

**Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS) – Axe Outils Décisionnels pour la Production et les Services (ODPS)**

**Directeur de thèse :** Sylvie NORRE (professeure), [sylvie.norre@uca.fr](mailto:sylvie.norre@uca.fr)

**Co-encadrant :** Katyanne FARIAS (maître des conférences), [katyanne.farias\\_de\\_araujo@uca.fr](mailto:katyanne.farias_de_araujo@uca.fr)

**Titre du sujet de thèse :** Livraison durable du dernier kilomètre avec *crowdshipping*

**Résumé du sujet de thèse :**

La livraison du dernier kilomètre (*Last-Mile Delivery*, LMD) est actuellement reconnue comme l'une des étapes les plus critiques et les plus coûteuses de la chaîne d'approvisionnement. Selon le *Statista Digital Market Outlook*, le commerce électronique devrait croître à un taux annuel de 6,29% entre 2025 et 2030. L'expansion rapide du commerce électronique contribue à des augmentations substantielles de la congestion du trafic et de la pollution dans les centres urbains.

Le *crowdshipping* est devenu une solution largement utilisée pour livrer les colis achetés en ligne. Cependant, le recours à des livreurs occasionnels (*Occasional Couriers*, OCs) peut générer des impacts environnementaux négatifs lorsqu'ils s'inscrivent sur une plateforme et effectuent des trajets supplémentaires, dans un modèle économique similaire à celui d'Uber. Le *crowdshipping* peut être modélisé comme une approche durable pour répondre à ce problème, en mobilisant des OCs afin de livrer des colis le long de trajets qu'ils avaient déjà prévus. En réduisant la dépendance aux flottes professionnelles, le modèle de livraison du dernier kilomètre avec *crowdshipping* (LMDC) peut potentiellement diminuer les coûts opérationnels et les impacts environnementaux.

Ce domaine de recherche est relativement récent. Le problème a été initialement formulé par Archetti *et al.* (2016) comme un problème de tournées de véhicules avec des OCs. Dans leur formulation, plusieurs hypothèses simplificatrices ont été adoptées. Le problème a été traité de manière déterministe, ce qui signifie que tous les OCs étaient supposés accepter toute tâche de livraison qui leur était assignée, et qu'un taux de compensation fixe était appliqué. Cependant, la nature stochastique de l'acceptation des livraisons influence fortement la solution.

Sur cette base, Gdowska *et al.* (2018) ont intégré dans le problème la probabilité que les OCs acceptent une livraison, pour une compensation prédéfinie. Toutefois, leur étude utilisait un montant de compensation fixe par OC. Barbosa *et al.* (2023) ont modélisé la probabilité d'acceptation des OCs comme une fonction de la compensation. Les auteurs ont généré un jeu de données à partir d'entretiens, en enregistrant si les livraisons étaient acceptées ou refusées et en collectant des données associées telles que la longueur du détour, le poids du colis et la compensation proposée. Néanmoins, leur modèle de régression logistique proposé définissait toujours la probabilité d'acceptation exclusivement comme une fonction de la compensation, négligeant ainsi l'influence d'autres facteurs importants.

Les variantes du LMDC étudiées dans la littérature adoptent généralement un horizon de planification d'une journée et ne considèrent pas de fenêtres de temps de livraison prédéfinies. Dans les applications réelles, cependant, les fenêtres de temps constituent une caractéristique fondamentale, augmentant significativement la complexité du problème. De plus, les travaux publiés se sont principalement concentrés sur la minimisation du coût total. Par exemple, Cebeci *et al.* (2025) ont proposé un cadre dans lequel les livraisons entraînant un coût additionnel élevé sur les tournées des véhicules professionnels sont associées à des trajets d'OCs. Dans ces modèles, une livraison est assignée à un OC si et seulement si cela réduit le coût total. Cependant, minimiser le coût ne conduit pas nécessairement à maximiser la participation des OCs, ce qui est souvent souhaitable pour des raisons environnementales.

Dans cette thèse, nous proposons de modéliser une nouvelle variante du problème dans des conditions réalistes, incluant des fenêtres de temps de livraison et des probabilités d'acceptation stochastiques dépendant de multiples facteurs, tels que le niveau de compensation, le poids du colis et la distance de déplacement, entre autres. Par ailleurs, le problème sera abordé non seulement sous un angle économique, mais également sous une perspective de durabilité, conduisant à la définition du *Sustainable LMDC* (S-LMDC). L'objectif est de minimiser la distance totale parcourue, tout en garantissant que le coût total de transport et de compensation des OCs reste inférieur à la borne supérieure fixée par une solution reposant exclusivement sur la flotte professionnelle. L'objectif est de modéliser un problème et de proposer des méthodes de résolution, telles que des métaheuristiques et des heuristiques, pouvant être facilement adaptées à des cas réels, tels que les chaînes de supermarchés et les restaurants de vente à emporter.

### Références

- Archetti, C., Savelsbergh, M. and Speranza, M. G. (2016), The vehicle routing problem with occasional drivers. *European Journal of Operational Research*, v. 254, p. 472–480.
- Barbosa, M., Pedroso, J. P. and Viana, A. (2023), A data-driven compensation scheme for last-mile delivery with crowdsourcing. *Computers & Operations Research*, v. 150.
- Cebeci, M. S., Bok, M. D., Tapia, R., Nadi, A. and Tavasszy, L. (2025), Feasibility of crowdshipping for outlier parcels in last-mile delivery. *Research in Transportation Economics*, v. 112.
- Gdowska, K., Viana, A. and Pedroso, J. P. (2018), Stochastic last-mile delivery with crowdshipping. *Transportation Research Procedia*, v. 30, p. 90–100.