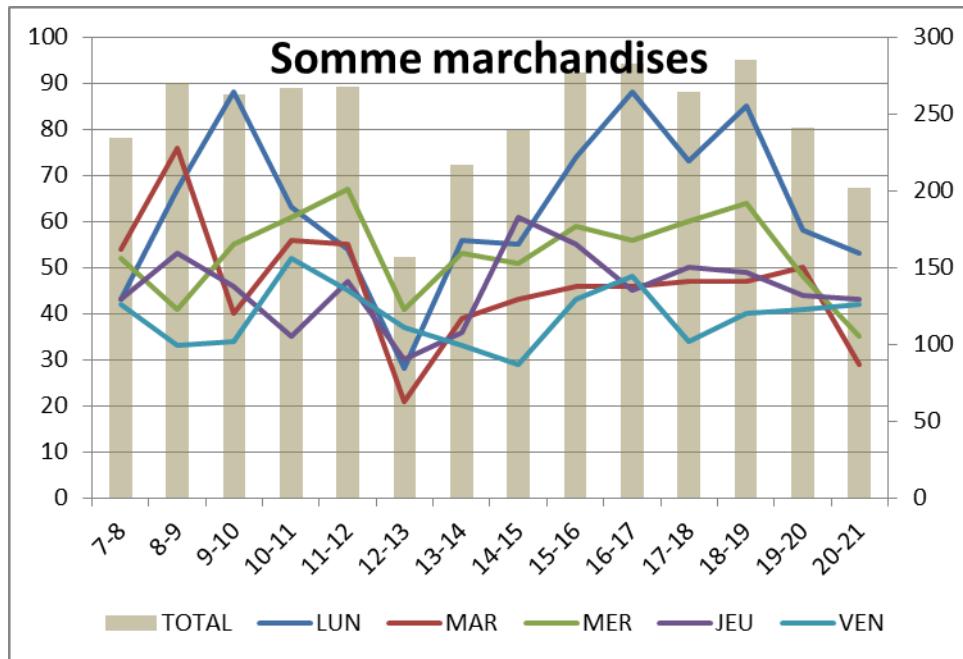


Figure E.51 - Répartition horaire de tous les camions de marchandises observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables)

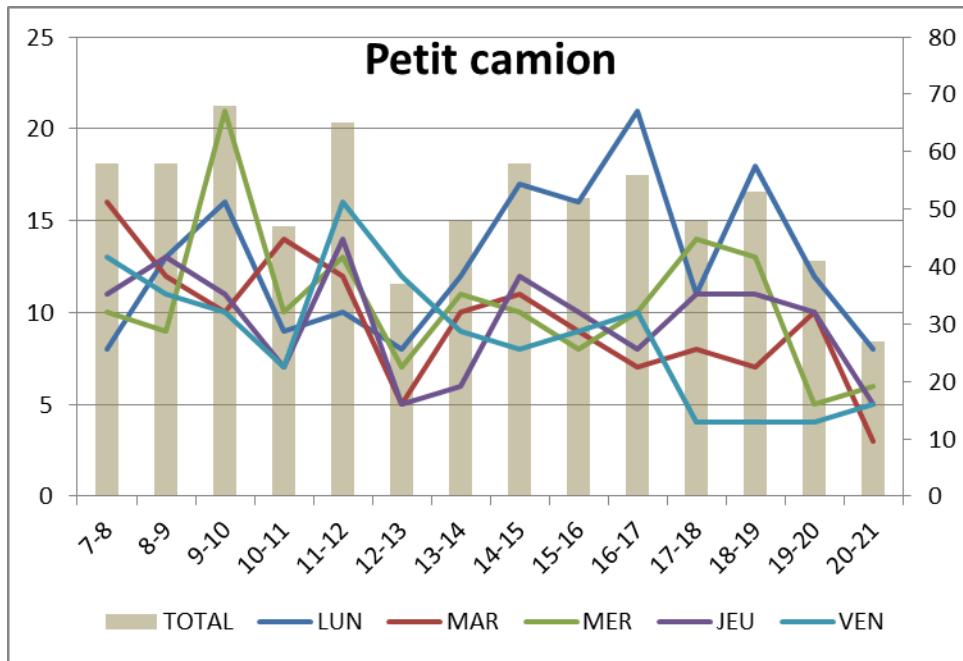


Figure E.52 - Répartition horaire des petits camions observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables)

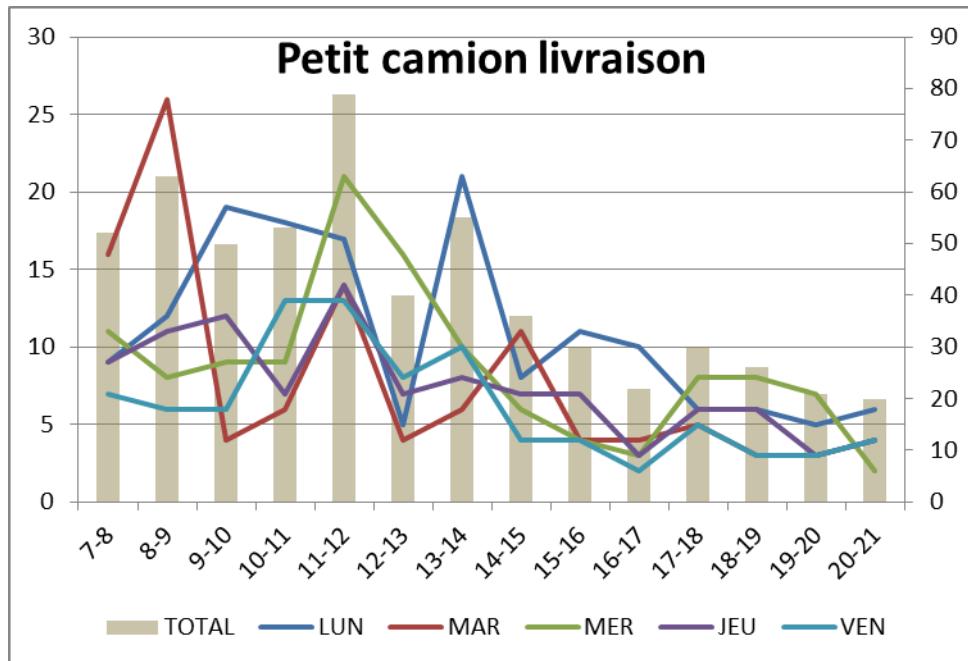


Figure E.53 - Répartition horaire des petits camions de livraison observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables)

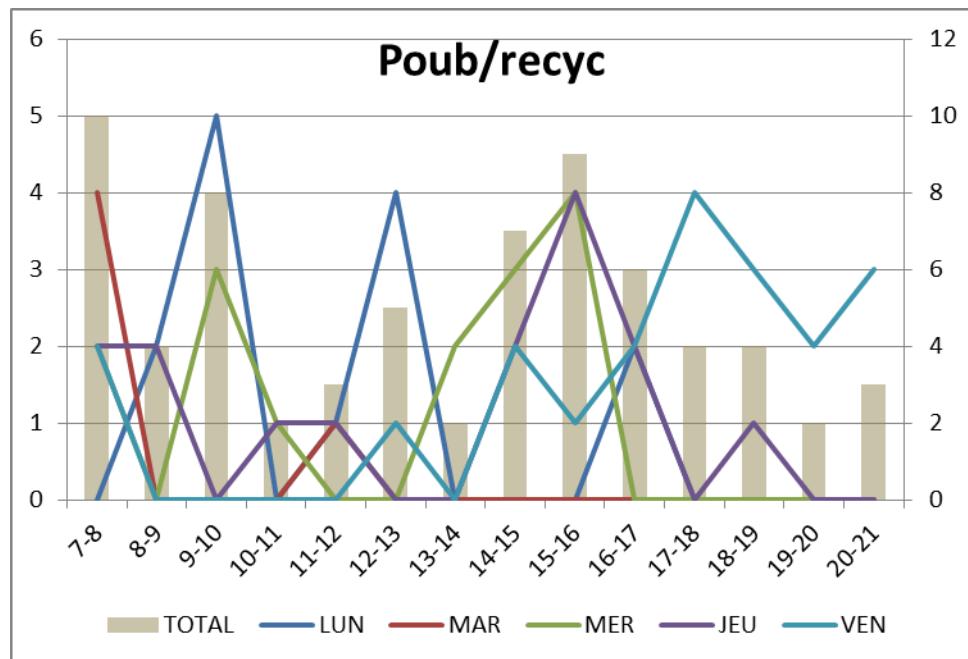


Figure E.54 - Répartition horaire des camions de poubelle/recyclage observés aux guérites par jour de la semaine (sur 10 jours ouvrables)

## ANNEXE F – Cartes de comptages aux 15 minutes

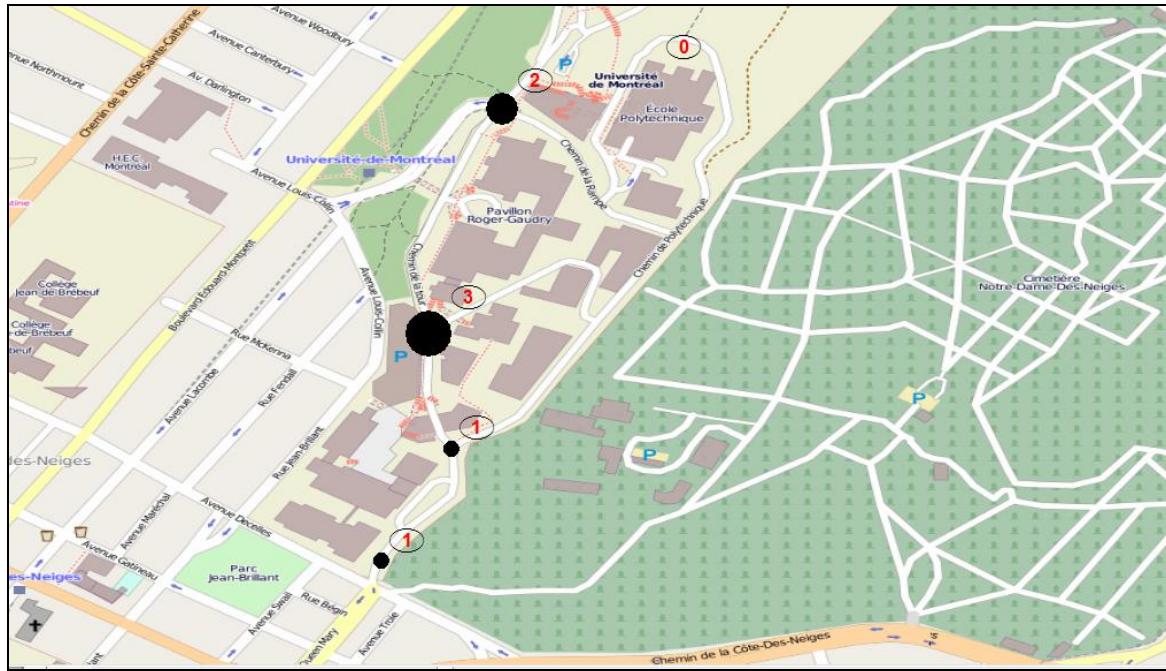


Figure F.55 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h à 9h15

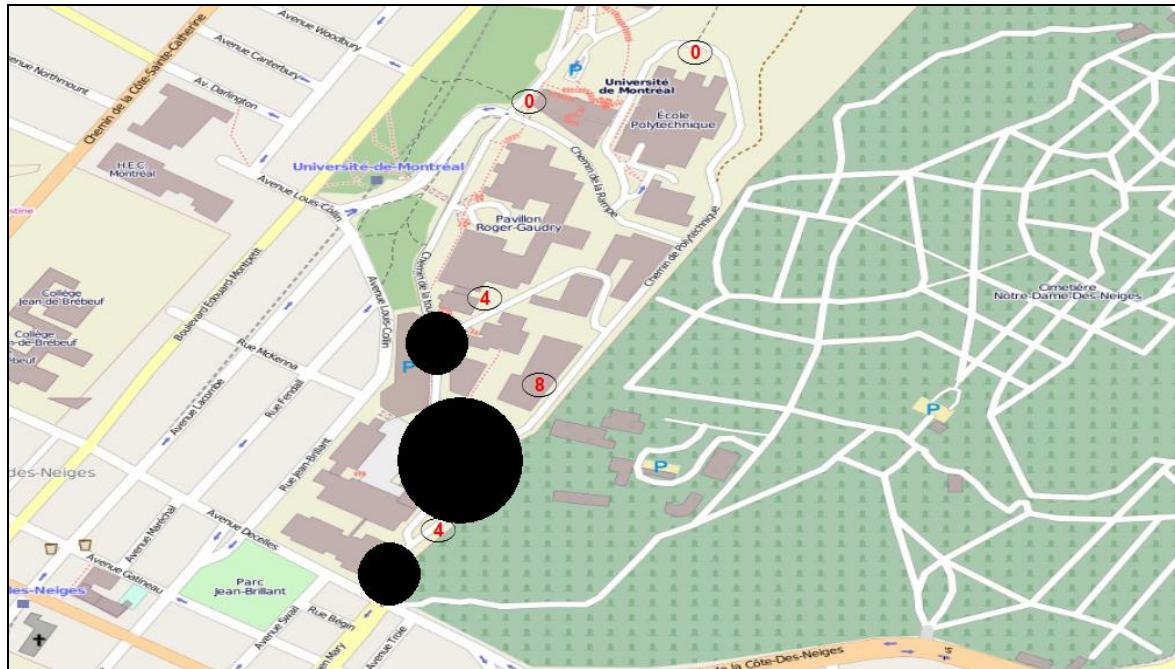


Figure F.56 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h15 à 9h30

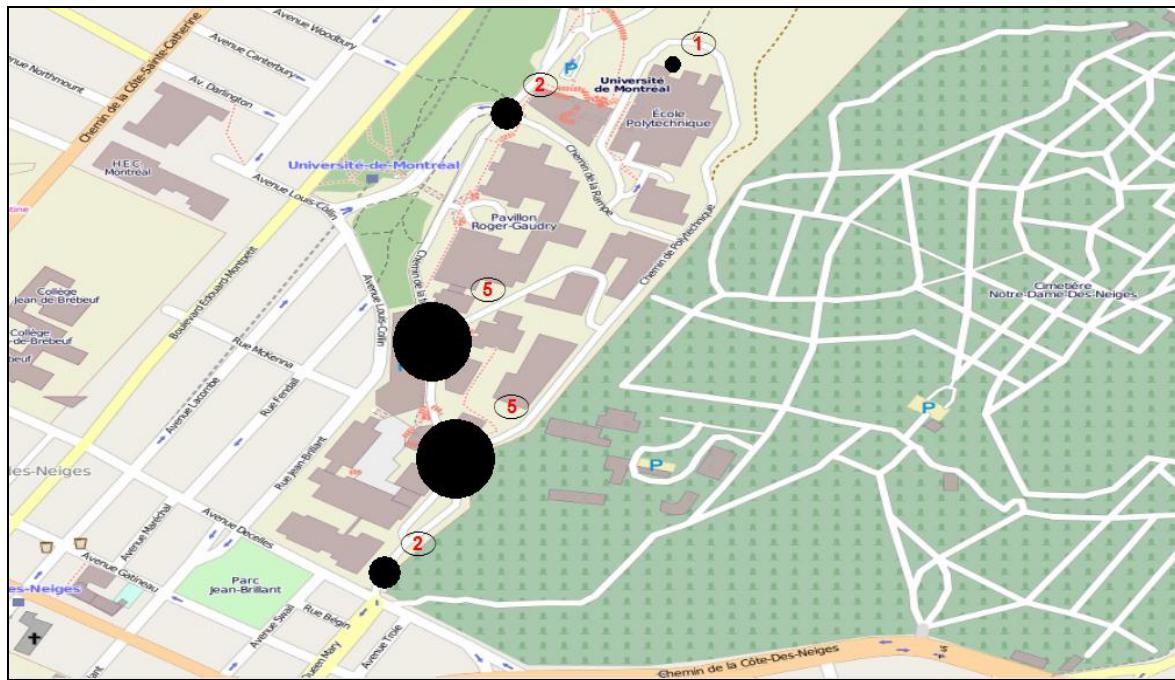


Figure F.57 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h30 à 9h45

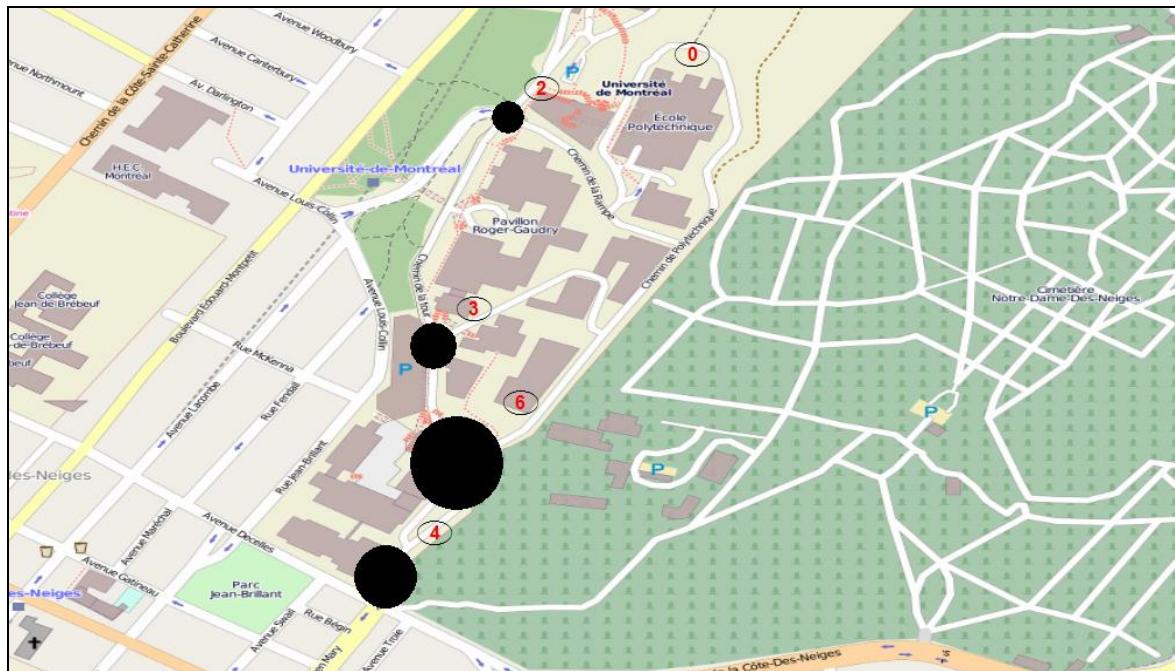


Figure F.58 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 9h45 à 10h

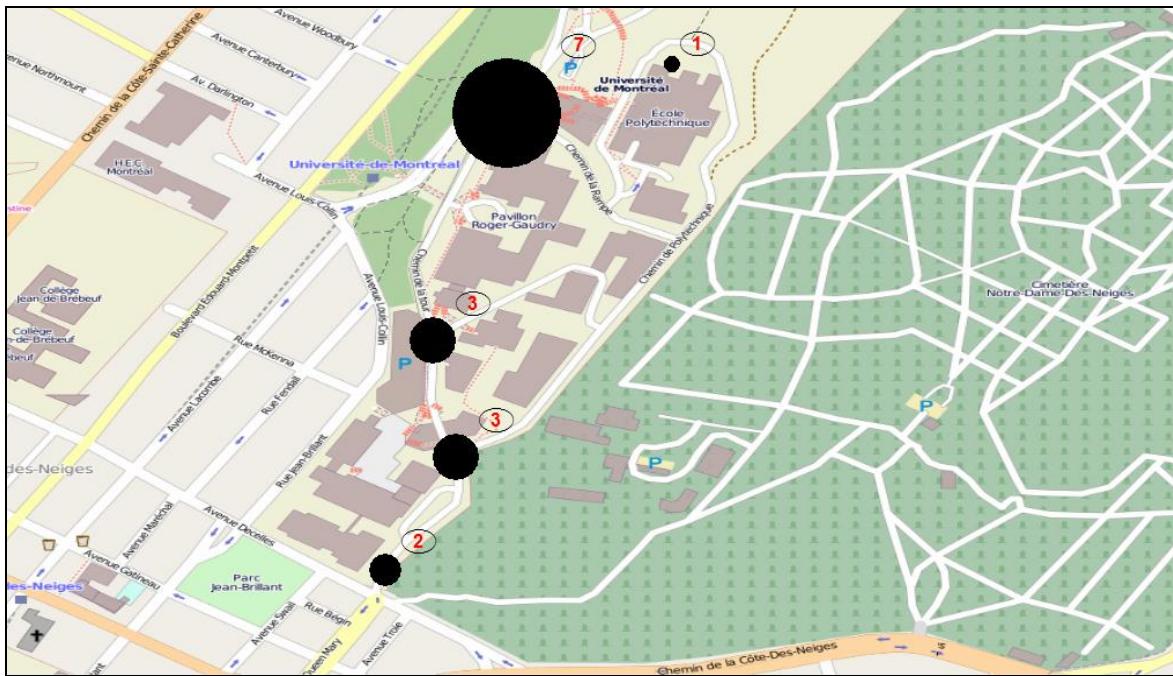


Figure F.59 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h à 10h15

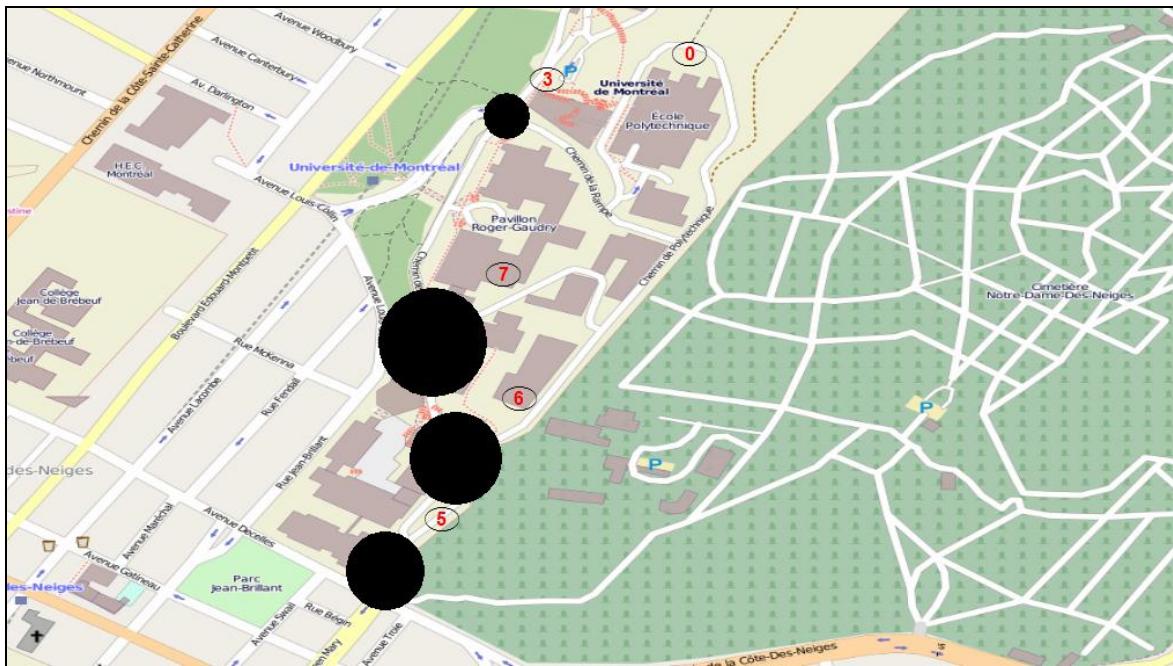


Figure F.60 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h15 à 10h30

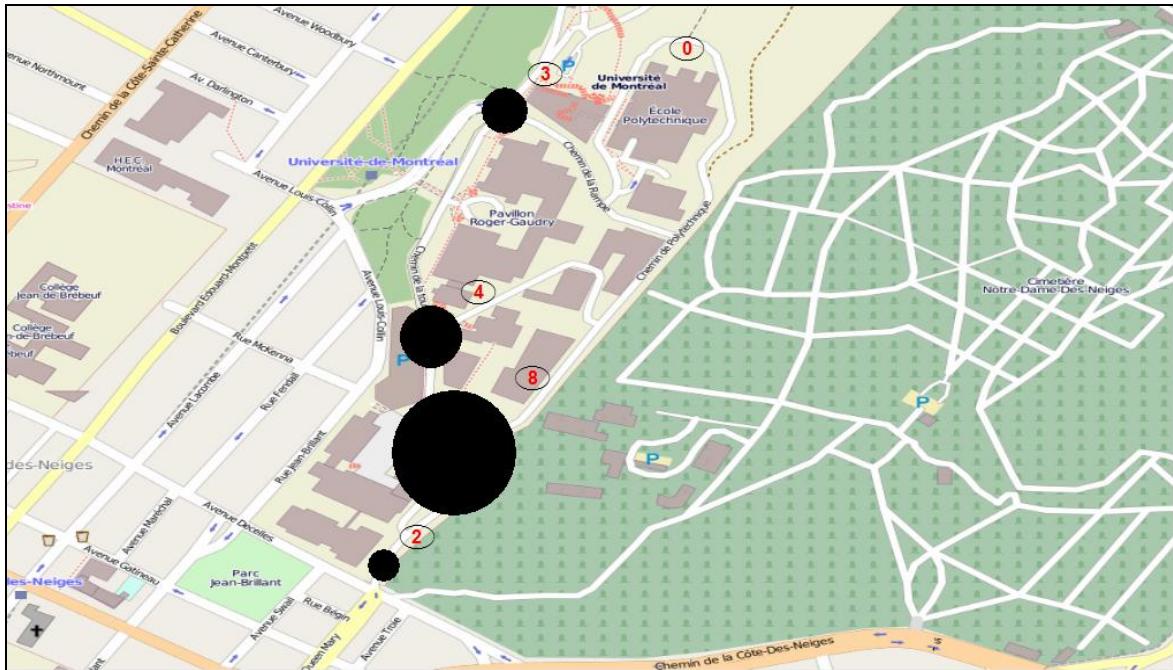


Figure F.61 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h30 à 10h45

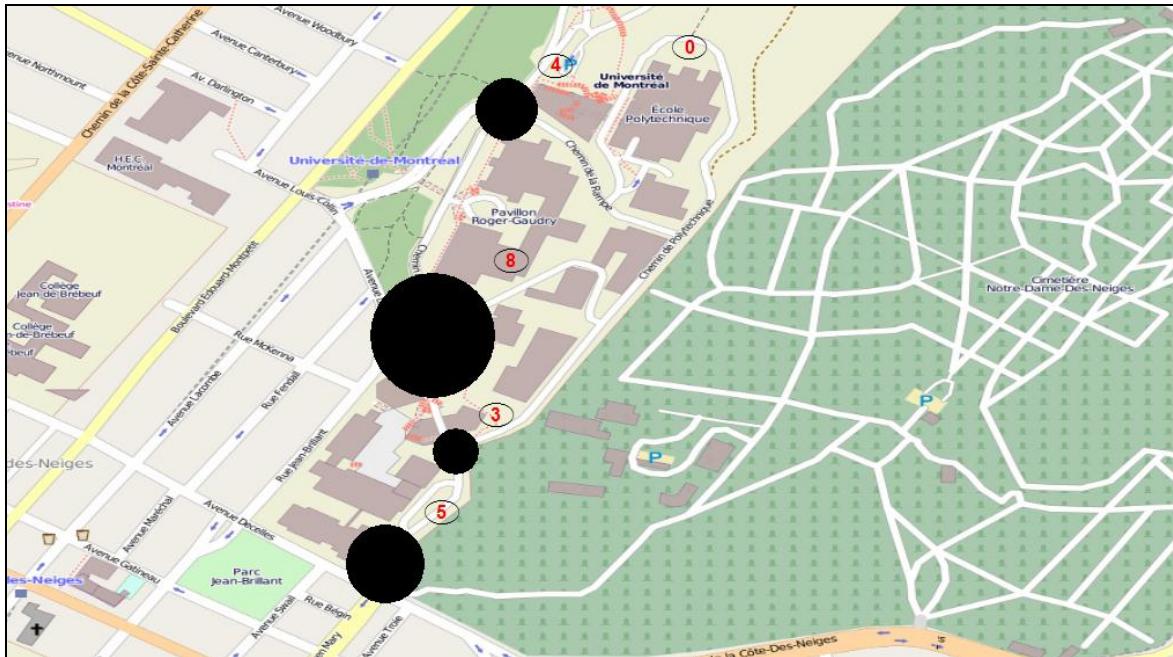


Figure F.62 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 10h45 à 11h

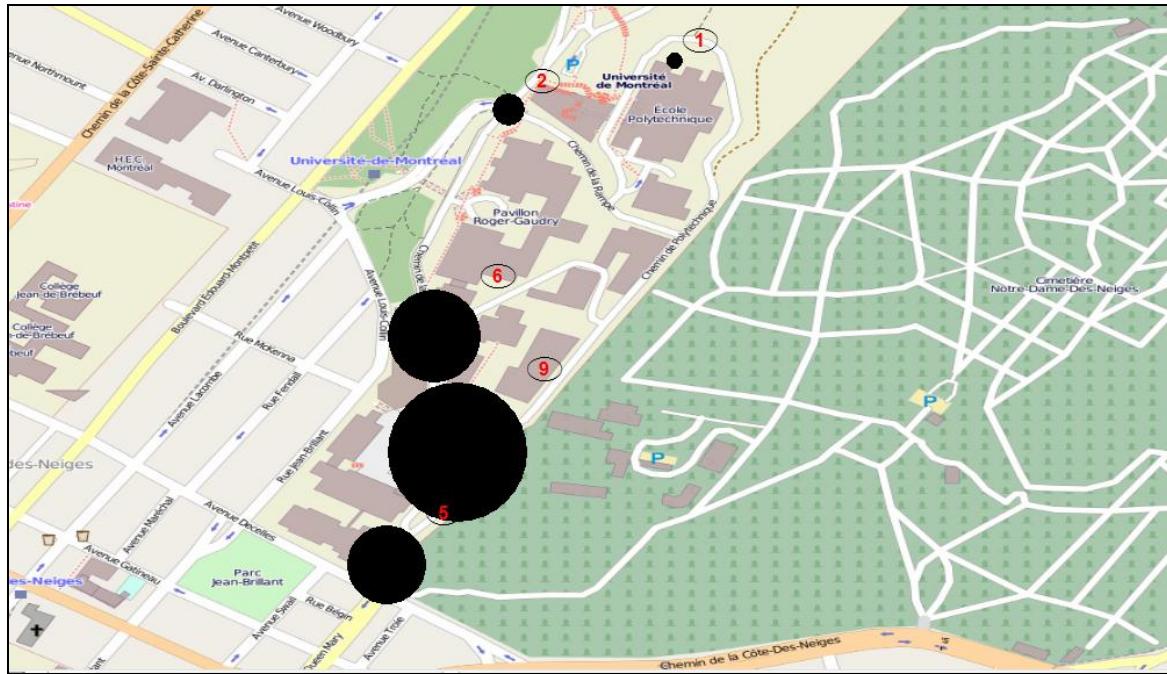


Figure F.63 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h à 11h15

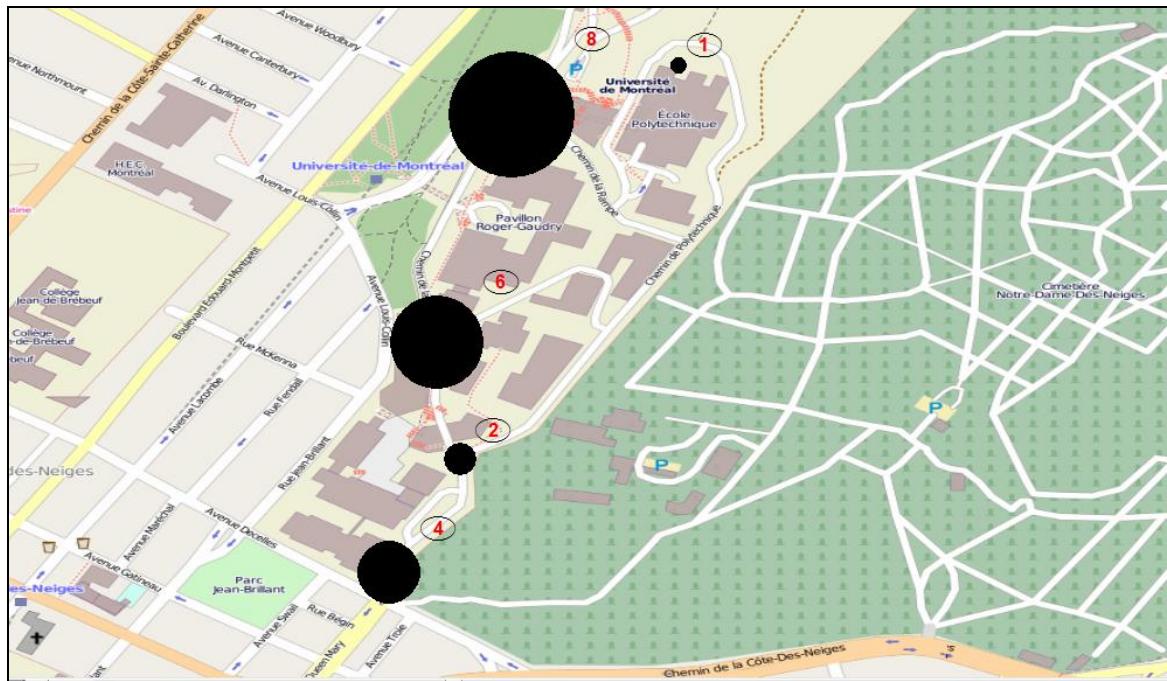


Figure F.64 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h15 à 11h30

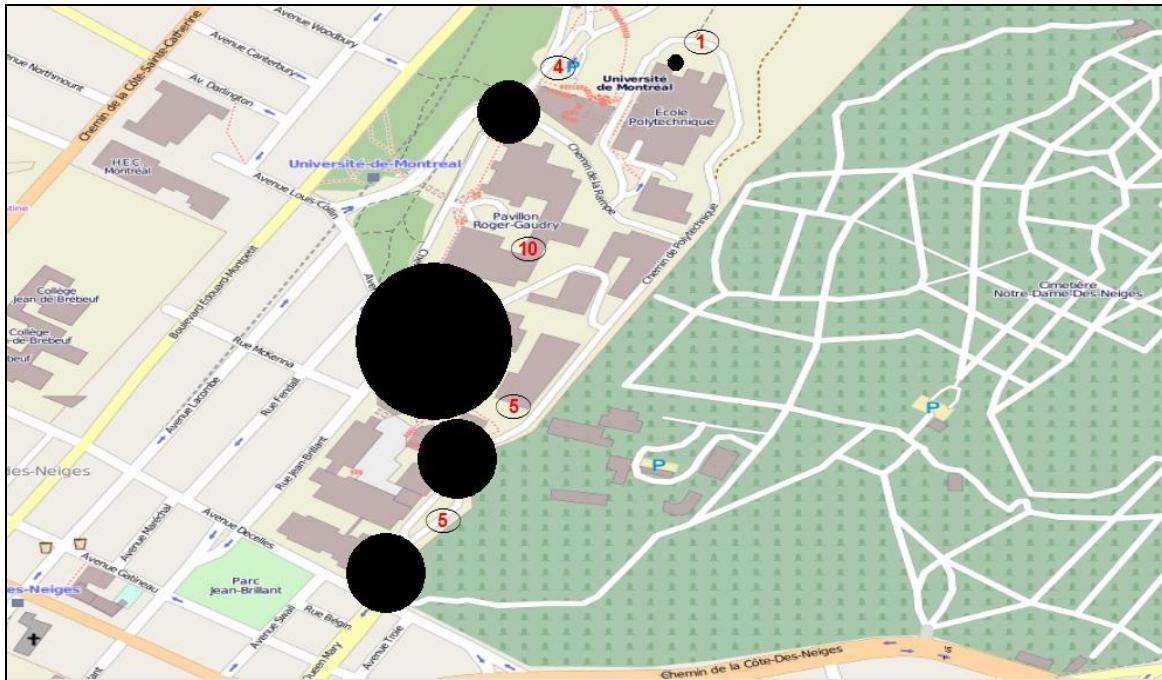


Figure F.65 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h30 à 11h45

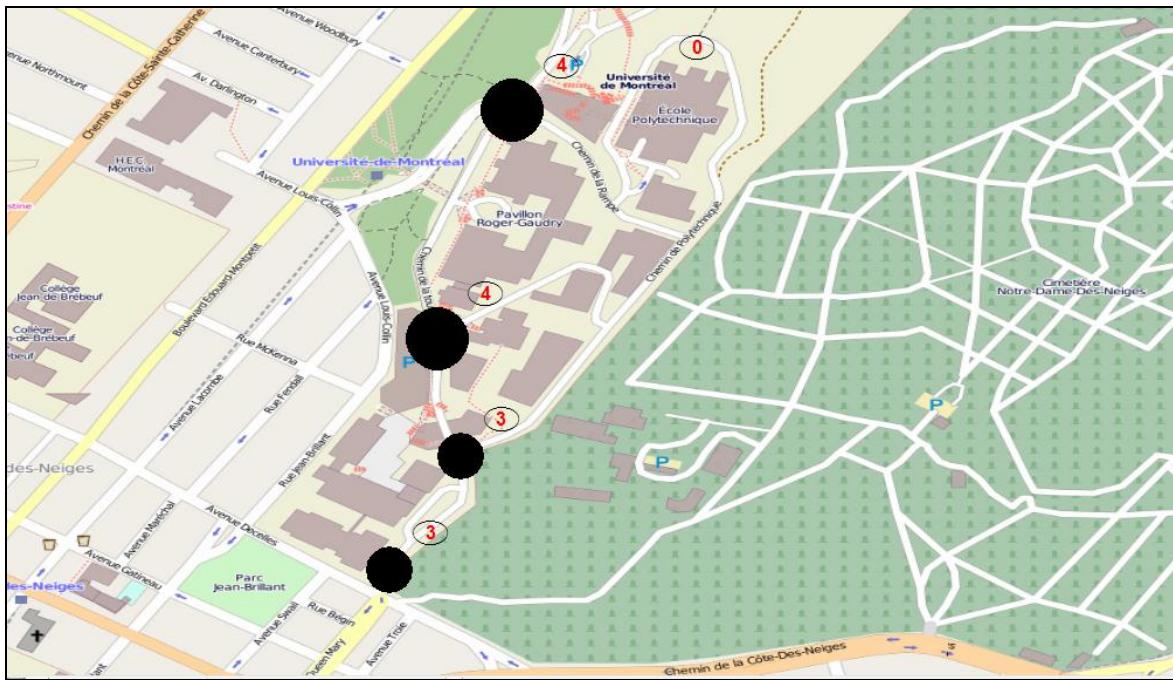


Figure F.66 - Nombre d'enregistrements pour chaque point d'observation de 11h45 à 12h

## ANNEXE G – Carte des directions aux points d'observation



Figure G.67 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h à 9h15

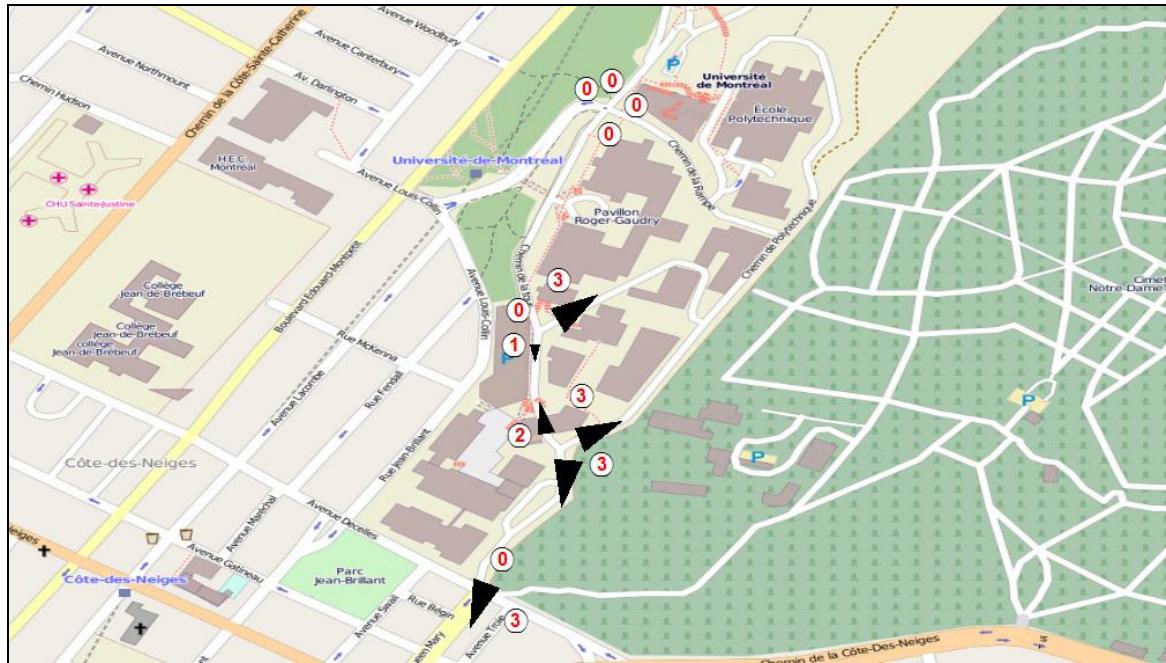


Figure G.68 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h15 à 9h30

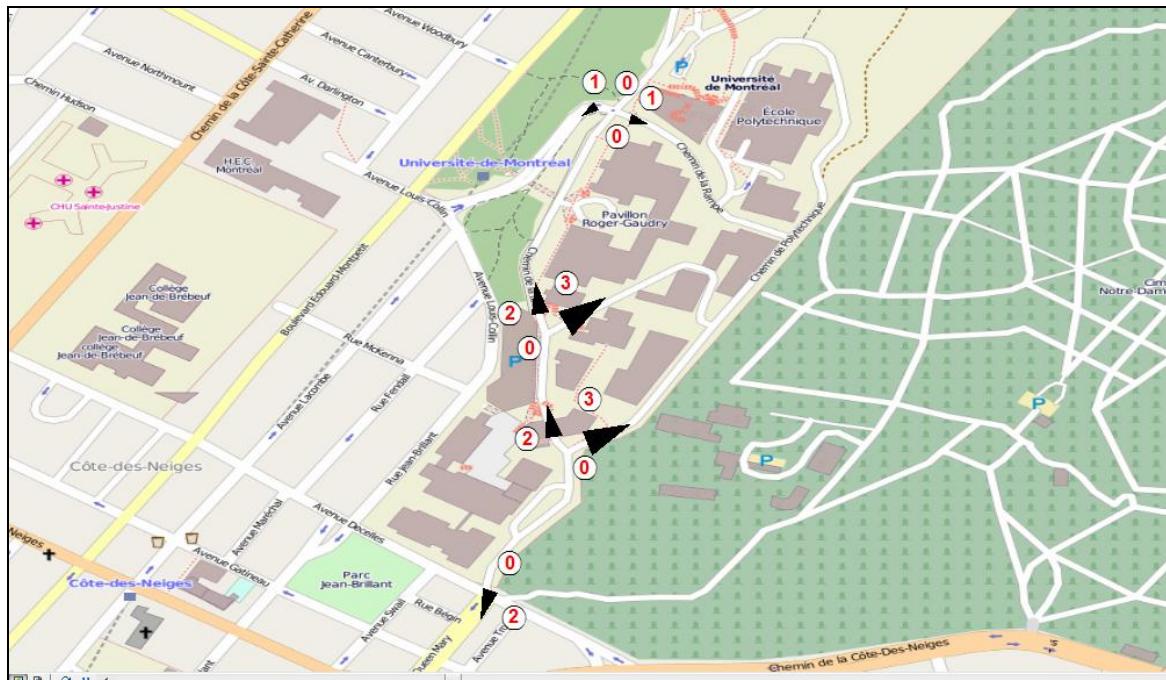


Figure G.69 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h30 à 9h45

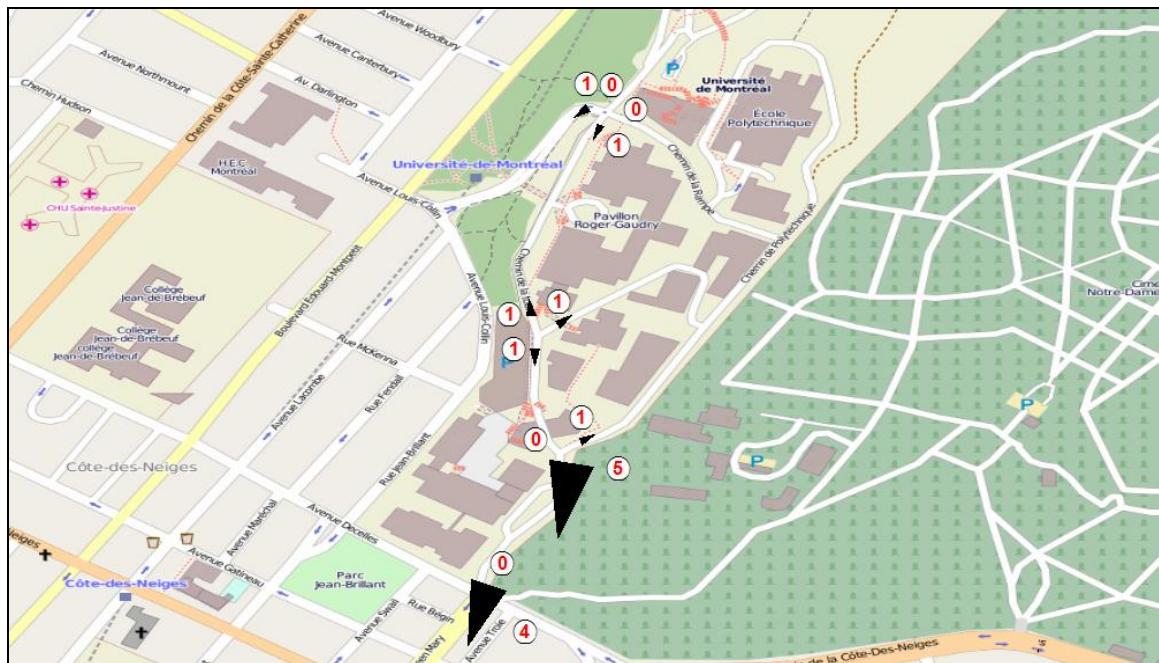


Figure G.70 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 9h45 à 10h



Figure G.71 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h à 10h15

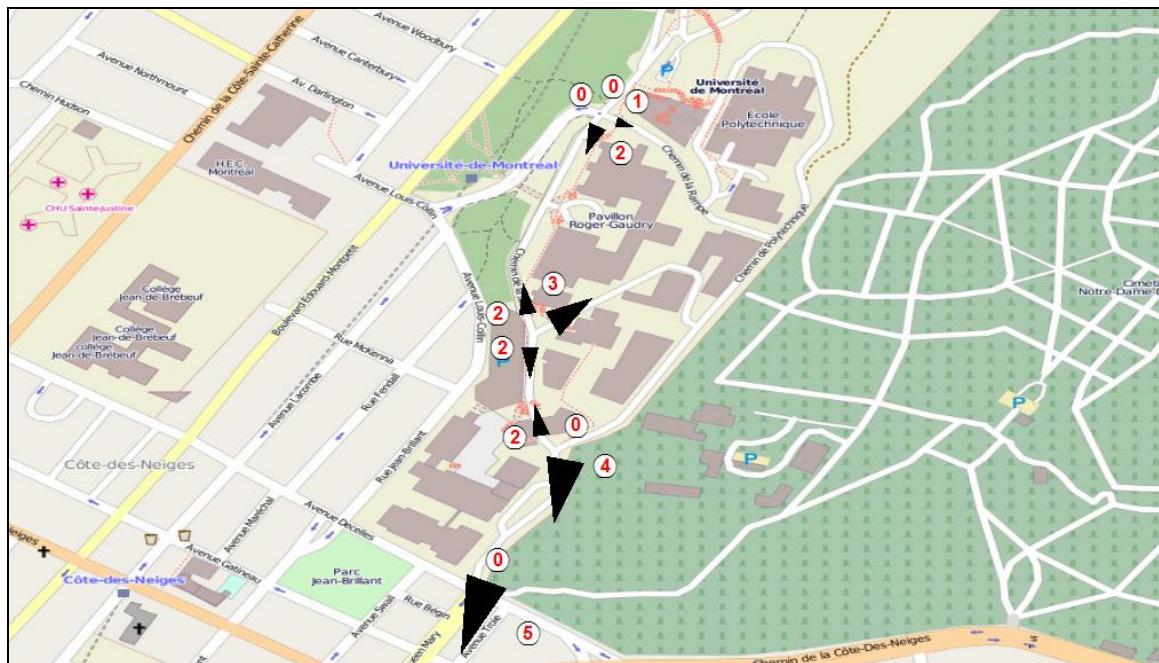


Figure G.72 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h15 à 10h30



Figure G.73 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h30 à 10h45

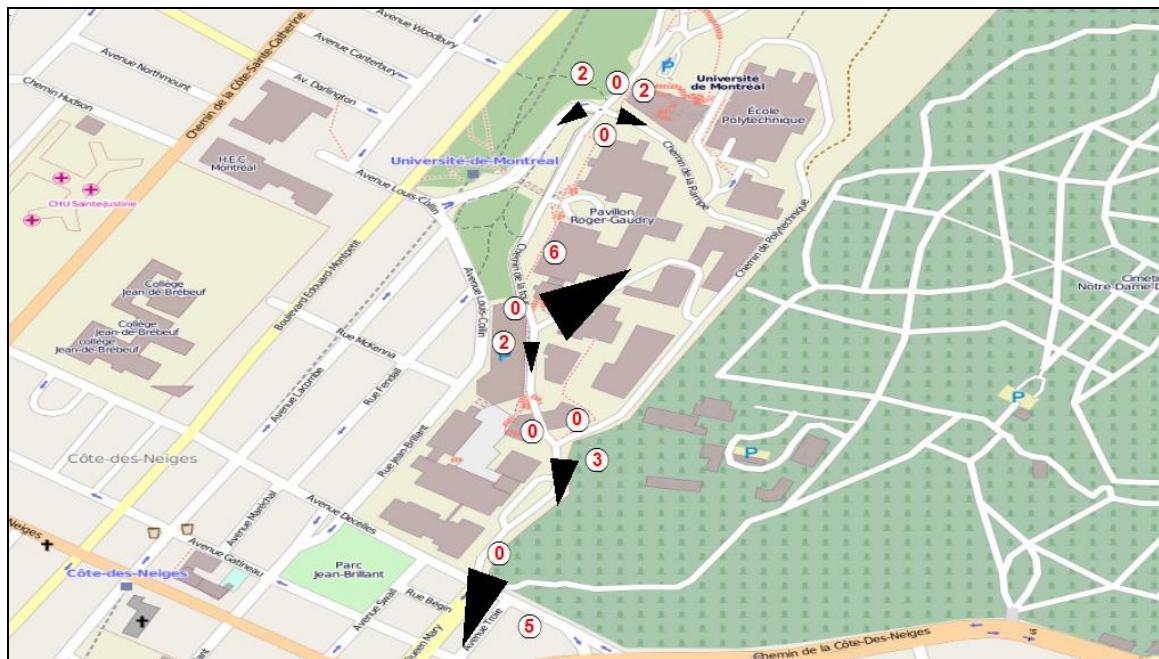


Figure G.74 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 10h45 à 11h

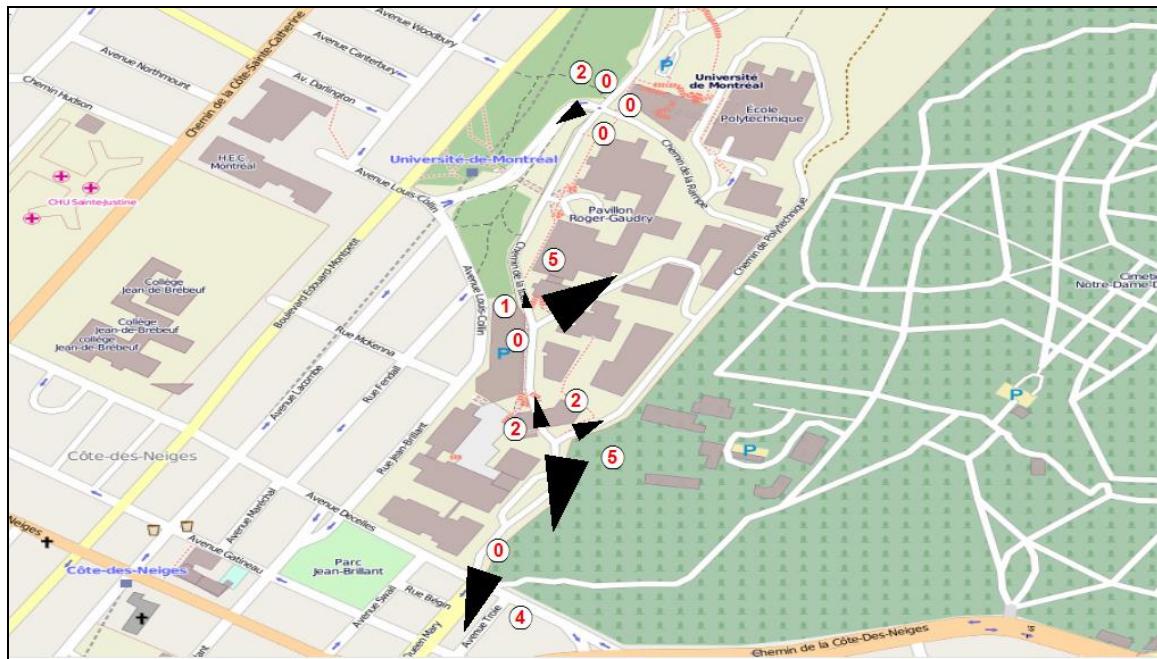


Figure G.75 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h à 11h15

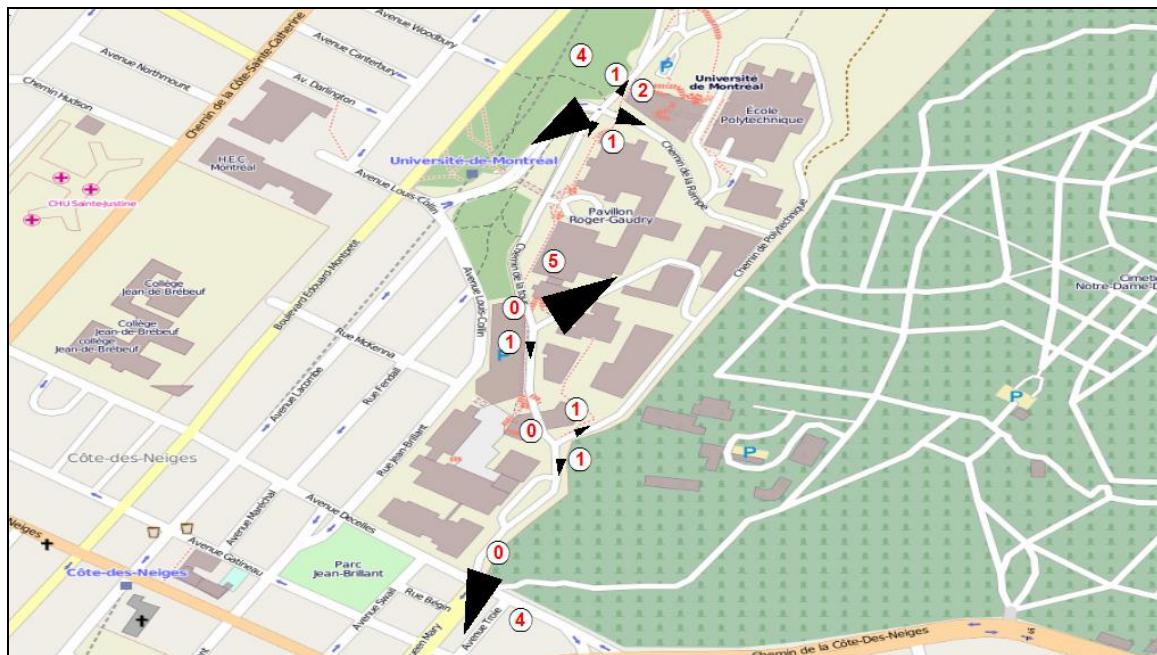


Figure G.76 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h15 à 11h30

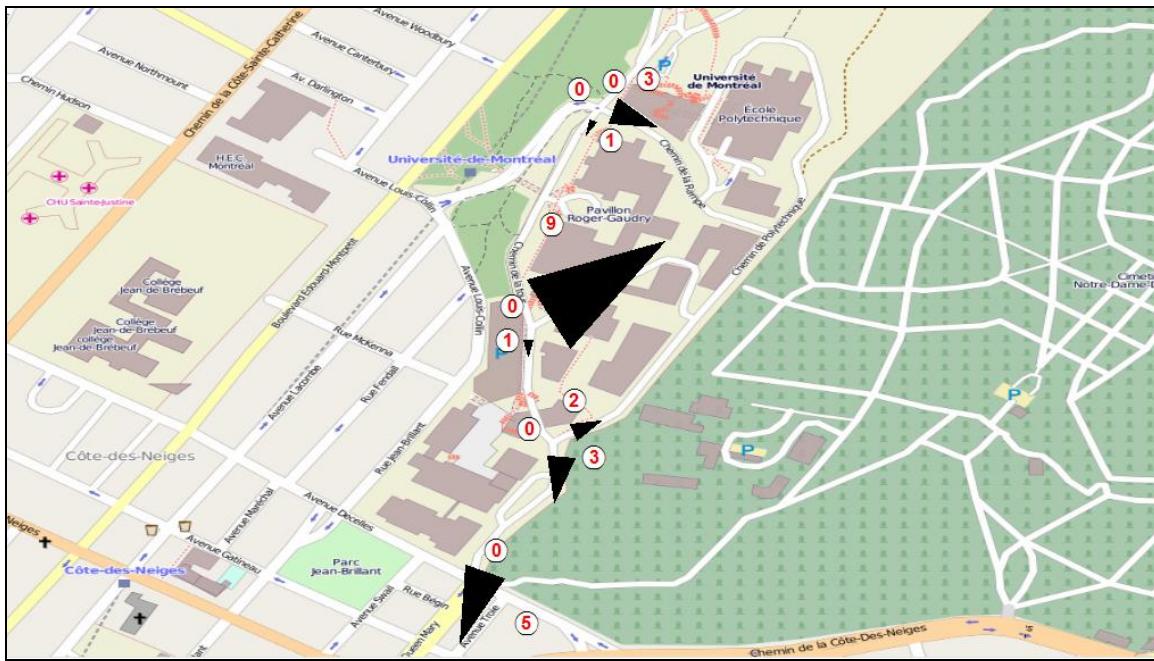


Figure G.77 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h30 à 11h45

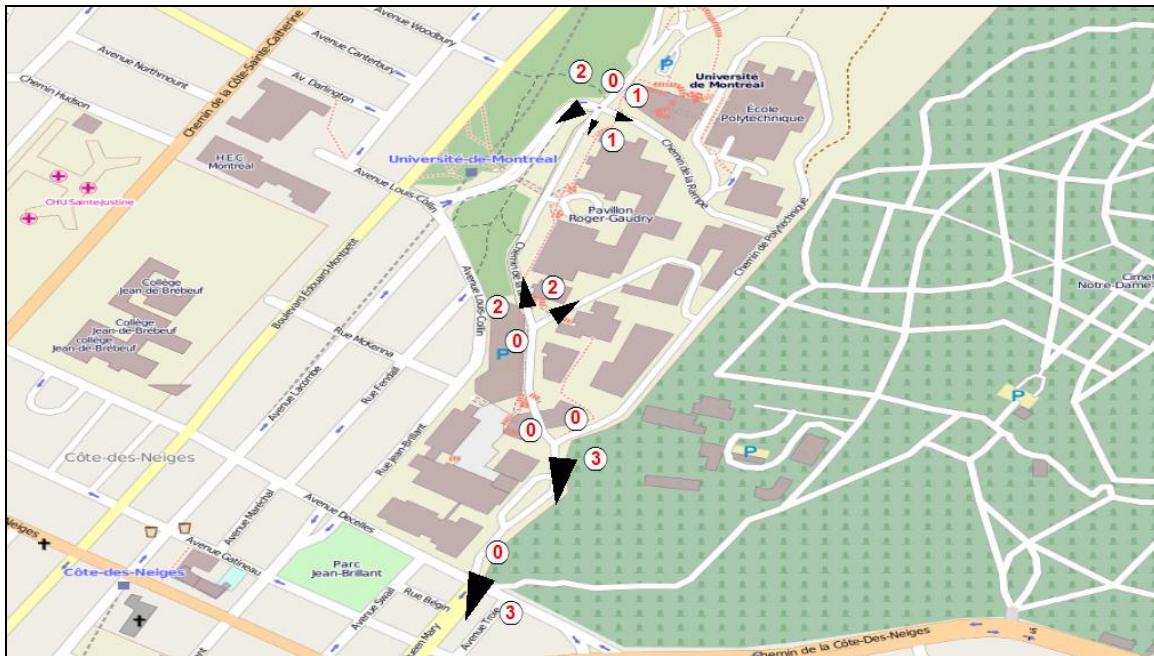


Figure G.78 - Directions des camions lors de leur dernier passage de 11h45 à 12h