

**Titre de la thèse/Thesis title :** Optimisation de tournées de collecte et livraison synchronodales / Optimization of synchronomodal pickup and delivery routes

**Laboratoire d'accueil / Host Laboratory :** FEMTO-ST

**Spécialité du doctorat préparé/Speciality :** Génie informatique et industriel/ Computer and Industrial Engineering

**Mots-clefs / Keywords :** recherche opérationnelle, tournées, synchronodalité / operations research, Pickup and delivery routes, multimodal transport

**Descriptif détaillé de la thèse / Job description**

Au sein de l'équipe OMNI du DISC, le sujet proposé s'inscrit dans l'axe Planification et Ordonnancement et plus globalement dans l'axe transverse IA et Optimisation de FEMTO-ST. Dans ce domaine, nous travaillons en Recherche Opérationnelle, autour des méthodes exactes, des métaheuristiques et de l'optimisation multi-objectifs, avec divers champs d'application privilégiés en logistique et en transport (ordonnancement d'atelier, logistique urbaine, logistique portuaire, chaîne logistique de l'hydrogène...).

Les variantes de problèmes de collecte et de livraison (PDP – Pick up and Delivery Problems) dites « riches » se distinguent par la conjonction de plusieurs types de contraintes qui sont peu prises en compte simultanément dans les résolutions proposées dans l'état de l'art scientifique. Il peut s'agir par exemple de contraintes cumulatives, comme la capacité des véhicules, et de contraintes de fenêtres temporelles, de transfert de marchandises ou de synchronisation spatio-temporelle entre véhicules. La nécessité de synchronisation entre plusieurs modes devient ainsi prépondérante dans de nombreux problèmes de planification et d'ordonnancement dans ce secteur. C'est le cas par exemple dans le cadre du regain d'intérêt pour le mode fluvial, qui nécessite une synchronisation entre ce mode « régulier » et des modes plus flexibles (routier par exemple) pour les transferts de marchandises [Yimeng et al., 2025]. Mais ce type de transport dit « synchronomodal » peut aussi se rencontrer à la frontière des villes pour transférer les marchandises entre des opérateurs longue distance et des opérateurs urbains, en utilisant des sites « satellites ».

Au sein de l'équipe, la dernière thèse soutenue, Alexis Godart (2020), portait sur des variantes enrichies du problème de ramassage et livraison avec transferts (PDP avec transferts), en contexte urbain statique. Elle s'attachait déjà à prendre en compte le mieux possible la réalité opérationnelle des tournées avec coordination inter-véhicules au sein d'une flotte hétérogène, pour le mode routier. Ainsi, la modélisation proposée abordait de nombreux types de contraintes spécifiques :

- **Fenêtres de temps :** strictes ou souples sur les nœuds (fournisseurs, clients, transporteurs), avec pénalités de retard ; synchronisation spatio-temporelle pour que le transfert arrive avant le départ du véhicule récepteur.
- **Capacités des véhicules :** flotte hétérogène avec limites de charge ; compatibilité des colis/transferts (taille, type).
- **Transferts inter-véhicules :** autorisation explicite des transferts directs entre véhicules à des points de rencontre ; cohérence temporelle (arrivée  $\leq$  départ récepteur).
- **Multi-visites :** un site peut être visité plusieurs fois par un véhicule (ou globalement).

- **Précédences et compatibilités** : ordre entre tâches d'un même client ; incompatibilités entre tâches/véhicules.

L'objectif de cette nouvelle thèse consiste à étendre une partie de ces travaux pour adresser certains nouveaux types de problèmes d'optimisation émergents dont nous avons donné un aperçu en introduction.

Les évolutions du modèle, pour s'adapter aux nouvelles problématiques qui émergent, porteront en particulier sur des éléments qui distinguent fortement les contextes synchronodaux :

- La co-existence de modes de transport flexibles et des services multimodaux programmés, périodiques ou réguliers.
- La possibilité de livrer un client sans le visiter en utilisant des drones transportés par le mode de transport principal (truck-drone routing problem, [Jie et al., 2025]), ou en déposant la marchandise à proximité après avoir convenu avec le destinataire d'un rendez-vous (set covering routing problem, [Nima et al., 2024]).
- Les bénéfices potentiels que peut apporter la résolution de problèmes sélectifs et la prise en compte de plusieurs périodes dans l'horizon.
- La prise en compte de données dynamiques plutôt que statiques.
- La prise en compte de la législation sur les temps de conduite.

mais aussi sur la prise en compte de contraintes environnementales (Pollution routing problem, [Reza et al., 2025]).

Au-delà de l'état de l'art sur les différentes problématiques émergentes de Rich PDPTW et de la réflexion sur les modèles, la thèse s'attachera bien évidemment à étudier également l'extension ou l'adaptation des algorithmes de résolution déjà proposés. La conception des nouvelles approches de résolution pourra naturellement envisager des méthodes d'intelligence artificielle potentielles, en complément de celles déjà utilisées dans les approches hybrides précédentes, afin d'estimer quelles opportunités complémentaires pourraient apporter les progrès récents [Fangting et al., 2025].

#### Références bibliographiques / Bibliography

- [1] COM (2026) 116 final, « Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions : Stratégie d'investissement dans les énergies propres. », Commission Européenne, Strasbourg, 10.3.2026.
- [2] Fangting Zhou, Attila Lischka, Balázs Kulcsár, Jiaming Wu, Morteza Haghiri Chehrehghani, Gilbert Laporte, Learning for routing: A guided review of recent developments and future directions, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 202, 2025, 104278, ISSN 1366-5545, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104278>.
- [3] Jie Duan, He Luo, Guoqiang Wang, Approaches to the truck-drone routing problem: A systematic review, Swarm and Evolutionary Computation, Volume 92, 2025, 101825, ISSN 2210-6502, <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2024.101825>.
- [4] Lange, Julia & Crainic, Teodor Gabriel & Gschwind, Timo & Rei, Walter. (2025). An Integrated Modeling Approach for Day-Before Planning in Two-Tier Multi-Modal

City Logistics with Satellite Synchronization. Cirrelt. (preprint)  
<https://www.cirrelt.ca/documentstravail/cirrelt-2025-01.pdf>

[5] Nima Moradi, Fereshteh Mafakheri, Chun Wang, Set Covering Routing Problems: A review and classification scheme, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 198, 2024, 110730, ISSN 0360-8352, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110730>.

[6] Reza Shahin, Maxim A. Dulebenets, From cost-centering to sustainability: A review of Pollution Routing Problems, *Cleaner Engineering and Technology*, Volume 29, 2025, 101082, ISSN 2666-7908, <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.101082>.

[7] Yimeng Zhang, Xiangrong Tan, Mi Gan, Xiaobo Liu, Bilge Atasoy, Operational synchronodal transport planning methodologies: Review and roadmap, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 194, 2025, 103915, ISSN 1366-5545, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103915>.

[8] Yimeng Zhang, Shuyang Zhu, Kaiyu Pu, Hang Cui, Mi Gan, Xiaobo Liu, Ruixue Ai, Dynamic multimodal transport planning with drones for emergency logistics: Mathematical model and heuristic algorithm, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 206, 2026, 14558, ISSN 1366-5545,

### Profil demandé / Applicant profile

Les candidats doivent être titulaires d'un master ou d'un diplôme équivalent en informatique ou en génie informatique et industriel, et posséder de solides connaissances en recherche opérationnelle et en application aux problèmes de tournées riches. Des compétences en intelligence artificielle seraient appréciées.

La maîtrise de l'anglais est requise

The candidates must have a master degree or equivalent in computer science or computer and industrial engineering, and have a strong background in operations research and its application to complex routing problems. Skills in artificial intelligence are a plus..

English language proficiency is needed

### Financement : MESRI Etablissement

Dossier à envoyer pour le 20/05/2026

Début du contrat : 1<sup>er</sup> Octobre 2026

Salaire mensuel brut : 2300€

**Direction de la thèse:/ Thesis Supervisor**  
**MANIER Hervé / herve.manier@utbm.fr**

**Encadrement de la thèse : co-directeur(s) et co-encadrant(s)**  
**BLOCH Christelle / co-encadrant**

Les candidats sont invités à envoyer leur dossier de candidature aux directeurs de thèse.

Le dossier de candidature doit comprendre les documents suivants :

- CV
- Lettre de motivation
- Au moins une lettre de recommandation
- Relevés de notes et classement

Applicants are invited to submit their application to the PhD supervisors.

Application must contain the following documents:

- CV
- Cover letter
- At least 1 reference letter

- Marks and ranking