

**Sujet de thèse :** Complexité et approximabilité des problèmes de taxis partagés

**Mots-clefs :** Dial-A-Ride problem, Taxis partagés, Théorie des graphes, Complexité algorithmique, complexité paramétrée, approximabilité polynomiale, heuristiques.

**Directeur :** C. Bentz, Maître de conférences, HDR, cedric.bentz@cnam.fr ; D. Watel, Enseignant-chercheur, dimitri.watel@ensiie.fr

**Laboratoire d'accueil :** CEDRIC-CNAM

Le sujet de cette thèse consiste en l'étude de problèmes de transport en taxi où des clients qui réservent indépendamment des taxis peuvent se voir la possibilité de partager une partie de leurs courses dans le même taxi. Des services de la sorte existent déjà aujourd'hui tels que *G7 partagés* ou *UBER Pool*. L'avantage pour le client est de réduire sa facture en payant avec les autres clients des parties de trajets qu'ils font ensemble. Ce partage doit être profitable au client : chaque client doit payer moins cher que le prix d'une course privée et ne doit pas trop affecter son confort (par exemple, en évitant de trop rallonger le temps de la course). L'entreprise pourra en contrepartie accueillir plus de clients et mieux rentabiliser ses taxis.

Il s'agit de variantes du problème Dial-A-Ride (DARP) qui consiste en un problème de routage de véhicules adapté au transport de personne [1] en porte à porte. Dans la version originale, à chaque véhicule est attribué une unique personne. Récemment, des variantes adaptées aux taxis partagés ont vu le jour. Une variante de DARP adaptée aux taxis partagés, nommée Dial-A-Ride problem with Money as an incentive (DARP-M), a été introduite par Santos *et al.* [3, 4]. Le problème Taxi Group Ride (TGR) simplifie la mutualisation en rajoutant une contrainte de proximité des origines et des destinations [2].

Une première étude théorique de complexité algorithmique, paramétrée et d'approximabilité polynomiale de DARP-M a été effectuée [6]. Cette étude a été faite en restant focalisé sur le fait que les problèmes de taxis possèdent quelques contraintes fortes sur ses paramètres : le réseau est quasiment planaire, le nombre de sièges dans un taxi est fixé, la conduite d'un chauffeur est limitée dans le temps, ... Ces simplifications inhérentes aux problèmes de taxis peuvent permettre de trouver des algorithmes efficaces pour les résoudre ou dévoiler la difficulté de certaines contraintes. Par exemple, il a été prouvé par exemple que DARP-M est NP-Difficile au sens fort et inapproximable avec un rapport polynomial même dans le cas où l'entreprise ne dispose que d'un taxi, que ce taxi n'a que 2 sièges passagers, où le réseau routier est planaire et où aucun client n'a de contrainte horaire.

L'objectif de la thèse serait, premièrement de pousser plus loin cette étude

de complexité et d'approximabilité et de l'adapter à d'autres problèmes de taxis partagés comme TGR. Étant donné l'aspect fortement appliqué de ces problèmes, un second objectif consiste en la recherche d'algorithmes efficaces pour résoudre ces variantes qui pourront se baser sur les résultats des études théoriques. Ces algorithmes pourront ensuite être évalués sur des données réelles, par exemple les données de taxi new-yorkais disponibles en ligne [5]. Enfin, ces études peuvent être étendues à d'autres catégories de problèmes proches comme les problèmes de transports de patients (où l'hôpital paie des ambulances/des taxis pour amener les patients en consultation) ou des problèmes de covoiturage (où chaque chauffeur/client a des objectifs propres).

## Références

- [1] CORDEAU, J., AND LAPORTE, G. The dial-a-ride problem : models and algorithms. *Annals of Operations Research* 153, 1 (may 2007), 29–46.
- [2] QIAN, X., ZHANG, W., UKKUSURI, S. V., AND YANG, C. Optimal assignment and incentive design in the taxi group ride problem. *Transportation Research Part B : Methodological* 103 (2017), 208–226.
- [3] SANTOS, D., AND XAVIER, E. Dynamic taxi and ridesharing : A framework and heuristics for the optimization problem. In *Proceedings of the Twenty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence (2013)*, IJCAI 13', AAAI Press, pp. 2885–2891.
- [4] SANTOS, D., AND XAVIER, E. Taxi and Ride Sharing : A Dynamic Dial-a-Ride Problem with Money as an Incentive. *Expert Systems with Applications* 42, 19 (2015), 6728–6737.
- [5] SCHNEIDER, T. Unified New York City Taxi and Uber data. <https://github.com/toddwschneider/nyc-taxi-data>, 2007.
- [6] WATEL, D., AND FAYE, A. Taxi-Sharing : Parameterized Complexity and Approximability of the Dial-a-ride problem with money as an incentive.