

# Nouvelles méthodes de collecte de données sur la logistique urbaine, exemple de Rotterdam

Des caméras LAPI aux conventions de partage de données entre acteurs de la logistique

François Adoue

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

15 juin 2022



# Introduction

## Contexte de l'étude

Les moyens à disposition de la collectivité et 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'ils s'agissent d'indicateurs macroéconomique ne disposant pas de la granularité suffisante pour "descendre" à l'échelle de la ville ; soit qu'ils s'agissent d'indicateurs de comptage, spatialisés mais demeurant aveugles sur les contenus transportés et les lieux d'enlèvement/livraison ; soit, enfin, qu'ils s'agissent d'enquête spécifiques, à l'image de l'enquête Transports de Marchandises en Ville, permettant de résoudre en grande partie les problèmes évoqués, mais au prix d'une absence de continuité temporelle, en raison du coût considérable de ces enquêtes.

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 cependant 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 data<sup>12</sup>, 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'études ainsi qu'une large proportion des acteurs concernés et permettant :

- d'estimer les volumes totaux de déplacements ;
- d'identifier les types de véhicules et de marchandises ;
- de reconstituer les matrices origine-destination et les itinéraires suivis.

---

<sup>1</sup> 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>

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

Pour approcher ce niveau de précision, la combinaison de données de caméras LAPI et de données produites par les transporteurs (GPS ou journaux de bords, par exemple) peut s'avérer utile. La mise en place de zones restreignant la circulation de certains véhicules peut créer des conditions favorables à la production et au partage de ce type de données.

## Restriction de circulation, dispositif de contrôle, coopération et création de données

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).



*Carte des zones à faible émission, zéro émission, et péages urbains en Europe et au proche-orient - Source : <https://urbanaccessregulations.eu/userhome/map>*

En Europe, c'est le plus souvent les normes de motorisation Euro qui sont utilisés comme critères de définitions. 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).

### La Zone Zéro Émission : une nouvelle étape?

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 émission.

Cities with implemented and planned zero-emission zones and variants globally\* (Status: July 2021)



Figure 1. Cities with implemented and planned ZEZs and variants globally as of July 2021.

### Carte des villes ayant implanté ou pour projet d'implanter une zone zéro émission dans le monde - Source: ICCT, 2021, *A global overview of zero-emission zones in cities and their development progress*

Sont alors 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 motorisés, soit les zones piétonnes et cyclables (ICCT, 2021).

Ainsi, la ZFE francilienne a pour vocation d'être de plus en plus contraignante jusqu'à devenir une ZZE en 2030. La ZFE de Rotterdam, après avoir levé les contraintes sur les véhicules des particuliers pour ne concerner que les véhicules de transports de marchandises, sera remplacée par une ZZE à horizon 2025 (concernant toujours uniquement les véhicules de fret). Sur d'autres territoires, comme dans la ville de Londres, les ZZE viennent compléter le dispositif ZFE en ciblant des rues ou des quartiers spécifiques. C'est aujourd'hui le cas 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. La ZFE de Rotterdam, après avoir levé les contraintes sur les véhicules des particuliers pour ne concerner que les véhicules de transports de marchandises, sera remplacée par une ZZE à horizon 2025 (concernant toujours uniquement les véhicules de fret) au périmètre plus large qu'actuellement. 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.

Cibler les restrictions sur le transport de marchandise via une ZZE-f peut constituer une solution socialement plus acceptable, dans la mesure où elle ne touche que les professionnels et non pas l'ensemble de la population, voire que certaines catégories de professionnels (exploitant par exemple des véhicules de catégorie N) ou pour une partie de leur activité (en particulier lorsqu'il s'agit d'un périmètre restreint). Cela peut également permettre de faciliter les procédures de concertation et de mieux appréhender les spécificités de chaque filière grâce au dialogue avec les différentes organisations professionnelles. Avant, éventuellement, d'étendre les restrictions aux véhicules des particuliers.

## **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 oeuvre 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*

Rotterdam). Il s'agira donc de près de 10 années de collaboration sur cette question, au cours de laquelle émerge 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 zéros émission

### Zone à Faible Émission (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 >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.

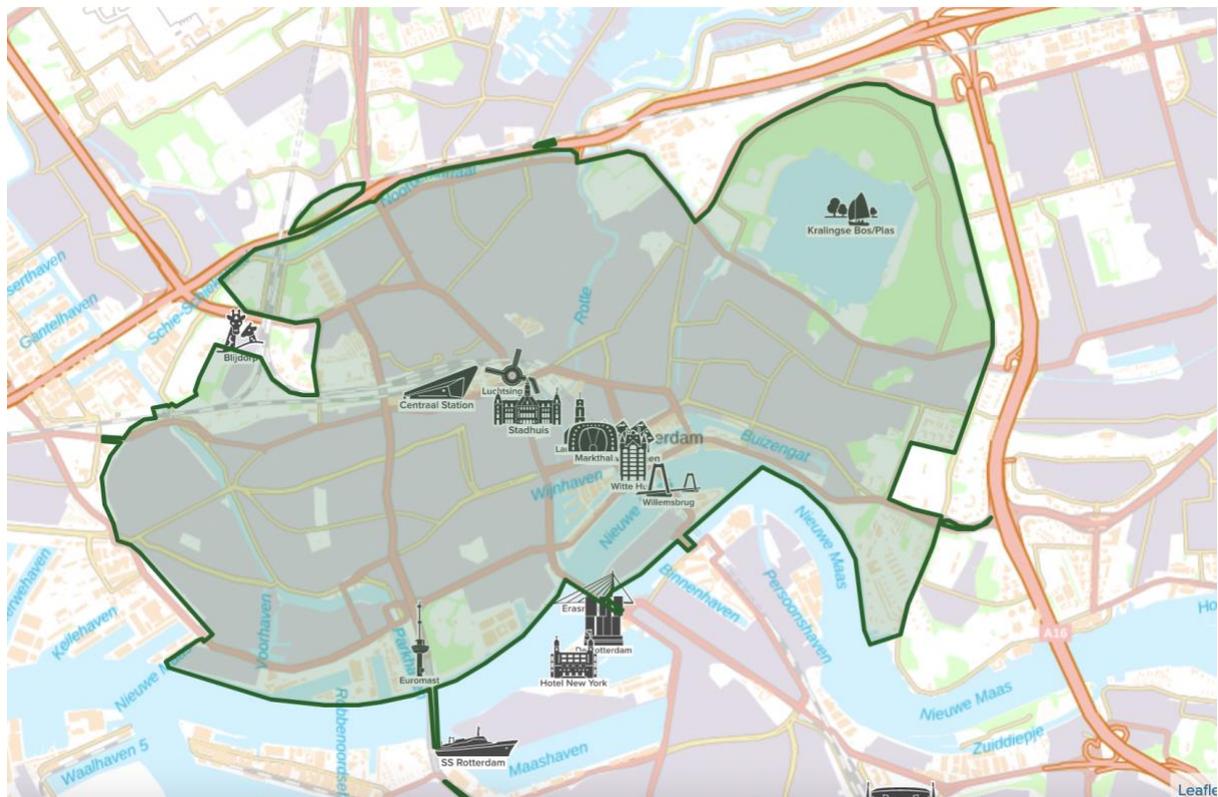


Périmètre de la ZFE du port de Rotterdam (Maasvlakte 2) - Source: <https://urbanaccessregulations.eu>

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 attendu de poids-lourds électriques ou à hydrogène pourra être mesurée grâce à ce dispositif.

## **Zone à Faible Émission (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, mais uniquement aux camions (N2, N3) de normes Euro 5 et moins.

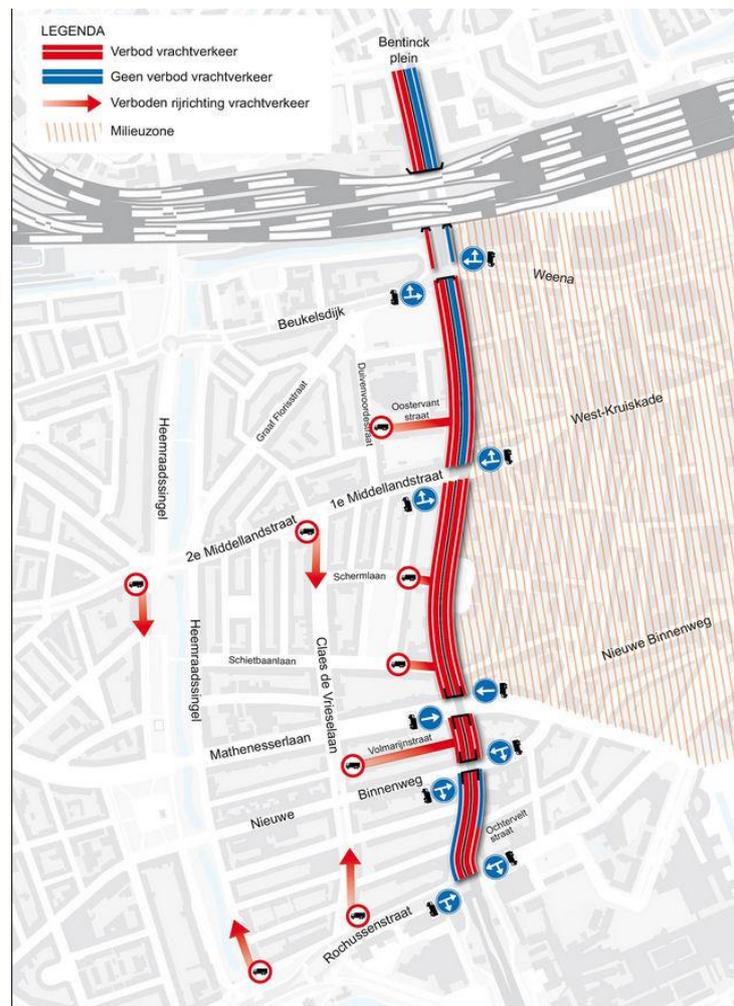


*Périmètre de la ZFE du centre-ville de Rotterdam (Milieuzone) - Source: <https://urbanaccessregulations.eu>*

La zone environnementale couvrant une surface plus réduite que la future ZECL, elle disparaîtra tout simplement avec la mise en place de cette dernière. Ce sont 33 caméras LAPI qui permettent de contrôler le respect de la mesure (Leonhart, 2017), 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 vans et camions non électriques sont interdits d'emprunter cette route, et l'extension de l'interdiction à tous les camions (y compris les camions zéro émission) du tunnel est en discussion.

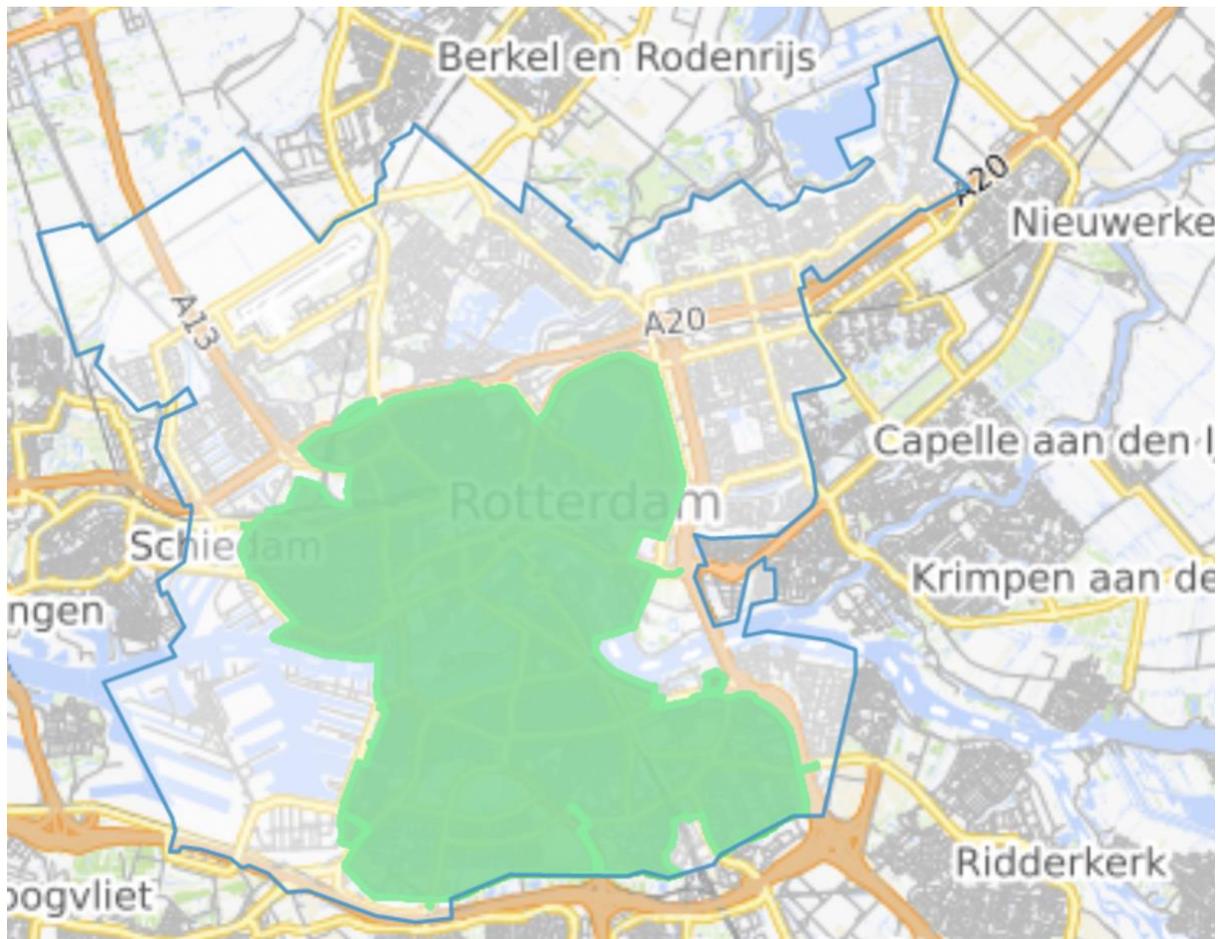


*Périmètre de l'actuelle ZZE du centre-ville de Rotterdam ('s-Gravendijkwal) - Source: <https://urbanaccessregulations.eu>*

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 est prêt à être approuvé, il a été finalisé en collaboration avec les parties prenantes au cours de l'année dernière. 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 (vans 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.



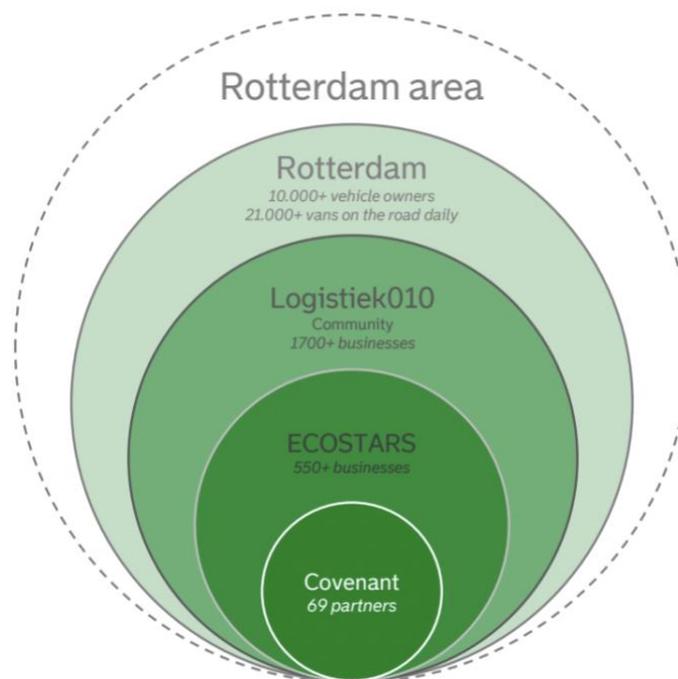
*Périmètre de la future ZZE du centre-ville de Rotterdam (ZECL, en vert) - Source: City of Rotterdam, State of ZECL (2022)*

## Concertation avec le secteur logistique

Différentes instances de concertation ont été mises en oeuvre pour informer sur la mise en oeuvre 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 oeuvre

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 bonne pratique, renouvellement de flotte, actions conjointes entre signataires, études de faisabilité, etc. Cette instance regroupe alors 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.



*L'imbrication des différentes instances de concertation -  
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 ouvert un créneau de livraison en soirée, en complément du créneau habituel du matin.

## **Méthodologie d'études**

La présente étude repose principalement sur une analyse documentaire, en particulier les documents publiés par la ville de Rotterdam au sujet de la ZECL, y compris des supports de communication :

- 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.
- 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

Elle s'appuie également sur l'exploration de site web dédiés à la ZECL (<https://logistiek010.nl/>) ou aux données ouvertes et statistiques publiques :

- <https://opendata.rdw.nl/>
- <https://www.ndw.nu/>
- <https://www.cbs.nl/>

Enfin, elle s'appuie sur des échanges par courriel (questions-réponses) et entretien par visioconférence avec des acteurs locaux :

- Tim Sjouke, Ville de Rotterdam (entretien par visioconférence, et échanges de courriels)
- Berko Verhoek, Ville de Rotterdam (échanges de courriels)
- Bram Kin, TNO.

Les informations récoltées permettent la description détaillée du projet de ZZE à Rotterdam du point de vue des différentes sources de données produites par le dispositif de restriction de la circulation et/ou mobilisées lors de sa mise œuvre.

# Caméras LAPI

## Caméras LAPI pour le contrôle de la ZFE : une exploitation limitée des données à des fins d'analyse

### Collecte

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



*Localisation des caméras LAPI de contrôle de l'actuelle ZFE -  
Source : Sjouke et van Dijk (2022)*

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<sup>3</sup>.

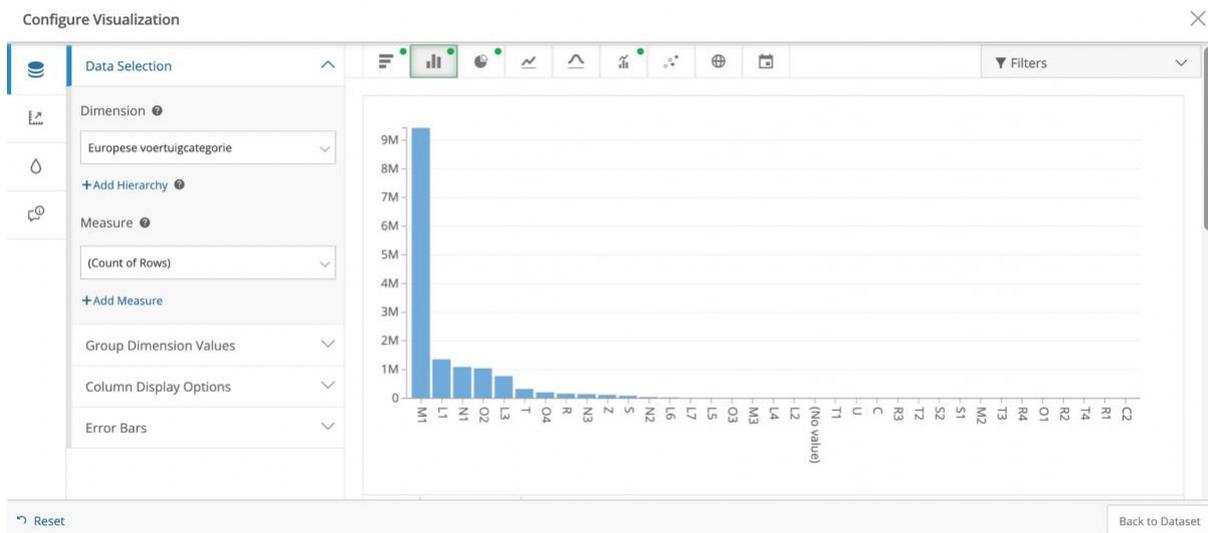
Les captures d'écran ci-après illustrent le format des bases de données ouvertes. Un grand nombre de variables (91) sont ainsi disponibles pour chaque plaque d'immatriculation néerlandaise. Un outil de visualisation de données en lignes permet d'obtenir facilement des analyses de base, telle que la répartition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

Table Preview View Data Create Visualization

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	GRIJS	Niet gere...	3	
63TPXJ	Personen...	CADILLAC	CADILLAC...	20221015	20210426	2,874	lijkwagen	3	GRIJS	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	GRIJS	Niet gere...	3	

**Données ouvertes sur le parc de véhicules néerlandais : tableau de données détaillé - Source : Capture d'écran du site d'open data RDW (11 juin 2022)**

<sup>3</sup> [https://opendata.rdw.nl/Voertuigen/Open-Data-RDW-Gekentekende\\_voertuigen/m9d7-ebf2/data](https://opendata.rdw.nl/Voertuigen/Open-Data-RDW-Gekentekende_voertuigen/m9d7-ebf2/data)



**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)**

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

**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
<b>Delivery vans</b> 	Business registration	12,260	173	1.41%
	Self-employed and private individuals	10,932	11	0.10%
	<b>Total</b>	<b>23,192</b>	<b>184</b>	<b>0.79%</b>
<b>Lorries</b>  	Business registration	3590	7	0.19%
	Self-employed and private individuals	373	0	0.00%
	<b>Total</b>	<b>3863</b>	<b>7</b>	<b>0.18%</b>

**Exemple d'utilisation des données ouvertes du RDW : répartition de la flotte de fret enregistrée à Rotterdam par catégorie de véhicules et de propriétaires et proportion de véhicules zéro émission - 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 zone.

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 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 travaille 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 faciliter le contrôle des véhicules dans toutes les villes européennes avec des zones à émissions nulles/faibles ou des péages urbains. Par exemple, le futur péage urbain à Bruxelles pourra 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 véhicule unique entrant dans la zone chaque jour.

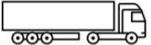
Le futur système de caméras ANPR pour faire respecter la ZECL sera similaire à l'actuel. Des discussions sont en cours sur la nécessité de mettre en place des caméras à l'intérieur de la zone, dans des zones stratégiques (comme l'entrée du tunnel au dessus de la nouvelle Meuse). En effet, le système 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 affligé d'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).

## **Utilisation des données des caméras ANPR**

Depuis l'adoption du RGPD, l'utilisation des données collectées lors de ce processus apparaît, d'après la Ville de Rotterdam, plus difficile. Ce n'est pas totalement 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.

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

**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
<b>Delivery vans</b> 	Number of unique ZE vehicles	170	243	369		735	<b>0.76%</b>
	Proportion of ZE vehicles in the total traffic	0.18%	0.33%	0.56%		1.20%	
<b>Lorries</b>  	Number of unique ZE vehicles	12	15	15		37	<b>0.14%</b>
	Proportion of ZE vehicles in the total traffic	0.46%	0.53%	0.62%		0.73%	

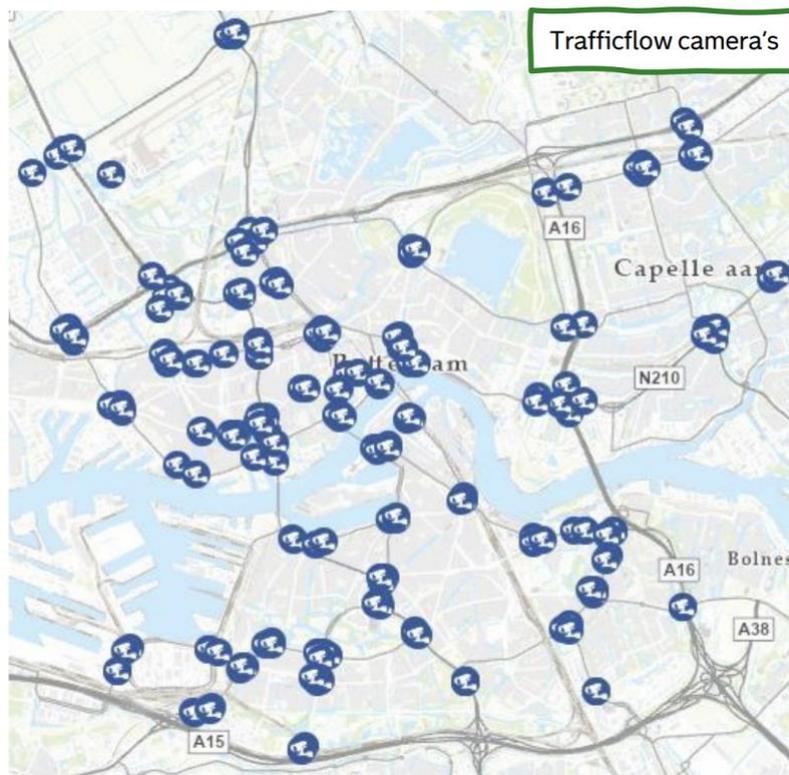
\* data from 2020 is insufficient to make an analysis.

\*\* data from 2021 runs until 1 November 2021.

*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 proportion de véhicules zéro émission - Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)*

## Caméras LAPI pour la mesure de l'état du trafic : des données ouvertes

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



*Localisation des caméras de mesure de l'état du trafic -  
Source : Sjouke et van Dijk (2022)*

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.

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.

Locatieselectie aanpassen

*Données ouvertes des caméras LAPI de mesure du trafic : localisation des caméras à Rotterdam - Source : Capture d'écran du site d'open data NDW (11 juin 2022)*

Les tableaux de données, disponibles sous format excel 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.

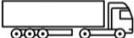
4	Gemiddelde voertuigverdeling per uur van 2022-06-03 00:00:00 tot 2022-06-10 23:59:59 voor Weena na kr Hofplein ri kr Henegouwerlaan (GRT02 MORO 1228 2) op werkdagen						
5	uur op de dag	Intensiteit	tussen 1,85 m en 2,40 m (%)	tussen 2,40 m en 5,60 m (%)	tussen 5,60 m en 11,50 m (%)	tussen 11,50 m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

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

A partir de ces données, la ville de Rotterdam peut estimer le volume de trafic attendue 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.

**Table 1.**  
*Volume of logistics traffic.*

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

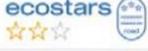
Indication of the volume of logistics traffic in the envisaged ZECL zone, shown in the number of traffic movements into the ZECL zone over the period 2017-2021.  
\* The volume in 2021 is based on the first 11 months and projected to 12 months.

*Exemple d'utilisation des données des caméras de mesure de l'état du trafic à Rotterdam : estimation des volumes par catégorie de véhicules - Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)*

# Partage de données par les entreprises de la logistique

## Ecostars : partage de données sur la flotte et certification

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).

	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.

### Critère d'évaluation Ecostars - Source : City of Rotterdam, State of ZECL (2022)

D'après ces données, seules 4 entreprises apparaissent prêtes à opérer sous les futures conditions de circulation de la ZECL.

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

	City	Road
<b>1 star</b>	288	144
<b>2 stars</b>	35	61
<b>3 stars</b>	4	25

## *Répartition des entreprises selon la classification Ecostars - 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: le partage de données qualitatives***

La convention 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.

#### **Article 4: Data exchange**

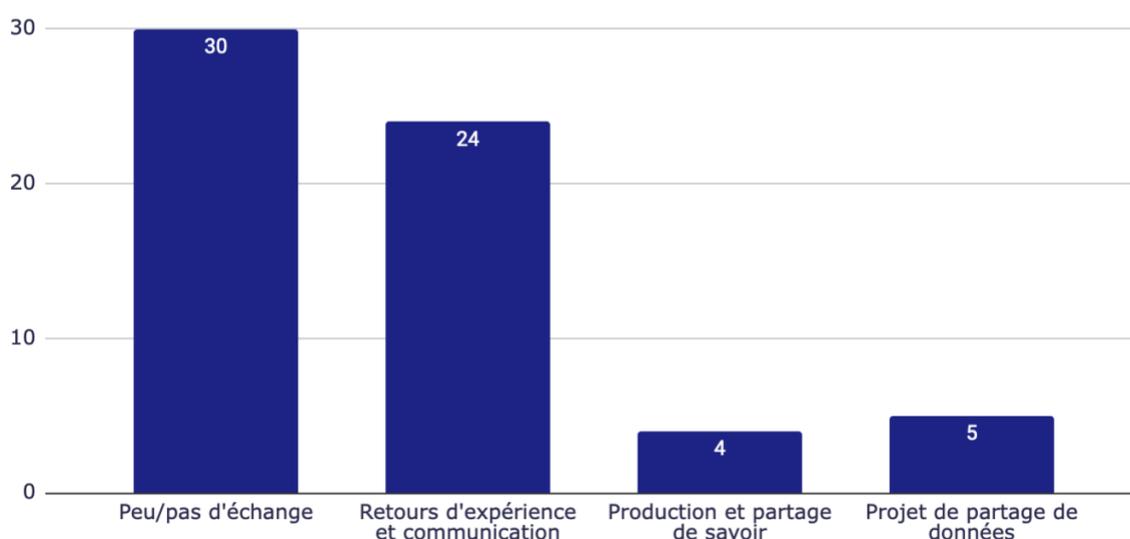
1. Each party respects the other party's request to keep data confidential or not, a party's invocation of a legal requirement to keep data confidential, and pays attention to the provisions of the laws and regulations concerning the protection of personal data and freedom of information.
2. The knowledge 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.

## *Article 4 de la convention Covenant ZECL Rotterdam portant sur le partage d'information et de données - 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 oeuvre de leur plan d'actions. Il s'agit de données plus qualitatives que quantitatives.

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 était trop faible 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.

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



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

## Collecte de données par le bureau de statistiques néerlandais

Statistics Netherlands (CBS) collecte certaines informations sur l'activité de fret des entreprises ou des autorités néerlandaises.

Le processus de collecte des données est décrit par de Bok et al. (2021, 2022). CBS utilise une interface XML innovante pour extraire automatiquement les données des systèmes de gestion des transports des entreprises de transport. Ils obtiennent ainsi les carnets de route des véhicules qui contiennent des informations précises sur le type de véhicule, l'itinéraire,

le type de marchandise et les lieux de chargement et de déchargement. Toutefois, les carnets de route ne comportent pas de données sur la localisation des expéditeurs et des destinataires des marchandises (de Bok et al., 2021). La participation à l'enquête est obligatoire pour les entreprises dont la flotte a été sélectionnée pour former l'échantillon. Le processus est automatisé, ce qui réduit d'autant la charge administrative pour les transporteurs (de Bok et al., 2022). La base de données brutes disponible dans cette étude contient des millions de trajets de camions. Après avoir nettoyé (immatriculations obsolètes ou inexacts) et sélectionné des trajets liés à la zone d'étude (Rotterdam), de Bok et al., obtiennent une base de données de plus de 200 000 trajets de camions (de Bok et al., 2022).

Il est prévu d'étendre l'obligation de partager avec CBS les données des carnets de bords des véhicules à toutes les entreprises et autorités enregistrées comme transporteur de biens et de marchandises (aux chargement supérieurs à 500 kg). Les données, agrégées et anonymisées, seront accessibles aux entreprises et aux autorités de manière monétarisées, 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 zéro/faible émission 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**

Les véhicules hybrides peuvent être admis dans les zones à émissions zéro s'ils sont en mesure de démontrer qu'ils basculent en mode zéro émission. Cela peut être particulièrement utile pour les secteurs du fret où 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) communique avec le système de contrôle qui se trouve derrière les caméras LAPI pour valider que l'accès à la zone est bien autorisé.

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. A 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 fret 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.

## Conclusion

Les caméras à lecture automatisée de plaque d'immatriculation 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, à l'image du fichier des immatriculations néerlandais en open data ;
- que l'objectif premier de la mise en place de ces caméras n'influence pas trop fortement l'activité logistique l'on souhaite étudier ;
- que le respect des dispositions du RGPD soit assurées, par divers moyens : agrégation par un tiers de confiance, non traçage dans le temps ou dans l'espace, etc.

Le partage des données des opérateurs logistiques (carnets de bord, trace GPS) pourrait permettre des gains de précision considérable dans les données récoltées, notamment sur le plan spatial (itinéraire emprunté, lieux de chargement et de déchargement). Toutefois, la pertinence de l'approche par signatures de convention entre la collectivité et les entreprises peut être rapidement mise en danger par la faible représentativité des entreprises volontaires ou l'absence d'harmonisation de la nature des données récoltées. Dans le cas de l'approche partenariale adoptée à Rotterdam, les actions se sont concentrées, pour le moment, sur les renouvellements de flotte ou le développement de solutions alternatives pour le dernier kilomètre, plus que sur le partage de données d'opération. Cela est finalement conforme aux objectifs initiaux de la convention, à savoir la préparation des entreprises logistiques à l'arrivée de la ZECL.

L'approche adoptée par le bureau des statistiques néerlandais (CBS), découverte au détour de l'étude du cas de Rotterdam, mérite certainement une investigation plus poussée, en ce qu'elle paraît lever certains des freins identifiés. En effet, elle entend collecter des données précises sur les livraisons et enlèvements de marchandises (via la récolte automatisé des carnets de bord des véhicules), tout en garantissant la représentativité de l'enquête (en rendant obligatoire la réponse à ces enquêtes) ainsi que la confidentialité des données (grâce à son savoir faire en matière d'agrégation des données sensibles des entreprises).

Au titre des limites communes à ces trois sources de données, citons les difficultés à capter une partie de l'activité logistique urbaine : celle des véhicules utilitaires légers et des deux-roues, et celle des véhicules étrangers, faute de disposer de données de référence. 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, ouvre des perspectives nouvelles en matière de gestion de l'espace public et de récolte de données.

# 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.

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)

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>

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.

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>

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

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: 10.1109/ITSC.2012.6338625.

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