

**Louvain School of Management**

# **Logistique urbaine : comment exploiter les lignes de tramway et les vélos cargo pour acheminer les colis à Bruxelles ?**

Auteure : Larissa Roquet  
Promoteur : Per Joakim Agrell  
Année académique 2024-2025  
Travail de fin d'études (TFE) en vue d'obtenir le titre de  
Ingénieur de gestion, à finalité spécialisée  
Horaire de jour

During the preparation of this master's thesis, the author(s) utilized ChatGPT – OpenAI and Perplexity AI for the following purpose:

1. **[REASON]**: The author used ChatGPT to rephrase certain sentences and correct spelling. The author used Perplexity to calculate an operating cost.

2. After using ChatGPT and Perplexity, the author(s) diligently reviewed and edited the content produced by the tool. We take full responsibility for the final content presented in this thesis.

By signing this declaration, we affirm that the content of this master's thesis reflects our original work, augmented by the responsible use of AI.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Reptur', with a horizontal line drawn through it.

19/05/2025

## Remerciements

Pour commencer, je tiens à adresser mes sincères remerciements à mon promoteur, Monsieur Per Agrell, pour son accompagnement, sa disponibilité et la pertinence de ses conseils, qui m'ont permis de mener un travail rigoureux tout au long de l'année.

J'exprime également ma reconnaissance à Grégory Perez, Charlotte De Broux et Jacques Menu pour avoir accepté de répondre à mes questions lors d'entretiens individuels. Leurs connaissances et leurs réflexions m'ont permis d'enrichir grandement mon analyse.

Enfin, je remercie chaleureusement ma famille, et en particulier mes parents, pour leur soutien tout au long de mon parcours académique, ainsi que pour leurs précieux conseils durant la rédaction de ce mémoire.

## Résumé

L'essor du commerce en ligne à Bruxelles entraîne une augmentation significative du nombre de véhicules de livraison en circulation, générant de nombreuses externalités négatives telles que la pollution de l'air, la congestion urbaine, les nuisances sonores et les dangers pour les usagers faibles. Face à ces enjeux, ce mémoire explore une solution qui combine l'utilisation des lignes de tramway et des vélos cargo pour la livraison de colis dans la capitale belge. Cette solution s'inscrit dans une dynamique de logistique urbaine plus durable et s'inspire d'expériences similaires menées dans d'autres villes européennes. L'étude s'appuie sur des entretiens menés avec des acteurs clés tels que bpost, Bruxelles Mobilité et Urbike, une coopérative de cyclo-logistique. La solution proposée consiste à acheminer les colis jusqu'aux terminus des lignes de tramway en périphérie de Bruxelles. Ils sont ensuite chargés à bord de tramways et transportés jusqu'à des arrêts situés en ville, où des coursiers à vélo cargo prennent le relais pour assurer la livraison finale. La faisabilité technique du projet est démontrée par un modèle intégrant 9 lignes de tramway existantes, 22 micro-hubs stratégiquement répartis et 15 zones de livraison, permettant une couverture complète du territoire bruxellois. En revanche, la comparaison des coûts d'exploitation du transport des colis entre la périphérie et les micro-hubs révèle que le tramway reste, à ce jour, moins compétitif que la camionnette. Par ailleurs, des obstacles majeurs sont identifiés, tels que la réticence de la STIB à mutualiser ses infrastructures et les investissements initiaux élevés. Malgré ces freins, l'utilisation du tramway est une solution prometteuse, susceptible de générer des retombées positives à long terme, telles que la réduction des dépenses publiques liées à la pollution et à la congestion urbaine, ainsi que l'amélioration de la qualité de vie de la population bruxelloise.

# Table des matières

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b><i>Introduction</i></b> .....   | <b>1</b>  |
| 1.1        | <b>Motivations</b> .....   | 1         |
| 1.2        | <b>Question de recherche</b> .....   | 1         |
| 1.3        | <b>Limites</b> .....   | 2         |
| <b>2</b>   | <b><i>Revue de littérature</i></b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>L'essor de l'e-commerce et ses impacts</b> .....  | <b>3</b>  |
| 2.1.1      | L'augmentation des achats en ligne en Belgique et en Europe.....                                       | 3         |
| 2.1.2      | L'e-commerce au service des consommateurs : avantages et facilités .....                               | 3         |
| 2.1.3      | Les revers de l'e-commerce : la multiplication des trajets de livraison.....                           | 4         |
| 2.1.4      | Les différents types de livraison et leurs impacts .....   | 4         |
| 2.1.5      | Massification vs fragmentation des flux : deux tendances opposées du transport de marchandises.....    | 6         |
| <b>2.2</b> | <b>Le transport de marchandises en ville</b> .....   | <b>6</b>  |
| 2.2.1      | La problématique du dernier kilomètre.....   | 6         |
| 2.2.2      | L'évolution historique de l'essor du réseau routier .....  | 7         |
| 2.2.3      | Un transport de marchandises largement dominé par la route.....  | 7         |
| 2.2.4      | Les conséquences de la circulation des camionnettes de livraison en zone urbaine.....                  | 8         |
| 2.2.5      | Repenser les livraisons urbaines : un enjeu stratégique pour l'avenir .....                            | 9         |
| <b>2.3</b> | <b>Analyse des différentes possibilités de moyens de transport</b> .....                               | <b>10</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Solutions émergentes pour une logistique urbaine plus durable</b> .....                             | <b>11</b> |
| 2.4.1      | Le projet « Ecozone » de bpost en Belgique.....  | 11        |
| 2.4.2      | Les bonnes pratiques à l'échelle mondiale .....  | 12        |
| <b>2.5</b> | <b>Les expériences de transport de marchandises par tramway dans d'autres villes européennes</b> ..... | <b>12</b> |
| 2.5.1      | Strasbourg .....   | 13        |
| 2.5.2      | Amsterdam.....   | 13        |
| 2.5.3      | Paris.....   | 14        |
| <b>3</b>   | <b><i>Méthodologie</i></b> .....   | <b>17</b> |
| <b>4</b>   | <b><i>Analyse : Transport des colis à Bruxelles</i></b> .....  | <b>18</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Le contexte urbain de Bruxelles</b> .....   | <b>18</b> |
| <b>4.2</b> | <b>L'augmentation de la population et de l'e-commerce dans la capitale</b> .....                       | <b>18</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Un nombre de livraisons quotidiennes toujours plus grand</b> .....                                  | <b>19</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Les impacts des camionnettes de livraison</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>4.5</b> | <b>La réaction de la Région bruxelloise face à cette situation</b> .....                               | <b>20</b> |
| <b>4.6</b> | <b>Les alternatives à la camionnette thermique pour le transport de colis</b> .....                    | <b>21</b> |
| 4.6.1      | La voie ferrée .....   | 21        |
| 4.6.2      | La voie fluviale .....   | 22        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 4.6.3      | La camionnette électrique .....   | 22        |
| 4.6.4      | Le tramway .....  | 23        |
| 4.6.5      | Le vélo cargo.....  | 26        |
| <b>5</b>   | <b><i>Application : proposition d'une solution pour Bruxelles</i></b> .....                   | <b>29</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Dépôt des colis par une camionnette de livraison</b> .....                                 | <b>29</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Prise en charge des colis par le tramway</b> .....   | <b>29</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Optimisation de la transition entre le tramway et le vélo cargo</b> .....                  | <b>30</b> |
| 5.3.1      | Choix des points de transbordement .....  | 30        |
| 5.3.2      | Organisation du transfert des colis du tramway au vélo cargo : deux scénarios possibles ..... | 32        |
| <b>5.4</b> | <b>Prise en charge des colis par le vélo cargo</b> .....                                      | <b>33</b> |
| <b>5.5</b> | <b>Retour des colis</b> .....   | <b>33</b> |
| <b>5.6</b> | <b>Viabilité économique du projet</b> .....   | <b>34</b> |
| <b>5.7</b> | <b>Les limites et contraintes de la solution proposée</b> .....                               | <b>36</b> |
| 5.7.1      | Viabilité économique incertaine .....   | 36        |
| 5.7.2      | Contraintes infrastructurelles .....  | 37        |
| 5.7.3      | Multiplication des acteurs .....  | 37        |
| 5.7.4      | Réticence de la STIB et risque d'effet inverse.....   | 37        |
| <b>6</b>   | <b><i>Conclusion</i></b> .....  | <b>39</b> |

### ***Bibliographie***

### ***Annexes***

# 1 Introduction

## 1.1 Motivations

Depuis plusieurs années, le commerce en ligne connaît une croissance fulgurante en Belgique comme ailleurs en Europe. Cette évolution transforme profondément les habitudes de consommation des acheteurs dont les exigences ne cessent de croître. Les consommateurs achètent de plus en plus de produits sur Internet car ils considèrent que l'e-commerce leur fait gagner du temps, leur offre des prix plus compétitifs ainsi qu'un choix de produits plus varié. Cependant, la croissance du commerce en ligne entraîne une explosion du nombre de colis transportés sur les routes, notamment parce que les consommateurs choisissent la livraison à domicile dans la plupart des cas.

Cette dynamique a des conséquences directes sur la logistique urbaine. Le dernier kilomètre, qui représente la phase finale de la livraison, est particulièrement touché par cette augmentation du nombre de livraisons. Cette phase est pourtant la plus complexe, la plus polluante, et la plus coûteuse du processus de livraison, en particulier lorsqu'elle est effectuée par la route. Or, de nos jours, la majorité des livraisons de colis sont réalisées en camionnettes thermiques pour des raisons de coût et de flexibilité.

Dans les villes, cette dépendance aux camionnettes pose de nombreux problèmes : pollution de l'air, congestion urbaine, occupation de l'espace public, impacts sur la santé, nuisances sonores, sans oublier les dangers pour les usagers faibles.

C'est dans ce contexte que l'objectif de ce mémoire est de proposer une solution de livraison de colis en ville, permettant de limiter les effets négatifs des véhicules polluants et de donner aux résidents des zones urbaines un lieu de vie plus agréable.

## 1.2 Question de recherche

Afin d'analyser une problématique concrète, ce mémoire se penche sur le cas de la ville de Bruxelles. La capitale belge est l'une des villes européennes les plus touchées par la congestion urbaine. Elle connaît également une forte augmentation du commerce en ligne, accompagnée d'une hausse du nombre de colis transportés dans ses rues. Pour limiter les problèmes liés à la mobilité urbaine, la ville a mis en place la *Low Emission Zone* (LEZ) et prévoit, d'ici 2035, d'interdire la circulation des camionnettes de livraison à moteur thermique. Dans ce contexte, il devient essentiel de trouver une alternative durable à ces véhicules afin d'assurer l'acheminement des colis dans la capitale.

Plusieurs villes européennes ont déjà expérimenté l'utilisation des lignes de tramway pour le transport de marchandises. La faisabilité technique de cette solution a été démontrée et elle s'avère

prometteuse car le tramway est un mode de transport à faible impact environnemental. Par ailleurs, le recours au vélo cargo est de plus en plus populaire en zone urbaine. Ce mode de transport doux a déjà prouvé ses avantages opérationnels et ses effets positifs sur l'environnement. Bien que la combinaison de ces deux modes de transport n'ait jamais été expérimentée à Bruxelles, cette réflexion a conduit à formuler la question de recherche suivante :

**Logistique urbaine : comment exploiter les lignes de tramway et les vélos cargo pour acheminer les colis à Bruxelles ?**

### 1.3 Limites

Ce mémoire se concentre sur l'analyse de l'exploitation des lignes de tramway et des vélos cargo pour l'acheminement de colis à Bruxelles, en évaluant leurs avantages et leurs inconvénients. Cependant, il convient de souligner que cette approche présente certaines limites.

Tout d'abord, bien qu'une solution concrète de transport de colis soit proposée, elle ne repose pas sur un modèle d'optimisation. L'analyse s'appuie sur plusieurs hypothèses concernant le choix des lignes, des arrêts retenus et l'aménagement des quais de chargement et de déchargement. Par ailleurs, les coûts d'exploitation du transport de colis par tramway sont comparés à ceux de la camionnette, mais ces résultats reposent sur plusieurs hypothèses et estimations, ce qui engendre une certaine marge d'incertitude.

Ensuite, même si le projet est techniquement réalisable, de nombreux aspects juridiques et économiques ne sont pas pris en compte, tels que les régulations spécifiques liées au transport des marchandises par tramway, ou encore les coûts d'investissement nécessaires à la mise en œuvre complète du système.

Enfin, les données utilisées proviennent majoritairement de sources issues de la littérature et d'études de cas menées dans d'autres villes européennes. Aucune étude spécifique à Bruxelles n'a été réalisée afin de récolter des informations précises concernant le transport de marchandises par tramway dans le contexte bruxellois.

## 2 Revue de littérature

### 2.1 L'essor de l'e-commerce et ses impacts

#### 2.1.1 L'augmentation des achats en ligne en Belgique et en Europe

L'e-commerce se définit comme « l'achat ou la vente d'un bien ou service par des moyens électroniques ou via Internet » (SPF Économie, 2024, p.1). Le nombre de personnes achetant en ligne en Belgique augmente environ de 5 à 10% chaque année depuis une dizaine d'années. Cette hausse est principalement due aux changements des habitudes de consommation de la population. En 2021, la pandémie de Covid-19 a déclenché un pic du nombre d'achats en ligne, entraînant une augmentation de 44,5% du nombre de colis livrés durant la période de confinement (cf. *infra* « Annexe A ») (Les chercheurs d'air, s. d.-a). D'après le Service Public Fédéral Économie (SPF Économie) en 2023, plus de 75,26% de la population belge achetait régulièrement sur Internet et ce pourcentage ne cesse de croître. Actuellement, 6% des Belges achètent des produits en ligne au moins une fois par semaine et 30% au moins une fois par mois (Wrzesinska et al., 2022). Les pays voisins de la Belgique connaissent eux aussi une forte hausse des achats en ligne. En 2023, 92,41% de la population des Pays-Bas, 79,79% du Luxembourg, 77,48% de l'Allemagne et 76,93% de la France effectuaient régulièrement des achats sur Internet (SPF Économie, 2024).

#### 2.1.2 L'e-commerce au service des consommateurs : avantages et facilités

L'essor global du commerce en ligne s'explique en grande partie par l'évolution d'Internet et des technologies sous-jacentes. En effet, une amélioration continue des applications et des boutiques en ligne, une navigation plus rapide ainsi qu'un renforcement de la sécurité des modes de paiement ont permis à l'e-commerce de se développer massivement (Vantomme, 2022). De plus, les services d'achat en ligne répondent de plus en plus aux exigences des consommateurs. Voici une liste des principaux avantages offerts par l'e-commerce d'après les consommateurs (Messer & Pitton, 2023) :

- **Prix moins élevés** : les acheteurs estiment que les prix sont globalement plus bas sur Internet qu'en magasin.
- **Possibilité de comparer les produits et les prix** : les consommateurs peuvent facilement comparer les produits de différents sites, utiliser des outils de comparateurs de prix ainsi que consulter les avis d'autres clients.
- **Gain de temps** : l'achat en ligne permet d'éviter aux clients de devoir se déplacer jusqu'au magasin.
- **Grande flexibilité** : l'e-commerce offre la flexibilité de lieu, de temps, de choix et de prix. En effet, les consommateurs peuvent acheter d'où ils veulent, quand ils veulent, avec un grand choix de prix et de produits.

- **Adaptabilité des modes de livraison** : les consommateurs peuvent choisir de se faire livrer où ils le désirent (à domicile, en point relais, en magasin, etc.).

### 2.1.3 Les revers de l'e-commerce : la multiplication des trajets de livraison

Malgré ces nombreux avantages pour le consommateur, le développement du commerce en ligne n'est pas sans impact sur la logistique urbaine. Celle-ci se définit comme « l'ensemble des activités qui optimisent les mouvements de marchandises dans les villes et apportent des réponses innovantes aux nouvelles demandes des consommateurs et des entreprises dans le respect des conditions sociales et environnementales de bon niveau » (Dablanc, 2022, p.50).

L'essor du commerce en ligne entraîne une nette augmentation du nombre de colis transportés sur les routes. D'après l'Institut belge des services postaux et des télécommunications (IBPT), le nombre de colis postaux par habitant a presque quintuplé au cours des dix dernières années en Belgique, passant de 6,6 colis en moyenne par an et par habitant à 32,4 en 2023. Parallèlement à l'augmentation du nombre d'achats en ligne, le nombre d'e-commerçants en B2C (Business to Consumer) est lui aussi en hausse, passant de 5.407 fin 2019 à 10.916 fin 2023 (Retis, 2024). Ces chiffres confirment l'évolution des préférences des consommateurs pour l'e-commerce et son impact sur leurs habitudes de consommation.

Une part importante des achats en ligne en Belgique, représentant 44,69% des commandes, concerne les vêtements, les chaussures et les accessoires (cf. *infra* « Annexe B »). Ces produits étant des biens matériels, ils entraînent obligatoirement des livraisons de colis, ce qui génère un flux important de transport de marchandises (SPF Économie, 2024). Par ailleurs, une tendance émergente, essentiellement dans le secteur vestimentaire, contribue à l'augmentation des livraisons inutiles de colis : le « bracket shopping ». Cette pratique consiste à commander plusieurs articles, les essayer chez soi, et renvoyer gratuitement ceux qui ne conviennent pas. Cela génère des trajets supplémentaires, étant donné que les livraisons de retour de colis ne sont pas intégrées aux circuits de livraison (Brard, 2020).

### 2.1.4 Les différents types de livraison et leurs impacts

Il existe différents types de livraisons et le choix du consommateur dépend de plusieurs facteurs. Le prix reste le critère principal pour le choix du lieu de livraison, suivi par l'urgence de la livraison. D'après l'IBPT en 2023, environ 77% des colis sont livrés à domicile, 20% en point relais et seulement 2% en consigne automatique (Van Reeth, 2024). Voici les avantages et les inconvénients de ces différents types de livraison.

Tableau 1 : Liste des avantages et inconvénients de trois types de livraison

(Service Public fédéral Mobilité et Transports, 2021 ; Star Service, 2023)

| Types de livraison                       | Avantages   | Inconvénients   |
|--|---|---|
| <b>Livraison à domicile</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Confort : le colis arrive directement chez le client</li> <li>- Gain de temps : pas de déplacement nécessaire pour le client</li> <li>- Livraison offerte par de plus en plus de marques</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût souvent plus élevé</li> <li>- Risque d'absence du destinataire, entraînant des trajets supplémentaires</li> </ul>   |
| <b>Livraison en point relais</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexible : retrait du colis selon les disponibilités du client</li> <li>- Plus écologique : livraison de plusieurs colis au même endroit</li> <li>- Moins cher grâce à l'optimisation des itinéraires</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le client doit se déplacer pour récupérer son colis</li> <li>- Si le trajet jusqu'au point relais est effectué par un véhicule polluant et uniquement pour récupérer le colis, l'impact positif sur l'environnement est réduit</li> </ul>  |
| <b>Livraison en consigne automatique</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Très flexible : accessible 24h/24</li> <li>- Sécurisé avec un code ou un QR code</li> <li>- Plus écologique : livraison de plusieurs colis au même endroit</li> <li>- Moins cher grâce à l'optimisation des itinéraires</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le client doit se déplacer pour récupérer son colis</li> <li>- Si le trajet jusqu'au point relais est effectué par un véhicule polluant et uniquement pour récupérer le colis, l'impact positif sur l'environnement est réduit</li> <li>- Disponibilité limitée selon les zones géographiques</li> </ul> |

En 2025, bpost compte ouvrir 1.200 consignes automatiques supplémentaires, doublant ainsi leur nombre en Belgique (bpostgroup, s. d.). Cette densification du réseau encourage les acheteurs à se faire livrer dans une consigne, car elle se trouve plus proche de chez eux.

Plusieurs études sur la mobilité montrent que la distance maximale acceptée pour aller récupérer un colis à pied se situe entre 400 et 600 mètres, soit environ à 6 minutes de marche. Au-delà de cette distance, le consommateur préfère opter pour un autre mode de déplacement. En ce qui concerne les consignes automatiques et les points relais, ils ne sont efficaces que si les clients récupèrent leur colis de manière durable. En Belgique, 39% des acheteurs récupèrent leur colis à pied, 30% en voiture lors d'un trajet combiné, 15% en voiture sans trajet combiné, 12% à vélo et 4% en transport en commun. En prenant comme référence que se faire livrer à domicile représente 100% des émissions de CO<sub>2</sub>, aller récupérer son colis en voiture dans un point relais en combinant le déplacement avec un autre trajet ne représente que 70% d'émission de CO<sub>2</sub>. L'échec d'une livraison à domicile représente 110% d'émission de CO<sub>2</sub>. Le scénario le moins optimal consiste

à effectuer un déplacement en voiture uniquement pour récupérer un colis dans une consigne, car cela engendre un trajet inutile. Cela représente 130% d'émission de CO<sub>2</sub> (cf. *infra* « Annexe C ») (Perez, 2025).

Les acheteurs ne se rendent pas toujours compte que leur acte d'achat individuel entraîne une livraison visible dans la rue qui engendre des externalités négatives pour l'ensemble de la société. De plus, malgré le fait qu'une grande partie des consommateurs soient conscients de l'impact environnemental de leurs achats en ligne, cela n'entraîne pas un changement dans leurs habitudes de consommation.

### 2.1.5 Massification vs fragmentation des flux : deux tendances opposées du transport de marchandises

Le transport de marchandises évolue dans deux directions opposées. D'une part, certaines sociétés de transport cherchent de plus en plus à optimiser leurs opérations, notamment en privilégiant la massification des flux. Ce concept traduit le fait d'effectuer plusieurs livraisons au même endroit, par exemple jusqu'à un point relais, et avec des véhicules plus remplis, permettant de limiter le nombre de trajets (Dablanc, 2022).

D'autre part, l'augmentation des exigences des consommateurs concernant la livraison de leurs achats en ligne favorise la fragmentation des flux de marchandises. En effet, ils veulent être livrés rapidement, bénéficier d'une livraison et d'un retour gratuits et pouvoir choisir des créneaux de livraison serrés (Belgian Cycle Logistics Federation, 2024). Ces demandes spécifiques obligent les transporteurs à s'adapter pour satisfaire les clients, ce qui engendre une augmentation des livraisons traitées au cas par cas. La fragmentation des flux entraîne des livraisons effectuées de manière séparée mais plus fréquemment, augmentant le nombre de livraisons dans les rues (Dablanc, 2022).

## 2.2 Le transport de marchandises en ville

### 2.2.1 La problématique du dernier kilomètre

L'essor de l'e-commerce multiplie les déplacements liés à la livraison du dernier kilomètre (Wrzesinska et al., 2022). Dans le cadre de la logistique urbaine, la livraison du dernier kilomètre désigne la phase finale du processus de livraison « Business to Customer », où le colis est acheminé jusqu'à sa destination finale (El Moussaoui et al., 2021). En milieu urbain, le dernier kilomètre représente la partie de la livraison qui est effectuée en ville. Dans l'ensemble du processus de transport des marchandises, c'est la logistique du dernier kilomètre qui est considérée comme étant la partie du transport la plus polluante, la moins efficace et la plus coûteuse de la chaîne d'approvisionnement. Elle représente 25% du coût total du processus de distribution, 20% des embouteillages, 30% d'occupation de la voie publique et 25% des émissions de gaz à effet de serre (Innovation24.news, 2020).

Les externalités négatives liées à la logistique du dernier kilomètre sont principalement la congestion urbaine, la mise en danger des usagers faibles, les accidents, les pollutions atmosphériques et sonores et l'occupation de la voie publique lors du chargement et du déchargement. L'efficacité de la livraison sur le dernier kilomètre est généralement réduite par différents facteurs tels que : l'étroitesse des rues urbaines, le stationnement de véhicules de livraison en deuxième file, les restrictions relatives à la circulation des véhicules en termes de limitation de vitesse et de feux de signalisation et le manque d'installations logistiques pour le chargement et le déchargement rapide (El Moussaoui et al., 2021).

### 2.2.2 L'évolution historique de l'essor du réseau routier

La livraison du dernier kilomètre a un impact particulièrement négatif lorsqu'elle est effectuée par la route. Cependant, ce mode de transport n'a pas toujours été le principal moyen de distribution des marchandises. L'histoire du développement du réseau routier permet de mieux comprendre cette évolution. La période d'après-guerre est marquée par une croissance économique fordiste qui entraîne l'aménagement d'un dense réseau routier couvrant tout le pays. Ce développement s'accompagne d'une croissance du trafic de poids lourds sur les routes. Parallèlement, les modes de transport fluviaux et ferroviaires sont en déclin (Strale, 2011). Cela s'explique par le fait qu'ils sont limités au transport de marchandises lourdes et que l'industrie lourde est en baisse à cette période.

Le transport de marchandises en Belgique a connu une forte croissance entre 1980 et 2000 (cf. *infra* « Annexe D »). C'est à partir des années 1970 que la route prend l'avantage sur le chemin de fer et la voie d'eau. Cette hausse est due au fait que la route possède une grande flexibilité et permet de répondre aux exigences de rapidité qui sont de plus en plus présentes. Elle permet de proposer une solution efficace pour transporter de petits volumes de marchandises rapidement.

Ce changement est le résultat de l'évolution du modèle économique. En effet, la fragmentation croissante des chaînes de production et de distribution a engendré une forte hausse des échanges de marchandises. Parallèlement, le modèle de l'économie en flux tendus a renforcé la domination du transport routier, les marchandises étant livrées en petite quantité mais de manière plus fréquente (Strale, 2011).

### 2.2.3 Un transport de marchandises largement dominé par la route

Cette domination du transport routier continue de croître à l'heure actuelle, entraînant une hausse du nombre de véhicules transportant des marchandises en zone urbaine. Le World Economic Forum (WEF) prévoit que le nombre de véhicules de livraison augmente de plus d'un tiers d'ici 2030 dans les 100 plus grandes villes du monde (Balimann & Tufo, 2019). Cette hausse entraîne également une augmentation des petits trajets en zone urbaine. D'après un rapport de l'institut Vias, 300 à 400 trajets de livraison sont réalisés quotidiennement pour 1.000 habitants en ville (Wrzesinska et al., 2022).

À l'échelle européenne, cette tendance se confirme de manière nette. En 2019, 74% des marchandises transportées par voie terrestre dans l'Union européenne l'ont été par la route et seulement 17% par le rail, bien que les émissions de gaz à effet de serre sont en moyenne 5,7 fois inférieures à celles du transport routier (Merkisz-Guranowska et al., 2023). En Wallonie, environ 90% du transport de colis s'effectue par la route en raison de ses atouts de flexibilité et du développement important de l'infrastructure routière sur le territoire wallon. Dans son rapport de 2023, l'IBPT indique que seulement 3,5% des colis sont livrés au moyen de véhicules électriques ou de vélos, contre 96,5% qui le sont par des véhicules à combustible fossile (Van Reeth, 2024). En effet, la majorité des véhicules de livraison utilisés pour le dernier kilomètre sont des véhicules utilitaires légers. « Les véhicules utilitaires légers (VUL) sont des véhicules conçus pour le transport routier de marchandises ou d'équipements. Ce terme officiel désigne un véhicule de transport commercial dont le poids total autorisé en charge ne dépasse pas 3,5 tonnes » (*Qu'est-ce qu'un VUL (Véhicule Utilitaire Léger) ?*, 2025, p.1). L'évolution du secteur de la distribution tend à se tourner de plus en plus vers des véhicules plus petits avec une augmentation de 33% entre 2005 et 2015 pour les camionnettes contre une baisse de 5% pour les camions (Bruxelles Mobilité, 2021a).

Ce mode de transport est privilégié pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les camionnettes permettent de desservir presque toutes les adresses de livraison alors que les rues sont souvent inaccessibles pour des véhicules plus imposants, comme les poids lourds. Ensuite, les entreprises ont généralement une capacité de stockage limitée et préfèrent recevoir des quantités de marchandises plus faibles mais de manière plus fréquente. Enfin, l'augmentation du nombre de camionnettes est notamment due à l'introduction d'une taxe de prélèvement kilométrique qui ne s'applique que pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes, du moins en Belgique (Fiscalite.brussels, s. d.). De ce fait, la majorité des véhicules utilisés pour le transport des marchandises sont des véhicules utilitaires légers.

#### 2.2.4 Les conséquences de la circulation des camionnettes de livraison en zone urbaine

Les camionnettes constituent le principal moyen de transport des colis sur le dernier kilomètre. L'augmentation du nombre de livraisons multiplie ainsi le nombre de camionnettes circulant en zone urbaine et leurs déplacements ne sont pas sans conséquences.

##### 2.2.4.1 La pollution de l'air

Les VUL sont 3 à 6 fois plus émissifs que les camions par tonne transportée (cf. *infra* « Annexe E »). Cela s'explique par la grande capacité des poids lourds, qui permet de compenser leur consommation plus élevée (Meunier et al., 2023).

La majorité des camionnettes utilisent des carburants fossiles (essence, diesel ou gaz) et rejettent une grande quantité de CO<sub>2</sub> dans l'air, environ 0,3207 kgCO<sub>2</sub>e/km contre seulement 0,0079

kgCO<sub>2</sub>e/km pour un vélo cargo (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025). Elles polluent l'environnement en émettant des substances nocives et participent au réchauffement climatique.

#### *2.2.4.2 Les impacts sur la santé et les nuisances sonores*

Les camionnettes de livraison rejettent un grand nombre de substances nocives (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, particules fines, etc.) dans l'atmosphère, ce qui rend l'air dangereux pour la santé des résidents. L'exposition à ces polluants entraîne des décès prématurés, des maladies respiratoires et des coûts importants pour la société en termes de médicaments, d'hospitalisation et d'absence au travail.

De plus, les camionnettes thermiques sont particulièrement bruyantes, notamment à cause de leur poids important. Une camionnette peut reproduire autant de bruit que quatre voitures. Ces nuisances sonores peuvent être dérangeantes pour les résidents (Les chercheurs d'air, s. d.-a).

#### *2.2.4.3 La congestion urbaine et l'occupation de l'espace publique*

Les camionnettes de livraison sont la cause de nombreux embouteillages dans les rues des villes. En effet, leurs arrêts fréquents, combinés au manque de places réservées pour décharger, bloquent la circulation et participent à la congestion urbaine. Les camionnettes sont souvent confrontées à un manque d'espace de livraison, les obligeant à stationner en double file. En Belgique, 60% des navetteurs sont confrontés à des embouteillages au moins une fois par semaine et 33% subissent des problèmes de circulation quotidiens liés à la densité du trafic (Wrzesinska et al., 2022).

#### *2.2.4.4 Les dangers pour les usagers faibles*

Les camionnettes représentent un danger plus élevé que les voitures pour les usagers faibles tels que les piétons et les cyclistes en raison de leur taille importante et de leurs angles morts. Des études réalisées aux Pays-Bas ont relevé que la majorité des accidents impliquant des camionnettes sont des collisions latérales aux intersections ou des collisions frontales sans tentative de dépassement. Les collisions avec des usagers faibles interviennent la plupart du temps lors de la marche arrière du véhicule ou aux croisements. De nombreux conducteurs de camionnettes reconnaissent ne pas toujours respecter les règles de circulation en roulant au-dessus de la limite autorisée ou en empiétant sur l'espace réservé aux cyclistes et aux piétons pour charger et décharger les colis le plus rapidement possible (Wrzesinska et al., 2022).

### **2.2.5 Repenser les livraisons urbaines : un enjeu stratégique pour l'avenir**

Malgré tous les problèmes engendrés par les camionnettes de livraison, les villes ne peuvent pas se passer des marchandises qui y sont livrées. C'est là que se trouve l'enjeu majeur de la logistique urbaine de demain : réussir à trouver un équilibre entre respect de l'environnement, performance économique et optimisation des flux de mobilité, qui sont indispensables au bon fonctionnement des zones urbaines.

## 2.3 Analyse des différentes possibilités de moyens de transport

La circulation des camionnettes de livraison en zone urbaine provoque de nombreuses externalités négatives pour l'environnement et les résidents. Dans ce contexte, il est important d'analyser les alternatives susceptibles de remplacer ces camionnettes. Le tableau ci-dessous présente les **avantages** et les **inconvénients** de 6 moyens de transport de marchandises, évalués selon des critères distincts.

*Tableau 2 : Avantages et inconvénients de 6 moyens de transport de marchandises, évalués selon des critères distincts*

(Avantages du transport ferroviaire de marchandises sur le marché européen, 2024 ; Une solution d'avenir, s. d. ; Meunier et al., 2023 ; Les chercheurs d'air, s. d.-a ; Wrzesinska et al., 2022 ; Van Reeth, 2024 ; El Moussaoui et al., 2021 ; Top 10 des utilitaires électriques 2025, 2024 ; Pietrzak & Pietrzak, 2021 ; Oillo, 2009 ; Belgian Cycle Logistics Federation, 2025)

| Moyen de transport            | Pollution   | Congestion et trafic   | Impact socio-environnemental                                     | Autres avantages ou contraintes   |
|-------------------------------|---|--|--|---|
| <b>Train</b>                  | - Faible impact environnemental   | - Diminution du trafic routier<br>- Vaste réseau européen  | - Sécurité et fiabilité élevées<br>- Vibrations et bruit modérés | - Grande capacité de chargement<br>- Besoin d'un transport complémentaire<br>- Partage des infrastructures avec les passagers<br>- Investissement initial élevé |
| <b>Voie fluviale</b>          | - Faible impact environnemental   | - Diminution du trafic routier   | - Faibles nuisances sonores<br>- Sécurité et fiabilité élevées   | - Grande capacité de chargement<br>- Besoin d'un transport complémentaire<br>- Lenteur<br>- Réseau limité   |
| <b>Camionnette thermique</b>  | - Pollution élevée (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , particules fines) | - Renforce la congestion urbaine<br>- Stationnement difficile  | - Nuisances sonores<br>- Risques d'accidents                     | - Transport effectué sans coupure<br>- Livraison directe<br>- Flexibilité des horaires et des itinéraires   |
| <b>Camionnette électrique</b> | - Pas d'émission directe de CO <sub>2</sub>                               | - Accès autorisé dans les zones de basses émissions<br>- Renforce la congestion urbaine<br>- Stationnement difficile | - Faibles nuisances sonores<br>- Risques d'accidents             | - Transport effectué sans coupure<br>- Livraison directe<br>- Flexibilité des horaires et des itinéraires<br>- Coût d'achat élevé<br>- Faible autonomie         |

|                   |   |  |   |  |
|-------------------|---|--|---|--|
|                   |   |  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infrastructures de recharge limitées</li> <li>- Poids élevé (presque deux fois celui d'une camionnette thermique)</li> </ul>                      |
| <b>Tramway</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible impact environnemental (cf. <i>infra</i> « Annexe F »)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution du trafic routier</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faibles nuisances sonores</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoin d'un transport complémentaire</li> <li>- Partage des infrastructures avec les passagers</li> <li>- Investissement initial élevé</li> </ul> |
| <b>Vélo cargo</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucune émission directe</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution du trafic routier</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucune nuisance sonore</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de chargement limitée</li> <li>- Moins adapté aux longues distances</li> </ul>   |

## 2.4 Solutions émergentes pour une logistique urbaine plus durable

Bien que de nombreux efforts restent à fournir pour parvenir à une logistique de livraison de colis optimale et respectueuse de l'environnement, certaines solutions sont déjà mises en place actuellement, en Belgique et dans de nombreuses villes du monde.

### 2.4.1 Le projet « Ecozone » de bpost en Belgique

Bpost est le transporteur de colis qui capture la plus grande part de marché en Belgique (cf. *infra* « Annexe G ») (Institut belge des services postaux et des télécommunications, 2023). Pour limiter l'impact environnemental des livraisons et résoudre les difficultés de circulation des camionnettes en centre-ville, l'entreprise a lancé un projet de logistique douce, nommé « bpost Ecozone ». L'objectif est d'améliorer la qualité de l'air et de réduire la pollution dans les villes. L'entreprise vise la réduction des émissions de ses opérations de 55% d'ici 2030. Le projet consiste en un modèle de distribution urbaine durable basé sur des casiers à colis, des vélos cargo, des camionnettes électriques, des micro-hubs et des tournées intégrées. Les résultats, calculés par la VUB (Université libre de Bruxelles) et basés sur les données internes de bpost de 10 Ecozones en 2023, ont été jugés positifs. Au total, le projet a permis de diminuer les coûts sociaux et écologiques de 38%. Les consommateurs ont diminué leurs émissions de CO<sub>2</sub> de 85% et bpost de 97%.

Voici le détail des résultats (Perez, 2025) (cf. *infra* « Annexe H ») :

- - 28% du coût des accidents
- - 22% de congestion sur les routes

- - 77% de pollution de l'air
- - 97% des émissions de CO<sub>2</sub>
- - 74% de dommages aux infrastructures
- - 49% de bruit

Le seul point négatif du projet est que la production et la distribution de carburant a augmenté de 34%.

#### 2.4.2 Les bonnes pratiques à l'échelle mondiale

Des bonnes pratiques en termes de logistique urbaine émergent également à l'échelle mondiale. En voici quelques exemples (Dablanc, 2022) :

- **Les zones à faibles émissions** : ces zones existent dans plusieurs villes du monde. À Londres, la zone possède la norme la plus exigeante de l'Union européenne pour les émissions de NO<sub>x</sub> et de particules fines (norme Euro VI). Il existe également une zone de basses émissions à Bruxelles.
- **Le développement des véhicules électriques de livraison** : la ville de Shenzhen en Chine recensait un nombre important de véhicules logistiques électriques en 2019. En effet, la ville en comptait environ 70.000, dont 24.000 fourgonnettes, 6.000 camionnettes et 40.000 petits camions. Par ailleurs, le gouvernement installe des bornes de recharge et subventionne les entreprises pour le renouvellement de leur flotte par des véhicules de livraison électriques.
- **La promotion des livraisons nocturnes** : les livraisons effectuées durant la nuit permettent de moins déranger le trafic et de diminuer la congestion urbaine. À New York, la municipalité verse des subventions aux commerçants qui acceptent de se faire livrer pendant la nuit.

Malgré ces avancées encourageantes, les progrès sont lents et encore insuffisants pour garantir une logistique urbaine véritablement durable à l'échelle mondiale. L'enjeu principal est de réussir à identifier les modes de transport les plus adaptés pour la livraison en ville, tout en réduisant au maximum leur impact environnemental et les externalités négatives qu'ils génèrent.

#### 2.5 Les expériences de transport de marchandises par tramway dans d'autres villes européennes

Plusieurs villes européennes ont déjà expérimenté un système logistique de transport de marchandises par tramway. Cette solution permet de mutualiser les moyens de transport et d'utiliser les rails déjà présents comme outil de logistique urbaine. L'analyse de la situation de ces différentes villes prouve la faisabilité technique du projet.

### 2.5.1 Strasbourg

La ville de Strasbourg a lancé une expérimentation de transport de colis par tramway afin d'explorer de nouvelles méthodes d'acheminement de colis dans la ville en maximisant l'utilisation des infrastructures de transport existantes. Le test s'est déroulé du 16 septembre au 26 octobre 2024 sur la ligne B du réseau de transport en commun strasbourgeois. Le projet a été mené par quatre acteurs principaux : La Poste (transporteur logistique), Alstom (leader mondial de la mobilité durable et intelligente), l'Eurométropole de Strasbourg (autorité organisatrice des mobilités) et la Compagnie des Transports Strasbourgeois (CTS), exploitante du réseau (La livraison de colis par le tramway de Strasbourg, une expérimentation pour un centre-ville plus fluide, 2024a).

Concrètement, le projet consistait à acheminer les colis Colissimo via la ligne de tramway B depuis la station Hoenheim Gare jusqu'à la station Broglie, située en plein centre-ville. Les colis étaient chargés dans la voiture de tête du tramway, située derrière la cabine du conducteur. Cet espace, réservé au transport des colis, était séparé des voyageurs par un rideau amovible. Les colis étaient ensuite déchargés aux différents arrêts, situés entre Hoenheim et Broglie, en une trentaine de secondes par un second facteur, qui les chargeait sur son vélo-cargo et les livrait dans un second temps à leurs destinataires finaux dans l'hyper-centre de Strasbourg (cf. *infra* « Annexe I »). Afin d'éviter l'heure de pointe et ne pas gêner le transport des passagers, l'expérimentation prévoyait deux envois par jour, un à 9h qui arrivait à Broglie à 9h30 et un à 14h qui arrivait également une demi-heure plus tard. Il fallait donc seulement 30 minutes pour transporter et décharger tous les colis. Cette organisation logistique a permis de livrer une centaine de colis par jour tout en réduisant le nombre de véhicules de livraison circulant dans la ville et les nuisances associées. Sur l'ensemble de l'expérimentation, environ 10.000 colis ont pu être livrés de cette façon. À ce jour, bien que la généralisation du système à l'ensemble du réseau strasbourgeois n'ait pas encore eu lieu, le projet n'a pas été abandonné. (Dupin, 2024 ; *La livraison de colis par le tramway de Strasbourg, une expérimentation pour un centre-ville plus fluide*, 2024b).

### 2.5.2 Amsterdam

La ville d'Amsterdam a lancé une initiative pour développer un service de livraison de marchandises utilisant les infrastructures du tramway. Le projet nommé « City Cargo » a été déployé en mai 2007 par la municipalité de la ville. Des centres de distribution ont été construits spécialement à cet effet, en dehors de la ville. Le Cargo Tram effectuait des trajets entre ces centres de distribution et le centre-ville. Les colis étaient ensuite pris en charge par des petits véhicules électriques dénommés « e-cars » pour les acheminer jusqu'à leur destination finale. City Cargo gérait la moitié des camions qui entraient dans la ville.

Le projet a permis de diminuer de 50% le nombre de camions circulant dans les rues et d'engendrer une baisse de 20% des émissions de gaz à effet de serre liées au transport de fret. Par

ailleurs, le tramway pouvait transporter un poids équivalent à celui de quatre petits camions, soit environ 7,5 tonnes. L'objectif final était de faire circuler 52 tramways de fret, chacun ayant une capacité de 30 tonnes, à raison de six rotations par jour. La phase pilote a notamment révélé une perception positive des résidents et commerçants concernant la faisabilité technique du projet. L'investissement était estimé à 100 millions d'euros et le projet devait être prêt en 2012 (Merkisz-Guranowska et al., 2023). Cependant, l'initiative a été abandonnée en juillet 2009, principalement en raison des coûts d'investissement élevés liés à la construction de voies ferrées privées nécessaires pour accéder aux centres de distribution (*Thème : livraison de marchandises par Tram*, 2020).

### 2.5.3 Paris

Les informations concernant le TramFret de Paris sont tirées du rapport de l'Apur (Atelier parisien d'urbanisme) publié en mars 2012 (Apur, 2012) ainsi que du rapport de synthèse « Le TramFret : vers une logistique urbaine durable » rédigé en février 2018 par *Efficacity*, l'Institut de la transition énergétique de la ville de Paris (Le TRAMFRET : vers une logistique urbaine durable, 2018).

Le projet du TramFret a été lancé en 2011 par l'Apur. Il visait à démontrer la possibilité d'utiliser le réseau existant de tramway pour transporter des marchandises d'un point à un autre en Île-de-France. Le projet reposait sur le principe selon lequel les réseaux de transport peuvent être mutualisés, permettant d'optimiser le taux d'utilisation et d'en maximiser la performance environnementale. Il se présentait comme étant un outil prometteur de logistique urbaine avec les avantages suivants :

- La capacité du tramway était de 60 à 80 tonnes de marchandises, ce qui la situe entre la capacité du train (500 tonnes) et celle d'une semi-remorque (24 tonnes).
- La facilité d'insertion urbaine.
- La diminution des nuisances sonores et des émissions de substances polluantes.

#### 2.5.3.1 Test d'insertion opérationnelle en 2011

L'année 2011 a principalement servi à démontrer la faisabilité technique du projet, notamment avec la mise en place d'une marche à blanc qui consistait à faire circuler à vide un tramway « fictif » de marchandises en journée. Il s'agissait d'insérer une rame vide supplémentaire sur la ligne T3<sup>[1]</sup> et de la faire circuler entre les tramways de voyageurs. L'expérimentation consistait à effectuer deux allers-retours chaque jour, sur un mois<sup>[2]</sup>, pendant les heures creuses<sup>[3]</sup>. Un aller-retour durait environ 60 minutes. L'installation se composait d'une rame de type Citadis 402 et était équipée de panneaux indiquant aux usagers qu'il s'agissait d'une rame d'expérimentation.

---

<sup>1</sup> Entre le Pont du Garigliano et la Porte d'Ivry.

<sup>2</sup> Du lundi au samedi entre le 14/11/2011 et le 10/12/2011, soit durant 24 jours.

<sup>3</sup> Un départ à 10h30 et un à 14h.

L'objectif était de desservir 128 supermarchés et hypermarchés situés jusqu'à 500 mètres des lignes T2 et T3. Différentes images concernant l'expérimentation du TramFret se trouvent à l'annexe J.

Les objectifs de ce test étaient nombreux :

- Évaluer la faisabilité du transport de marchandises sur le réseau de tramway et analyser son impact au moyen de différents indicateurs.
- Vérifier la capacité d'une ligne de tramway à accueillir des rames supplémentaires tout en vérifiant que leur insertion sur le réseau n'a pas d'impact sur le niveau de service de la ligne T3.
- Vérifier que l'insertion de rames supplémentaires n'impactera pas la perception des voyageurs sur la qualité du transport.
- Informer les voyageurs sur le projet tout en évaluant leur perception de l'insertion de ce nouveau service de fret sur le réseau.

L'impact de la marche à blanc sur la circulation a pu être mesuré grâce aux données de trafic collectées par la Direction de la Voirie et des Déplacements de la Ville de Paris. La vitesse moyenne de circulation en 2011 est relativement égale à celle de 2010 aux mêmes dates (cf. *infra* « Annexe K »). Cela signifie que le passage du TramFret n'a pas eu d'impact sur la circulation routière aux abords de la ligne T3.

Après les 4 semaines d'expérimentation, l'Apur a réalisé une enquête en décembre 2011 auprès de 360 personnes : 71% étaient des voyageurs fréquents de la ligne T3, 18% étaient des riverains habitant aux alentours de la ligne T3 et 11% étaient des commerçants situés aux abords de la ligne. L'objectif était de connaître le ressenti des usagers et du voisinage sur cette opération. Les principales conclusions de l'enquête étaient que :

- 95% des répondants n'ont pas ressenti de changement dans le trafic voyageur. Ce résultat montre qu'il est possible d'intercaler des rames de fret entre celles de voyageurs sans perturber le fonctionnement du réseau.
- Seulement 20% des répondants ont remarqué la présence d'une rame de fret parmi les tramways circulant sur la ligne T3 pendant la période de test.
- 85% des personnes interrogées trouvaient pertinent de transporter des marchandises sur une ligne de tramway.

La suite des questions posées aux personnes interrogées portait sur les avantages et les inconvénients de l'utilisation du tramway pour le transport de marchandises.

#### **Avantages :**

- 59% estiment que cela peut permettre de diminuer la circulation routière.
- 43% pensent que cela peut permettre d'améliorer la qualité de l'air.

- 28% estiment que les marchandises peuvent être livrées plus rapidement aux commerçants.
- 18% considèrent que ce dispositif est une action concrète en faveur du développement durable.
- 10% pensent que ce projet est un soutien à l'innovation.
- 17% ne voient aucun avantage au transport de marchandises via les lignes de tramway.

En parallèle, 44% considèrent que l'avantage premier est la diminution du nombre de camions sur les routes, 20% pensent qu'il s'agit du gain économique et 9% estiment que c'est l'augmentation du nombre de places de stationnement.

#### **Inconvénients :**

- 36% pensent qu'il y aurait moins de rames destinées aux voyageurs.
- 15% estiment que le coût de la mise en place d'un tel système serait trop élevé.
- 5% considèrent que cela peut être dangereux pour les voyageurs.
- 1% pensent que l'impact visuel sera négatif pour la ville.
- 26% ne voient aucun inconvénient à la mise en place d'un tel dispositif.

En parallèle, 31% des répondants considèrent que les principaux inconvénients sont les travaux et aménagements de voiries engendrés par le système. Pour 11%, ce sont les livraisons de nuit, tandis que 8% pointent le retard potentiel des tramways.

En conclusion, l'expérimentation du TramFret menée par l'Apur fut une réussite. En effet, les usagers de la ligne concernée n'ont, dans l'ensemble, pas été dérangés par les rames de fret intercalées entre les rames de voyageurs et la circulation aux abords de la ligne n'a pas été impactée non plus. Malgré quelques interrogations quant aux travaux et aménagements qui devraient potentiellement être mis en place, cette solution est apparue comme étant une bonne alternative de transport de marchandises, qui pourrait permettre de diminuer la circulation routière et améliorer la qualité de l'air. Cette expérience a permis de prouver la faisabilité technique de l'usage du tramway pour la logistique urbaine.

#### *2.5.3.2 Abandon du projet*

Cet exemple renforce l'idée que l'utilisation des lignes de tramway pour transporter des colis est une idée réalisable et pertinente pour diminuer la congestion urbaine et limiter la pollution atmosphérique. Cependant, malgré sa faisabilité technique, le projet TramFret n'a pas été déployé à grande échelle à Paris. Les principales raisons de cet abandon ont été les surcoûts liés à la construction d'infrastructures spécifiques et la complexité de la coordination entre les différents acteurs de la chaîne logistique urbaine. Le projet, bien que fonctionnel et techniquement faisable, manquait d'un avenir économiquement viable (Apur, 2024).

### 3 Méthodologie

Les informations issues de la littérature confirment que l'essor de l'e-commerce entraîne une augmentation significative des livraisons en milieu urbain. Réalisées majoritairement par des véhicules thermiques, ces livraisons provoquent de réels problèmes dans les centres-villes : congestion urbaine, pollution de l'air, nuisances sonores ou encore dangers pour les usagers faibles. Afin de réduire ces externalités, plusieurs villes européennes ont déjà tenté de faire circuler des marchandises en utilisant les lignes de tramway déjà existantes. Bien que les projets aient souvent été abandonnés, plusieurs études ont prouvé la faisabilité technique de ce type de système.

La ville de Bruxelles, malgré son réseau de tramway dense, n'a jamais réussi à mettre en place un tel système de livraison. Ce mémoire se concentre sur le cas spécifique de la région de Bruxelles-Capitale, avec pour objectif de répondre à la question de recherche en proposant une solution innovante de livraison de colis à Bruxelles qui combine les lignes de tramway et les vélos cargo.

La méthodologie utilisée dans ce mémoire s'appuiera tout d'abord sur l'étude du contexte urbain bruxellois, ainsi que sur les problèmes liés au transport de marchandises par camionnettes. Les différentes alternatives de transport seront ensuite explorées, en se concentrant particulièrement sur le tramway et le vélo cargo. Leur analyse portera sur les avantages et les inconvénients de ces différents modes pour le transport de colis dans la capitale. Enfin, une solution concrète de livraison de colis adaptée à Bruxelles combinant le tramway et les vélos cargo sera proposée. L'analyse mettra en évidence ses avantages, ses limites et les conditions nécessaires à sa mise en œuvre, en évaluant sa faisabilité technique et économique.

Afin d'enrichir cette analyse par une perspective professionnelle, des entretiens seront menés auprès d'acteurs directement concernés par la problématique :

- **Bruxelles Mobilité** : pour obtenir des informations sur les politiques de mobilité urbaine et les attentes de la capitale en termes de livraisons urbaines.
- **Société des transports intercommunaux de Bruxelles (STIB)** : afin de mieux comprendre le fonctionnement des lignes de tramway et d'obtenir des informations sur leurs caractéristiques techniques et opérationnelles.
- **Un prestataire de transport de colis actif à Bruxelles** : pour récolter des informations sur les méthodes de livraison actuelles et les défis rencontrés en zone urbaine.
- **Une entreprise de cyclo-logistique opérant à Bruxelles** : dans le but d'en apprendre plus sur les caractéristiques, les avantages et les inconvénients de l'utilisation des vélos cargo pour effectuer des livraisons en ville.

## 4 Analyse : Transport des colis à Bruxelles

Après une analyse globale des problèmes liés à la livraison de colis en Belgique et en Europe, l'attention porte désormais sur le cas spécifique de la ville de Bruxelles. Cette analyse examine les difficultés rencontrées en matière de livraison dans la capitale, ainsi que les alternatives possibles aux camionnettes thermiques de livraison. Les avantages et les inconvénients du tramway et du vélo cargo sont exposés plus en détail, ces deux moyens de transport étant les alternatives aux camionnettes envisagées dans le cadre de ce mémoire.

### 4.1 Le contexte urbain de Bruxelles

Bruxelles est une métropole vivante et dynamique qui s'étend sur environ 162 km<sup>2</sup> (Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, s. d.-a). Au 1<sup>er</sup> janvier 2024, la Région bruxelloise comptait 1.249.597 habitants (Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, s. d.-b). Capitale de la Belgique et de l'Union européenne, cette ville est un pôle d'échanges majeur qui contribue à un trafic important de marchandises. Les camionnettes constituent une part significative du trafic routier à Bruxelles. En 2021, elles représentaient 11% du trafic automobile (Kale AI, 2023). La ville de Bruxelles possède un environnement logistique unique qui résulte de son histoire et de sa localisation stratégique au centre de l'Europe. Le centre-ville est caractérisé par des rues étroites avec des possibilités de stationnement limitées, rendant la logistique urbaine complexe.

### 4.2 L'augmentation de la population et de l'e-commerce dans la capitale

Depuis quelques années, la région de Bruxelles-Capitale connaît une croissance démographique importante et cette augmentation n'est pas près de s'arrêter de sitôt. En effet, la capitale belge devrait compter un peu plus de 1.300.000 habitants d'ici 2030, représentant une augmentation de 7% en 5 ans (Bruxelles Mobilité, 2021a). Cette croissance démographique s'accompagne d'une évolution du commerce, avec une diminution du nombre de points de vente physiques et un accroissement du commerce en ligne, et ce particulièrement depuis la crise de Covid-19. Une enquête réalisée en 2021 par Comeos montre qu'en 2020, 56% des Bruxellois achètent au moins une fois par mois un article en ligne (Nivesse & Michel, s. d.). Cette augmentation des achats sur Internet entraîne une forte hausse du nombre de livraisons puisqu'une grande majorité des acheteurs (79%) préfèrent se faire livrer leurs colis à domicile.

Cependant, une étude de Bruxelles Mobilité a montré que 60% des Bruxellois habitent à moins de 5 minutes à pied d'un point relais et 98% à moins de 10 minutes. De plus, 16% des livraisons à domicile échouent à la première tentative car personne n'est présent pour réceptionner le colis, ce qui occasionne des trajets supplémentaires. Or, si 75% des livraisons s'effectuaient en point relais sans rejeter de substances polluantes, cela permettrait de diminuer de 60% à 80% l'impact environnemental et les coûts pour le dernier kilomètre parcouru (Bruxelles Mobilité, s. d.) (cf. *infra* « Annexe L »). Il est donc essentiel d'encourager les habitants à privilégier la livraison en

point relais plutôt qu'à domicile, à condition de regrouper leurs déplacements ou de les réaliser sans impacter l'environnement.

### 4.3 Un nombre de livraisons quotidiennes toujours plus grand

En tant que carrefour d'échanges européens, Bruxelles est directement impactée par l'augmentation globale du transport de marchandises. Chaque jour, plus de 16.000 camions (>3.5t) et 26.000 camionnettes (<3.5t) circulent dans les rues de la capitale (Bruxelles Mobilité, 2017). Par ailleurs, le nombre de flux entrants dans la ville est beaucoup plus important que le nombre de flux sortants (BX1, 2022).

La forte présence de camionnettes en ville s'explique par le fait que 75% des marchandises qui circulent à Bruxelles sont des colis et 58% de celles-ci sont transportées par des camionnettes (cf. *infra* « Annexe M ») (Bruxelles Mobilité, 2017). Un entretien a été mené avec Grégory Perez (cf. *infra* « Annexe UU »), responsable de projet pour le développement durable des activités de bpost en Belgique. D'après les informations qu'il a fournies, environ 50.000 colis bpost sont livrés chaque jour à Bruxelles. En tenant compte de la part de marché de l'entreprise en Belgique, le nombre total de colis distribués quotidiennement dans la capitale peut être estimé à 140.000 (cf. *infra* « Annexe N »). Selon lui, le nombre de livraisons connaît une hausse significative de 5 à 10% par an depuis environ 10 ans, et cette tendance ne montre aucun signe de ralentissement.

### 4.4 Les impacts des camionnettes de livraison

Les conséquences de ce trafic urbain sont préoccupantes pour l'environnement. En effet, à Bruxelles, les camions et camionnettes sont responsables de 25% des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), 31% des émissions d'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) et 33% des émissions de particules fines du trafic routier (Lebeau & Macharis, 2016). Malgré l'amélioration de la qualité de l'air ces dernières années, la Région bruxelloise ne respecte pas les normes européennes relatives aux concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) depuis 2010 et d'importants efforts restent à faire pour assurer aux Bruxellois une qualité d'air conforme aux normes de l'Organisation mondiale de la Santé (Dehouck et al., 2022). De plus, les résidents subissent de nombreuses nuisances sonores causées par le trafic routier. À Bruxelles, près d'un bâtiment de logements sur quatre est exposé à un niveau de bruit très inconfortable suite à la circulation urbaine (Bruxelles Environnement, 2023).

Outre leurs impacts sur la qualité de l'air et l'environnement, les livraisons par camionnettes contribuent en partie à la congestion urbaine. En effet, elles sont souvent confrontées à un manque d'espace de livraison, les obligeant à stationner en double file. Selon Grégory Perez, bien que certaines communes interdisent le stationnement en double file, un transporteur qui enfreint cette règle ne risque pratiquement aucune sanction et n'aura aucune amende à payer dans la plupart des cas. Renforcer les mesures contre le stationnement illégal à Bruxelles permettrait d'augmenter la

vitesse moyenne des véhicules de 30% et de réduire la consommation de carburant de 12% (Lebeau & Macharis, 2016). En comparaison à d'autres villes telles que Copenhague, Munich, Helsinki, Bordeaux, Genève et Barcelone, la ville de Bruxelles présente l'évolution de la congestion urbaine la plus élevée entre 2019 et 2020 et les analyses menées par Bruxelles Mobilité indiquent qu'elle s'est intensifiée ces dernières années (Bruxelles Mobilité, 2021b).

Par ailleurs, les camionnettes représentent un danger sur les routes. En 2017, 240 personnes ont été blessées et 2 ont été tuées dans un accident impliquant une camionnette à Bruxelles (Bruxelles Mobilité, 2019).

Cependant, lors d'un entretien, Charlotte De Broux (cf. *infra* « Annexe VV »), travaillant au sein du service planification de Bruxelles Mobilité, a indiqué que les camionnettes liées au secteur de la logistique restent minoritaires à Bruxelles par rapport à d'autres domaines d'activité. En effet, Bruxelles Mobilité, en collaboration avec la VUB, a mené une étude qui consistait à interroger les conducteurs de camionnettes sur leur secteur d'activité. Il en ressort que près de la moitié des véhicules en circulation appartiennent au secteur de la construction, tandis que le secteur de la logistique ne représente que 5 à 10% du flux. Toutefois, un inconvénient des camionnettes de livraison e-commerce est qu'elles circulent au cœur des quartiers pour effectuer leurs tournées, allant ainsi à l'encontre de l'objectif de Bruxelles Mobilité qui est d'apaiser les quartiers en termes de circulation routière.

#### 4.5 La réaction de la Région bruxelloise face à cette situation

Au vu des nombreux problèmes occasionnés par la circulation des marchandises, la révision de la distribution urbaine à Bruxelles est un enjeu majeur. La Région avait déjà élaboré un Plan Stratégique pour le Transport de Marchandises en juillet 2013 afin de résoudre les problèmes qui commençaient à émerger. Il en était ressorti trois points clés à mettre en place pour un approvisionnement plus intelligent et plus propre (Bruxelles Mobilité, 2021a) :

- 1) Une réduction et une optimisation des mouvements de véhicules transportant des marchandises dans la ville.
- 2) Un report modal de la route vers la voie d'eau et le rail, et l'exécution des trajets restants (le dernier kilomètre) à l'aide de véhicules plus respectueux de l'environnement.
- 3) Faciliter la vie des livreurs.

Par ailleurs, en 2018, la Région a mis en place la Zone de Basses Émissions ou *Low Emission Zone* (LEZ) sur tout le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale. Elle vise à interdire progressivement la circulation des véhicules les plus polluants sur le territoire bruxellois. Pour les voitures et camionnettes légères, le calendrier fixe l'interdiction des moteurs diesel pour 2030 et des moteurs essence, LPG et CNG pour 2035. En ce qui concerne les plus grosses camionnettes (catégorie N1 classe II et III) et les mini-bus, la sortie des moteurs thermiques (essence et diesel) aura lieu en 2035 (Bruxelles Environnement, s. d. ; Dehouck et al., 2022). Cette mesure est

efficace pour améliorer la qualité de l'air puisque les concentrations en NO<sub>2</sub> décroissent plus rapidement depuis que la LEZ a été instaurée à Bruxelles (Les chercheurs d'air, s. d.-b).

En 2020, la Région a mis en place le plan de mobilité « Good Move » qui couvre la période jusqu'en 2030. Il s'agit d'une obligation légale de disposer d'un SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan) selon Charlotte De Broux. Le plan de mobilité donne une série d'objectifs visant à améliorer le cadre de vie des Bruxellois en faisant évoluer les habitudes de déplacement. L'un des objectifs fixés pour la fin de la période du plan en 2030 est d'effectuer un déplacement sur quatre autrement qu'avec un véhicule thermique. Pour diminuer la pression sur les voiries et limiter la congestion urbaine, Bruxelles Mobilité envisage quatre catégories d'objectifs :

- « Awareness » : Sensibiliser les entreprises à changer leurs habitudes en termes de transport et les accompagner dans cette transition.
- « Avoidance » : Limiter le nombre de kilomètres parcourus en véhicules polluants.
- « Act and shift » : Encourager le report modal de la route vers le transport ferroviaire, la voie d'eau et le vélo cargo.
- « Anticipation of new technologies » : Électrifier les véhicules.

Les projections de l'étude « Impact sur la santé » montrent que ces initiatives vers une mobilité décarbonée permettront d'avoir un réel impact positif sur la santé des Bruxellois et sur l'environnement d'ici quelques années. En effet, ces mesures permettront d'éviter entre 100 et 110 décès prématurés chaque année à partir de 2030 rien qu'à Bruxelles. Elles permettront également de réduire de 25% les maladies liées à l'exposition au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), telles que l'asthme, les cancers du poumon et autres troubles respiratoires. Par ailleurs, cette réduction des décès et des maladies permettra de diminuer les dépenses de soins de santé et les coûts indirects tels que l'absentéisme au travail. Cela permettra à la région de Bruxelles-Capitale d'économiser 100 à 350 millions d'euros en 2030. De plus, la sortie du thermique et la diminution du trafic routier prévues dans le plan Good Move permettront une baisse de 65% à 75% des émissions de CO<sub>2</sub> liées au transport (Bruxelles Environnement, 2021).

## 4.6 Les alternatives à la camionnette thermique pour le transport de colis

Pour permettre la réalisation de ces projections positives, une diminution significative du nombre de véhicules thermiques circulant dans la capitale est nécessaire. Dans cette perspective, le calendrier de la LEZ prévoit l'interdiction des camionnettes à moteur thermique à Bruxelles d'ici 2035. Cette mesure pourrait compliquer l'acheminement des colis dans la ville. Il est donc essentiel d'identifier et d'évaluer des alternatives de transport à la fois compatibles avec les exigences de la LEZ et capables de remplacer les camionnettes thermiques de livraison.

### 4.6.1 La voie ferrée

La Région bruxelloise possède un large réseau de voies ferrées de plus de 163 kilomètres, faisant de Bruxelles une des villes dont le réseau est le plus dense d'Europe. De plus, les voies sont

dispersées de manière à créer un réseau en étoile permettant d'accéder à de multiples destinations. Cependant, le réseau est souvent saturé et donne la priorité au transport des passagers. Étant donné la saturation du réseau et du retard très fréquent des trains, l'ajout de rames supplémentaires pour transporter des colis semble difficile (Lebeau & Macharis, 2016). Un autre frein à l'utilisation des trains est que l'accessibilité des quais est souvent inadaptée aux véhicules de livraison comme les camionnettes de livraison ou les vélos cargo. En effet, de nombreux quais sont accessibles via des escaliers et ne disposent pas de rampes.

#### 4.6.2 La voie fluviale

La voie d'eau peut être utilisée pour transporter des marchandises lourdes et livrées en grande quantité tels que les matériaux de construction et les carburants. En 2022, environ 6,8 millions de tonnes de marchandises ont transité par la voie navigable bruxelloise, dont 5 millions ont été directement chargées ou déchargées à Bruxelles (Bruxelles Environnement, 2024). D'après Charlotte De Broux, ce moyen de transport est pertinent pour des marchandises qui ne doivent pas être protégées ni livrées rapidement. 60% des flux qui passent par le port de Bruxelles sont liés au secteur de la construction (matériaux, déchets, etc.). Cependant, ce type d'acheminement s'avère inadapté au transport de colis car les voies navigables offrent un itinéraire restreint, rendant compliqué la livraison jusqu'à la destination finale.

#### 4.6.3 La camionnette électrique

Dans son observatoire pour l'année 2023, l'IBPT indique que 96,5% des colis sont livrés par des véhicules à combustible fossile et seulement 3,5% par le biais de véhicules électriques ou de vélos cargo (Van Reeth, 2024). Cependant, le nombre de véhicules électriques ne cesse d'augmenter. Depuis 2023, bpost a doublé sa flotte de véhicules éco-responsables. Le transporteur compte plus de 2.000 camionnettes électriques sur 10.754 camionnettes de livraison ainsi que 2.500 vélos électriques. L'objectif de l'entreprise est de réaliser des livraisons sans émission de CO<sub>2</sub> en Belgique d'ici 2030 (*2000e camionnette électrique pour bpost*, 2024).

Selon Charlotte De Broux, les camionnettes électriques sont une alternative intéressante aux camionnettes thermiques de livraison. Elles permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre et par conséquent, d'améliorer la qualité de l'air en ville (El Moussaoui et al., 2021). De plus, ce véhicule est plus silencieux et peut circuler dans la LEZ, même après 2035.

Cependant, ce mode de transport présente tout de même certaines contraintes qui ne doivent pas être négligées. Premièrement, une camionnette électrique est plus chère à l'achat qu'un modèle à combustion similaire. Par exemple, en comparant le prix de la Renault Master thermique, qui est un modèle particulièrement apprécié pour effectuer des livraisons de colis, avec celui de la Renault Master E-Tech, il apparaît que la camionnette thermique est vendue aux alentours de 30.000 € hors taxes alors que la version électrique coûte environ 48.000 € hors taxes (*Top 10 des utilitaires électriques 2025*, 2024).

Par ailleurs, l'autonomie du véhicule est souvent limitée à environ 200 kilomètres. Bien que cela suffise généralement pour une journée de livraison, la nécessité de recharger le véhicule en cours de tournée fait perdre beaucoup de temps au livreur (*Véhicule utilitaire électrique : avantages et inconvénients*, 2023). Le nombre de bornes de recharge publiques est également un élément à prendre en compte. À l'heure actuelle, Bruxelles compte 7.682 points de recharge accessibles au public et s'est fixé comme objectif d'atteindre 22.000 points d'ici 2035 (Electricity.brussels, s. d.).

D'après Grégory Perez, le remplacement des camionnettes thermiques par des camionnettes électriques permet certes de diminuer la quantité de CO<sub>2</sub> rejetée dans l'air, mais ce mode de transport génère quand même des particules fines, créées par le frottement des pneus sur la route. De plus, une camionnette électrique est presque deux fois plus lourde qu'une camionnette thermique et cela entraîne d'autres problèmes tels que la dégradation des routes.

Enfin, l'un des principaux problèmes des camionnettes électriques est qu'elles ne permettent pas de résoudre le problème de la congestion urbaine auquel la Région de Bruxelles-Capitale est confrontée. En effet, ces véhicules doivent toujours se stationner, éventuellement en double file, pour décharger leurs colis, et continuent de circuler sur les routes de la capitale (El Moussaoui et al., 2021).

Ces contraintes freinent l'utilisation de la camionnette électrique, même si elle est moins polluante qu'un véhicule thermique.

Bien que ces différents moyens de transport présentent chacun leurs atouts, ils ne sont pas optimaux pour le transport des colis dans la Région de Bruxelles-Capitale. Ce mémoire s'intéresse à la combinaison de l'utilisation du tramway et du vélo cargo comme solution alternative pour l'acheminement des colis à Bruxelles.

#### 4.6.4 Le tramway

Bruxelles compte 18 lignes de tramway exploitées par la STIB, la Société des transports intercommunaux de Bruxelles (*Lignes Tram | STIB*, s. d.). Ces lignes s'étendent sur 150 kilomètres et couvrent tout le territoire bruxellois. Les tramways sont alimentés avec de l'électricité et n'émettent donc pas directement de substances polluantes. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013, le contrat entre la STIB et son fournisseur d'énergie garantit une utilisation totale d'électricité verte (*La STIB roulera exclusivement à l'électricité verte dès 2013*, 2012). Ce moyen de transport est idéal pour réduire l'empreinte environnementale du transport de marchandises.

Plus de 400 tramways circulent au quotidien dans la ville. Depuis 2006, la STIB a investi dans de nouveaux types de trams qui remplacent progressivement les anciens modèles. Il s'agit des trams T3000 et T4000 qui sont plus performants, plus facilement accessibles et plus silencieux. Le tram 3000 fait 32 mètres de long, est composé de 5 modules et peut accueillir jusqu'à 180 personnes. Le tram 4000 fait quant à lui 43 mètres de long, compte 7 modules et peut transporter 252

personnes. Ces trams garantissent le confort des voyageurs et la quiétude des résidents puisqu'ils sont conçus pour être silencieux (*Le réseau et les véhicules - STIB*, s. d.). En 2023, la STIB comptait 402 trams dont 150 T3000 et 70 T4000 (Sablon, 2023).

De plus en plus de recherches dans le domaine de la logistique urbaine tentent de trouver des propositions utilisant les infrastructures de transport de voyageurs pour transporter des marchandises. L'objectif est d'exploiter la capacité inutilisée des transports publics pour le transport des colis.

Selon le règlement (UE) 2018/643 du Parlement européen, le tramway se définit comme suit : « véhicule routier de transport de voyageurs conçu pour transporter plus de neuf personnes (conducteur compris), relié à des conducteurs électriques ou propulsé par un moteur diesel et roulant sur rails » (Règlement (UE) 2018/643 du Parlement européen et du Conseil du 18 avril 2018 relatif aux statistiques des transports par chemin de fer (refonte), 2018). Le tramway n'est donc pas officiellement prévu pour le transport de marchandises. Toutefois, il convient de s'interroger sur la faisabilité de son utilisation à cette fin en milieu urbain.

Malgré les sollicitations, la STIB n'a pas souhaité accorder d'interview, ce qui n'a pas permis d'obtenir des données spécifiques sur les lignes de tramway à Bruxelles. Cependant, les articles « Cargo tram in freight handling in urban areas in Poland » (Pietrzak & Pietrzak, 2021) et « Le tramway pour transporter des marchandises en ville » (Oillo, 2009) ont permis d'aider à identifier un ensemble de facteurs favorables et défavorables à l'utilisation du tramway pour le transport de marchandises en milieu urbain. Bien que ces articles ne portent pas directement sur Bruxelles, ils offrent des éléments d'analyse pertinents. Pour plus de clarté, les facteurs sont classés selon plusieurs catégories : infrastructure, moyen de transport, organisation, économie, environnement et social.

## **Infrastructure**

### Facteurs favorables :

- Infrastructure indépendante du trafic routier (circulation en site propre), permettant de réduire la congestion urbaine
- Capacité du réseau sous-exploitée
- Infrastructures déjà présentes dans de nombreuses villes
- Lignes réparties sur l'ensemble du territoire urbain, permettant de desservir tous les quartiers de la ville
- Lignes reliant la périphérie au centre-ville, en passant par les principaux axes de circulation
- Arrêts situés le long d'axes routiers, accessibles facilement pour les camionnettes et les vélos cargo

### Facteurs défavorables :

- Nécessité de construire certains éléments manquants tels que des quais de chargement et de déchargement, ainsi que des voies d'évitement
- Nécessité d'adapter l'intérieur des rames de tramway afin de permettre le transport sécurisé et efficace des colis

### **Moyen de transport**

#### Facteurs favorables :

- Mode de transport connu et fonctionnel depuis de nombreuses années
- Mode de transport modulable et sécurisé
- Mode de transport régulier offrant des horaires prévisibles et stables

#### Facteurs défavorables :

- Rigidité des itinéraires, qui sont adaptés au transport des passagers et donc pas toujours optimisés pour le transport des marchandises
- Risque de dégrader la qualité du service pour les passagers

### **Organisation**

#### Facteurs favorables :

- Possibilité d'exploiter le tramway de façon polyvalente

#### Facteurs défavorables :

- Nécessité d'organiser un chargement et un déchargement efficace des colis
- Nécessité d'avoir une bonne coordination et coopération entre plusieurs acteurs
- Nécessité de respecter les horaires des tramways et leur fréquence

### **Économique**

#### Facteurs favorables :

- Possibilité de recevoir des subventions pour un projet de logistique urbaine durable
- Investissement à long terme, permettant la réduction de certains coûts dans le futur

#### Facteurs défavorables :

- Investissements initiaux élevés, engendrés par le besoin de main-d'œuvre supplémentaire et la construction d'éléments d'infrastructure manquants
- Coûts d'exploitation élevés

### **Environnemental**

#### Facteurs favorables :

- Alimentation à l'électricité permettant de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres polluants atmosphériques
- Utilisation possible dans les zones de basses émissions
- Conformité aux principes du Green Deal européen qui vise à décarboner les transports urbains
- Peu de nuisances sonores pour les résidents

Facteurs défavorables :

- Construction d'infrastructures pouvant avoir un impact sur l'environnement

**Social**Facteurs favorables :

- Résidents et usagers habitués à la présence du tramway dans l'espace public
- Moyen de transport perçu comme respectueux de l'environnement, silencieux et peu intrusif
- Promotion d'une image positive de la ville en termes d'innovation et de durabilité

Facteurs défavorables :

- Réticence potentielle des autorités locales et des acteurs privés à l'adoption de la solution
- Habitudes des transporteurs logistiques d'effectuer les livraisons par la route

Cette analyse permet de se rendre compte des atouts majeurs du tramway pour transporter des marchandises (ou des colis), mais également des inconvénients liés à son utilisation. Elle permet par ailleurs de déceler les points auxquels il faut être attentif afin de mettre en place un tel système à Bruxelles.

#### 4.6.5 Le vélo cargo

Afin de récolter des informations sur l'utilisation du vélo cargo dans la région bruxelloise, un entretien a été réalisé avec Jacques Menu (cf. *infra* « Annexe WW »), consultant chez Urbike, une coopérative de cyclo-logistique bruxelloise. La mission d'Urbike est de transformer la ville pour la rendre plus humaine et plus durable en essayant de réduire au maximum le trafic routier qui a un impact considérable sur l'environnement. Leur activité principale est de réaliser des livraisons de marchandises à vélo cargo. Monsieur Menu a fourni des documents particulièrement pertinents concernant l'utilisation du vélo cargo à Bruxelles, lesquels ont servi de base à la rédaction des points développés ci-après : « Transforming Urban Deliveries : Data Evidence from Belgium's Cargo Bike Transition » (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025) ; « Data-driven Evaluation of Cargo Bike Delivery Performance in Brussels » (Kale AI, 2023) ; « The yearly cycle logistics barometer » (Belgian Cycle Logistics Federation, 2024)

##### 4.6.5.1 Émergence de la cyclo-logistique à Bruxelles

« La cyclo-logistique est l'organisation et la réalisation du transport de marchandises ou de biens réalisés en cycle » (Abord de Chatillon, 2025, p.3). Cette solution de transport est intéressante pour livrer des petites quantités de marchandises sur le dernier kilomètre. Comme évoqué dans la revue de littérature, la livraison du dernier kilomètre est la partie la plus polluante et la moins efficace de l'ensemble du processus de livraison. Le vélo cargo permet de limiter les impacts négatifs de cette partie de la livraison et c'est pour cette raison qu'il devient de plus en plus populaire à Bruxelles depuis quelques années.

D'après Jacques Menu, environ 5% des colis à Bruxelles sont livrés par vélo cargo à l'heure actuelle, notamment grâce à l'impulsion de bpost qui remplace de plus en plus ses camionnettes par des vélos. Selon la Fédération Belge de Logistique du Cycle, organisation à but non lucratif qui réunit les acteurs de la cyclo-logistique pour encourager son essor en Belgique, le nombre de colis livrés par vélo cargo en 2023 a doublé par rapport à 2022, avec 3,1 millions de colis (Belgian Cycle Logistics Federation, 2024). L'augmentation de la demande des clients pour des livraisons plus écologiques incite les transporteurs à intégrer la cyclo-logistique au cœur de leurs opérations. Le nombre de vélos sur les routes augmente ainsi de plus en plus. Cependant, cela ne représente qu'une faible part du volume total de marchandises qui pourrait être transporté à vélo. En effet, des études de la BCLF suggèrent que jusqu'à 33% des marchandises légères pourraient être livrées par des vélos cargo dans les villes (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025).

#### 4.6.5.2 Efficacité opérationnelle du vélo cargo

Une étude réalisée par la BCLF a mis en lumière que les vélos cargo effectuent des tournées de livraison plus rapidement que les camionnettes à Bruxelles. Une analyse faite sur 345 tournées révèle qu'ils effectuent en moyenne 18,85 livraisons/heure contre seulement 14,77 pour les camionnettes (cf. *infra* « Annexe O ») (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025).

De plus, le temps de service, qui correspond au temps total passé à chaque arrêt, incluant le stationnement, le déchargement des colis et le trajet jusqu'à la porte, est inférieur lorsque la livraison s'effectue à vélo cargo. En effet, ce type de véhicule peut toujours se stationner à moins de 30 mètres du point de livraison contrairement aux camionnettes qui trouvent rarement une place à proximité immédiate. En moyenne, le temps de service par livraison est réduit de 50 secondes par rapport à celui des camionnettes. Pour une tournée de 100 adresses, cela représente près d'une heure trente de gagnée (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025).

Par ailleurs, le centre-ville de Bruxelles est une zone très dense qui est difficilement accessible pour les camionnettes. Les vélos cargo offrent une grande flexibilité et peuvent circuler dans de nombreuses zones interdites aux véhicules utilitaires. À Bruxelles, il y a 400 kilomètres de rues en sens unique pour les voitures mais qui sont accessibles à double sens pour les vélos (Bruxelles Mobilité, 2019).

Enfin, les temps de livraison à vélo cargo sont prévisibles car les temps de parcours sont globalement stables. En effet, les vélos cargo maintiennent des temps de service réguliers dans tous les contextes urbains. Un suivi GPS effectué à Bruxelles, Gand, Liège et Anvers a révélé que les vélos cargo maintiennent des vitesses constantes dans toutes les zones urbaines, contrairement aux camionnettes dont les temps de livraison varient à cause de divers facteurs (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025).

#### 4.6.5.3 *Les impacts socio-environnementaux du vélo cargo*

L'utilisation du vélo cargo permet de fortement réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. Un vélo cargo émet environ 98% de CO<sub>2</sub> en moins qu'une camionnette. En effet, il génère à peine 0,0079 kgCO<sub>2</sub>e/km, contre 0,3207 kgCO<sub>2</sub>e/km pour une camionnette thermique et 0,1561 kgCO<sub>2</sub>e/km pour une camionnette électrique (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025). Le vélo cargo est également un véhicule silencieux, permettant de limiter les nuisances sonores et contribuant à un environnement urbain plus apaisé.

De plus, remplacer une camionnette par un vélo cargo permet de réduire le nombre de véhicules présents sur les routes et de limiter la congestion urbaine, particulièrement marquée à Bruxelles. Cela permet également de renforcer la sécurité routière grâce à des véhicules à vitesse réduite. Une transition ciblée sur seulement 12% du territoire bruxellois aurait un impact positif sur le quotidien de plus de 326.000 habitants (Belgian Cycle Logistics Federation, 2025).

#### 4.6.5.4 *Les contraintes et les défis rencontrés par l'utilisation des vélos cargo*

Bien que ce mode de transport offre de nombreux avantages, les vélos cargo présentent aussi certaines limites.

Tout d'abord, les vélos cargo ont une capacité de charge inférieure aux camionnettes, ce qui les oblige à faire des trajets supplémentaires pour aller se recharger de colis. Dans l'entreprise Urbike, un vélo peut transporter environ 100 kg de marchandises, correspondant à un volume proche de 1 m<sup>3</sup>. L'ajout d'une remorque permet d'augmenter cette capacité à 150 kg. Au-delà de ce poids, cela impose trop de charge sur le coursier et sur le matériel.

Ensuite, la couverture géographique d'un vélo cargo doit rester limitée. Idéalement, il peut couvrir un rayon entre 3 et 5 kilomètres maximum. Au-delà de 5 kilomètres, les trajets du coursier deviennent trop longs et cela nuit à l'efficacité de la tournée. À Bruxelles, Urbike organise généralement ses livraisons en fonction du code postal de la destination finale des colis. Chaque zone définie par un code postal correspond approximativement à un rayon de 3 à 5 km, ce qui permet à chaque coursier d'effectuer ses livraisons dans un périmètre limité.

Enfin, les vélos cargo sont extrêmement performants dans le centre urbain de Bruxelles. En revanche, leur efficacité diminue progressivement à mesure qu'ils se rapprochent de la périphérie, où leur vitesse devient comparable à celle des autres véhicules, notamment des camionnettes.

## 5 Application : proposition d'une solution pour Bruxelles

Après avoir présenté les atouts et les limites de l'utilisation du tramway et du vélo cargo pour la livraison urbaine de colis, ces éléments permettent à présent d'élaborer une proposition concrète applicable à la ville de Bruxelles.

La solution consiste à acheminer les colis jusqu'aux terminus des lignes de tramway en périphérie de Bruxelles. Ils sont ensuite chargés à bord des tramways et transportés jusqu'à des arrêts situés en ville, où des coursiers à vélo cargo prennent le relais pour assurer la livraison finale.

### 5.1 Dépôt des colis par une camionnette de livraison

Au départ du centre de tri en dehors de Bruxelles, d'où démarrent les camionnettes de livraison, chaque colis est étiqueté avec le numéro de la ligne de tramway sur laquelle il doit être transporté (exemple : ligne 81), le numéro de l'arrêt où il doit être déchargé (exemple : arrêt 81.b) et l'adresse finale de livraison. Les camionnettes déchargent les colis aux terminus des lignes situés à la périphérie de Bruxelles (en noir sur la carte ci-dessous). Il est important que ces terminus soient situés près d'axes routiers facilement accessibles pour les camionnettes et disposent d'un espace suffisant pour permettre à ces véhicules de stationner sans entraver la circulation, ce qui est le cas des terminus à Bruxelles.

### 5.2 Prise en charge des colis par le tramway

Afin de transporter les colis sans perturber le transport des passagers, qui est l'un des enjeux majeurs, la solution proposée est de faire circuler des rames de tramway dédiées au transport des colis. Le projet TramFret consistait à ajouter une rame supplémentaire qui circulait entre les tramways de voyageurs, et cela n'avait pas perturbé le réseau. Avec cette solution, les passagers et les colis partagent la même infrastructure mais ne sont pas transportés en même temps. L'absence de passagers permet de décharger les colis uniquement aux arrêts nécessaires et n'impose pas de contraintes de temps serrées pour effectuer ces déchargements.

La rame de fret est immobilisée au terminus situé en périphérie, en attendant d'être chargée de colis. Elle doit pouvoir stationner à un emplacement qui ne gêne pas la circulation des autres tramways de passagers. À Bruxelles, les terminus des lignes de tramway disposent presque toujours d'un terminus classique, permettant au tramway de stationner en bout de ligne sans perturber le réseau.

Pour éviter de devoir synchroniser parfaitement l'arrivée du tramway de fret avec celle des camionnettes, des micro-hubs logistiques sont installés aux terminus des lignes concernées. Un micro-hub logistique se définit comme étant une petite plateforme logistique située en milieu urbain, qui permet de stocker les colis avant leur livraison par un mode de transport doux (Vaterlaus, 2025). Ces micro-plateformes permettent de stocker temporairement les colis avant

leur chargement dans le tramway. Les colis sont transférés de la camionnette vers le micro-hub, ou directement dans le tramway si la rame de fret est stationnée au terminus, et sont répartis dans des caissons en fonction de leur arrêt de déchargement<sup>[4]</sup>. Le tramway transporte ensuite les colis jusqu'à leurs arrêts respectifs.

### 5.3 Optimisation de la transition entre le tramway et le vélo cargo

Bien que le tramway permette de rapprocher les colis de leur lieu de livraison, ceux-ci n'ont pas encore atteint leur destination finale une fois déchargés du tramway. La proposition développée dans le cadre de ce mémoire consiste à combiner l'utilisation du tramway avec celle du vélo cargo. L'expérimentation à Amsterdam combinait le tramway avec des véhicules électriques, dénommés « e-cars ». Cependant, ces véhicules ne permettraient pas de réduire la congestion urbaine à laquelle Bruxelles est confrontée.

L'un des défis majeurs de la combinaison de ces deux modes de transport est la transition d'un mode à l'autre. L'objectif étant de réaliser des livraisons rapides et efficaces, il est essentiel de définir des points de transbordement stratégiques et d'optimiser le transfert des colis. Un point de transbordement est un endroit où la marchandise change de moyen de transport (*Transbordement*, s. d.). Dans ce contexte, il s'agit de l'endroit où les colis sont déchargés du tramway et pris en charge par les coursiers à vélo cargo.

#### 5.3.1 Choix des points de transbordement

Le choix de ces arrêts de déchargement est important car il détermine les distances que doivent parcourir les coursiers à vélo cargo pour effectuer les livraisons. Pour garantir une distribution efficace, il est recommandé de limiter le rayon d'action à 3 à 5 kilomètres. L'objectif est donc de choisir les arrêts de manière à couvrir l'ensemble du territoire bruxellois, tout en respectant cette contrainte. La configuration des lignes de tramway à Bruxelles permet d'envisager des zones de livraison couvrant un rayon de 2 kilomètres, ce qui améliore encore l'efficacité des vélos cargo.

Par ailleurs, la STIB considère que l'ajout de rames de tramway de fret risque de perturber le réseau existant. Pour éviter ce problème, les arrêts choisis doivent permettre à la rame de fret de stationner pendant le déchargement des colis sans entraver la circulation des autres tramways de passagers. Pour cela, il existe deux solutions : soit l'arrêt dispose d'une voie de garage qui se définit comme étant une « voie se détachant de la voie principale et servant au garage de trains ou de wagons » (Office québécois de la langue française, 2000), soit l'arrêt dispose d'un évitement. « Un évitement, dans le jargon ferroviaire, est un endroit sur une voie ferrée où cette dernière se

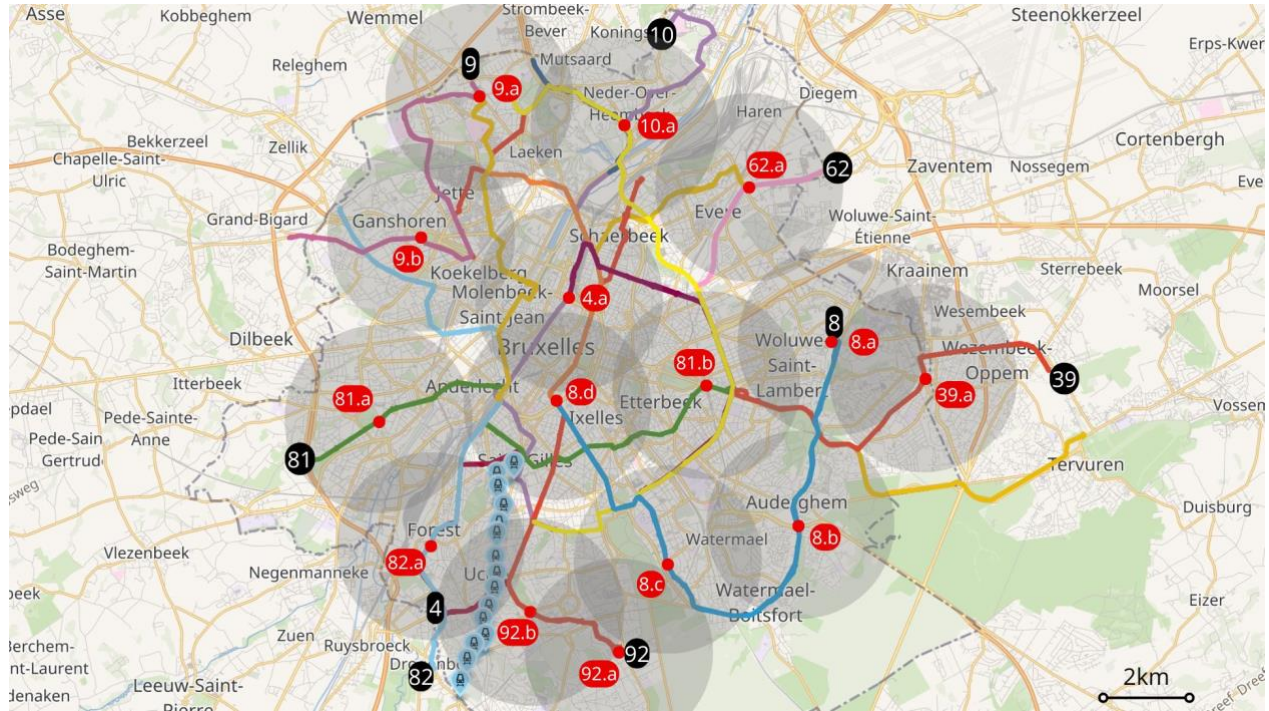
---

<sup>4</sup> Par exemple, l'arrêt 39.a correspond à l'arrêt « a » sur la ligne de tramway 39.

divise en deux voies parallèles sur une longueur de quelques dizaines de mètres (...) afin de permettre à deux trains de se croiser ou de se dépasser. » (Évitement (chemin de fer), 2024).

La carte ci-dessous permet de visualiser les lignes de tramway et les arrêts envisagés dans la solution proposée.

*Carte 1 : Cartographie des lignes et arrêts de tramway retenus dans la solution proposée*



### Légende :

**Numéro noir :** terminus de la ligne où les colis sont chargés dans le tramway

**Numéro rouge :** arrêt de tramway où les colis sont déchargés du tramway

**Zone grise :** zone de 2 km de rayon correspondant à la superficie desservie par les vélos cargo (possibilité d'allonger le rayon à 3 km pour les arrêts 8.d, 9.a et 62.a (cf. *infra* « Annexe P ») afin de couvrir les zones restantes)

Tableau 3 : Liste des lignes et arrêts de tramway retenus dans la solution proposée

| Numéro de la ligne et terminus où sont chargés les colis                               | Arrêts servant de point de transbordement, disposant d'une voie de garage ou d'un évitement   |
|--|---|
| Ligne 4 : Stalle Parking (Uccle) – Gare du Nord (cf. <i>infra</i> « Annexe Q »)        | Arrêt 4.a : Rogier (cf. <i>infra</i> « Annexe R »)  |
| Ligne 8 <sup>[5]</sup> : Roedebeek – Poelart (cf. <i>infra</i> « Annexe S »)           | Arrêt 8.a : Roedebeek (cf. <i>infra</i> « Annexe S »)<br>Arrêt 8.b : Hermann-Debroux (cf. <i>infra</i> « Annexe T »)<br>Arrêt 8.c : Boondael (cf. <i>infra</i> « Annexe U »)<br>Arrêt 8.d : Poelart (cf. <i>infra</i> « Annexe V ») |
| Ligne 9 : Roi Baudoin – Groot-Bijgaarden (cf. <i>infra</i> « Annexe W »)               | Arrêt 9.a : Stade Stadion (cf. <i>infra</i> « Annexe X »)<br>Arrêt 9.b : Collège Sacré Cœur (cf. <i>infra</i> « Annexe Y »)   |
| Ligne 10 : Hôpital Militaire – Churchill (cf. <i>infra</i> « Annexe Z »)               | Arrêt 10.a : Heembeek (cf. <i>infra</i> « Annexe AA »)  |
| Ligne 39 : Ban Eik – Montgomery (cf. <i>infra</i> « Annexe BB »)                       | Arrêt 39.a : Stockel (cf. <i>infra</i> « Annexe CC »)   |
| Ligne 62 : Bourget – Heysel (cf. <i>infra</i> « Annexe DD »)                           | Arrêt 62.a : Da Vinci (cf. <i>infra</i> « Annexe EE »)  |
| Ligne 81 : Marius Renard – Montgomery (cf. <i>infra</i> « Annexe FF »)                 | Arrêt 81.a : Meir (cf. <i>infra</i> « Annexe GG »)<br>Arrêt 81.b : Mérode (cf. <i>infra</i> « Annexe HH »)  |
| Ligne 82 : Drogenboos – Gare de Berchem (cf. <i>infra</i> « Annexe II »)               | Arrêt 82.a : Saint-Denis (cf. <i>infra</i> « Annexe JJ »)   |
| Ligne 92 <sup>[5]</sup> : Fort-Jaco – Schaerbeek Gare (cf. <i>infra</i> « Annexe KK ») | Arrêt 92.a : Fort-Jaco (cf. <i>infra</i> « Annexe KK »)<br>Arrêt 92.b : Dieweg (cf. <i>infra</i> « Annexe LL »)   |

Cette solution requiert l'utilisation de 9 lignes de tramway et l'installation de 22 micro-hubs logistiques (9 aux terminus et 13 le long des lignes). Le territoire bruxellois est ainsi divisé en 15 zones de livraison, chacune permettant de desservir environ 97.000 habitants<sup>[6]</sup> (cf. *infra* « Annexe MM »).

### 5.3.2 Organisation du transfert des colis du tramway au vélo cargo : deux scénarios possibles

#### 5.3.2.1 Premier scénario : le coursier attend à l'arrêt de tramway

Le coursier se rend directement à l'arrêt du tramway et attend son arrivée pour charger les colis dans son vélo cargo.

<sup>5</sup> Le terminus des lignes 8 et 92 servent également de lieu de chargement des vélos cargo.

<sup>6</sup> Le chevauchement de certaines zones entraîne une légère surestimation de ce chiffre.

- **Avantage** : les colis sont pris en charge directement par le coursier ce qui évite la mise en place d'un espace de stockage temporaire.
- **Inconvénient** : le temps d'attente du coursier est difficile à estimer et peut être long, ce qui représente une perte de temps et un coût non négligeable.

### 5.3.2.2 *Deuxième scénario : les colis sont stockés dans des micro-hubs logistiques*

Le chauffeur du tramway décharge les colis à chaque arrêt nécessaire, où ils sont stockés temporairement dans un micro-hub logistique en attendant que les coursiers à vélo cargo viennent les récupérer.

- **Avantage** : le coursier se consacre uniquement à la livraison et ne doit pas attendre l'arrivée du tramway. La synchronisation entre les deux modes de transport n'a pas besoin d'être parfaite.
- **Inconvénient** : nécessité d'installer des micro-hubs logistiques aux points de transbordement, ce qui engendre des coûts supplémentaires et exige un aménagement de l'espace urbain.

Le deuxième scénario semble le plus réaliste à mettre en place, bien qu'il nécessite l'installation de micro-hubs logistiques aux différents arrêts de tramway. Cette solution représente le meilleur compromis en termes d'efficacité logistique et de flexibilité.

## 5.4 Prise en charge des colis par le vélo cargo

Une fois les colis déchargés du tramway et stockés dans le micro-hub logistique, les coursiers à vélo cargo sont informés de leur disponibilité. Ils viennent ensuite les récupérer pour les acheminer jusqu'à leur destination finale, située dans un rayon de 2 kilomètres. Les coursiers peuvent livrer les colis à domicile, en point relais ou en consigne automatique et effectuent plusieurs rotations entre les points de livraison et le micro-hub pour recharger leur vélo. Les colis non distribués sont ramenés au micro-hub logistique.

## 5.5 Retour des colis

Les colis renvoyés à l'expéditeur par les consommateurs peuvent également être retournés au centre de tri via les lignes de tramway. Plutôt que de les ramener dans un point relais ou dans un bureau de poste, les consommateurs peuvent les déposer dans un des micro-hubs logistiques situés aux arrêts de tramway<sup>[7]</sup>. Un système de consigne sécurisée leur permet de déposer leurs colis en toute sécurité. Le chauffeur du tramway les récupère ensuite et les place dans un caisson spécifique à bord de la rame de fret. Une fois de retour au terminus, les « colis retour » sont récupérés par les camionnettes de livraison et acheminés vers le centre de tri des colis.

---

<sup>7</sup> Chaque habitant réside à moins de 2 km d'un micro-hub.

## 5.6 Viabilité économique du projet

Après avoir évalué la faisabilité technique du projet, il est important d'examiner sa viabilité économique. En effet, bien que ce système de livraison permette de réduire les externalités négatives causées par les camionnettes de livraison à Bruxelles, sa mise en œuvre peut être compromise s'il n'est pas financièrement compétitif face au transport routier.

L'objectif de l'analyse est de comparer les coûts d'exploitation du transport des colis entre la périphérie et les micro-hubs logistiques, par camionnette et par tramway. La livraison finale à vélo cargo n'est pas prise en compte dans l'analyse, dans la mesure où, dans les deux scénarios, les colis sont amenés jusqu'aux micro-hubs logistiques et pris en charge par des coursiers à vélo cargo. La comparaison se concentre sur les frais d'exploitation des deux modes de transport, en supposant que les frais d'installation et d'investissement sont couverts par un subside régional.

La simulation repose sur deux hypothèses principales. La première hypothèse est que la capacité d'un micro-hub logistique est de 30 m<sup>3</sup>, ce qui correspond à une taille jugée raisonnable dans un contexte urbain<sup>[8]</sup>. La seconde hypothèse considère qu'une ligne de tramway dessert en moyenne 2 micro-hubs logistiques (cf. *infra* « Annexe NN »). Par conséquent, la simulation compare le coût de transport de 60 m<sup>3</sup> de colis, par camionnette et par tramway.

Tableau 4 : Hypothèses

|   |                   |     |
|---|-------------------|-----|
| A : Volume de stockage d'un micro-hub <sup>[8]</sup>  | 30 m <sup>3</sup> |     |
| B : Nombre moyen de micro-hubs desservis par une ligne de tramway <sup>[9]</sup>                                  | 2                 |     |
| C : Volume net de colis transporté dans un tramway  | 60 m <sup>3</sup> | A*B |
| D : Volume net de colis transporté dans une camionnette <sup>[10]</sup>   | 10 m <sup>3</sup> |     |
| E : Distance moyenne parcourue par un tramway pour livrer 60 m <sup>3</sup> de colis <sup>[11]</sup>              | 17 km             |     |
| F : Distance moyenne parcourue par une camionnette pour livrer 10 m <sup>3</sup> de colis                         | 8,5 km            | E/2 |
| G : Nombre de camionnettes nécessaires pour transporter les 60 m <sup>3</sup> de colis transportés par un tramway | 6                 | C/D |

L'hypothèse F est difficile à estimer car elle dépend de la localisation des micro-hubs dans la ville. En se basant sur les micro-hubs indiqués sur la carte 1, la distance moyenne retenue correspond à la moitié du trajet parcouru par le tramway.

<sup>8</sup> Avec une aire de 9 m<sup>2</sup> et environ 3 m de hauteur, le volume d'un micro-hub peut être estimé à 30 m<sup>3</sup> (Geay, 2023).

<sup>9</sup> (cf. *infra* « Annexe NN »)

<sup>10</sup> (cf. *infra* « Annexe OO »)

<sup>11</sup> (cf. *infra* « Annexe PP »)

Tableau 5 : Coût de transport de 60 m<sup>3</sup> de colis par camionnette

|  |                |     |
|--|----------------|-----|
| H : Coût d'exploitation net au kilomètre d'une camionnette (essence, assurances, taxes, amortissement, entretien, déductions fiscales) <sup>[12]</sup> | 0,36 €         |     |
| I : Prix de revient d'une camionnette pour livrer 10 m <sup>3</sup> de colis   | 3,06 €         | F*H |
| J : Coût horaire total pour l'employeur d'un chauffeur de camionnette (salaire, ONSS, indemnités, assurances) <sup>[13]</sup>                          | 24 €           |     |
| K : Vitesse moyenne d'une camionnette à Bruxelles <sup>[14]</sup>  | 16 km/h        |     |
| L : Coût du chauffeur par kilomètre  | 1,50 €         | J/K |
| M : Coût du chauffeur pour livrer 10 m <sup>3</sup> de colis   | 12,75 €        | L*F |
| N : Coût total d'une camionnette pour livrer 10 m <sup>3</sup> de colis (véhicule + chauffeur)   | 15,81 €        | I+M |
| O : Coût de transport de 60 m <sup>3</sup> de colis par camionnette  | 94,86 € ≈ 95 € | G*N |

Tableau 6 : Coût de transport de 60 m<sup>3</sup> de colis par tramway

|   |       |     |
|---|-------|-----|
| P : Prix d'exploitation au kilomètre d'un tramway <sup>[15]</sup> | 7 €   |     |
| Q : Coût de transport de 60 m <sup>3</sup> de colis par tramway   | 119 € | E*P |

Tableau 7 : Coût du transfert de 60 m<sup>3</sup> de colis des 6 camionnettes vers le micro-hub du terminus et/ou vers le tramway

|   |        |          |
|---|--------|----------|
| R : Temps de transfert estimé de 10 m <sup>3</sup> de colis | 30 min |          |
| S : Coût de transfert de 10 m <sup>3</sup> de colis         | 12 €   | (J/60)*R |
| T : Coût de transfert de 60 m <sup>3</sup> de colis         | 72 €   | S*G      |

Le paramètre R est difficile à estimer car il dépend de plusieurs variables : la distance entre la camionnette et le micro-hub, celle entre le micro-hub et la rame de tramway, le mode de conditionnement des colis (en vrac ou regroupés par caisses), ainsi que l'éventuelle utilisation d'équipements logistiques tels qu'un transpalette. L'estimation de 30 minutes pour transférer 10 m<sup>3</sup> de colis est un scénario optimiste, envisageable en utilisant des équipements logistiques performants et avec un accès adapté aux véhicules.

<sup>12</sup> (cf. *infra* « Annexe QQ »)

<sup>13</sup> (cf. *infra* « Annexe RR »)

<sup>14</sup> Selon l'INRIX Global Traffic Scorecard de 2022, la vitesse moyenne de livraison sur le dernier kilomètre à Bruxelles est de 16 km/h (Kale AI, 2023).

<sup>15</sup> Les coûts d'exploitation du tramway comprennent les frais de personnel, les frais de fonctionnement du matériel roulant (énergie, maintenance) et les frais de structure (Certu, 2011).

Tableau 8 : Comparaison du coût de transport de 60 m<sup>3</sup> de colis par camionnette et par tramway

|  |       |     |
|--|-------|-----|
| U : Coût total pour le transport de 60 m <sup>3</sup> de colis par camionnette             | 95 €  | O   |
| V : Coût total pour le transfert et le transport de 60 m <sup>3</sup> de colis par tramway | 191 € | Q+T |

Tableau 9 : Nombre maximal de colis transportés par jour par tramway

|   |                      |       |
|---|----------------------|-------|
| W : Temps estimé d'un aller-retour par ligne de tramway <sup>[16]</sup> | 435 min              |       |
| X : Nombre de trajets par jour par ligne de tramway <sup>[17]</sup>     | 2                    |       |
| Y : Volume de colis transporté par jour par ligne de tramway            | 120 m <sup>3</sup>   | X*C   |
| Z : Nombre de lignes de tramway   | 9                    |       |
| AA : Volume total de colis transporté par jour                          | 1.080 m <sup>3</sup> | Y*Z   |
| BB : Volume moyen d'un colis <sup>[18]</sup>                            | 0,036 m <sup>3</sup> |       |
| CC : Nombre maximal de colis transportés par jour par tramway           | 30.000               | AA/BB |

Cette analyse permet d'estimer le nombre maximal de colis pouvant être transportés par jour par tramway avec la solution proposée. Il en ressort qu'environ 30.000 colis peuvent être acheminés quotidiennement sur l'ensemble du réseau de tramway. Cette capacité peut être augmentée en multipliant le nombre de micro-hubs, en ajoutant des rames de tramway dédiées au fret sur les lignes ou en diminuant le temps de chargement et de déchargement des colis.

## 5.7 Les limites et contraintes de la solution proposée

Bien que le transport de marchandises en tramway ait déjà été expérimenté dans certaines villes, ces projets n'ont bien souvent pas été poursuivis par manque de viabilité économique ou de solutions adaptées à l'infrastructure existante. Bruxelles Mobilité et la STIB ont déjà tenté, à plusieurs reprises, de mettre en place un tel projet, mais aucune tentative n'a abouti à une solution pérenne et opérationnelle. Bien que la faisabilité technique du modèle de logistique urbaine semble viable, sa mise en place à Bruxelles comporte de nombreuses limites et contraintes.

### 5.7.1 Viabilité économique incertaine

La mise en place d'un tel projet repose notamment sur sa rentabilité. Bien que les résultats dépendent de plusieurs hypothèses et approximations, il en ressort que le transport de colis par camionnette reste plus compétitif que celui par tramway. Pour un volume de 60 m<sup>3</sup> de colis, le transport par tramway coûte 191 € contre 95 € par camionnette. Le principal facteur rendant la solution par tramway particulièrement coûteuse est la nécessité d'un transfert supplémentaire des

<sup>16</sup> (cf. *infra* « Annexe SS »)

<sup>17</sup> (cf. *infra* « Annexe TT »)

<sup>18</sup> En supposant un colis de 40 cm sur 30 cm sur 30 cm.

colis, depuis les camionnettes vers le tramway, ce qui rajoute des frais importants. Pour rendre la livraison en tramway plus avantageuse, une piste envisageable pourrait être d'instaurer une taxe à l'entrée de Bruxelles pour les camionnettes de livraison.

Par ailleurs, les coûts d'investissement et d'installation du tramway ne sont pas intégrés à l'analyse, en supposant qu'ils seraient pris en charge par le budget de la Région. Cette hypothèse est toutefois incertaine, d'autant plus qu'aucune mesure concrète relative à la mise en place d'un tel système n'a été envisagée à ce jour.

### 5.7.2 Contraintes infrastructurelles

À l'heure actuelle, les tramways ne sont pas adaptés au transport de colis. L'un des principaux obstacles infrastructurels est l'aménagement nécessaire des rames de tramway afin que les colis puissent être stockés lors du transport et triés en fonction de leur arrêt. De plus, des micro-hubs logistiques doivent être installés aux terminus des lignes et à chaque arrêt servant de point de transbordement entre le tramway et le vélo cargo. Le modèle proposé envisage l'installation de 22 micro-hubs d'environ 30 m<sup>3</sup> chacun. Ces derniers doivent pouvoir s'intégrer au paysage urbain sans envahir l'espace disponible pour les piétons et les résidents.

### 5.7.3 Multiplication des acteurs

L'organisation du transport des colis, depuis leur chargement dans la camionnette jusqu'à leur livraison au client final, nécessite une logistique complexe. En effet, la solution implique au minimum trois acteurs : le transporteur initial<sup>[19]</sup>, la STIB et la société de cyclo-logistique<sup>[20]</sup>. La présence de plusieurs acteurs complique la gestion logistique et la répartition des responsabilités et des coûts.

### 5.7.4 Réticence de la STIB et risque d'effet inverse

La STIB considère qu'il n'est pas possible de transporter des colis sur son réseau. Le risque d'ajouter une activité logistique est de compromettre sa mission principale qui est d'offrir des transports publics performants et attractifs pour les voyageurs, afin de les encourager à délaisser la voiture individuelle au profit des transports publics et ainsi contribuer à améliorer la qualité de vie et de l'air à Bruxelles. Il est crucial que le projet de transport de colis dans les tramways n'entraîne pas des conséquences inverses, c'est-à-dire perturber le réseau de la STIB, le rendant moins efficace, et nuire à l'expérience des voyageurs. Le risque est que les usagers décident de ne plus utiliser ce transport en commun, ce qui irait à l'encontre des objectifs environnementaux et de durabilité du projet.

---

<sup>19</sup> Par exemple : bpost

<sup>20</sup> Par exemple : Urbike

Cependant, la solution proposée ne devrait pas perturber le transport de voyageurs. En effet, les tramways de fret circulent entre ceux de passagers et déchargent les colis à des endroits permettant à d'autres tramways de s'arrêter ou de les dépasser. Comme pour le projet TramFret, les voyageurs ne devraient quasiment pas percevoir la présence des rames de fret sur le réseau.

## 6 Conclusion

Ce mémoire propose une solution alternative aux camionnettes de livraison combinant les lignes de tramway et les vélos cargo pour l'acheminement des colis dans la Région de Bruxelles-Capitale. Face aux nombreux défis liés à la logistique urbaine tels que la congestion urbaine, la pollution de l'air, les nuisances sonores et les dangers pour les usagers faibles, cette analyse propose un modèle combinant deux moyens de transport avec un impact socio-environnemental faible.

Les expériences menées dans d'autres villes européennes telles que Strasbourg, Amsterdam et Paris ont prouvé la faisabilité technique d'un tel modèle logistique. Avec ses 18 lignes de tramway couvrant l'ensemble du territoire, Bruxelles possède les infrastructures adaptées pour la mise en place du transport de colis via ses lignes de tramway. La solution envisagée, qui consiste à faire circuler une rame de fret entre les tramways de passagers, pourrait s'intégrer au réseau de tramway existant sans perturber son fonctionnement.

Cependant, l'analyse économique du modèle révèle que le coût d'exploitation du transport de colis jusqu'aux micro-hubs logistiques est plus élevé avec le tramway qu'avec la camionnette, même en supposant que les investissements initiaux soient couverts par des subsides régionaux. À l'heure actuelle, bien que le transport routier engendre de nombreuses externalités négatives, il reste le mode de transport le plus rentable financièrement. Il semble ainsi difficile d'envisager la mise en place du transport de colis par tramway à Bruxelles tant qu'aucune taxe ne cible spécifiquement les véhicules les plus polluants et les plus nuisibles.

De plus, un obstacle majeur à la mise en œuvre du projet est que la STIB considère que le transport de marchandises sur ses lignes n'est pas envisageable et que sa mission principale reste avant tout d'assurer un transport de personnes efficace. En tant qu'opérateur urbain intégré, la STIB contrôle l'infrastructure et exploite les services de transport, elle est donc seule à décider de l'éventuelle mise en place d'un système de transport de fret sur son réseau. Cependant, cet obstacle pourrait être contourné si l'infrastructure ferroviaire des tramways était séparée de l'exploitation du service de transport, comme c'est le cas pour le système ferroviaire européen des trains, conformément à la directive 91/440 (Directive 91/440/CEE du Conseil, du 29 juillet 1991, relative au développement de chemins de fer communautaires, 1991 ; Ranghetti, 2017). Cette séparation permettrait de réaliser des tests indépendants en conditions réelles, afin d'évaluer concrètement sa faisabilité.

Quoi qu'il en soit, la transition vers une logistique urbaine durable à Bruxelles devra avoir lieu dans les prochaines années. En effet, les mesures liées à la Zone de Basses Émissions prévoient l'interdiction des camionnettes thermiques à l'horizon 2035, obligeant les opérateurs à trouver des alternatives plus respectueuses de l'environnement pour acheminer les colis dans la capitale. Dans ce contexte, le tramway et le vélo cargo sont des modes de transport particulièrement

prometteurs. Toutefois, le coût élevé du tramway et la réticence de la STIB sont, pour le moment, des freins majeurs à son utilisation.

Face à ces obstacles, une solution intermédiaire pourrait être d'utiliser des camionnettes de livraison électriques pour transporter les colis jusqu'aux micro-hubs logistiques, qui seraient ensuite pris en charge par des coursiers à vélo cargo. Cette alternative permettrait de réduire la circulation des camionnettes dans les zones denses du centre-ville tout en bénéficiant de l'efficacité des vélos cargo pour réaliser la dernière étape du processus de livraison.

En conclusion, bien que la solution proposée dans ce mémoire rencontre des obstacles économiques et organisationnels, son potentiel mérite qu'elle soit étudiée. Même si l'utilisation des lignes de tramway nécessite un investissement initial important et entraîne des coûts d'exploitation élevés, cette solution générerait des retombées positives à long terme, telles que la réduction des dépenses publiques liées à la pollution et à la congestion urbaine, ainsi que l'amélioration de la qualité de vie de la population bruxelloise.

## Bibliographie

- 2000e camionnette électrique pour bpost. (2024, juin 13). bpostgroup.  
<https://press.bpost.be/2000e-camionnette-electrique-pour-bpost>
- Abord de Chatillon, M. (2025). *La fin de la mess life : La cyclo-logistique est-elle toujours alternative ?* <https://hal.science/hal-04612267>
- 2000e camionnette électrique pour bpost. (2024, juin 13). bpostgroup.  
<https://press.bpost.be/2000e-camionnette-electrique-pour-bpost>
- Abord de Chatillon, M. (2025). *La fin de la mess life : La cyclo-logistique est-elle toujours alternative ?* <https://hal.science/hal-04612267>
- Apur. (2012). *Le Projet TramFret*. Apur.  
[https://www.apur.org/sites/default/files/documents/publication/documents-associes/projet\\_TramFret.pdf?token=2o7gVcdw](https://www.apur.org/sites/default/files/documents/publication/documents-associes/projet_TramFret.pdf?token=2o7gVcdw)
- Apur. (2024). *Le projet TramFret*. Apur.  
[https://www.apur.org/sites/default/files/documents/publication/documents-associes/Note\\_69\\_projet\\_tramfret.pdf?token=8Jq2qb50](https://www.apur.org/sites/default/files/documents/publication/documents-associes/Note_69_projet_tramfret.pdf?token=8Jq2qb50)
- Avantages du transport ferroviaire de marchandises sur le marché européen*. (2024, février 27). Railsider. <https://www.railsider.com/fr/avantages-du-transport-ferroviaire-de-marchandises-sur-le-marche-europeen>
- Balimann, N., & Tufo, F. (2019). *Aide à la décision pour la logistique urbaine et les défis du dernier kilomètre*. Citec. [https://www.citec.ch/wp-content/uploads/2019/09/VSS-14-25\\_indice-de-livrabilite-Citec-Franco-Tufo-Interface-Transport-Niels-Balimann-1.pdf](https://www.citec.ch/wp-content/uploads/2019/09/VSS-14-25_indice-de-livrabilite-Citec-Franco-Tufo-Interface-Transport-Niels-Balimann-1.pdf)
- Belgian Cycle Logistics Federation. (2024). *The yearly cycle logistics barometer (2e éd.)*. Belgian Cycle Logistics Federation. <https://bclf.be/wp-content/uploads/2024/11/Barometer-BCLF-2024.pdf>
- Belgian Cycle Logistics Federation. (2025). *Transforming Urban Deliveries : Data Evidence from Belgium's Cargo Bike Transition*. Belgian Cycle Logistics Federation. <https://bclf.be/wp-content/uploads/2025/03/Transforming-Urban-Deliveries-Data-Evidence-from-Belgiums-Cargo-Bike-Transition-FINAL-2.pdf>
- bpostgroup. (s. d.). *Bpost a installé un nombre record de Distributeurs de Colis en 2024 et prévoit de doubler ce nombre en 2025*. Consulté 7 mai 2025, à l'adresse <https://press.bpost.be/bpost-a-installe-un-nombre-record-de-distributeurs-de-colis-en-2024-et-prevoit-de-doubler-ce-nombre-en-2025>
- Brard, M. (2020). « Livraisons urbaines en vélos-cargos : Le Low-Tech au service de la transition écologique des villes »: *La Pensée écologique*, N° 5(1), 10-10.  
<https://doi.org/10.3917/lpe.005.0010>
- Bruxelles Environnement. (s. d.). *Calendrier LEZ pour la période 2025-2035*. Bruxelles Environnement.  
[https://environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/calendrier\\_de\\_sortie\\_du\\_thermique\\_2025-2035\\_0.pdf](https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/calendrier_de_sortie_du_thermique_2025-2035_0.pdf)

- Bruxelles Environnement. (2021, juin 23). *La sortie du thermique : 100 à 110 décès en moins chaque année à Bruxelles*. Bruxelles Environnement. <https://press.environment.brussels/la-sortie-du-thermique--100-a-110-deces-en-moins-chaque-annee-a-bruxelles>
- Bruxelles Environnement. (2023, octobre 20). *La politique de mobilité durable : Pour une meilleure qualité de l'air à Bruxelles*. Bruxelles Environnement. <https://environnement.brussels/citoyen/nos-actions/plans-et-politiques-regionales/la-politique-de-mobilite-durable-pour-une-meilleure-qualite-de-lair-bruxelles>
- Bruxelles Environnement. (2024, mars). *Mobilité et transports en Région bruxelloise*. Bruxelles Environnement. <https://environnement.brussels/citoyen/outils-et-donnees/etat-des-lieux-de-lenvironnement/mobilite-et-transports-en-region-bruxelloise>
- Bruxelles Mobilité. (s. d.). *J'opte pour une livraison en point-relais !* Bruxelles Mobilité. [https://www.leschercheursdair.be/wp-content/uploads/2022/09/104324866\\_4316390028385983\\_5593174277388779603\\_n.jpg](https://www.leschercheursdair.be/wp-content/uploads/2022/09/104324866_4316390028385983_5593174277388779603_n.jpg)
- Bruxelles Mobilité. (2017). *Pourquoi y a-t-il autant de camions dans et autour de Bruxelles ?* Bruxelles Mobilité. [https://data.mobility.brussels/home/media/filer\\_public/26/7f/267fc537-5072-4d3a-91aa-a36f5b4895ed/gm\\_q2\\_marchandise\\_fr\\_v6.pdf](https://data.mobility.brussels/home/media/filer_public/26/7f/267fc537-5072-4d3a-91aa-a36f5b4895ed/gm_q2_marchandise_fr_v6.pdf)
- Bruxelles Mobilité. (2019). *Chiffres clés sur le transport de marchandises à Bruxelles*. Bruxelles Mobilité. [https://data.mobility.brussels/home/media/filer\\_public/dc/0a/dc0a0a47-ef47-47d6-af9c-51137c0b0176/brochure\\_marchandises\\_2019\\_fr\\_final.pdf](https://data.mobility.brussels/home/media/filer_public/dc/0a/dc0a0a47-ef47-47d6-af9c-51137c0b0176/brochure_marchandises_2019_fr_final.pdf)
- Bruxelles Mobilité. (2021a). *Plan régional de mobilité 2020-2030*. [https://old-bm.irisnet.be/sites/default/files/2021-04/goodmove\\_FR\\_20210420.pdf](https://old-bm.irisnet.be/sites/default/files/2021-04/goodmove_FR_20210420.pdf)
- Bruxelles Mobilité. (2021b). *Pourquoi y a-t-il plus d'embouteillages à Bruxelles alors que le volume de trafic diminue ?* Bruxelles Mobilité. [https://data-mobility.irisnet.be/home/media/filer\\_public/c7/af/c7af6ea0-d9a5-4d7e-ab05-61ab55b85588/fiche\\_congestion-fr-final.pdf](https://data-mobility.irisnet.be/home/media/filer_public/c7/af/c7af6ea0-d9a5-4d7e-ab05-61ab55b85588/fiche_congestion-fr-final.pdf)
- BX1 (Réalisateur). (2022, mai 11). *Le Tram – Comment est géré le transport des marchandises en Région bruxelloise ?* [Enregistrement vidéo]. <https://www.youtube.com/watch?v=IAIG0iJX0gw>
- Certu. (2011). *Les coûts des transports collectifs urbains en site propre—Chiffres clefs—Principaux paramètres*. Certu. <https://doc.cerema.fr/doc/SYRACUSE/16998/mobilites-et-transports-le-point-sur-serie-de-fiches-fiche-n-18-les-couts-des-transports-collectifs->
- Combien coûte un chauffeur routier ?* (s. d.). je veux engager.be. Consulté 19 mai 2025, à l'adresse <https://www.jeveuxengager.be/personnage/combien-coute-un-chauffeur-routier-transport-logistique>
- Dablanc, L. (2022). *La logistique et la ville. Questions environnementales et territoriales de la logistique urbaine: L'Information géographique, Vol. 86(3), 49-77*. <https://doi.org/10.3917/lig.863.0049>

- Dehouck, S., Gerard, A., & Hollander, S. (2022). *Evaluation de la zone à basses émissions*. Bruxelles Mobilité. <https://environnement.brussels/media/14247/download?inline>
- Directive 91/440/CEE du Conseil, du 29 juillet 1991, relative au développement de chemins de fer communautaires, CONSIL, 237 OJ L (1991).  
<http://data.europa.eu/eli/dir/1991/440/oj/fra>
- Dupin, L. (2024, septembre 17). *Le tram expérimente le transport de colis*. Strasbourg.eu. <https://www.strasbourg.eu/-/le-tram-experimente-le-transport-de-colis>
- El Moussaoui, A. E., Benbba, B., & El Andaloussi, Z. (2021). Logistique du dernier kilomètre : Comment assurer une livraison flexible et durable ? *Revue Française d'Economie et de Gestion*, 2(10), Article 10.  
<https://www.revuefreg.fr/index.php/home/article/view/397/285>
- Electricity.brussels. (s. d.). *Recharger en ville, rien de plus facile !* Electricity.brussels. Consulté 6 mai 2025, à l'adresse <https://electrify.brussels/fr>
- Évitement (chemin de fer). (2024). In *Wikipédia*.  
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89vitement\\_\(chemin\\_de\\_fer\)&oldid=218102412](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89vitement_(chemin_de_fer)&oldid=218102412)
- Fiscalite.brussels. (s. d.). *Taxe de prélèvement kilométrique sur les poids lourds*. Fiscalite.brussels. <https://fiscalite.brussels/prelevement-kilometrique-pour-les-poids-lourds-2016>
- Geay, M. (2023, novembre 30). *Des micro-hubs pour accélérer à Marseille la logistique à vélo*. made in marseille. <https://madeinmarseille.net/actualite/marseille/148126-des-micro-hubs-a-marseille-pour-accelerer-la-logistique-en-velo/>
- Godart, A. (2020). *Optimisation de tournées de collecte et livraison avec transferts* [Université Bourgogne Franche-Comté]. <https://theses.hal.science/tel-02902940v1/document>
- Innovation24.news. (2020, janvier 28). *Transport de marchandises en ville : Problématique du « dernier kilomètre »*. <https://www.innovation24.news/2020/01/28/transport-de-marchandises-en-ville-problematique-du-%E2%80%89dernier-kilometre%E2%80%89/>
- Institut belge des services postaux et des télécommunications. (2023). *Rapport annuel 2023*. IBPT.  
[https://www.ibpt.be/file/cc73d96153bbd5448a56f19d925d05b1379c7f21/1fae0610cd83687365e21ee2c96c5c692fca261e/rapport\\_annuel\\_2023.pdf](https://www.ibpt.be/file/cc73d96153bbd5448a56f19d925d05b1379c7f21/1fae0610cd83687365e21ee2c96c5c692fca261e/rapport_annuel_2023.pdf)
- Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse. (s. d.-a). *Aménagement du territoire et immobilier*. Consulté 29 avril 2025, à l'adresse <https://ibsa.brussels/le-saviez-vous/162-4-km2-est-la-superficie-de-la-region-de-bruxelles-capitale>
- Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse. (s. d.-b). *Ville de Bruxelles*.  
<https://ibsa.brussels/chiffres/chiffres-cles-par-commune/ville-de-bruxelles>
- Kale AI. (2023). *Data-driven Evaluation of Cargo Bike Delivery Performance in Brussels*. [https://www.larryvsharry.com/media/wysiwyg/cms\\_pages/Stories/Last\\_Mile\\_Delivery/Data-driven\\_Evaluation\\_of\\_Cargo\\_Bike\\_Delivery\\_Performance\\_in\\_Brussels.pdf](https://www.larryvsharry.com/media/wysiwyg/cms_pages/Stories/Last_Mile_Delivery/Data-driven_Evaluation_of_Cargo_Bike_Delivery_Performance_in_Brussels.pdf)

- La livraison de colis par le tramway de Strasbourg, une expérimentation pour un centre-ville plus fluide.* (2024a). <https://www.cts-strasbourg.eu/export/sites/default/pdf/07LaCTS/20240911-CP-Experimentation-livraison-de-colis-par-le-tram.pdf>
- La livraison de colis par le tramway de Strasbourg, une expérimentation pour un centre-ville plus fluide.* (2024b, septembre 17). La Poste Groupe. <https://www.lapostegroupe.com/fr/actualite/la-livraison-de-colis-par-le-tramway-de-strasbourg-une-experimentation-pour-un-centre-ville-plus-fluide>
- La STIB roulera exclusivement à l'électricité verte dès 2013.* (2012, mars 8). RTBF. <https://www.rtbef.be/article/la-stib-roulera-exclusivement-a-l-electricite-verte-des-2013-7699583>
- Le réseau et les véhicules—STIB.* (s. d.). [STIB Bruxelles]. Consulté 30 avril 2025, à l'adresse <https://www.stib-mivb.be/a-propos-de-la-stib/le-reseau-et-les-vehicules>
- Le TRAMFRET : vers une logistique urbaine durable.* (2018). Efficacity. [https://efficacity.com/wp-content/uploads/rapports/Efficacity\\_TramFret\\_Rapport-Synthèse\\_février-2018.pdf](https://efficacity.com/wp-content/uploads/rapports/Efficacity_TramFret_Rapport-Synthèse_février-2018.pdf)
- Lebeau, P., & Macharis, C. (2016). Le transport de marchandises à Bruxelles : Quels impacts sur la circulation automobile ? *Brussels Studies*. <https://doi.org/10.4000/brussels.1236>
- Les chercheurs d'air. (s. d.-a). *Demandons des livraisons moins polluantes.* Les chercheurs d'air. <https://www.leschercheursdair.be/livraisons-urbaines/>
- Les chercheurs d'air. (s. d.-b). *Instauration d'une zone zéro-émission d'ici 2035 au plus tard.* Les chercheurs d'air. <https://www.leschercheursdair.be/2022/12/13/zone-zero-emission-dici-2030/>
- Ligne B du tramway de Strasbourg. (2025). In *Wikipédia*. [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Ligne\\_B\\_du\\_tramway\\_de\\_Strasbourg&oldid=224714694](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Ligne_B_du_tramway_de_Strasbourg&oldid=224714694)
- Lignes Tram | STIB.* (s. d.). Consulté 30 avril 2025, à l'adresse <https://www.stib-mivb.be/accueil/voyager/temps-reel/lignes>
- Merkisz-Guranowska, A., Shramenko, N., Kiciński, M., & Shramenko, V. (2023). Simulation Model for Operational Planning of City Cargo Transportation by Trams in Conditions of Stochastic Demand. *Energies*, 16(10), 4076. <https://doi.org/10.3390/en16104076>
- Messer, M.-A., & Pitton, Y. (2023). *E-commerce et livraisons : Enseignements et défis pour la logistique urbaine.* Métropole de Lyon. <https://millenaire3.grandlyon.com/content/download/45337/560737>
- Meunier, N., Mallet, C., Delage, L., Sorret, J., Subtil, M., Engérand, L., Belin, T., & Ponsa Sala, C. (2023, décembre 21). *Les idées reçues sur le transport de marchandises et le climat.* Carbone 4. <https://carbone4.com/fr/analyse-faq-fret>
- Nivesse, L., & Michel, D. (s. d.). *Turbo numérique pour le commerce bruxellois.* Comeos. [https://static.comeos.be/digitaleturbo-BRUSS-FR-17x24-LR\\_1.pdf](https://static.comeos.be/digitaleturbo-BRUSS-FR-17x24-LR_1.pdf)

- Office québécois de la langue française. (2000). *Voie de garage*.  
<https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8873221/voie-de-garage>
- Oillo, B. (2009). Le tramway pour transporter des marchandises en ville ? *Transports urbains*, 116(2), 22-25. <https://doi.org/10.3917/turb.116.0022>
- OpenRailwayMap*. (s. d.). Consulté 18 mai 2025, à l'adresse <https://www.openrailwaymap.org/>
- Perez, G. (2025, mars 15). *Bpost Ecozone* [Support de présentation PDF non publié].
- Perplexity. (2025). *Perplexity.ai* (Version AI Chatbot) [Logiciel]. <https://www.perplexity.ai/>
- Pietrzak, O., & Pietrzak, K. (2021). Cargo tram in freight handling in urban areas in Poland. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102902. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102902>
- Qu'est-ce qu'un VUL (Véhicule Utilitaire Léger) ?* (2025, février 19). Geotab.  
<https://www.geotab.com/fr/glossaire/vehicule-utilitaire-leger-vul/>
- Ranghetti, D. (2017). *La réforme des chemins de fer dans la région de la CEE*. Nations Unies.  
<https://unece.org/sites/default/files/2020-12/1722830F.pdf>
- Règlement (UE) 2018/643 du Parlement européen et du Conseil du 18 avril 2018 relatif aux statistiques des transports par chemin de fer (refonte), 112 OJ L (2018).  
<http://data.europa.eu/eli/reg/2018/643/oj/fra>
- Renault Master Fourgon*. (s. d.). Renault. Consulté 17 mai 2025, à l'adresse  
<https://professionnels.renault.be/gamme-master/master-fourgon.html>
- Retis. (2024). *Chiffres du dynamisme du secteur de l'e-commerce belge*.  
<https://www.retis.be/publications/statistiques/chiffres-secteur-ecommerce-belgique/>
- Sablon, G. (2023, décembre 5). Le jour où : Le dernier tram T3000 est arrivé. *Stibstories*.  
<https://stibstories.be/livraison-dernier-tram-t3000-stib/>
- Service Public fédéral Mobilité et Transports, Direction générale Politique de Mobilité durable et ferroviaire, & Direction Mobilité - Service Études et Enquêtes. (2021). *L'impact du commerce en ligne sur la mobilité en Belgique*.  
[https://mobilit.belgium.be/sites/default/files/domain/sustainable%20mobility/BeMob/be\\_mob\\_2021\\_03\\_commerce\\_enligne\\_rapport\\_fr.pdf](https://mobilit.belgium.be/sites/default/files/domain/sustainable%20mobility/BeMob/be_mob_2021_03_commerce_enligne_rapport_fr.pdf)
- SPF Économie. (2024). *Les ménages et le commerce électronique*. SPF Économie.  
<https://economie.fgov.be/fr/themes/analyses-et-etudes/economie-numerique-en-chiffres/les-menages-et-linternet/les-menages-et-le-commerce>
- Strale, M. (2011). L'évolution récente du transport de marchandises en Belgique. *EchoGéo*, 15.  
<https://doi.org/10.4000/echogeo.12311>
- Structure de la population*. (2024, juin 4). Statbel.  
<https://statbel.fgov.be/fr/themes/population/structure-de-la-population>
- Thème : Livraison de marchandises par Tram*. (2020, avril). Centre-Ville en Mouvement.  
<https://www.centre-ville.org/wp-content/uploads/2020/04/CityCargo-a-Amsterdam-1.pdf>
- Top 10 des utilitaires électriques 2025*. (2024, décembre 13). Utilicare.  
<https://www.utilicare.eu/actualites/top-10-des-utilitaires-electriques-204-2025>

*Transbordement.* (s. d.). LIS. Consulté 30 avril 2025, à l'adresse

<https://www.lis.eu/fr/lexikon/transbordement/>

*Une solution d'avenir.* (s. d.). CNR. <https://www.portdelyon.fr/choisir-le-transport-fluvial/une-solution-davenir/>

Van Reeth, C. (2024, décembre 3). *La livraison de colis, enjeu politique en devenir.* Alter Échos. <https://www.alterechos.be/brouillon/>

Vantomme, D. (2022). *Impact économique de la faiblesse de l'e-commerce belge.* Fédération des entreprises de Belgique (VBO-FEB). [https://www.vbo-feb.be/globalassets/actiedomeinen/economie--conjunctuur/digitale-economie/belgicemist-economische-sneltrain-e-commerce/20220603---impact-macro-e-commerce\\_fr.pdf](https://www.vbo-feb.be/globalassets/actiedomeinen/economie--conjunctuur/digitale-economie/belgicemist-economische-sneltrain-e-commerce/20220603---impact-macro-e-commerce_fr.pdf)

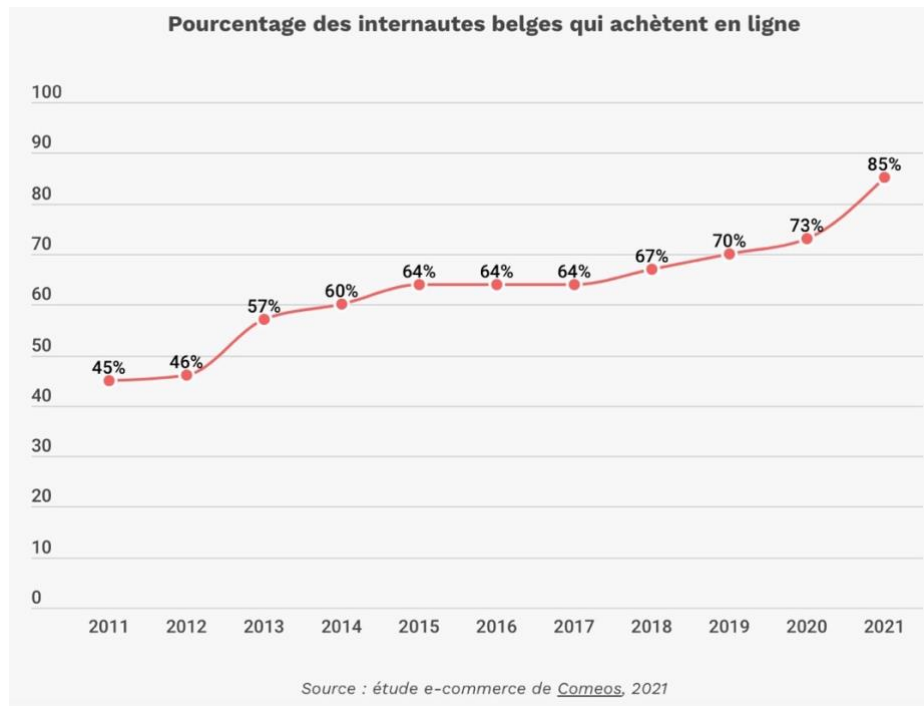
Vaterlaus, L. (2025, avril 10). *Les micro hubs : Une solution pour la logistique urbaine de demain ?* <https://douzepointcinq.com/blog/micro-hubs/>

*Véhicule utilitaire électrique : Avantages et inconvénients.* (2023, janvier 19). DVV assurances. <https://www.dvv.be/fr/independants-et-pme/mobilite/articles/vehicule-utilitaire-electrique-avantages-et-inconvenients.html>

Wrzesinska, D., Develtere, A., & De Greef, I. (2022). *Livraisons de colis—Identifier les défis ayant un impact sur la sécurité routière et la mobilité en Belgique.* Institut Vias. <https://www.vias.be/publications/Mapping%20challenges%20impact%20road%20safety%20mobility%20Belgium/Identifier%20d%C3%A9fis%20impact%20s%C3%A9curit%C3%A9%20routi%C3%A8re%20et%20mobilit%C3%A9%20Belgique.pdf>

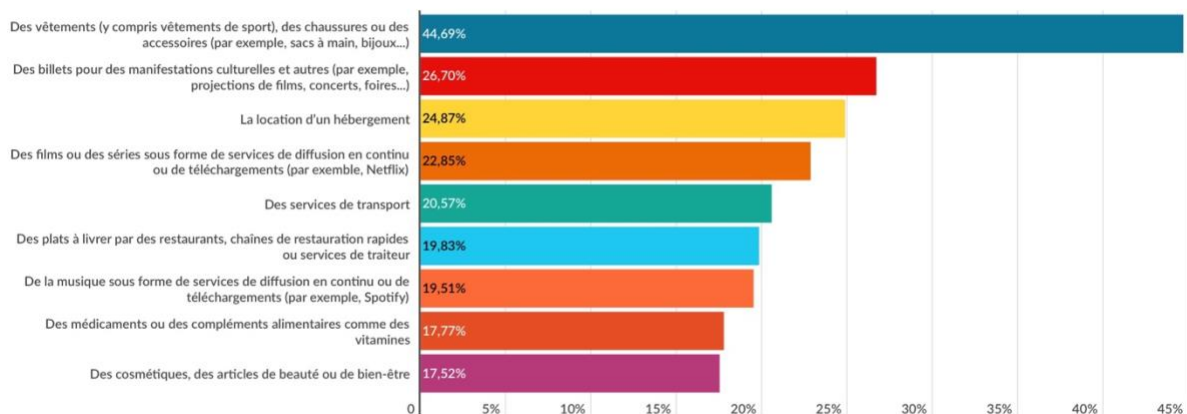
## Annexes

*Annexe A : Pourcentage des internautes belges qui achètent en ligne  
(Les chercheurs d'air, s. d.-a).*



*Annexe B : Pourcentage des produits/services qui sont achetés le plus souvent en ligne par les particuliers  
(SPF Économie, 2024)*

Achats en ligne auprès de particuliers (\*)

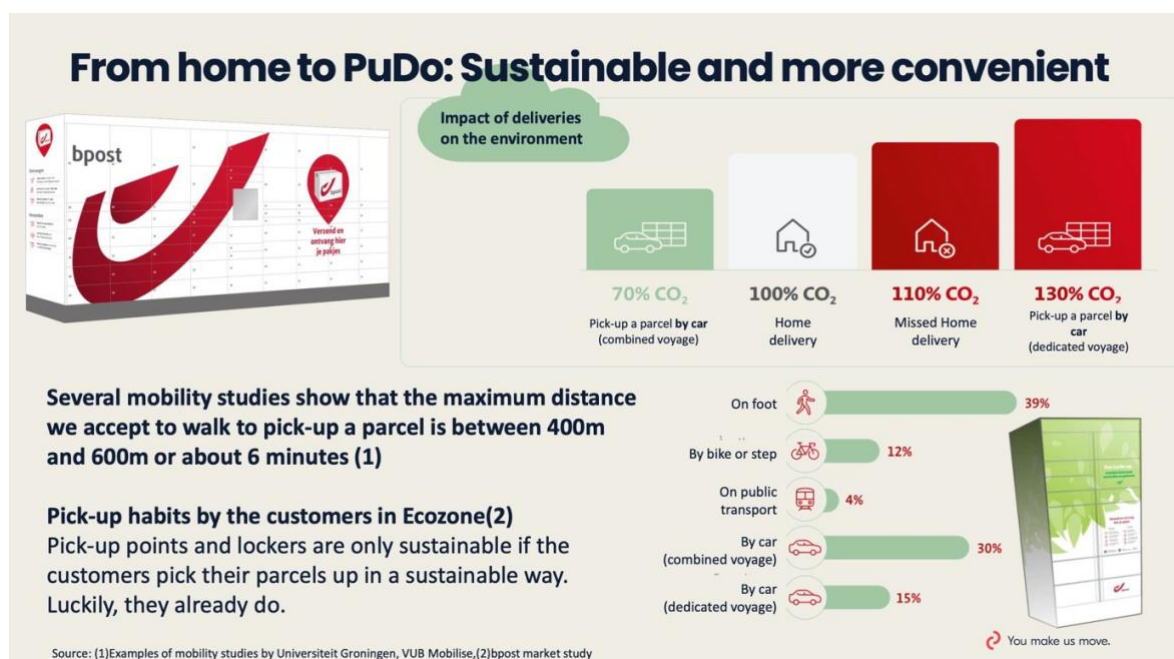


(\*) en % des individus

Source : Enquête Utilisation des TIC et de l'e-commerce dans les entreprises (2023), SPF Économie - Direction générale Statistique - Statistics Belgium, Eurostat

*Annexe C : Impact des livraisons sur les émissions de CO<sup>2</sup> et modes de retrait privilégiés par les consommateurs*

(Perez, 2025)



*Annexe D : Évolution de la répartition modale du transport terrestre de marchandises en Belgique, en volume*

(Strale, 2011)

**Tableau 3 - Évolution du volume et de la répartition modale du transport terrestre de marchandises en Belgique**

|   | 1970          | 1980   | 1990   | 2000   | 2008   | Union Européenne en 2008 |        |
|---|---------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|
| Flux total de marchandises, en millions de tonnes-kilomètre | 28,1          | 30,4   | 39     | 53,4   | 52,6   |                          |        |
| Répartition modale  | route         | 48,0 % | 54,3 % | 64,1 % | 71,9 % | 74,0 %                   | 76,7 % |
|   | chemin de fer | 28,1 % | 26,3 % | 21,5 % | 14,4 % | 12,4 %                   | 17,7 % |
|   | voie d'eau    | 23,8 % | 19,4 % | 14,4 % | 12,0 % | 13,7 %                   | 5,6 %  |

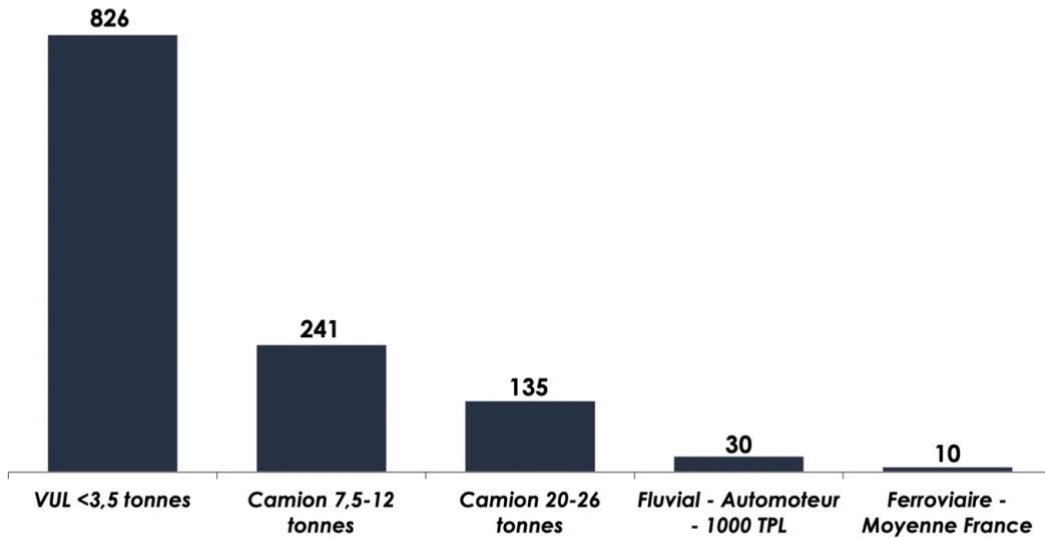
Agrandir Original (jpeg, 76k) ↓

Sources : Eurostat, Bureau Fédéral du Plan, 2009.

*Annexe E : Impact relatif des différents modes de transport sur la courte distance (facteur d'émission gCO2e/t.km)*

(Meunier et al., 2023)

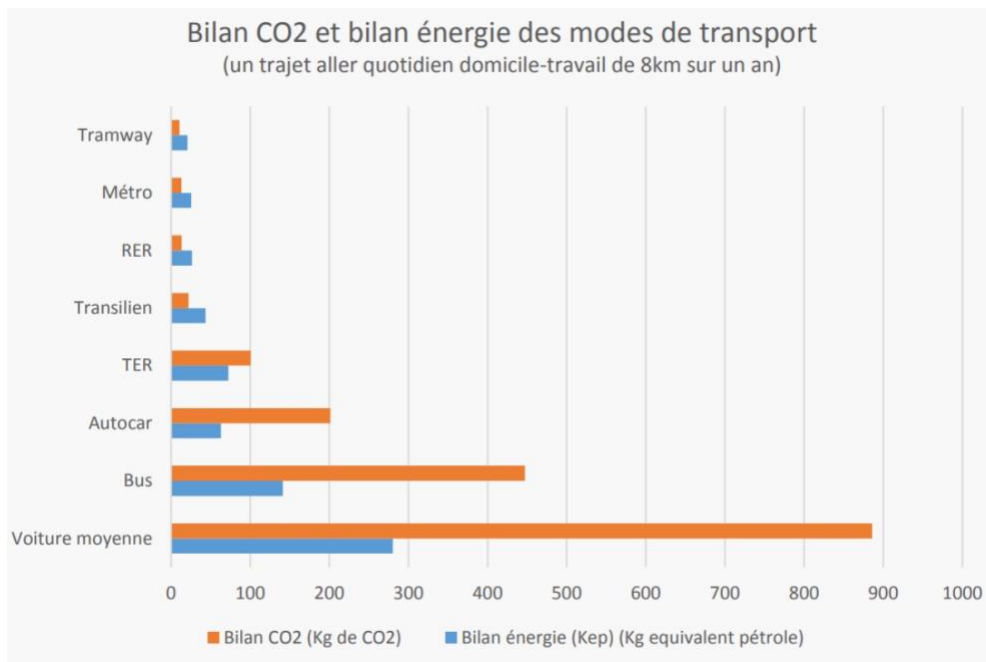
Impact relatif des différents modes de transport sur la courte distance



Source : ADEME, 2023

*Annexe F : Bilan CO<sup>2</sup> et bilan énergie des modes transport*

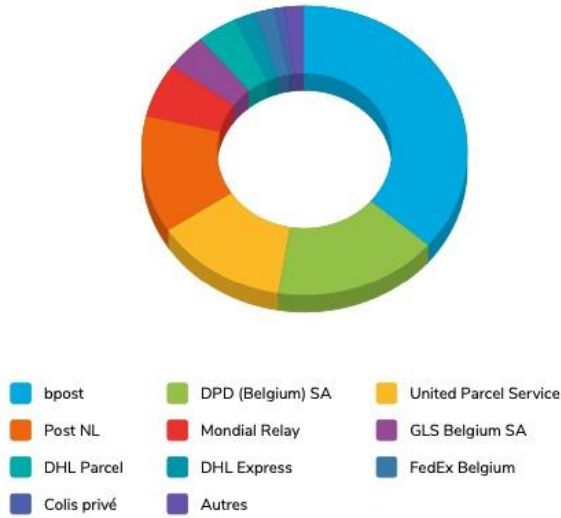
(Godart, 2020)



*Annexe G : Parts de marchés de différents opérateurs logistiques sur la base du volume de colis et d'envois express en 2022*

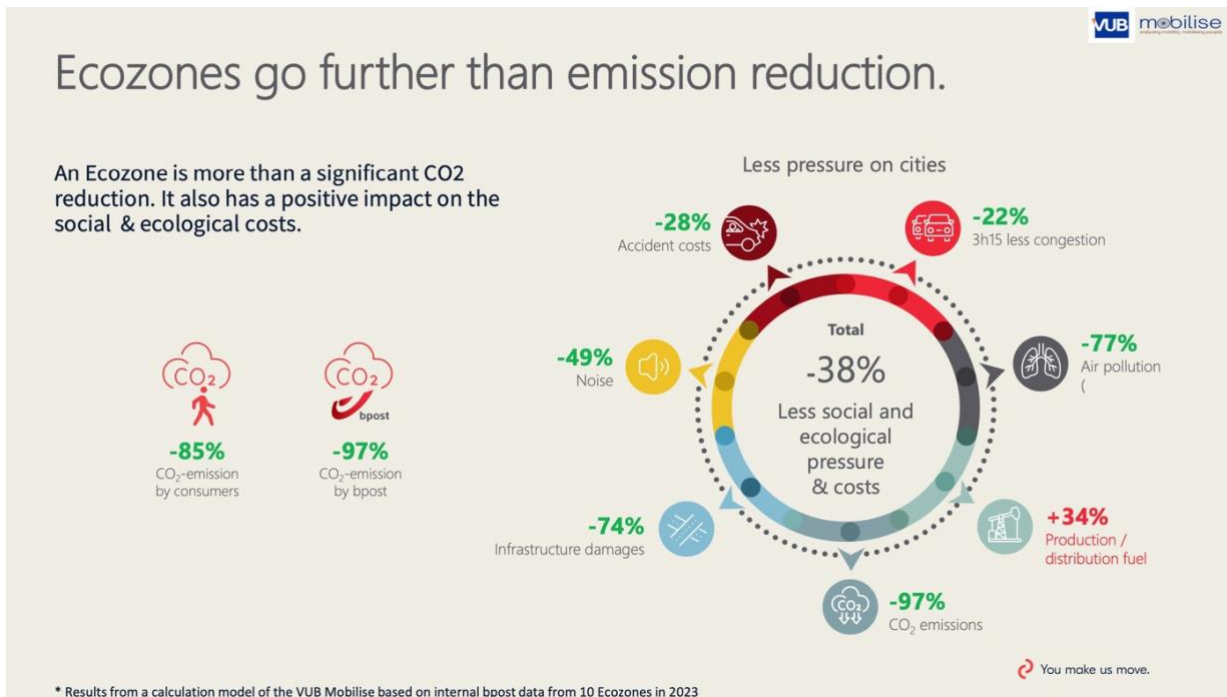
(Institut belge des services postaux et des télécommunications, 2023)

**Parts de marché sur la base du volume de colis et d'envois express en 2022**

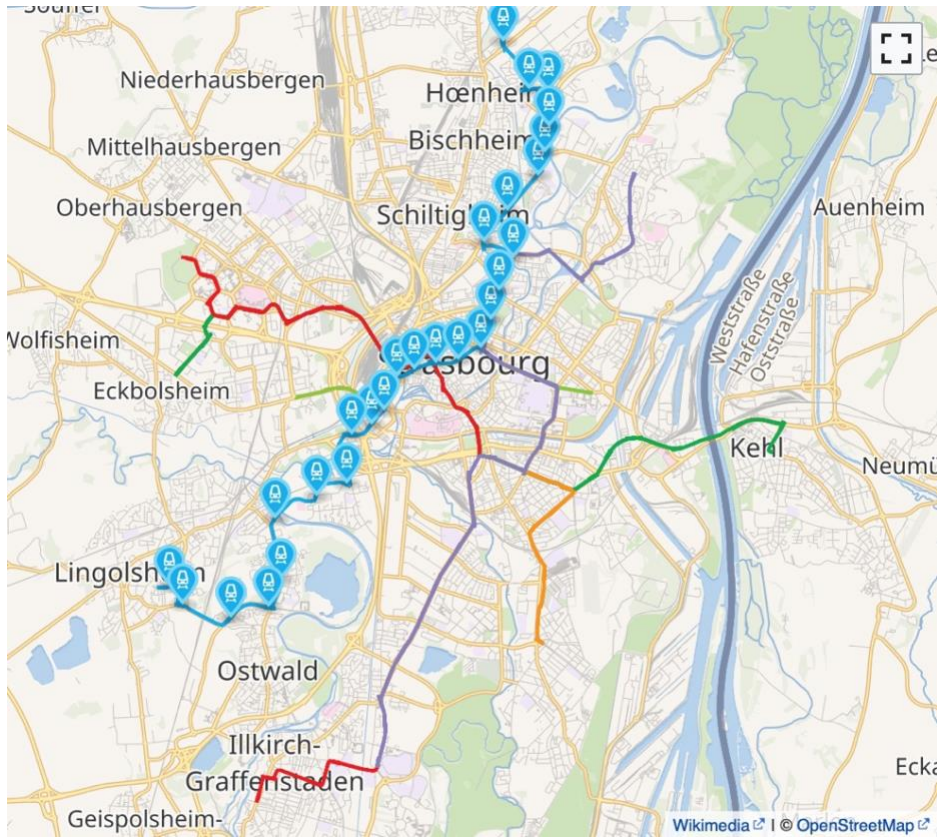


*Annexe H : Impacts des Ecozone de bpost*

(Perez, 2025)



*Annexe I : Ligne B du tramway reliant la station Hoenheim à la gare de Broglie*  
 (« Ligne B du tramway de Strasbourg », 2025)



*Annexe J : Images concernant l'expérimentation du TramFret*  
 (Apur, 2012)

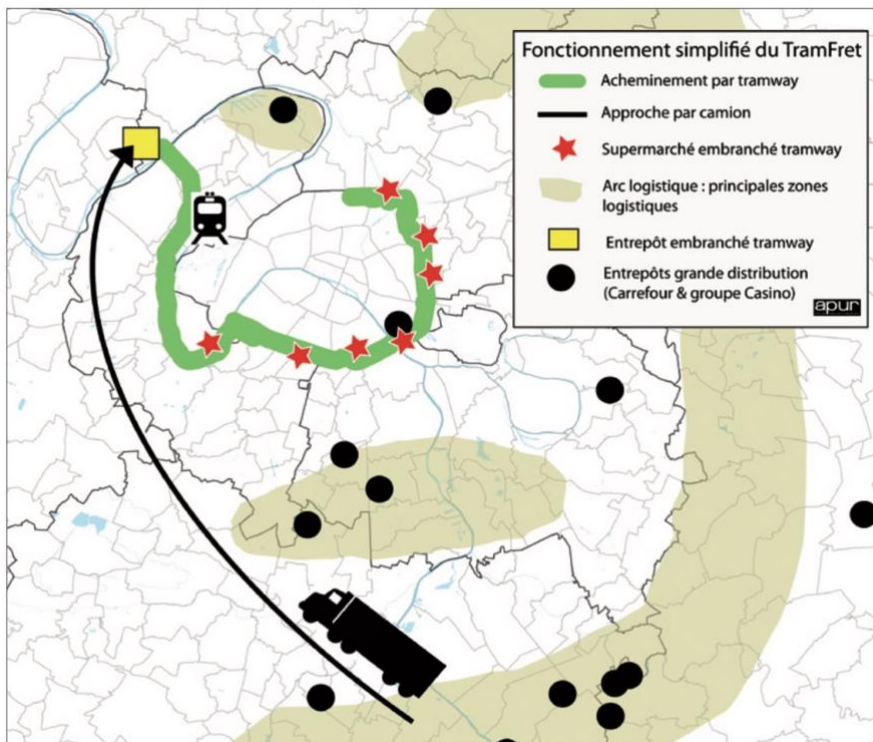
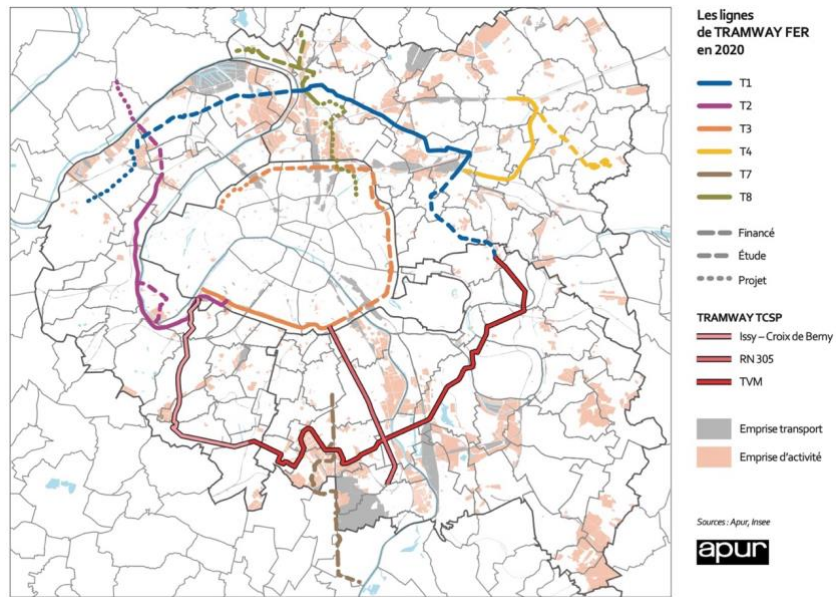


Schéma de fonctionnement simplifié du TramFret en 2014



Les lignes de tramways fer en 2020



Tronçon de circulation de la rame pendant la marche à blanc (ligne T3 du tramway sur le boulevard des Maréchaux)

**DISPOSITIF MIS EN PLACE PENDANT LA MARCHÉ À BLANC**



Panneaux amovibles sur les rames circulant sans voyageurs

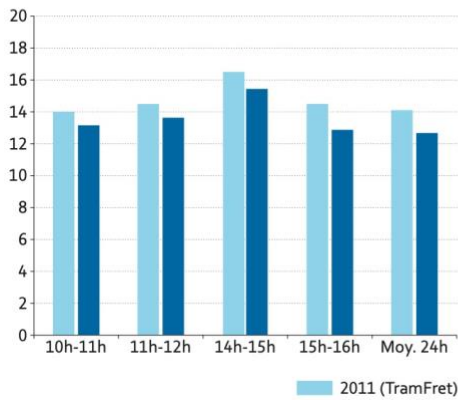


Information en station, et vue avant de la rame

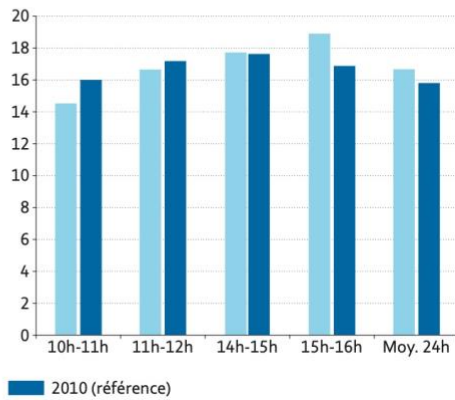
*Annexe K : Vitesses moyennes mesurées aux heures de passage du TramFret (Apur, 2012)*

**VITESSES MOYENNES MESURÉES AUX HEURES DE PASSAGE DU TRAMFRET**

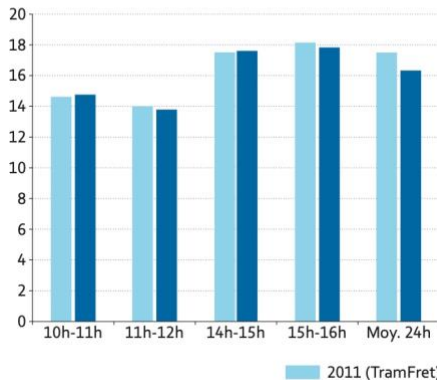
**Vitesse moyenne mesurée (jours ouvrés, période 14/11-10/12) Maréchaux extérieurs**



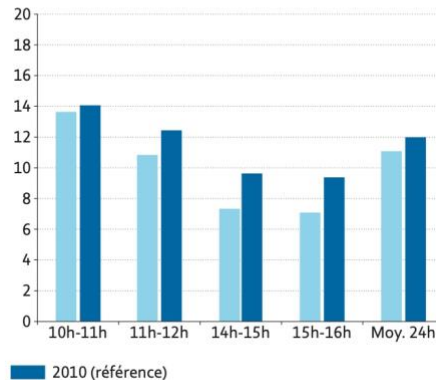
**Vitesse moyenne mesurée (jours ouvrés, période 14/11-10/12) Maréchaux intérieurs**



**Vitesse moyenne mesurée (jours ouvrés, période 14/11-10/12) Avenue d'Italie (Maréchaux-Tolbiac)**

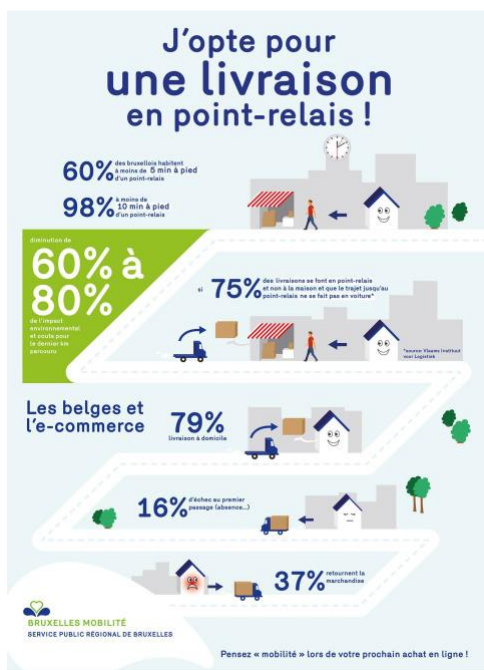


**Vitesse moyenne mesurée (jours ouvrés, période 14/11-10/12) Avenue d'Italie (Tolbiac-Maréchaux)**



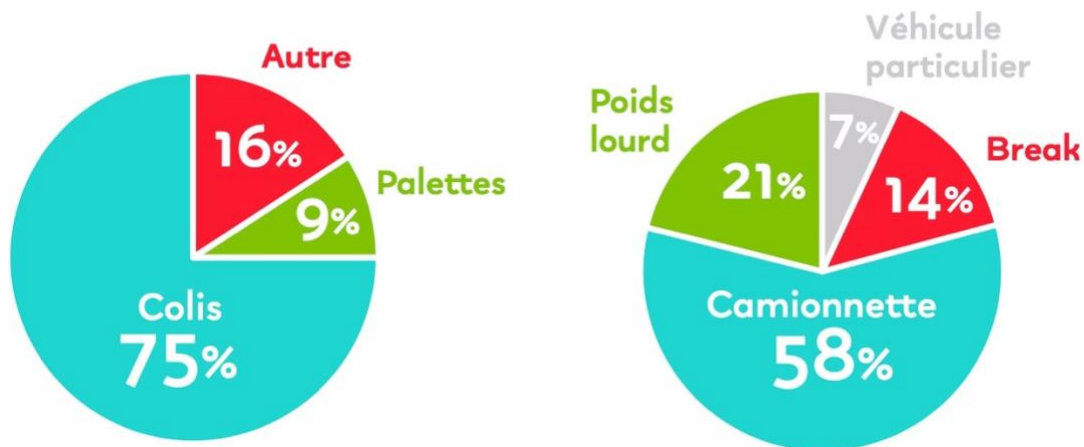
Source : PC Lutèce

*Annexe L : Effets positifs de la livraison en point relais*  
(Bruxelles Mobilité, s. d.)



*Annexe M : Nature des conditionnements et types de véhicules pour le transport de marchandises en ville*  
(Bruxelles Mobilité, 2017)

**Nature des conditionnements et types de véhicules pour le transport de marchandises en ville**  
EGIS-CRR, 2005



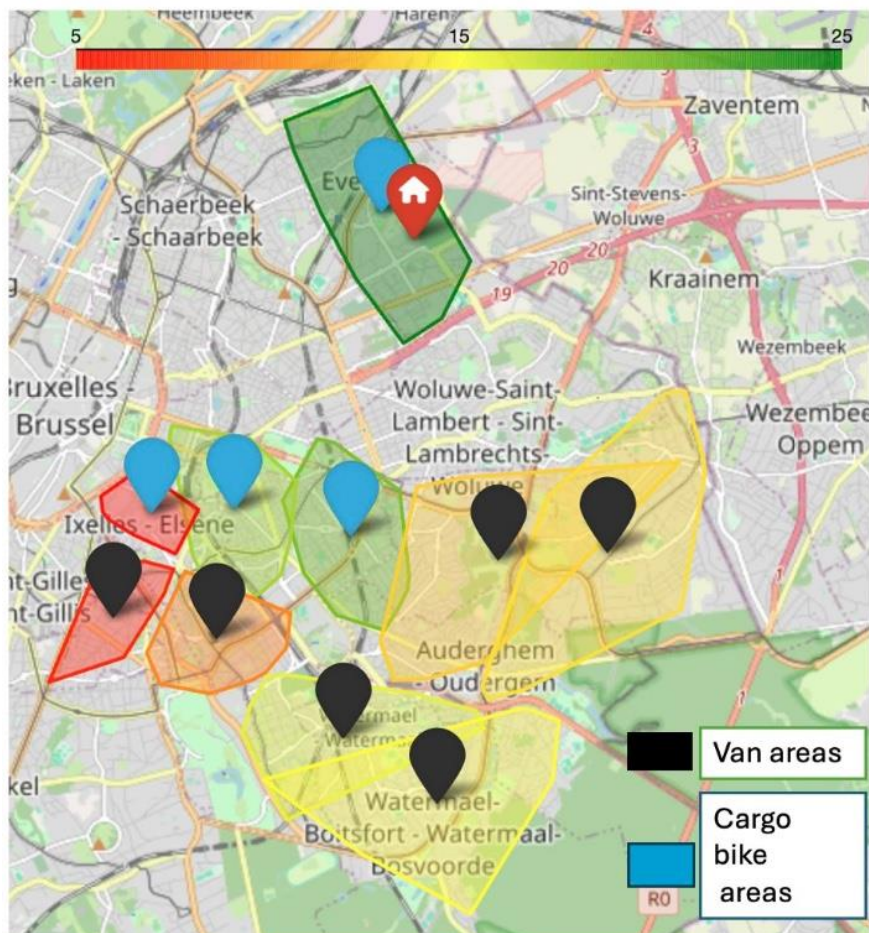
*Annexe N : Estimation du nombre total de colis livrés chaque jour à Bruxelles*

|  |         |
|--|---------|
| Nombre de colis bpost livrés chaque jour en Belgique (selon Grégory Perez)               | 500.000 |
| Part de marché de bpost en Belgique (en volume de colis) (cf. <i>infra</i> « Annexe G ») | 35%     |

|   |  |
|---|--|
| Population belge au 1 <sup>er</sup> janvier 2024 ( <i>Structure de la population, 2024</i> )                      | 11.763.650 habitants                               |
| Population bruxelloise au 1 <sup>er</sup> janvier 2024 (Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, s. d.-b) | 1.249.597 habitants                                |
| Proportion de la population bruxelloise   | $1.249.597 / 11.763.650 \approx 10,6\%$            |
| Estimation du nombre de colis bpost livrés chaque jour à Bruxelles  | $500.000 * 10,6\% \approx 50.000$                  |
| Estimation du nombre total de colis livrés chaque jour à Bruxelles  | $(50.000 / 35) * 100 = 142.857,14 \approx 140.000$ |

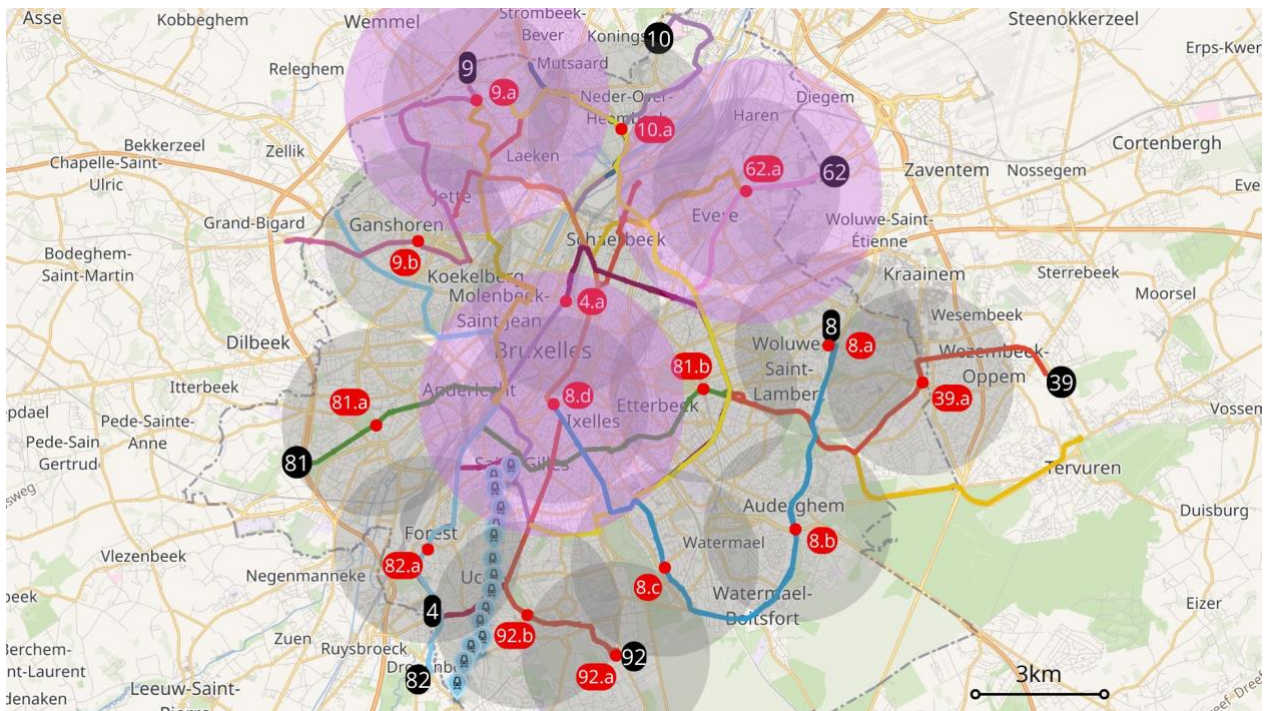
*Annexe O : Comparaison de l'efficacité des itinéraires (camionnette vs vélo cargo) en livraisons par heure*

(Belgian Cycle Logistics Federation, 2025)

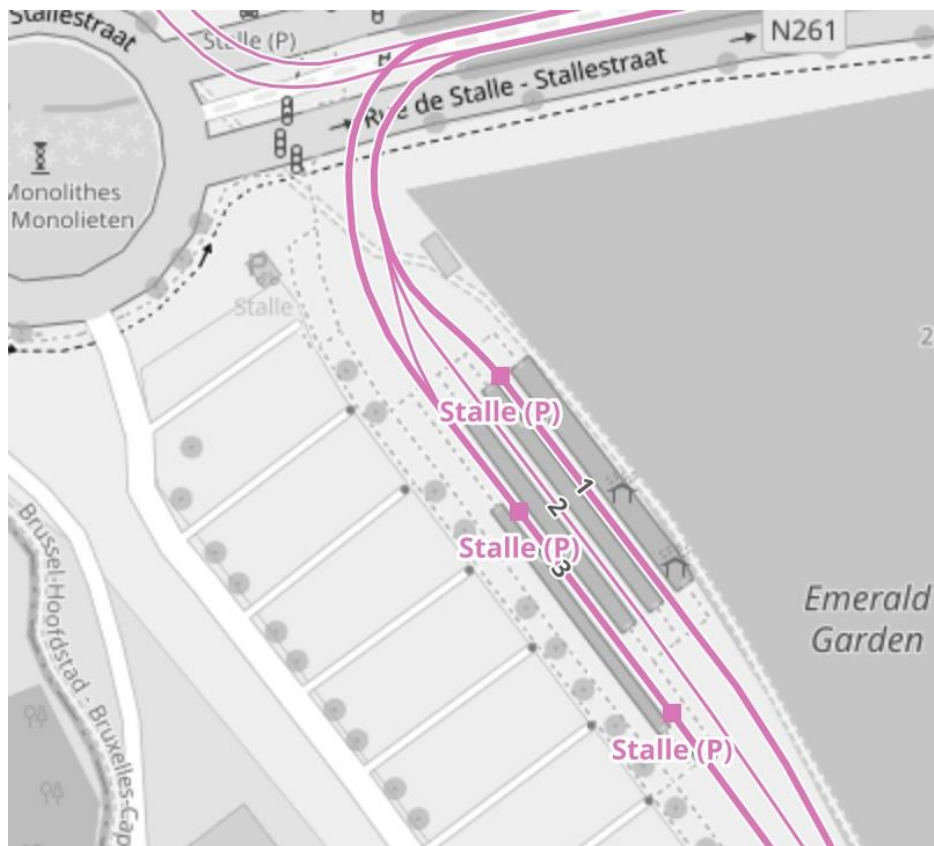


Example day of delivery routes

*Annexe P : Carte représentant les zones de 3 km de rayon pour les arrêts 8.d, 9.a et 62.a*



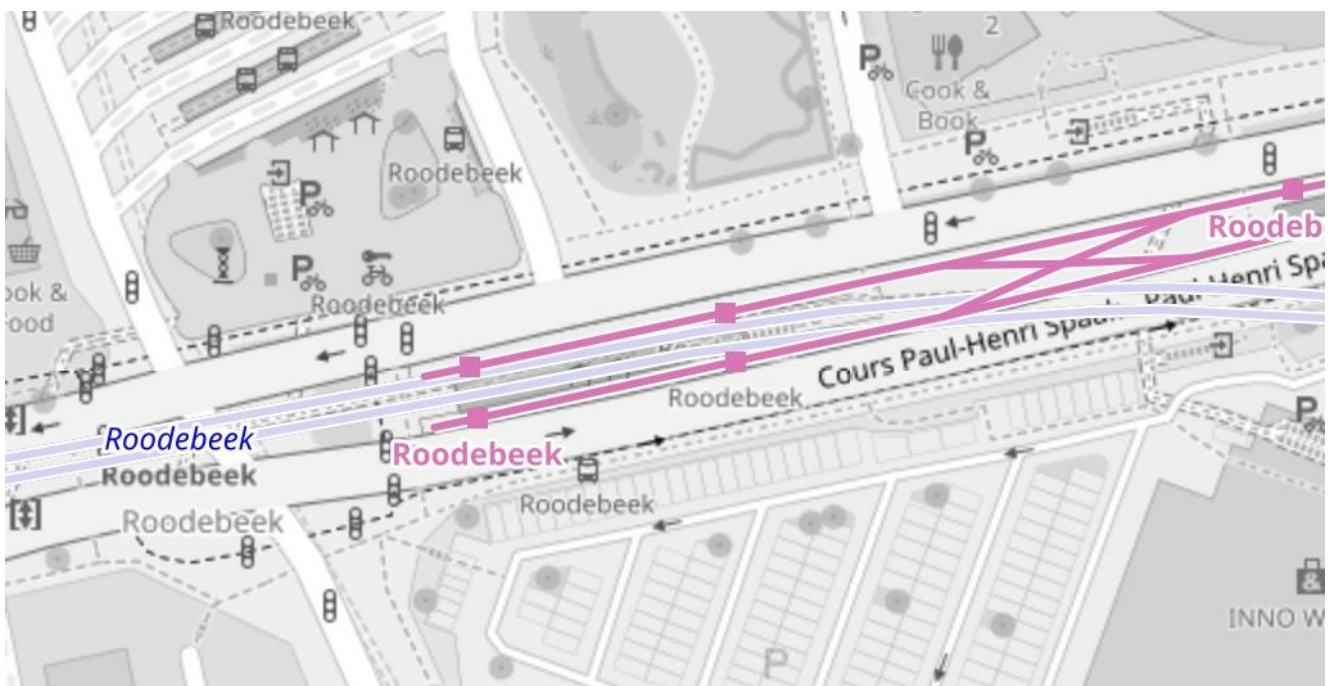
*Annexe Q : Vue du terminus Stalle Parking (Uccle) de la ligne de tramway 4 (OpenRailwayMap, s. d.)*



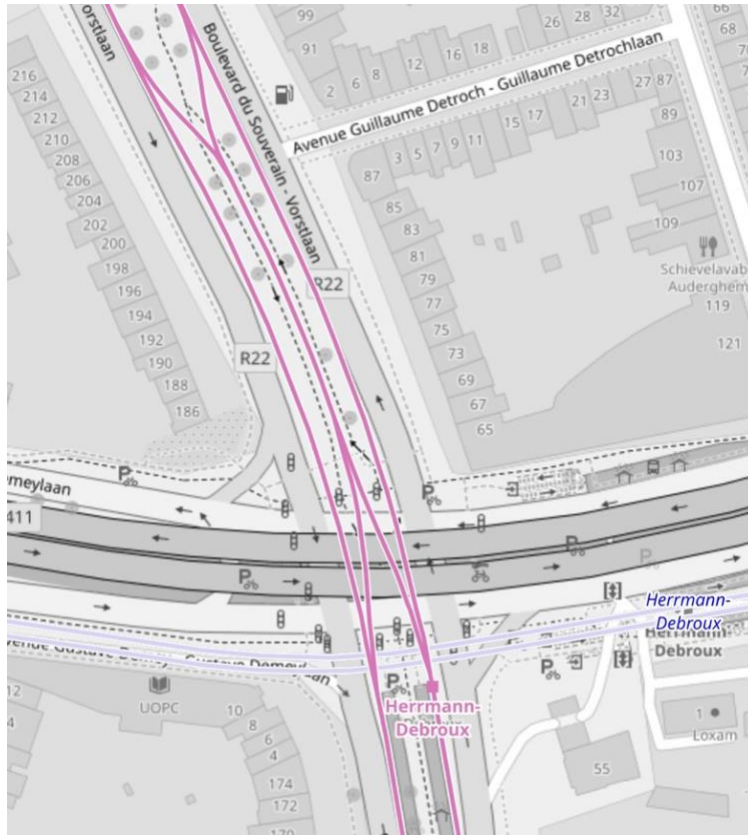
*Annexe R : Vue de l'arrêt Rogier de la ligne de tramway 4  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



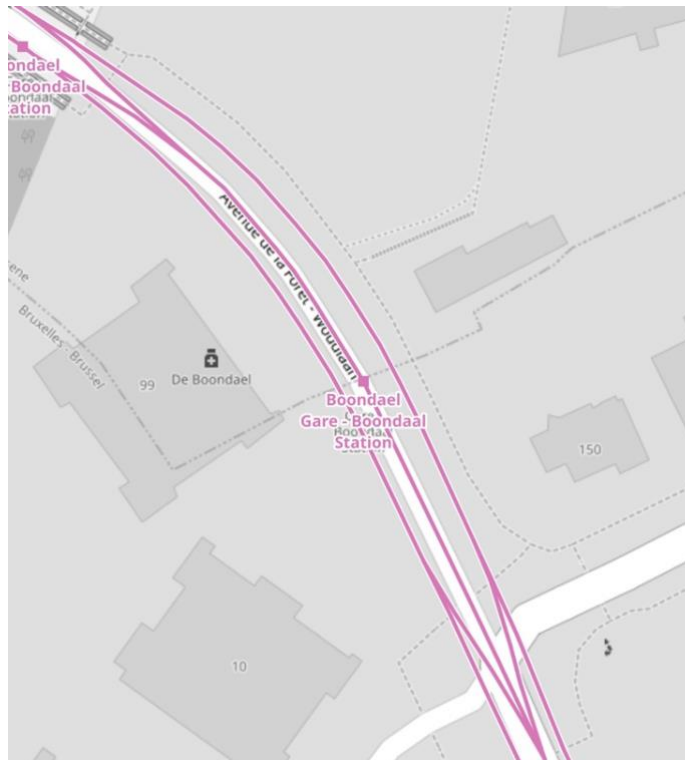
*Annexe S : Vue du terminus et arrêt Roodebeek de la ligne de tramway 8  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



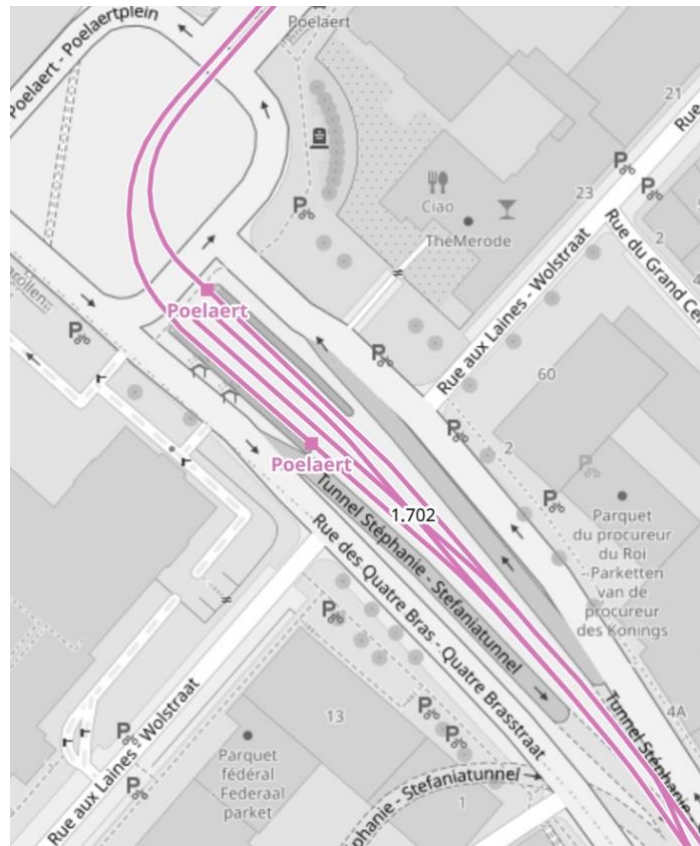
*Annexe T : Vue de l'arrêt Hermann-Debroux de la ligne de tramway 8  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



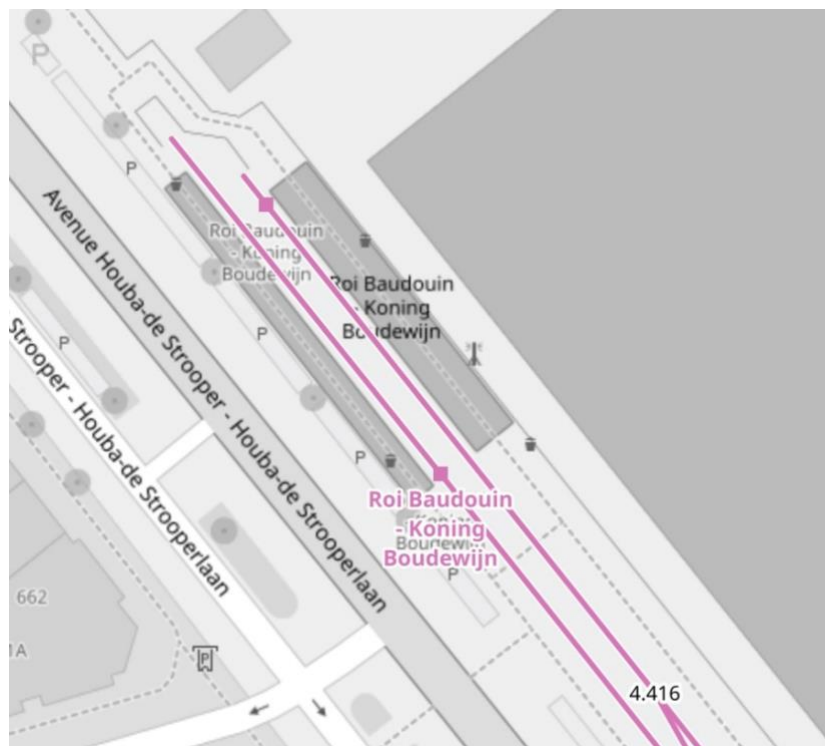
*Annexe U : Vue de l'arrêt Boondael de la ligne de tramway de 8  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



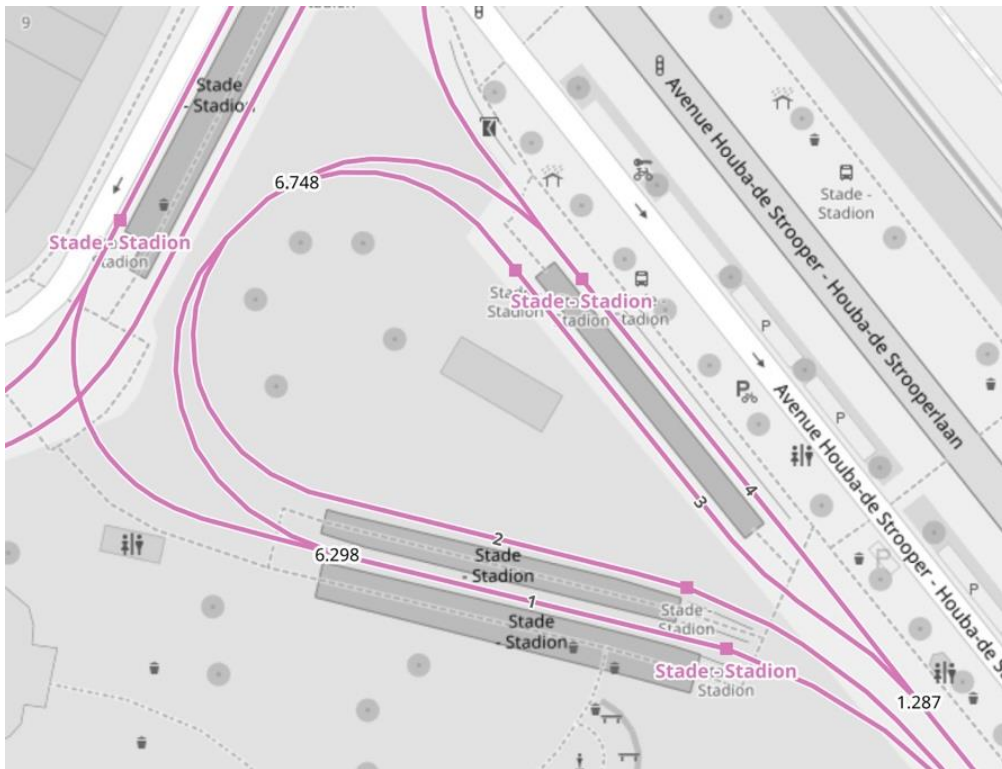
*Annexe V : Vue de l'arrêt Poelaert de la ligne de tramway 8  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



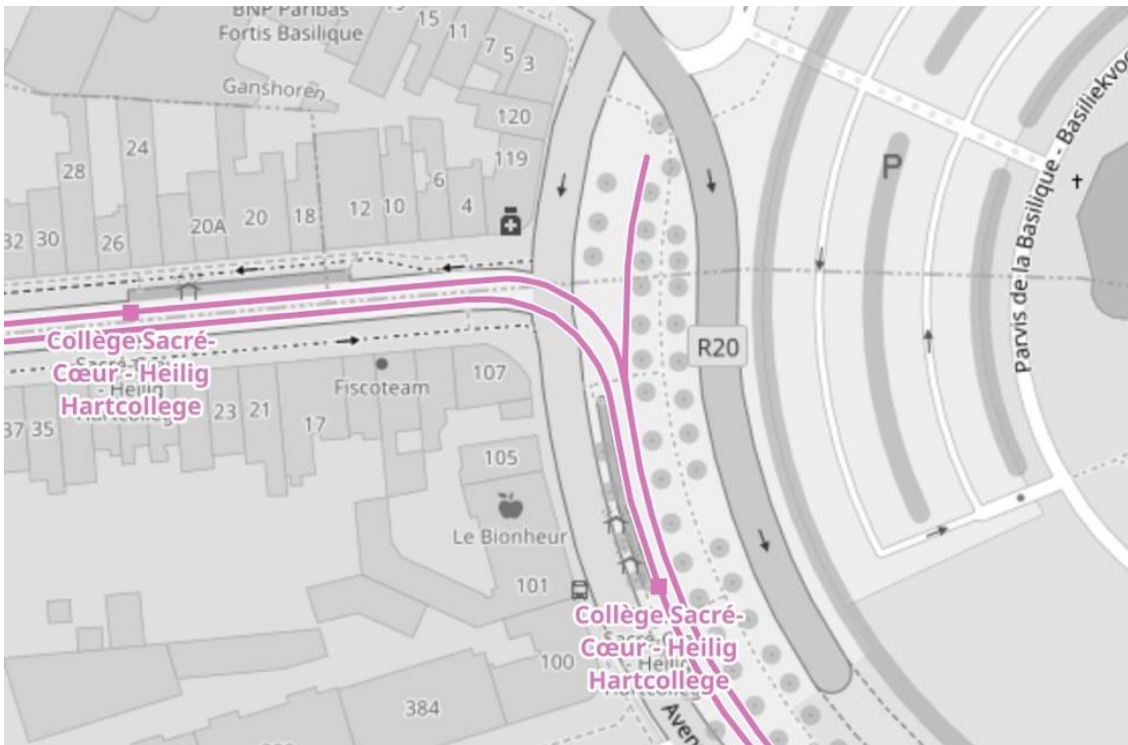
*Annexe W : Vue du terminus Roi Baudouin de la ligne de tramway 9  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



*Annexe X : Vue de l'arrêt Stade Stadion de la ligne de tramway 9  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



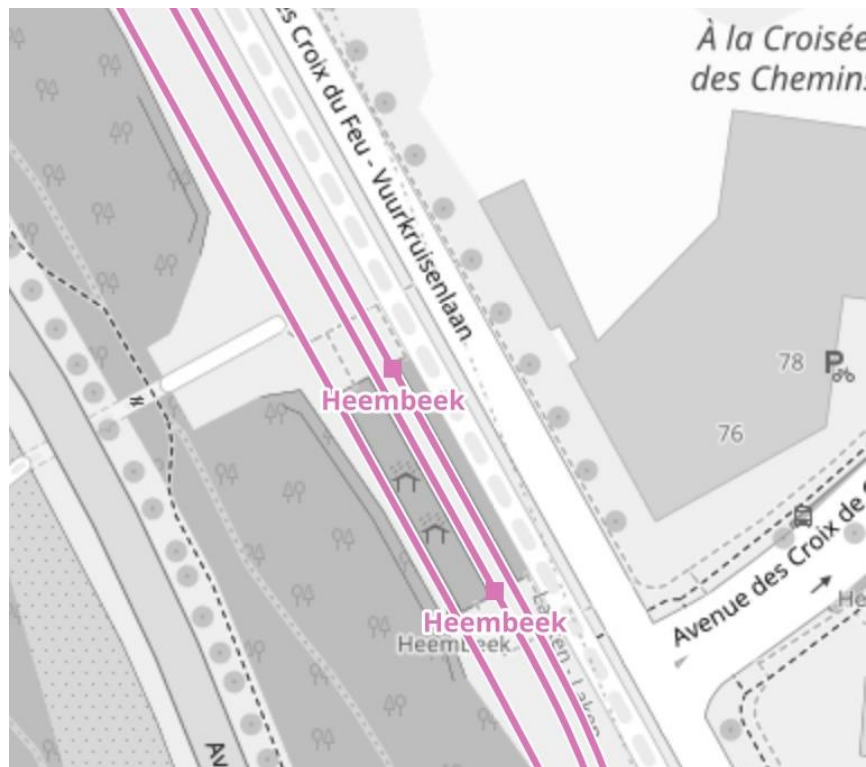
*Annexe Y : Vue de l'arrêt Collège Sacré Coeur de la ligne de tramway 9  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



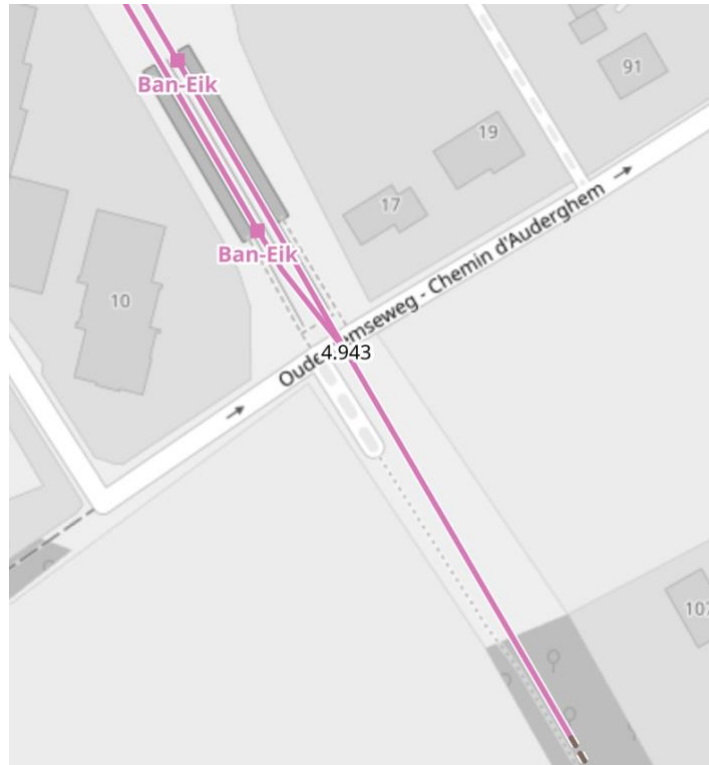
*Annexe Z : Vue du terminus Hôpital Militaire de la ligne de tramway 10  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



*Annexe AA : Vue de l'arrêt Heembeek de la ligne de tramway 10  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



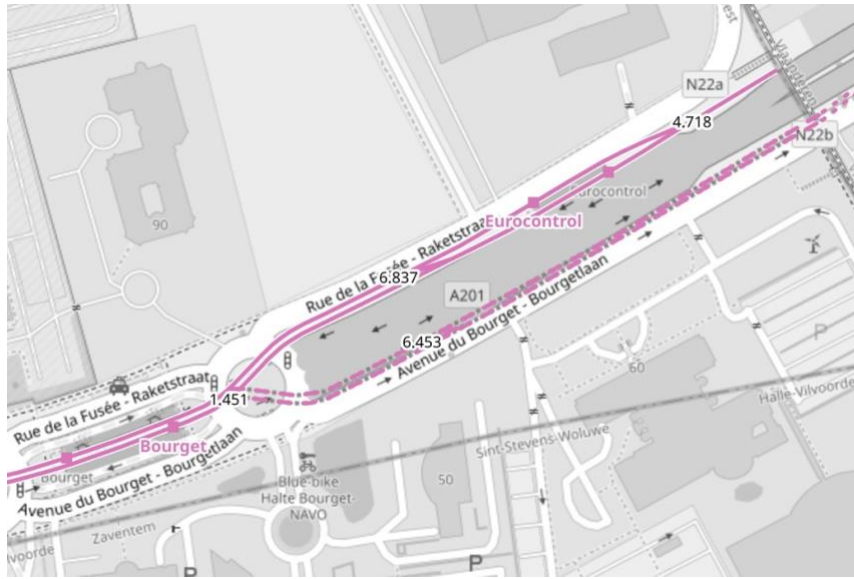
*Annexe BB : Vue du terminus Ban Eik de la ligne de tramway 39  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



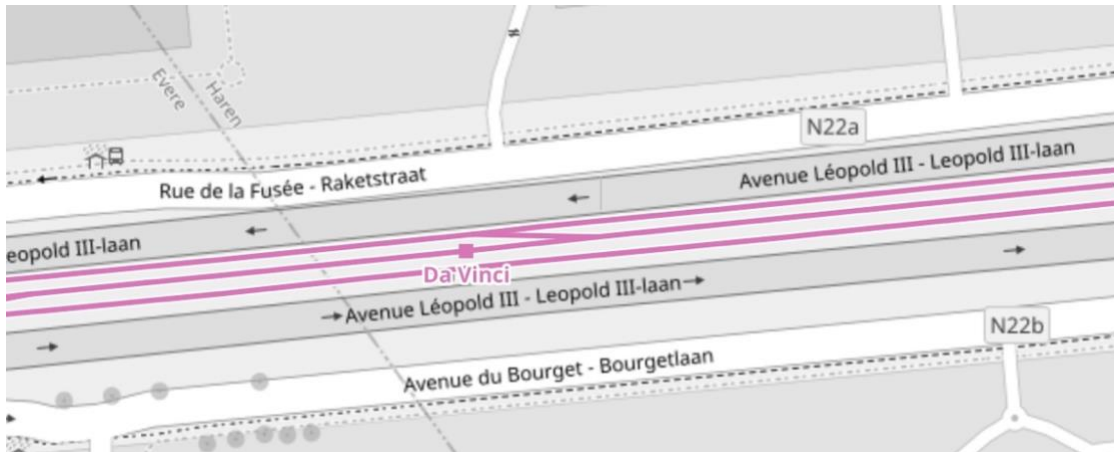
*Annexe CC : Vue de l'arrêt Stockel de la ligne de tramway 39  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



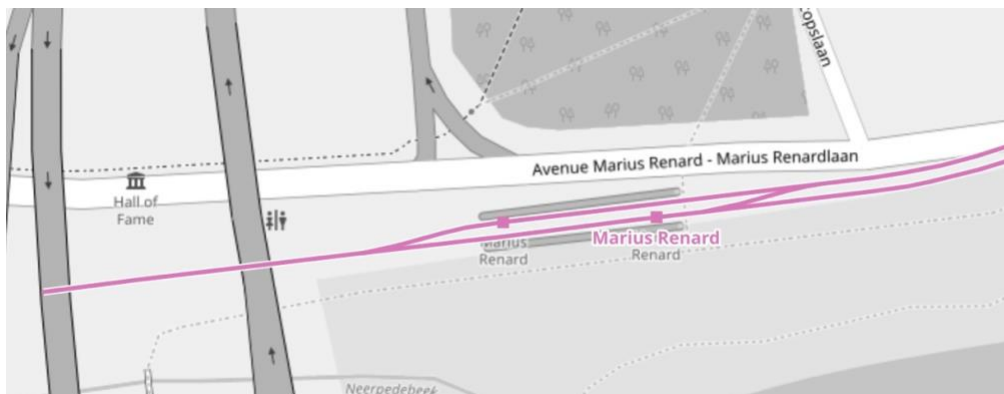
*Annexe DD : Vue du terminus Bourget de la ligne de tramway 62  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



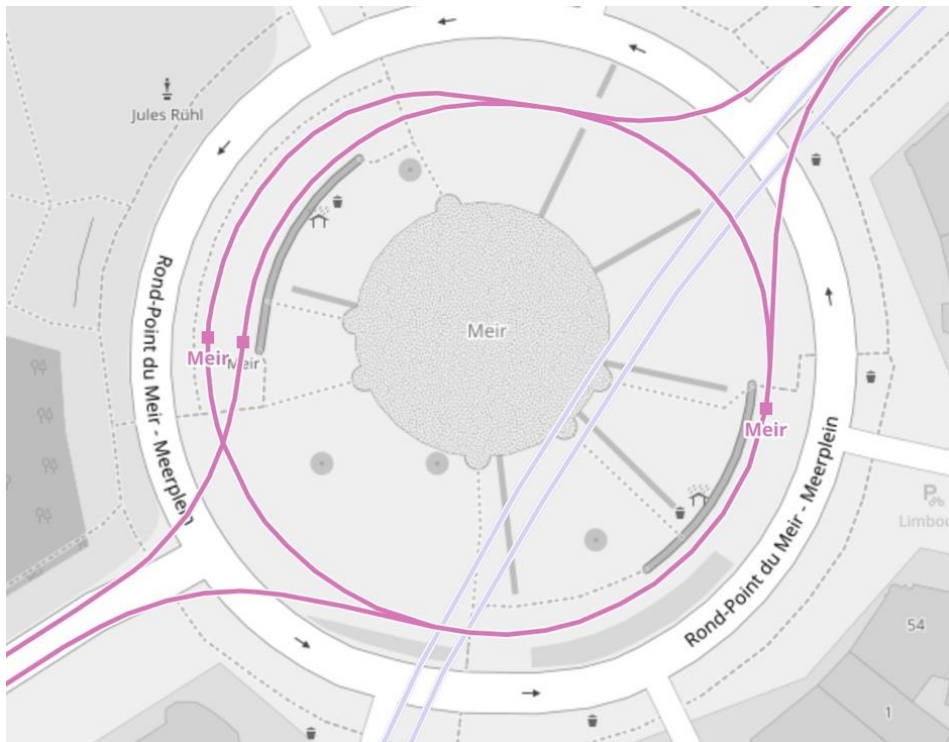
*Annexe EE : Vue de l'arrêt Da Vinci de la ligne de tramway 62  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



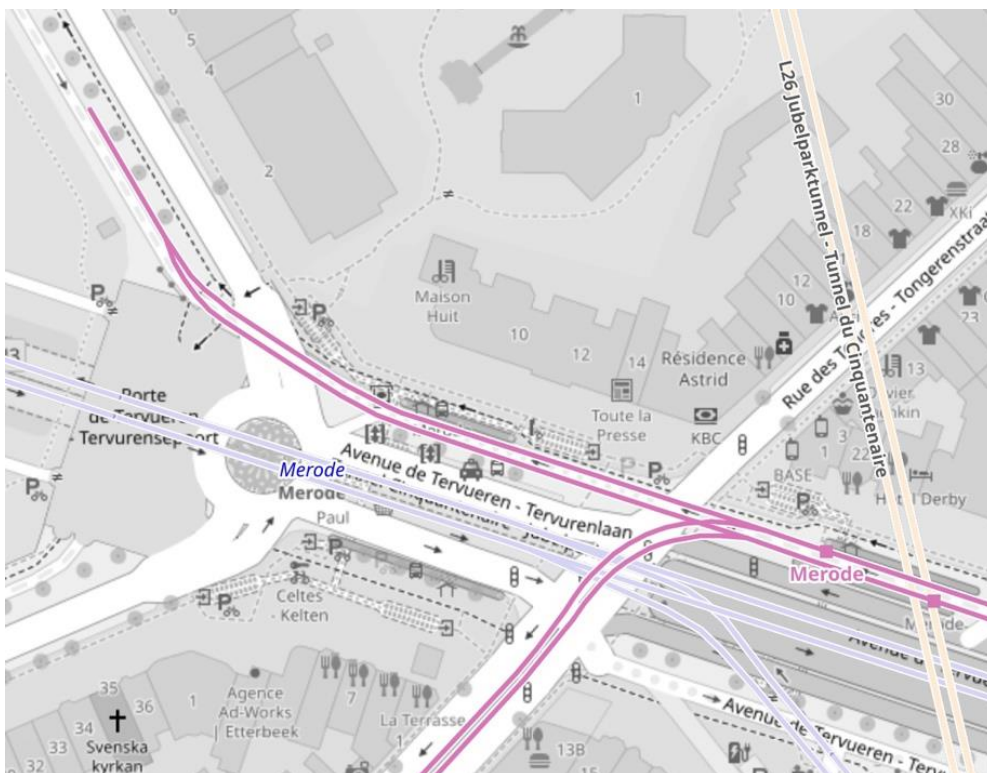
*Annexe FF : Vue du terminus Marius Renard de la ligne de tramway 81  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



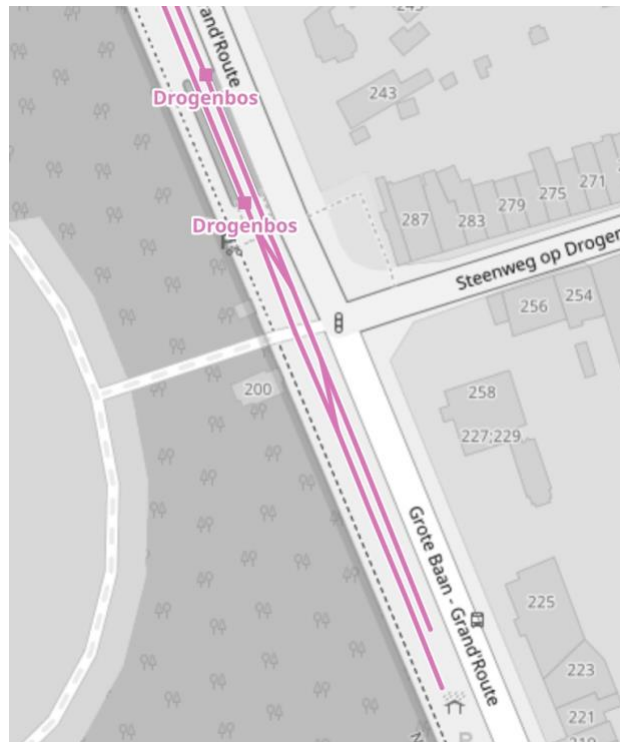
*Annexe GG : Vue de l'arrêt Meir de la ligne de tramway 81  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



*Annexe HH : Vue de l'arrêt Mérode de la ligne de tramway 81  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



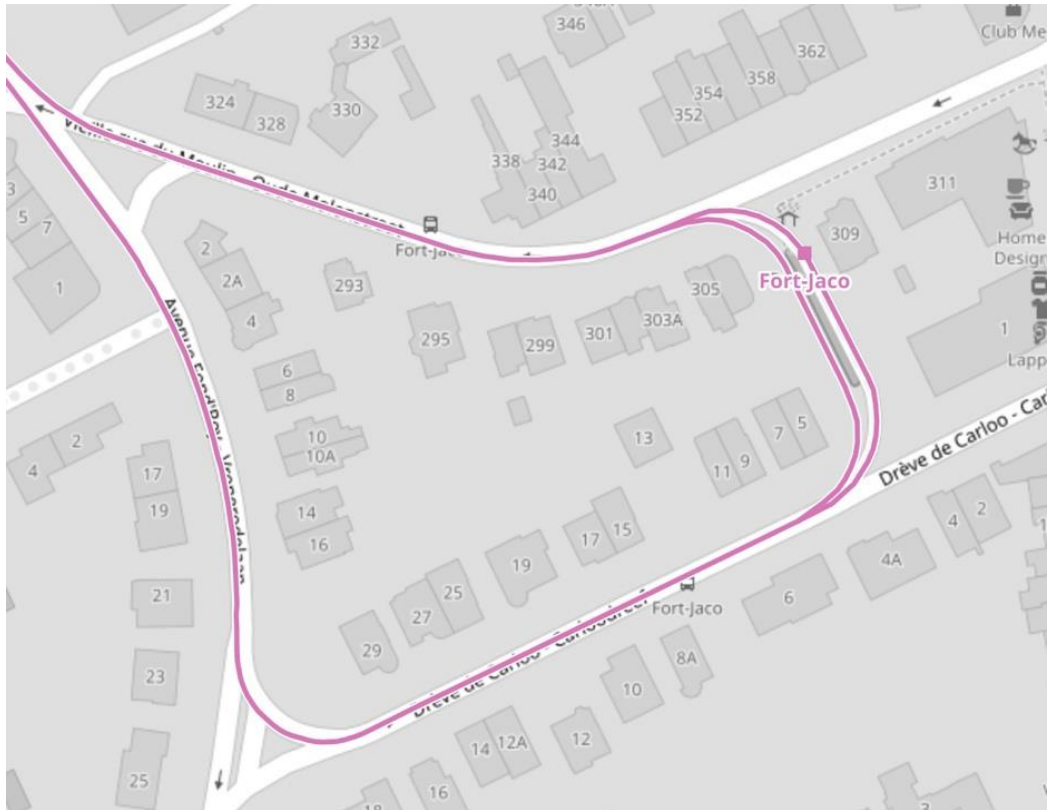
*Annexe II : Vue du terminus Drogenbos de la ligne de tramway 82  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



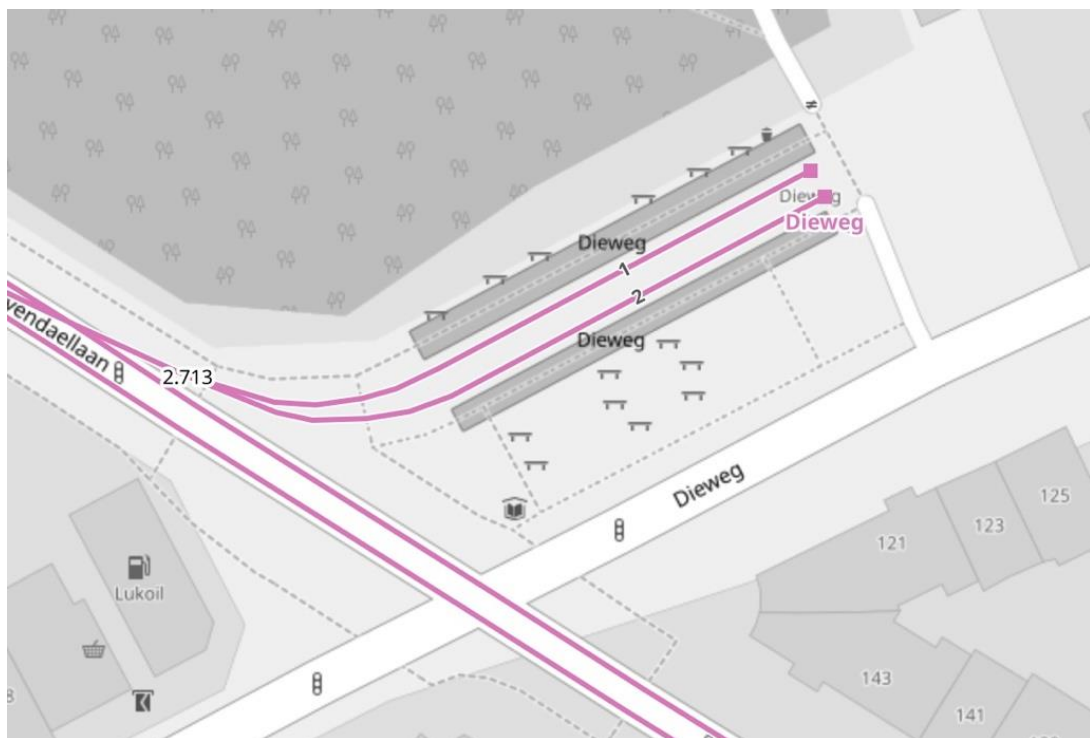
*Annexe JJ : Vue de l'arrêt Saint-Denis de la ligne de tramway 82  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



*Annexe KK : Vue du terminus et de l'arrêt de la ligne de tramway 92  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



*Annexe LL : Vue de l'arrêt Dieweg de la ligne de tramway 92  
(OpenRailwayMap, s. d.)*



*Annexe MM : Densité de population moyenne dans une zone de 2 km de rayon à Bruxelles*

(Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, s. d.-b)

|   |  |
|---|--|
| Densité de population au 1 <sup>er</sup> janvier 2024 à Bruxelles | 7.694 hab./km <sup>2</sup>               |
| Surface d'un cercle de 2 km de rayon                              | $S = \pi * r^2 = 12,57 \text{ km}^2$     |
| Estimation de la population dans ce rayon                         | $7.694 * 12,57 \approx 97.000$ habitants |

*Annexe NN : Nombre moyen de micro-hubs desservis par une ligne de tramway*

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Nombre de lignes de tramway utilisées dans la solution        | 9                         |
| Nombre d'arrêts situés sur les lignes                         | 13                        |
| Nombre moyen de micro-hubs desservis par une ligne de tramway | $13 / 9 = 1,44 \approx 2$ |

*Annexe OO : Volume net de colis transporté dans une camionnette (m<sup>3</sup>)*

(Renault Master Fourgon, s. d.)

|   |  |
|---|--|
| Volume moyen d'une camionnette de livraison <sup>[21]</sup>   | $(10,8 + 13 + 14,8) / 3 \approx 12,87 \text{ m}^3$ |
| Volume net d'une camionnette de livraison (remplissage à 80%) | $12,87 * 80\% = 10,3 \approx 10 \text{ m}^3$       |

*Annexe PP : Distance moyenne parcourue par un tramway pour livrer 60 m<sup>3</sup> de colis (km)*

(Le réseau et les véhicules - STIB, s. d.)

|  |  |
|--|--|
| Distance totale des lignes de tramway à Bruxelles                    | 150 km   |
| Nombre de lignes de tramway à Bruxelles                              | 18   |
| Distance moyenne parcourue par un tramway sur une ligne aller-retour | $(150 / 18) * 2 = 16,67 \approx 17 \text{ km}$ |

*Annexe QQ : Coût d'exploitation net au kilomètre d'une camionnette (essence, assurances, taxes, amortissement, entretien, déductions fiscales) (euros)*

(Perplexity, 2025)

Selon Perplexity, le coût d'exploitation net d'une camionnette d'environ 10 m<sup>3</sup> en Belgique s'élève à 0,36 €/km après déductions fiscales.

*Annexe RR : Coût horaire total pour l'employeur d'un chauffeur de camionnette (salaire, ONSS, indemnités, assurances) (euros)*

(Combien coûte un chauffeur routier ?, s. d.)

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| Salaire brut + indemnités | 3.204,97 € |
| Cotisations sociales      | 785,19 €   |

<sup>21</sup> En faisant la moyenne de 3 modèles de camionnettes (L2H2, L3H2, L3H3).

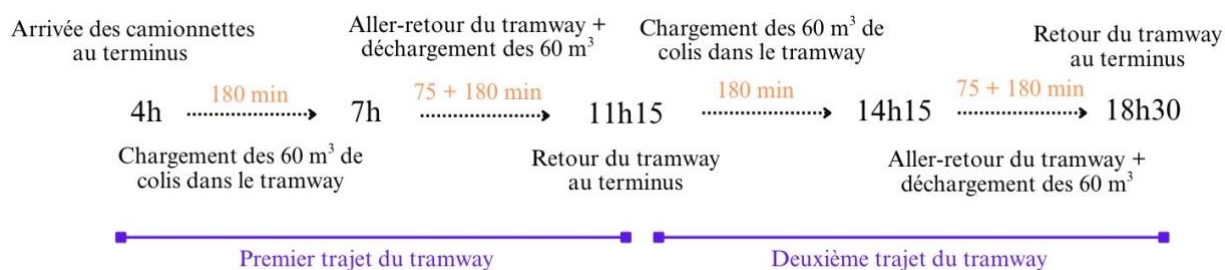
|   |  |
|---|--|
| Autres coûts  | 86,91 €  |
| Nombre de jours de travail moyen par mois                         | 22   |
| Nombre d'heures de travail par semaine                            | 38   |
| Coût horaire total pour l'employeur d'un chauffeur de camionnette | $((3.204,97 + 785,19 + 86,91) / 22) / (38 / 5) = 24,38 \approx 24 \text{ €}$ |

*Annexe SS : Temps estimé d'un aller-retour par ligne de tramway (minutes)*

(Lignes Tram | STIB, s. d.)

|   |   |
|---|---|
| Temps total d'un aller-retour sur les 9 lignes de tramway   | $62 + 100 + 68 + 106 + 50 + 52 + 104 + 84 + 44 = 670 \text{ min}$ |
| Nombre de lignes de tramway   | 9   |
| Temps moyen d'un aller-retour par ligne de tramway sans prendre en compte le temps de chargement/déchargement des colis | $670 / 9 = 74,44 \approx 75 \text{ min}$                          |
| Temps de transfert/chargement + déchargement de 60 m <sup>3</sup> de colis  | $6 * 30 * 2 = 360 \text{ min}$                                    |
| Temps estimé d'un aller-retour par ligne de tramway   | $75 + 360 = 435 \text{ min}$                                      |

*Annexe TT : Nombre de trajets par jour par ligne de tramway*



*Annexe UU : Interview réalisée avec Grégory Perez (bpost) le 14/03/2025*

L : Bonjour, qui êtes-vous et quelle est votre position/fonction au sein de bpost ?

G : Bonjour, je m'appelle Grégory Perez et je suis responsable de projet pour le développement durable des activités de bpost en Belgique.

L : Avez-vous constaté une augmentation de la demande de livraison de colis depuis la crise de Covid-19 ? Comment avez-vous réagi ?

G : Nous avons clairement subi une augmentation lors de la crise sanitaire. Mais comme le marché en général, cela s'est restabilisé et a continué d'augmenter mais de façon plus stable comme avant la période du Covid. On a remarqué un pic de livraisons e-commerce parce que les gens ne se déplaçaient plus pour aller au magasin.

L : Donc la tendance augmente depuis quelques années et il y a juste eu un gros pic au moment de la crise.

G : Oui, on remarque une augmentation du marché entre 5 et 10% par an depuis près de 10 ans. Mis à part pendant la période de Covid où on a observé une augmentation de près de 40%, la courbe d'augmentation pré-covid a repris aux alentours des 5 à 10% par an.

L : Quelles sont les attentes des clients en termes de livraison ? Ces attentes évoluent-elles ?

G : Les attentes restent très similaires. Les clients veulent du sur-mesure, ils commandent un jour à minuit et veulent être livrés le lendemain matin. Chez bpost, nous misons beaucoup sur le développement de notre réseau de point de distribution et d'enlèvement, avec un focus sur les armoires à colis. Cette année en 2025, nous comptons en ouvrir 1250 supplémentaires, ce qui est un doublement de ce qui existe actuellement. Je pense que si le réseau de distribution ne se développait pas, les gens ne changeraient pas leurs habitudes. Mais là on remarque de plus en plus de clients qui viennent enlever leurs colis dans les armoires automatiques vu qu'il y en a plus. Cela rentre dans notre projet Ecozone. Il s'agit d'un mix de logistique douce : livraison à vélo ou à pied combiné avec des véhicules électriques. Comme nous augmentons nos points d'enlèvement, les gens sont plus aptes à venir chercher leurs colis là car c'est près de chez eux. Le fait de densifier ce réseau permet à ce mode de livraison d'être plus adopté par les clients.

L : Quelles pratiques bpost met-il en place pour livrer efficacement les colis en ville, et particulièrement à Bruxelles ?

G : Actuellement, nous faisons partie du Green Deal à Bruxelles. Notre engagement c'est que nous soyons « sans émission », cela a pris un peu de retard dernièrement mais notre objectif est de consolider 100% du transport de colis à Bruxelles sans émission en utilisant un mix de véhicules électriques et de vélos remorque. Avec la combinaison de ces deux types de transport, nous voulons livrer les colis en centre-ville (les 19 communes) de façon optimale. La logistique douce doit être combinés avec des micro-hubs que l'on appelle des points de surcharge. Ce ne sont pas des points de départ ou d'arrivée de nos marchandises, ce sont des points physiques positionnés à des emplacements prédéterminés qui permettent d'entreposer les colis en attendant que les coursiers à vélo viennent les chercher car en une journée, la capacité d'une remorque n'est pas suffisante pour livrer tous les colis. Sans ces hubs, la livraison à vélo ne serait pas optimale pour les colis.

L : Pourquoi la logistique douce peine-t-elle à s'imposer en ville malgré les problèmes de congestion urbaine ?

G : La congestion urbaine est une réalité, mais l'application des règles diffère entre les communes. Si une ville dit : vous ne pouvez pas vous garer en double file pour effectuer une livraison mais qu'elle ne donne aucune amende, la transition vers une logistique douce, et donc moins

encombrante pour le trafic, ne se fait pas. Il n'y a pas de conséquence à ne pas suivre les règles donc la transition est lente. Mais dans les centres urbains tels que Bruxelles, réaliser les livraisons en logistique douce est beaucoup plus intéressant que de les faire en véhicules électriques. En effet, en camionnette, on perd du temps à chercher des places de parking, à se déplacer à pied pour faire sa livraison puis retourner jusqu'à sa camionnette. Après, c'est parfois compliqué de passer aux vélos pour certains livreurs, car selon eux, culturellement parlant, c'est dénigrant d'effectuer les livraisons à vélo. La voiture est un symbole.

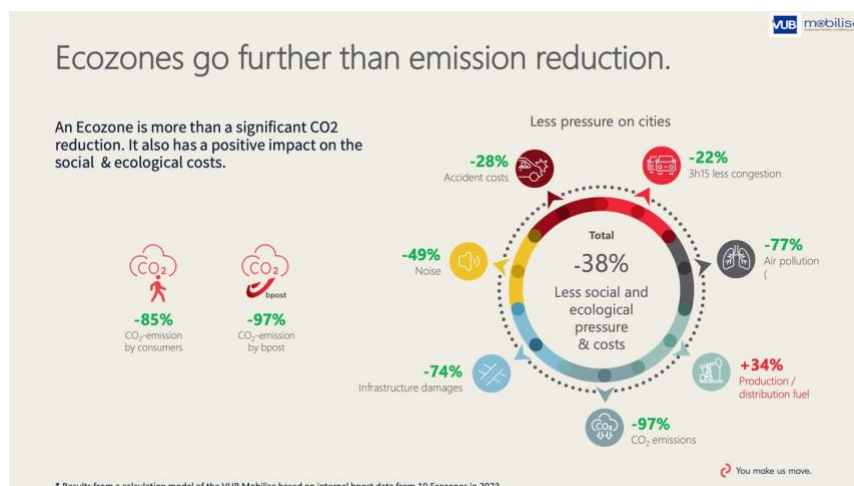
L : Connaissez-vous le nombre de colis livrés chaque jour à Bruxelles ? Si oui, environ combien ?

G : Au niveau national, on monte à un demi-million de colis par jour mais je ne peux pas vous donner le chiffre pour Bruxelles.

L : Quelles solutions/méthodes bpost met-il en place pour limiter l'impact environnemental de ses livraisons ?

G : Le gros projet qui est en cours est le projet des éco zones. C'est le shift vers une mobilité durable, que ça soit des véhicules électriques ou des vélos. Cependant, le fait de remplacer une camionnette thermique par une camionnette électrique diminue certes la quantité de CO<sub>2</sub> rejeté dans l'air, mais il y a toujours certaines conséquences néfastes tels que les particules fines, les hospitalisations, les dommages aux infrastructures, ... Une camionnette électrique est presque deux fois plus lourde qu'une camionnette thermique, cela entraîne d'autres problèmes tels que la dégradation des routes. De plus, une camionnette électrique génère aussi des particules fines puisqu'elles sont provoquées en général par les freins (les pneus qui frottent la route). Une grande majorité des malades pulmonaires dans les centres urbains sont causées par les particules fines. Nous savons également que produire de l'électricité pollue. En revanche, le fait de passer aux vélos cargo cause beaucoup moins de dommage à l'environnement global de la ville.

Sur le schéma suivant réalisé par le département Mobilise de la VUB, on peut observer les impacts positifs des éco zones sur les coûts sociaux et environnementaux.



L : Vous dites que le vélo est la meilleure alternative pour limiter un maximum les impacts négatifs des livraisons. Mais selon vous, est-ce que toutes les livraisons de colis à Bruxelles pourraient être effectuées à vélo ?

G : La BCLF (Belgian Cycle Logistics Federation) a fait une étude qui montre que 33% des livraisons en centre urbain peut être réalisé à vélo cargo mais pas le reste. Il y a toujours des colis qui ne rentrent pas dans un vélo cargo. C'est très important de prendre en compte les gains socio-économiques pour les villes, mais il faut aussi prendre en compte les gains économiques pour les entreprises de livraison. La réalité des choses fait qu'on ne peut pas effectuer toutes les livraisons à vélo cargo parce que cela serait trop coûteux et pas assez rapide. Par exemple, faire un aller-retour d'une heure pour un colis qui nous rapporte 8 € alors que les livreurs sont payés 40 € de l'heure, cela n'est pas viable économiquement. Le vélo est bien au niveau durable mais il n'est pas implémentable dans tous les cas. Le plus gros désavantage de la livraison à vélo cargo est la perte de temps pour faire les voyages. C'est pour cela que les livraisons à vélo fonctionnent plutôt bien en centre urbain car la vitesse d'une camionnette et d'un vélo est plus ou moins comparable. Mais aux bords des villes, cela n'est pas efficace. Ce n'est pas possible de traverser la ville en 30 minutes à vélo. En conclusion, passer toutes les livraisons à vélo est impossible.

L : La solution envisagée dans le cadre de mon mémoire :

- Amener les colis jusqu'à certains arrêts de tramway (possibilité de chargement et déchargement) en périphérie de Bruxelles.
- Mettre en place des tramways spécialement prévus pour transporter les colis (ils circuleraient entre les trams de passagers pendant les heures creuses)
- Les colis seraient triés dans des bacs en fonction de leur destination finale
- Le tramway s'arrête aux stations nécessaires dans la ville
- À chaque arrêt, un coursier en vélo cargo déchargerait les colis et les acheminerait jusqu'à leur destination finale (point relais, consigne automatique ou domicile)

Pensez-vous que cette solution serait envisageable à Bruxelles ? Si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ?

G : Il n'y a pas vraiment de oui ou de non en réponse à cette question. Il est important de bien dessiner son réseau de livraison. Les agents de livraison doivent effectuer un travail productif le plus rapidement possible. Lorsqu'un facteur livre un colis, il gagne de l'argent, mais lorsqu'il conduit son véhicule pour se rendre à l'adresse suivante, il perd de l'argent. Le volume joue un rôle crucial pour savoir comment dessiner son réseau. Il faut placer son centre de distribution le plus proche possible des zones où les colis sont livrés. Sur Bruxelles, bpost a trois sites de distribution pour livrer les 19 communes : Anderlecht, Evere et Tour & Taxis. Il y a environ 600 agents qui partent chaque jour d'Anderlecht, 250 d'Evere et 180 de Tour & Taxis.

Donc pour en revenir à la question, il n'y a pas de oui ou non. L'utilisation du tramway peut être intéressante mais tout dépend du volume de colis à livrer et de comment dessiner son réseau de livraison. Jusqu'à un certain volume, le tramway pourrait aider mais à partir d'un certain volume, la zone de chargement des colis serait trop éloignée par rapport à la distance que le coursier à vélo cargo devrait couvrir. Il faut tenir en compte le temps que le coursier mettrait pour aller recharger les colis.

Je pense que le nombre d'arrêts de tramway seraient trop faible pour couvrir toutes les zones. Peut-être qu'avec les arrêts de bus, cela serait plus intéressant, ou bien potentiellement faire un mix des deux.

Le fait d'ajouter une étape tramway rajoute du temps de chargement et déchargement des colis. De plus, au niveau économique, est-ce qu'utiliser le tram va nous coûter moins cher ou au moins le même prix que de louer un garage de stockage dans le centre ? Ce qu'on a appris c'est que ça coûte plus cher d'utiliser le tram que de louer un bâtiment à Bruxelles, malgré le fait que Bruxelles soit très cher.

Ensuite, il y a aussi le fait d'être dépendant d'une tierce partie. Cela est toujours un peu délicat quand il y a des problèmes. Le tram peut prendre du retard pour x ou y raisons et la communication peut parfois être difficile avec plus d'acteurs. C'est potentiellement surmontable mais c'est un risque à identifier.

Ce n'est pas une solution irréaliste mais elle doit être adaptée au volume de colis à livrer sur cette zone.

L : Comment envisagez-vous la livraison de colis dans les grandes villes comme Bruxelles dans quelques années ? Pensez-vous que la méthode de livraison actuelle pourra encore être utilisée ou faudra-t-il trouver des alternatives moins polluantes et moins dérangeantes pour la circulation urbaine ?

G : Au plus des plans de mobilité sont mis en place et au plus nous serons aptes à livrer les colis à vélo cargo. Interdire complètement les camions et camionnettes n'est pas forcément la solution idéale non plus. Si des règles nationales nous obligent à tout livrer à vélo, nous le ferons mais le prix de la livraison va forcément augmenter.

L : Y a-t-il d'autres aspects auxquels vous pensez et que je devrais considérer dans mon analyse ?

Des études de marché ont déjà montrées que le consommateur final ne veut pas tout le temps que la livraison soit effectuée le plus rapidement possible. Il est parfois prêt à attendre une semaine pour recevoir son colis. Ce sont les plateformes tels que Amazon, Zalando qui « donnent les ordres » et qui veulent que les livraisons soient effectuées très rapidement pour se différencier de

leurs concurrents auprès des acheteurs. La logistique urbaine est dépendante de beaucoup de facteurs qui n'ont rien à voir avec la logistique mais avec des mouvements marketing.

*Annexe VV : Interview réalisée avec Charlotte De Broux (Bruxelles Mobilité) le 26/03/2025*

L : Bonjour, qui êtes-vous et quelle elle est votre fonction au sein de Bruxelles Mobilité ?

C : Je m'appelle Charlotte De Broux, je travaille au sein du service planification de Bruxelles Mobilité. Au sein de ce service, j'ai travaillé pendant une dizaine d'années sur le transport de marchandises. À l'heure actuelle, je coordonne une cellule qui s'occupe plus spécifiquement des contrats de gestion de la STIB, des parkings et du port.

L : Quel est le rôle de Bruxelles Mobilité ?

C : Bruxelles Mobilité est l'administration de la Région Bruxelles-Capitale qui s'occupe de toute la politique de mobilité tant du côté stratégique que du côté infrastructure puisqu'on est l'un des 20 gestionnaires de voiries en région bruxelloise.

L : Pouvez-vous me parler du plan Good Move : à quoi sert-il et quels sont ses principaux objectifs en matière de mobilité à Bruxelles ?

C : Good Move est le plan régional de mobilité. Il y a une obligation légale à avoir un SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan). Good Move a un volet stratégique et un volet réglementaire et couvre la période jusqu'à 2030. Il donne une série d'objectifs qui sont ensuite découpés en fiches action. L'un des objectifs est qu'à la fin du plan donc en 2030, 1 déplacement sur 4 qui était effectué en voiture lors de la rédaction du plan soit fait autrement. On passerait d'une part modale de la voiture de 33% à 20% environ.

L : Bruxelles est l'une des villes européennes connaissant le plus gros problème de congestion urbaine, quelles sont les solutions à mettre en place, au niveau de la livraison de marchandises, afin de limiter cette congestion ?

C : Comme pour le transport de personnes, il n'y a pas une action unique ou un type d'action unique qui va être la solution, il faut plutôt utiliser une palette de solutions qui permettent de diminuer la pression sur les voiries. Il y a 4 grandes catégories de projets :

- Awareness : faire de la sensibilisation : sensibiliser les entreprises à changer leurs habitudes en termes de transport et les accompagner dans cette transition
- Avoidance : limiter le nombre de kilomètres parcourus
- Act and Shift : le report modal vers le train, vers la voie d'eau et vers le vélo cargo. On remarque qu'il y a une croissance importante et beaucoup de possibilités offertes par ce mode de transport.

- Anticipation of new technologies : l'électrification

C'est en combinant ces différentes actions, en travaillant sur les infrastructures mais également sur les comportements, que les problèmes liés à la congestion urbaine pourront diminuer.

L : Quels sont les problèmes occasionnés par les camionnettes de livraison dans la ville de Bruxelles ?

C : On n'a pas de données spécifiques au secteur de la livraison de colis, on a des données de manière générale sur les camionnettes et on sait qu'il y a une forte augmentation de leur nombre. Il y a plusieurs années, on avait mesuré la part de camionnettes dans le trafic et on était autour de 8% sur l'ensemble de la région, maintenant on est plutôt sur 11%, donc on remarque une croissance continue du nombre de camionnettes, là où le nombre de camions est stable. Les deux raisons fondamentales qui sont souvent invoquées sont d'une part la tarification kilométrique sur les poids lourds, et d'autre part la croissance de l'e-commerce. On a fait une étude avec la VUB qui consistait à demander aux conducteurs de camionnettes ce qu'il faisait d'habitude avec leur véhicule mais également de quel secteur d'activité ils étaient. On s'est rendu compte que quasiment la moitié des camionnettes qui circulaient étaient liées au secteur de la construction. Les données récoltées tentent à montrer que la logistique au sens large (donc pas seulement que les colis) ne représente que 5 à 10% maximum.

Cependant, l'inconvénient des camionnettes de livraison e-commerce est qu'elles font des tournées qui rentrent dans les quartiers alors que ce qu'on essaie justement d'apaiser les quartiers et de diminuer le nombre de véhicules en circulation pour redonner plus de place à l'usage de l'espace public et améliorer la qualité de vie des résidents. Les camionnettes sont des véhicules lourds donc l'impact en termes de sécurité routière est beaucoup plus important qu'avec des véhicules plus petits tels que les voitures.

L : D'après le calendrier de la LEZ, les camionnettes thermiques devraient plus pouvoir circuler dans la RBC d'ici 2035. Pensez-vous que cette interdiction sera respectée ? Si oui, quelles solutions sont envisagées pour acheminer les marchandises jusqu'à leur destination finale ?

C : Il s'agit en effet uniquement des camionnettes thermiques qui seront interdites en ville. Est-ce que le calendrier sera respecté ou pas, cela dépendra des politiques, je ne peux pas me prononcer la dessus. C'est intéressant de comparer ce secteur de la logistique avec d'autres secteurs. Dans le secteur de la logistique et du transport de marchandises, les camionnettes sont utilisées de manière plus intensive et sont donc renouvelées plus rapidement. Pour un livreur, sa camionnette est son seul outil de travail donc c'est normal de la renouveler. Au contraire, un plombier utilise sa camionnette pour effectuer des petits trajets et a de nombreux autres frais à côté, donc sa priorité en termes d'investissement ne sera pas de renouveler sa camionnette par une camionnette électrique, qui représente un coût important.

Le secteur de la logistique urbaine n'est donc pas le secteur pour lequel j'ai le plus de crainte en ce qui concerne le calendrier de la LEZ. De plus, Bruxelles étant une zone dense au niveau de la livraison, la cyclo logistique prend de plus en plus d'ampleur dans la ville. On remarque que le vélo cargo peut même être plus compétitif que la camionnette à partir du moment où il y a une certaine densité qui est atteinte.

L : Pensez-vous que remplacer les camionnettes de livraison à moteur thermique par des camionnettes électriques est une bonne solution pour l'avenir ? Si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ?

C : De manière général, on va essayer de remplacer un maximum de véhicules par des vélos cargo et quand cela n'est pas possible, électrifier. Donc oui, selon moi, remplacer les camionnettes thermiques par des camionnettes électriques est une bonne chose pour limiter l'impact des livraisons sur l'environnement.

L : La solution envisagée dans le cadre de mon mémoire :

- Amener les colis jusqu'à certains arrêts de tramway (possibilité de chargement et déchargement) en périphérie de Bruxelles.
- Mettre en place des tramways spécialement prévus pour transporter les colis (ils circuleraient entre les trams de passagers pendant les heures creuses)
- Les colis seraient triés dans des bacs en fonction de leur destination finale
- Le tramway s'arrête aux stations nécessaires dans la ville
- À chaque arrêt, un coursier en vélo cargo déchargerait les colis et les acheminerait jusqu'à leur destination finale (point relais, consigne automatique ou domicile)

Pensez-vous que cette solution serait envisageable à Bruxelles ? Si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ?

C : C'est une solution sur laquelle on a déjà réfléchi avec la STIB et avec un grand acteur logistique et jusqu'à présent on n'a jamais trouvé de combinaisons dans laquelle ça pourrait fonctionner. Notamment à cause du prix et du lieu d'acheminement dans le tram. C'est-à-dire qu'il faut un arrêt de tram qui permette un chargement facile des colis. Il faut qu'une personne soit disponible pour effectuer le chargement. S'il faut des wagons spécifiques, cela veut dire qu'il faut payer l'aménagement des wagons. De plus, le réseau de tram est déjà assez fort utilisé et même si c'est hors heure de pointe. Il faut décharger suffisamment vite pour ne pas ralentir la circulation des tramways de voyageurs. Et l'endroit de déchargement doit être de nouveau, facile d'accès. Une personne doit être également présente pour le déchargement, cela demande une grande main-d'œuvre et cela coûte cher. Il y a un exemple en France où cela fonctionnait bien pour la livraison des marchandises d'un supermarché. La ligne allait de leur dépôt jusqu'au supermarché donc c'était un trajet direct.

On a déjà fait des réunions avec un grand transporteur de colis belge et la STIB pour essayer de trouver une solution mais il n'y a pas de lignes de tram qui passent tout prêt de leurs dépôts. Le projet demandait des investissements trop importants pour une solution qui n'était pas super agile. Le réseau de tramway est déjà dense et on ne saurait pas vraiment rajouter des trams dédiés à la logistique entre les trams de passagers de la STIB.

Le problème avec cette idée est que la STIB n'a pas grand-chose à gagner dans le fait de participer à un tel projet. Cela leur ferait même prendre des risques quant à leur « core business » qui est de transporter des passagers.

L : Si cette solution fonctionnait, quels seraient les avantages de combiner ces deux moyens de transport ?

C : Il s'agit de deux moyens de transport qui sont très peu émetteurs, ils polluent très peu. Réussir à utiliser l'infrastructure existante du tram est super car ça permet de valoriser quelque chose qui existe déjà. Dans un monde parfait ça serait chouette, mais il y a tellement de blocage qu'il s'agit d'une solution qu'on étudie même plus.

Le vélo a quant à lui un très gros potentiel, mais livrer tous les colis de la ville à vélo n'est évidemment pas efficace, au-delà de 3 à 5 kilomètres, ça pose des questions de rentabilité.

L : Si le tramway est une solution trop difficile à exploiter, est-ce que le report modal de la route vers d'autres moyens de transport tels que le train ou la voie serait plus efficace ?

C : Il y a des difficultés qui sont inhérentes à la rigidité liée à ces modes de transport. La grande force de la route est qu'elle est flexible, facile et compétitif financièrement. En ce qui concerne le chemin de fer, il y a deux terminaux en région bruxelloise qui peuvent accueillir du fret : le terminal d'Audi et le terminal à l'avant-port. Pour pouvoir être rentable, l'idéal est de réussir à charger un train complet. Seulement, un train complet fait jusqu'à 750 mètres. Cela représente une quantité de marchandises énorme. Peu d'acteurs sont capables de générer un tel flux de marchandises en région bruxelloise. En ce qui concerne la voie d'eau, les volumes sont également très importants. Ce moyen de transport fonctionne assez bien pour les marchandises qui ne doivent pas être protégées et qui ne doivent pas être livrées extrêmement vite. 60% des flux qui passent par le port de Bruxelles sont des flux qui sont liés à la construction (matériaux, déchets, ...). Ce mode de transport n'est pas adapté pour transporter des petites marchandises tels que des colis.

L : Y a-t-il d'autres aspects auxquels vous pensez et que je devrais considérer dans mon analyse ?

C : Je dirais qu'un point à ne pas négliger est qu'aucune solution ne pourra être mise en place pour limiter la congestion urbaine et la pollution liées au transport de marchandises et plus spécifiquement de colis, si les entreprises ne s'y retrouvent pas financièrement. Une solution doit pouvoir apporter un gain car les entreprises et les gens en général ne sont pas encore prêts à payer

pour de la décarbonation, ou en tout cas pas à grande échelle. Il faut que ça tienne la route économiquement sinon cela ne fonctionne malheureusement pas. Et les finances de la région ne sont pas suffisantes pour pouvoir soutenir de tels projets.

*Annexe WW : Interview réalisée avec Jacques Menu (Urbike) le 08/04/2025*

L : Bonjour, qui êtes-vous et quelle est votre fonction chez Urbike ?

J : Bonjour, je m'appelle Jacques Menu, je travaille comme consultant chez Urbike. On met toute notre expérience et toutes les compétences qu'on a pu développer sur le vélo au service d'autres entreprises, soit via des projets de recherches et développement soit via des vrais projets d'expertise où on vient nous demander notre avis et notre analyse sur tous les sujets qui sont spécifiques à la logistique urbaine. On traite de sujets un peu plus larges que simplement la logistique à vélo même si ça reste notre cible principale.

L : Quel est le rôle de l'entreprise Urbike ? Quels sont ses objectifs et ses activités ? Comment contribue-t-elle à l'amélioration de la mobilité à Bruxelles ?

G : La mission générale d'Urbike est de transformer la ville pour la rendre plus humaine et plus durable en essayant de réduire au maximum le trafic routier qui a un impact considérable sur l'environnement. Cela se traduit par nos activités : on essaie de remplacer un maximum de camionnettes de livraison par des vélos cargo parce que cela permet d'améliorer la qualité de vie en ville. Notre activité de consultance est dans la même lignée, on veut aider les autres entreprises à se transformer. De plus, notre troisième activité est de vendre du matériel.

L : Quels sont les avantages socio-environnementaux de transporter des colis à vélo cargo plutôt qu'en camionnette ?

J : L'avantage le plus évident est évidemment l'avantage d'un point de vue environnemental. L'utilisation du vélo cargo permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. Un vélo cargo diminue les émissions de CO<sub>2</sub> de 99% par rapport à une camionnette thermique et de 98% par rapport à une camionnette électrique. Un aspect moins étudié mais également très important est la diminution de congestion urbaine. Chaque véhicule en moins présent sur les routes permet de réduire fortement la congestion à Bruxelles. Les camionnettes de livraison ont des comportements particulièrement néfastes pour le trafic : stationnement en double file, pollution sonore (klaxon, bruit de moteur), danger pour les usagers faibles.

L : Quels sont les avantages opérationnels d'utiliser les vélos cargo pour une entreprise ? Est-ce que le coût est inférieur ou supérieur à l'utilisation d'une camionnette ?

J : On a tendance à être plus cher que le marché mais pas forcément parce qu'on utilise des vélos cargo mais parce qu'on est dans un modèle de coopérative où les livreurs à vélo sont salariés.

Dans le secteur, c'est principalement des indépendants en cascade et la rémunération du travail chez nous est vachement supérieure à la moyenne du secteur, ce qui explique les prix plus élevés qu'on peut avoir par rapport à des concurrents. Mais le vélo cargo en tant que tel n'apporte pas de coûts supplémentaires.

En termes d'avantages opérationnels, utiliser le vélo cargo dans une zone qui est urbaine et dense comme Bruxelles est très efficace. Le centre-ville de Bruxelles est une zone qui est difficilement accessible pour les véhicules à moteur thermique. Il y a énormément de restrictions sur l'ancienneté du véhicule etc. Dans le piétonnier, les VUL et les camions ne peuvent y accéder qu'entre 9h et 11h. De plus, il y a énormément de sens uniques, ce qui rallonge beaucoup les trajets des camionnettes de livraison. Les vélos peuvent passer ces sens-uniques sans soucis donc les itinéraires sont souvent beaucoup plus courts à vélo. Les véhicules thermiques ont donc des contraintes horaires et d'accès auxquelles les vélos cargo ne sont pas soumis à l'heure actuelle. En moyenne, au centre-ville, un vélo cargo est deux fois plus rapide qu'une voiture. Dans les communes aux alentours du centre-ville, un vélo et une voiture ont une vitesse plus ou moins équivalente. En périphérie, le vélo perd de la vitesse par rapport aux autres véhicules. Ils sont donc très efficaces dans les centres urbains comme Bruxelles. Par ailleurs, le temps de service, qui correspond au temps qu'il faut pour aller livrer un colis une fois que le véhicule est stationné, est vachement limité par rapport à d'autres véhicules. En effet, un vélo cargo peut toujours se stationner à moins de 30 mètres, même souvent moins de 10 mètres de son point de livraison, ce qui permet de gagner énormément de temps. Enfin, les clients valorisent beaucoup le fait que les livraisons soient faites à vélo cargo plutôt qu'en véhicule thermique, ce qui est un atout en termes d'image de marque et de marketing.

L : Quels défis ou limitations rencontrez-vous avec l'utilisation des vélos cargo pour la livraison de colis en ville ?

J : Un des principaux défis auquel on est confronté est le rayon d'action dans lequel on est efficace. On estime qu'à partir de 3 kilomètres de rayon, on commence à perdre en efficacité et à partir de 5 kilomètres, on est plus trop efficace. Cela signifie qu'on est limité dans notre couverture géographique. Il faut que les entrepôts soient bien positionnés pour pouvoir effectuer des livraisons efficaces. Le deuxième enjeu clé est l'infrastructure.

De plus, travailler avec un opérateur de vélo cargo rajoute forcément une étape de transport, appelée une étape de transbordement. Avant d'être placés dans les vélos cargo, les colis arrivent par un autre moyen de transport. Il y a donc un point de transbordement qui rajoute une étape supplémentaire à la chaîne logistique et qui représente un coût qu'aucune partie prenante ne veut vraiment prendre en charge.

Le transport de colis à vélo est compatible pour une zone très dense avec des petites distances et des petites charges mais pas avec du transport très consolidé sur des longues distances.

L : Dans quelle mesure les conditions météorologiques affectent-elles les livraisons à vélo cargo ?

J : La pluie, la neige et le verglas ne sont vraiment pas un problème. Les colis sont protégés, on fonctionne beaucoup avec des remorques qui sont entièrement fermées donc il n'y a aucun risque pour les colis. En revanche, dans les conditions de grand vent, il peut y avoir un danger mais ça ne représente que 1 ou 2 jours par an.

L : Pouvez-vous détailler la capacité d'un vélo cargo en termes de charge utile, volume et nombre de colis qu'il peut transporter efficacement ?

J : En termes de charge utile et de volume, le vélo seul peut transporter environ 100kg et un peu moins d'1m<sup>3</sup>. Mais on travaille aussi beaucoup avec des remorques placées à l'arrière du vélo. Cela permet de transporter environ 300kg et 2,5m<sup>3</sup> de marchandises. Cependant, d'un point de vue physique et mécanique, ça imposerait beaucoup trop de charge sur le coursier et sur le matériel de transporter autant de poids. Dans les faits, on essaie de limiter la charge à environ 150kg. Il existe des vélos beaucoup plus larges (avec 4 roues) qui permettent de transporter un poids plus important mais chez Urbike, on reste sur un modèle de vélo à 2 roues. C'est difficile de donner un nombre de colis parce qu'on travaille très peu avec des acteurs de l'e-commerce donc on travaille peu avec des colis « standards ».

L : En moyenne, combien de temps faut-il pour charger un vélo cargo avec des colis, et quels facteurs influencent ce temps de chargement ?

J : Les marchandises sont déposées à notre entrepôt et nous devons d'abord les trier avant de les charger sur les vélos. Il y a toute une opération de tri : on compte environ 3 secondes par colis pour les trier. Le chargement quant à lui représente environ 10% du temps de tournée. Étant donné que l'espace d'un vélo est plus limité qu'une camionnette, on va ajuster et essayer d'optimiser au maximum l'agencement des colis, ce qui prend un peu plus de temps.

L : Quelle est la portée géographique typique des livraisons réalisées par les coursiers à vélo cargo, et comment déterminez-vous les zones desservies ?

J : Le rayon est généralement entre 3 et 5km. Généralement on fonctionne en fonction du code postal de la destination finale du colis. Un coursier va charger tous les colis qui doivent être livrés dans une zone correspondant au code postal, cela coïncide en général avec ce rayon de 3 à 5km. Une tournée fait en moyenne entre 15 et 20km et un coursier fait facilement 60 à 70km sur la journée. Chez Urbike, on va livrer entre 500 et 1.000 points de livraison différents par jour.

L : À votre avis, est-il plus avantageux de se déplacer à vélo cargo plutôt qu'en camionnette pour les livraisons urbaines à Bruxelles ? Quelles sont les principales raisons de ce choix ?

J : En centre-ville, c'est sûr à 100% que le vélo cargo est plus efficace. On a fait des études là-dessus en plaçant des traqueurs sur nos vélos. On a fait des simulations pour comparer la vitesse d'une tournée de livraison en camionnette et à vélo cargo et on a remarqué que dans des zones très denses, la performance est 50 à 100% plus performant à vélo qu'en camionnette.

En revanche, la capacité du vélo cargo est inférieure donc il faut penser au temps nécessaire pour se recharger de colis plusieurs fois par jour. C'est un paramètre à prendre en compte mais en zone très urbaine, le vélo reste plus efficace.

L : Avez-vous déjà rencontré des problèmes liés à la sécurité des coursiers à vélo cargo ?

J : On n'a jamais eu d'accidents graves depuis que l'entreprise a été créée (environ 7 ans). En revanche, on est souvent confronté à des incidents impliquant d'autres usagers de la route, principalement des voitures. On fait un maximum de prévention avec nos coursiers pour qu'ils soient formés aux potentiels dangers auxquels ils peuvent être confrontés. Par ailleurs, les vélos cargo peuvent représenter un danger pour d'autres usagers comme les cyclistes et les piétons donc c'est aussi à nous de faire attention quand on roule en ville.

L : Pensez-vous que l'adoption à grande échelle du vélo cargo pour le transport de colis est envisageable à Bruxelles dans les années à venir ? Quelles sont les principales barrières qui pourraient freiner cette évolution ?

J : À Bruxelles à l'heure actuelle, il y a environ 5% de colis qui sont livrés à vélo cargo notamment grâce à l'impulsion de l'activité de bpost qui remplace de plus en plus leurs camionnettes par des vélos. En termes de potentiel, on se situe à environ 25% du volume total qui pourrait être transporté à vélo. Je pense qu'avec le développement de bpost qui cherche de plus en plus à développer la cyclo-logistique, le nombre de colis transporter à vélo va augmenter de façon croissante.

La principale barrière qui pourrait freiner cette augmentation est que la prestation logistique est très peu valorisée et a souvent un certain coût, principalement dans l'e-commerce. bpost peut se permettre de modifier ses méthodes de livraison car c'est une très grosse entreprise qui livre quand même tous les jours dans toutes les rues de la capitale mais des plus petits prestataires auraient du mal à suivre le rythme financièrement. En général, les entreprises de livraison en camionnettes offrent des conditions de travail et des salaires moins avantageux à leurs coursiers que dans le milieu de la cyclo-logistique. Elles ont alors des charges moins élevées et peuvent se permettre d'offrir un prix plus bas aux clients.

L : La solution envisagée dans le cadre de mon mémoire :

- Amener les colis jusqu'à certains arrêts de tramway (possibilité de chargement et déchargement) en périphérie de Bruxelles.

- Mettre en place des tramways spécialement prévus pour transporter les colis (ils circuleraient entre les trams de passagers pendant les heures creuses)
- Les colis seraient triés dans des bacs en fonction de leur destination finale
- Le tramway s'arrête aux stations nécessaires dans la ville
- À chaque arrêt, un coursier en vélo cargo déchargerait les colis et les acheminerait jusqu'à leur destination finale (point relais, consigne automatique ou domicile)

Pensez-vous que cette solution serait envisageable à Bruxelles ? Si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ?

J : C'est une solution assez ambitieuse car elle nécessite la coordination de nombreuses parties prenantes : la société de transport, le prestataire logistique et le donneur d'ordre. Il y a aussi un enjeu de synchronicité. Il faut la présence d'un coursier qui attende l'arrivée du tramway et immobiliser une personne qui doit être là au bon moment au bon endroit est un enjeu assez complexe.

En revanche, ce projet répond très fort aux enjeux d'infrastructures et d'enjeu de rayon de couverture géographique. Les arrêts de tramway peuvent devenir des mini-hubs qui permettraient aux coursiers d'aller se recharger de colis sans devoir parcourir une grande distance et ainsi gagner du temps.

Cependant, il faut que d'un point de vue économique, toutes les parties prenantes s'y retrouvent.

L : Urbike serait-elle intéressée par une collaboration avec la STIB pour développer un projet de transport combiné entre tramways et vélos cargo pour la distribution de colis ? Quelles seraient les conditions et les défis de cette collaboration ?

J : Pourquoi pas. Chez Urbike, on a vraiment une envie d'innover constamment avec de nouveaux projets. Néanmoins, il faut toujours qu'on s'y retrouve financièrement, soit que la recherche et développement soit financé, soit qu'il y ait une opportunité business derrière le projet. On est une coopérative et notre objectif est d'avoir un gros impact sociétal mais on reste contraint par le système économique. Dans ce genre de projet, il faut commencer au plus simple possible pour voir ce qui fonctionne et ensuite le développer de plus en plus.

L : J'avais envisagé 3 scénarios possibles pour le transfert des colis du tramway au vélo cargo.

- 1) Un coursier attend l'arrivée du tramway à chaque arrêt
- 2) Les coursiers montent à bord du tramway au point de chargement initial et descendent au fur et à mesure
- 3) Les colis sont stockés dans des mini-hubs aux arrêts en attendant l'arrivée des coursiers

Quel scénario vous semble le plus pertinent et pourquoi ?

J : Le scénario qui me semble le plus réaliste est le dernier car il permet de limiter le nombre de ressources humaines nécessaires au chargement et déchargement des colis. Cela permet d'avoir seulement une personne dans le tram qui décharge les colis aux différents arrêts et cela permet au coursier d'arriver quand ça l'arrange dans sa tournée.

L : Y a-t-il d'autres aspects auxquels vous pensez et que je devrais considérer dans mon analyse ?

J : J'ai un risque et une opportunité à vous donner pour votre solution. En ce qui concerne le risque, est-ce que vous aviez déjà réfléchi à la gestion du retour des colis ? Cette gestion peut s'avérer complexe quand il y a beaucoup d'étapes dans la chaîne logistique. Pour l'opportunité, je pense que la « containerisation » des colis est une réelle opportunité dans le contexte actuel. L'idée est que les colis soient triés au préalable dans des containers en fonction de leur destination finale avant leur montée dans le tramway. Cela permettrait d'accélérer le processus de livraison et surtout de déchargement de colis à chaque arrêt.

**UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN**  
**Louvain School of Management**

Place des Doyens, 1 bte L2.01.01, 1348 Louvain-la-Neuve  
Boulevard Emile Devreux 6, 6000 Charleroi, Belgique  
Chaussée de Binche 151, 7000 Mons, Belgique

[www.uclouvain.be/lsm](http://www.uclouvain.be/lsm)