

10 Octobre 2025

Thierry SERRE

**Thèse de Fitahiana
Andriamahafaly**

**C. Naude
E. Riahi
B. Canu
F. Vincent**

Réseau ELUE
Electromobilité Légère Urbaine
et Extra-urbaine

VÉLOS CARGOS : Capacités Dynamiques et usages en conduite naturelle



UNIVERSITÉ
GUSTAVE
EIFFEL

LABORATOIRE LMA
LABORATOIRE
MÉCANISMES
D'ACCIDENTS



**SÉCURITÉ
ROUTIÈRE VIVRE,
ENSEMBLE**

Introduction et contexte

2

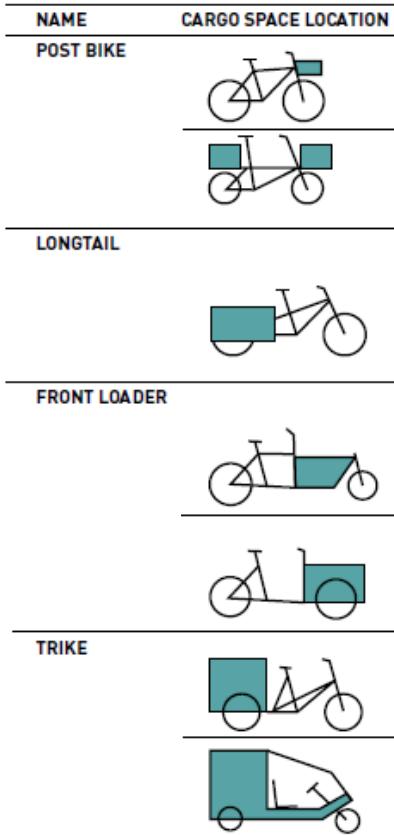
- Transformation du système de transport et nouvelles restrictions au sein des villes
- Avènement de nouveaux concepts et nouvelles entreprises de logistique: la livraison à vélo-cargo

- Ventes en 2024: 34 000 en France, 220 500 en Allemagne (Union Sport & Cycle, 2025; Zweirad Industrie Verband ZIV, 2025) contre 3000 en 2019
- 60% particuliers, 40% professionnels

- Manque de connaissances sur le fonctionnement des vélos-cargos
- Une ascension fulgurante qui suscite aujourd'hui des questions et des inquiétudes en termes de sécurité routière.



Etat de l'art



Source: Nurnberg, 2019

Terminologie

- Une multitude d'appellation: cycle utilitaire / Biporteur / Triporteur / cargocycle / cargobike...
- Single-Track
- Multi-track
- **Vélo-cargo**: vélo modifié avec une caisse de chargement (Dybdalen & Ryeng, 2022; Schliwa et al., 2015)
- **Cycle utilitaire** (NF R30-050)

*2025: entrée en application à prévoir de la Norme NF EN17860:2024

Panorama des travaux existants

- Vélo et VAE
- Naturalistic driving studies NDS - instrumentation des vélos et VAE (Dozza, 2013, Grimberg et al., 2020)

Vélo-cargo

- Nature des usages (Carracedo & Mostofi, 2022)
- Contraintes d'usage liées à l'aménagement de l'espace (Schafer et al., 2021)
- Effets de la topographie et de la météo (Giordano et al., 2022)
- Transfert modal

Lacunes identifiées

- Littérature peu abondante sur la dynamique vélo-cargo
→ Connaissances limitées et incertaines

Objectifs

4

Questions de recherche principales

- Comment les vélos-cargos réagissent-ils dans des situations dynamiques?
- Comment s'intègrent-ils aux infrastructures et aux autres usagers?
- Quels leviers permettent d'améliorer leur sécurité et leur intégration urbaine?

Objectifs

- Comprendre les usages logistiques des vélos-cargos
- Evaluer les capacités dynamiques de ces engins
- Identifier les situations de fortes sollicitations en conditions réelles
- Proposer des améliorations et solutions pour leur sécurité

Instrumentation embarquée et essais sur piste (analyse des manœuvres en situation normale et d'urgence)

Protocole d'observation en conduite naturelle (RGPD, recrutement, instrumentation) et campagne d'observation (Marseille et Lyon)

CARACTERISATION DES CAPACITES DYNAMIQUES DE VELOS-CARGOS

Protocole

Essais en dynamique

Campagne d'essai sur piste de Transpolis 11 & 12 Avril 2024

Type d'essai	Freinage, Accélération, Evitement, Slalom, Anneaux (cercles en régime permanent)
Vitesses	Vitesse libre; 20km/h; 25 km/h ou Vitesse Max
Charge	0 kg (à vide), 40 kg, 80 kg
	Mannequin enfant 3 ans et 6 ans (15 et 20 kg)



Jhog



Douze Cycles



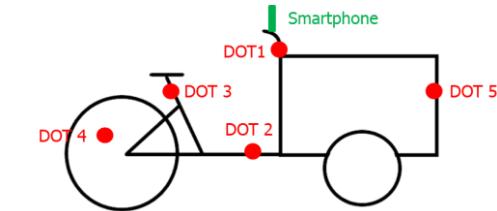
Omnium

**Merci
Au
LBMC !!**



Addbike

Instrumentation



Charges

- Sac de sable + gravier: 0kg/ 40kg / 80kg
- Mannequin enfant Q3 (15kg) et P6 (20kg)

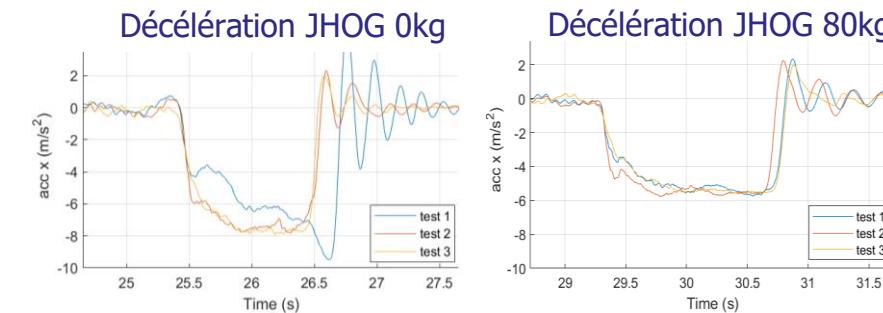
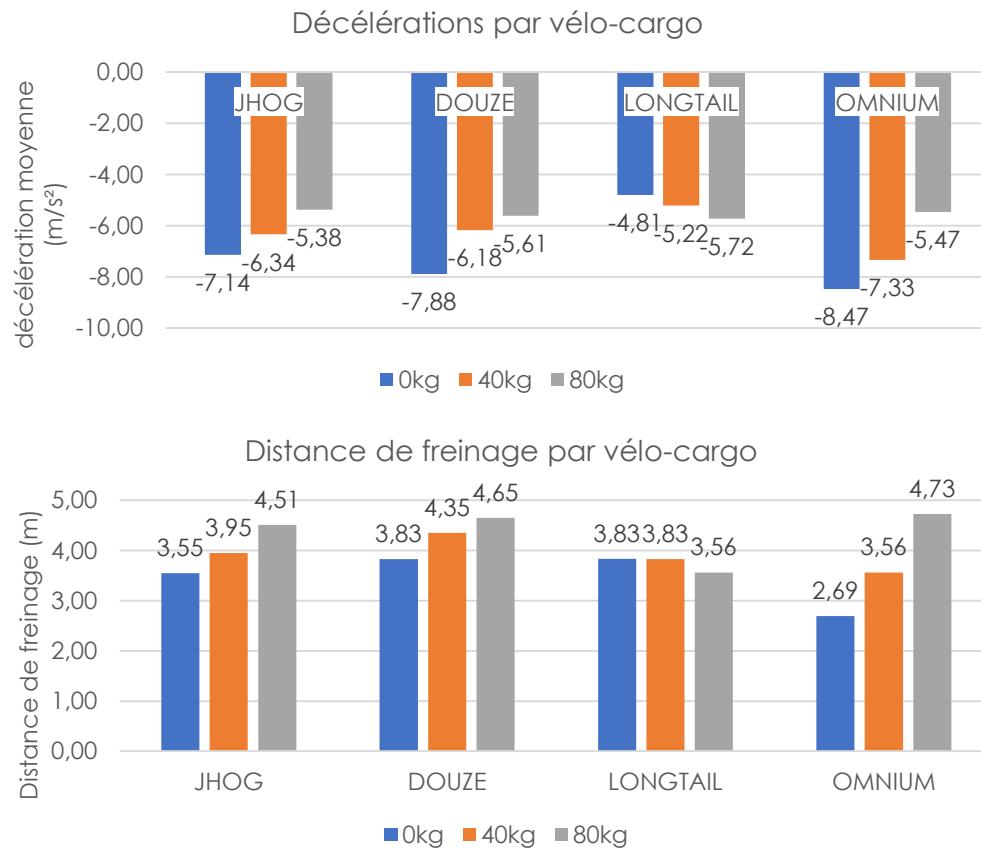
Données recueillies:

- Position et vitesse GPS
- Accélérations
- Angles de rotation

Résultats

Dynamique longitudinale

Freinage



Effet de la charge

- Augmentation de la distance de freinage, sauf Addbike (charge arrière)
- Comparaison avec VAE: 6m/s^2 , 3m distance de freinage (Naude et al.) 3m/s^2 (Dozza et al.)

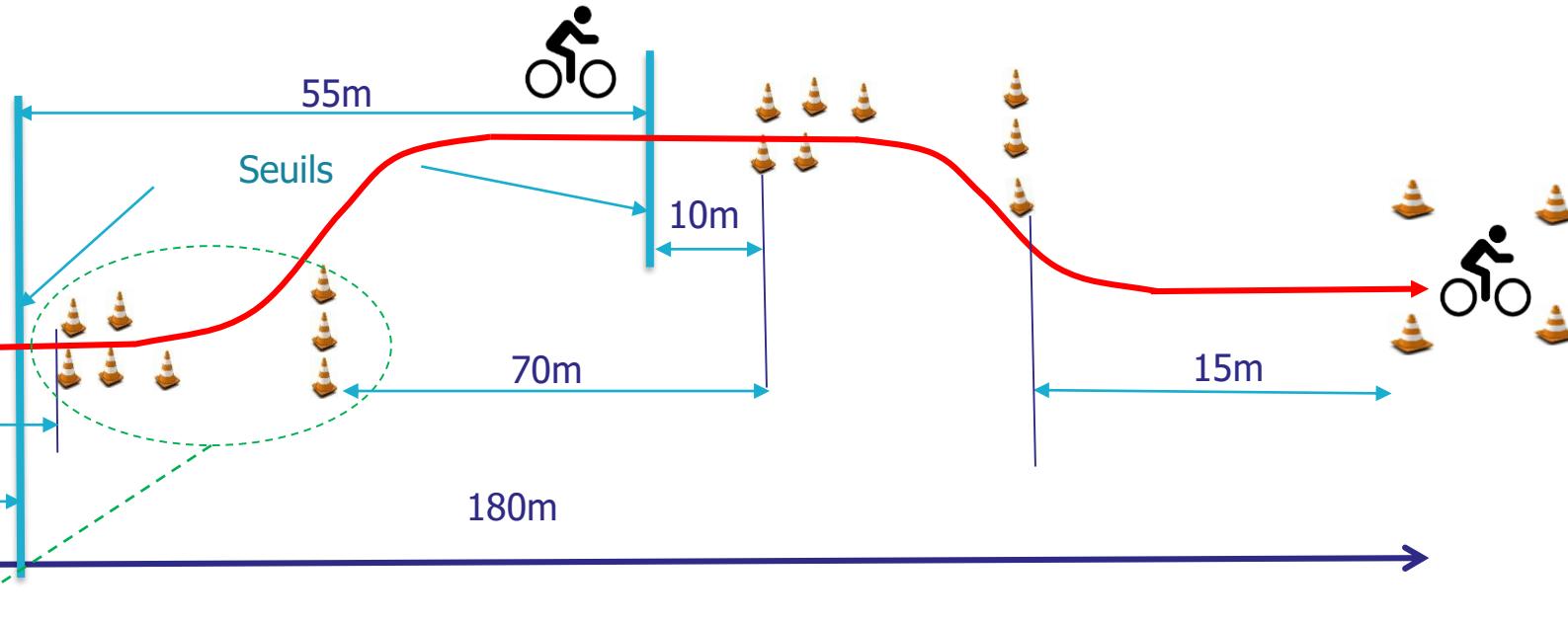
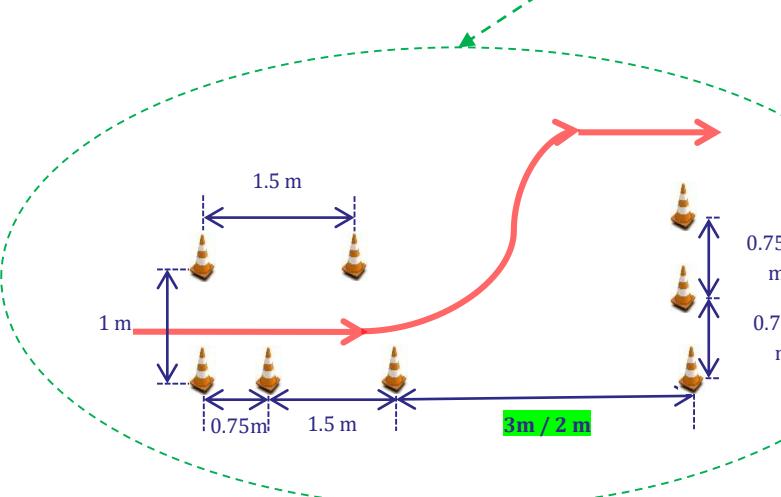
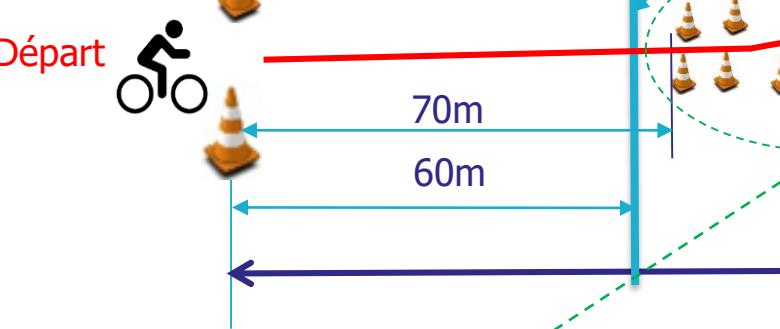
Protocole évitements

Evitements

à gauche & à droite
25 km/h à 3m

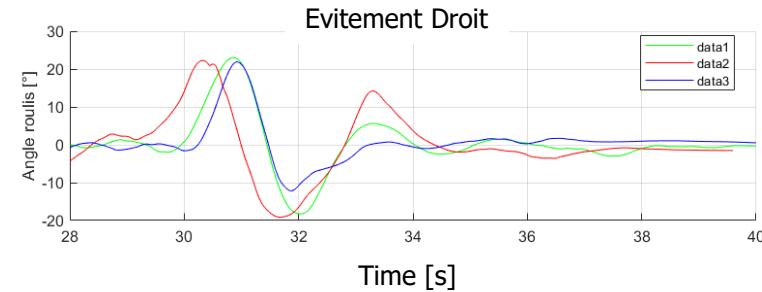
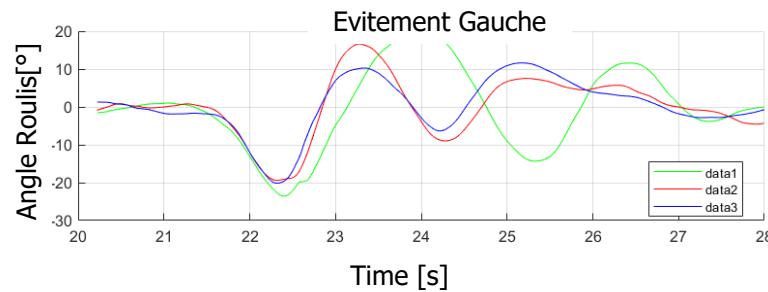
Vmax choisie par le conducteur à 2m

Départ

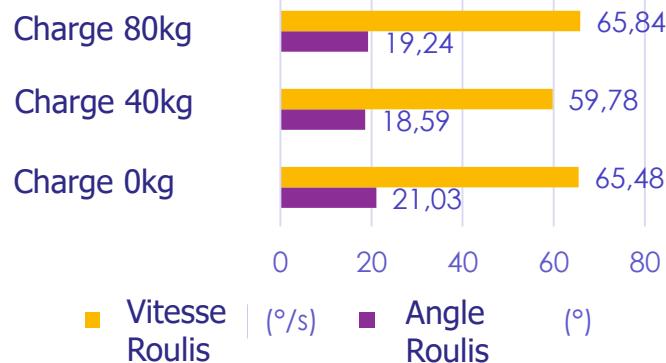


Resultats

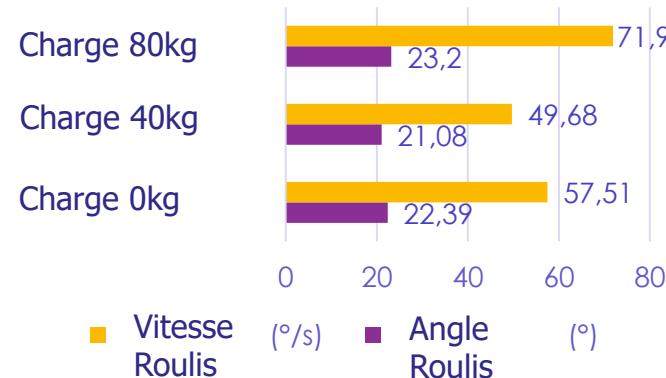
JHOG Evitement 2 m



Gauche



Droite



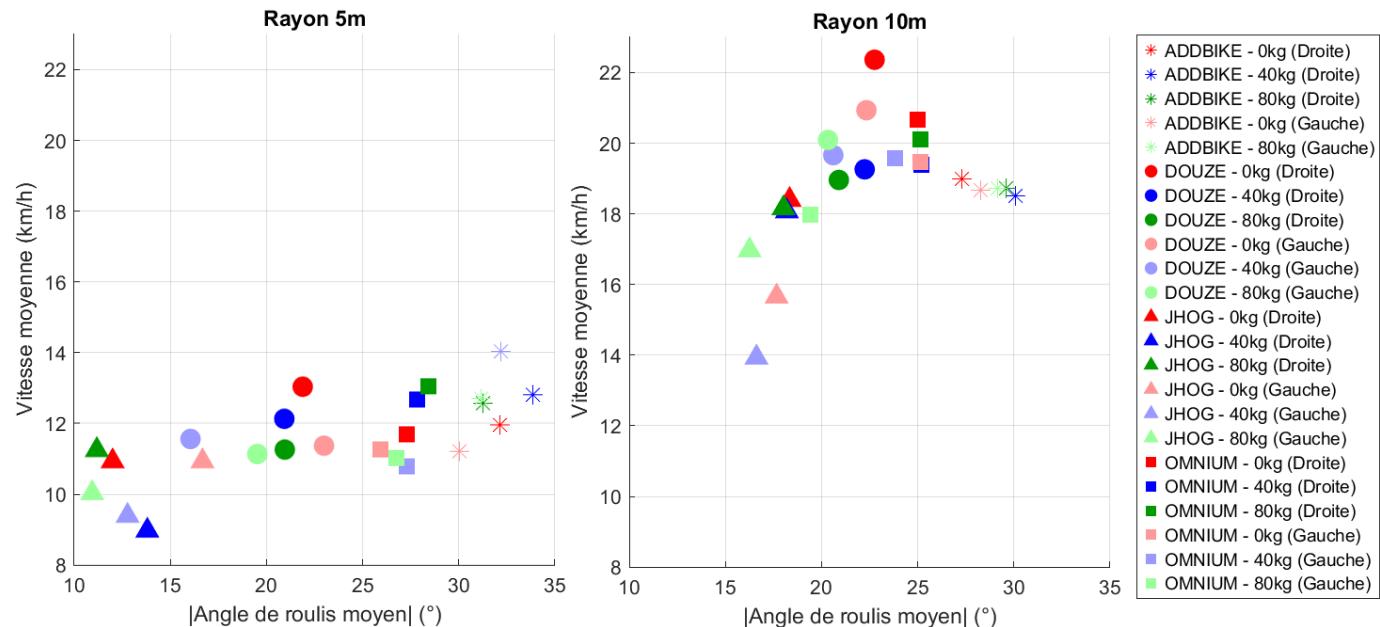
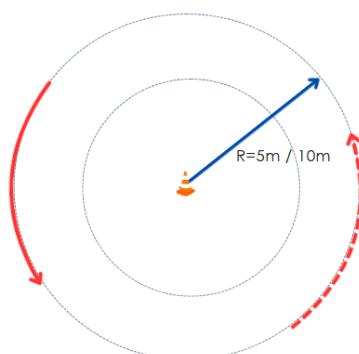
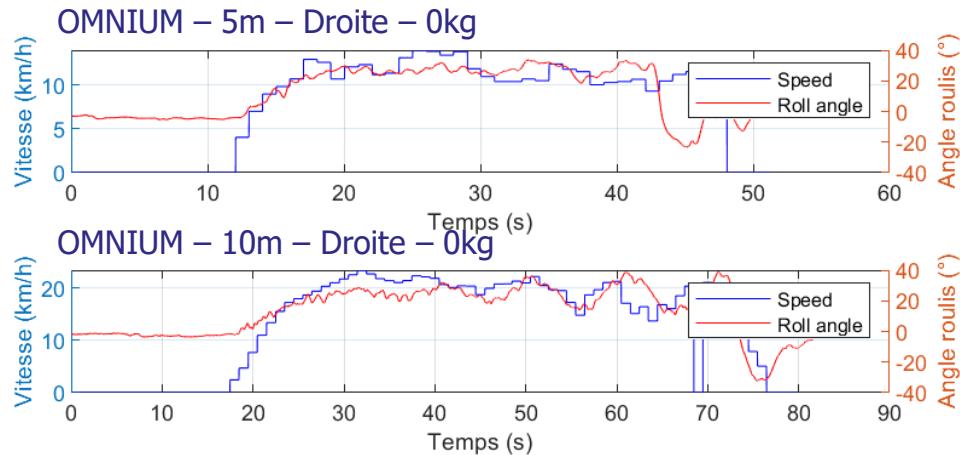
Angle Roulis
Constant,
comparable à 3 m
($\approx 20 - 23^\circ$)

Vitesse Roulis
Plus importante,
variable ($<72^\circ/\text{s}$)

Résultats

Dynamique transversale

Anneaux (cercle en régime permanent)



Effet de la charge

- Des effets non significatifs

Effet du rayon

- Le roulis est plus important quand le rayon est grand

OBSERVATION DE TERRAIN EN CONDUITE NATURELLE

Protocole

Etude naturelle des comportements de conduite des usagers professionnels de vélos-cargos

Objectifs

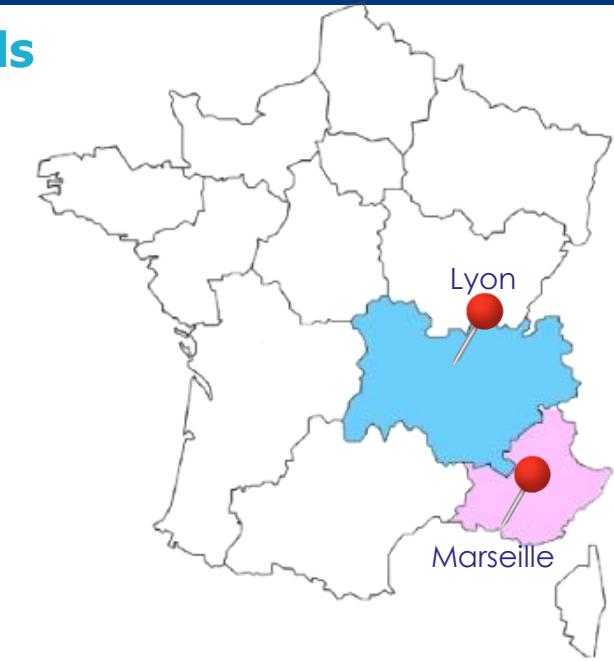
- Usage réel des capacités dynamiques (vitesses pratiquées, accélérations...)
- Infrastructures et aménagements spécifiques utilisés
- Caractériser les incidents auxquels les livreurs à vélos-cargos sont confrontés
- Cartographie des zones de mobilité et des trajets réalisés



Protocole

- Enregistrement des trajets de livraison pendant 2 mois à l'aide d'un smartphone
- Terrains d'études:
 - Marseille
 - Lyon
- Le participant lance et arrête l'enregistrement de son trajet; déclare une situation à risque en appuyant sur la touche incident

} 10 vélos-cargos professionnels par ville



Avis Favorable du CRPH en Juillet 2024

Enregistrements de 2 mois entre Octobre 2024 et Juin 2025

Premiers résultats

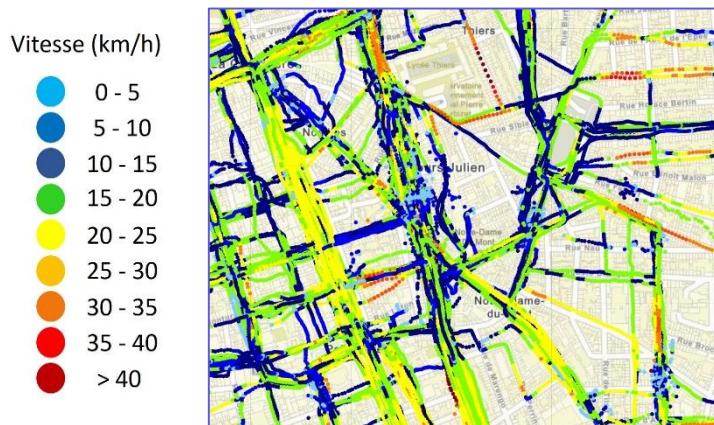
Carte des trajets

Enregistrements

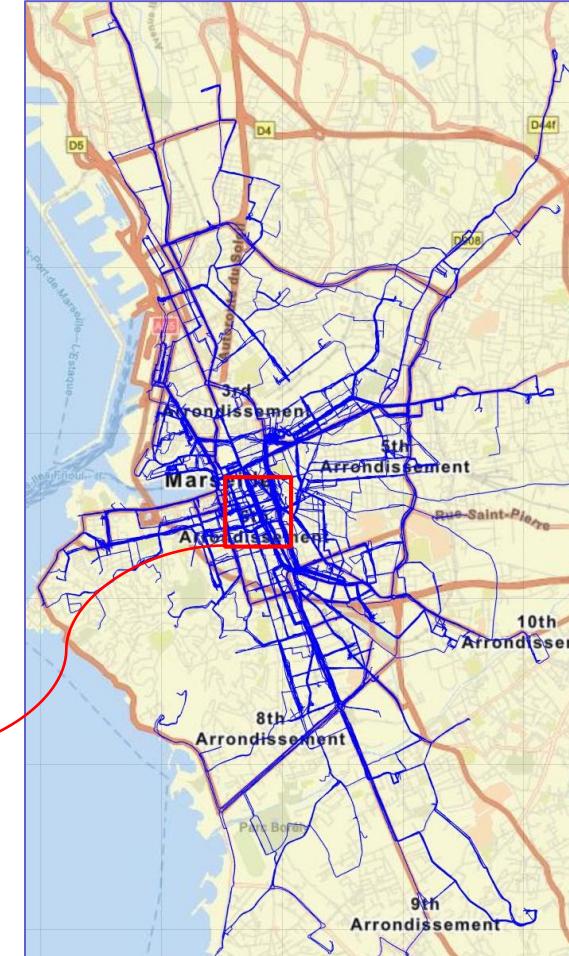
- 1102 trajets enregistrés à Marseille (2014 km)
- 416 trajets enregistrés à Lyon (639 km)

Moyennes des données

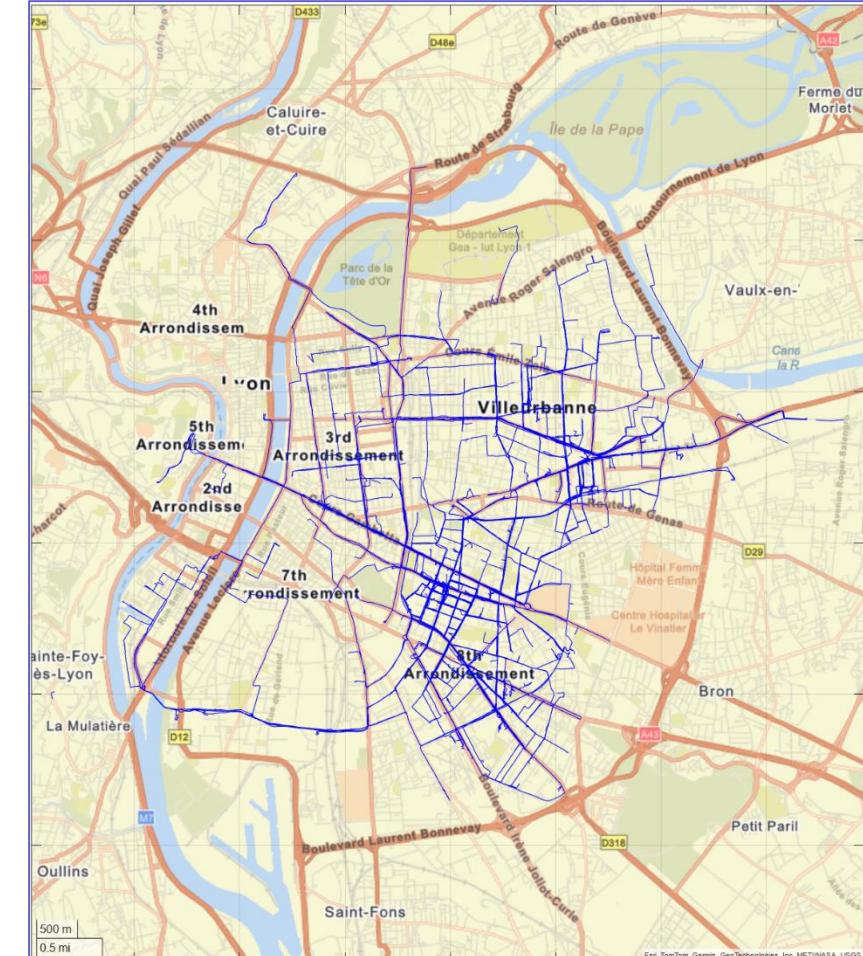
- Distance moyenne des trajets:
 - 1,9 km à Marseille
 - 1,5 km à Lyon
- Vitesse moyenne:
 - 13,2 km/h à Marseille
 - 14,9 km à Lyon



Marseille



Lyon



Premiers résultats/Perspectives

14

Carte des trajets - QGis

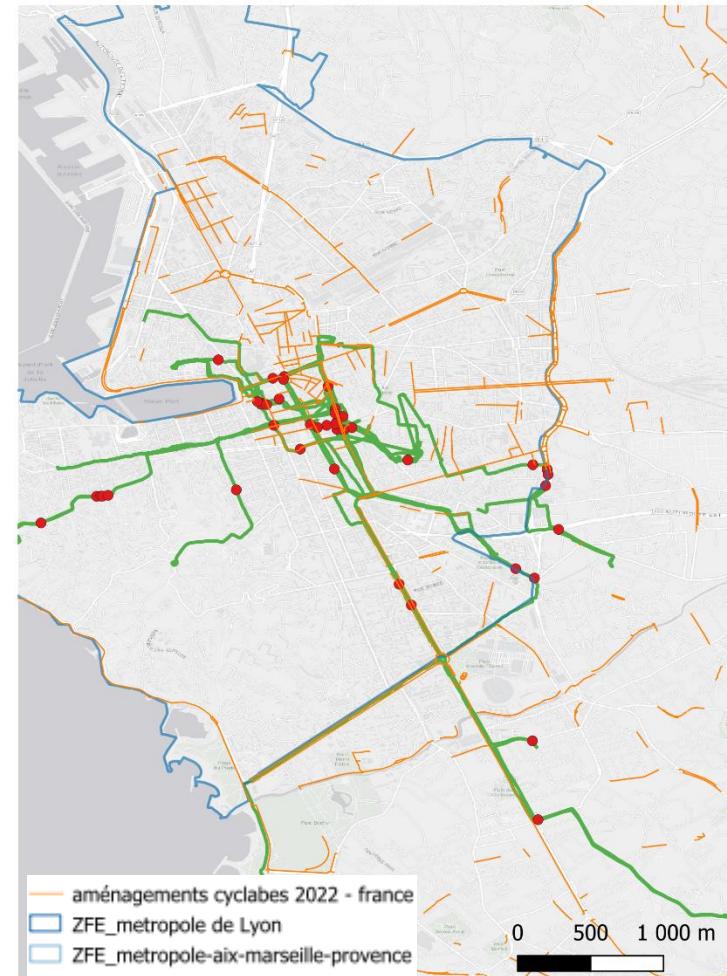
Méthodologie testée sur un livreur de chaque ville: croiser les trajets, les évènements et le contexte urbain

- Délimitation ZFE
- Aménagements cyclables (orange)
- Trajet des livreurs (vert)
- freinages d'urgence (en rouge)

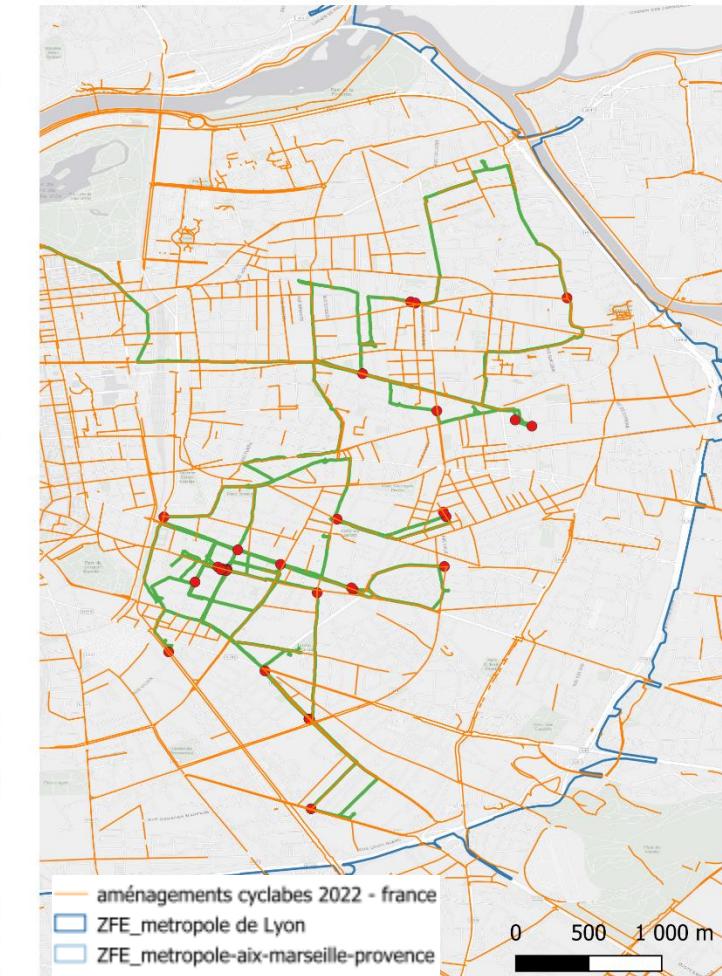
Etapes suivantes:

- Etude des manœuvres d'urgence
- Vitesses pratiquées par type d'aménagement (cartographie et données vidéos)
- Application à l'ensemble des participants

Marseille



Lyon



Fitahiana Andriamahafaly

arimanitra-fitahiana.andriamahafaly@univ-eiffel.fr

