

L'identification de nouvelles sources de données pour l'analyse de la logistique urbaine

Rapport final

François Adoue

Sous la direction de Laetitia Dablanc

Rapport d'étude pour la Chaire Logistics City de l'Université Gustave Eiffel

Juin 2023

English Summary

The resources available to cities and the research community to measure and monitor logistics activity in urban areas appear insufficient to keep pace with the changes occurring in this sector. However, new sources of data are emerging as a result of technological and political innovations. It is these new sources of data that this study aims to explore through three case studies. The first case study focuses on Rotterdam and investigates the data collected via automated number plate reading (ANPR) cameras and the data shared by companies in the context of the current low emission zone and the upcoming zero emission zone. The ANPR cameras that monitor and measure traffic are potentially useful sources of data for measuring and analysing logistics activity in the city, provided that they can be easily augmented with other datasets and that the primary purpose of the cameras does not overly influence the logistics activity to be studied. In contrast to the annual surveys of the Dutch Statistical Office, where the response is mandatory for the randomly selected companies, the data sharing agreements of logistics operators may face problems of volume and representativeness of the voluntary companies, especially when the data are commercially sensitive.

The second case study focuses on data collected via the 10,000 AreDUM connected delivery areas in Barcelona. To use these locations, it is mandatory to register your parking via a smartphone app, text message or parking metre. The SPRO application allows nearly 100,000 professionals to park legally and free of charge for 30 minutes (or more, in certain specific cases). Information is collected on the location, time and duration of parking and the business sector of the professional, which can be enriched, thanks to the licence plates, with data on the vehicle (category, environmental label, etc.). Nearly 40,000 operations are recorded every day. However, the Barcelona de Serveis Municipals (B:SM), in charge of public parking in Barcelona, estimates that only 42% of the professionals who park in a DUM space issue a ticket through one of the three registration channels. The data collected through the SPRO application, although extremely accurate, therefore only reflects a part of Barcelona's logistics activity.

The final case study focuses on data collected in the Brussels region via the kilometre-based truck charge in force in Belgium since 2016. The kilometre charge is applicable to heavy goods vehicles and tractor-trailers of less than 3.5t and is applicable all over the entire Belgian territory. The definition of the distances travelled and therefore the prices to be paid is made possible by the installation of "On-Board Units" (OBUs). These OBUs must be permanently switched on by every lorry travelling on the national territory. They transmit, every 30 seconds, the spatial coordinates of the vehicle, its instantaneous speed and direction, in addition to information concerning the vehicle (category, Maximum Authorised Mass, country code, etc.). This data, collected by the OBU providers, is then transmitted to the regions. It is thus possible, on the basis of the data collected, to reconstruct very precisely the routes taken by all the HGVs travelling in Belgium. This data is frequently used by Brussels Mobility to support its decisions regarding urban freight. They are also frequently used by academics for research projects. This data may not be sold to third parties under any circumstances.

This work resulted in the design of an analysis grid to better grasp the diversity of socio-technical systems producing data relevant to urban logistics. It includes 15 indicators concerning: the logistics activity monitored, the geography of flows, the temporality of the data and the conditions of their use. For each criterion, the system is evaluated according to closed response modalities translated by a score varying from 0 to 4. This analytical grid can be used to facilitate comparisons between different data sets and thus guide the analysis of future case studies. We believe that it may also be relevant to use this analysis grid in the development phase of any socio-technical device producing urban logistics-related data.

Synthèse

Les moyens à disposition des villes comme de la communauté de chercheurs pour assurer la mesure et le suivi de l'activité logistique en zone urbaine apparaissent insuffisants pour accompagner les mutations en cours dans ce secteur. On assiste cependant à **l'émergence de nouvelles sources de données au gré des innovations technologiques** et/ou politiques. Ce sont ces nouvelles sources de données que le présent travail se propose d'explorer à travers **trois études de cas**. La première étude de cas porte sur **Rotterdam** et analyse les données récoltées via les caméras à lecture automatisée de plaques d'immatriculation (LAPI) et les données partagées par les entreprises dans le cadre de l'actuelle zone à faible émissions et de la future zone zéro émission. Les caméras LAPI assurant le contrôle et la mesure du trafic constituent des sources de données potentiellement utiles à la mesure et l'analyse de l'activité logistique en ville, à condition de pouvoir être facilement enrichies d'autres jeux de données et que l'objectif premier de la mise en place de ces caméras n'influence pas trop fortement l'activité logistique l'on souhaite étudier. A l'inverse des enquêtes annuelles du Bureau des Statistiques Néerlandais, dont la réponse est obligatoire pour les entreprises tirées au sort, les conventions de partage des données des opérateurs logistiques peuvent se heurter à des problèmes de volumes et de représentativité des entreprises volontaires, notamment lorsque les données sont sensibles sur le plan commercial.

La deuxième étude de cas porte sur les données récoltées via les 10 000 aires de livraisons connectées à **Barcelone** labellisées "AreaDUM". Pour utiliser ces emplacements, il est obligatoire d'enregistrer son stationnement au moyen d'une application pour smartphone, d'un sms ou d'un parcètre. L'application SPRO permet à près de 100 000 professionnels de stationner de manière légale et gratuite pendant 30 minutes (ou plus, dans certains cas spécifiques). Sont alors récoltées des informations sur la localisation, l'heure et la durée des stationnements et le secteur d'activité du professionnel, qui peuvent être enrichies, grâce aux plaques d'immatriculation de données sur le véhicule (catégorie, label environnemental, etc.). Ce sont ainsi près de 40 000 opérations qui sont recensées chaque jour. Néanmoins, les services de la Barcelona de Serveis Municipals (B:SM), en charge du stationnement public à Barcelone, estiment que seulement 42 % des professionnels concernés éditent un ticket au moyen d'un des trois canaux d'enregistrement lorsqu'ils stationnent sur un emplacement DUM. Les données collectées via l'application SPRO, bien qu'extrêmement précises, ne traduisent donc qu'une partie de l'activité logistique barcelonaise.

La dernière étude de cas porte sur les données récoltées dans la région de **Bruxelles** via le prélèvement kilométrique pour poids-lourds en vigueur en Belgique depuis 2016. Le péage est applicable aux poids-lourds et tracteurs de semi-remorques de moins de 3,5t circulant sur le territoire belge. La définition des distances parcourues et donc des prix à payer est permise par l'installation de boîtiers GPS appelés "On-Board Units" (OBU). Ces OBU doivent être allumés en permanence par tout camion circulant sur le territoire national. Ils transmettent, toutes les 30 secondes, les coordonnées spatiales du véhicule, sa vitesse instantanée et sa direction, en plus d'informations concernant le véhicule (catégorie, Masse Maximale Autorisés, code Pays, etc.). Ces données, récoltées par les fournisseurs d'OBU, sont ensuite transmises aux régions. Il est ainsi possible, à partir des données récoltées, de reconstruire de manière très précise les trajets empruntés par tous les poids-lourds circulant en Belgique. Ces données sont fréquemment mobilisées par Bruxelles Mobilité afin d'appuyer ses décisions en matière de politique de logistique urbaine. Elles sont par ailleurs fréquemment utilisées par le monde académique à l'occasion de projets de recherche. Ces données ne peuvent en aucun cas être vendues à des tiers.

Ce travail nous a conduits à construire une grille d'analyse afin de mieux appréhender la diversité des dispositifs socio-techniques produisant des données intéressant la logistique urbaine. Elle comprend 15 indicateurs qui concernent : l'activité logistique mesurée, la géographie des flux, la temporalité des données et les conditions de leur utilisation. Pour chaque critère, le dispositif est évalué selon des modalités de réponses fermées traduites par un score variant de 0 à 4. Ainsi, cette grille d'analyse peut être utilisée pour faciliter les comparaisons entre différents dispositifs et guider ainsi l'analyse de futures études de cas. Nous pensons qu'il peut également être pertinent de mobiliser cette grille d'analyse dès la phase d'élaboration des dispositifs socio-techniques produisant ces données.

Table des matières

English Summary.....	2
Synthèse.....	3
Introduction générale	6
Contexte de l'étude.....	6
État de l'art.....	7
Des contextes variés de production des données	7
Une forte hétérogénéité dans leur nature et leur qualité.....	8
Peu d'informations sur les contextes d'acquisition des données	8
Méthodologie.....	9
Partie 1 : études de cas	12
Rotterdam, Pays-Bas	12
Contexte du dispositif permettant la récolte des données	12
Description du terrain d'études.....	14
Caméras LAPI : caractéristiques des jeux de données, utilisation et partage.....	19
Données des entreprises : caractéristiques des jeux de données, utilisation et partage	26
Barcelone, Espagne	36
Contexte du dispositif permettant la récolte des données	36
Description du terrain d'études.....	37
Caractéristiques des jeux de données	41
Utilisation et partage de la donnée.....	48
Bruxelles, Belgique.....	57
Contexte du dispositif permettant la récolte des données	57
Caractéristiques des jeux de données	67
Utilisation et partage de la donnée.....	70
Conclusion de la partie 1	80
Rotterdam.....	80
Barcelone.....	81

Bruxelles	82
Partie 2 : évaluation des jeux de données.....	84
Constitution d'une grille d'analyse	84
Description de l'activité logistique	85
Géographie des flux.....	86
Temporalités des données.....	87
L'utilisation des données.....	87
Synthèse.....	88
Application aux cas d'études	90
Données ouvertes et données non ouvertes.....	90
Données partagées activement par les entreprises.....	91
Données partagées passivement par les entreprises.....	92
Conclusion de la partie 2	94
Conclusion générale	95
Bibliographie	97
Tables des illustrations.....	100
Table des figures.....	100
Table des tableaux	102
Annexes.....	104
Annexe 1 - Traduction sélective de la figure 39	104
Annexe 2 - Carte des routes à péage pour les poids-lourds en Flandres.....	105
Annexe 2 - Carte des routes à redevance pour les poids-lourds en Wallonie	106
Annexe 3 - Liste des catégories de véhicules dans et hors champ du prélèvement kilométrique.....	107

Introduction générale

Contexte de l'étude

Encore aujourd'hui, la connaissance statistique de la mobilité liée au transport de marchandises est insuffisante (Dablanc, 2022). Les moyens à disposition des villes comme de la communauté de chercheurs pour assurer la mesure et le suivi de l'activité logistique en zone urbaine apparaissent insuffisants à bien des égards : soit qu'il s'agisse d'indicateurs macroéconomiques ne disposant pas de la granularité suffisante pour "descendre" à l'échelle de la ville ; soit qu'il s'agisse d'indicateurs de comptage, spatialisés mais demeurant aveugles sur les contenus transportés et les lieux d'enlèvement/livraison ; soit, enfin, qu'il s'agisse d'enquête spécifiques, à l'image de l'enquête Marchandises en Ville (Toilier et al., 2018), permettant de résoudre en grande partie les problèmes évoqués, mais au prix d'une absence de continuité temporelle, en raison du coût important de ces enquêtes qui interdit de les rendre régulières.

Pourtant, des données existent et sont produites chaque jour par les collectivités ou par le secteur privé, sans être spécifiquement destinées à la mesure de l'activité logistique en ville. Elles font parfois l'objet d'exploitation à des fins de recherche sur la logistique urbaine. C'est par exemple le cas des données des caméras à lecture automatique de plaques d'immatriculation (LAPI, ou *Automatic Number Plate Recognition* - ANPR en anglais) produites dans le cadre de dispositifs de contrôle de restriction de la circulation (Hadavi, et al., 2020) ou d'analyse du trafic et parfois accessible en open data¹², ou encore des données produites par les transporteurs, comme des données GPS (Hadavi, et al., 2019) ou des journaux de bord (de Bok et al., 2021), voire des approches mixant différentes sources de données, aux niveaux d'agrégation différents (Ma et al., 2012; de Bok et al., 2021; de Bok et al., 2022).

L'enjeu, en particulier pour des exercices de modélisation, est de disposer de données désagrégées, pour gagner en précision, qui soient en même temps représentatives du secteur étudié. Il s'agit, idéalement, d'obtenir des jeux de données couvrant une large proportion du territoire d'étude ainsi qu'une large proportion des acteurs concernés et permettant, de manière représentative :

- d'estimer les volumes totaux de déplacements ;

1 Un jeu de données - particulièrement complets et détaillés - collectées en avril 2016 à Leeds peut être téléchargé librement via le lien suivant : <https://data.world/datagov-uk/f90db76e-e72f-4ab6-9927-765101b7d997>

2 Les données issues des caméras de contrôle du trafic des Pays-Bas sont disponibles, à un niveau plus agrégé, en open data via le lien suivant : <https://opendata.ndw.nu/>

- d'identifier les types de véhicules et de marchandises ;
- de reconstituer les matrices origine-destination et les itinéraires suivis
- de suivre dans le temps l'évolution de ces indicateurs.

Pour approcher ce niveau de précision, la mobilisation de nouvelles sources de données peut s'avérer utile, à condition notamment de bien définir en amont les besoins des collectivités et des chercheurs, et d'anticiper les questions de respect de la vie privée et des droits relatifs aux données, des modèles commerciaux et des méthodes de gestion et d'analyse des données (Illemann et. al, 2020).

État de l'art

Des contextes variés de production des données

Qui s'intéresse à ces nouvelles sources de données remarque bien vite qu'elles ne sont pas toujours produites dans le but de produire des analyses de mobilité. Au contraire, une partie d'entre elles est produite dans le but d'accompagner la mise en œuvre - et bien souvent le contrôle - d'une politique de régulation de la mobilité en général ou du fret en particulier. Il s'agit alors d'un des "avantages indirects" à la mise en place d'un dispositif de contrôle, tel que le péage kilométrique à destination des poids-lourds en Belgique (Finance et al., 2019). Le lien peut parfois être encore plus indirect, comme lorsque sont utilisées les données de satellites sur la luminosité nocturne pour servir de *proxy* à l'activité de fret (Lopez-Ruiz et al., 2019). Il peut également s'agir de données produites par des entreprises concernant leurs propres opérations logistiques qu'elles vont alors mettre à disposition de chercheurs dans le cadre de partenariats visant le plus souvent l'optimisation des procès (Ko et al., 2020 ; Cao et al., 2020 ; Oliveira et al., 2020). Ces données partagées par les entreprises peuvent tout autant être des données de suivi des véhicules (*tracking data*), que des données sur les expéditions (*shipping data*) (Thorbjørn et. al, 2020). Notons que les données de tracking peuvent être la propriété des fournisseurs de dispositifs embarqués et partagées (ou vendues) par ces derniers. Ballarano et al. (2022) rappellent que les dispositifs embarqués sont très souvent installés de série dans les camions de plus de 3,5t, ou, sinon, peuvent être installés en échange de réductions sur les polices d'assurances.

Notons également que, pour ce qui est des données originellement produites à fins statistiques, les avancées technologiques ont pu permettre de nouvelles approches en passant du "statique" des points de comptage au "mobile" des dispositifs embarqués. Les FCD (pour *Floating-Car data*) permettent ainsi, grâce à des échantillons de camions, de recueillir les coordonnées successives des véhicules, et donc de recréer les itinéraires suivis en vue d'alimenter des modèles de transports de fret (Croce et al., 2020). Ces données peuvent cependant être tout autant produites par le secteur privé, et donc à fins commerciales

(Ballarano et al., 2022), que par le secteur public à fins de régulation (Eluru et al., 2018 ; Pinjari et al., 2014). Les avancées technologiques ont également permis de faciliter la passation d'enquête officielles, tels que l'enquête annuelle Transport Routier de Marchandises ou ses équivalents européens : le fastidieux remplissage de questionnaires peut être substitué par une lecture automatisée des journaux de bords des véhicules (de Bok et al., 2021).

Une forte hétérogénéité dans leur nature et leur qualité

Ces nouvelles sources de données peuvent ainsi relever de contextes de production très différents, ces derniers influençant fortement la qualité et la représentativité des données (CEREMA, 2022), si bien qu'une réflexion sur les conditions de valorisation de ces données par la collectivité - quelles données pour quels problèmes - est bien souvent nécessaires (Illemaan et al., 2020). Par exemple, pour ce qui est des FCD, certains échantillons sont "quasi-exhaustifs" et par conséquent hautement représentatifs (Finance et al., 2019) quand d'autres représentent des proportions moindres de la population d'études qu'il convient alors d'estimer à partir d'autres sources de données (Eluru et al., 2018 ; Croce et al., 2020). Certains processus de collecte peuvent conduire à d'importants biais, notamment lorsque la donnée est produite par une action de l'utilisateur, telle qu'un *check-in* pour signaler l'utilisation d'une aire de livraison (Mrazović, 2018).

Certains échantillons sont même trop faibles (de l'ordre de quelques camions) pour prétendre à une quelconque représentativité de la population d'étude et sont mobilisés à d'autres fins, telles que l'identification des déterminants des comportements des conducteurs au moyen d'études longitudinales (Oliveira et al., 2020).

Les nouvelles sources de données diffèrent grandement dans leur nature, et ce même lorsqu'elles sont issues de dispositifs similaires. La richesse des FCD varie selon la qualité des dispositifs embarqués (notamment au sujet de la précision du GPS, ou de la fréquence des relevés de positions) et du contexte dans lequel ils sont utilisés. Ainsi, les données des *On-Board Units* (OBU) servant au péage kilométrique en Belgique contiennent d'importantes informations sur le véhicules (pays d'immatriculation, normes euro, masse maximale autorisée) (Finance et al., 2019, Hadavi et al., 2019; Brusselaers et al. 2023), que ne contiennent pas d'autres FCD qui se limitent alors aux seules informations permettant la reconstruction des itinéraires (coordonnées, horodatage, et éventuellement direction et vitesse instantanée) (Pinjari et al., 2014 ; Croce et al., 2020 ; Ballarano et al., 2022).

Peu d'informations sur les contextes d'acquisition des données

Dans l'ensemble, les données mobilisées par les chercheurs dans leurs travaux font l'objet d'une description détaillée (taille des échantillons et discussion sur leur représentativité,

période de récolte, détail des variables et discussion sur leurs limites). Cependant, il arrive que la source des données, c'est-à-dire l'entreprise ou organisme propriétaire des données ayant vendu ou gratuitement partagé ces données, ne soit pas clairement identifiable. Au contraire, certains auteurs nomment explicitement le producteur de données et présentent des éléments concernant le contexte de production des données (Mrazović, 2018 ; Ballarano et al., 2020, Finance et al., 2019).

D'autres vont jusqu'à détailler les modalités de partage des données : Ko et al., 2020 expliquent que les données recensant les expéditions des entreprises ont été transférées par courrier sur des disques durs protégés ou via un serveur protégé, dans le cadre d'un projet supporté par les autorités locales. La garantie de confidentialité et de sécurité des données s'impose comme un impératif à leur partage. Des mesures similaires ont été prises par Pinjari et al., (2014) aux pour acquérir les traces GPS de camions d'entreprises états-uniennes collectées par l'Institut de recherche américain sur le transport (ATRI). Ils précisent également les conditions d'utilisations des données qui ont été définies par un accord de confidentialité (interdiction de diffuser les données, obligation de former des agrégats statistiques, etc.). Lopez-Ruiz et al. (2019) précise quant à eux que les données satellitaires utilisées pour leur étude sont sous licence *open data*.

De tels niveaux de détails concernant les conditions de production, d'acquisition, d'utilisation et de conservation des données apparaissent pour le moins non systématiques, pour ne pas dire rares, dans les publications scientifiques mobilisant de nouvelles sources de données sur la logistique. Ces éléments apportent pourtant d'importants éclairages aux lecteurs dans leur appréhension des résultats, que ce soit du point de vue de leur qualité, des contraintes encadrant leur utilisation, ou encore des possibilités de réutilisation dans des travaux ultérieurs.

Méthodologie

Le présent travail a été mené à partir de trois études de cas permettant *in fine* l'établissement d'une grille d'analyse des nouvelles sources de données de la logistique urbaine.

Ces études de cas sont centrées sur trois métropoles européennes qui ont été sélectionnées pour un dispositif particulier :

- Rotterdam (Pays-Bas), pour ses caméras à lecture automatique de plaque d'immatriculation (LAPI) contrôlant la zone à faibles émissions pour les poids-lourds (ZFE-f) ;
- Barcelone (Espagne), pour ses aires de livraison connectées (Area DUM) et l'application pour smartphone associée (SPRO) ;
- Bruxelles (Belgique), pour son usage des données GPS des dispositifs embarqués (On-Board Units - OBU) rendus obligatoires pour les poids-lourds dans le cadre du péage kilométrique qui existe en Belgique depuis 2016.

Ces études de cas ont été menées à partir d'une analyse documentaire, d'une revue de la littérature scientifique et d'interviews d'acteurs locaux (institutionnels ou académiques). Les interviews ont conduit – en particulier dans le cas de Rotterdam – à l'identification de jeux de données supplémentaires qui ont pu être intégrés à l'étude.

Le tableau ci-après résume les principales sources d'information et interviews réalisés pour mener cette étude.

Tableau 1 - Sources mobilisées pour l'étude

	Rotterdam	Barcelone	Bruxelles
Littérature scientifique	de Bok et al., 2021 de Bok et al., 2022 Mohammed et al., 2022	Kolbay, et al., 2018 Mrazović, P., 2018.	Hadavi et al., 2019 Hadavi et al., 2020 Brussels et al., 2023
Littérature grise	City of Rotterdam, State of ZECL, (2022). City of Rotterdam, Roadmap ZECL, (2019). City of Rotterdam. Covenant ZECL (2020). Sjouke T., van Dijk K., (2022) Engage, commit & share. Stakeholder engagement & data collection for ZECL in Rotterdam. Streng J., Sjouke T., (2021), Zooming in on Urban Freight - Monitoring the introduction of a ZECL zone, Annual POLIS conference, 2021	B:SM (2015) AreaDUM : BARCELONA'S NEW URBAN FREIGHT DISTRIBUTION (UFD) SMART SYSTEM Barcelona Regional & Ajuntament de Barcelona, (2022). Estratègia municipal de la distribució urbana de mercaderies. Slastanova, I. (2022) Diagnostic aires de livraisons. Paris et Barcelone. Support de présentation du GART, 22 novembre.	Viapass, Rapports annuels 2014-2015 à 2021
Interviews	Tim Sjouke, Ville de Rotterdam (entretien par visioconférence, et échanges de courriels) Berko Verhoek, Ville de Rotterdam (échanges de courriels) Bram Kin, TNO.	Clément Duval, Département Etudes et Stratégies B:SM/SA Patrice Maurin, EU Project Manager, Parkunload	Nicolas BRUSSELAERS, PhD researcher in Construction Logistics, VUB Vrije Universiteit Brussel Huu NGUYEN, Data Scientist, Bruxelles Chuong NGUYEN, Data Scientist, Bruxelles

	Michiel de Bok, TU Delft		
Principaux sites web	https://logistiek010.nl/ https://opendata.rdw.nl/ https://www.ndw.nu/ https://www.cbs.nl/	https://www.areaverda.cat/en/dum https://bsmsa.cat/en https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/data/es/dataset/estacionaments-dum https://dum.bcnregional.com/dumapp/	https://www.viapass.be/fr/ https://www.satelllic.be

L'objectif de ce travail était, par un exercice comparatif, d'améliorer la compréhension du contexte de production et de circulation de la donnée, tout autant que de recueillir les caractéristiques de ces jeux de données et d'en analyser la pertinence. Ces analyses sont présentées dans la première partie du présent rapport. Elles nous ont permis de produire une grille d'évaluation de la qualité des jeux de données (seconde partie).

Partie 1 : études de cas

Cette première partie s'articule naturellement autour des trois cas étudiés : Rotterdam, Barcelone et Bruxelles. Chaque cas étudié comporte une présentation du contexte du dispositif permettant la récolte des données, une description du terrain d'études, ainsi que la caractérisation des jeux de données étudiées, de leur diffusion et de leur utilisation.

Rotterdam, Pays-Bas

Contexte du dispositif permettant la récolte des données

Une tendance à la restriction de la circulation des véhicules polluants

Les zones à faible émission se sont imposées, au cours des dernières années, comme un outil efficace de lutte contre la pollution locale en zone urbaine. En interdisant l'accès aux zones centrales et densément peuplées des villes aux véhicules les plus polluants, cet outil peut permettre – en fonction du contexte local, des niveaux de contrainte adoptés voire du type de polluants considéré – une amélioration relativement rapide de la qualité de l'air et une baisse de la population exposée à la pollution (ADEME *et al.*, 2020).

En Europe, c'est le plus souvent les normes de motorisation Euro qui sont utilisées comme critères de définition. Les règles d'accès diffèrent grandement d'une ville à l'autre (sévérité de la contrainte, catégorie de véhicules concernés, période d'application, etc.). La spécificité de l'actuelle ZFE de Rotterdam réside certainement dans le fait qu'elle ne concerne aujourd'hui que les véhicules destinés au transport de marchandises (Catégories N).

Les zones à zéro émission semblent s'imposer comme l'évolution naturelle des ZFE. Elles peuvent en effet être décrites comme une version plus stricte des ZFE, en n'autorisant que les véhicules sans pollution à l'échappement.

Suivant la définition adoptée par l'ICCT (*The International Council on Clean Transportation*), une zone zéro émission (ZZE) est une zone où seuls les véhicules à zéro émission, les piétons et les cyclistes ont un accès illimité. Les autres véhicules sont soit interdits d'accès, soit autorisés à entrer moyennant paiement d'un droit. Les véhicules à zéro émission sont des véhicules qui ne produisent jamais d'émissions polluantes à l'échappement, c'est-à-dire des véhicules électriques à batterie et des véhicules électriques à pile à combustible. Certaines zones offrent un accès illimité aux véhicules électriques hybrides rechargeables, à condition qu'ils soient capables de ne produire aucune émission de gaz d'échappement lorsqu'ils

circulent dans ces zones. Ces zones sont appelées pseudo-zones à zéro émission³ (ICCT, 2021). La bonne connaissance des caractéristiques des véhicules circulant au sein de la zone est donc essentielle à la mise en œuvre et au respect de la mesure.

La ZFE de Rotterdam imposait initialement des restrictions sur les véhicules des particuliers comme des professionnels. Elle a ensuite évolué pour ne plus concerner que le transport de marchandises : la Ville de Rotterdam a en effet levé les contraintes pesant sur les véhicules des particuliers après avoir jugé suffisant le renouvellement du parc automobile circulant au sein de la zone.

Les ZZE peuvent être appelées, comme dans le Grand Londres, à compléter le dispositif ZFE en ciblant des rues ou des quartiers spécifiques. C'est également le cas aujourd'hui à Rotterdam, où une ZZE couvre une rue particulièrement exposée à la pollution et devenue interdite aux véhicules de fret les plus polluants, en complément de la ZFE. Cependant, à l'horizon 2025, l'actuelle ZFE sera remplacée par une ZZE, au périmètre plus large, mais ne concernant toujours que les véhicules de fret. Cela s'inscrit dans une démarche nationale visant à implanter des ZZE-f (Zone Zéro Émission-fret) dans les 30 à 40 plus grandes villes néerlandaises.

Contrôle, collaboration et production de données

Les villes mettant en place des ZZE adoptent des stratégies différentes vis-à-vis de la question du contrôle du respect des conditions de circulation (ICCT, 2021), celles-ci pouvant être influencées par le contexte réglementaire national. Ainsi, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Norvège ont adopté le contrôle par caméra LAPI pour l'ensemble de leur ZZE, quand ailleurs les contrôles s'effectuent (de manière beaucoup moins systématique) par les forces de l'ordre. En résultent d'importantes différences à la fois en termes d'efficacité des contrôles et de récolte de données permettant l'évaluation de l'efficacité de la mesure.

A ces différences en termes de stratégie de contrôle peuvent s'ajouter des différences en termes de mobilisation des acteurs locaux. A Rotterdam, la collaboration entre la ville et le secteur logistique pour la mise en œuvre d'une ZZE est ancienne, elle peut être datée à la signature d'une première charte en 2014 (*Green Deal 010 Zero Emission City Logistics*), à laquelle a succédé une nouvelle charte, signée en 2020, dessinant les principales orientations de la ZZE qui sera mise en place en 2025 (*Covenant ZECL - Zero Emission City Logistics*

³ Sont par ailleurs exclues du champ des ZZE d'un côté les zones autorisant l'accès à d'autres catégories de véhicules peu polluants tels que les véhicules hybrides non rechargeables ou GNV, à considérer comme des variantes plus strictes des ZFE et d'un autre côté les zones interdisant l'accès à tout type de véhicule motorisé, soit les zones piétonnes et cyclables.

Rotterdam). Il s'agira donc de près de 10 années de collaboration sur cette question, au cours desquelles aura notamment émergé la question du partage de données.

Le projet de ZZE à Rotterdam apparaît comme un cas pertinent pour investiguer les relations entre politiques de régulation de la logistique urbaine et mobilisation de nouvelles sources de données.

Description du terrain d'études

On dénombre aujourd'hui trois zones environnementales actives dans le Grand Rotterdam, dont deux d'entre elles ont pour vocation de laisser place à la future zone zéro émission.

Zone à Faibles Émissions (ZFE) dans la partie la plus récente du port de Rotterdam (Maasvlakte 2)

La ville de Rotterdam surveille et contrôle le respect des restrictions de circulation applicables à cette zone environnementale, sur mandat de l'Autorité du port de Rotterdam. La zone ne concerne que les camions de plus de 3,5t à moteur diesel. La norme minimale que doivent respecter les camions est le diesel Euro 6 et l'enregistrement auprès des autorités est obligatoire pour accéder à la zone, que ce soit avec un véhicule autorisé ou avec une dérogation pour véhicule non autorisé.

Figure 1 - Périmètre de la ZFE du port de Rotterdam (Maasvlakte 2)



Source: <https://urbanaccessregulations.eu>

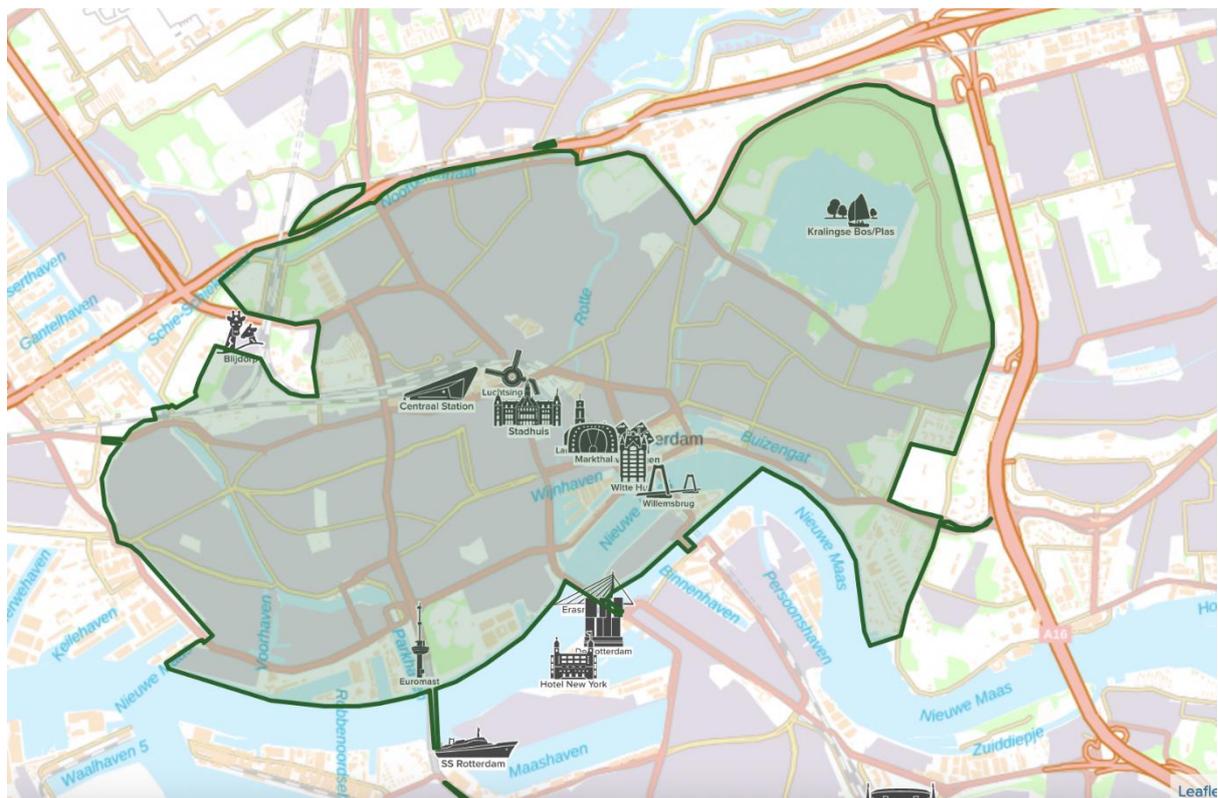
Comme le trafic engendré par le port est principalement national/international, il n'entre pas dans la ville de Rotterdam et n'est pas affecté par les zones environnementales du centre-

ville. Les caméras LAPI servent, d'après la municipalité, essentiellement pour le contrôle du respect de la zone, plutôt que pour la mesure et l'analyse du trafic. De nombreuses données sont produites, mais n'ont que peu ou pas d'utilité, car n'entre dans la zone que des camions >3,5t de norme Euro 6. Cependant, à l'avenir, l'augmentation attendue des poids-lourds électriques ou à hydrogène pourra être mesurée grâce à ce dispositif.

Zone à Faibles Émissions (ZFE) dans le centre-ville de Rotterdam (*Milieuzone*)

Depuis 2020, l'entrée dans la zone environnementale n'est plus interdite aux voitures des particuliers ni aux camionnettes de livraison les plus anciennes (voir section ci-dessus), mais uniquement aux camions (N2, N3) de normes Euro 5 et moins.

Figure 2 - Périmètre de la ZFE du centre-ville de Rotterdam (*Milieuzone*)



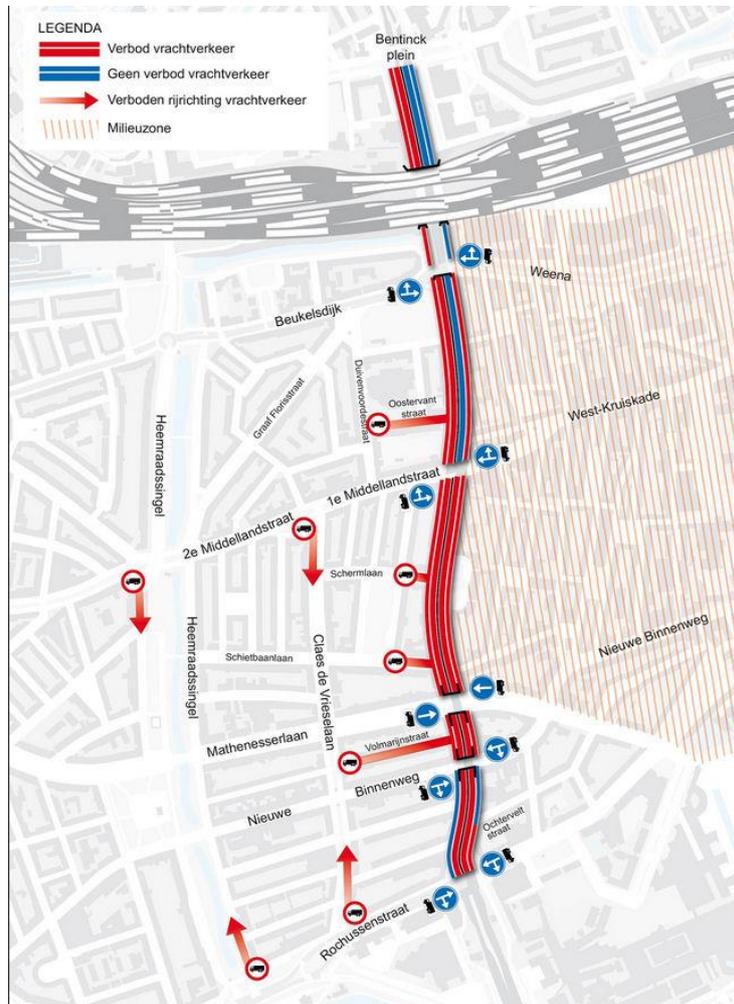
Source: <https://urbanaccessregulations.eu>

La zone environnementale couvrant une surface plus réduite que la future ZECL, elle disparaîtra tout simplement avec la mise en place de cette dernière. En 2017, 33 caméras LAPI permettaient de contrôler le respect de la mesure (Leonhart, 2017 – selon nos interlocuteurs, c'est toujours à peu près ce chiffre aujourd'hui) et d'extraire des données utiles à la compréhension de l'évolution de la flotte logistique circulant dans la zone.

Zone zéro émission ('s-Gravendijkwal)

Cette grande artère de l'Ouest de Rotterdam présentait, selon la municipalité, les pires indicateurs de qualité de l'air de la ville et probablement du pays. Cette rue est située dans le prolongement du *Maastunnel*, l'un des principaux axes reliant les rives gauche et droite de la ville. Les camionnettes et camions non électriques sont interdits et l'extension de l'interdiction à tous les camions (y compris les camions zéro émission) du tunnel est en discussion.

Figure 3 - Périmètre de l'actuelle ZZE du centre-ville de Rotterdam ('s-Gravendijkwal)



Source : <https://urbanaccessregulations.eu>

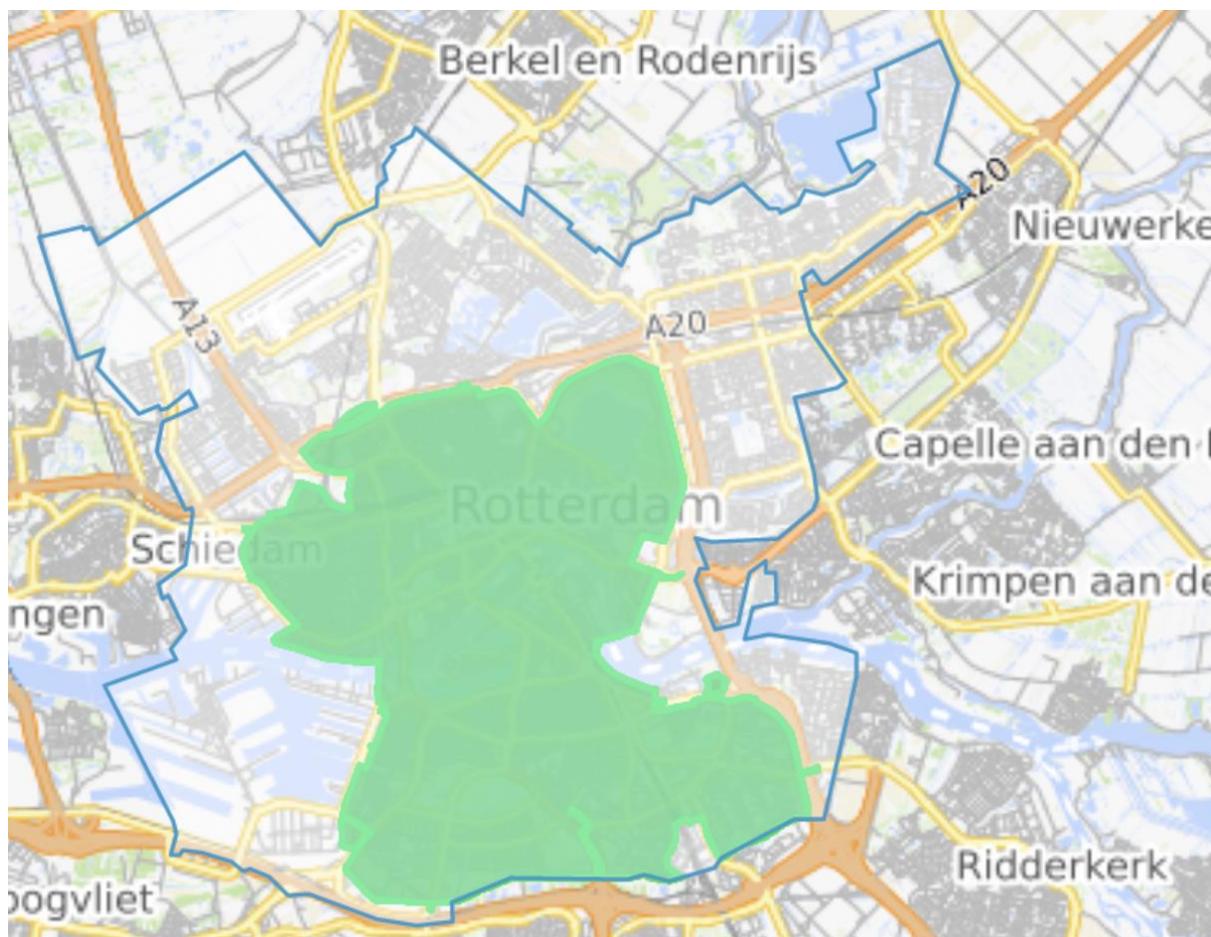
Comme la zone environnementale, cette zone zéro émission va disparaître avec la mise en place de la ZECL (sauf si elle devient une zone interdite aux poids-lourds).

ZECL : Zero Emission City Logistics zone

Le périmètre de la ZECL a été finalisé en collaboration avec les parties prenantes au cours de l'année 2021, son approbation officielle par décret municipale est attendue pour la fin de l'année 2023 ou le début de l'année 2024. Il couvre une large zone de la ville de Rotterdam

(cette option ambitieuse a reçu le soutien du conseil municipal, notamment du parti écologiste). Elle prévoit l'interdiction d'accès, à horizon 2025, à tous les véhicules de fret (camionnettes et camions) qui ne seraient pas des véhicules zéro émission. Des mesures transitoires pour certaines catégories de véhicules sont prévues, s'échelonnant jusqu'à 2030.

Figure 4 - Périmètre de la future ZZE du centre-ville de Rotterdam (ZECL, en vert)



Source: City of Rotterdam, State of ZECL (2022)

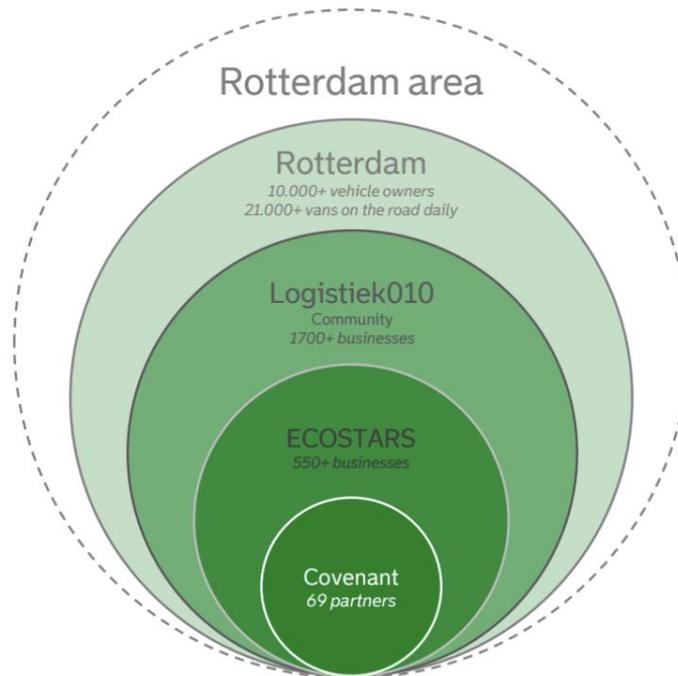
Concertation avec le secteur logistique

Différentes instances de concertation ont été mises en place pour informer sur la mise en œuvre de la ZECL, faciliter son appropriation par les professionnels, les accompagner dans leur transition voire leur permettre de participer à la définition des règles de mise en œuvre de la ZECL. Elles permettent aux entreprises de choisir leur degré d'implication dans le processus de concertation en adhérant à l'une ou l'autre :

- **Logistiek 010** : site web d'information et forum d'échange entre entreprises et collectivités. La communauté regrouperait plus de 1700 entreprises.
- **Eco Star** : Depuis 2013, les entreprises sont encouragées à partager des informations sur leur flotte avec la Ville de Rotterdam pour recevoir, d'une part, des conseils pour l'amélioration et obtenir, d'autre part, une évaluation (de 1 à 3 étoiles), et ainsi une forme de reconnaissance de leurs efforts en matière de logistique durable. La ville de Rotterdam a ainsi évalué plus de 550 entreprises du secteur logistique.

- **‘Covenant’** : Il s’agit de la forme de concertation la plus poussée, puisque cette convention engage les entreprises signataires (au nombre de 69) à mener un certain nombre d’actions en prévision de la mise en œuvre de la ZECL : partage de bonnes pratiques, renouvellement de flotte, actions conjointes entre signataires, études de faisabilité, etc. Cette instance regroupe les entreprises qui manifestent un fort intérêt à agir en tant que pionniers de la logistique urbaine durable et qui s’imposent alors comme des ambassadeurs de la ZECL.

Figure 5 - L’imbrication des différentes instances de concertation à Rotterdam



Source : Sjouke et van Dijk (2022)

L’adhésion anticipée aux futures règles de circulation de la ZECL est également encouragée par des avantages spécifiques en termes d’usage de la voirie publique. Par exemple, les voies réservées aux bus sont ouvertes aux véhicules zéro émission. Par ailleurs, des dérogations aux périodes de livraisons des aires piétonnes sont également attribuées aux entreprises utilisant des véhicules zéro émission. Celles-ci se voient ouvrir un créneau de livraison en soirée, en complément du créneau habituel du matin.

Caméras LAPI : caractéristiques des jeux de données, utilisation et partage

Caméras LAPI pour le contrôle de la ZFE

Collecte

Les caméras LAPI (ANPR en anglais) pour le contrôle de la zone environnementale flashent toutes les plaques des véhicules entrant dans la zone, 24h/24 et 7j/7. Elles ne flashent cependant pas les véhicules sortant de la zone, limitant ainsi les possibilités en termes de reconstitution des itinéraires.

Figure 6 - Localisation des caméras LAPI de contrôle de l'actuelle ZFE



Source : Sjouke et van Dijk (2022)

Enrichissement et traitement des données

Une fois la plaque lue, des informations de l'autorité néerlandaise des véhicules (RDW) sont ajoutées, telles que la catégorie du véhicule (M, N1, N2, N3, etc.), la date de la première

immatriculation, le type de moteur et les normes euro. Cet ensemble d'informations est disponible en ligne, bien sûr de façon anonymisée⁴.

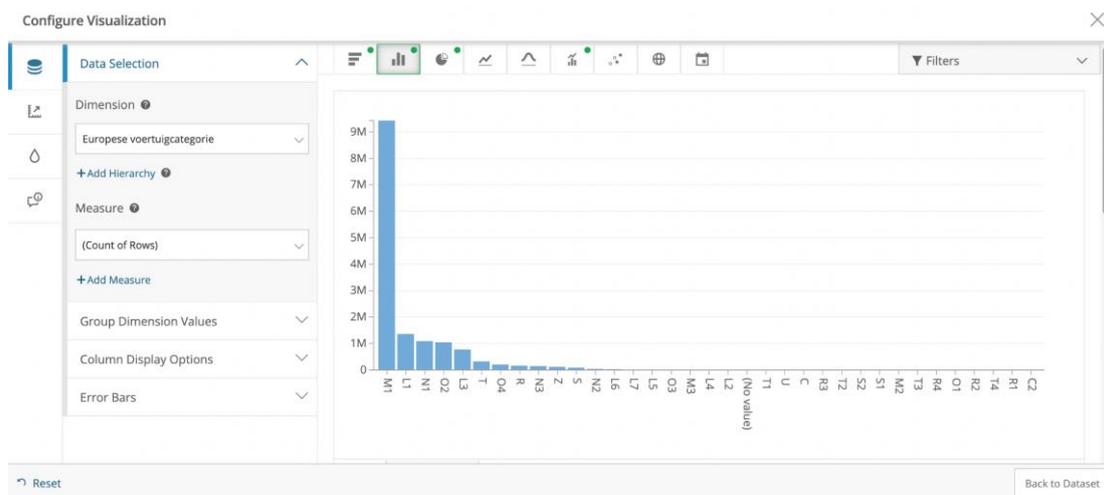
Les captures d'écran ci-après illustrent le format des bases de données ouvertes. Un grand nombre de variables (91) sont ainsi disponibles pour chaque plaque d'immatriculation néerlandaise. Un outil de visualisation de données en ligne permet d'obtenir facilement des analyses de base, telles que la répartition du parc de véhicules par type de véhicules.

Figure 7 - Données ouvertes sur le parc de véhicules néerlandais : tableau de données détaillé

Kent...	Voer...	Merk	Hand...	Verv...	Datu...	Brut...	Inric...	Aant...	Eerst...	Twee...	Aant...	Cilir
TPV73J	Land-of ...	GEHL	AL440		20211103		Niet gere...		N.v.t.	N.v.t.		
TNR60S	Land-of ...	DEUTZ	F1L514		20211020		Niet gere...		N.v.t.	N.v.t.		
TPP77L	Land-of ...	COUNTY	1004		20211101		Niet gere...		N.v.t.	N.v.t.		
F315PT	Bromfiets	FOSTI	FT50QT-E...		20130705		N.v.t.	2	N.v.t.	N.v.t.	1	
44RTGT	Personen...	OPEL	ASTRA ST...	20230204	20220207	5,253	stationwa...	5	ROOD	Niet gere...		4
TJ241N	Personen...	SUZUKI	SX4	20221113	20201117	2,861	hatchback	5	GRJJS	Niet gere...		3
63TPXJ	Personen...	CADILLAC	CADILLAC...	20221015	20210426	2,874	lijkwagen	3	GRJJS	Niet gere...		8
V700RN	Bedrijfsa...	MERCEDE...	SPRINTER	20221101	20181101	17,487	gesloten ...	2	N.v.t.	N.v.t.		4
DRK65L	Bromfiets	PIAGGIO	ZIP		20190913		N.v.t.	2	N.v.t.	N.v.t.		1
HX415K	Personen...	FIAT	PANDA	20231230	20211103	2,599	MPV	4	ZWART	Niet gere...		4
5VFX13	Bedrijfsa...	VOLKSWA...	CADDY 5...	20221120	20141121	5,763	gesloten ...	2	N.v.t.	N.v.t.		4
28DSH6	Bromfiets	PEUGEOT	VIVACITY		20190725		N.v.t.		N.v.t.	N.v.t.		
PT769F	Personen...	FORD	FOCUS	20230915	20191011	3,381	stationwa...	5	GRJJS	Niet gere...		3

Source : Capture d'écran du site d'open data RDW (11 juin 2022)

Figure 8 - Données ouvertes sur le parc de véhicules néerlandais : répartition par catégorie de véhicule



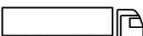
Source : Capture d'écran du site d'open data RDW (11 juin 2022)

⁴ https://opendata.rdw.nl/Voertuigen/Open-Data-RDW-Gekentekende_voertuigen/m9d7-ebf2/data

Notons au passage que ces données d'immatriculation permettent à la ville de Rotterdam d'estimer, en dynamique, le volume de la flotte zéro émission établie sur son territoire.

Figure 9 - Exemple d'utilisation des données ouvertes du RDW : répartition de la flotte de transport de marchandises enregistrée à Rotterdam par catégorie de véhicules et de propriétaires et proportion de véhicules zéro émission

Table 3.
Number of vehicles registered by RDW in Rotterdam and the share of emission-free vehicles.

		Total number of vehicles	Number of emission-free vehicles	Percentage of emission-free vehicles
Delivery vans 	Business registration	12,260	173	1.41%
	Self-employed and private individuals	10,932	11	0.10%
	Total	23,192	184	0.79%
Lorries  	Business registration	3590	7	0.19%
	Self-employed and private individuals	373	0	0.00%
	Total	3863	7	0.18%

Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)

L'enrichissement des données des caméras LAPI par les données d'immatriculation des véhicules permet le contrôle du respect de la ZFE, en déterminant si le véhicule est autorisé ou non à entrer dans la zone⁵.

Si la municipalité détecte qu'une plaque correspond à un véhicule qui n'est pas autorisé dans la zone (actuellement, les camions Euro 5 ou moins), le numéro de plaque est transféré, avec les informations caractérisant l'infraction (date, lieu) ainsi que la photographie prise, à l'Agence Centrale de Recouvrement Judiciaire (CJIB). Cette agence adressera une amende au propriétaire du véhicule et procédera à son recouvrement. Ainsi, la municipalité de Rotterdam elle-même n'a jamais accès aux informations permettant d'identifier le propriétaire du véhicule.

Ce système rencontre cependant des difficultés pour le contrôle des véhicules étrangers, ces derniers n'étant pas enregistrés dans la base de données néerlandaise. Les Pays-Bas travaillent actuellement sur des accords d'échange d'informations avec d'autres pays pour résoudre ce problème. Des données ouvertes sur les plaques d'immatriculation pourraient

⁵ Notons que la ville utilise désormais les données ouvertes du RDW afin de proposer un outil en ligne permettant à tout un chacun de vérifier rapidement et simplement à partir de sa plaque d'immatriculation si son véhicule sera autorisé à circuler dans la future zone zéro émission. Voir : <https://logistiek010.nl/kenteken-checker/>

faciliter le contrôle des véhicules dans toutes les villes européennes avec des zones à émissions nulles/faibles ou des péages urbains. Par exemple, le projet de péage urbain bruxellois (à l'endroit des automobilistes) pourrait, s'il est finalement adopté, utiliser les données ouvertes néerlandaises sur les plaques d'immatriculation pour calculer la redevance due.

Si la plaque fait référence à un véhicule autorisé, le numéro de plaque est crypté à la fin de la journée et seules les informations concernant le véhicule sont conservées par le système. Par conséquent, l'identification d'entrées multiples dans la zone ne peut s'effectuer qu'à l'échelle de la journée. Les données produites permettent alors de recenser le nombre de véhicules uniques entrant dans la zone chaque jour.

Le futur système de caméras ANPR pour faire respecter la ZECL sera similaire à l'actuel. Des discussions sont en cours sur la nécessité de mettre en place des caméras à l'intérieur de la zone, dans des zones stratégiques (comme l'entrée du tunnel au-dessus de la nouvelle Meuse). En effet, le système actuel ne peut surveiller que les entrées dans la zone, mais pas les mouvements à l'intérieur de la zone, ni les sorties. De cette façon, une fois qu'un véhicule non autorisé se voit infliger une amende pour être entré dans la zone, il peut continuer à circuler à l'intérieur pendant des jours sans encourir le risque d'une autre amende (jusqu'à ce qu'il quitte la zone).

Partage et utilisation des données

Depuis l'adoption du RGPD européen, l'utilisation des données collectées lors de ce processus est, d'après les responsables de la Ville de Rotterdam que nous avons interrogés, plus difficile. Ce n'est pas strictement interdit, mais cela nécessite des autorisations spécifiques et quelques négociations avec les autorités en charge du contrôle de la conformité au RGPD. A notre connaissance, aucune utilisation des données désagrégées produites par les caméras n'a pu être entreprise à des fins de recherche ou d'analyse depuis lors. Les services de la Ville soulignent que c'est un enrichissement paradoxalement réalisé à partir de données ouvertes qui peut poser des problèmes en termes de risques d'atteinte à la vie privée. En effet, les données ouvertes concernant les véhicules sont très détaillées (modèle et couleur de véhicule notamment). En croisant la localisation (position dans l'espace et dans le temps) et la description détaillée des véhicules on risque de permettre l'identification d'individus.

L'enrichissement des données des caméras LAPI par les données ouvertes des fichiers d'immatriculation permet cependant à la ville d'estimer – de manière agrégée - la part de véhicules zéro émission parmi les véhicules autorisés à entrer dans la ZFE actuelle.

Figure 10 - Exemple d'utilisation des données des caméras LAPI contrôlant l'actuelle ZFE : répartition du trafic entrant dans l'actuelle ZFE selon la catégorie de véhicules et la proportion de véhicules zéro émission

Table 2.

Number of unique zero-emission vehicles and their share of the total logistics traffic in the current low emission zone.

		2017	2018	2019	2020*	2021**	Proportion of emission-free vehicles in the Netherlands
Delivery vans 	Number of unique ZE vehicles	170	243	369		735	0.76%
	Proportion of ZE vehicles in the total traffic	0.18%	0.33%	0.56%		1.20%	
Lorries  	Number of unique ZE vehicles	12	15	15		37	0.14%
	Proportion of ZE vehicles in the total traffic	0.46%	0.53%	0.62%		0.73%	

* data from 2020 is insufficient to make an analysis.

** data from 2021 runs until 1 November 2021.

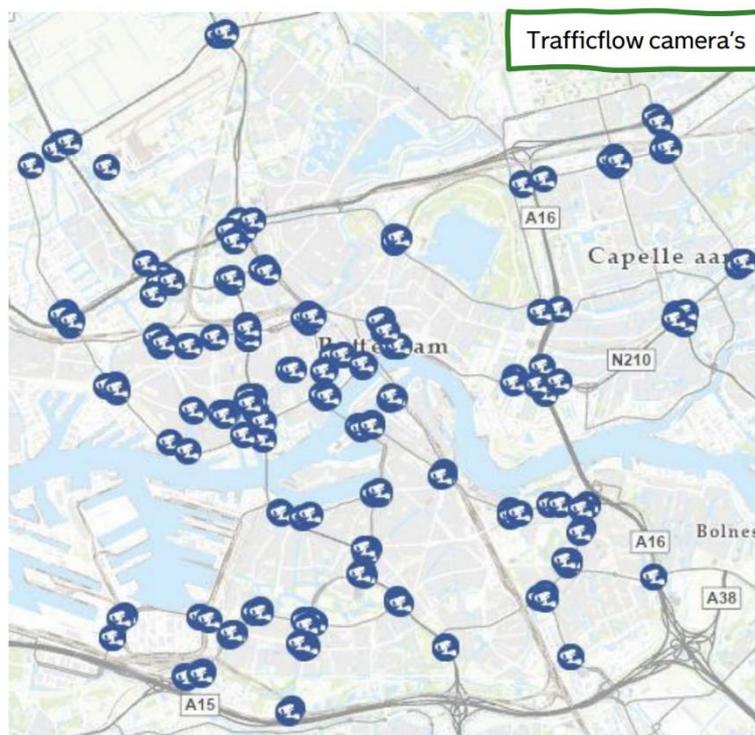
Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)

Caméras LAPI pour la mesure de l'état du trafic

Collecte des données

D'autres caméras LAPI sont utilisées pour estimer l'état du trafic (temps de trajet) sur les principales voies de la ville.

Figure 11 - Localisation des caméras de mesure de l'état du trafic



Source : Sjouke et van Dijk (2022)

Traitement des données

Pour éviter d'éventuels problèmes liés à la protection de la vie privée et la confidentialité des données, ces dernières sont anonymisées et agrégées par un tiers avant d'être diffusées sur une plateforme de données ouvertes : le *National Data Warehouse*. L'estimation de la catégorie de véhicule ne repose cependant pas sur la catégorie enregistrée dans le fichier des immatriculations (RDW), mais sur la longueur des véhicules estimée par les caméras.

Partage et utilisation des données

Le site d'open data NDW permet l'accès aux données ouvertes en temps réel comme aux données historiques. Pour ces dernières, le téléchargement est possible par paquet de 20 emplacements sur 366 jours, comme illustré par les captures d'écran suivantes.

Figure 12 - Données ouvertes des caméras LAPI de mesure du trafic : localisation des caméras à Rotterdam

Locatieselectie aanpassen

Tabel Klembord

Locaties in beeld (1432)

ID ↑	Naam	Aliassen	
<input type="checkbox"/>	GEO0B_R_RWSTI356574	A4 naar Rotterdam na afrit 16...	Geen waarde
<input type="checkbox"/>	GEO0B_R_RWSTI357017	A20 naar Gouda na afrit 7 ri a...	Geen waarde
<input type="checkbox"/>	GEO0B_R_RWSTI357030	A20 naar Hoek van Holland n...	Geen waarde
<input type="checkbox"/>	GEO0B_R_RWSTI357031	A20 naar Gouda na afrit 8 ri ...	Geen waarde
<input type="checkbox"/>	GEO0B_R_RWSTI357032	A20 naar Hoek van Holland n...	Geen waarde
<input type="checkbox"/>	GEO0B_R_RWSTI357053	A20 naar Gouda na afrit 9 ri ...	Geen waarde

Geselecteerde locaties (20)

ID ↑	Naam	Aliassen	
<input checked="" type="checkbox"/>	GRT02_MORO_1228_2	Weena na kr Hofplein ri kr He...	Geen waarde
<input checked="" type="checkbox"/>	GRT02_MORO_1234_2	Beukelsdijk	Geen waarde
<input checked="" type="checkbox"/>	GRT02_MORO_1241_2	's-Gravendijkwal na kr Rochu...	Geen waarde
<input checked="" type="checkbox"/>	GRT02_MORO_1246_2	Henegouwerlaan na kr Beuke...	Geen waarde
<input checked="" type="checkbox"/>	GRT02_MORO_1252_2	Rochussenstraat Oost	Geen waarde

Source : Capture d'écran du site d'open data NDW (11 juin 2022)

Les tableaux de données, disponibles sous format xls ou csv, présentent par exemple, pour chaque tranche horaire et pour une caméra donnée (identifiable et localisable), le volume quotidien moyen du trafic et sa répartition selon la taille du véhicule, pour une période de temps définie lors du téléchargement.

Figure 13 - Données ouvertes des caméras LAPI de mesure du trafic : répartition moyenne par tranche horaire et selon le gabarit sur la période du 3 au 10 juin

Gemiddelde voertuigverdeling per uur van 2022-06-03 00:00:00 tot 2022-06-10 23:59:59 voor Weena na kr Hofplein r i kr Henegouwerlaan (GRT02 MORO 1228 2) op werkdagen						
4	uur op de dag	Intensiteit	tussen 1,85 m en 2,40 m (%)	tussen 2,40 m en 5,60 m (%)	tussen 5,60 m en 11,50 m (%)	tussen 11,50 m en 12,20 m (%) groter dan 12,20 m (%) onbepaald (%)
6	00:00 - 00:59	175,2	2,3	88,9	3,4	0
7	01:00 - 01:59	137,7	2,4	93	1,5	0
8	02:00 - 02:59	77,2	1,9	93,3	3,2	0,2
9	03:00 - 03:59	89,3	1,9	93,8	2,6	0
10	04:00 - 04:59	75,8	1,6	86,8	2,4	0
11	05:00 - 05:59	97,5	1,4	80	5	0
12	06:00 - 06:59	152	1	69	9,9	0
13	07:00 - 07:59	245,4	1,2	68,1	9,6	0,2
14	08:00 - 08:59	346	0,8	69,5	10,9	0,2
15	09:00 - 09:59	295	0,8	70	10,7	0,3
16	10:00 - 10:59	343,2	1,2	76,8	10,4	0,2
17	11:00 - 11:59	436,5	1,4	79,3	9,9	0,1
18	12:00 - 12:59	511,3	1,3	79,9	9,2	0,2
19	13:00 - 13:59	571	0,8	81	9,4	0,2
20	14:00 - 14:59	640	1	79,5	8,7	0,2
21	15:00 - 15:59	727	0,9	80,3	8,7	0,1
22	16:00 - 16:59	805	1,2	81,3	6,6	0,1
23	17:00 - 17:59	855,8	1,2	80,3	6,8	0,2
24	18:00 - 18:59	677,8	0,9	83	6,5	0,1
25	19:00 - 19:59	535,2	1,3	82,7	5,8	0
26	20:00 - 20:59	452	1,2	87,4	4,9	0
27	21:00 - 21:59	425	1,1	89,4	3,9	0
28	22:00 - 22:59	424,8	0,8	91,6	3,1	0,1
29	23:00 - 23:59	338,4	1,7	90,5	3,1	0,1
30	Totaal	9434,1	1,2	81,5	7,1	0,1
31						

Source : Capture d'écran du site d'open data NDW (11 juin 2022)

Partage et utilisation des données

A partir de ces données, la ville de Rotterdam peut estimer le volume de trafic attendu dans la future ZECL, selon la catégorie de véhicule. En revanche, l'absence de données sur le type de motorisation ou de norme euro ne permet pas une estimation plus fine des véhicules qui seront concernés par la future ZECL.

Figure 14 - Exemple d'utilisation des données des caméras de mesure de l'état du trafic à Rotterdam : estimation des volumes par catégorie de véhicules

Table 1.
Volume of logistics traffic.

	2017	2018	2019	2020	2021*
Delivery vans 	9,386,000	9,636,000	9,728,000	10,190,000	11,305,000
Lorries  	831,000	856,000	854,000	843,000	898,000

Indication of the volume of logistics traffic in the envisaged ZECL zone, shown in the number of traffic movements into the ZECL zone over the period 2017-2021.
* The volume in 2021 is based on the first 11 months and projected to 12 months.

Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)

Données des entreprises : caractéristiques des jeux de données, utilisation et partage

Ecostars : partage de données sur la flotte contre certification

Collecte et partage des données

Aujourd'hui, plus de 550 entreprises ont été évaluées dans le cadre du programme de certification. Pour être certifiée, l'entreprise doit partager avec la ville de Rotterdam des données sur les caractéristiques de sa flotte. Cela conduit à la constitution d'une importante base de données de l'écosystème du fret urbain à Rotterdam. La classification, qui date originellement de 2013, prévoit aujourd'hui deux cas de figure (et deux systèmes de notation associés), selon que l'entreprise opère ou non dans l'enceinte de la ZECL (respectivement Ecostars City et Ecostars Road).

Figure 15 - Critères d'évaluation Ecostars

	Company intending to move towards smart and emission free logistics.
	Company applying at least one of the nine solutions to achieve efficient and emission-free city logistics.
	Company which is prepared for the ZECL zone.
	Company whose fleet consists for less than 75% of Euro VI vehicles.
	Company whose fleet consists for at least 75% of Euro VI vehicles.
	Company whose fleet consists of only Euro VI vehicles.
	A company applying at least one emission free vehicle receives a plug icon.

Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)

Utilisation des données

La ville de Rotterdam peut s'appuyer sur ces données pour évaluer le niveau de préparation des entreprises à l'entrée en vigueur de la ZECL. Aussi, d'après ces données, seules 4 entreprises apparaissent d'ores et déjà prêtes à opérer sous les futures conditions de circulation de la ZECL.

Figure 16 - Répartition des entreprises selon la classification Ecostars

Table 6.
Number of companies rated with one, two or three stars.

	City	Road
1 star	288	144
2 stars	35	61
3 stars	4	25

Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)

Cette évaluation fonctionne également comme une certification, car la ville de Rotterdam exige de plus en plus une évaluation Ecostars dans ses procédures de marchés publics.

Covenant: un partage d'expérience plus qu'un partage de données

Collecte et partage des données

La convention ('Covenant') signée entre la ville de Rotterdam et 69 entreprises encourage et encadre les échanges de données et les échanges de connaissances. L'enjeu est de faciliter les collaborations entre les entreprises comme entre les entreprises et la collectivité, tout en se prévenant de porter atteinte aux intérêts économiques d'une entreprise ou de conduire à la formation d'ententes illicites. La convention ne définit pas précisément la nature des données partageables, ni la manière avec laquelle elles pourraient être partagées.

Figure 17 - Article 4 de la convention Covenant ZECL Rotterdam portant sur le partage d'information et de données

Article 4: Data exchange

1. Each party respects the other party's request to keep data confidential or not, a party's invocation of a legal requirement to keep data confidential, and pays attention to the provisions of the laws and regulations concerning the protection of personal data and freedom of information.
2. The knowledge generated during development may be used by all parties, provided it does not harm the interests of any of the participants.
3. The knowledge generated during development will remain the property of the parties who created or contributed to it, without owing any compensation to or demanding any compensation from the other parties.
4. The parties will not discuss any subjects, make any arrangements or perform any actions that are in breach of competition law.

Source : City of Rotterdam, Covenant ZECL Rotterdam (2020)

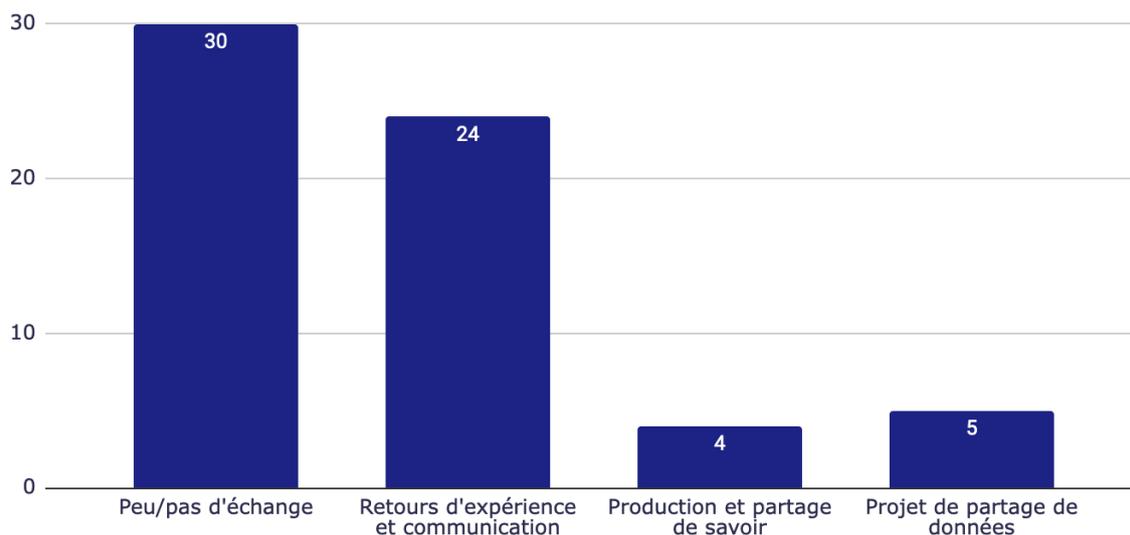
Par conséquent, les entreprises apparaissent, un an après la signature, plus enclines à partager leurs expériences en matière de renouvellement de flotte et d'optimisation des opérations, plutôt qu'à partager directement leurs données d'exploitation avec la municipalité et/ou d'autres entreprises. Le partage d'expérience a le plus souvent lieu lors d'événements annuels et de tables thématiques. Les entreprises partagent également avec la ville de Rotterdam des informations utiles pour assurer le suivi de la mise en œuvre de leur plan d'actions. Il s'agit de données plus qualitatives que quantitatives.

Utilisation des données

Quelques entreprises ont expérimenté le partage de leurs données. Le bilan qu'en tire la ville est que le nombre d'entreprises (ou leur part de marché) était trop faible pour être représentatif du secteur et le volume de données récoltés trop faible aussi pour constituer un véritable matériel de recherche (par exemple pour être utilisé comme entrée dans un modèle de trafic). De plus, il n'y a pas à ce jour de normalisation entre les entreprises concernant les informations partagées, ce qui rend impossible la compilation des données entre les entreprises.

Figure 18 - Répartition des organisations signataires de la convention selon le type de partage de connaissance et de données mentionnées dans le bilan d'activité dressé à 1 an

Partage d'information par les signataires (bilan à 1 an)



Source des données : City of Rotterdam, State of ZECL (2022) - Réalisation : F.Adoue

Enquête annuelle sur le transport de marchandises par le bureau de statistiques néerlandais (CBS)

Collecte et partage des données

Statistics Netherlands (CBS) collecte certaines informations sur l'activité de fret des entreprises et institutions néerlandaises détentrices de camions de plus de 3,5 tonnes. Cette base de données, mise à jour chaque année, a été créée par le CBS afin de se conformer à la réglementation de l'Union Européenne⁶. Par conséquent, les principaux résultats et indicateurs sont partagés avec Eurostat. Cette base de données est l'équivalent de l'enquête française sur l'utilisation des véhicules de transport routier de marchandises (TRM). Elle a donc pour vocation initiale l'analyse économique du secteur (suivi conjoncturel, comptabilité nationale, études sur les entreprises de transports). Les résultats servent également à évaluer les implications des flux de marchandises – par origine-destination - sur la politique des infrastructures, notamment les questions de circulation, sécurité, environnement et encombrement des axes majeurs de circulation. Ces données sont mobilisées en France pour des analyses à l'échelle nationale ou régionale. L'originalité du cas néerlandais tient au fait que ces données ont pu être appropriées par des chercheurs pour des analyses à l'échelle de la ville de Rotterdam (de Bok et al. 2021, 2022), avec qui nous avons pu échanger.

La participation à l'enquête est obligatoire pour les entreprises dont la flotte a été sélectionnée pour former l'échantillon. L'échantillon est formé de manière à être représentatif des propriétaires de poids-lourds (à partir de critères géographiques et économiques). Le processus de collecte des données est – comme en France – automatisé, ce qui réduit d'autant la charge administrative pour les transporteurs et permet d'améliorer les taux de réponse (de Bok et al., 2022). Ce processus est décrit par de Bok et al. (2021, 2022). Le CBS utilise une interface XML pour extraire automatiquement les données des systèmes de gestion des transports des entreprises de transport (ou TMS pour *transport managing systems*). Ils obtiennent ainsi les carnets de route des véhicules sur une semaine (5 jours) qui contiennent des informations précises sur le type de véhicule, le type de marchandise et les lieux de chargement et de déchargement. Cela permet également d'obtenir des données plus précises concernant l'emplacement des zones de chargement/déchargement. La précision des couples origine-destination varie cependant selon la qualité de la donnée produite et partagée par les entreprises : celles-ci peuvent transmettre l'adresse exacte, ou le code postal à 6 ou 4 chiffres

⁶ Règlement (UE) n°70/2012 du Parlement européen et du Conseil du 18 janvier 2012 : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:032:0001:0018:FR:PDF>

(moins précis), et parfois seulement le code pays en cas de destination internationale. Néanmoins, la précision est suffisamment élevée pour permettre un enrichissement de la base de données (par jointure spatiale).

Le CBS estime que l'échantillon représenterait 0,7 % du total des expéditions et a défini des coefficients de pondération (basés sur la structure de la flotte de camions) pour garantir la représentativité des analyses.

Ces données sont des données théoriques : en effet, sont récoltées des tournées et des expéditions planifiées. Les itinéraires empruntés sont modélisés sur la base de ces éléments et d'hypothèses qui ne prennent cependant pas en compte les conditions réelles de circulation et de livraison (congestion, retard, annulation, etc.).

Par ailleurs, les carnets de route ne comportent pas de données sur la localisation des expéditeurs et des destinataires finaux des marchandises (de Bok et al., 2021).

Les informations récoltées concernent l'ensemble des tournées et des expéditions réalisées par la flotte de véhicules de plus de 3,5 tonnes sélectionnée pour participer à l'enquête, qu'elles présentent des origines et destinations aux Pays-Bas ou à l'étranger. Elles ne concernent donc pas les véhicules étrangers circulant aux Pays-Bas. Cependant, ces véhicules réalisent le plus souvent des déplacements de transit par les Pays-Bas, ou de longues portées, et évitent ainsi les centres urbains. La part des camions étrangers dans la logistique urbaine doit être suffisamment faible pour être négligée.

L'ensemble de données auquel les équipes de recherche académique peuvent accéder ne comprend plus de noms d'entreprises ni de numéros de plaques d'immatriculation (ce qui était le cas dans le passé, avant le RGPD). Cependant, CBS utilise encore les numéros de plaques d'immatriculation pour enrichir les données avant de supprimer ces informations de la base de données.

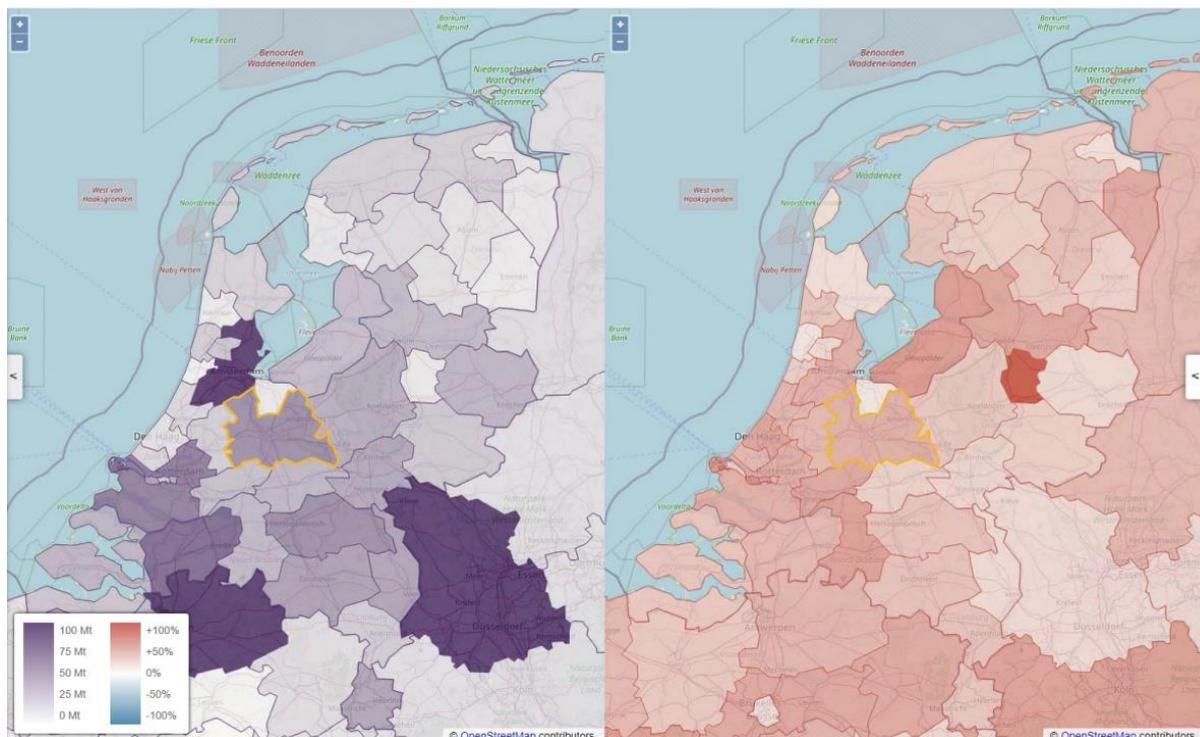
Les universités accèdent aux ensembles de données grâce à un contrat avec le CBS. Les membres de l'équipe de recherche intéressée sont alors reconnus comme des analystes agréés. Les données restent la propriété du CBS et toutes les opérations sur les données sont effectuées sur les serveurs du CBS. La plupart des logiciels statistiques utilisés pour les analyses sont déjà installés sur les serveurs du CBS. Si ce n'est pas le cas, l'équipe de recherche peut demander au CBS de les installer.

L'équipe de recherche ne peut exporter que des données agrégées, sous la supervision du CBS. Tout agrégat statistique doit comporter au moins dix points de données afin d'éviter la divulgation d'informations commercialement sensibles.

L'abonnement pour accéder au micro-dataset est de 500 euros auxquels s'ajoute une redevance mensuelle de 150 euros par utilisateur pour l'utilisation du VPN de la CBS. Chaque exportation coûte 200 euros ; ce prix est principalement justifié par le coût des vérifications et des approbations effectuées par les scientifiques du CBS.

Le CBS est partiellement privatisé, ce qui explique la monétisation de l'accès aux données. Il ne dépend pas à 100 % de fonds publics. Les données restent la propriété de CBS. Aussi, même le *Rijkswaterstaat* (agence gouvernementale en charge des infrastructures et de la gestion de l'eau) doit payer le CBS pour l'utilisation des données. Il utilise ces données pour mener des analyses guidant les politiques d'investissement et publie régulièrement des rapports sur l'activité de transport de marchandises (généralement à l'échelle nationale ou régionale). Il met également à disposition d'utilisateurs agréés un modèle de transport de marchandises nommé *Basgoed* simulant les évolutions de l'activité logistique aux horizons 2040 et 2050 et permettant la création de scénarios⁷. Les cartes ci-dessous, issues du guide d'utilisation du simulateur, décrivent le scénario de référence en termes de volume total des tonnes transportées par zone (carte de gauche) et présentent la différence relative en pourcentage du scénario de comparaison avec le scénario de référence par zone (carte de droite).

Figure 19 - Extrait du manuel d'utilisation du modèle *Basgoed*



⁷ Pour plus d'information : <https://www.basgoed.nl>

Source : https://www.basgoed.nl/assets/handleiding_webviewer_v2.0.pdf

Les autres pays de l'UE sont tenus de collecter et de partager des données similaires avec Eurostat. Toutefois, la qualité des enquêtes peut varier sensiblement d'un pays à l'autre en raison des différences en termes de méthodes de collecte. En outre, il n'existe aucune obligation d'accorder l'accès aux données désagrégées aux équipes de recherche basées dans un autre pays de l'UE (l'équipe de recherche néerlandaise a tenté d'accéder à l'ensemble des données de la Belgique sans succès, seuls des tableaux généraux ont été partagés).

Utilisation des données

Comme les données qu'ils téléchargent sont anonymisées et agrégées, les chercheurs peuvent les conserver aussi longtemps qu'ils le souhaitent. Et il est même contractuellement obligatoire pour les universitaires de rendre publics les résultats de leurs recherches menées grâce à cette base de données. La base de données brutes résultant de l'enquête annuelle du CBS contient des millions de trajets de camions. Après nettoyage (immatriculations obsolètes ou inexactes) et sélection des trajets liés à la zone d'étude (Rotterdam), de Bok et al. (2022) obtiennent une base de données de plus de 200 000 trajets de camions (de Bok et al., 2022).

L'équipe de recherche utilise des techniques de fusion de données pour enrichir les jeux de données. Ainsi, les journaux de bord des camions sont par exemple fusionnés avec le registre des entreprises, afin d'ajouter des informations sur les secteurs économiques des entreprises et leur position dans les chaînes logistiques ou encore avec la base de données sur les centres de distribution.

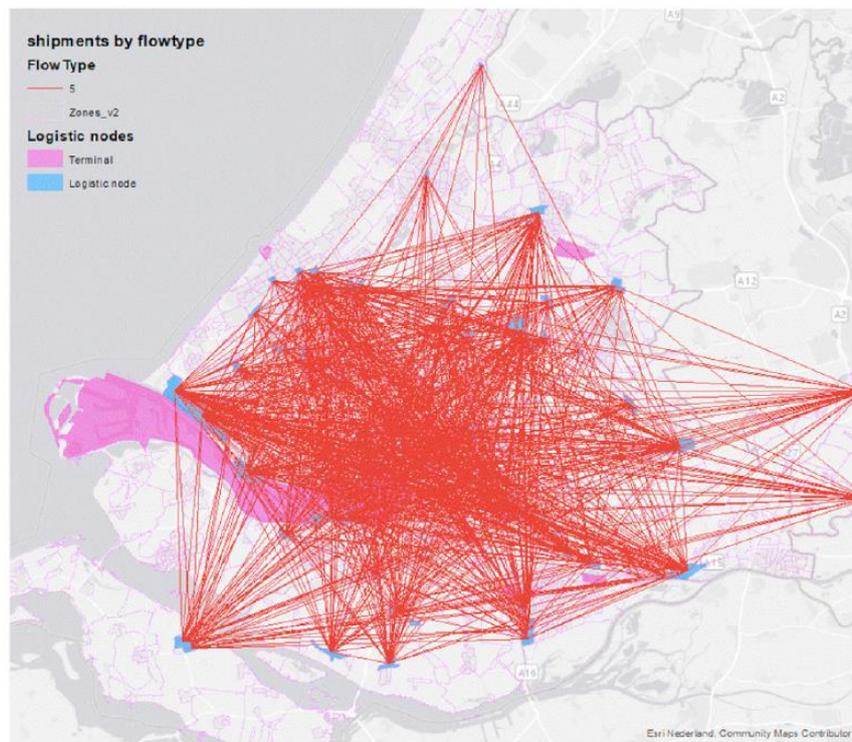
Le registre des entreprises est produit par CBS et est ensuite rendu accessible aux chercheurs agréés. Ces derniers ne peuvent travailler sur cette base de données qu'au sein des serveurs du CBS.

La base de données sur les centres de distribution, qui inclut leur localisation ainsi que leurs principales caractéristiques, a été constituée par l'équipe de recherche universitaire. Elle doit donc être téléchargée sur les serveurs du CBS afin d'être fusionnée avec les journaux de bord des camions.

Ces bases de données fusionnées permettent alors la modélisation fine des comportements du secteur de la logistique urbaine. Par exemple, elle permet de simuler les effets de l'entrée en vigueur de la future zone zéro émission de Rotterdam, prenant en compte les entrepôts existants (de Bok et al., 2022). Leurs résultats précisent l'impact de la ZZE sur les schémas de déplacement des marchandises : les émissions sont réduites au sein de la ZZE, mais les kilomètres parcourus par les véhicules à l'extérieur de la ZEZ augmentent. Dans le même

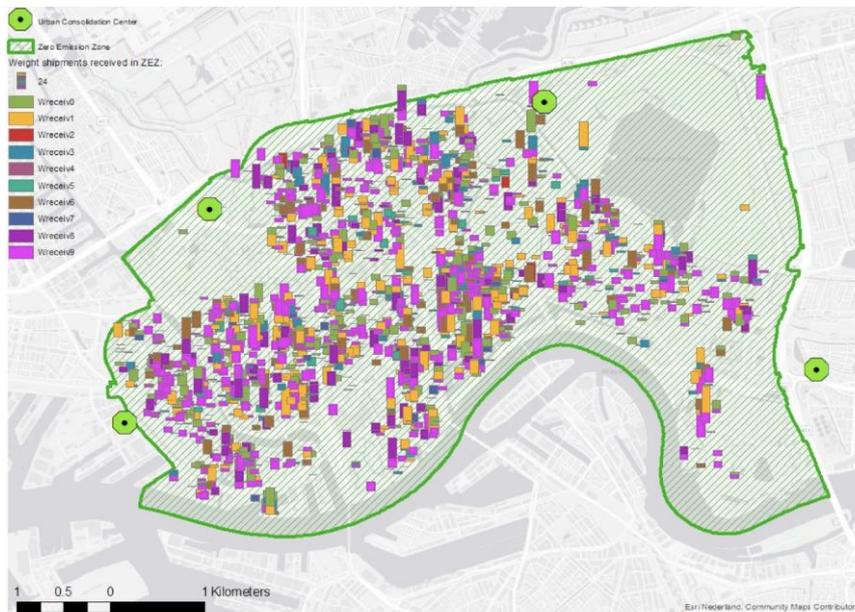
temps, l'efficacité logistique augmente grâce à l'amélioration des possibilités de consolidation, ce qui compense l'augmentation des véhicules-kilomètres. Ces résultats illustrent comment l'utilisation de données désagrégées permet le développement de modèles empiriques de transport de marchandises en ville visant à analyser les impacts d'une mesure de restriction de la circulation.

Figure 20 - Simulations des expéditions entre centre de distribution



Source : de Bok et al., 2022

Figure 21 - Entrepôts et volumes d'expéditions selon la nature des marchandises au sein de la zone zéro émission



Source : de Bok et al., 2022

Selon nos interlocuteurs à la ville de Rotterdam, la possibilité d'étendre l'obligation de partager avec CBS les données des carnets de bord des véhicules à toutes les entreprises et autorités enregistrées comme transporteur de biens et de marchandises (aux chargements supérieurs à 500 kg) serait à l'étude. Les données, agrégées et anonymisées, seraient toujours accessibles aux entreprises et aux autorités de manière monétarisée, via un abonnement.

Par ailleurs, la ville de Rotterdam étudie la possibilité d'exiger que les entreprises partagent les mêmes informations avec la ville à l'occasion d'appels d'offres. Le fonctionnement avec des véhicules à zéro/faibles émissions étant de plus en plus un critère déterminant pour les achats, il devient nécessaire pour les autorités locales d'avoir en main les informations utiles au contrôle des opérations des entreprises sélectionnées.

Geofencing : un potentiel important en matière de récolte de données

Collecte et partage des données

Les véhicules hybrides étaient censés être admis dans les zones à zéro émission uniquement s'ils sont en mesure de démontrer qu'ils peuvent basculer en mode zéro émission lorsqu'ils circulent au sein de la zone. Cela peut être particulièrement utile pour les secteurs du transport de marchandises dans lesquels l'activité nécessite de parcourir de longues distances et/ou de transporter des charges particulièrement lourdes. Le système de surveillance est alors basé sur le *geofencing* (ou barrières virtuelles) : à l'approche de la zone à zéro émission, le GPS du véhicule détecte la zone virtuelle (qui a été préchargée dans le système embarqué) et le véhicule passe automatiquement en mode zéro émission. L'ordinateur de bord (CAN-BUS)

communiqué avec le système de contrôle qui se trouve derrière les caméras LAPI pour vérifier que l'accès à la zone est bien autorisé.

Utilisation des données

En 2021, un système pilote a été testé avec succès à Rotterdam par la municipalité, DAF et Scania (fabricants de poids-lourds). Les caméras de la ville ont pu faire passer les camions hybrides en mode zéro émission à l'entrée de la zone de test. À noter que d'autres capteurs sont nécessaires à l'intérieur de la zone pour s'assurer que le véhicule reste en mode zéro émission. Cela pourrait produire une énorme quantité de données, puisque les coordonnées GPS sont collectées très fréquemment (de l'ordre de quelques secondes), et d'une très grande précision spatiale.

Toutefois, ce système ne sera pas mis en œuvre à grande échelle à Rotterdam, en raison de l'exemption finalement accordée aux camions hybrides (quel que soit le mode utilisé) jusqu'en 2030. Or 2030 est la date à laquelle tous les véhicules de transport de marchandises devront obligatoirement être 100% zéro émission. Les véhicules hybrides ne seront plus autorisés, il ne sera donc pas nécessaire d'utiliser les technologies de *geofencing*. Cependant, les professionnels utilisant ou ayant l'intention d'utiliser des véhicules hybrides font déjà pression pour maintenir l'exemption après 2030, en utilisant le *geofencing* comme argument pour rendre ces véhicules compatibles avec la ZECL.

Barcelone, Espagne

Contexte du dispositif permettant la récolte des données

Politiques de stationnement sur voirie

Le durcissement des conditions de stationnement sur voirie s'est progressivement imposé dans les villes européennes comme un levier de report modal de la voiture vers les modes alternatifs et de décongestionnement des centres villes (Perrin, 2019 ; Gonzalez et Kaufmann, 2020). C'est dans ce contexte que les grandes villes ont progressivement réduit le nombre d'emplacements non réglementés (gratuits), augmenté les tarifs et, parfois, durci les contrôles. Ce mouvement n'est pas sans conséquence sur l'activité logistique et requiert une meilleure protection contre les mésusages des aires de livraison.

A Barcelone, la quasi-totalité de la voirie répond à une réglementation du stationnement. En effet, environ 96-97% des places de stationnement sur voirie sont réglementés aujourd'hui (c'était un objectif de la municipalité d'atteindre 100% en 2022 à la fin de la mandature). Subsistent comme non réglementées des places dans des zones non résidentielles (zones industrialo-portuaires ou encore la colline urbaine de Montjuïc) où il n'y a pas de pression sur le stationnement.

Ainsi, la voirie réglementée peut être réservée au stationnement des deux-roues (motorisés ou non, en partage ou non), des voitures, fourgonnettes, camions et camionnettes pour un usage privé (places de stationnement sur voirie à destination des particuliers) ou aux voitures, fourgonnettes, camions et camionnettes pour un usage professionnel (aires de livraisons).

Pour le stationnement des véhicules particuliers, la grille tarifaire propose trois régimes de stationnement selon les zones :

- zones vertes : les plus chères pour le stationnement rotatif, mais également ouvertes au stationnement résidentiel.
- zones bleues : moins chères, exclusivement réservées au stationnement rotatif.
- abonnement résident : à des prix très attractifs pour les résidents, Il existe des zones où seul le stationnement des résidents est autorisé (zones blanches, où le stationnement rotatif n'est pas autorisé). Ceci n'existe pas ou presque pas en France.

Figure 22 - Plan des aires de stationnement sur voirie à Barcelone



Impression d'écran du site de la métropole de Barcelone présentant le découpage par zone du stationnement réglementé : zones vertes, zones bleues, zones exclusivement réservées aux résidents (en noir) et aires de livraison DUM (en jaune). Les voiries non couvertes par ce découpage ne comprennent pas d'emplacements pour le stationnement ou réserve celui-ci aux deux-roues - Source: <https://www.areaverda.cat/es/plano> - 20/09/2022

Seules les aires de livraison (DUM pour Distribució Urbana de Mercaderies en catalan, distribution urbaine de marchandises) bénéficient d'une distribution homogène sur l'ensemble de la municipalité et sont présentes dans les zones où aucun stationnement n'est autorisé (quartier gothique, par exemple) ou dans les zones où le stationnement est réservé aux résidents (la Barceloneta, par exemple). Le réseau de places bénéficie d'un excellent maillage, avec un espacement entre deux aires variant généralement de 50 à 100 mètres (Slastanova, 2022).

Description du terrain d'études

Le dispositif Area DUM

L'objectif du dispositif

Il s'agit de la réglementation de l'accès à l'ensemble des aires de livraisons barcelonaises. Ces aires sont accessibles gratuitement pour une durée de 30 minutes maximum.

Le public concerné

Seuls les véhicules suivant peuvent stationner sur les emplacements DUM :

- Camions
- Fourgons
- Fourgonnettes
- Véhicules dérivés de tourisme (VUL)
- Véhicules mixtes deux places

- Tout véhicule modifié pour le transport de marchandises sous réserve de régularisation auprès des autorités.

Les véhicules reconnus comme “zéro émission” par l’administration nationale/Direction Générale du Trafic (Direcció general del tràfic, qui dépend du ministère de l’intérieur espagnol) bénéficient de 30 minutes supplémentaires.

Les espaces concernés

Le dispositif regroupe approximativement 9000 emplacements DUM à Barcelone et dans certaines communes de l’aire métropolitaine : Badalona, Castelldefels, Esplugues de Llobregat, L’Hospitalet, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern (et prochainement : el Prat de Llobregat et Santa Coloma de Gramenet, d’après les informations disponibles sur le site de la métropole).

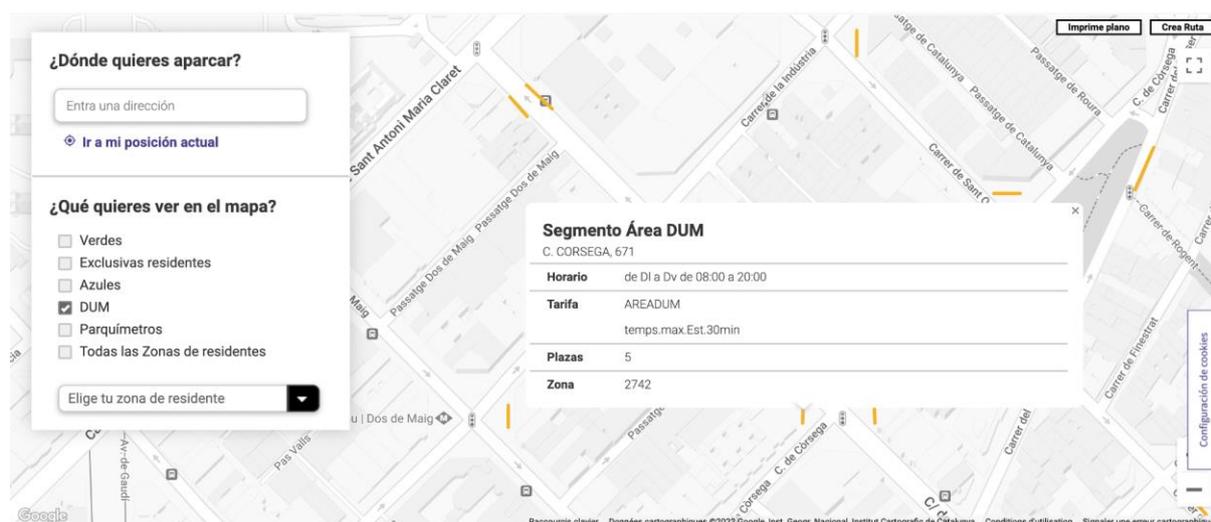
Ces emplacements sont repérables via un marquage au sol caractéristique de couleur jaune ainsi que via des panneaux de signalisation. Le numéro permettant l’identification de la zone est visible sur ces panneaux. Chaque zone comprend une ou plusieurs aires de livraisons.

Figure 23 - Modèle de panneau de signalisation indiquant les aires de livraison DUM dans les rues de Barcelone.



Source : <https://www.areaverda.cat/ca/informacio/tipus-de-places/area-de-distribucio-urbana-de-mercaderies> - 20/09/2022

Figure 24 - Impression d'écran du site de la métropole de Barcelone présentant les aires de livraison DUM et leurs caractéristiques (identifiant, adresse, capacité, horaires de fonctionnement et tarifs)



Source : <https://www.areaverda.cat/es/plano> - 20/09/2022

Horaires de fonctionnement

Le dispositif est en vigueur de 8h à 20h du lundi au vendredi (ou du lundi au samedi pour certaines aires). En dehors de ces périodes, les emplacements peuvent être utilisés pour stationner sans limite de temps par les véhicules de livraisons comme par les véhicules des particuliers.

Les modalités d'utilisation

Pour stationner gratuitement pendant 30 minutes sur une aire de livraison DUM, il est obligatoire d'enregistrer l'utilisation de cet emplacement par son véhicule :

- via l'application pour smartphone SPRO ;
- ou via SMS ;
- ou via le parcmètre le plus proche.

A noter qu'il ne s'agit pas d'une réservation à l'avance de l'emplacement, mais bien d'une procédure de régularisation du stationnement en cours, à l'instar de la pratique commune en matière de stationnement des véhicules particuliers à Barcelone.

D'après les services de la Barcelona de Serveis Municipals (B:SM), en charge notamment de la gestion du stationnement sur le territoire, sur une journée type, 96% des tickets seraient générés via l'application, 3% via SMS - décrit comme le canal de la première phase de la numérisation du stationnement - et 1% via parcmètre.

Les modalités de contrôle

Les contrôles du respect des règles de stationnement sont effectués par quelque 390 agents de la B:SM équipés de terminaux mobiles connectés et formant la *Unidad Operativa de Area*.

Patrouillant suivant un itinéraire aléatoirement défini, ils contrôlent le respect des règles de stationnement (tous types) et assurent par ailleurs des missions de médiation auprès de la population. Les services de la B:SM sont également dotés de voitures équipées de caméras à lecture automatique de plaques d'immatriculation (LAPI).

Les agents de la B:SM en charge du contrôle du respect des règles de stationnement ne peuvent dresser des amendes que pour des véhicules stationnés sur les emplacements DUM. Ainsi, si un camion se gare en double-file, les agents ne sont pas autorisés à procéder aux contrôles. Seul un représentant des forces de l'ordre peut, dans ce cas, dresser une contravention. De plus, une autre condition imposée à B:SM est la nécessité du contrôle par une personne physique. Aussi, même lorsque l'identification du non-respect des règles de stationnement est réalisée par la "scan-car" (voiture équipée de caméra LAPI), c'est tout d'abord un agent qui, à distance depuis les bureaux de B:SM, contrôle les faits (notamment pour éviter des "faux-positifs") puis envoie un agent assermenté sur place pour dresser la contravention. La situation est semblable à celle du contrôle du stationnement payant en France (depuis la « décentralisation » de sa gestion) à la grande différence qu'elle intègre, à Barcelone, les arrêts sur les aires de livraison. En France, ces aires restent du ressort strict du « pouvoir de police » réglementaire et ne permet pas le contrôle par des agents munis de LAPI.

Le cas des véhicules étrangers sur les aires de livraison DUM, en théorie problématique, ne pose pas de problème en pratique, du fait de sa rareté. Les véhicules immatriculés à l'étranger stationnant sur les zones bleues ou vertes, ce qui constitue une situation moins anodine, doivent s'acquitter des tarifs maximums et ne peuvent bénéficier des réductions auxquelles ils pourraient avoir droit en raison de leur catégorie de véhicules (niveaux d'émission, etc.), du fait de l'absence d'accès à ces données.

Les emplacements DUM ont des ayants-droits particuliers, qui n'ont pas pour obligation de s'enregistrer via l'application ou un parcmètre : personnes dotées d'une carte d'invalidité ou véhicules d'urgence. De plus, certaines catégories d'utilisateurs, travaillant dans le secteur de la prestation de services et membres de différentes associations patronales ou « Gremis⁸ »,

8 Liste des associations patronales concernées : Consell de Gremis de Comerç, Serveis i Turisme, Gremi Comerciants d'Electrodomèstics, Gremi de Serrallers de Catalunya, Gremi d'Ascensors de Catalunya (GEDAC), Gremi de Matalassers de Barcelona, Gremi de Reformes d'Interior, Cuines i Banys, Gremi de Floristes de Catalunya, Gremi del Comerç de Mobles de Barcelona, Federació Catalana d'Empreses Instal·ladores (FEGICAT), Gremi d'Empreses de Pintura de Barcelona i comarques, Gremi d'Instal·ladors de Barcelona, Associació d'Empreses de Control de Plagues i Aplicacions de Plaguicides de Catalunya (ADEPAP), Associació Catalana d'Empreses de Bastides (ACEBA), Gremi de Constructores d'Obres de Barcelona i comarques, Gremi del Vidre Pla i Tancaments de Catalunya, Associació Catalana de Vending (ACV), Gremi de Jardineria de Catalunya, Gremi de

artisans, etc. disposent de droit d'usage plus conséquent (deux heures ou plus selon les cas). Ils représenteraient près de 3500 utilisateurs, regroupés sous l'appellation DUS : *Distribución urbana de servicios* (distribution urbaine de services).

Caractéristiques des jeux de données

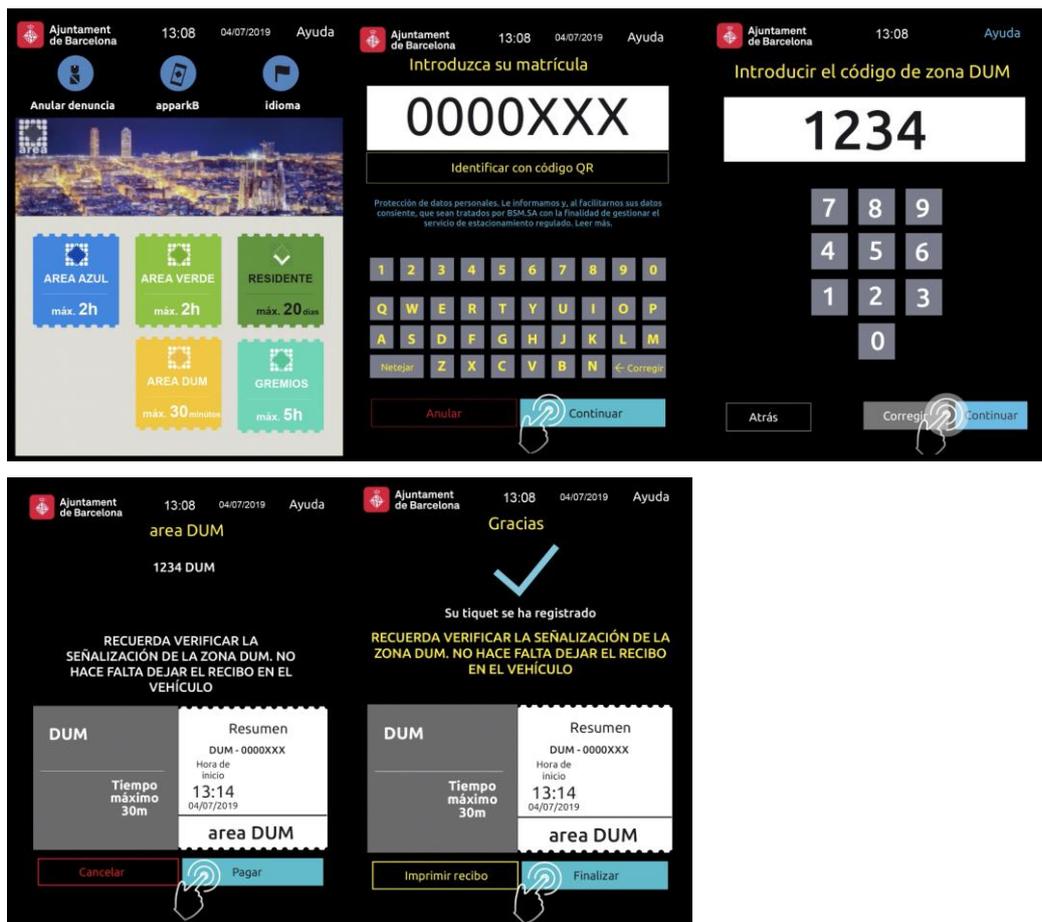
Les données sont récoltées et traitées par B:SM SA, une entreprise privée au capital entièrement possédée par la ville de Barcelone, qui intervient dans les domaines de la mobilité, de la culture et des loisirs (exploitation de services et gestion d'espaces et lieux publics). Les données récoltées diffèrent selon le canal utilisé pour l'enregistrement du stationnement (parcmètre, SMS et application) et sont enrichies grâce au registre national des immatriculations à fins de contrôle ou d'analyse.

Collecte des données

Via le parcmètre et le SMS

Les informations récoltées via un parcmètre sont en partie saisies par l'utilisateur : plaque d'immatriculation du véhicule et zone DUM (qui peut comporter 1 à 5 places de stationnement). La date et les heures de début et de fin d'utilisation sont produites par le parcmètre.

Figure 25 - Impressions d'écran d'une vidéo présente sur le site de la métropole de Barcelone présentant le mode d'emploi du parcmètre pour le stationnement sur les aires de livraison DUM.



Source : <https://www.areaverda.cat/en/information/using-parking-meters/usage-as-dum> - 20/09/2022

Les services techniques de la B:SM nous ont confirmé que les données récoltées lorsque l'utilisateur préfère le SMS sont identiques (plaques d'immatriculation, numéro identifiant de zone et horodatages).

Via l'application SPRO

L'application nommée *AreaDUM* a cessé d'exister au 30 septembre 2020 pour laisser place à une nouvelle application (également développée par B:SM) nommée *SPRO*. Cette dernière recueille lors de la création d'un compte des informations permettant d'identifier l'utilisateur :

- nom de l'utilisateur
- numéro d'un document d'identité
- numéro de téléphone
- adresse e-mail (à valider par la suite)

A noter la possibilité de créer un compte personnel ou un compte d'entreprise (permettant la gestion de plusieurs utilisateurs et d'une flotte de véhicules).

Est également enregistré le domaine d'activité de l'utilisateur, parmi la liste suivante :

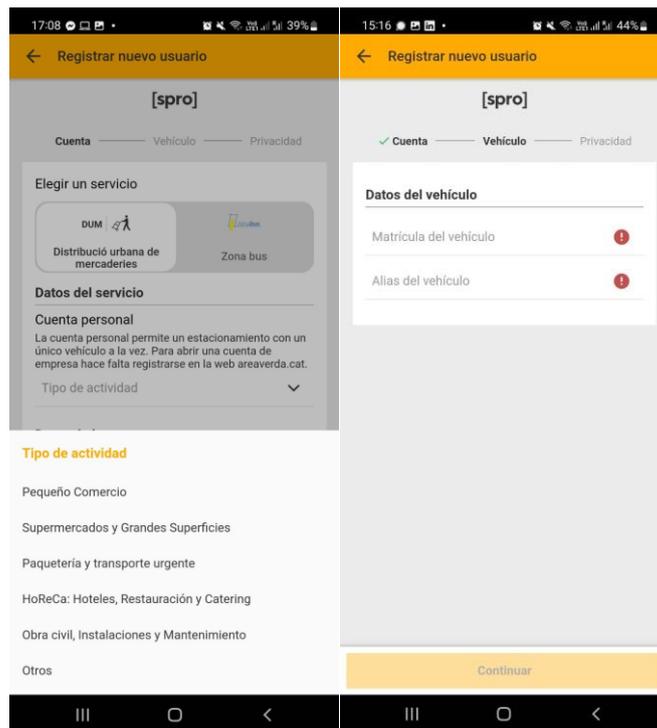
- Petits commerces
- Supermarchés et Grandes surfaces
- Colis et transport urgent
- Hôtel, restauration et *catering*
- Ouvrages civils, installations et maintenance
- Autres

Ainsi l'application collecte, par rapport au parcmètre et au SMS, une information supplémentaire quant à la nature des opérations de logistique.

Enfin, l'utilisateur doit saisir des informations permettant l'identification du ou des véhicules :

- Plaque d'immatriculation du véhicule ;
- Alias du véhicule (librement choisi et permettant une utilisation plus facile si plusieurs véhicules sont enregistrés).

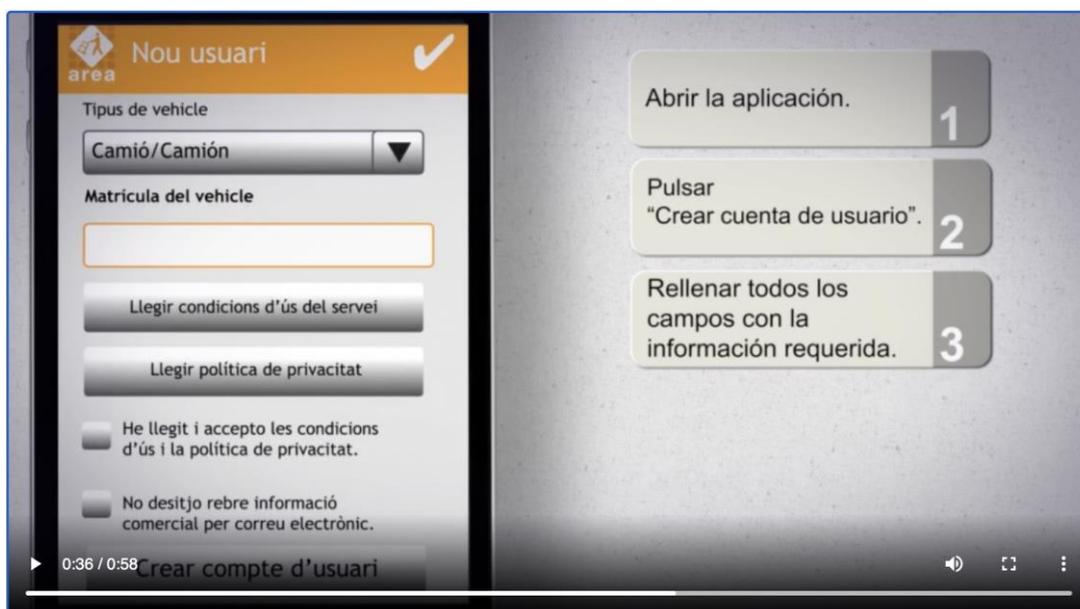
Figure 26 - Impressions d'écran de l'application SPRO



Source : F. Adoue - 20/09/2022

A noter que sur l'ancienne application (AreaDUM), il était également nécessaire de renseigner le type de véhicule (camion, camionnette, etc.) pour valider l'inscription. Cette information est collectée aujourd'hui au moment de l'enrichissement des données via le registre national des immatriculations.

Figure 27 - Impressions d'écran d'une vidéo d'explication du fonctionnement de l'ancienne application AreaDUM



Source : <https://areaverda.cat/en/areadum/how-does-it-work> - 20/09/2022

Afin d'être autorisé à stationner sur un emplacement DUM, l'utilisateur est invité à sélectionner dans l'application SPRO une zone DUM, soit en renseignant son numéro d'identification, soit en le sélectionnant directement sur la carte (cf figure suivante). Enfin, l'utilisateur est invité à signaler la fin de son stationnement via l'application, ce qui engendre un second horodatage. Ainsi, outre la zone de stationnement et l'heure de début et l'heure de fin théorique de stationnement (soit l'heure de début + 30 min), est également recueillie l'heure de fin effective et donc la durée réelle du stationnement.

Figure 28 - Impressions d'écran d'une vidéo disponible sur la chaîne Youtube de la métropole de Barcelone présentant le mode d'emploi de l'application SPRO.



Source : <https://www.youtube.com/watch?v=77iZvG9u3Ro> - 13/10/2022

Le tableau ci-dessous résume les données collectées via ces différents canaux.

Tableau 2- Données récoltées par le dispositif DUM selon le canal utilisé

	Parcmètre/SMS	Application SPRO
Données utilisateur		Identité (Nom+numéro de document d'identité) Contact (téléphone et mail) Domaine d'activité
Données véhicule	Plaque d'immatriculation	Plaque d'immatriculation Alias
Données usage	Zone DUM Heure de début de stationnement Heure théorique de fin de stationnement	Zone DUM Heure de début de stationnement Heure théorique de fin de stationnement Heure déclarative de fin de stationnement

Enrichissement de données

En vue du contrôle du respect des règles de stationnement, les données recueillies via les parcmètres, SMS ou applications sont croisées avec la base nationale des immatriculations. A partir des données disponibles⁹, de nombreux enrichissements des jeux de données sont possibles. Cependant, tous n'ont pas encore été réalisés dans le cadre d'analyse ou de créations d'indicateurs. Seul le recours à une partie des enrichissements possibles a pu être confirmé par les services de B:SM.

⁹ Sur le site national espagnol dédié à l'open data, nous pouvons accéder au dictionnaire de cette base de données ainsi qu'à des données anonymisées : <https://datos.gob.es/es/catalogo/e00130201-matriculacion-de-vehiculos>. En France, les données du SIV (Système d'Immatriculation des Véhicules), ne sont pas disponibles en open data, même après anonymisation ou agrégation. L'accès à cette base de données est réglementé : seuls des administrations ou certains professionnels du secteur automobile peuvent y avoir accès. La CNIL précise que des agréments peuvent être accordés à des tiers (notamment universitaires) pour des mener des études statistiques et travaux de recherche. Le dictionnaire des données n'apparaît ni sur le site du ministère de l'intérieur dédié au SIV (<https://siv.interieur.gouv.fr/>) ni sur celui de la CNIL dans sa section dédiée au SIV (<https://www.cnil.fr/fr/siv-systeme-dimmatriculation-des-vehicules-0>).

Tableau 3 - Données récoltées par le dispositif DUM selon le canal utilisé, enrichissement possible et enrichissement confirmé

	Parcmètre/SMS	Application SPRO
Données utilisateur		Identité (Nom+numéro de document d'identité) Contact (téléphone et mail) Domaine d'activité
Données véhicule	Plaque d'immatriculation	Plaque d'immatriculation Alias
Données usage	Zone DUM Heure de début de stationnement Heure théorique de fin de stationnement	Zone DUM Heure de début de stationnement Heure théorique de fin de stationnement Heure déclarative de fin de stationnement
Enrichissement confirmé des données	Catégorie de véhicules <ul style="list-style-type: none"> - camion - camionnette - fourgon - véhicule mixte adaptable - etc. Année d'immatriculation Label environnemental (espagnol) ¹⁰	Catégorie de véhicules <ul style="list-style-type: none"> - camion - camionnette - fourgon - véhicule mixte adaptable - etc. Année d'immatriculation Label environnemental (espagnol)
Autres enrichissements possibles des données (sans exemple de mise en oeuvre)	Motorisation <ul style="list-style-type: none"> - thermique - électrique - hybride Norme euro	Motorisation <ul style="list-style-type: none"> - thermique - électrique - hybride Norme euro

Conservation des données

Stockage

Les données sont stockées en dur au siège de la B:SM. Elles sont archivées tous les mois pour ce qui est des données de la « scan-car » (caméras LAPI), tous les ans pour les zones

¹⁰ Le label environnemental de la DGT se base sur les normes euros pour établir cinq catégories de véhicules, classées du moins polluant au plus polluant : zéro émissions (vignette bleue), éco (vignette bleue et verte), C (vignette verte), B (vignette jaune) et non classé (sans vignette). A l'instar de la classification Crit'Air en France, le label sert à la définition des droits de circulation dans les zones à faibles émissions.

DUM (application SPRO+SMS+parcmètre). Les durées avant archivage sont définies selon le volume de données récoltées.

Encryption

Les données de l'AreaDUM sont cryptées à chaque requête d'extraction (voir ci-dessous). Le cryptage est donc renouvelé chaque fois qu'un utilisateur externe ou interne à la B:SM interroge la base de données et en télécharge un extrait. Pour chaque enregistrement, un pseudo-identifiant est attribué à l'utilisateur SPRO ainsi qu'à la plaque d'immatriculation, ne permettant donc pas de relier l'utilisateur à son ou ses véhicules.

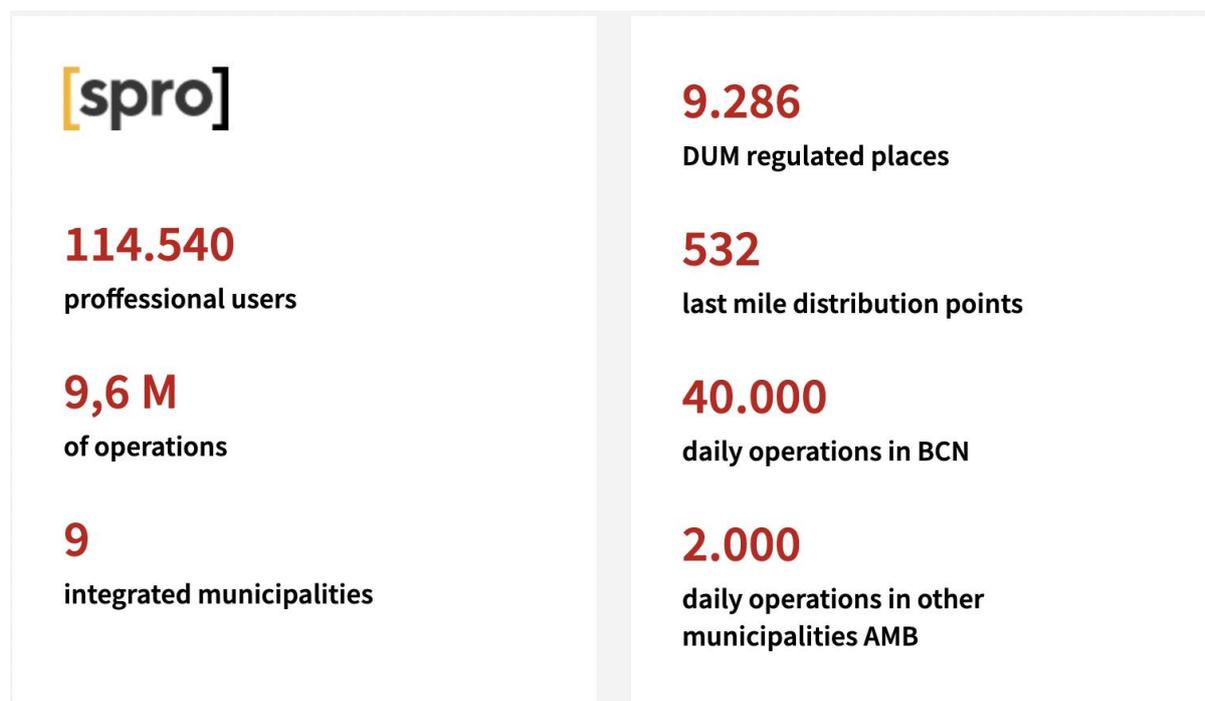
Utilisation et partage de la donnée

L'utilisation des données

Chiffres-clés

Le site web de la B:SM, qui développe l'application, présente des chiffres-clés sur l'utilisation de l'application SPRO (en catalan, en espagnol et en anglais). Sont ainsi dénombrés 114 540 utilisateurs inscrits par le développeur de l'application.

Figure 29 - Infographie de la B:SM présentant les chiffres-clés de l'application SPRO

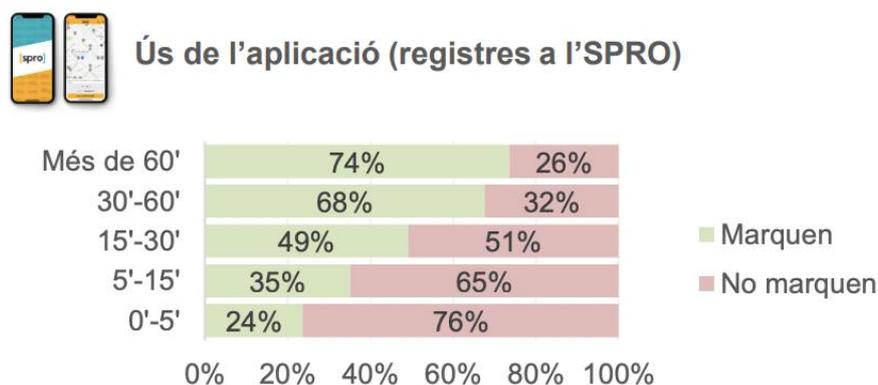


Source : <https://bsmsa.cat/en/BSM/knowbsm> - 20/09/2022

B:SM dénombre ainsi 40 000 stationnements par jour dans Barcelone (42 000 pour l'ensemble des neuf communes ayant adopté le dispositif). D'après des relevés de terrain menés par B:SM, **seuls 42% des conducteurs de véhicules commerciaux** stationnant sur les aires

DUM enregistrent leur utilisation sur l'application. A noter que plus les arrêts sont courts, plus le non-respect de la règle augmente : pour les arrêts de moins de 5 minutes, seuls 24 % des conducteurs s'enregistreraient sur l'application, contre 74 % pour les arrêts de plus d'une heure (Barcelona Regional & Ajuntament de Barcelona, 2022).

Figure 30 - Usage de l'application (enregistrements sur SPRO) selon la durée de l'arrêt



Source : Barcelona Regional & Ajuntament de Barcelona, 2022.

Les 9000 aires DUM accueilleraient donc environ 90 000 opérations quotidiennes (hors stationnement d'autres ayants-droits tels que les véhicules d'urgence et des personnes en situation de mobilité réduite).

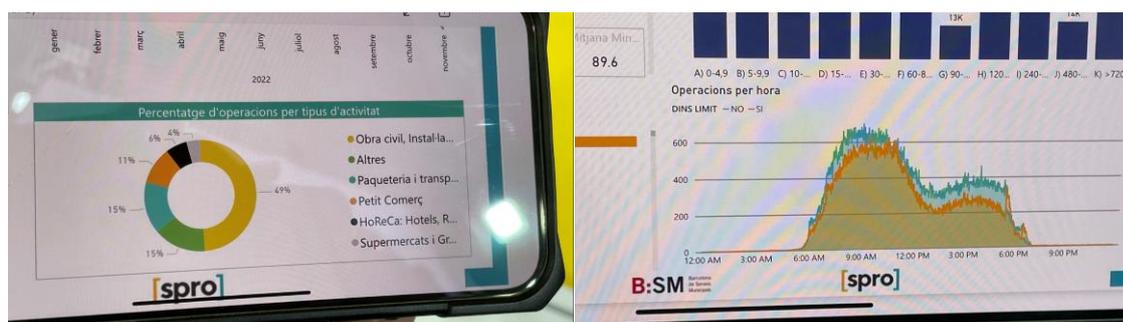
De nombreuses autres livraisons, néanmoins difficiles à chiffrer selon nos interlocuteurs, seraient réalisées en dehors des aires de livraisons. Elles relèveraient principalement du B2C.

La production d'analyses fines sur l'activité logistique en ville

Deux modes de production et d'utilisation des données peuvent être identifiés : l'outil de data visualisation et la production d'études à partir d'extraction de données.

L'outil de data visualisation permet de consulter les valeurs en temps réel (ou des moyennes sur des périodes récentes) d'indicateurs prédéfinis et de procéder à des analyses descriptives relativement simples sur des données agrégées.

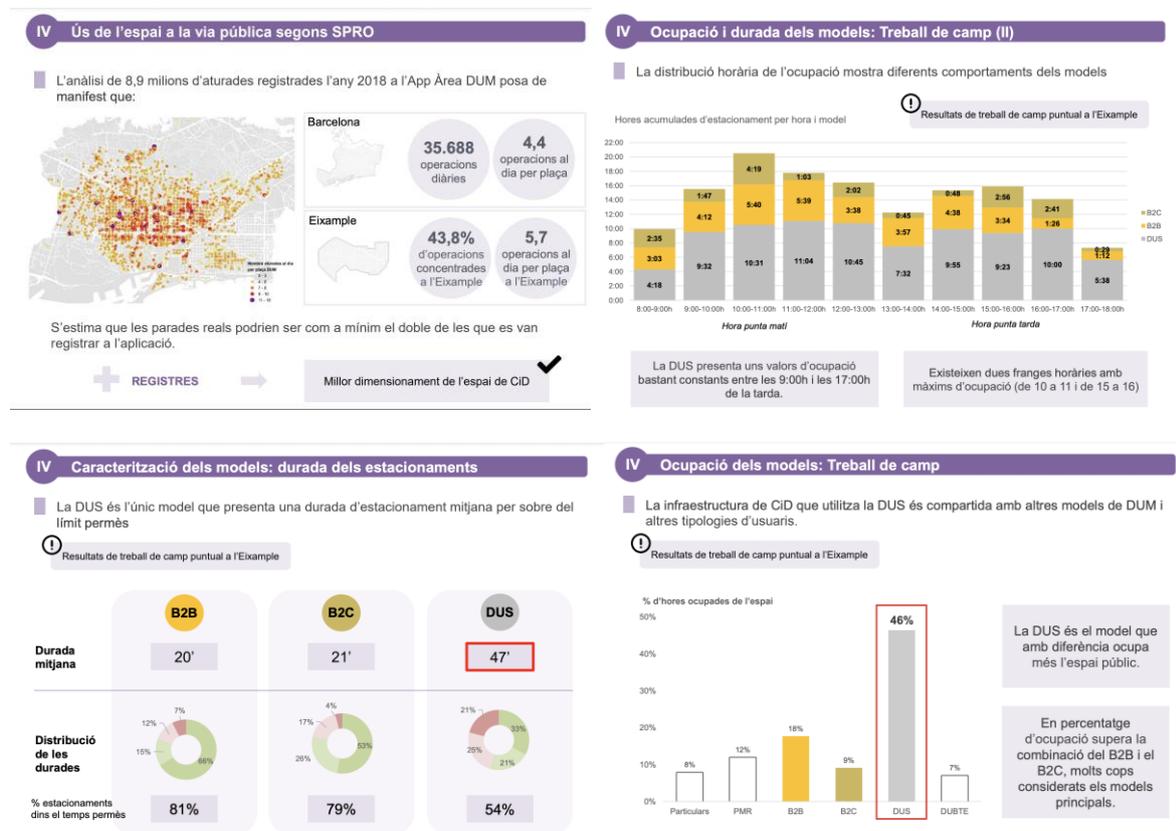
Figure 31 - Photographies de l'outil de data visualisation des données SPRO de l'Area DUM

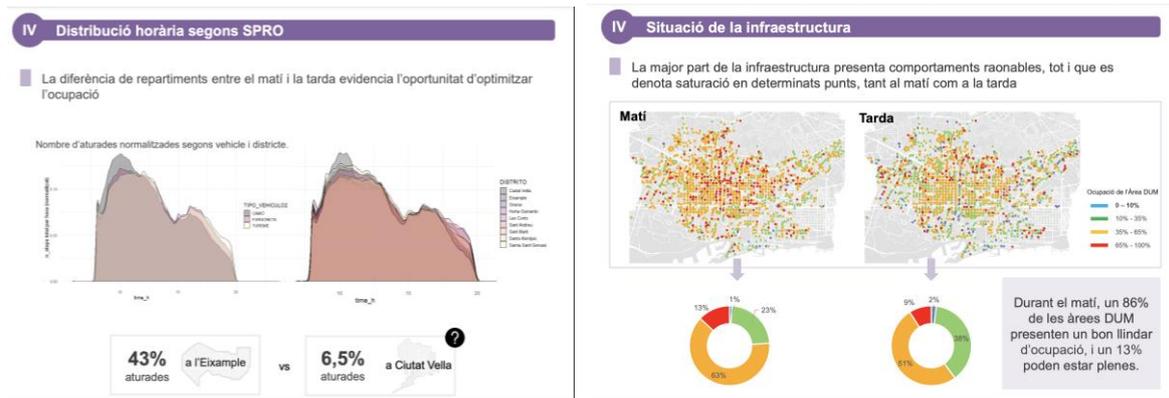


Source : Slastanova, 2022.

L'extraction de données désagrégées permet la production de rapports d'études s'appuyant sur des analyses fines et à des niveaux désagrégés, permettant notamment de mesurer la concentration spatiale de l'activité logistique (par exemple, 44% des opérations enregistrées dans le quartier de l'Eixample), sa concentration temporelle (majoritairement le matin), la durée moyenne de stationnement (et le taux de non-respect des durées maximales), sa répartition par secteur d'activité (à noter que les services urbains et artisans, comme l'installation ou la réparation, représentent près de la moitié des utilisations des places de stationnement), par type de véhicule (camion, fourgonnette, voiture) ou enfin des représentations fines des taux moyen d'occupation des aires de livraison. Ces analyses permettent d'identifier des enjeux de gestion des aires de livraison, tels que la sur-utilisation par les professionnels du secteur des services urbains, voire des pistes d'action, telles que l'identification de leviers permettant une meilleure répartition dans le temps de l'activité logistique (pouvant aller jusqu'à la fin de la gratuité sur certaines plages horaires pour certaines catégories d'utilisateurs).

Figure 32 - Analyses mobilisées pour la définition d'une stratégie municipale de distribution des marchandises en ville





Source : Barcelona Regional & Ajuntament de Barcelona, 2022.

La prévision d'occupation des emplacements

La B:SM utilise également les données recueillies afin d'alimenter un système de prévision du niveau d'occupation des emplacements, pour le jour même ou le lendemain, à l'horaire sélectionné par l'utilisateur (par défaut l'horaire actuel). Le territoire métropolitain est alors découpé via un carroyage pour lequel chaque carreau compte zéro, une ou - le plus souvent - plusieurs zones DUM. Le carroyage s'adapte au réseau viaire et chaque carreau est centré sur une intersection de rues, soit le lieu privilégié pour l'accueil des zones DUM. L'outil fonctionne via une I.A. relativement simple (qui n'intègre pas encore de données extérieures en temps réel, telles que la météo, l'état du trafic), présentant des niveaux d'occupation dépendant principalement de la temporalité (heure, jour de la semaine) et de la saisonnalité (vacances, jours fériés, périodes de Noël, etc.).

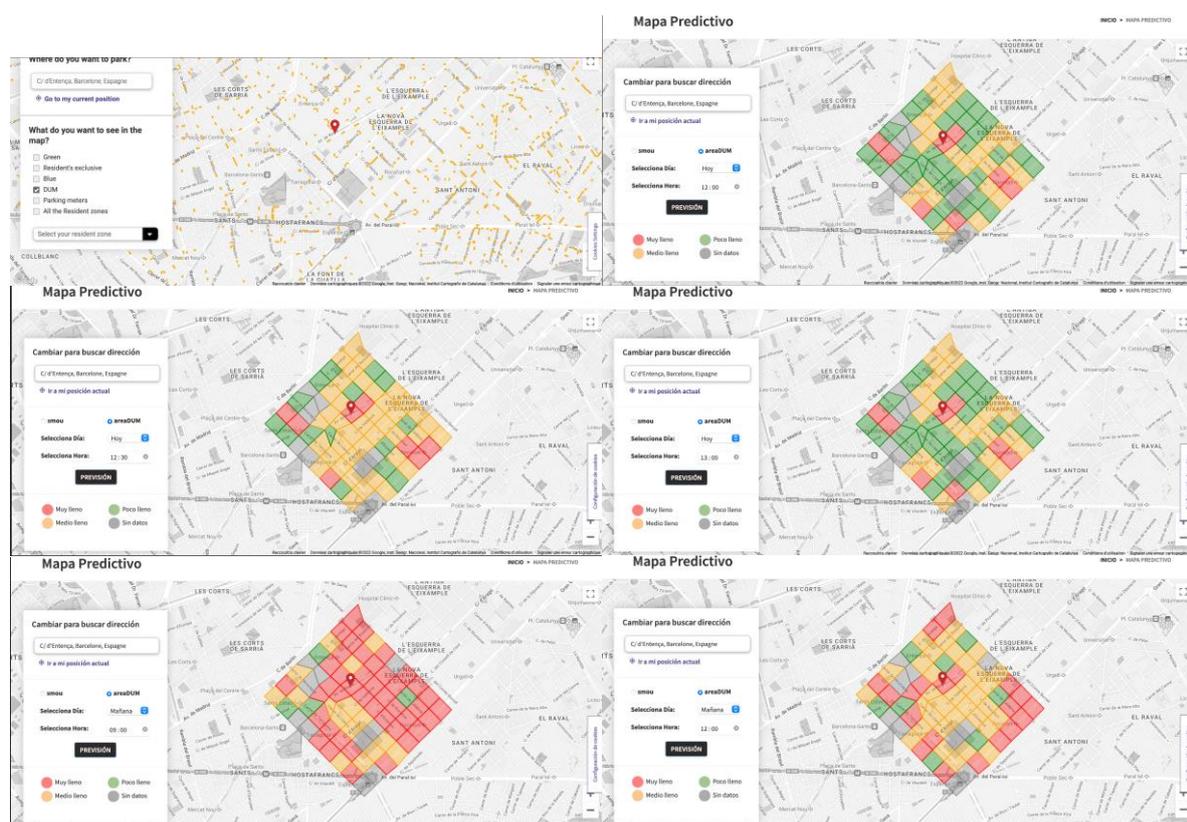
Lorsque l'utilisateur saisit son adresse de destination, celle-ci est localisée sur la carte et s'affichent de 72 à 81 carreaux encadrant cette adresse. Chaque carreau est alors affublé d'une couleur. Le code couleur décrit quatre catégories de carreau :

- Vert : faible niveau d'occupation attendu ;
- Orange : niveau moyen d'occupation attendu ;
- Rouge : niveau élevé d'occupation attendu ;
- Gris : absence de données.

Les impressions d'écran ci-dessous représentent les zones DUM disponibles autour de la carrer d'Entença, puis les prévisions en temps réel, à 30 min, 1h, 21h et 24h. Sur cet exemple, les carreaux grisés semblent bien correspondre à des carreaux ne comprenant pas de zones DUM.

Nos interlocuteurs à la BSM ne disposent pas de données sur le niveau d'appropriation de cet outil, qu'ils estiment probablement faible.

Figure 33 - Impressions d'écran du site de la métropole de Barcelone présentant les aires de livraison DUM (en haut à gauche) et de l'outil de prévision de l'occupation des zones DUM



Source : <https://www.areaverda.cat/es/plano> et <https://www.areaverda.cat/es/plano-l-predictiu-smou> - 17/10/2022

Le partage des données

Une expérience de partage des données avec le monde académique

Des données d'utilisation récoltées entre le 1er janvier 2016 et le 15 juillet 2016 (soit avec l'ancienne version de l'application) ont été rendu accessibles à des chercheurs de l'Université Polytechnique de Catalogne (Espagne) en partenariat avec l'Institut Royal de Technologie (Suède) (Kolbay et al., 2018 ; Mrazović, 2018).

La base de données partagée compte 3,7 millions d'observations réalisées par 49172 utilisateurs et décrites par les variables suivantes :

- ID de configuration, nous renseignant sur les jours où chaque zone peut être utilisée, le nombre d'emplacements de stationnement et leur taille, la durée de stationnement autorisé d'un véhicule et les heures d'utilisation de zones de livraison similaires.
- Date, nous renseignant sur l'heure, le jour de la semaine et la date de l'enregistrement.
- Immatriculation, contenant un identifiant unique crypté pour chaque véhicule.
- ID utilisateur, reliant le véhicule à un compte utilisateur.
- Type de véhicule, décrivant la taille et le type de véhicule : camion, camionnette, etc.
- Type d'activité, indiquant si l'objectif est de transporter des marchandises ou d'effectuer des travaux de voirie, etc.

- ID du district et du quartier, nous renseignant sur la zone géographique administrative plus ou moins grande de l'emplacement de stationnement AreaDUM.

Un travail de formatage des données aboutit alors à la constitution d'une base de données constituée des 14 variables suivantes :

- ID de la zone de livraison,
- Immatriculation,
- ID utilisateur,
- Type de véhicule,
- Type d'activité,
- ID du district,
- ID du quartier,
- Coordonnées,
- Jour de la semaine,
- Date,
- Heure.

Ces travaux ont porté sur l'identification d'utilisations intempestives de l'application (répétitions de *checks-in* par un même utilisateur dans une même zone) (Kolbay et al., 2018) et sur la mesure et la prédiction des taux d'occupation des places (Mrazović, 2018).

Figure 34 - Proportion de checks-in répétées indésirables par quartier (à gauche) et évolution du nombre de livreurs adoptant cette pratique (à droite)

Table 2. The Percentage of Disallowed Repeated Check-ins

District Name	Percentage of Data Lost
Ciutat Vella	27.5%
Eixample	27.4%
Sants Montjuic	29.4%
Les Corts	27.6%
Sarria Sant Gervasi	29.2%
Gracia	28.9%
Horta Guinardo	30.4%
Sant Andreu	28.1%
Sant Marti	28.2%

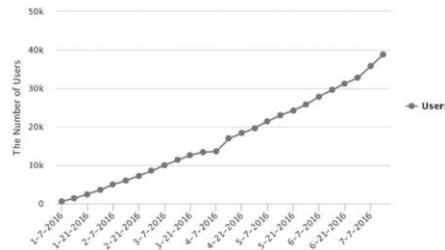


Fig. 4. The Proliferation of Disallowed Repeated Check-ins among Deliverers

Source : Kolbay et al., 2018

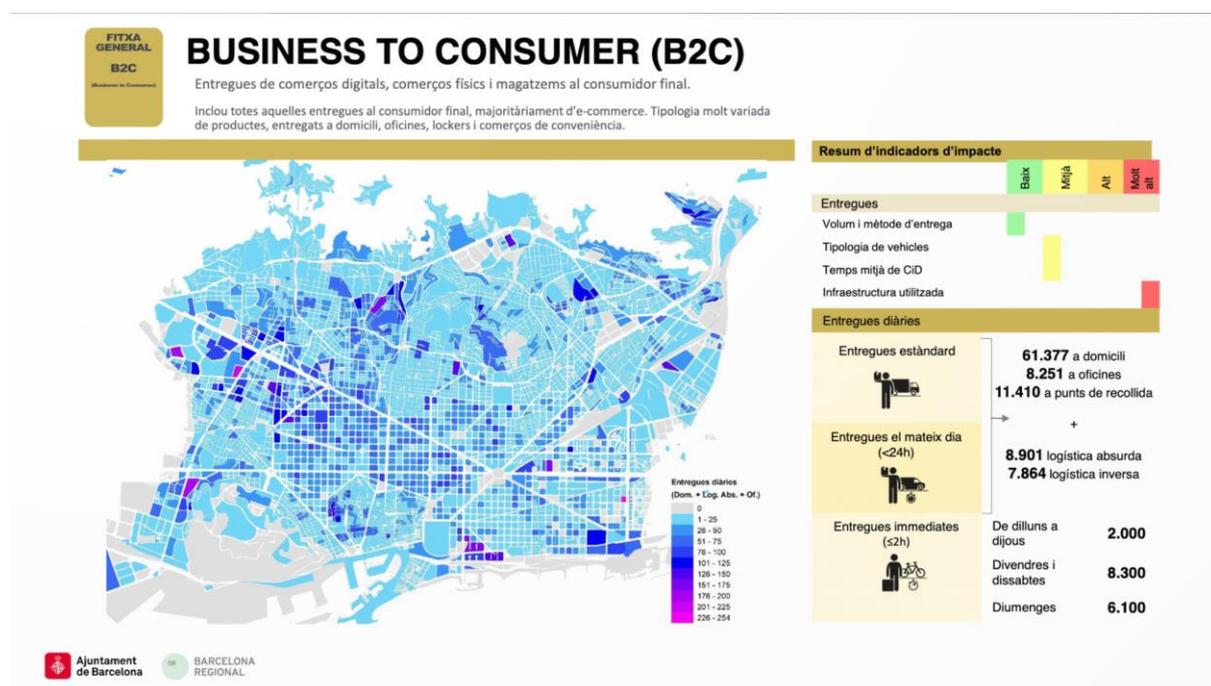
En dehors de ce projet de recherche, nous n'avons pas trouvé d'autres travaux académiques mobilisant les données de l'Area DUM. Il est possible que l'entrée en vigueur du RGPD ait rendu plus complexes les partenariats entre la B:SM et les universités. Par ailleurs, la B:SM a développé en interne les outils nécessaires à l'analyse des données et n'aurait donc qu'un intérêt limité à solliciter l'expertise d'universitaires.

Le partage des données avec les acteurs institutionnels en vue d'alimenter un observatoire de la logistique urbaine

Les données sont également transmises à *Barcelona Regional* pour alimenter le *DUM Data Center*, observatoire de la DUM¹¹. Des rapports et analyses peuvent alors être produits, en compilant différentes sources de données.

Le *DUM Data Center* regorge d'indicateurs sur l'activité logistique en ville qu'il regroupe en trois catégories : B2B, B2C et DUS (services urbains). Il produit des infographies présentant des indicateurs statistiques (nombre moyen de livraisons quotidiennes) et cartographiques. Ces indicateurs sont construits soit à partir des données de l'application SPRO, soit à partir de données d'enquêtes et de statistiques nationales (consommation en e-commerce, etc.), ou encore à partir de données de l'API Google Maps (localisation des commerces, entreprises, etc.). Cependant, il ne nous a pas été possible à la seule lecture des pages web de l'observatoire d'identifier des indicateurs provenant de données partagées par les acteurs locaux de la logistique urbaine.

Figure 35 - Infographie présentant les chiffres-clés de l'activité logistique liée au B2C

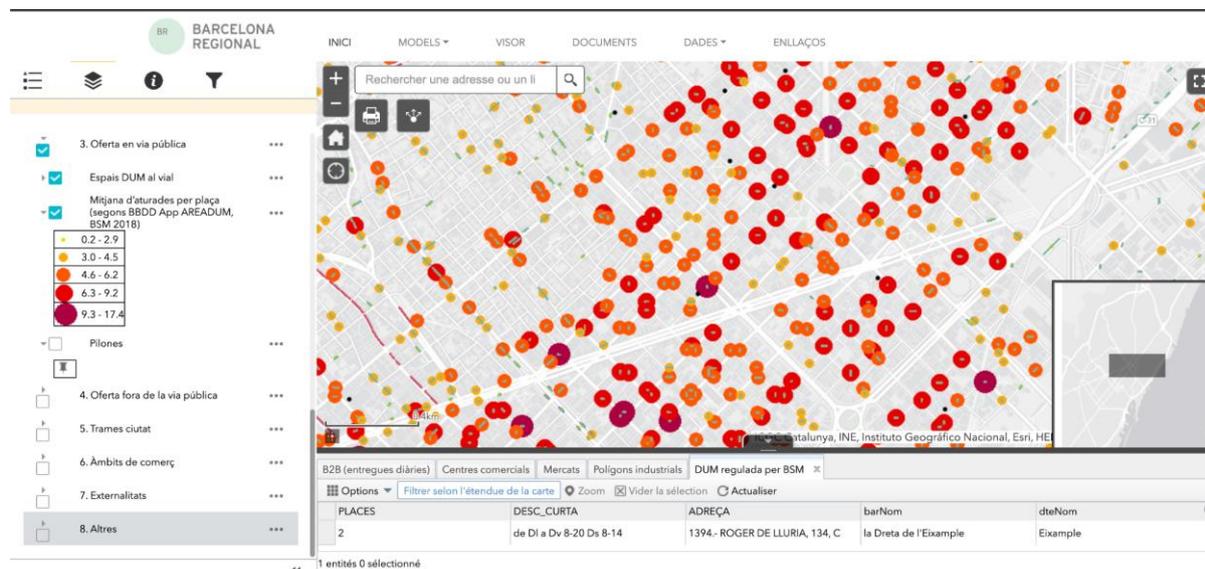


Source : <https://dum.bcnregional.com/b2c/>

¹¹ <https://dum.bcnregional.com/dumapp/>

Par ailleurs, un SIG représentant les niveaux moyens d'utilisation des emplacements DUM (ainsi que les autres données de l'observatoire) est accessible librement sur le site de l'observatoire.

Figure 36 - Impression d'écran du SIG de l'observatoire DUM alimenté par les données SPRO



Source : <https://dum.bcnregional.com/dumapp/> - le 12/12/2022

A noter que les données concernent l'ensemble du dispositif DUM, soit les emplacements sur voirie (AreaDUM) ainsi que les lockers et micro-hub logistiques dans les parkings en ouvrage.

Le partage des données avec la municipalité de Barcelone pour alimenter le site d'*open data* de la ville

Les données d'utilisation des emplacements DUM sont transmises à la municipalité de Barcelone, qui met chaque jour à disposition les données concernant la journée de la veille sur son site d'*open data*, en plus des données de localisation des aires DUM. Les données historiques ne semblent cependant pas librement accessibles en ligne.

Ces bases de données ouvertes ne sont pas enrichies des données du registre national des plaques d'immatriculation (caractéristiques des véhicules). Par ailleurs, les informations concernant le secteur d'activité – collectées via l'application – ne font pas partie des données publiées.

Les données sont agrégées à l'échelle de l'emplacement DUM et de la journée. Elles permettent de comparer les niveaux de fréquentation des différentes aires, sans ventilation par catégorie de véhicule ni plage horaire.

Figure 37 - Impression d'écran du site d'open data de la ville de Barcelone décrivant les variables constituant la base de données ouvertes de l'Area DUM

Estacionamientos del Área de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) de la ciudad de Barcelona

Ciudad y servicios **Transporte**

Número de estacionamientos realizados el día anterior a la fecha actual en las Áreas de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) de la ciudad de Barcelona

[Ver definición de campos](#)

Campo	Descripción
'01. result	Resultat del procés de consulta
01.01. fecha	Data de la consulta
01.02. totalTiquets	Nombre total de tiquets DUM processats
01.03. ListaDUMS	Array de trams DUM processats
01.03.01. idZonaDUM	Identificador de la zona DUM . Consultar ID_TRAMO a Informació dels trams dels aparcaments en superfície a la ciutat de Barcelona
01.03.02. direccion	Adreça postal de la zona DUM
01.03.03. tarifa	Array d'informació de la tarifa de la zona DUM
01.03.03.01 descripcion	Descripció de la tarifa
01.03.03.02. tipoFraccion	Tipus de fracció aplicat a la tarifa
01.03.03.03. importeFraccion	Tarifa de la zona DUM
01.03.03.04. importeMaximo	Màxima tarifa aplicable
01.03.03.05. tiempoMaximo	Temps màxim d'estacionament al tram DUM
01.03.04. horario	Array de dades d'horari del tram DUM
01.03.04.01. descripcion_horario	Descripció de l'horari
01.03.04.02. soloEnHorario	Tag que indica si només es pot estacionar dins l'horari (1=true, 0=false)
01.04. plazas	Nombre de vehicles amb plaça al tram DUM
01.05. tickets	Tiquets processats al tram DUM

Licencia: Creative Commons Attribution 4.0 [OPEN DATA](#)

Grado de apertura: ★★☆☆☆

Datos y Recursos

 Estacionaments_Area_DUM.json

[Más información](#) [Descargar](#)

Source : <https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/data/es/dataset/estacionaments-dum> – Traduction sélective en annexe

Bruxelles, Belgique

Contexte du dispositif permettant la récolte des données

Le prélèvement kilométrique pour les poids lourd

Le péage kilométrique poids lourds est entré en vigueur en Belgique le 1er avril 2016. Il est le fruit d'un accord entre les trois régions belges qui a notamment conduit à la création de Viapass, institution publique en charge de la coordination et de la surveillance du prélèvement kilométrique par les six fournisseurs de boîtiers embarqués (OBU, pour "On-Board Units") agrémentés.

Figure 38 - Les différents modèles d'OBU



Source : Médiathèque Viapass <https://www.viapass.be/fr/mediatheque/>

L'ensemble de la Belgique est aujourd'hui une zone de péage pour les poids lourds de plus de 3,5 tonnes de Masse Maximale Autorisée (MMA) et les véhicules de la classe N1 avec le code carrosserie BC (tracteurs de semi-remorque de 3,5 tonnes ou moins).

Figure 39 - Un panneau d'infos concernant le prélèvement kilométrique sur les routes d'accès en Belgique



Source : Médiathèque Viapass <https://www.viapass.be/fr/mediatheque/>

La définition des routes concernées et du prix applicable est du ressort de la région. La région Bruxelles Capitale diffère de la Flandre et de la Wallonie en ce que la circulation des poids lourd est soumise à péage sur **l'ensemble de la voirie** (ce qui inclut les rues).

Figure 40 - Grille tarifaire selon les régions et la norme euro

[€ / km]	WALLONIA (EX VAT)			FLANDERS			BRUSSELS HIGHWAY			BRUSSELS URBAN AREA*		
	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS
Euro 0	0,160	0,215	0,219	0,134	0,228	0,255	0,170	0,228	0,232	0,218	0,305	0,339
Euro 1	0,160	0,215	0,219	0,134	0,228	0,255	0,170	0,228	0,232	0,218	0,305	0,339
Euro 2	0,160	0,215	0,219	0,134	0,228	0,255	0,170	0,228	0,232	0,218	0,305	0,339
Euro 3	0,138	0,193	0,197	0,110	0,204	0,232	0,146	0,204	0,209	0,189	0,276	0,310
Euro 4	0,104	0,159	0,163	0,074	0,168	0,196	0,110	0,168	0,173	0,153	0,240	0,274
Euro 5	0,081	0,136	0,140	0,062	0,156	0,183	0,098	0,156	0,160	0,138	0,225	0,259
Euro 6	0,081	0,136	0,140	0,050	0,144	0,172	0,086	0,144	0,149	0,115	0,202	0,236

(*) Urban area = all local and regional roads that are not highway. Viapass ed.1/7/2022

Source : Viapass <https://www.viapass.be>

Les OBU doivent être allumés en permanence, dès lors que le camion est en circulation, et ce même si le véhicule emprunte des routes non soumises à péage. Ce sont ainsi presque 150 000 OBU qui sont activés sur un jour ouvrable (Viapass, rapport annuel 2021).

Notons enfin que le dispositif concerne tout autant les camions belges que les camions immatriculés à l'étranger, ces derniers représentant plus de 80% des OBU (Viapass, rapport annuel 2021).

En résulte une collecte particulièrement volumineuse de données sur les flux logistiques par les fournisseurs d'OBU, qui ont alors l'obligation de les partager avec Viapass ainsi que les trois régions belges.

Description du terrain d'études

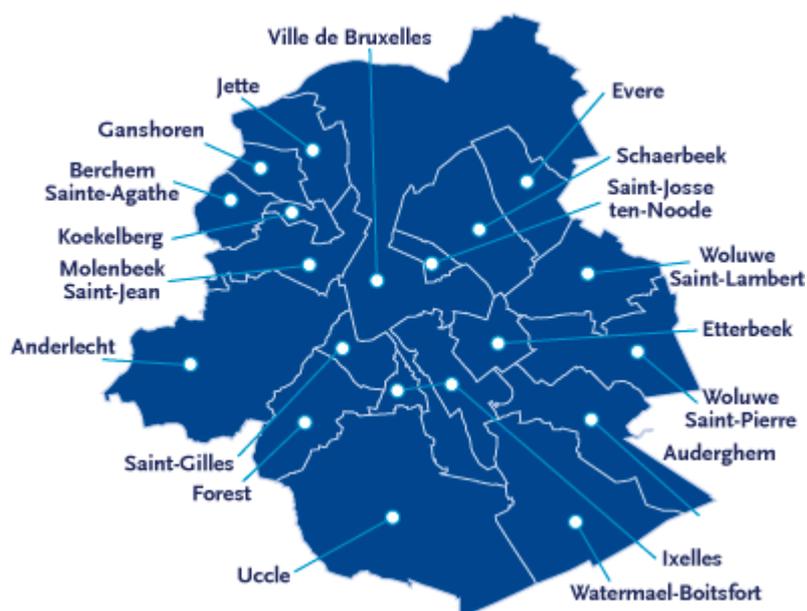
Si le dispositif est en vigueur sur l'ensemble du territoire belge, notre analyse se basera sur des travaux de recherche portant plus spécifiquement sur la Région Bruxelles Capitale.

Région Bruxelles Capitale

Une région capitale

La Région Bruxelles Capitale est l'une des trois régions belges. Elle compte environ 1 250 000 habitants (soit près de 10% de la population nationale) répartis sur 19 communes, dont la Ville de Bruxelles en son centre. Cette agglomération constitue le premier bassin d'emplois belge - en particulier grâce à l'importance du secteur tertiaire - et le second bassin industriel de Belgique après Anvers.

Figure 41 - Carte des communes de la Région Bruxelles Capitales



Source : <https://be.brussels/a-propos-de-la-region/les-communes-de-la-region-de-bruxelles-capitale>

Elle s'étend pourtant sur seulement 161,4 km², soit moins de 1% du territoire national. Il s'agit d'une région essentiellement urbaine, presque intégralement comprise à l'intérieur d'un anneau autoroutier formé par l'E19 et l'E40.

Poids dans le trafic poids lourd national

En 2021, 9,9 millions d'euros ont pu être récoltés dans la région Bruxelles Capitale grâce au péage kilométrique, soit 1,2% du total (Viapass, rapport annuel 2021). Le réseau bruxellois accueille environ également 1% des kilomètres parcourus en Belgique, Cependant, Hadavi et al. (2019) estiment que 5,5% des camions circulant chaque jour en Belgique empruntent les routes bruxelloises, témoignant de l'attractivité économique de la région capitale.

Les On-Board Units (OBU)

Le dispositif

L'objectif du dispositif

Les objectifs du prélèvement kilométrique, tels qu'exprimés dans le premier rapport annuel d'évaluation (2014-2015) concernent :

- faire supporter de manière équitable le coût des investissements et de l'entretien des routes par leurs utilisateurs,
- améliorer la mobilité sur le territoire en incitant les usagers à organiser plus efficacement le transport de marchandises,

- contribuer à l'amélioration écologique des transports en taxant la pollution atmosphérique en fonction des émissions des véhicules soumis au prélèvement kilométrique.

Ce péage relève donc de deux catégories usuelles de péages routiers : péage de financement (les recettes étant utilisées pour financer des projets routiers) et péage environnemental (le coût étant proportionnel à la distance et variant selon la norme Euro du véhicule, incitant ainsi à une réduction des kilomètres et à un renouvellement de la flotte). A noter qu'en Flandre et dans la Région de Bruxelles-Capitale, le prélèvement kilométrique est une taxe. En Wallonie, il s'agit d'une redevance soumise à la TVA, dans la mesure où le réseau routier est géré par l'entreprise privée Sofico.

Viapass est l'organisme public qui représente les trois régions, surveille et contrôle la bonne mise en œuvre du prélèvement kilométrique. Les fournisseurs d'OBU collectent le péage pour le compte de Viapass.

L'On-Board Unit est un appareil intelligent qui calcule le péage dû en fonction de plusieurs paramètres :

- le nombre de kilomètres parcourus (calculé par des signaux satellite)
- sur quel type de route ces kilomètres ont été parcourus et
- par quel véhicule : le tarif du péage dépend du poids (Masse Maximale Autorisée du Train) et de la classe d'émission Euro du véhicule.

Ces paramètres sont estimés grâce aux relevés, toutes les 30 secondes, de la position GPS du véhicule, sa vitesse et sa direction ainsi qu'à des informations relevées lors de l'acquisition du dispositif (plaque d'immatriculation, MMA, classe Euro, code pays).

Figure 42 - On-Board Unit de Satellic, fournisseur agréé



Source : <https://www.satellic.be/fr/le-systeme-de-prelevement-kilometrique-en-belgique>

Les OBU occupent donc une place cruciale dans le bon fonctionnement du prélèvement kilométrique. Tous les véhicules concernés doivent être équipés d'un OBU affichant à tout moment un voyant vert (et aucun message d'erreur).

Le public concerné

Le prélèvement concerne les propriétaires de poids lourd, quels que soient leur nationalité et le pays d'immatriculation du véhicule, appartenant à une des deux catégories suivantes :

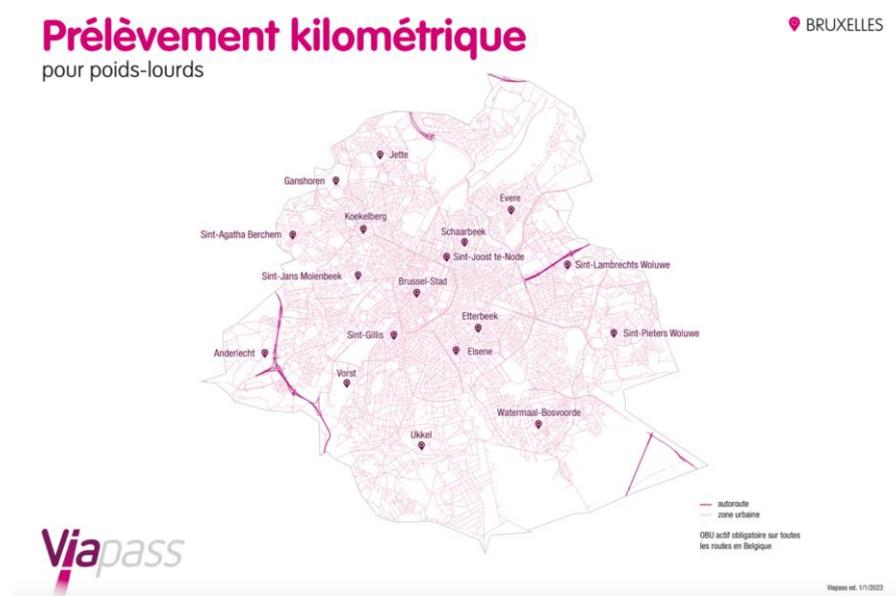
- Les poids lourds ayant une Masse Maximale Autorisée (MMA) de plus de 3,5 tonnes.
- Les tracteurs de semi-remorque de catégorie N1 avec le code carrosserie BC, quel que soit leur poids (depuis le 1er janvier 2018).

Il existe cependant des régimes d'exemptions : véhicules d'ambulance, mobile home, véhicule-école, etc. (cf Annexe n°3).

Les espaces concernés

A l'échelle de la Belgique, l'obligation d'utiliser l'OBU concerne toutes les voies de circulation, (ce qui offre une opportunité de données sur l'ensemble du réseau) même si seules certaines routes sont soumises au prélèvement kilométrique. Ainsi, en Flandres et en Wallonie, c'est principalement sur le réseau magistral que le prélèvement s'applique. A l'échelle de la région de Bruxelles, toutes les routes sont soumises au prélèvement kilométrique. Une distinction est cependant opérée selon la hiérarchie des voies : le coût au kilomètre du péage est plus faible sur les autoroutes que sur les autres voies de la région, afin d'inciter les camions à rester sur le réseau magistral et à emprunter le moins possible le réseau local.

Figure 43 - Carte des voies de circulation concernées par le prélèvement kilométrique et tarifs applicables dans la région Bruxelles-Capitale



Source : <https://www.viapass.be/fr/downloads/cartes/>

Horaires de fonctionnement

Le prélèvement kilométrique est en vigueur 24h/24, 7j/7. Les chauffeurs des véhicules concernés doivent maintenir le boîtier OBU allumé en permanence lorsque le véhicule est en circulation, qu'il se trouve sur une section à péage ou non. Pour éviter les oublis, les nouvelles générations de boîtier se mettent en route lors de l'allumage du moteur.

Les modalités d'utilisation

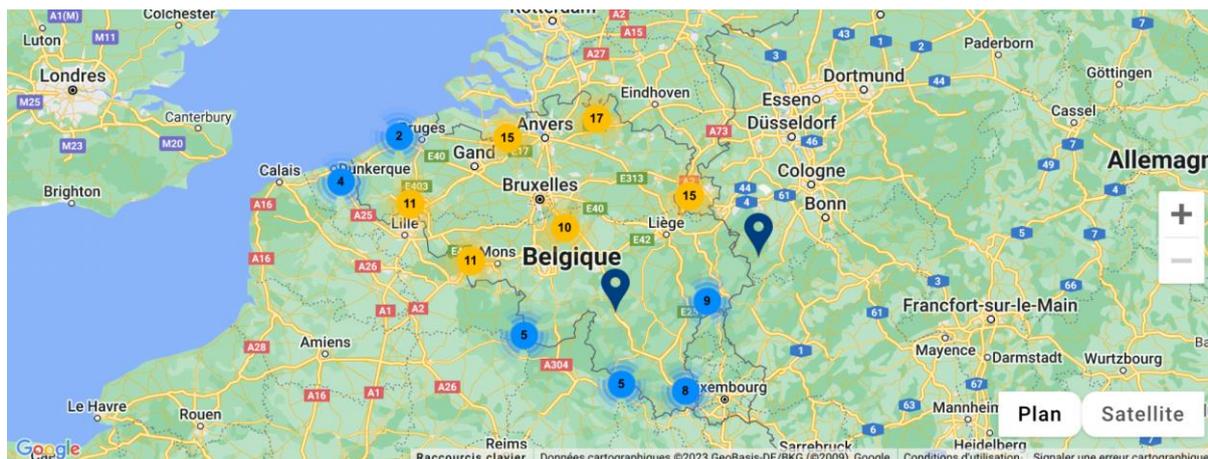
Les utilisateurs peuvent commander en ligne les OBU, et recevoir le boîtier par voie postale. Les OBU peuvent également s'acquérir dans l'un des 114 points de service Viapass du territoire belge, ainsi qu'étranger, aux abords des frontières nationales, grâce à des distributeurs automatiques.

Figure 44 - Distributeur Viapass d'On-Board Units



Source : Médiathèque Viapass <https://www.viapass.be/fr/mediatheque/>

Figure 45 - Carte des points de services



Source : <https://www.satellic.be/fr/service-points>

Les différents fournisseurs d'OBU sont libres de définir les modalités d'acquisition des OBU. Ainsi, en fonction de l'opérateur, les usagers peuvent soit acquérir un OBU gratuitement contre une caution (135 euros chez Satellic), soit payer le coût d'utilisation de l'OBU à travers les frais d'abonnement au service chez d'autres opérateurs (dont les modalités peuvent varier, par exemple, selon l'intensité de l'usage).

Figure 46 - Référencement d'un point de service en France aux abords de la frontière Belge

Garage
SERVICE POINT SAINGHIN-EN-MÉLANTOIS (F414: VM110/VM137)
GPS: 50.5867 - 3.1398 | 50° 35' 12.12" - 3° 8' 23.28"

Adresse
[Lavatrans Truckwash](#)
[Rue des Sureaux](#)
[59262 Sainghin-en-Mélantois](#)
[France](#)

Instructions
Le terminal de péage se situe à proximité du rond point, à l'entrée du Lavatrans Truckwash

Fermer



Source : <https://www.satellic.be/fr/node?page=10>

Au moment de l'acquisition de l'OBU, l'utilisateur est invité à enregistrer son véhicule en précisant le pays d'origine, le numéro d'immatriculation, la Masse Maximale Autorisée du Train (MMAT) et la classe d'émission Euro du véhicule.

Dans le cas des tracteurs de semi-remorque de catégorie N1 avec le code carrosserie BC, le propriétaire doit également télécharger des documents qui indiquent clairement que le véhicule est un tracteur de semi-remorque de type N1 BC, notamment : le rapport

d'identification, la fiche technique, le certificat d'immatriculation, le certificat de conformité ou un document de conversion.

Pour terminer l'enregistrement du véhicule, l'utilisateur doit télécharger (au format pdf, jpeg, tiff ou png) ou scanner une copie de tous les documents pertinents justifiant ces données.

L'OBU est ensuite couplé au véhicule (il est possible de coupler un OBU à un véhicule, puis le découpler pour le coupler à un autre véhicule), et l'OBU calcule automatiquement le péage dû, en fonction des relevés de position.

Si l'utilisateur a choisi d'acquérir un OBU chez Satellic, l'utilisateur peut choisir entre un régime de pré-paiement et un régime de post-paiement (lié à une carte de crédit ou une carte de carburant). Le propriétaire du véhicule reçoit, deux fois par mois, (via le Portail des utilisateurs) les documents de facturation correspondant au montant du péage à verser à Satellic. Le paiement est automatique, et le montant du péage versé à Satellic est immédiatement reversé aux trois régions.

Les modalités de contrôle

Des portiques de contrôle, au nombre de 39 à l'échelle nationale, permettent aux forces de l'ordre de repérer lorsqu'un camion circule sans OBU en état de fonctionnement et de relever sa plaque d'immatriculation, grâce à des caméras laser et LAPI. Des contrôles mobiles peuvent également être réalisés grâce à des caméras mobiles installables au bord des routes (22 points de contrôle flexibles), ou de véhicules de contrôle spécialement équipés (38 voitures et motos).

Figure 47 - Chiffres-clés du dispositif Viapass (2021)



Source : Viapass, rapport annuel 2021

Figure 48 - Portique de contrôle avec caméras



Source : Médiathèque Viapass <https://www.viapass.be/fr/mediatheque/>

Figure 49 - Caméra de contrôle mobile



Source : Médiathèque Viapass <https://www.viapass.be/fr/mediatheque/>

Figure 50 - Les véhicules de contrôle de la Flandre et de la Wallonie



Source : Médiathèque Viapass <https://www.viapass.be/fr/mediatheque/>

Il existe une dernière forme de contrôle : le contrôle ex-post. Il s'agit alors, à partir des données récoltées, d'identifier les extinctions d'OBUS alors que le véhicule est en circulation, en comparant la dernière position avant extinction et la première position après rallumage.

Le montant de l'amende imposée par les autorités régionales varie entre 100 et 1 000 € selon les cas de figure.

Caractéristiques des jeux de données

Collecte, propriété, conservation et confidentialité des données

Légalement, les régions sont propriétaires des données. En pratique, c'est la plateforme Viapass qui collecte les données auprès des fournisseurs d'OBU, afin de procéder à la collecte des paiements, et les transfère ensuite aux régions.

Les données sont alors stockées sur les serveurs informatiques des régions, depuis lesquels les analystes peuvent procéder à des requêtes SQL pour extraire des données.

Les données mises à disposition de la police ne sont pas anonymisées. En revanche, les données transmises aux régions sont pseudonymisées : ce sont les fournisseurs d'OBU qui sont chargés de l'anonymisation.

Le pseudo-identifiant attribué à chaque camion est renouvelé toutes les 24h, empêchant le suivi des véhicules sur plus d'une journée.

Les données sont par ailleurs transmises a posteriori et non pas en temps réel :

- soit par *batch* mensuel, pour la collecte et le stockage des jeux complets de données ;
- soit, pour des données de la veille, lorsqu'une requête SQL spécifique est formulée.

Ces mesures permettent d'assurer le respect des dispositions du RGPD.

Des mesures sont également prises lors de la publication de résultats d'analyses. Par exemple, aucune analyse de couple Origine-Destination ne peut être publiée si moins de 30 camions sont concernés. De manière générale, Bruxelles mobilité doit également veiller à ne « pas causer de tort aux différentes entités économiques ».

Les données transmises aux forces de l'ordre en cas d'infraction - et contenant des informations sensibles telles que les plaques d'immatriculation - sont archivées sur le long terme (environ 10 ans).

Dans tout autre cas, l'information sur la plaque d'immatriculation est immédiatement détruite.

Concernant les autres informations, la situation diffère selon que la donnée est agrégée ou non. Les données désagrégées sont extrêmement volumineuses et sont détruites après trois mois, avant tout par souci d'économie. Les données agrégées, résultant du traitement et de l'analyse des données désagrégées, sont quant à elles beaucoup moins volumineuses et peuvent être archivées sur le long terme (environ 10 ans). A noter qu'une loi belge impose l'archivage sous format papier de ces données, pour conservation aux archives nationales. Cette loi s'avère mal adaptée aux volumes actuels de données collectées.

Les données récoltées

Un important travail d'ingénierie dans la gestion et le nettoyage des données est nécessaire, que ce soit pour la circulation des données (scripts, pipelines) ou la correction des données. Par exemple, il est nécessaire d'avoir recours à des procédures de *map matching* pour corriger les positions GPS des OBU (qui peuvent varier de 5 à 20 mètres en fonction des conditions météorologiques, de l'architecture, de la qualité du signal, etc.). L'opération consiste à repositionner les traces GPS erronées sur les tronçons de voirie les plus proches et/ou probables.

Par ailleurs, même si les différents fournisseurs d'OBU doivent respecter un cahier des charges quant au formatage des données, des différences peuvent exister, telles que le format des timestamps (horodatage) ou le fuseau horaire employé, les fournisseurs d'OBU pouvant provenir de toute l'Europe. Une harmonisation des données est donc nécessaire.

Tableau 4 - Données brutes récoltées

Données de caractérisation du véhicule	Données sur la position du véhicule (relevées toutes les 30 secondes)
Pseudo Identifiant du véhicule	Horodatage (timestamp)
Masse Maximale Autorisée	Coordonnées GPS
Nombre de Châssis	Vitesse instantanée
Code Pays	Direction du véhicule

Enfin, un important travail de traitement des données préalable à toute analyse est indispensable. Ainsi, des variables additionnelles peuvent être calculées (nombre de stops), notamment en vue de reconstituer les trajectoires et les couples origine-destination des véhicules.

Traitement et enrichissement des données

Il est donc possible, par traitement géomatique, de reconstituer toutes les trajectoires des camions et d'en dériver certains attributs tels que les matrices origine/destination, les itinéraires suivis et les kilomètres parcourus ainsi que de décrire les points d'arrêts.

Tableau 5 – Données collectées après traitement

Données de caractérisation du véhicule	Données sur la position du véhicule (relevées toutes les 30 secondes)	Données calculées sur les itinéraires (24 heures maximum)
Pseudo Identifiant du véhicule	Horodatage (timestamp)	Origine/Destination
Masse Maximale Autorisée	Coordonnées GPS	Itinéraires suivis
Nombre de Châssis	Vitesse instantanée	Kilométrage et durée
Code Pays	Direction du véhicule	Caractéristiques de voies empruntées
		Nombre d'arrêts, localisation et durée

Qualité, précision et représentativité des données

La mise en place des différentes procédures de nettoyage, de correction et de traitement des données prend près d'un an : traiter une nouvelle source de données si complexe n'est pas immédiat.

De plus, il aura fallu également du temps pour l'ensemble des transporteurs concernés de se conformer à la réglementation (obligation d'équiper les camions) et pour les chauffeurs de s'habituer à l'utilisation des OBU (prévenir les pannes et les oublis de mise sous tension, celle-ci n'étant pas liée à l'allumage du véhicule pour les modèles les plus anciens). Par ailleurs, les mesures de contrôle se sont multipliées, que ce soit au moyen de caméras ANPR ou de portails détectant, via bluetooth, si l'OBU est en état de marche.

Ainsi, si la qualité des données pouvait être jugée comme moyenne en 2016, elle apparaissait déjà meilleure en 2017 et s'est encore améliorée depuis.

Cependant, les camionnettes qui constituent une part importante de l'activité logistique, qui plus est en ville, échappent aux dispositifs OBU. Des enquêtes spécifiques ont alors été confiées à l'Université Libre de Bruxelles pour améliorer la connaissance sur l'activité logistique des camionnettes. Les chauffeurs sont interrogés lors des contrôles techniques obligatoires. Outre des informations sur les déplacements, est recueillie l'opinion des chauffeurs sur différentes problématiques, telles que les aires de livraison.

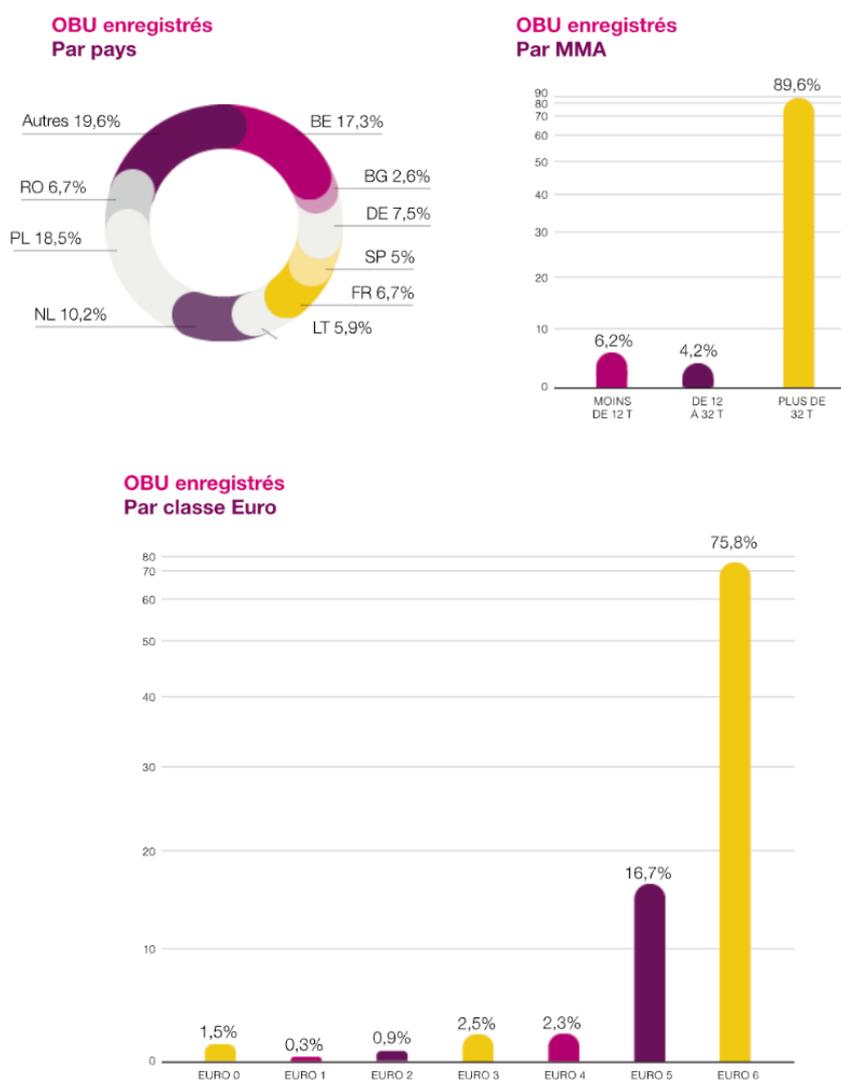
Utilisation et partage de la donnée

Utilisation par les institutions publiques

Rapports annuels Viapass

Viapass peut, grâce aux données récoltées, produire des indicateurs décrivant le trafic poids lourd à l'échelle du pays, concernant par exemple la répartition des OBU selon le pays d'immatriculation des véhicules (majoritairement étranger), la masse maximale autorisée (plus de 32 tonnes dans 9 cas sur 10), ou encore la classe euro (Euro VI pour 75%).

Figure 51 - Indicateurs nationaux sur la flotte PL empruntant les routes belges



LES CHIFFRES

Source : Viapass, rapport annuel 2021

Les données permettent également à Viapass de décliner cette série d'indicateurs à l'échelle régionale et de comparer ainsi le trafic poids-lourds entre les trois régions.

Figure 52 - Répartition des péages payés et kilomètres parcourus selon les régions



Source : Viapass, rapport annuel 2021

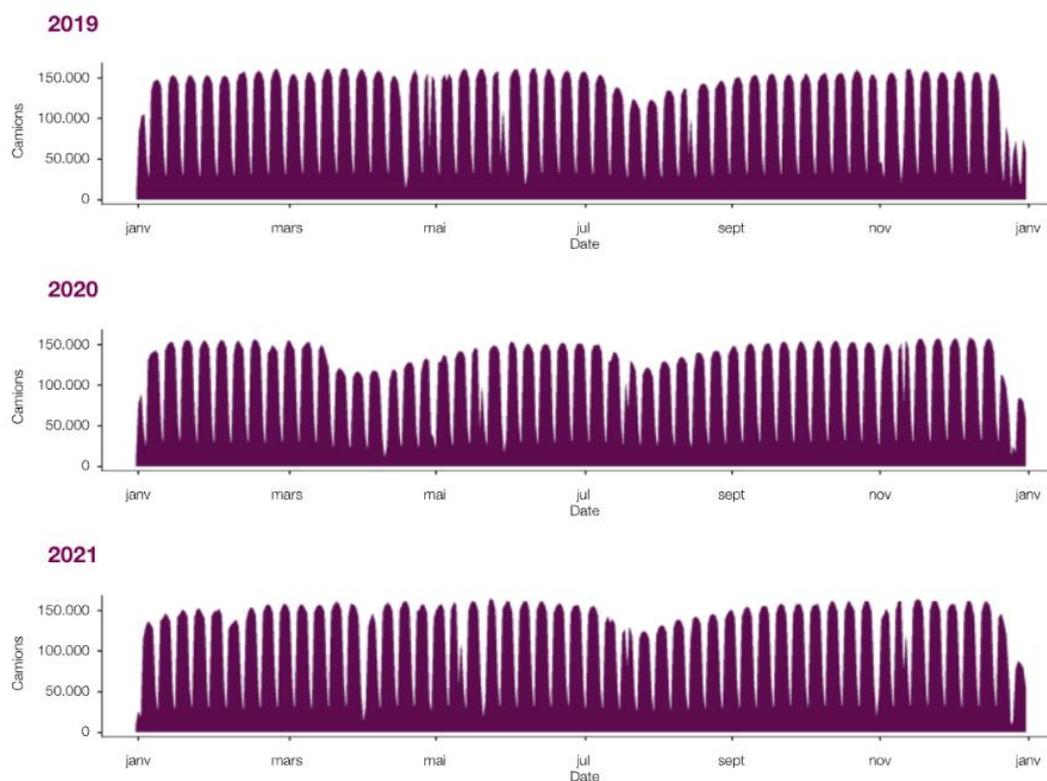
Ces données permettent un suivi quotidien de l'activité logistique, comme l'illustrent les analyses réalisées par Viapass sur l'impact de la crise sanitaire due à la pandémie de Covid-19.

Figure 53 - Nombre quotidien de camions en circulation sur les années 2019 à 2021

LES ANNÉES CORONA TRADUITES EN NOMBRE DE CAMIONS EN CIRCULATION EN BELGIQUE

Pendant les mois où la pandémie de corona faisait rage Viapass a surveillé attentivement le nombre de camions sur la route comme un indicateur de l'état de l'économie. Ces données ont été acceptées bien volontiers par le

Bureau fédéral du Plan qui les a inclus dans ses tableaux et prévisions. Viapass a publié ces statistiques sur son site web, qui ont également été très instructives pour l'ensemble du secteur des transports.



Source : Viapass, rapport annuel 2021

Ces indicateurs annuels - regroupés dans le tableau ci-après - s'intéressent par essence principalement à l'évaluation du dispositif du prélèvement kilométrique Viapass. Mais les données récoltées peuvent être le support de bien d'autres analyses.

Tableau 6 – Indicateurs annuels de suivi Viapasss

Indicateurs nationaux	Indicateurs régionaux
Nombre de camion par jours	Péage par région (euros)
OBU enregistrés par pays	Péage par région par mois (euros)
OBU enregistrés par MMA	Kilomètre par région par mois
OBU enregistrés par classe Euro	
Péage par mois (euros)	
Péage par pays d'enregistrement (euros)	
Kilomètres parcourus par nationalité	
Péage par MMA (euros)	
Péage par classe Euro (euros)	

Les analyses conduites en interne par Bruxelles Mobilité

Bruxelles Mobilités, service public régional chargé des équipements, des infrastructures et des déplacements, s'appuie sur ces données pour définir ses orientations politiques et faciliter leurs mises en œuvre.

Par exemple, les couples origine-destination sont analysés dans le cadre de projets d'urbanisme, notamment au sujet du développement de zones logistiques. Par ailleurs, les itinéraires empruntés peuvent être étudiés à une échelle fine afin de permettre à des bourgmestres de répondre à des plaintes de riverains concernant la quantité de camions circulant dans certaines rues. Il est alors possible de procéder à des comptages de camions rue par rue pour vérifier l'existence d'un problème et éventuellement prendre des mesures (telles que la fermeture d'une rue à la circulation des poids lourds, voire l'usage de plots).

Des outils de *datavisualisation*, présentant des données agrégées, sont également mis à la disposition des bourgmestres des 19 communes de la région bruxelloise et de leurs équipes techniques (avec différents niveaux d'accréditation selon le niveau de confidentialité des données). En pratique cependant, toutes les communes ne sont pas dotées de techniciens pouvant aisément manipuler et analyser ces données.

Enfin, les données récoltées peuvent être utilisées pour créer des indicateurs de suivi et définir des objectifs stratégiques dans le cadre du Plan Régional de Mobilité.

Figure 54 - Mobilisation des données des OBU dans le Plan Régional de Mobilité de Bruxelles-Capitale



1.B Le volet stratégique

Indicateur	Description	Valeur de référence	Cible/Évolution souhaitée	Sous-populations disponibles	Sources
Distances parcourues par les voitures ventilées par type de voirie, un jour ouvrable moyen hors congés scolaires	Estimation réalisée grâce au modèle multimodal de déplacements en extrapolant les résultats des heures de pointe du matin (6h-10h) et du soir (15h-19h) à la journée ((HPM + HPS) x 2).	Axes locaux : 3,84 Axes principaux : 4,92 Autoroutes/Ring : 1,52 TOTAL : 10,27 (unité : millions véh-km) (horizon 2018)	Axes locaux : 2,48 (-35% p/r 2018) Axes principaux : 4,21 (-14% p/r 2018) Autoroutes/Ring : 1,46 (-4% p/r 2018) TOTAL : 8,15 (-21% p/r 2018) (unité : millions véh-km) (horizon 2030)	-	Bruxelles Mobilité (modèle multimodal de déplacements)
Distances parcourues par les camions soumis au péage kilométrique (Viapass), ventilées par type de camion (poids et normes euro)	Évolution des distances parcourues par les camions soumis au péage kilométrique (Viapass), ventilées par type de camion (poids et normes euro).	62,06 (unité : millions véh-km) (2018)	↓ (2030)	Normes euro ou type de camion	Viapass
Nombre de déplacements un jour ouvrable moyen hors congés scolaires en lien avec le territoire de la RBC	Estimation réalisée grâce au modèle multimodal de déplacements en extrapolant les résultats des heures de pointe du matin (6h-10h) et du soir (15h-19h) à la journée.	5,4 millions de déplacements (2018)	5,4 millions de déplacements (diminution de 5% du nombre de déplacements par personne) (2030)	-	Bruxelles Mobilité (modèle multimodal de déplacements)

Source : Plan régional de mobilité Good Move (2020 - 2030)

Le partage des données

Les données ou certains résultats peuvent être partagés avec des tiers. Il est en revanche interdit de revendre ces données.

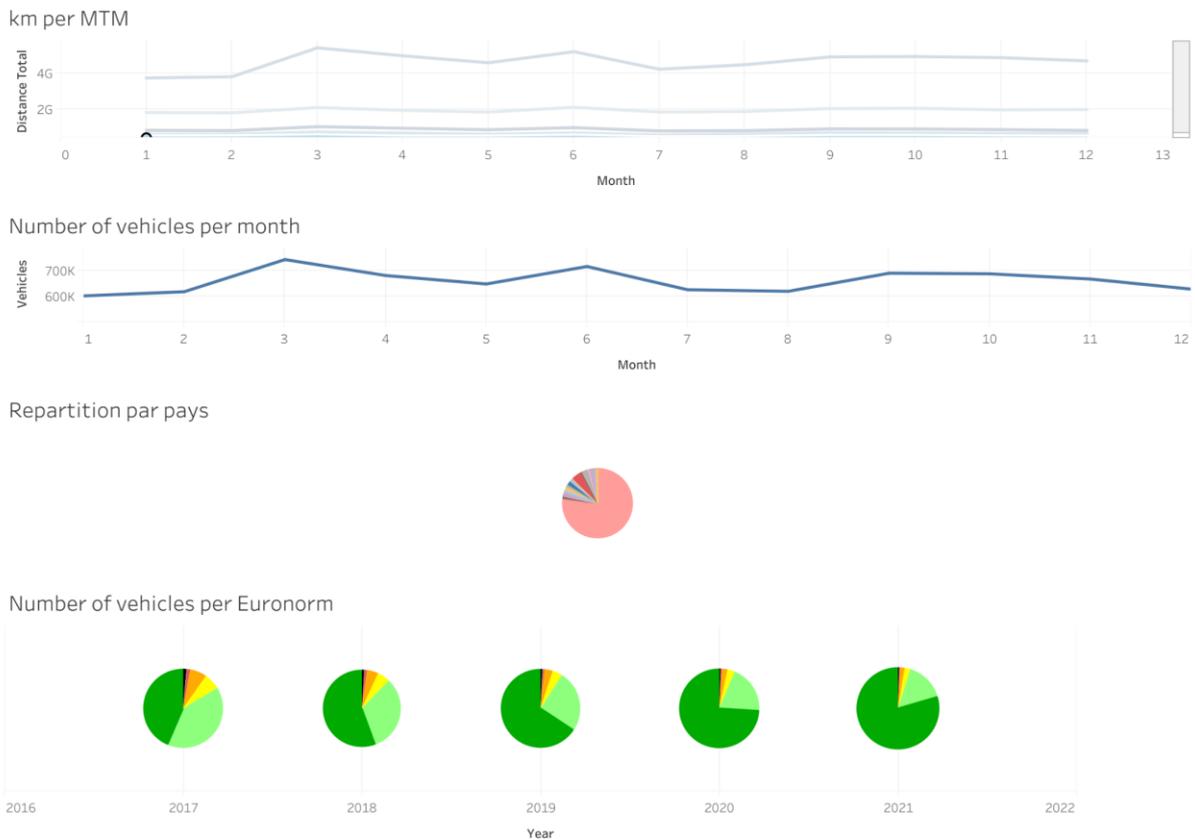
Mise à disposition de résultats à travers l'observatoire Good Move de la Région

De nombreuses analyses sont publiées sur l'Observatoire de la mobilité et de la sécurité routière de Bruxelles Mobilité¹² (cahiers, rapports d'études, notes techniques, etc.). Ces analyses peuvent alors mobiliser ponctuellement des données des OBU.

Des indicateurs mensuels ou annuels sont également publiés. Sont ainsi présentées la répartition par normes euro ou par pays des véhicules (annuels), ainsi que l'évolution mensuelle du nombre de véhicules et du nombre de kilomètres parcourus dans la région.

¹² <https://data.mobility.brussels/home/fr/>

Figure 55 - Tableau de bord des poids-lourds dans la région de Bruxelles



Source : <https://data.mobility.brussels/home/fr/observatoire/le-transport-de-marchandises/la-tarification-kilometrique-pour-les-poids-lourds/>

Les tables de données permettant la construction de ces graphiques ne peuvent cependant pas être exportées : seuls des formats image des graphiques peuvent être téléchargés. Les valeurs ne sont consultables que “point par point” en cliquant sur le graphique interactif en ligne.

Figure 56 - Exemple de consultation des valeurs “point par point” dans le tableau de bord des poids-lourds dans la région de Bruxelles



Source : <https://data.mobility.brussels/home/fr/observatoire/le-transport-de-marchandises/la-tarification-kilometrique-pour-les-poids-lourds/>

De manière générale, aucun indicateur ni aucune donnée issue des OBU n'est accessible en open data sur l'observatoire.

Partage des données avec les universités

Les données peuvent être - et sont régulièrement - partagées avec des chercheurs. Cela entraîne cependant des questions d'ordre financier. Sur le plan technique, les chercheurs peuvent aisément accéder aux données au moyen d'une API. Ces requêtes ont néanmoins un coût, les données étant stockées sur des serveurs cloud en location. Des conventions doivent alors être signées entre les différentes parties, pour déterminer qui de Viapass ou de la région doit payer pour ces requêtes (les universités ne pouvant acheter ces données) d'une part, et pour cadrer la recherche afin de limiter le coût des requêtes d'autre part.

La signature de ces conventions peut prendre jusqu'à quelques mois. Il est fréquent que la question financière soit résolue par le recours aux enveloppes budgétaires régionales dédiées à la recherche : plutôt que d'être versés aux universités, ces fonds sont directement utilisés pour couvrir les frais d'acquisition des données.

Les universitaires peuvent également monter des conventions de partage de données directement avec les fournisseurs d'OBU, tels que Satellic, premier fournisseur qui capterait 60 à 80% du marché.

Les universitaires ont alors accès aux serveurs du fournisseur et peuvent ainsi copier en temps réel les données (sur une période d'un an, par exemple). A noter que la récolte requiert des niveaux d'équipement en matériel informatique de la part des universités adaptés aux volumes particulièrement élevés des données : approximativement ½ Go par camion par jour.

Le partage se fait gratuitement, mais de manière très encadrée, au moyen de conventions précisant le périmètre du projet et les conditions d'utilisation des données et leur durée de vie (généralement rattachée au terme d'un projet de recherche).

Les universitaires acquièrent généralement les données brutes, qui nécessitent d'importants traitements avant usage (*routing* ou comment retracer des itinéraires à partir des points), soit un travail similaire à celui opéré par les équipes de Bruxelles Mobilité.

Les travaux de recherche menés grâce à ces données laissent entrevoir l'univers des possibles en termes d'analyses possibles : créations d'indicateurs géographiques pour l'étude d'une zone spécifique (Hadavi et al., 2019) ; identification par traitement algorithmique de flux de poids lourds appartenant à un secteur d'activités spécifique tel que la construction (Brussaelers et al., 2023), l'information sur le secteur d'activité étant absente de la base de

données originale ; voire enfin calibrage et validation de modèles de simulation de trafic s'appuyant sur d'autres sources de données telles que des caméras LAPI (Hadavi et al., 2020).

Figure 57 - Identifications des principales entrées et sorties des camions dans la région de Bruxelles (en haut) et carte de chaleurs des principaux points d'arrêts recensés (en bas)

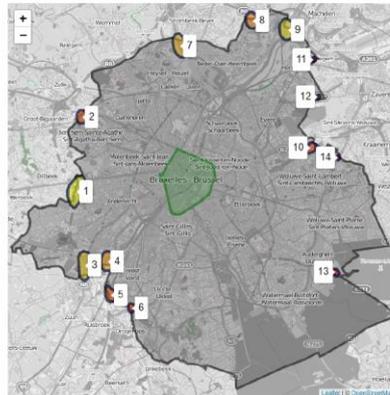


Fig. 13: Entry and exit zones
(Zone14: 17.3%, and Zone4: 14.7% are the most popular)

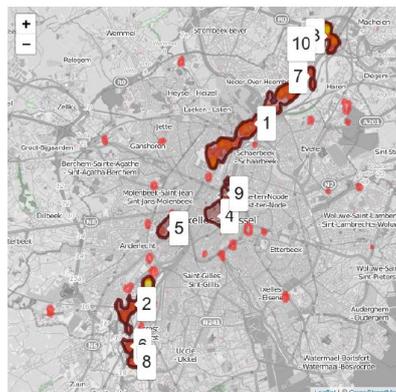


Fig. 22: Heat map of stopping points in BCR with top 10 marked

Source : Hadavi et al., 2019

Figure 58 - Analyse sectorielle portant sur le trafic généré par les sites de constructions bruxellois : cartographie des véhicules-kilomètres depuis ou vers les sites de construction selon la norme Euro des camions (à gauche) et de la pollution induite par ces flux selon la norme Euro (à droite).

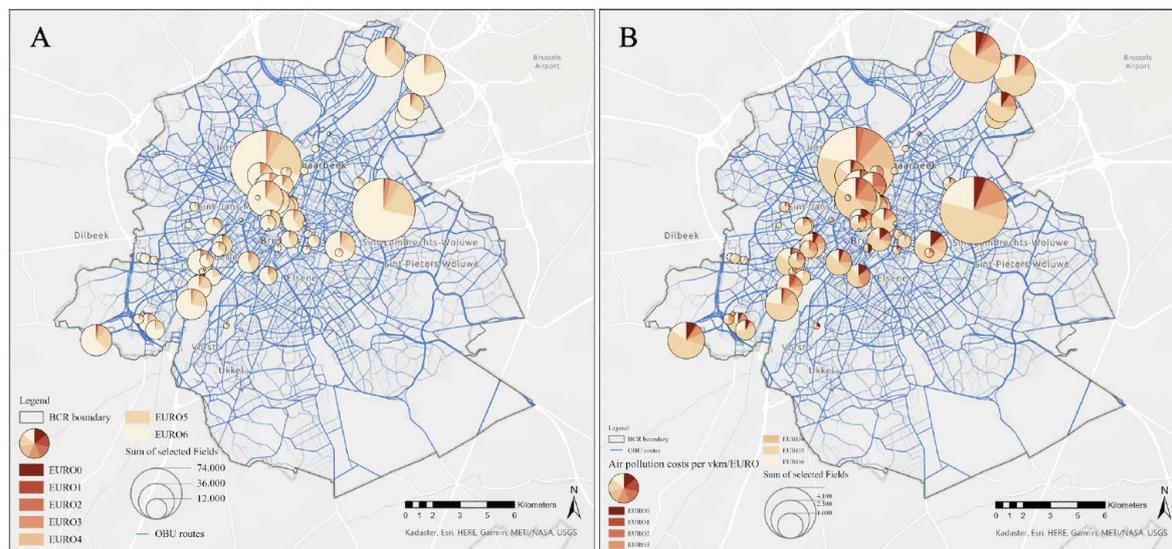


Fig. 7. Transport attraction in number of vehicle-kilometres per construction site, subdivided per (A) total vkm/EURO-norm and (B) external costs of air pollution/EURO-norm.

Source : Brusselaers et al. 2023

Figure 59 - Comparaison des trajectoires collectées par les OBU (à gauche) et par les caméras LAPI (à droite) dans le district de Mechelen-Willebroek.

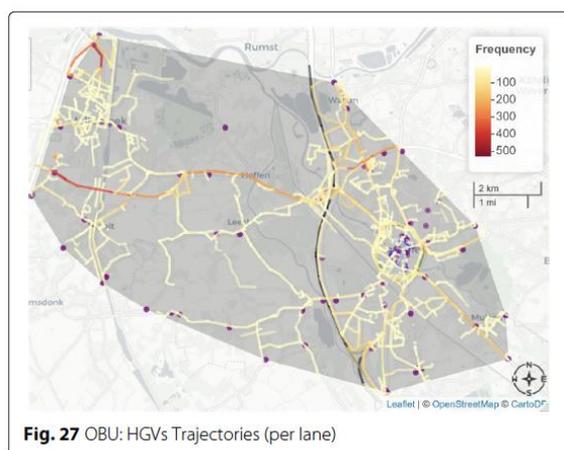


Fig. 27 OBU: HGVs Trajectories (per lane)

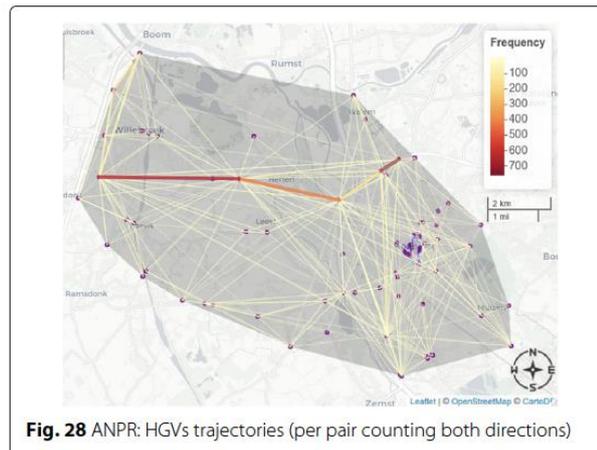


Fig. 28 ANPR: HGVs trajectories (per pair counting both directions)

Source : Hadavi et al., 2020

Malgré la richesse et la précision des données OBU, des limites sont à souligner. Il n'est pas possible de calculer directement des taux de congestion, des vitesses absolues basses ou nulles pouvant tout autant être le fait d'arrêt aux feux rouges et d'arrêts pour livraison que de congestion. Mais ces données sont utiles pour des exercices de simulation de la congestion.

Ces partages de données ont pu conduire à la mise en place d'autres partenariats. Par exemple, Satellic met à disposition de l'université (*Vrije Universiteit Brussel*) 500 boîtiers OBU afin d'étudier les comportements de mobilité de véhicules de fret non normalement captés par

le système de péage kilométrique : camionnettes, cargo bikes, etc. Les conventions détaillent la durée du prêt (12 à 18 mois), la responsabilité financière en cas de casse des OBU, le fournisseur d'OBU se réservant le droit d'arrêter le projet à tout moment.

Notons enfin que d'autres formes de collaboration entre le secteur privé et l'université (VUB) existent, notamment dans le monde de la construction. En échange de l'acquisition de données sur les plannings et tournées des entreprises, l'université produit et transmet aux entreprises des analyses de frais externes et des bilans environnementaux, ainsi que des pistes d'amélioration.

Conclusion de la partie 1

Cette première partie a présenté une analyse particulièrement détaillée de différentes sources de données intéressantes la logistique urbaine identifiées sur trois terrains d'études.

Rotterdam

Le cas de Rotterdam a permis d'identifier un éventail de sources de données de nature différentes : données des caméras LAPI - en open data ou non, données partagées volontairement par les entreprises (dans le cadre du programme Ecostars ou du Covenant), enquête annuelle transport de marchandise du bureau national des statistiques (CBS) ou encore expérimentation de *geofencing* pour le passage en zéro émission de véhicule hybride aux abords de la future zone zéro émission.

Les caméras à lecture automatisée de plaque d'immatriculation assurant le contrôle de la ZFE-f et la mesure du trafic constituent des sources de données potentiellement utiles à la mesure et l'analyse de l'activité logistique en ville, à condition de pouvoir être facilement enrichies d'autres jeux de données (registre des immatriculations). Le positionnement des caméras et leur contexte de déploiement influencent grandement la pertinence des données : les caméras la ZFE-f, répondant à la logique de contrôle, ne permettent par exemple que l'identification des entrées, et non pas des sorties des véhicules. L'agrégation des données apparaît comme une condition nécessaire à leur diffusion et leur utilisation, pour respecter les dispositions du RGPD (respect de la vie privée) ou pour ne pas porter atteinte au secret commercial. Cette agrégation est particulièrement forte dans le cas de données ouvertes (ne permettant pas de suivre les véhicules malgré le bon maillage en caméras).

Les données volontairement partagées par les entreprises dans le cadre du programme Ecostars, en particulier sur la flotte de véhicules des entreprises, permettent d'accompagner - politiquement - la mise en œuvre de la future zone zéro émission (ZECL). Elles ne constituent cependant pas des données suffisamment représentatives pour servir de matériau pour des études approfondies. De même, les possibilités de partage de données ouvertes aux signataires de la convention (*Covenant*) pour la mise en œuvre de la ZECL n'ont à ce jour pas abouti sur des réalisations concrètes. A l'inverse, les données partagées - obligatoirement mais automatiquement - par les entreprises néerlandaises tirées au sort par le bureau national des statistiques (CBS), bien qu'issue d'un échantillon responsable d'une faible part du total des expéditions (0,7%), s'avèrent particulièrement utiles à la modélisation des déplacements des véhicules de plus de 3,5 tonnes en zone urbaine. En effet, CBS met au service de l'enquête son savoir-faire en matière de construction d'échantillon représentatif et d'agrégation des données sensibles des entreprises. Une extension de ces enquêtes annuelles - qui existent également en France - aux véhicules de moins de 3,5 tonnes ou la

formation d'échantillons de plus grandes tailles permettrait d'améliorer encore la connaissance en matière de logistique urbaine.

Enfin, le développement rapide des capacités technologiques en matière de *geofencing*, permettant par exemple de contrôler l'utilisation et le respect des aires de livraison ou le respect des dispositions d'une zone zéro émission par des véhicules hybrides, ouvre des perspectives nouvelles en matière de gestion de l'espace public et de récolte de données.

Barcelone

La Ville de Barcelone a profité de la révision de sa stratégie de gestion de l'espace public en termes de stationnement dans les années 2010 pour engager une démarche de numérisation de ce service public urbain. Aussi, la quasi-totalité des 10 000 aires de livraison maillant le territoire municipal de manière particulièrement fine sont aujourd'hui "connectées".

L'application SPRO, succédant à l'application AreaDUM, permet à près de 100 000 professionnels de stationner de manière légale et gratuite pendant 30 minutes (ou plus, dans certains cas). Si l'application SPRO n'est pas l'unique canal par lequel régulariser le stationnement, elle bénéficie d'une très large diffusion auprès des professionnels, puisque 96 % des tickets sont générés via l'application (contre respectivement 3% et 1% pour le SMS et le parcmètre). Ce sont ainsi près de 40 000 opérations quotidiennes qui sont recensées, ce qui constitue une importante source de données. Néanmoins, les services de la B:SM estiment que seulement 42 % des véhicules commerciaux (hors ayants-droits particuliers tels que les PMR ou véhicules de secours) stationnant sur les emplacements DUM éditent un ticket. Par ailleurs, une grande partie des opérations de livraison, en B2C notamment, seraient réalisées en dehors des zones DUM, leur très courte durée faisant que le risque d'amende demeure très faible pour les livreurs. Les données collectées via l'application SPRO ne traduisent donc qu'une partie de l'activité logistique barcelonaise et ne peuvent être considérées comme représentatives de celle-ci.

Elles sont cependant particulièrement précises. Elles offrent des potentiels d'utilisation à des niveaux désagrégés et extrêmement fins sur le plan spatial comme temporel, avec de plus des informations qualitatives sur le secteur d'activités (via l'application) et sur le type de véhicule (via l'enrichissement grâce au registre national des immatriculations).

Ces données sont largement appropriées par les acteurs locaux. La B:SM, qui collecte et stocke ces données, les utilise pour notamment optimiser son exploitation des places de stationnements et aires de livraisons de la ville. Ces données alimentent également les productions réalisées dans le cadre d'un observatoire de logistique urbaine animé par la *Barcelona Regional*, agence de développement urbain local. Elles sont également disponibles

en accès libre sur le site d'open data de la ville de Barcelone. Seules les données de la veille sont disponibles et les données historiques n'apparaissent pas accessibles. La constitution - a posteriori - de séries historiques utilisables par la recherche académique est cependant possible, la B:SM ne supprimant pas les données récoltées. Il apparaît donc quelque peu surprenant qu'un seul projet de recherche mobilisant les données de l'application ait pu être identifié.

Bruxelles

Le prélèvement kilométrique est applicable aux poids lourds (et tracteurs de semi-remorques de moins de 3,5t) - nationaux comme étrangers et la totalité du territoire belge est concerné par ce péage kilométrique, même s'il est laissé aux trois régions le soin de définir et les routes à péage et les montants applicables. La région Bruxelles-Capitale a fait le choix de rendre toutes ses routes payantes, en incitant cependant les poids lourds à emprunter le réseau magistral (où le tarif kilométrique est plus faible).

La définition des distances parcourues et donc des prix à payer est permise par l'installation de boîtiers GPS appelés "*On-Board Units*" (OBU). Ces OBU doivent être allumés en permanence par tout camion circulant sur le territoire national. Ils transmettent, toutes les 30 secondes, les coordonnées spatiales du véhicule, sa vitesse instantanée et sa direction, en plus d'informations concernant le véhicule (catégorie, Masse Maximale Autorisés, code Pays, etc.). Les dispositifs de contrôle (fixes, mobiles et ex-post) et le montant des amendes encourues en cas de non-respect des obligations vis-à-vis des OBU ont permis une très large adoption des dispositifs. Il est ainsi possible, à partir des données récoltées, de reconstruire de manière très précise les trajets empruntés par tous les poids-lourds circulant en Belgique. Les données représentent donc l'ensemble de la population d'études, et non pas un échantillon. De plus, ces données sont récoltées quotidiennement, permettant la création de séries historiques fines. Les données récoltées par les fournisseurs d'OBU sont ensuite transmises à Viapass puis aux régions.

Viapass concentre ses analyses sur le fonctionnement du prélèvement kilométrique quand la région de Bruxelles, à travers le service public Bruxelles Mobilité, s'approprie ces données pour appuyer ses décisions en matière de politique de logistique urbaine (de l'adaptation des règles de circulation aux projets d'immobilier logistique). Des résultats d'études ainsi que des indicateurs sont publiés sur le site de l'observatoire des mobilités de la région bruxelloise.

Ces jeux de données - qui ne peuvent être vendus à des tiers - sont néanmoins rendus accessibles aux chercheurs, soit par Viapass, soit directement par des fournisseurs d'OBU, au moyen de conventions encadrant très précisément l'objet des projets de recherche. Les

coûts de mise à disposition des données sont généralement supportés par des fonds régionaux de recherche & développement (les universités ne pouvant acheter ces données).

Partie 2 : évaluation des jeux de données

Constitution d'une grille d'analyse

Les informations réunies tout au long de cette étude nous ont permis de construire une grille d'analyse ayant pour finalité d'évaluer la qualité des jeux de données sur la logistique urbaine et de faciliter la comparaison entre jeux de données. Cette grille d'analyse s'inspire également pour partie des critères pour l'analyse de la pertinence d'une source de données de mobilité produits par le CEREMA (CEREMA, 2022), résumé par le tableau ci-après.

Tableau 7 - Les critères pour l'analyse de la pertinence d'une source de données de mobilité selon le CEREMA

Méthode de collecte	Informations fournies par les données	Traitement des données	Coûts
Qui produit ces données ?	Quelles sont les principales variables de mobilité observées ?	Comment généralise-t-on les données à la population-cible ?	Quels sont les coûts d'acquisition/de maintenance des données ?
Quels sont les protocoles de collecte ?	Quelles sont les informations disponibles sur les unités observées ?	Peut-on mesurer des évolutions à partir de cette source ?	
Quelles sont les unités observées ?	Quelle est la précision de localisation des origines et des destinations ?	Comment les données s'intègrent-elles dans les modèles ?	
Comment est constitué l'échantillon ?	Quels sont les principaux biais connus ?		
Sur quelle période les données sont-elles collectées ?			
Comment la vie privée et le secret commercial sont-ils protégés ?			

Réalisation : F. Adoue, d'après CEREMA (2022).

Notre liste de critères diffère de celle proposée par le CEREMA en ce qu'elle se concentre sur le secteur de la logistique urbaine (plutôt que la mobilité en général), est moins centrée sur la finalité de modélisation (au profit d'indicateurs de suivi, par exemple) et vise à permettre les

comparaisons (en proposant une échelle de réponses fermés plutôt qu'une réponse ouverte pour chaque critère).

Ainsi, cette grille d'analyse s'appuie sur 15 critères, regroupés en 4 catégories principales :

- la description de l'activité logistique
- la géographie des flux
- la temporalité des données
- l'utilisation des données

Pour chacun des 15 critères, une valeur comprise entre 0 et 4 est alors attribuée pour qualifier le niveau de pertinence de la donnée :

- 0 : Nul/Non disponible
- 1 : Faible
- 2 : Modérée
- 3 : Elevée
- 4 : Complète

Description de l'activité logistique

Tout d'abord, les données peuvent comporter - ou non - des informations sur les biens transportés. Ces informations peuvent être simplement déduite du secteur d'activité de l'entreprise : catégories fines ou grandes classes peu détaillées, à l'instar des données récoltées via l'application SPRO à Barcelone. Il peut également s'agir d'une description précise de la nature des biens, et parfois complétée par des informations sur les volumes transportés (enquête du CBS aux Pays-Bas).

Des précisions peuvent également être fournies sur la nature des opérations (livraison/enlèvements, mode de stationnement, etc.). Il peut s'agir tout d'abord de la seule identification des arrêts (cas des données ouvertes de Barcelone sur l'Area DUM). Celle-ci peut être enrichie de la durée de l'arrêt (cas de Viapass en Belgique). Enfin la précision peut être considérée comme élevée lorsque s'y ajoute une qualification certaine de la nature des opérations (livraison/enlèvement) et l'information est complète s'y est également connu le taux de remplissage (cas des enquêtes annuelles de CBS).

Concernant les véhicules, les données peuvent préciser simplement la longueur des véhicules et en déduire une catégorie (cas des données open data des caméras LAPI de surveillance de trafic de Rotterdam), la catégorie de Masse Maximale Autorisée avec ou sans la possibilité de distinguer les véhicules de tourisme de ceux de transport de marchandise, ou enfin des informations plus précises encore, et souvent permise par l'enrichissement grâce aux registres d'immatriculations portant sur la catégorie de véhicules, la motorisation, l'âge et la norme euro (cas de tous les autres jeux de données étudiés, à l'exception des données ouvertes de l'area DUM de Barcelone).

Les données peuvent alors concerner une seule catégorie de véhicule (expérimentation de *geofencing* à Rotterdam), plusieurs catégories de véhicules logistiques (données ouvertes ou non de l'Area DUM de Barcelone, enquêtes de la CBS aux Pays-Bas ou dispositif Via Pass en Belgique), l'ensemble des véhicules logistiques motorisés (données, ouvertes ou non, des caméras LAPI à Rotterdam), ou enfin l'ensemble des véhicules de logistiques (y compris, donc, la cyclologistique, comme pour le cas du programme Ecostars à Rotterdam).

Enfin, les données peuvent être recueillis pour qualifier un seul secteur logistique, quelques secteurs logistiques (*geofencing* à Rotterdam), ou couvrir une grande variété d'entre eux (area DUM, Via Pass, enquête CBS), voire prétendre à l'exhaustivité (Caméras LAPI et Ecostars à Rotterdam).

Géographie des flux

La géographie des flux logistiques peut être décrite à travers l'identification des tournées (et points d'arrêts associés), la précision spatiale des points d'arrêts identifiés, l'identification des itinéraires empruntés, et la couverture spatiale des jeux de données.

Sur le premier point, les données n'offrent parfois que la possibilité de formuler des hypothèses sur les destinations, à partir des directions empruntées, comme lorsqu'est repéré un passage en direction du centre de Rotterdam, via une caméra LAPI ou un capteur permettant le *geofencing*. Dans d'autres cas il est permis une identification des origines, destinations et points d'arrêts intermédiaires. Celle-ci peut ne pas être systématique (Area DUM de Barcelone, programme Ecostars à Rotterdam. Lorsqu'elle est systématique, elle peut être basée sur des données théoriques (des TMS dans le cadre de l'enquête CBS) ou réelles (position GPS des dispositifs embarqués de Via Pass en Belgique).

Cette identification des points d'arrêts peut alors connaître divers degrés de précision spatiale : il peut s'agir d'une zone très large (avec par exemple la distinction entre une zone zéro émission du centre-ville et le reste de l'agglomération dans le cadre du programme Ecostars ou de l'expérimentation de Geofencing à Rotterdam), d'une zone modérément large telle qu'un quartier, ou un district de plusieurs km² (code postaux néerlandais à 4 chiffres de l'enquête CBS), d'une zone fine (<1km², codes postaux néerlandais à 6 chiffres de l'enquête CBS) ou des localisations exactes (adresse complète de l'enquête CBS, identification de l'aire de livraison de l'Area DUM ou géolocalisation fine (position GPS des dispositifs embarqués de ViaPass).

Les données permettent parfois de préciser les itinéraires empruntés. Il peut s'agir de la simple identification d'un point de passage, donnant la direction (caméras LAPI de la ZFE ou du contrôle de trafic à Rotterdam) ou de plusieurs points de passage avec possibilité de tracer

le véhicule (données de la B:SM à Barcelone). Les données peuvent atteindre un niveau suffisant d'information pour permettre une modélisation fiable des itinéraires (enquête annuelle CBS aux Pays-Bas) ou l'identification précise des itinéraires empruntés (position GPS des poids-lourds dans le cadre du péage kilométrique ViaPass).

Temporalités des données

Les données présentent le plus souvent des informations sur la temporalité de leur collecte.

Les événements enregistrés sont ainsi plus ou moins précisément situés temporellement : il peut s'agir d'agrégats, que ce soit sur de longues périodes (semaine, mois ou années dans le cadre du programme Ecostars), d'agrégats quotidiens (tranche de 24h pour les données ouvertes de l'area DUM de Barcelone), ou d'agrégats par heure ou plage horaire (données ouvertes des caméras LAPI à Rotterdam). Les données sont cependant souvent précisément horodatées : c'est le cas de tous les autres jeux de données.

Les données peuvent être récoltées à tout moment de la journée, ou sur des périodes spécifiques : quelques heures par jour, avec ou sans continuité, ou sur l'ensemble de la période diurne (comme les données de l'Area DUM, calées sur les heures de fonctionnement du dispositif de stationnement). Le plus souvent la collecte est cependant réalisée en continue sur l'ensemble des 24 heures que compte une journée (ensemble des autres cas, hors programme Ecostars, non concerné).

La continuité temporelle peut s'analyser, de manière complémentaire, à l'échelle de la semaine. En effet, si la collecte a généralement lieu tout au long de la semaine (7 jours), elle peut parfois être réalisée sur 1 à 4 jours, sur 5 jours (enquête annuelle CBS), ou encore sur 6 jours (lundi-samedi, comme à Barcelone, du fait de la fermeture du dispositif le dimanche).

L'utilisation des données

Il est enfin utile d'analyser sous quelles conditions les données peuvent être utilisées, à travers trois grandes questions : est-il possible de constituer des séries historiques ? Sous quelles conditions les données sont rendues accessibles (aux équipes de recherche notamment) et enfin, qu'en est-il de la représentativité des données?

Concernant l'historicité des données, plusieurs cas de figures peuvent être décrits :

- la collecte unique (avec constitution possible de séries historiques uniquement à l'intérieur de la période de collecte) : cela peut-être le cas lors d'une expérimentation, comme avec le cas des tests de dispositifs de *geofencing* à Rotterdam
- la collecte régulière permettant un suivi annuel : c'est le cas des données communiquées par les entreprises dans le cadre du programme Ecostars à Rotterdam ou dans le cadre de l'enquête annuelle du CBS aux Pays-Bas.
- la collecte régulière permettant un suivi mensuel

- la collecte continue permettant un suivi quotidien : données ouvertes ou non à Barcelone (Area DUM), à Rotterdam (caméras LAPI) et données des dispositifs embarqués de ViaPass en Belgique.

Ces données peuvent relever de différents régimes de mise à disposition du public ou des chercheurs. Il peut s'agir parfois de la simple publication de résultats d'analyses menées en interne par les organismes (programme Ecostars et caméras LAPI de la ZFE à Rotterdam). Pour avoir accès à des données brutes ou désagrégées, il peut être nécessaire de recourir à des conventions d'utilisation : celles-ci donnent un accès encadré aux données, précisément défini par la convention, et les données ne peuvent théoriquement pas être ré-utilisées en dehors du cadre du projet de recherche (données area DUM de la B:SM, données ViaPass). L'accès peut également être accordé par un agrément : les chercheurs agréés peuvent librement avoir accès aux données et les utiliser, à conditions de respect les conditions générales d'utilisation (qui s'imposent à tout utilisateur agréé) : c'est le cas des données de l'enquête annuelle sur le transport de marchandises du CBS. Enfin, les données peuvent être librement accessibles en ligne : ce sont les données ouvertes de l'Area DUM à Barcelone et des caméras LAPI de surveillance de trafic à Rotterdam.

Le dernier indicateur concerne la représentativité des données. Nous pouvons alors distinguer :

- des échantillons de petite taille non représentatifs (expérimentation de *geofencing* à Rotterdam)
- des échantillons de grande taille non représentatifs (programme Ecostars, Area DUM)
- des échantillons représentatifs (enquête annuelle CBS)
- des populations d'étude entières (caméras LAPI et dispositifs embarqués Via Pass).

Synthèse

Le tableau ci-après présente une synthèse des différents indicateurs.

Tableau 8 - Tableau de synthèse des critères d'évaluation

	0 Nul/non disponible	1 Faible	2 Modéré	3 Elevé	4 Complet
L'activité logistique	Précision sur les biens transportés	Secteur d'activité (grandes classes)	Secteur d'activité (classes détaillées)	Nature des biens transportés	Nature et volume des biens transportés
	Précision sur la nature des opérations	Identification d'arrêts uniquement	Identification d'arrêts + durée	Identification d'arrêts + durée + nature de l'opération (livraison, enlèvement)	Identification d'arrêts + durée + nature de l'opération (livraison, enlèvement) + taux de remplissage
	Précision sur les véhicules	Longueur du véhicule (déduction des catégories)	Catégorie de Masse Maximale Autorisée (sans distinction transports de personnes/marchandises)	Catégorie de véhicules (N1,N2,N3)	Catégorie de véhicules et informations associées à l'immatriculation (âge, motorisation, norme euro, etc.)
	Couverture de l'activité logistique en termes de catégorie de véhicules	Une seule catégorie de véhicules logistiques	Plusieurs catégories de véhicules logistiques	Ensemble des véhicules logistiques motorisés	Ensemble des véhicules logistiques (dont cyclologistique)
	Couverture de l'activité logistique en termes de secteurs d'activité	Un seul secteur d'activité	Quelques secteurs d'activité	Une grande variété de secteurs d'activité	Ensemble des secteurs d'activités
La géographie des flux	Identification des tournées (points d'arrêts)	Possibilité de formuler des hypothèses sur les destinations (à partir des directions empruntées)	Identification non systématique des origines, destinations et points d'arrêts intermédiaires	Identification systématique de l'ensemble des origines, destinations et points d'arrêts intermédiaires (données théoriques)	Identification systématique des origines, des destinations et points d'arrêts intermédiaires (données réelles)
	Précision spatiale des points d'arrêts	Zone très large (ex:distinction centre-ville/reste de l'agglomération)	Zone large (quartiers, plusieurs km2)	Zone fine (<1km2)	Adresse complète, identification de l'aire de livraison ou géolocalisation fine (GPS)
	Identification des itinéraires empruntés	Identification de points de passage (sans suivi possible)	Identification de points de passage (avec suivi possible)	Modélisation des itinéraires possibles	Identification précise des itinéraires empruntés
	Couverture spatiale (échelle de collecte des données)	Rue/Quartier	Ville/Centre-Ville	Métropole/Région	Pays
La temporalité des données	Précision temporelle	Agrégats par semaine, mois ou années	Agrégats quotidiens	Agrégats par heure/plage horaire	Horodatage disponible
	Continuité temporelle à l'échelle de la journée	Quelques heures par jour (discontinues)	Quelques heures par jour (continues)	Période diurne complète	Collecte 24/24
	Continuité temporelle à l'échelle de la semaine	4 jours ou moins	5 jours (jours de semaine)	6 jours (lundi-samedi)	7 jours
L'utilisation des données	Historicité de la donnée	Collecte unique (constitution possible de séries historiques uniquement à l'intérieur de la période de collecte)	Collecte régulière permettant un suivi annuel	Collecte régulière permettant un suivi mensuel	Collecte continue permettant un suivi quotidien
	Degré d'accessibilité des données aux chercheurs	Publication de résultats d'analyse	Convention d'utilisation des données	Agréments pour l'accès aux données	Données ouvertes
	Représentativité des données	Echantillon de petite taille non représentatif	Echantillon de grande taille non représentatif	Echantillon représentatif	Population d'étude entière

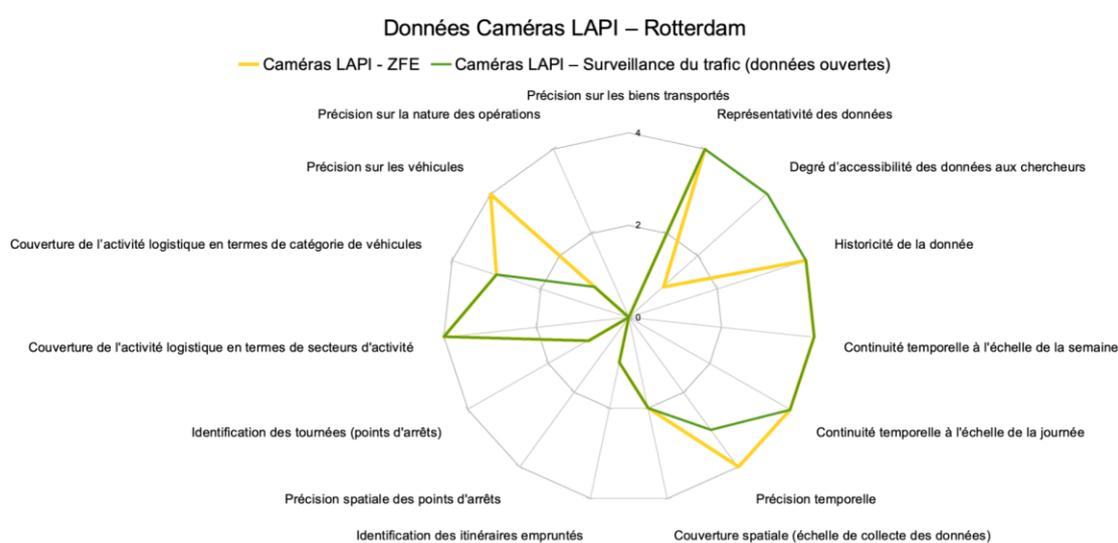
Application aux cas d'études

La représentation graphique de la grille d'évaluation appliquée aux différents jeux de données étudiées permet de mener des comparaisons utiles à l'analyse.

Données ouvertes et données non ouvertes

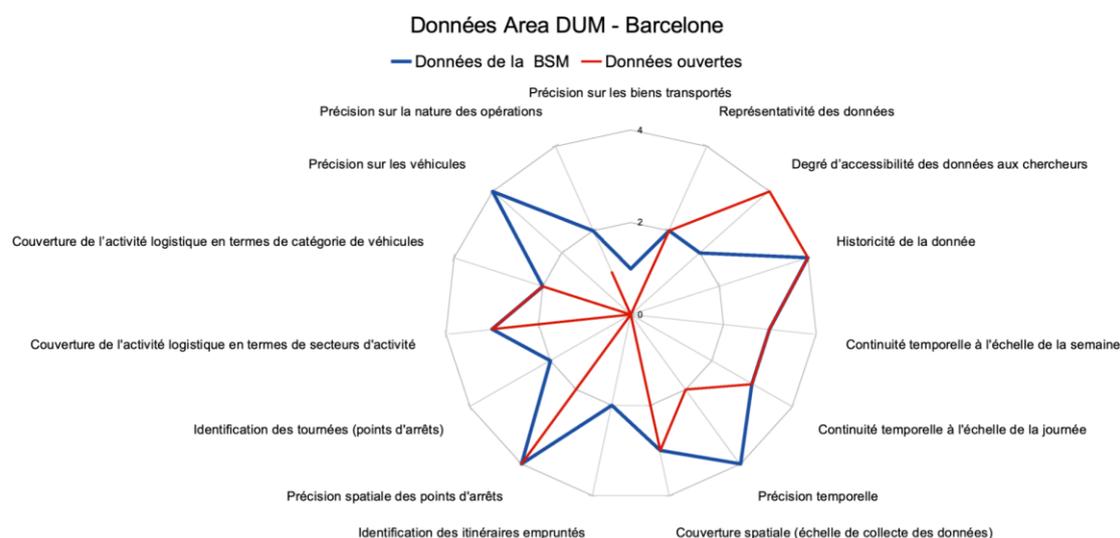
Deux jeux de données collectées grâce aux caméras LAPI à Rotterdam ont pu être identifiés, l'un en open data, l'autre réservé à un usage en interne. Si les caractéristiques sont similaires, on constate néanmoins une perte de la qualité des données avec leur ouverture : perte de précision sur les véhicules (absence d'enrichissement des données) et de précision temporelle (du fait de l'agrégation par heure).

Figure 60 – Evaluation des données des caméras LAPI à Rotterdam



C'est également le cas à Barcelone, où la même source de données conduit à la constitution de deux jeux de données sur les aires de livraison connectées. Les données ouvertes perdent la précision de l'horodatage du fait de leur agrégation à l'échelle de la journée. Les données sont également agrégées spatialement, à l'échelle de l'aire de livraison. Sont alors perdues les possibilités de suivi des utilisateurs (et donc de reconstitution des tournées et des itinéraires empruntés), mais aussi des informations sur les véhicules, la durée des arrêts (nature des opérations), et le secteur d'activité (précision sur les biens transportés).

Figure 61 – Evaluation des données de l’Area DUM à Barcelone

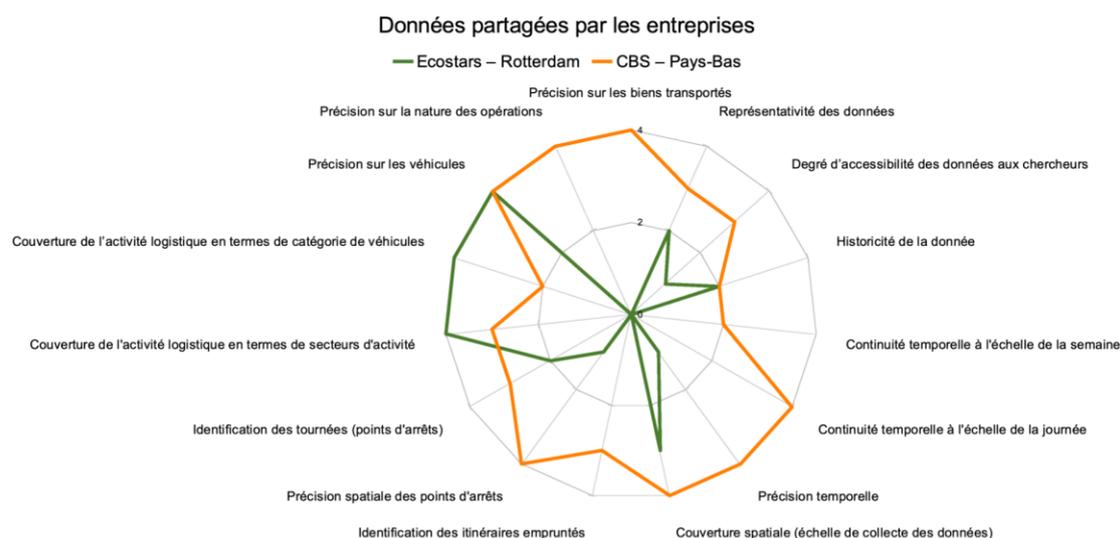


L'agrégation des données - et la perte de précision qui l'accompagne - apparaît nécessaires à leur diffusion en open data. Cependant, des informations utiles issues des données initiales ou des enrichissements pourraient être maintenues, sous le format de moyenne (durée moyenne d'un stationnement à Barcelone) ou de distribution (part des véhicules de norme Euro VI à Rotterdam, répartition des stationnements selon le secteur d'activité à Barcelone, etc.).

Données partagées activement par les entreprises

Deux cas d'études concernent des données partagées activement par les entreprises : le premier est le programme Ecostars à Rotterdam, le second est l'enquête nationale annuelle sur le transport de marchandises menée par le bureau des statistiques néerlandais (CBS). Si le programme Ecostars permet de s'intéresser à tout secteur de la logistique urbaine, ainsi qu'à tout type de véhicule lors du recueil d'information sur les entreprises participantes, les données demeurent largement non représentatives et imprécises (en dehors des informations sur la structure de la flotte de véhicule). A l'inverse, l'enquête CBS est construite afin d'être représentative du parc de poids-lourds néerlandais (>3,5t) et de fournir des informations précises sur la géographies des flux et les opérations réalisées. En revanche, du fait de sa nature (enquête par échantillon de 5 jours par véhicule) elle ne permet pas de couvrir l'activité logistique en continue à l'échelle de la semaine ou de l'année.

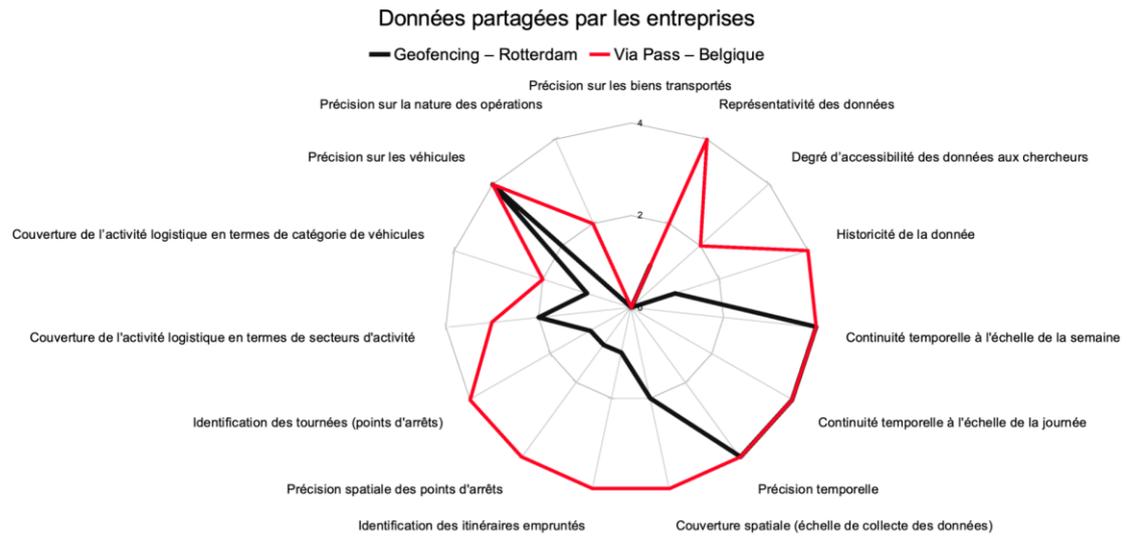
Figure 62 – Evaluation des données partagées par les entreprises aux Pays-Bas



Données partagées passivement par les entreprises

Enfin, deux cas d'études concernent des données partagées passivement par les entreprises. Il s'agit de traces numériques, captées soit par des dispositifs fixes installés sur les routes (cas du *geofencing*), soit par satellite, et dans les deux depuis des dispositifs embarqués sur les véhicules. Dans le premier cas, du fait de la nature expérimentale du projet, les données récoltées ne sont pas représentatives de l'activité logistique en ville. A contrario, dans le second cas, l'utilisation des OBU est une obligation légale : les données concernent alors presque 100% de la population d'étude et sont produites en continue. Ils présentent ainsi une qualité exceptionnelle sur le plan de la représentativité dont les chercheurs ne manquent pas de s'emparer. Notons cependant que la qualité de reconstitution des itinéraires dépend, dans le cas du *geofencing*, du nombre de capteurs fixes installés sur les routes : plus leur nombre augmente, plus la précision de reconstruction des itinéraires augmente. Ce type de données - même expérimental - peut donc malgré tout présenter un intérêt d'ordre méthodologique pour les chercheurs, compte tenu des défis techniques auxquels il est nécessaire de faire face dans la préparation des données.

Figure 63 - Evaluation des données passivement partagées par les entreprises à Rotterdam et en Belgique



Conclusion de la partie 2

Notre travail nous a conduits à construire une grille d'analyse afin de mieux appréhender la diversité des dispositifs socio-techniques produisant des données intéressant la logistique urbaine. Elle comprend 15 indicateurs qui concernent : l'activité logistique mesurée, la géographie des flux, la temporalité des données et les conditions de leur utilisation. Pour chaque critère, le dispositif est évalué selon des modalités de réponses fermées traduites par un score variant de 0 à 4.

Ainsi, cette grille d'analyse peut être utilisée pour faciliter les comparaisons entre différents dispositifs et guider ainsi l'analyse de futures études de cas. Nous pensons qu'il peut également être pertinent de mobiliser cette grille d'analyse dès la phase d'élaboration des dispositifs socio-techniques produisant ces données.

Conclusion générale

Trois études de cas européennes nous ont permis de recenser à la fois le contexte de production de nouvelles sources de données intéressant la logistique urbaine et le niveau d'appropriation de ces données par les acteurs locaux, institutionnels comme universitaires.

Ces nouvelles sources de données émergent à l'occasion de projets de politiques de transport, visant à encadrer l'activité de transport de marchandises à l'échelle de la ville ou à l'échelle nationale (pour le cas du péage kilométrique ViaPass en Belgique). Ainsi, les contours du projet influencent grandement la collecte des données : les données des caméras LAPI contrôlant la ZFE à Rotterdam renseignent uniquement les entrées dans la zone, les données des aires de livraison connectées de Barcelone ne sont récoltées en pratique que lors des horaires de fonctionnement des aires, etc. En Belgique, c'est parce que l'allumage des OBU a été rendu obligatoire dès que le véhicule est en mouvement, et ce même en dehors des tronçons payants (aidé par le fait que les nouveaux modèles se mettent en route automatiquement avec l'allumage des moteurs des véhicules pour éviter les oublis) qui a permis aux collectes de données d'être plus ambitieuses sur le plan spatial comme temporel. Cependant, les caractéristiques du péage conditionnent tout autant les données recueillies : le péage ne s'adressant pas aux véhicules utilitaires légers, les données demeurent aveugles quant à un large pan de la logistique urbaine, obligeant les pouvoirs publics à mener des enquêtes spécifiques sur ce sujet.

Ainsi, le développement de nouvelles sources de données dans le secteur de la logistique urbaine, à mesure notamment de la mise en place de technologies de régulation et de contrôle (caméras ANPR, aires connectées et applis, péages), permettra une connaissance très améliorée de la mobilité logistique (de type notamment « baromètre ») mais ne remplacera pas les besoins en termes d'enquêtes spécifiques.

L'analyse de ces trois cas d'études a débouché sur la constitution d'une grille d'analyse permettant de mieux appréhender la diversité des jeux de données et de leur contexte de production. Nous pensons que cette grille d'analyse peut à la fois faciliter les comparaisons entre différents dispositifs générateurs de données sur la logistique urbaine et guider les décisions lors de la préfiguration de tels dispositifs. Il apparaît utile d'intégrer à la réflexion sur la mise en œuvre et le contrôle de politiques de régulation de l'activité logistique en ville, la question des données massives produites par les technologies de contrôle. Cela peut notamment permettre d'éviter la production "d'angles morts" de ces futures données ou d'anticiper d'éventuelles difficultés de traitement. Par ailleurs, cela peut permettre d'anticiper

les questions liées à la gouvernance de ces données : propriété, contrôle de la qualité, respect de la confidentialité et conditions de diffusion.

En particulier, la question de la diffusion des données implique à la fois des questions d'ordres financiers (qui doit assumer le coût de stockage, de maintenance et d'extraction des jeux de données ?), et à la fois des questions formelles : l'accès aux données se fait-il à travers une convention, un agrément, ou une licence de données ouvertes ? Répondre à ces questions nécessite de déterminer qui assure le cryptage des données, qui procède au nettoyage des données, qui produit les agrégats nécessaires à la complète confidentialité des données et qui contrôle le respect de ces différentes étapes.

Cela interroge la place des tiers utilisateurs de ces données, en particulier les chercheurs : sont-ils simples utilisateurs de données "prêtes à l'emploi" (nettoyées, enrichies et agrégées), ou participent-ils à leur production en travaillant - sous le contrôle ou non du producteur de données - directement sur les données brutes, en partageant éventuellement leurs progrès méthodologiques sur la préparation des données (algorithme de nettoyage, de traitement, d'enrichissement, etc.) ?

Enfin, nous ne pouvons qu'encourager les administrations à œuvrer pour l'harmonisation des méthodes de collecte et des conditions de partage des données à l'échelle nationale et européenne afin d'améliorer la qualité des jeux de données actuels (en palliant le manque d'information sur les véhicules étrangers, par exemple) et de diffuser plus rapidement et plus largement les progrès scientifiques (en permettant par exemple d'appliquer une méthodologie développée pour un certain jeu de données sur un jeu de données similaires).

Bibliographie

ADEME, Rincenc Air, Pouponneau M., Forestier B., Cape F. 2020. Les zones à faibles émissions (Low Emission Zones) à travers l'Europe : déploiement, retours d'expériences, évaluation d'impacts et efficacité du système – Rapport. 170 pages.

Ballarano, D.; Petrelli, M.; Renna, A. Validation Method for a Multimodal Freight Transport Model Exploiting Floating Car Data. *Sustainability* 2022, 14, 5540. <https://doi.org/10.3390/su14095540>

Barcelona Regional & Ajuntament de Barcelona, (2022). Estratègia municipal de la distribució urbana de mercaderies, 1a Ronda de sessions de participació Distribució Urbana de Serveis (DUS) 28 Setembre 2022.

de Bok, M., Tavasszy, L., Kourouniotti, I., Thoen, S., Eggers, L., Nielsen, V. M., & Streng, J. (2021). "Simulation of the Impacts of a Zero-Emission Zone on Freight Delivery Patterns in Rotterdam". *Transportation Research Record*, 2675(10), 776–785. <https://doi.org/10.1177/03611981211012694>

de Bok, M., Tavasszy, L., Thoen, S., (2022), "Application of an empirical multi-agent model for urban goods transport to analyze impacts of zero emission zones in The Netherlands", *Transport Policy*, Volume 124, August 2022, Pages 119-127, [10.1016/j.tranpol.2020.07.010](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.010)

Brusselaers N., Huang H., Macharis C., Mommens K., A GPS-based approach to measure the environmental impact of construction-related HGV traffic on city level, *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 98, 2023, 106955, ISSN 0195-9255, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106955>.

Bruxelles Mobility, Good Move. Plan de mobilité 2020-2030. Plan stratégique et opérationnel, https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/plan_goodmove.pdf

B:SM, 2015, AREADUM : BARCELONA'S NEW URBAN FREIGHT DISTRIBUTION (UFD) SMART SYSTEM, support de communication, 14 Janvier 2015, Barcelone.

Cao C., Zhang X, Guo Z. (2020). Vehicle Routing Problem with Time Windows Arising in Urban Delivery. *Journal of Physics: Conference Series*. 1626. 012097. [10.1088/1742-6596/1626/1/012097](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1626/1/012097).

CEREMA, 2022, Collecte et utilisation de données de mobilité pour la modélisation des déplacements : Des enquêtes ménages-déplacements aux données massives, Les Ressources, 28p.

City of Rotterdam. State of ZECL. Progress of Zero Emission City Logistics in Rotterdam 2021. Rotterdam, City of Rotterdam, March 2022.

City of Rotterdam. Roadmap ZECL: Moving towards Zero Emission City Logistics (ZECL) in Rotterdam in 2025. Rotterdam, City of Rotterdam, 2019.

City of Rotterdam. Covenant ZECL. Together towards zero. Zero Emission City Logistics Rotterdam. Rotterdam, City of Rotterdam, December 2020.

Croce A., Musolino G., Rindone C. & Vitetta A. (2020). Route and Path Choices of Freight Vehicles: A Case Study with Floating Car Data. *Sustainability*. 12. [10.3390/su12208557](https://doi.org/10.3390/su12208557).

Dablanc, L. (2022a) « Quelles sources à disposition des villes pour mieux connaître la mobilité logistique ? Présentation à l'ATEC, 8 avril. Disponible sur : <https://www.lvmt.fr/wp-content/uploads/2019/10/ATEC-8-avril-2022.pdf>

Dablanc, L. (2022b) La logistique et la ville, questions environnementales et territoriales de la logistique urbaine. *L'Information Géographique*, 3, 49-77, Armand Colin

Eluru N., Li X., Pinjari A., Abdel-Aty M., Anowar S., Momtaz S.U., Iraganaboina N.C., Keya N., Dey B., Zhao D., Balusu S., Vinod Sheela P., (2018), Freight Data Fusion From Multiple Data Sources For Freight Planning Applications In Florida, 2018-05-01, <https://rosap.nrl.bts.gov/view/dot/36207>

Finance O., Adam A., Jones J., Thomas I., Révéler la polarisation économique d'une ville à partir de traces GPS de camions. Le cas de Liège. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 2019, 72(2019/1), pp.95-114. 10.25518/0770-7576.5816 hal-03020567

Gonzalez, J. & Kaufmann, V. (2020). Le stationnement comme levier du report modal : état des lieux sur les conditions de stationnement des actifs dans l'arc lémanique. *Transports urbains*, 137, 11-15. <https://doi.org/10.3917/turb.137.0011>

Hadavi, S., Rai, H.B., Verlinde, S. et al. Analyzing passenger and freight vehicle movements from automatic-Number plate recognition camera data. *Eur. Transp. Res. Rev.* 12, 37 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00405-x>

Hadavi, S., Verlinde, S., Verbeke, W., Macharis, C., & Guns, T. (2019). Monitoring Urban-Freight Transport Based on GPS Trajectories of Heavy-Goods Vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(10), 3747-3758. [8577021]. <https://doi.org/10.1109/TITS.2018.2880949>

Illemann T.M, Karam A., Reinau K.H., Vuk G., Overgaard C.H., 2020, Identification of best uses of private freight data to support planning needs in public road sector, Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University, ISSN 1603-9696

Viapass, Stable sans limite, Rapport annuel 2021, <https://www.viapass.be/fr/downloads/rapports-annuel/>.

Ko S., Lautala P., Zhang K. (2020). Data-Driven Study on the Sustainable Log Movements: Impact of Rail Car Fleet Size on Freight Storage and Car Idling. *Sustainability*. 12. 4563. 10.3390/su12114563.

Kolbay, B., Mrazović, P., Larriba-Pey, J.L. (2018). Analyzing Last Mile Delivery Operations in Barcelona's Urban Freight Transport Network. In: , et al. *Cloud Infrastructures, Services, and IoT Systems for Smart Cities*. IISSC CN4IoT 2017 2017. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 189. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67636-4_2

Leonhart M. (2017) Environmental and social effects of the rotterdam low emission zone: an empirical approach, Master Thesis, Erasmus University, Rotterdam

Lopez-Ruiz H.G., Nezamuddin, N., Al R. & Muhsen A. (2019). Estimating Freight Transport Activity Using Nighttime Lights Satellite Data Estimating Freight Transport Activity Using Nighttime Lights Satellite Data in China, India and Saudi Arabia. 10.30573/KS--2019-MP07.

Ma Y., van Zuylen H., Kuik R., "Freight origin-destination estimation based on multiple data source," 2012 15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 2012, pp. 1239-1244, doi: <https://10.1109/ITSC.2012.6338625>.

Mrazović, P. (2018). Crowdsensing-driven Route Optimisation Algorithms for Smart Urban Mobility (PhD dissertation, KTH Royal Institute of Technology).

Oliveira L., Alonso F., Silva M., Garcia, B.T. & Lopes D. (2020). Analysis of the Influence of Training and Feedback Based on Event Data Recorder Information to Improve Safety, Operational and Economic Performance of Road Freight Transport in Brazil. *Sustainability*. 12. 8139. 10.3390/su12198139.

Perrin, E. (2019). Des politiques de stationnement en quête d'efficacité. *Transports urbains*, 134, 5-8. <https://doi.org/10.3917/turb.134.0005>

Pinjari A., Bakhshi Zanjani A., Thakur A., Irmania A., Kamali M., Short J., Pierce D., Park L., 2014, Using truck fleet data in combination with other data sources for freight modeling and planning. Final Report prepared by USF for FDOT. 2014-07-01 Report Number: BDK84-977-20 URL : <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/27807>

Sjouke, T., van Dijk K., (2022) Engage, commit & share. Stakeholder engagement & data collection for ZECL in Rotterdam.

Slastanova, I (2022) Diagnostic aires de livraisons. Paris et Barcelone, support de présentation, 22 novembre.

Streng, J., Sjouke T., (2021) Zooming in on Urban Freight - Monitoring the introduction of a ZECL zone, Annual POLIS conference, 2021.

Toilier, F, Gardrat, M., Routhier, JL, Bonnafous, A. (2018) Freight transport modelling in urban areas: The French case of the FRETURB model. *Case Studies on Transport Policy*. 6, 4, 753-764.

Tables des illustrations

Table des figures

Figure 1 - Périmètre de la ZFE du port de Rotterdam (Maasvlakte 2)	14
Figure 2 - Périmètre de la ZFE du centre-ville de Rotterdam (Milieuzone)	15
Figure 3 - Périmètre de l'actuelle ZZE du centre-ville de Rotterdam ('s-Gravendijkwal)	16
Figure 4 - Périmètre de la future ZZE du centre-ville de Rotterdam (ZECL, en vert)	17
Figure 5 - L'imbrication des différentes instances de concertation à Rotterdam	18
Figure 6 - Localisation des caméras LAPI de contrôle de l'actuelle ZFE	19
Figure 7 - Données ouvertes sur le parc de véhicules néerlandais : tableau de données détaillé	20
Figure 8 - Données ouvertes sur le parc de véhicules néerlandais : répartition par catégorie de véhicule.....	20
Figure 9 - Exemple d'utilisation des données ouvertes du RDW : répartition de la flotte de transport de marchandises enregistrée à Rotterdam par catégorie de véhicules et de propriétaires et proportion de véhicules zéro émission.....	21
Figure 10 - Exemple d'utilisation des données des caméras LAPI contrôlant l'actuelle ZFE : répartition du trafic entrant dans l'actuelle ZFE selon la catégorie de véhicules et la proportion de véhicules zéro émission	23
Figure 11 - Localisation des caméras de mesure de l'état du trafic	23
Figure 12 - Données ouvertes des caméras LAPI de mesure du trafic : localisation des caméras à Rotterdam.....	24
Figure 13 - Données ouvertes des caméras LAPI de mesure du trafic : répartition moyenne par tranche horaire et selon le gabarit sur la période du 3 au 10 juin	25
Figure 14 - Exemple d'utilisation des données des caméras de mesure de l'état du trafic à Rotterdam : estimation des volumes par catégorie de véhicules	25
Figure 15 - Critères d'évaluation Ecostars.....	26
Figure 16 - Répartition des entreprises selon la classification Ecostars	27
Figure 17 - Article 4 de la convention Covenant ZECL Rotterdam portant sur le partage d'information et de données.....	27
Figure 18 - Répartition des organisations signataires de la convention selon le type de partage de connaissance et de données mentionnées dans le bilan d'activité dressé à 1 an.....	28
Figure 19 - Extrait du manuel d'utilisation du modèle Basgoed	31
Figure 20 - Simulations des expéditions entre centre de distribution	33
Figure 21 - Centres de consolidation urbains et volumes d'expéditions selon la nature des marchandises au sein de la zone zéro émission	33

Figure 22 - Plan des aires de stationnement sur voirie à Barcelone	37
Figure 23 - Modèle de panneau de signalisation indiquant les aires de livraison DUM dans les rues de Barcelone.....	38
Figure 24 - Impression d'écran du site de la métropole de Barcelone présentant les aires de livraison DUM et leurs caractéristiques (identifiant, adresse, capacité, horaires de fonctionnement et tarifs).....	39
Figure 25 - Impressions d'écran d'une vidéo présente sur le site de la métropole de Barcelone présentant le mode d'emploi du parcmètre pour le stationnement sur les aires de livraison DUM.	42
Figure 26 - Impressions d'écran de l'application SPRO.....	44
Figure 27 - Impressions d'écran d'une vidéo d'explication du fonctionnement de l'ancienne application AreaDUM	44
Figure 28 - Impressions d'écran d'une vidéo disponible sur la chaîne Youtube de la métropole de Barcelone présentant le mode d'emploi de l'application SPRO.	45
Figure 29 - Infographie de la B:SM présentant les chiffres-clés de l'application SPRO	48
Figure 30 - Usage de l'application (enregistrements sur SPRO) selon la durée de l'arrêt....	49
Figure 31 - Photographies de l'outil de data visualisation des données SPRO de l'Area DUM	49
Figure 32 - Analyses mobilisées pour la définition d'une stratégie municipale de distribution des marchandises en ville	50
Figure 33 - Impressions d'écran du site de la métropole de Barcelone présentant les aires de livraison DUM (en haut à gauche) et de l'outil de prévision de l'occupation des zones DUM	52
Figure 34 - Proportion de checks-in répétées indésirables par quartier (à gauche) et évolution du nombre de livreurs adoptant cette pratique (à droite)	53
Figure 35 - Infographie présentant les chiffres-clés de l'activité logistique liée au B2C	54
Figure 36 - Impression d'écran du SIG de l'observatoire DUM alimenté par les données SPRO	55
Figure 37 - Impression d'écran du site d'open data de la ville de Barcelone décrivant les variables constituant la base de données ouvertes de l'Area DUM	56
Figure 38 - Les différents modèles d'OBU.....	57
Figure 39 - Un panneau d'infos concernant le prélèvement kilométrique sur les routes d'accès en Belgique.....	57
Figure 40 - Grille tarifaire selon les régions et la norme euro	58
Figure 41 - Carte des communes de la Région Bruxelles Capitales	59
Figure 42 - On-Board Unit de Satellic, fournisseur agréé	60

Figure 43 - Carte des voies de circulation concernées par le prélèvement kilométrique et tarifs applicables dans la région Bruxelles-Capitale	61
Figure 44 - Distributeur Viapass d'On-Board Units.....	62
Figure 45 - Carte des points de services.....	63
Figure 46 - Référencement d'un point de service en France aux abords de la frontière Belge	63
Figure 47 - Chiffres-clés du dispositif Viapass (2021).....	65
Figure 48 - Portique de contrôle avec caméras.....	65
Figure 49 - Caméra de contrôle mobile.....	66
Figure 50 - Les véhicules de contrôle de la Flandre et de la Wallonie.....	66
Figure 51 - Indicateurs nationaux sur la flotte PL empruntant les routes belges.....	70
Figure 52 - Répartition des péages payés et kilomètres parcourus selon les régions.....	71
Figure 53 - Nombre quotidien de camions en circulation sur les années 2019 à 2021	72
Figure 54 - Mobilisation des données des OBU dans le Plan Régional de Mobilité de Bruxelles-Capitale.....	74
Figure 55 - Tableau de bord des poids-lourds dans la région de Bruxelles	75
Figure 56 - Exemple de consultation des valeurs "point par point" dans le tableau de bord des poids-lourds dans la région de Bruxelles.....	75
Figure 57 - Identifications des principales entrées et sorties des camions dans la région de Bruxelles (en haut) et carte de chaleurs des principaux points d'arrêts recensés (en bas)..	77
Figure 58 - Analyse sectorielle portant sur le trafic généré par les sites de constructions bruxellois : cartographie des véhicules-kilomètres depuis ou vers les sites de construction selon la norme Euro des camions (à gauche) et de la pollution induite par ces flux selon la norme Euro (à droite).....	78
Figure 59 - Comparaison des trajectoires collectées par les OBU (à gauche) et par les caméras LAPI (à droite) dans le district de Mechelen-Willebroek.....	78
Figure 60 – Evaluation des données des caméras LAPI à Rotterdam.....	90
Figure 61 – Evaluation des données de l'Area DUM à Barcelone	91
Figure 62 – Evaluation des données partagées par les entreprises aux Pays-Bas.....	92
Figure 63 - Evaluation des données passivement partagées par les entreprises à Rotterdam et en Belgique.....	93

Table des tableaux

Tableau 1 - Sources mobilisées pour l'étude.....	10
Tableau 2- Données récoltées par le dispositif DUM selon le canal utilisé	46
Tableau 3 - Données récoltées par le dispositif DUM selon le canal utilisé, enrichissement possible et enrichissement confirmé	47

Tableau 4 - Données brutes récoltées	68
Tableau 5 – Données collectées après traitement.....	69
Tableau 6 – Indicateurs annuels de suivi Viapasss	73
Tableau 7 - Les critères pour l'analyse de la pertinence d'une source de données de mobilité selon le CEREMA	84
Tableau 8 - Tableau de synthèse des critères d'évaluation	89

Annexes

Annexe 1 - Traduction sélective de la figure 39

Estacionaments de l'Àrea de Distribució Urbana de Mercaderies (DUM) de la ciutat de Barcelona Nombre d'estacionaments realitzats el dia anterior a la data actual a les Àrees de Distribució Urbana de Mercaderies (DUM) de la ciutat de Barcelona

Aires de stationnement de la Zone Urbaine de Distribution de Marchandises (DUM) de la ville de Barcelone Nombre de stationnements effectués la veille de la date actuelle dans les Zones Urbaines de Distribution de Marchandises (DUM) de la ville de Barcelone

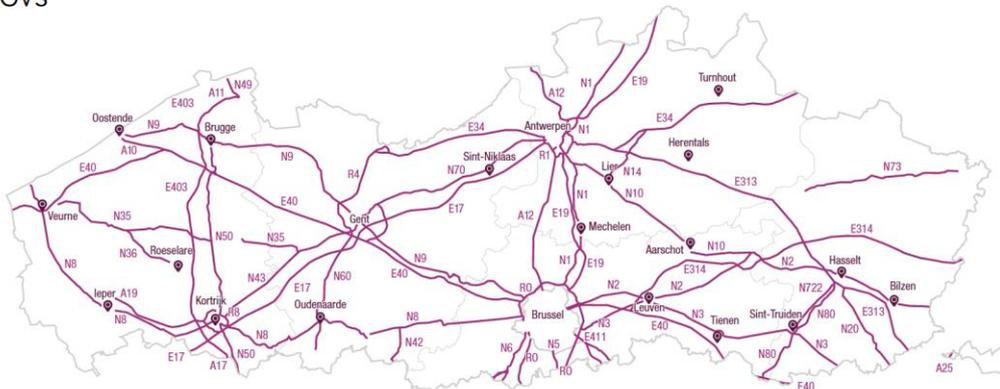
Camp	Descripció	Description
'01. result	Resultat del procés de consulta	<i>Résultat du processus de consultation</i>
01.01. fecha	Data de la consulta	<i>Date de consultation</i>
01.02. totalTiques	Nombre total de tiquets DUM processats	<i>Nombre total de tickets DUM traités</i>
01.03. ListaDUMS	Array de trams DUM processats	<i>Tableau des sections DUM traitées</i>
01.03.01. idZonaDUM	Identificador de la zona DUM. Consultar ID_TRAMO a Informació dels trams dels aparcaments en superfície a la ciutat de Barcelona	<i>Identifiant de la zone DUM. Consultez ID_TRAMO dans Informations sur les sections des parkings en surface de la ville de Barcelone</i>
01.03.02. direccion	Adreça postal de la zona DUM	<i>Adresse postale de la zone DUM</i>
01.03.03. tarifa	Array d'informació de la tarifa de la zona DUM	<i>Tableau des informations tarifaires de la zone DUM</i>
01.03.03.01. descripcion	Descripció de la tarifa	<i>Descriptif du tarif</i>
01.03.03.02. tipoFraccion	Tipus de fracció aplicat a la tarifa	<i>Type de fraction appliqué au taux</i>
01.03.03.03. importeFraccion	Tarifa de la zona DUM	<i>Tarif pour la zone DUM</i>
01.03.03.04. importeMaximo	Màxima tarifa aplicable	<i>Taux maximal applicable</i>
01.03.03.05. tiempoMaximo	Temps màxim d'estacionament al tram DUM	<i>Temps de stationnement maximum dans la section DUM</i>
01.03.04. horario	Array de dades d'horari del tram DUM	<i>Tableau des données horaires pour la section DUM</i>
01.03.04.01. descripcion_horario	Descripció de l'horari	<i>Descriptif horaire</i>
01.03.04.02. soloEnHorario	Tag que indica si només es pot estacionar dins l'horari (1=true, 0=false)	<i>Balise qui indique si vous pouvez vous garer uniquement pendant les heures d'ouverture (1=vrai, 0=faux)</i>
01.04. plazas	Nombre de vehicles amb plaça al tram DUM	<i>Nombre de véhicules avec place sur la section DUM</i>
01.05. tickets	Tiquets processats al tram DUM	<i>Tickets traités dans la section DUM</i>

Annexe 2 - Carte des routes à péage pour les poids-lourds en Flandres

Kilometre charging system

for HGVs

FLANDERS



— toll road

switched-on OBU mandatory on all roads in Belgium



[€ / km]	WALLONIA (EX VAT)			FLANDERS			BRUSSELS HIGHWAY			BRUSSELS URBAN AREA*		
	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS
Euro 0	0,160	0,215	0,219	0,134	0,228	0,255	0,170	0,228	0,232	0,218	0,305	0,339
Euro 1	0,160	0,215	0,219	0,134	0,228	0,255	0,170	0,228	0,232	0,218	0,305	0,339
Euro 2	0,160	0,215	0,219	0,134	0,228	0,255	0,170	0,228	0,232	0,218	0,305	0,339
Euro 3	0,138	0,193	0,197	0,110	0,204	0,232	0,146	0,204	0,209	0,189	0,276	0,310
Euro 4	0,104	0,159	0,163	0,074	0,168	0,196	0,110	0,168	0,173	0,153	0,240	0,274
Euro 5	0,081	0,136	0,140	0,062	0,156	0,183	0,098	0,156	0,160	0,138	0,225	0,259
Euro 6	0,081	0,136	0,140	0,050	0,144	0,172	0,086	0,144	0,149	0,115	0,202	0,236

(*) Urban area = all local and regional roads that are not highway.

Viapass ed.17/2022

Annexe 2 - Carte des routes à redevance pour les poids-lourds en Wallonie

Kilometre charging system

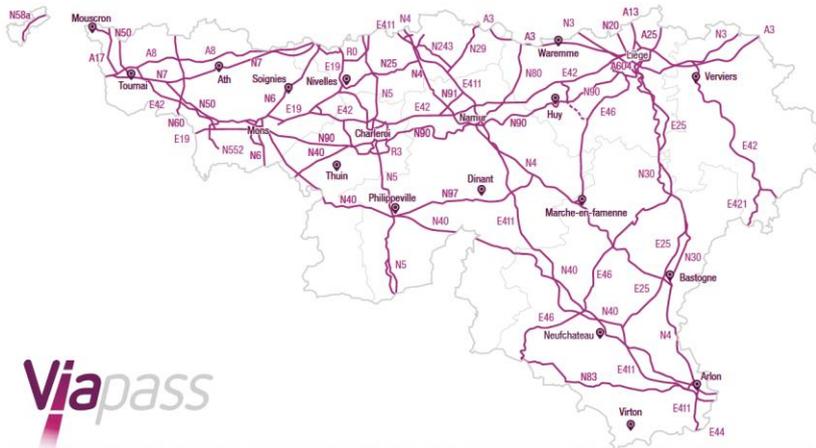
for HGVs

WALLONIA

— toll road
switched-on OBU mandatory on all roads in Belgium

[€ / km]	FLANDERS		
	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS
Euro 0	0,134	0,228	0,255
Euro 1	0,134	0,228	0,255
Euro 2	0,134	0,228	0,255
Euro 3	0,110	0,204	0,232
Euro 4	0,074	0,168	0,196
Euro 5	0,062	0,156	0,183
Euro 6	0,050	0,144	0,172

[€ / km]	WALLONIA (EX VAT)		
	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS
Euro 0	0,160	0,215	0,219
Euro 1	0,160	0,215	0,219
Euro 2	0,160	0,215	0,219
Euro 3	0,138	0,193	0,197
Euro 4	0,104	0,159	0,163
Euro 5	0,081	0,136	0,140
Euro 6	0,081	0,136	0,140



Viapass

[€ / km]	BRUSSELS URBAN AREA*		
	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS
Euro 0	0,218	0,305	0,339
Euro 1	0,218	0,305	0,339
Euro 2	0,218	0,305	0,339
Euro 3	0,189	0,276	0,310
Euro 4	0,153	0,240	0,274
Euro 5	0,138	0,225	0,259
Euro 6	0,115	0,202	0,236

[€ / km]	BRUSSELS HIGHWAY		
	3.5-12 TONS	12-32 TONS	> 32 TONS
Euro 0	0,170	0,228	0,232
Euro 1	0,170	0,228	0,232
Euro 2	0,170	0,228	0,232
Euro 3	0,146	0,204	0,209
Euro 4	0,110	0,168	0,173
Euro 5	0,096	0,156	0,160
Euro 6	0,086	0,144	0,149

(* Urban area = all local and regional roads that are not highway. Viapass ed. 1/7/2022)

Annexe 3 - Liste des catégories de véhicules fixe dans et hors champ du prélèvement kilométrique

Véhicules HORS du champs du prélèvement kilométrique

CATÉGORIE	CODE DIV OU VÉHICULE NON-RÉSIDENT	DESCRIPTION	MOTIVATION
Ambulance	SC	Ambulance	Transport de personnes
Camion générateur	CV	Génératrice Non soumis si MMA-tare < 500 kg	Un véhicule avec génératrice fixe n'est pas prévu pour le transport de marchandises (les générateurs montés sur une berce ne sont pas concernés) (MMA-Tare < 500 kg).
Élévateur	CV avec/sans code carrosserie F9	Élévateur Non soumis s'il ne peut pas transporter de marchandises Non soumis si MMA - tare < 500 kg	L'élévateur est hors-champ à la condition de ne pas pouvoir transporter de marchandises.
Grue mobile	KG	Grue mobile	Véhicule-outil
Matériel agricole (moissonneuse...)	LA	Véhicule à usage agricole (excepté Unimog) Exonéré sur demande	Véhicule-outil
Mobilhome	SA - VC	Mobilhome	Transport de personnes
Oldtimer	Plaque « O » ou non-résident (25+ ans)	Camion ancêtre	La plaque « O » n'est pas imposée à un ancêtre non-résident, mais le véhicule doit répondre aux mêmes conditions (AR du 17 juin 2013) et ne pas transporter de marchandises.
Pompe à béton sans mixeur	CV avec code carrosserie F5	Pompe à béton sans mixeur	Véhicule-outil
Tracteur	TL	Tracteur seul utilisé pour l'entretien des accotements routiers	Le tracteur roule toujours sans remorque et est équipé pour l'entretien des accotements. Il est alors considéré comme un véhicule-outil.
Tracteur	TL	Tracteur avec roulotte	Ni le tracteur, ni la roulotte, ne sont conçus ou utilisés pour transporter des marchandises.
Véhicule avec une plaque essai	CV	Véhicule d'essai avec une plaque « Y » (ou « ZZ », « ZY » ou « ZX »)	Respect des conditions de l'AR du 8 janvier 1996 et de l'AR du 15 décembre 2019 : - démonstration/essai de véhicule - transfert de véhicule pour l'export - contrôle technique - posséder le document d'annexe 1 de l'AR du 15/12/2019 dûment remplis (ce document est disponible sur le site de Viapass).
Véhicule forain	TR	Véhicule « tractant » forain tirant une roulotte	Véhicule tracteur tirant une roulotte et reconnaissable par un logo comme véhicule forain.
Véhicule-école	TL	Tracteur-école	(Voir camion-école) La double conduite n'est pas possible dans un tracteur, elle n'est dès lors pas exigée.
Véhicule-école	CV - TR	Camion-école	Le camion-école doit : - être muni de doubles commandes dans la cabine - ne pas transporter des marchandises (sauf éventuellement des dispositifs d'éclatage, comme des blocs de béton) - être reconnaissables extérieurement par l'inscription « auto-école » sur la cabine - être immatriculé au nom d'une école de conduite ou du Fonds Social Transport et de la Logistique.
Véhicules avec une plaque « nationale »	CV	Véhicule d'essai avec une plaque « UA »	Respecter les conditions de l'AR du 15 décembre 2019.
Véhicules de chantier	MT	Bulldozer, excavatrice, tombereau	Véhicule-outil

Véhicules SOUMIS au champs du prélèvement kilométrique

CATÉGORIE	CODE DIV OU VÉHICULE NON-RÉSIDENT	DESCRIPTION	MOTIVATION
Absorbeur de choc	CV	Camion absorbeur de choc	Véhicule avec capacité de transport de marchandises. Les absorbeurs de chocs non soumis doivent être dépourvus de capacité de transport de marchandises (code TR = absorbeur de chocs).
Camion de transport de camion	CV ou Plaque « O » ou non-résident (25+ ans)	Transport de chevaux	Les chevaux sont une marchandise (au sens large), comme tout autre animal, même aux fins de loisirs. Le fait que le camion soit ou non un oldtimer ou un autre véhicule est irrelevant.
Camion destiné au transport d'un véhicule-outil	CV	Transport d'un véhicule-outil	Véhicule prévu pour le transport de marchandises. En outre, véhicule-outil = marchandise.
Camion-grue	CV	Camion-grue	Catégorie N3, code CV (camion)
Dépanneuse	DT	Dépanneuse avec ou sans flèche ou plateau	La dépanneuse est soumise mais pas le poids lourd tracté.
Épandeuse	CV	Camion épandeur de sel	L'usage de la marchandise transportée (ici: l'épandage) n'entre pas en ligne de compte.
Hummer, Dodge, Pick-up,...	CV	Immatriculé comme camion en catégorie N2	La masse excède 3,5+ tonnes.
Unimog	LA ou Non-résident	Unimog immatriculé comme « véhicule agricole » ou « sylvo-cro »	Un Unimog n'est pas un véhicule de type agricole mais un camion tout terrain à usage universel.
Véhicules avec une plaque « marchand » ou « professionnel »	CV	Véhicule d'essai avec une plaque « V » ou « Z »	Plaque destinée à un véhicule pour un usage professionnel où le transport de marchandise est autorisé.

Version 1.7 du 11/01/2023. Ce tableau est donné pour information. En cas d'incertitude ou de contradiction, la décision de la région, le décret ou l'ordonnance prime toujours.