

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**



**PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR**



AGILENVILLE



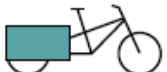




**SÉCURITÉ
ROUTIÈRE **VIVRE,
ENSEMBLE****

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.



NAME	CARGO SPACE LOCATION
POST BIKE	 
LONGTAIL	
FRONT LOADER	 
TRIKE	 

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

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

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



Addbike

**Merci
Au
LBMC !!**

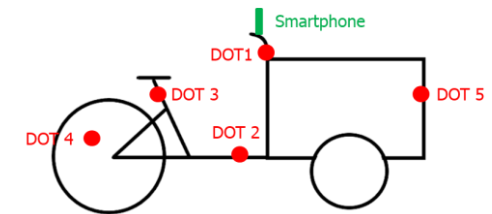
Charges

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

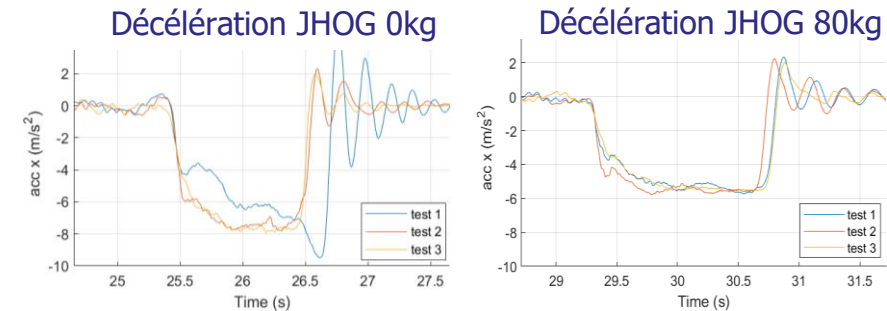
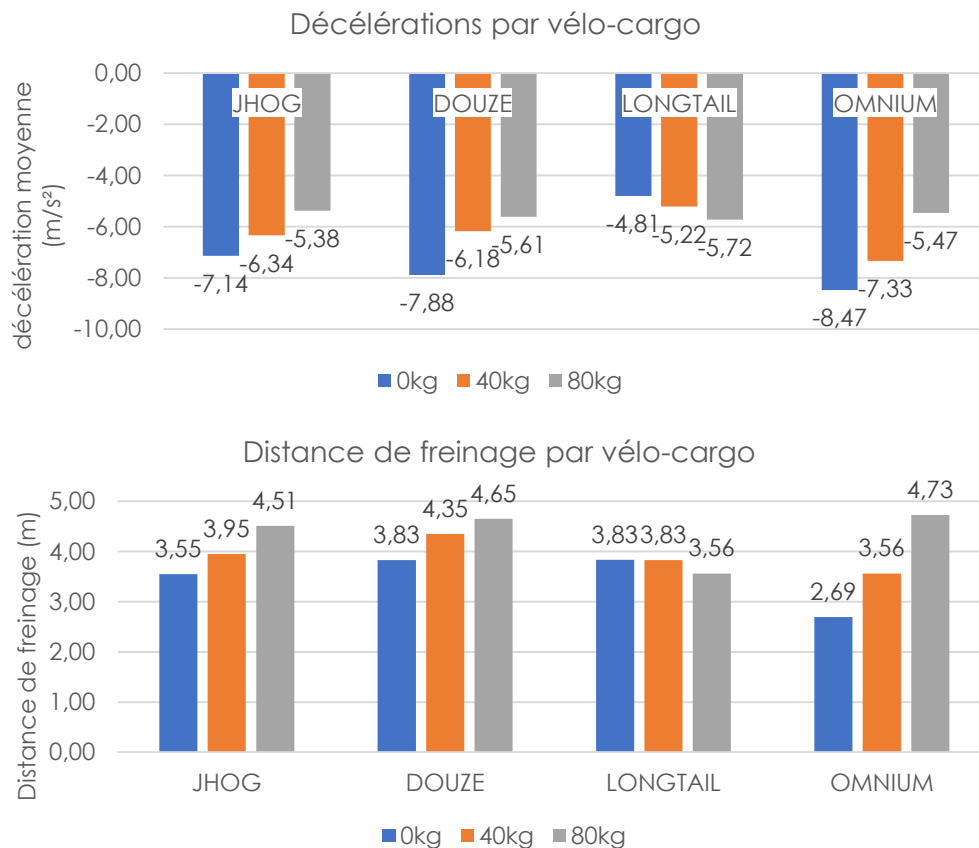
Données recueillies:

- Position et vitesse GPS
- Accélérations
- Angles de rotation

Instrumentation



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.)

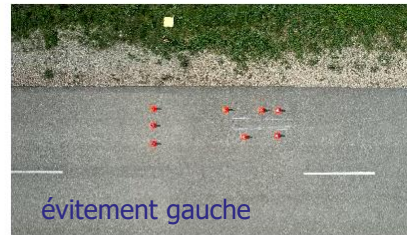
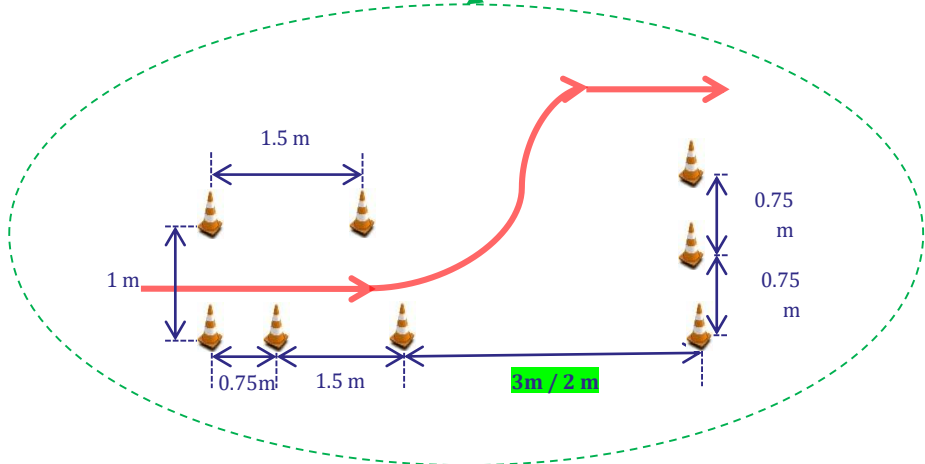
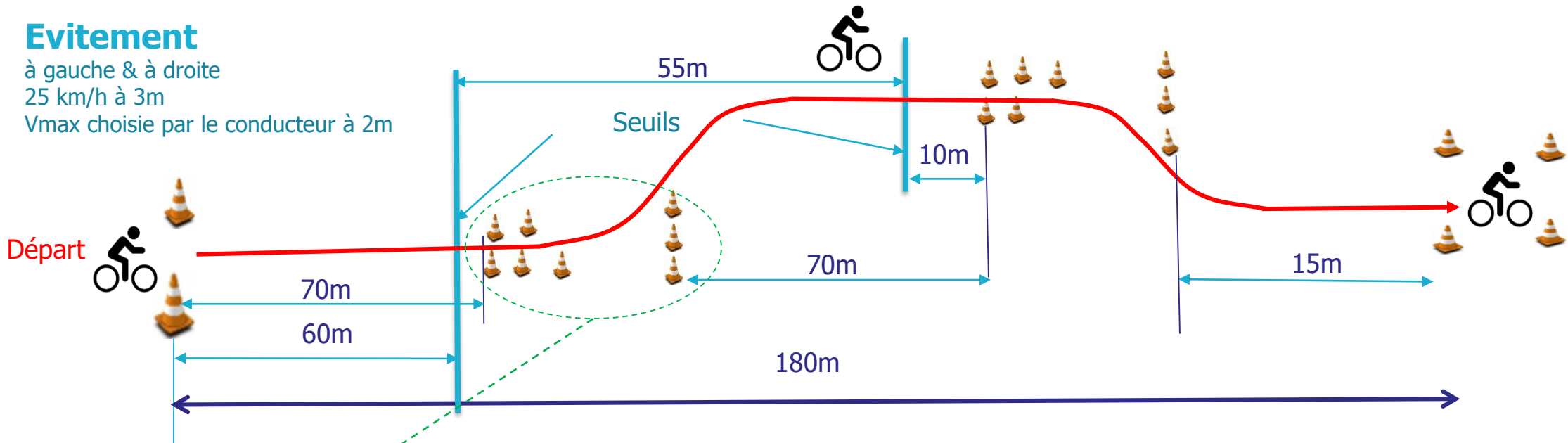
Protocole évitements

Évitement

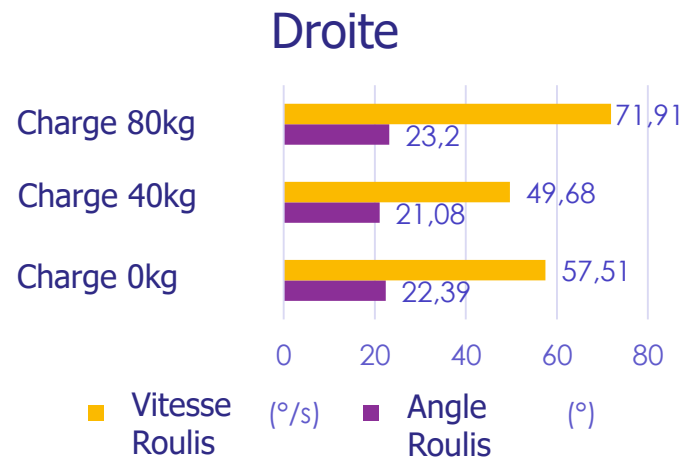
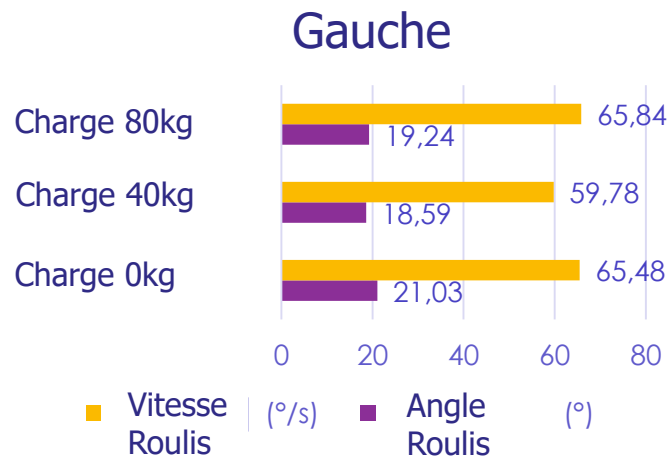
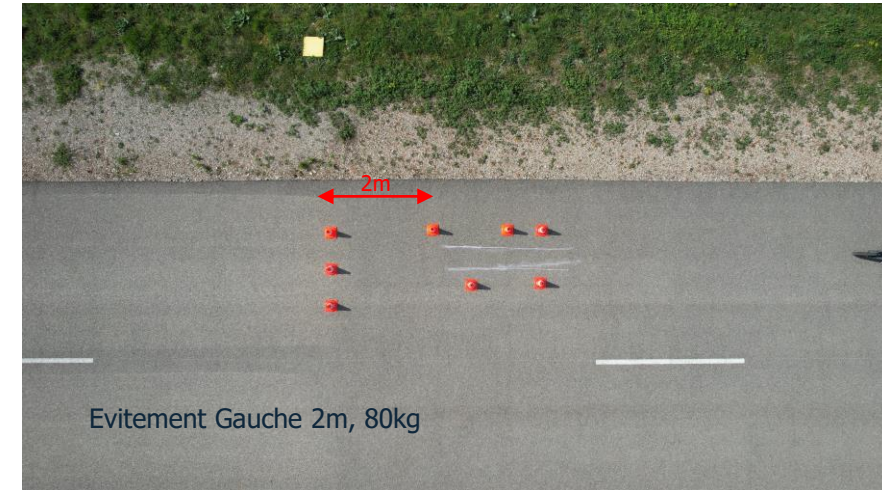
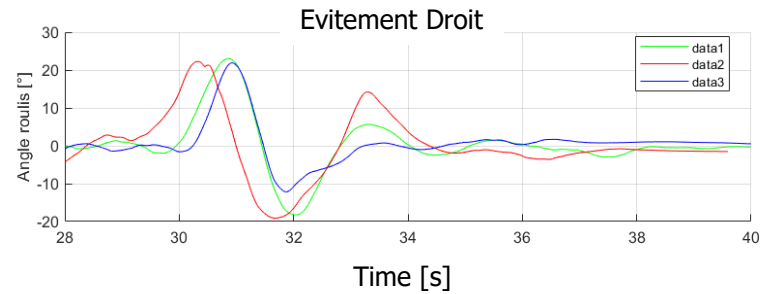
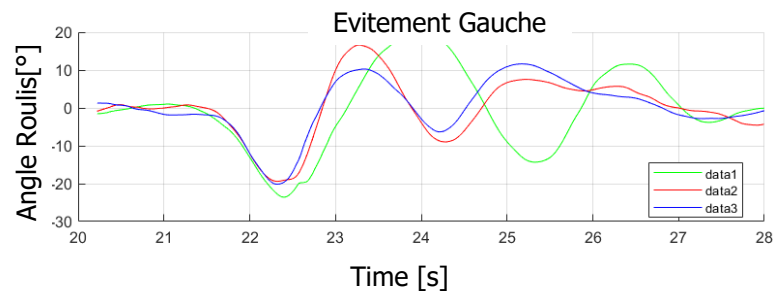
à gauche & à droite

25 km/h à 3m

Vmax choisie par le conducteur à 2m



JHOG Evitement 2 m



Angle Roulis

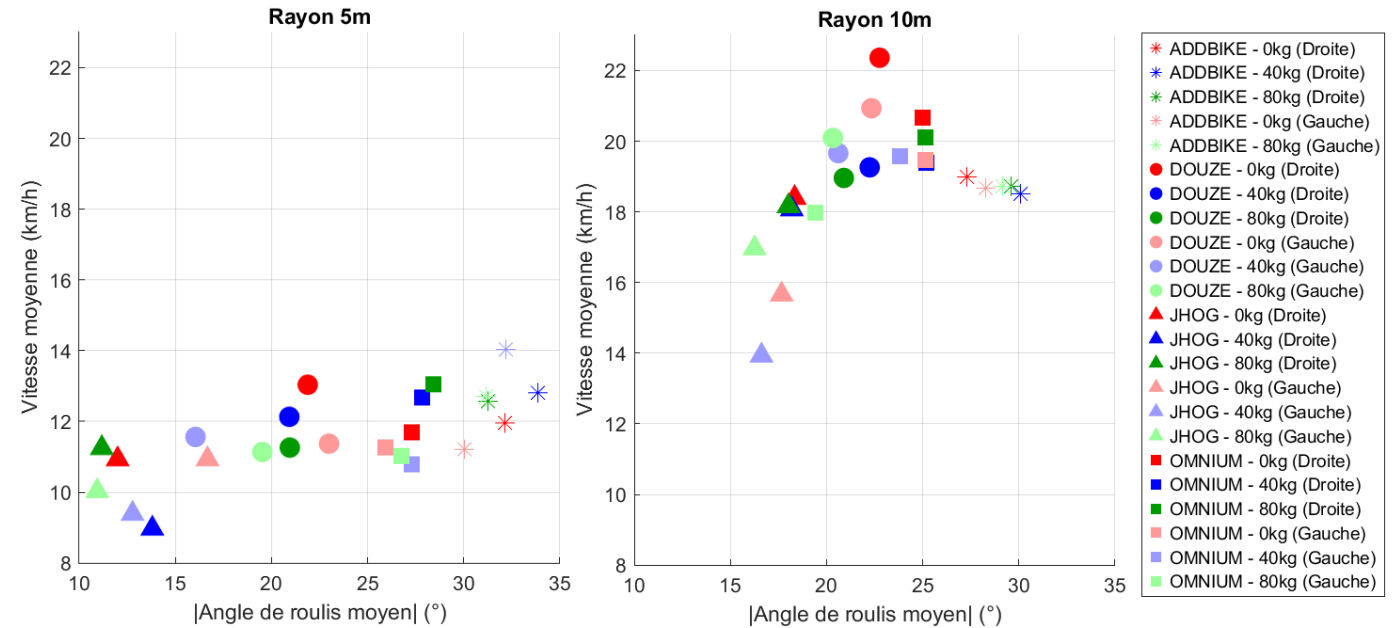
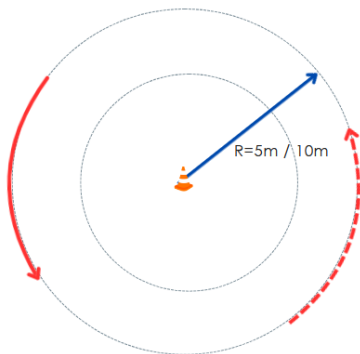
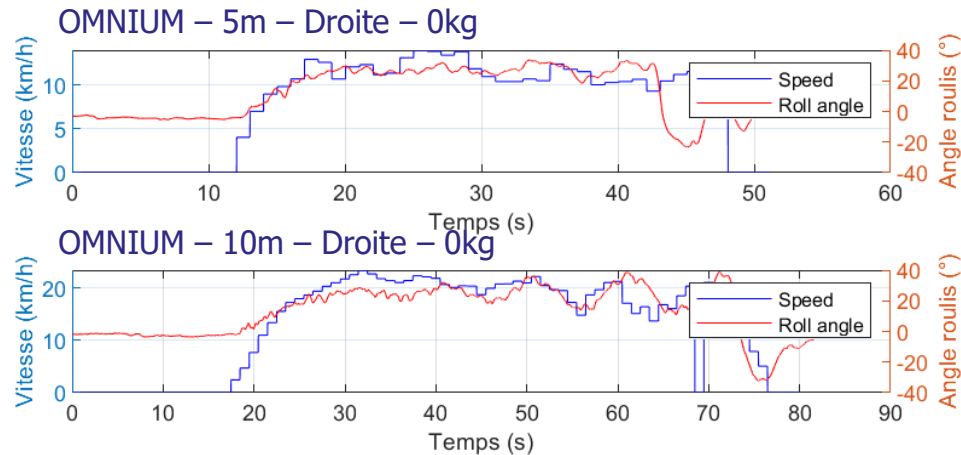
Constant ,
comparable à 3 m
($\approx 20 - 23^\circ$)

Vitesse Roulis

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

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

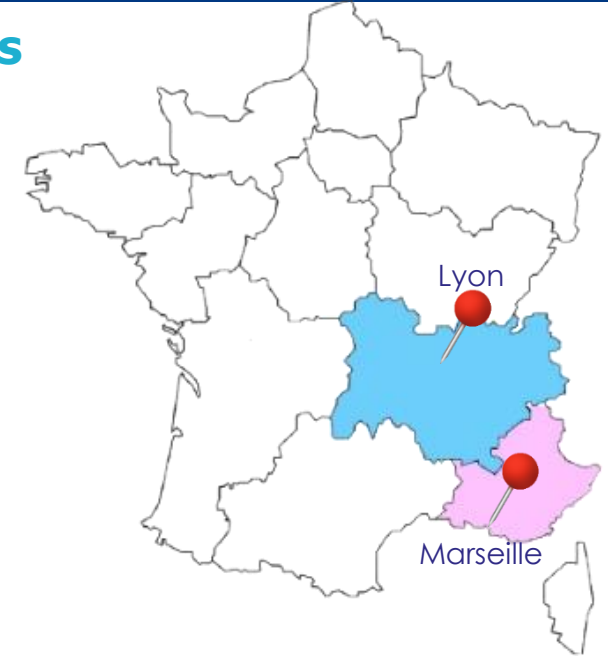
Etude naturelle des comportements de conduite des usagers professionnels de vélos-cargos

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
- } 10 vélos-cargos professionnels par ville
- Le participant lance et arrête l'enregistrement de son trajet; déclare une situation à risque en appuyant sur la touche incident



➡ **Avis Favorable du CRPH en Juillet 2024**

➡ **Enregistrements de 2 mois entre Octobre 2024 et Juin 2025**

Premiers résultats

13

Carte des trajets

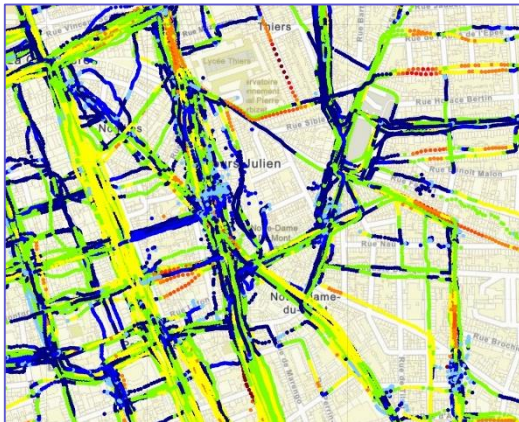
Enregistrements

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

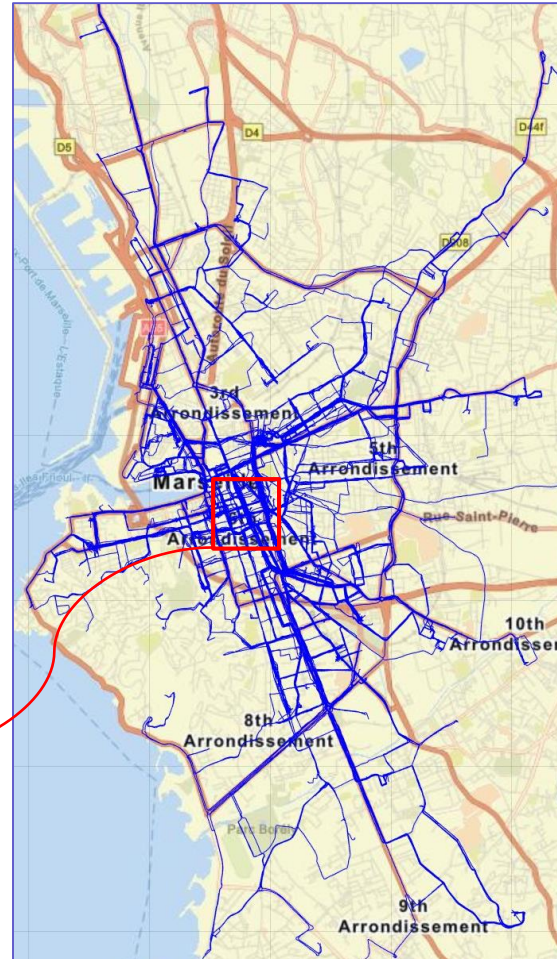
Moyennes des données

- 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

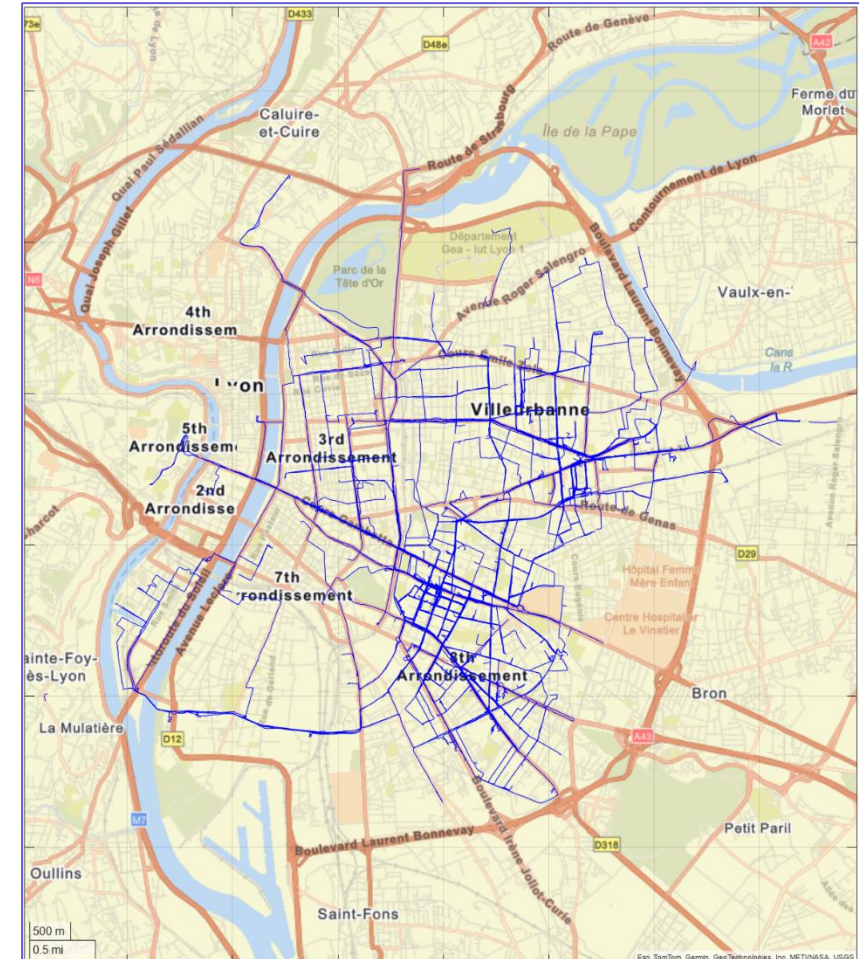
Vitesse (km/h)



Marseille



Lyon



Carte des trajets - QGIS

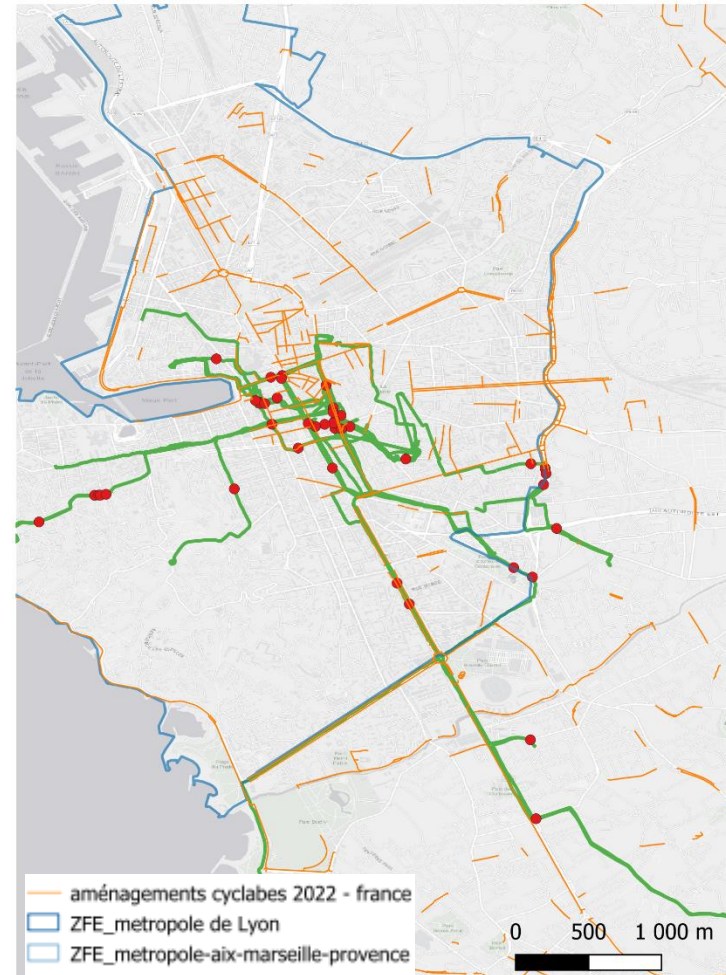
Méthodologie testée sur un livreur de chaque ville: croiser les trajets, les événements et le contexte urbain

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

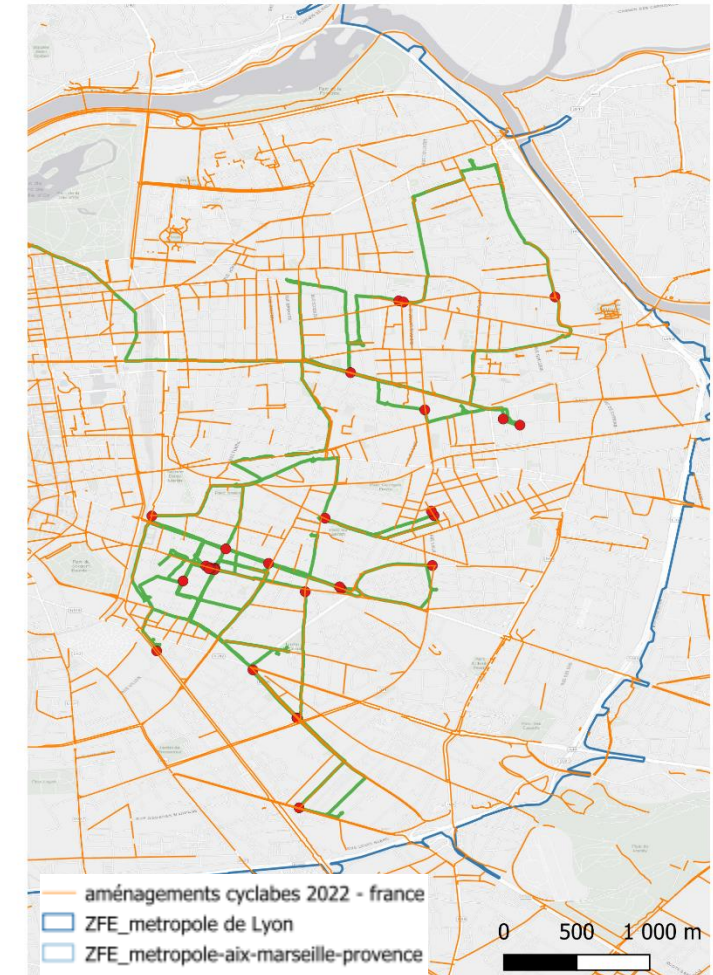
Étapes suivantes:

- 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

