

# **Micro-consolidation partagée pour la livraison de colis par vélo**

**Présenté à Coop Carbone**

## Table des matières

Introduction .....	3
Scénario 1 - Les stations de Tramway .....	4
Mise en contexte.....	4
Hypothèse et Contraintes .....	5
Hypothèses - Capacité maximale d'un CMC .....	5
Hypothèses – Taux de remplissage minimal d'un CMC .....	5
Hypothèses - Capacité d'un vélo.....	5
Hypothèses – Capacité de déplacement.....	5
Contrainte – Liste de CMC à considérer .....	5
Méthode de sélection – CMC.....	6
Filtre 5km autour des candidats potentiel .....	7
Méthode d'analyse.....	7
Moyenne des entreprises .....	8
Résultat .....	10
Scénario 2 – Identification de CMC sur le territoire de Montréal.....	12
Mise en contexte.....	12
Hypothèse et Contraintes .....	12
Hypothèses - Capacité maximale d'un CMC .....	12
Hypothèses – Taux de remplissage minimal d'un CMC .....	12
Hypothèses - Capacité d'un vélo.....	12
Hypothèses – Capacité de déplacement.....	12
Contraintes – Liste de CMC à considérer .....	12
Méthode de sélection – CMC.....	13
Filtre 5km autour des candidats potentiel .....	13
Méthode d'analyse.....	13
Moyenne des entreprises .....	14
Résultat .....	16

## Introduction

Dans le cadre de ce projet, Coop Carbone a fait appel au savoir-faire logistique de Gomove. Reconnu pour son expertise en logistique et en solutions de transport innovantes, Gomove apporte une dimension cruciale à l'étude, notamment par son expérience approfondie dans l'optimisation des flux de transport et la réduction de l'empreinte carbone.

1. **Identification des emplacements et conditions optimaux** : Le premier objectif est d'identifier les lieux et conditions les plus propices pour le déploiement d'un réseau de centres de micro-consolidation (CMC) partagés pour la livraison de colis. Cette étape implique une analyse détaillée de divers facteurs géographiques et logistiques pour déterminer où ces centres peuvent être établis le plus efficacement. Deux scénarios seront considérés. Le premier étant d'utiliser les stations de Tramway future afin d'y associer des CMC. Le deuxième scénario consiste à identifier des emplacements idéals partout à Montréal.
2. **Quantification de l'impact** : Le second aspect est de quantifier l'impact de ce réseau en termes d'émissions de gaz à effet de serre (GES), de kilomètres évités et transférés, de coûts et d'autres métriques pertinentes. Cela impliquerait l'utilisation de données estimées et de paramètres pour évaluer les avantages environnementaux et économiques du réseau de CMC.

Le projet utilisera des ensembles de données fournis par Coop Carbone, couvrant différents types de transporteurs. En utilisant ces données, vous modéliserez les flux de colis et proposerez les emplacements les plus optimaux pour les CMC partagés dans le Grand Montréal. Cette modélisation sera basée sur deux types de scénarios, qui impliqueront probablement différentes hypothèses ou variables influençant le déploiement et l'efficacité du réseau de CMC.

## Scénario 1 - Les stations de Tramway

### Mise en contexte

Dans ce scénario, l'objectif est d'incorporer le réseau de tramway de l'Est de Montréal dans la planification des Centres de Micro-Consolidation (CMC) pour la livraison de colis.

Notre étude se focalise sur l'élaboration de plusieurs scénarios stratégiques qui s'appuient sur le réseau de tramway en développement dans l'est de Montréal. Les éléments clés de notre recherche incluent :

La détermination précise des futures stations de tramway adaptées pour l'intégration de Centres de Micro-Consolidation (CMC). L'objectif est d'identifier les stations les plus stratégiques pour y implanter des CMC en fonction de leur emplacement et de leur potentiel de flux de colis.

Les données des tracés du tramway seront utilisées pour produire :

- a. Une cartographie détaillée des emplacements potentiels pour les CMC, offrant une visualisation claire des sites proposés.
- b. Des estimations initiales des flux de colis, fournissant une compréhension préliminaire du volume de distribution à travers les CMC proposés.

La première phase implique l'identification des futures stations de tramway et la sélection des emplacements les plus appropriés pour l'installation des CMC. L'étude englobe l'ensemble des stations de Montréal, comprenant 207 candidats potentiels, comme illustré sur la carte ci-dessous.

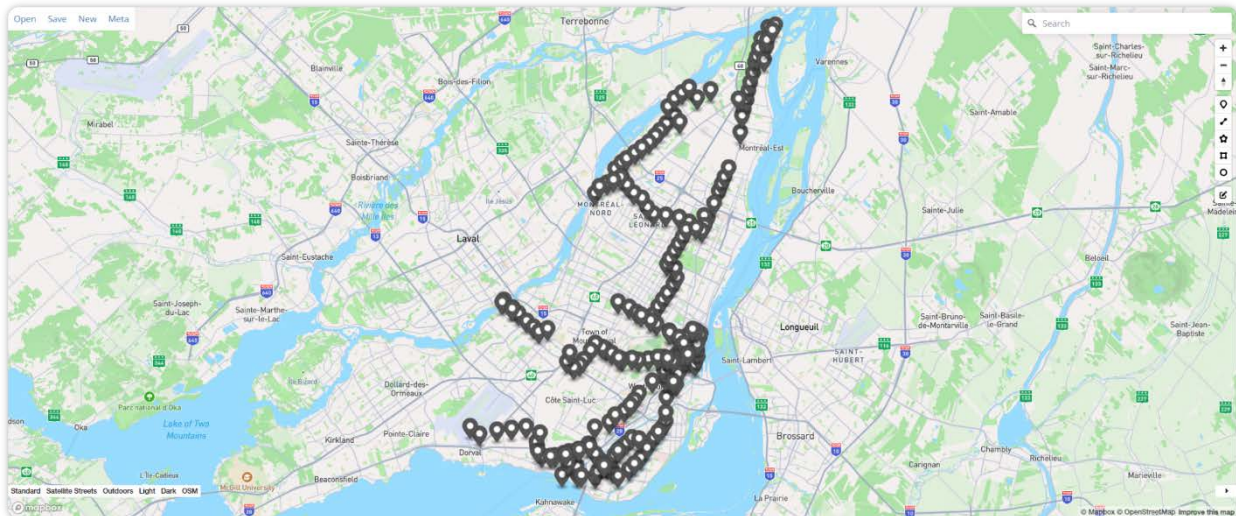


Figure 1 : Station de Tramway

## Hypothèse et Contraintes

### Hypothèses - Capacité maximale d'un CMC

Une des hypothèses fondamentales est que la capacité maximale permise pour un CMC est de 6 vélos, lesquels peuvent transporter jusqu'à 720 colis dans un espace de 1500 pieds carrés.

### Hypothèses – Taux de remplissage minimal d'un CMC

Dans la gestion des Centres de Micro-Consolidation (CMC), il est impératif d'adopter une stratégie de gestion de l'espace qui garantisse à la fois l'efficacité et la flexibilité. À cette fin, une politique de remplissage des entrepôts a été établie, stipulant que les CMC doivent maintenir un minimum de 50 % d'utilisation de l'espace disponible. Cela signifie qu'un minimum de 3 vélos doit être utilisé pour respecter cette politique.

### Hypothèses - Capacité d'un vélo

Chaque vélo peut transporter jusqu'à 60 colis par tournée, et deux tournées sont effectuées par jour, ce qui représente une capacité totale de 120 colis par vélo.

### Hypothèses – Capacité de déplacement

Nous restreindrons la distance de déplacement des vélos à un rayon de 3,5 km autour de la station sélectionnée afin de garantir une distribution efficiente. Cette approche permet de maintenir une empreinte carbone réduite, en favorisant des déplacements courts et éco-responsables pour les vélos utilisés dans le processus de livraison.

### Contrainte – Liste de CMC à considérer

Une liste de 207 Centres de Micro-Consolidation (CMC) potentiel nous a été fournie, correspondant aux stations de tramway situées sur l'île de Montréal.

## Méthode de sélection – CMC

Vous trouverez ci-bas donnés consolidés provenant de l'ensemble des opérateurs logistiques, notamment Poste Canada, Nationex et Purolator. Ces données ont été compilées et préparées avec soin afin de fournir une représentation cartographique détaillée de l'ensemble du réseau logistique. La consolidation de ces informations provenant de divers opérateurs permet d'obtenir une vue complète et holistique de la distribution des colis dans la région spécifiée. Les points bleus indiquent les clients déjà livrés.

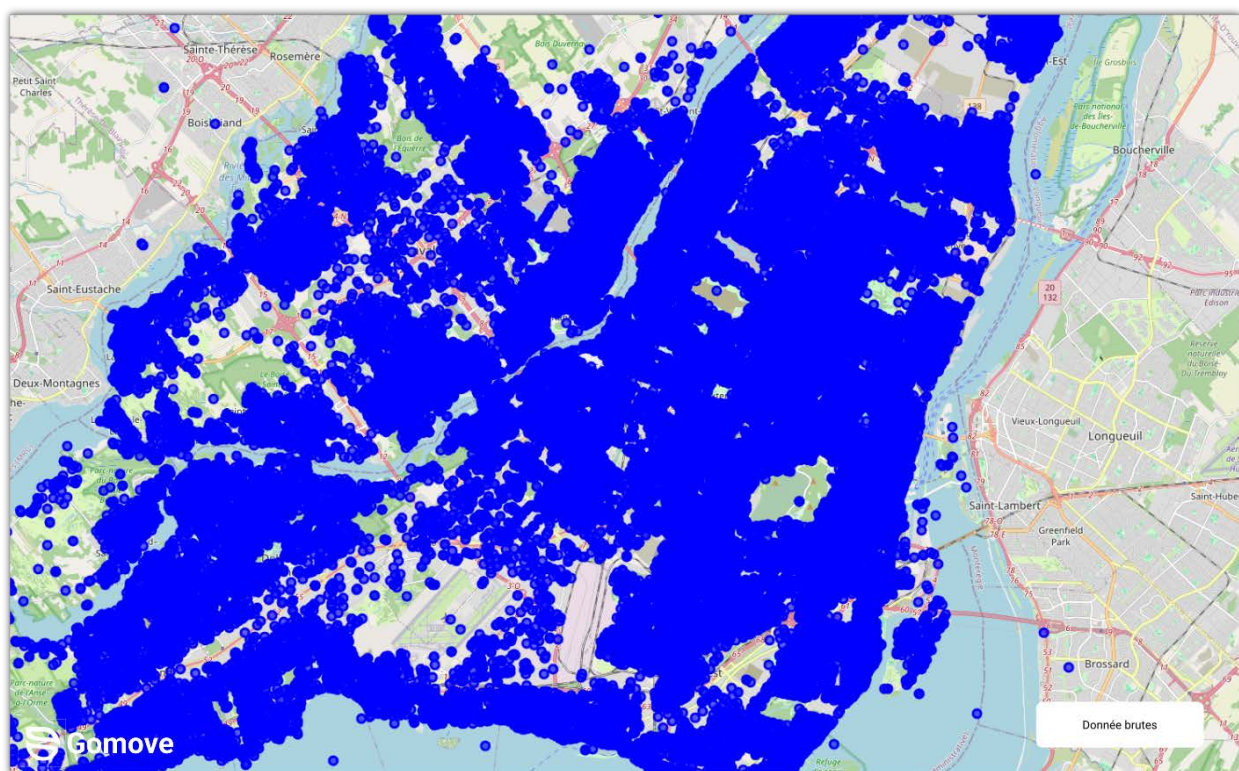


Figure 2: Adresses de livraisons

## Filtre 5km autour des candidats potentiel

Dans le but de peaufiner notre méthodologie de sélection des sites potentiels pour les Centres de Micro-Consolidation (CMC), nous avons élaboré un premier critère basé sur la proximité géographique. Cette étape initiale consiste à évaluer minutieusement les zones situées dans un rayon de 5 kilomètres le long du tracé projeté du tramway. Cette approche de filtrage préliminaire a été spécialement conçue pour optimiser et accélérer le processus analytique de notre module d'optimisation.

Il est à noter que seuls les points localisés sur l'île de Montréal seront pris en compte dans cette analyse.

## Méthode d'analyse

### *Poste Canada*

Une première analyse exhaustive a été menée sur les 207 CMC candidats potentiels, chacun représentant une station de tramway et les clients desservis par Poste Canada. Cette étape sert de fondement à nos prochaines analyses. Sur les 207 CMC, 93 ont été sélectionnés dans le but de réduire les coûts de livraison et d'éviter l'ouverture de CMC superflus, c'est-à-dire ceux nécessitant au moins 4 vélos.

### *Purolator*

Dans le même esprit, une première analyse est conduite avec les clients de Purolator afin de comprendre la distribution des clients dans ces 93 CMC. Sur les 93 CMC, 55 ont été sélectionnés dans le but de réduire les coûts de livraison et d'éviter l'ouverture de CMC superflus, c'est-à-dire ceux nécessitant au moins 2 vélos. Les clients initialement assignés au CMC ignoré étaient redistribués stratégiquement vers les CMC voisins.

### *Nationex*

De manière similaire, une première analyse a été menée sur les clients de Nationex afin de comprendre leur distribution dans ces 93 CMC sélectionnés. Sur les 93 CMC, 11 ont été sélectionnés dans le but de réduire les coûts de livraison et d'éviter l'ouverture de CMC superflus, c'est-à-dire ceux nécessitant au moins 2 vélos. Les clients initialement assignés au CMC ignoré étaient redistribués stratégiquement vers les CMC voisins.

Ci-bas, vous trouverez une carte présentant de manière optimale les emplacements choisis pour les Centres de Micro-Consolidation (CMC) pour Purolator par exemple. L'objectif de cette sélection est de minimiser les coûts de transport tout en réduisant notre dépendance aux véhicules à combustion. Pour une analyse approfondie des données et pour consulter la liste précise des emplacements retenus, ainsi que leurs taux d'occupation respectifs, nous vous invitons à vous référer au tableau Excel inclus « Scenario 1 - Tramway - Choix des CMC ».

Les points bleus indiquent les clients, tandis que les différentes couleurs identifient les CMC identifiés ainsi que les clients qui s'y rattachent.

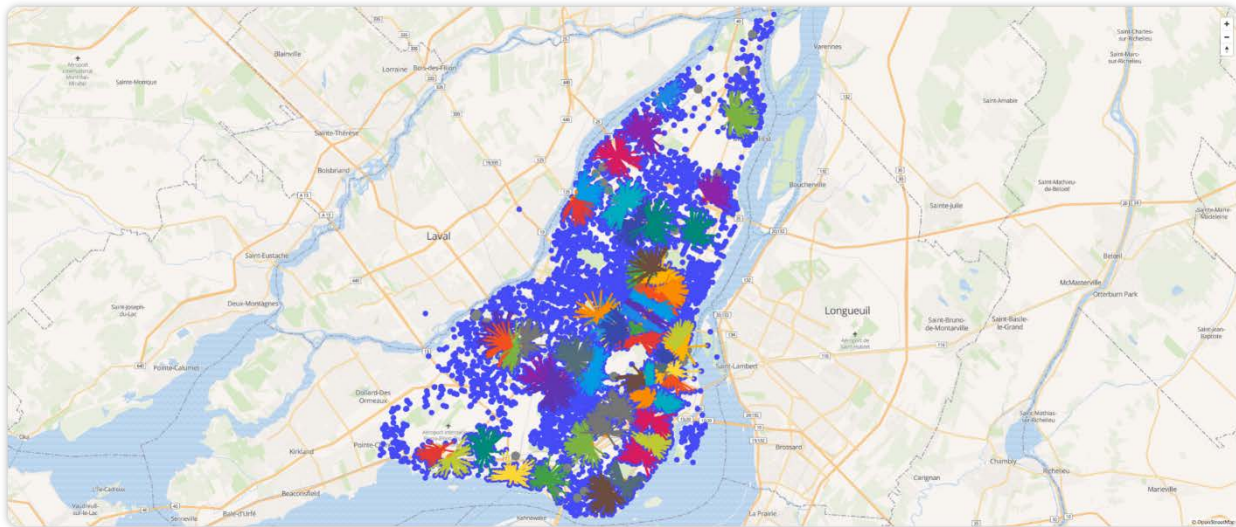


Figure 3: CMC Identifiés (Scénario 1)

### Moyenne des entreprises

Nous avons calculé chaque moyenne pour Purolator, Nationex et Poste Canada en utilisant des données brutes comprenant plus de 100 000 points sur l'île de Montréal. Ces données englobaient diverses mesures essentielles pour notre analyse.

La table ci-dessous fournie comprend les métriques suivantes :

**"Colis / route"** : Cela représente le nombre moyen de colis traités par route pour chaque entreprise respective.

- Pour Purolator, la moyenne est de 78 colis par route.
- Pour Nationex, la moyenne est de 96 colis par route.
- Pour Poste Canada, la moyenne est de 65 colis par route.

"Adresse / route" : Cela indique le nombre moyen d'adresses desservies par route pour chaque entreprise.

- Pour Purolator, la moyenne est de 51 adresses par route.
- Pour Nationex, la moyenne est de 40 adresses par route.
- Pour Poste Canada, la moyenne est de 60 adresses par route.

"Km entre deux adresses" : Cela désigne la distance moyenne entre deux adresses le long d'une route pour chaque entreprise, mesurée en kilomètres.

- Pour Purolator, la distance moyenne est de 0,59 kilomètres entre deux adresses.
- Pour Nationex, la distance moyenne est de 0,88 kilomètres entre deux adresses.
- Pour Poste Canada, la distance moyenne est de 0,45 kilomètres entre deux adresses.

<b>Moyenne - Puro colis / route</b>	<b>Moyenne - Nationex colis / route</b>	<b>Moyenne - Poste Canada colis / route</b>
78.00	96.00	65.00
<b>Arrêts / route</b>	<b>Arrêts / route</b>	<b>Arrêts / route</b>
51	40	60
<b>Km entre deux arrêts</b>	<b>Km entre deux arrêts</b>	<b>Km entre deux arrêts</b>
0.677	0.88	0.45

*Figure 4: Moyenne des entreprises*

## Résultat

Cette analyse en deux étapes s'est révélée essentielle pour parvenir à une sélection optimale des Centres de Micro-Consolidation (CMC). Parmi les 55 emplacements CMC identifiés, plusieurs se sont avérés être des choix pertinents, permettant à au moins deux compagnies d'y avoir des vélos concurrents. Les 55 emplacements sélectionnés offrent une couverture de 65% parmi l'ensemble des colis. Les calculs ont été réalisés à partir des fichiers d'entrées bruts, tenant compte des adresses exactes des clients ainsi que des itinéraires, ce qui nous a permis de calculer les moyennes avec précision.

<b>Total des colis (Mtl)</b>	62,980.00	100%
Poste Canada	45,858.00	73%
Purolator	12,816.00	20%
Nationex	4,312.00	7%
<b>Colis placé en CMC</b>	40,982.00	65.07%
Poste Canada	26,020.00	63%
Purolator	11,151.00	27%
Nationex	3,811.00	9%
<b>Nombre de routes transférées</b>		
Poste Canada	400.31	
Purolator	142.96	
Nationex	39.70	
<b>Nombre d'arrêts transférés</b>		
Poste Canada	24,018.46	
Purolator	7,291.04	
Nationex	1,587.92	
<b>Nombre de Km transférés</b>		
Poste Canada	10,808.31	
Purolator	4,301.71	
Nationex	1,397.37	
Total	16,507.39	

<b>Camion diesel</b>	<b>0.5578 kg CO2e / km</b>
Total (kg CO2e) transféré	9,207.82 kg CO2e
Poste Canada	6,028.87 kg CO2e
Purolator	2,399.50 kg CO2e
Nationex	779.45 kg CO2e

Plus spécifiquement, nous avons identifié 10 emplacements CMC qui revêtent un intérêt particulier. Ces emplacements sont particulièrement attrayants car ils garantissent à chaque compagnie la présence d'au moins 1 vélo opérationnel, maximisant ainsi le potentiel de ces CMC.

<b>CMC Identifié</b>	<b>Véhicule - Poste Canada</b>	<b>Véhicule - Purolator</b>	<b>Véhicule - Nationex</b>
Bernard	4	2	3
Centre-ville	3	2	3
Charlevoix	4	1	3
du Parc / Beaubien O.	4	2	3
Gare et station de metro du Parc	4	2	3
Notre-Dame	1	1	3
Notre-Dame/ETS	4	1	3
Rene-Levesque	4	1	3
St-Denis - Berri / Rene-Levesques	4	2	3
Terminus tram orange station Cote-Vertu	4	2	3