



Application du modèle FRETURB à la grande région de Montréal

Présentation de François Sarrazin, Ph.D.

Projet de recherche sous la direction de Messieurs Bernard Gendron, Ph.D. et Martin Trépanier, B.Ing., Ph.D.

Symposium Chaire en transformation du transport

23 septembre 2020



Source: <https://www.turcot.transports.gouv.qc.ca/>



Contexte: logistique urbaine

- ▶ Logistique urbaine : dernier segment du réseau de transport ([Crainic et Montreuil 2016](#))
 - ▶ Assure l'approvisionnement des magasins et des ménages ([Crainic et al. 2004](#))
 - ▶ Transport de marchandises et de personnes partagent les mêmes artères ([Crainic et al. 2009](#))
 - ▶ Multiplicité de produits ([Gérardin et al. 2000](#))
- ▶ Population de plus en plus concentrée dans les villes ([Taniguchi et al. 2014](#)) et hausse du commerce électronique ([Crainic et al. 2009](#))



Source: <https://ici.radio-canada.ca/>

Contexte: Écologie

- ▶ Réchauffement climatique (<https://ici.radio-canada.ca/dossier/>)
- ▶ Le transport représente 24,4% du CO₂ émis dans le monde en 2016 (<https://webstore.iea.org/>)
- ▶ Le transport routier représente jusqu'à 74% des émissions de transport (*Ibid*)



Source: <https://www.ledevoir.com/>

Problématique

- ▶ Transport par camion peu rentable, car maillon le plus faible ([Holguin-Veras et al. 2014](#))
- ▶ Gestion décentralisée des flottes de camion ([Crainic et al. 2004](#))
- ▶ Phénomènes de congestion
- ▶ La plupart des problèmes de logistique (urbaine ou autre) se rapportent à une mauvaise gestion de l'espace et/ou du temps



Source: <https://www.lhebdojournal.com/>



Source: <https://ici.radio-canada.ca/>

Plan de la présentation

1. Principales solutions
2. Module FRETURB
 1. Présentation
 2. Résultats préliminaires
 3. Scénarios à tester
3. Conclusion



Source: <https://ici.radio-canada.ca/>

1- Principales solutions

- ▶ Centres de distribution urbains
- ▶ Transport multimodal
 - ▶ Utilisation de vélos électrique
 - ▶ Trains
 - ▶ Livraisons par drones
- ▶ Composition des flottes de véhicules
- ▶ Livraisons en dehors des heures de pointe
- ▶ Combinaison de livraisons entrantes et sortantes
- ▶ Optimisation et simulation



Source: <http://www.railpictures.ca>

2.1- Module FRETURB : Présentation

- ▶ Développé à Lyon en France (années 1990-2000) à travers une série de sondages
- ▶ Hypothèse de base: Existence « d'invariants » permettant d'estimer les flux de marchandises
- ▶ Projette le nombre de livraisons à partir de données:
 - ▶ Emplois
 - ▶ Géographiques
 - ▶ Ampleur des organisations (interactions à l'intérieur de celles-ci)
 - ▶ Taille physique des établissements
- ▶ Unité d'observation choisie: « mouvement »



Florence Toilier:
<https://www.sciencedirect.com/>



Bernard Gerardin:
<http://pagesperso-orange.fr/>



Jean-Louis Routhier:
<https://www.sciencedirect.com/>

2.1- Glossaire FRETURB (Gerardin et al. 2000)

- ▶ **Mouvement:** Réception, expédition, ou opération conjointe (réception et expédition) effectuée à l'aide d'un véhicule motorisé (une livraison peut comprendre plusieurs colis)
- ▶ **Parcours :** Un ensemble des points successifs touchés par le chauffeur-livreur pour ramasser ou livrer des marchandises
- ▶ **Tournée :** un parcours comportant plus d'un point de livraison
- ▶ **Véhicules équivalents :** Pondération appliquée aux différents types de véhicules

2.1- Intrants corporatifs

- ▶ Fichier « Établissements » :
 - ▶ Nom de l'établissement
 - ▶ Secteur économique de l'établissement (code français NAF)
 - ▶ Nombre d'employés
 - ▶ Adresse complète
 - ▶ Identifiant unique (codes SIREN, NIC et SIRET)
- ▶ Fichier « Zone » :
 - ▶ Secteurs géographiques
 - ▶ Population
 - ▶ « Distance au centre »



Source: <http://tmv.laet.science/modele/>

2.1- Adaptation des intrants

Intrant	France	Canada
Nom et adresse des établissements	Base de données SIRENE	Base de données DMTI
Population	Base de données SIRENE	Données du recensement
Nombre d'employés	Base de données SIRENE	Nombre généré aléatoirement + recensement
Surface des établissements		
Distance au centre de la région	Fichier Zones	Calcul avec QGIS à partir de la Place Ville-Marie
Identifiant unique	Codes SIREN et NIC	Identifiant unique « maison »
Secteur géographique	Fichier Zones	Base de données DMTI (Secteurs de recensement)
Secteur d'activité	Base de données SIRENE (Codes NAF)	Base de données DMTI (Codes SCIAN converti en NAF)

2.1- Base de données DMTI

- ▶ Traitement:
 - ▶ Standardisation des adresses
 - ▶ Standardisation des noms d'entreprise (pour connaître leur ampleur)
 - ▶ Correction des erreurs
 - ▶ Géographiques
 - ▶ Secteurs économiques
 - ▶ Éliminer les doublons et les commerces ayant fermé
 - ▶ 86 % des lignes ont subi un changement depuis le début du projet (28% un changement majeur)!

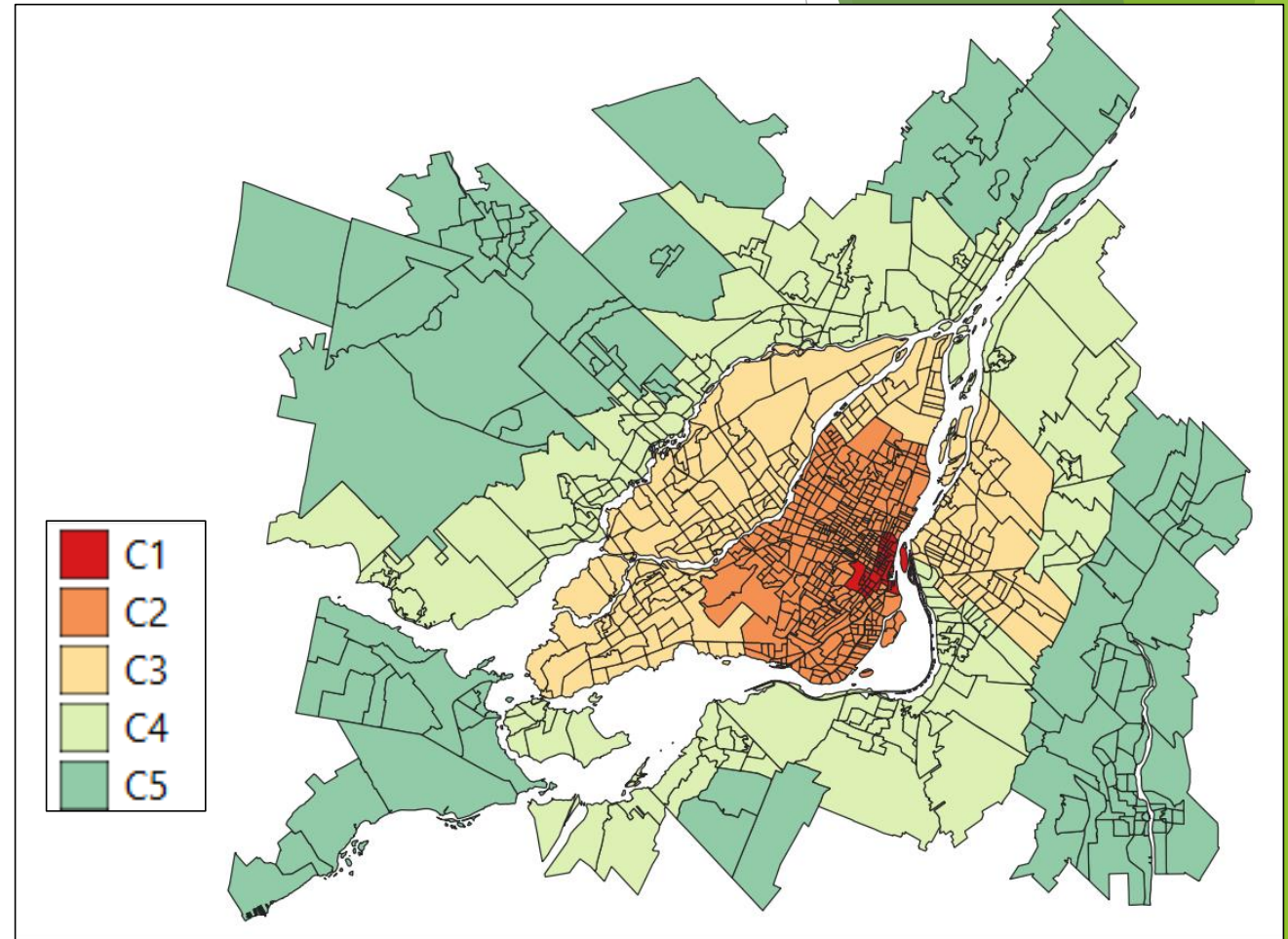


2.1- Extrants produits par FRETURB

- ▶ Nombre de mouvements
- ▶ Nombre de cueillettes et livraisons
- ▶ Kilomètres parcourus (y compris en véhicules équivalents)
- ▶ Stationnement en double
- ▶ Résultats par secteur géographique, secteur économique et par heure de la journée

2.1- Simulation FRETURB : Portrait de la RMR de Montréal

- ▶ 970 secteurs de recensement
- ▶ 98 « macros zones »
 - ▶ À Montréal: arrondissements et villes liées
- ▶ Cinq couronnes
- ▶ 1 768 000 emplois (recensement 2016)
- ▶ 160 000 établissements



Couronnes de la région de Montréal

Source: [François Sarrazin](#)

2.2- Simulation FRETURB : Résultats préliminaires (par semaine)

- ▶ 1 856 000 mouvements
- ▶ 4 550 000 kilomètres parcourus (8 690 000 en véhicules équivalents)
- ▶ 28 000 heures de stationnement en double file par semaine (53 000 en véhicules équivalents)



Source: <https://www.transportroutier.ca/>

2.2- Résultats préliminaires: par couronne

COURONNE	Établissements	Mouvements	Emplois	Emplois/étab.	Mouv./étab.	Mouv./emplois
C1	14 743	177 939	280 480	19.0	12.1	0.6
C2	61 127	712 477	657 818	10.8	11.7	1.1
C3	37 819	464 991	404 861	10.7	12.3	1.1
C4	25 855	283 691	245 562	9.5	11.0	1.2
C5	20 927	217 457	179 551	8.6	10.4	1.2
Total	160 471	1 856 555	1 768 272	11.0	11.6	1.0

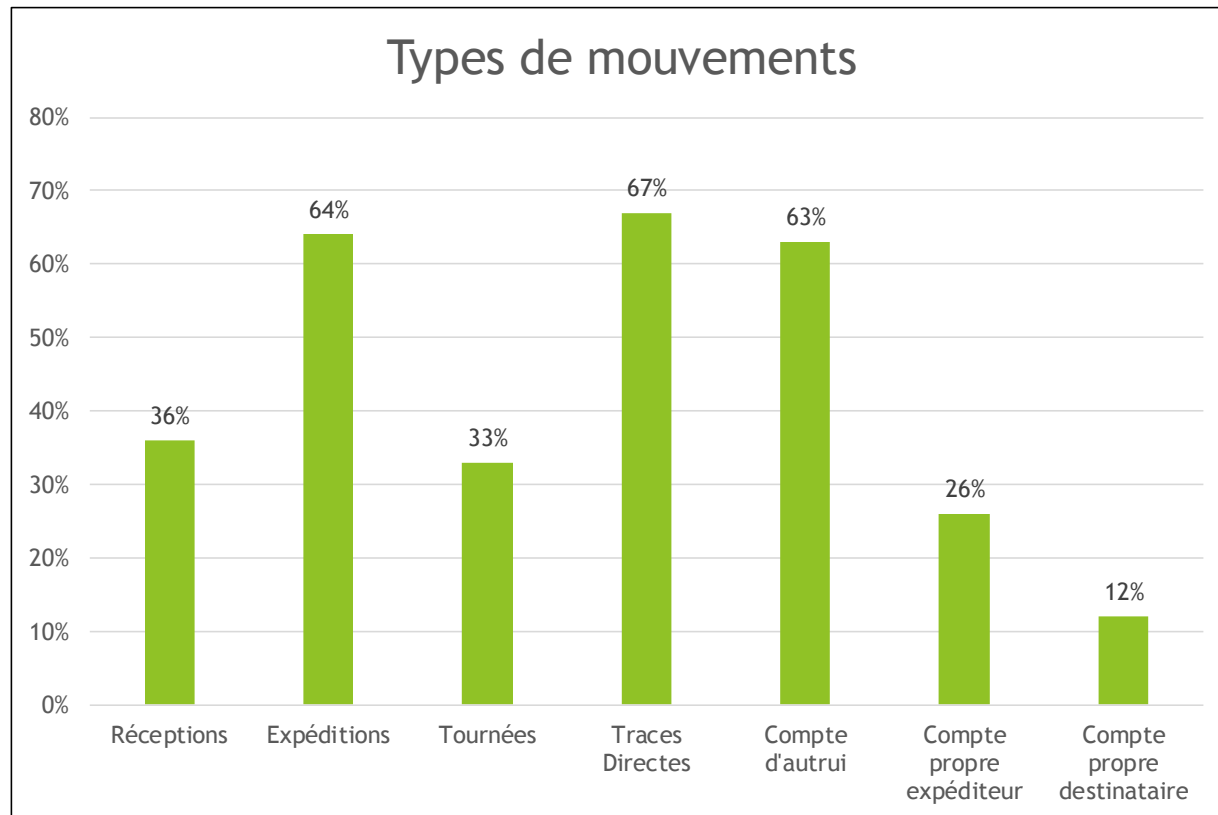
2.2- Résultats préliminaires: résultats par secteur économique

Secteur économique	Établissements	Mouvements	Emplois	Emp./étab.	Mouv./étab.	Mouv./emp.
Agriculture	1 595	6 893	9 832	6.2	4.3	0.7
Artisanat- services	38 242	296 911	313 862	8.2	7.8	0.9
Commerce de gros	8 027	349 810	60 754	7.6	43.6	5.8
Entrepôts- transport	1 198	127 239	13 493	11.3	106.2	9.4
Grande distribution	100	3 227	3 860	38.6	32.3	0.8
Industrie	23 009	383 640	268 533	11.7	16.7	1.4
Petit commerce Tertiaire de bureau	38 788	547 735	347 491	9.0	14.1	1.6
	49 512	141 099	750 448	15.2	2.8	0.2
TOTAL	160 471	1 856 555	1 768 272	11.0	11.6	1.0

2.2- Part des mouvements par secteur économique et par couronne

COURONNE	Artisanat- services	Commerce de gros	Entrepôts- transport	Industrie	Petit commerce	Tertiaire de bureau	TOTAL
C1	21%	8%	11%	30%	15%	15%	177 939
C2	16%	21%	22%	28%	7%	5%	712 477
C3	15%	24%	21%	27%	6%	7%	464 991
C4	15%	21%	17%	34%	6%	5%	283 691
C5	16%	24%	14%	31%	6%	8%	217 457
Total	16%	21%	19%	30%	8%	7%	1 856 555

2.2- Types de mouvements



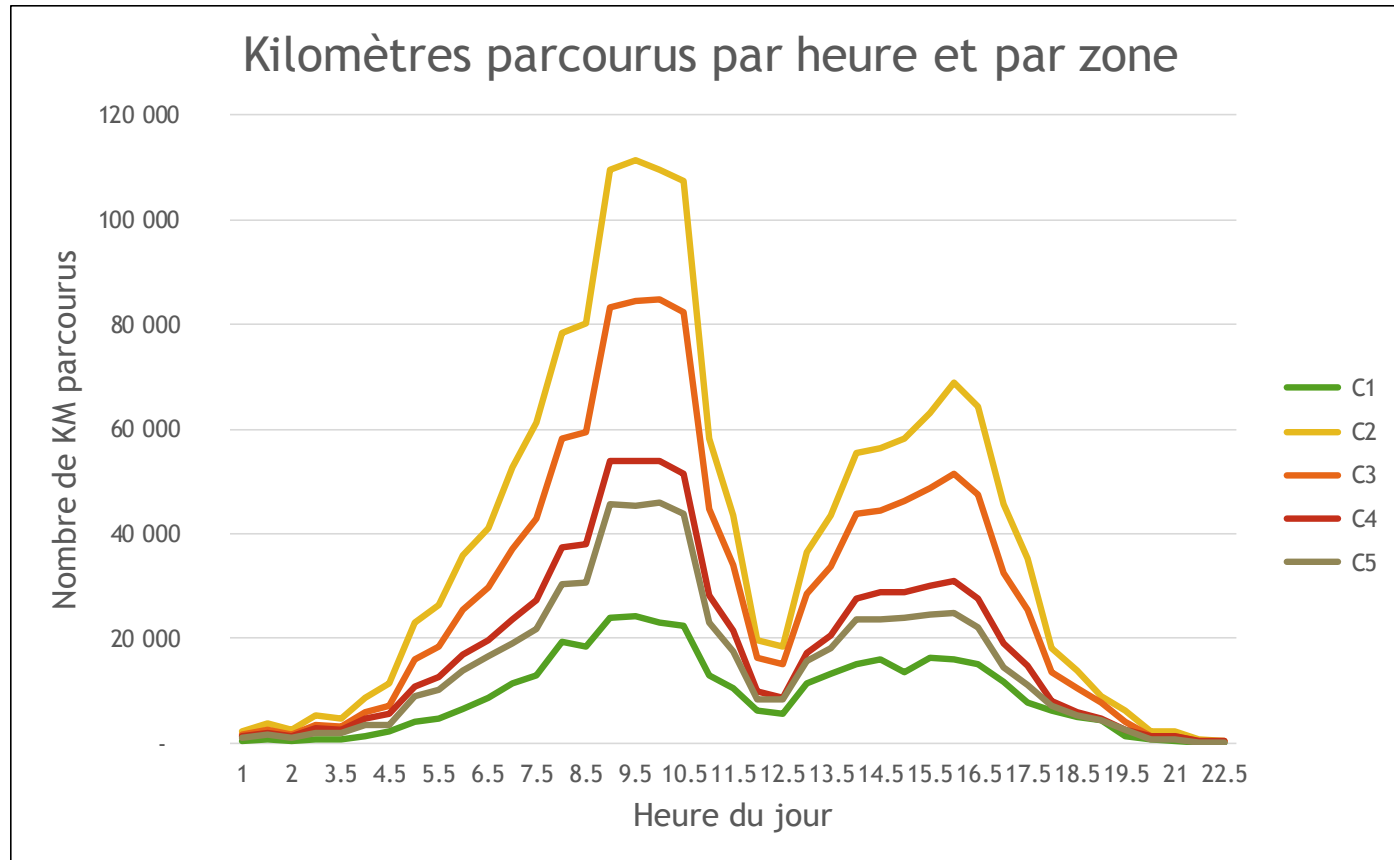
2.2- Types de stationnement par couronne

COURONNE	Privé	Autorisé	Interdit	Double-file	
C1		15%	9%	7%	69%
C2		50%	16%	7%	26%
C3		64%	13%	7%	16%
C4		67%	12%	7%	14%
C5		68%	12%	7%	13%
Total		55%	13%	7%	24%

2.2- Part des mouvements par type de véhicule et par couronne

COURONNE	Cycles	Fourgonnettes	Camionnettes	Porteurs	Articulés
C1	3%	37%	27%	21%	13%
C2	2%	36%	28%	23%	10%
C3	2%	34%	28%	23%	13%
C4	2%	36%	29%	23%	11%
C5	2%	34%	28%	23%	13%
Total	2%	36%	28%	23%	12%

2.2- Répartition temporelle des livraisons (véhicules équivalents)



2.3- Simulation FRETURB : Scénarios à évaluer

- ▶ Changements dans le fonctionnement du réseau
- ▶ Changements dans la structure physique du réseau
- ▶ Changements sociaux économiques



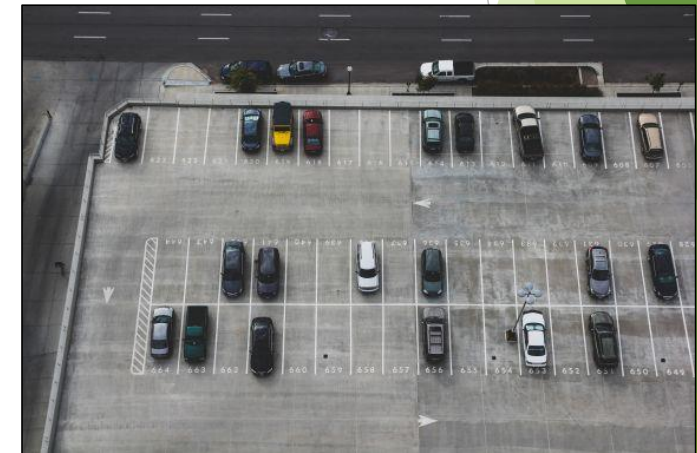
Source: <https://www.decomurale.ca/>

2.3- Changements dans le fonctionnement du réseau

- ▶ Livraisons en dehors des heures normales
- ▶ Espaces de stationnement
- ▶ Limites de vitesse
- ▶ Changements dans les véhicules (électriques, vélos, « low-speed vehicles »)



Source: <https://www.lesaffaires.com/>

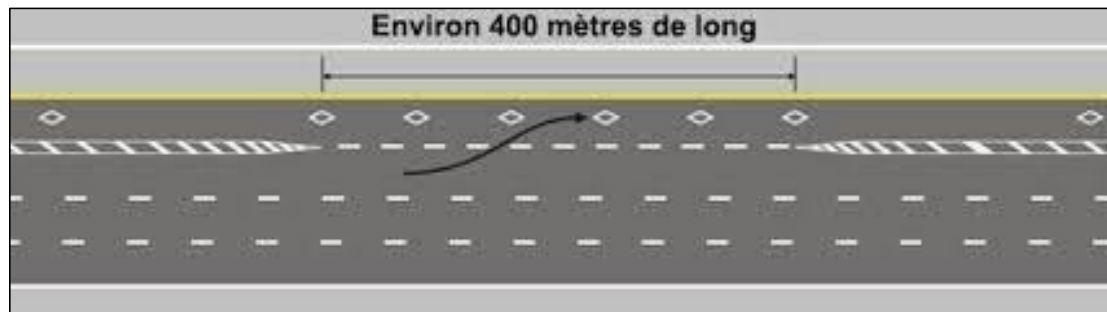


Source: <https://www.lesaffaires.com/>

23

2.3- Changements dans la structure géographique du réseau

- ▶ Ajouter (ou enlever) un ou plusieurs entrepôts et centres de transbordement
- ▶ Éloignement ou rapprochement (du centre) des entrepôts/centres de distribution
- ▶ Changements au réseau urbain (ouverture/fermeture de certaines voies)



Source: <http://www.mto.gov.on.ca/>



Source: <https://ici.radio-canada.ca/>

2.3- Changements sociaux économiques

- ▶ Contraction économique (COVID-19) vs expansion économique (en supposant la même distribution spatiale)
- ▶ Changements dans la répartition des emplois (entre les couronnes)
- ▶ Concentration vs diversification (nombre d'entités)



Source: <https://onfr.tfo.org/>



Source: <https://www.finance-investissement.com/>

3- Conclusion

- ▶ Défis majeurs
- ▶ Peu de données: oblige à faire des projections
- ▶ Le module FRETURB et la base de données DMTI demandent un travail important d'adaptation
- ▶ Les scénarios concernant les variations sociales et économiques sont les plus faciles à générer
- ▶ Besoin de la collaboration de partenaires pour valider certaines hypothèses/paramètres



Source: <https://ici.radio-canada.ca/>

Remerciements

- ▶ Florence Toilier et toute l'équipe FRETURB à Lyon
- ▶ Jimmy Roberge (bibliothèque de Polytechnique) - Données DMTI
- ▶ Daniel Mathieu (ville de Montréal) : Données dans les secteurs industriels de Montréal



Merci!



Source: <https://www.transportroutier.ca/>

francois.sarrazin.2@umontreal.ca

Chaire en transformation du transport
Montréal
23 septembre 2020



Type de compte par secteur économique

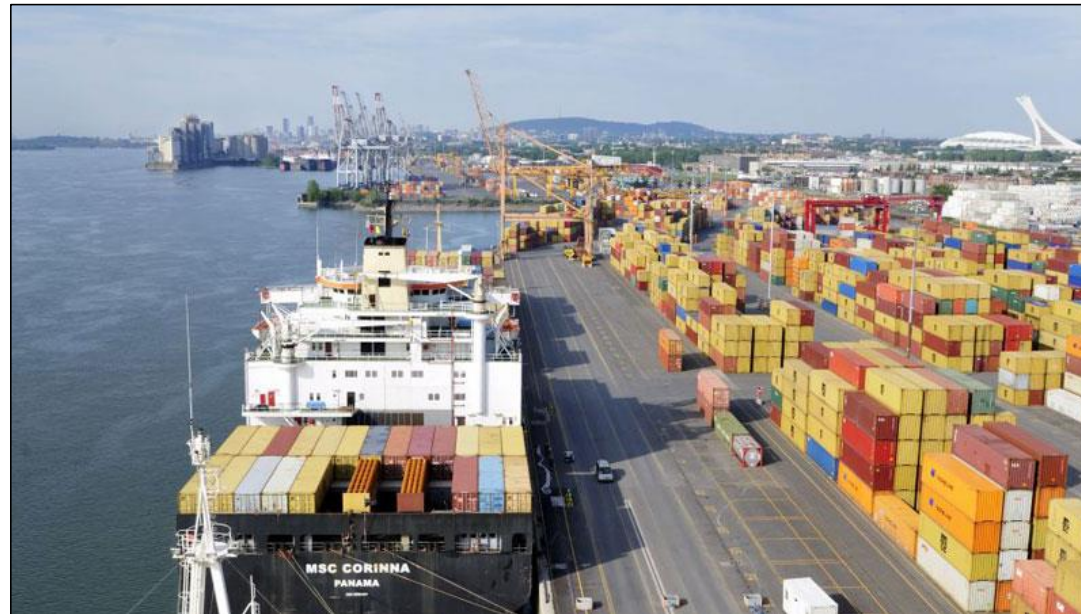
Secteur	Compte d'autrui	Compte propre expéditeur	Compte propre destinataire
Agriculture	60%	15%	25%
Artisanat-services	63%	22%	15%
Commerce de gros	63%	21%	16%
Entrepôts-transport	79%	14%	7%
Grande distribution	82%	15%	3%
Industrie	72%	19%	8%
Petit commerce	54%	34%	12%
Tertiaire de bureau	54%	43%	3%
Total général	63%	26%	12%

Types de mouvements par secteur

Secteur	Réceptions	Expéditions	Tournées	Traces Directes	Compte d'autrui	Compte propre expéditeur	Compte propre destinataire
Agriculture	49%	51%	1%	99%	60%	15%	25%
Artisanat-services	23%	77%	77%	23%	63%	22%	15%
Commerce de gros	58%	42%	62%	38%	63%	21%	16%
Entrepôts-transport	63%	37%	32%	68%	79%	14%	7%
Grande distribution	28%	72%	78%	22%	82%	15%	3%
Industrie	43%	57%	67%	33%	72%	19%	8%
Petit commerce	25%	75%	66%	34%	54%	34%	12%
Tertiaire de bureau	9%	91%	96%	4%	54%	43%	3%
TOTAL	36%	64%	33%	67%	63%	26%	12%

Transport multimodal

- ▶ Peut impliquer le maritime ([Crainic et al. 2018](#)), l'aérien (*ibid*) ou le train combinés au camion ([Browne et al. 2014](#))
- ▶ Livraisons par drones ([Arambout et al. 2019](#))
- ▶ Vélos électriques



Source: <http://www.groupeabs.com/a-bon-port/>

Utilisation de vélos électrique

- ▶ Jusqu'à 6 tonnes d'émissions de CO₂ de moins pour chaque camionnette remplacée par un vélo ([Dablanc et Rakotonarivo 2010](#))
- ▶ Plus sécuritaire, mobile
- ▶ Beaucoup moins polluant
- ▶ Plus lent (mais pas tant que cela...)
- ▶ Rayon d'action limité
- ▶ Pas de stationnement en double
- ▶ Adapté au secteur des services et aux petits commerces



Source: <https://www.lesaffaires.com/>