

Contribution à l'exploitation d'un nouveau mode de transport à la demande rail-route

Jean Jodeau^{1,2*}, Nabil Absi¹, Rémy Chevrier², Dominique Feillet¹

¹ Mines Saint-Etienne, Univ Clermont Auvergne, INP Clermont Auvergne, CNRS, UMR 6158
LIMOS, F - 42023 Saint-Etienne France

{absi, feillet}@emse.fr

² SNCF Innovation et Recherche, Equipe MOD, 93210 Saint-Denis France

{jean.jodeau, remy.chevrier}@sncf.fr

Mots-clés : *DARP, Tournée de véhicules, Ordonnancement ferroviaire, ALNS*

1 Contexte et objectif

Dans les zones peu denses les usagers bénéficient d'une offre de transport insuffisante et peu adaptée, de grands matériels roulant circulent peu fréquemment et à des horaires fixes. Les usagers délaissent donc les transports publics pour bénéficier de la flexibilité et de la facilité qu'offre la voiture individuelle. Pour redynamiser les transports publics et le ferroviaire, un système de transport mixte à la demande reposant sur un matériel roulant rail-route innovant est envisagé. L'objectif est de proposer une solution permettant de transporter le plus d'usagers possible en porte à porte pendant une période de temps donnée et ceci en minimisant le temps de trajets des usagers. La zone de circulation de nos véhicules s'organise autour d'une voie ferrée que les véhicules peuvent emprunter et de laquelle ils rayonnent pour prendre et déposer des clients.

2 Description du problème

La Figure 1 illustre le problème. Il s'agit de trouver une tournée de véhicules partant d'un dépôt (triangle jaune) pour prendre en charge des clients (ronds colorés) aux heures précisées en ayant la possibilité de passer par une voie ferrée via des plateformes d'insertion (carrés et lignes violets). La solution obtenue doit satisfaire deux objectifs : maximiser le nombre de clients servis, puis minimiser leur temps de trajet.

Ce problème couple deux problèmes distincts. La première concerne des tournées de véhicules pour du transport à la personne. La seconde s'intéresse à l'ordonnancement sur la voie ferrée. Cet ordonnancement est d'autant plus important que les circulations s'effectuent sur voie unique.

Le problème de construction des tournées de véhicules pour le transport de personne est le *Dial-A-Ride Problem* (DARP). Les principales variantes de ce problème et les méthodes les plus utilisées pour le résoudre sont présentées, notamment, dans [1, 4]. Les méthodes exactes plafonnant rapidement, de nombreuses heuristiques sont aussi présentées, la dernière en date est une ALNS (Adaptative Large Neighbourhood Search) décrite dans [3].

L'ordonnancement ferroviaire est aussi très étudié. Une attention particulière est d'ailleurs prêtée au problème se présentant sur voie unique avec une modélisation sous forme de *job scheduling* [2].

L'hybridation des deux problèmes pour ce type de service n'est cependant pas référencée, à notre connaissance, dans la littérature. Aussi, nous l'appellerons *Road and Railway DARP* (RR-DARP)

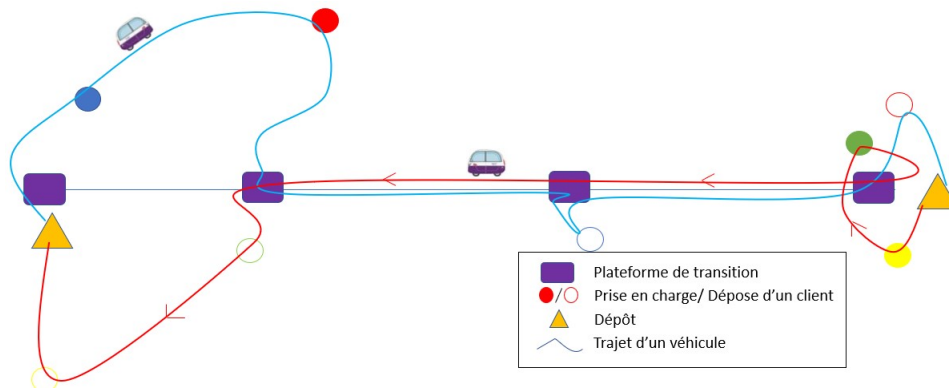


FIG. 1 – Présentation du RR-DARP

3 Méthodes de résolution envisagées

Plusieurs méthodes de résolutions ont été envisagées. La première s'appuie sur une modélisation MILP et l'utilisation d'un solveur. La taille de la modélisation augmentant très vite avec la taille du problème, il est très difficile d'utiliser cette méthode pour résoudre des instances contenant plus de 3 véhicules et 5 clients.

Cependant, on peut aussi s'attacher à l'obtention de bornes en relaxant les contraintes d'ordonnancement. Dans un deuxième temps, on peut ajouter les contraintes d'ordonnancement pour voir si la solution obtenue est complètement valide. Cette méthode en deux temps permet de résoudre des instances de plus grandes tailles (3 véhicules et 9 clients, 2 véhicules et 12 clients). Cependant, l'optimalité de la solution n'est assurée que si la valeur de l'objectif n'est pas modifié pendant cette réparation. On peut ensuite qualifier cette solution en fonction d'un encadrement obtenu en ne considérant d'un côté qu'un DARP routier et de l'autre en relaxant les contraintes dues à la voie ferrée.

Pour pouvoir traiter des instances de plus grandes tailles et plus réalistes, il est nécessaire de concevoir une heuristique de résolution simultanée de tournées de véhicules et d'ordonnancement ferroviaire. Une *Adaptative Large Neighbourhood Search* reposant sur des techniques d'insertion est en cours de développement pour traiter de plus grandes instances. Des résultats expérimentaux de simulation réalisés sur la ligne seront présentés à la conférence.

Références

- [1] Jean-François Cordeau and Gilbert Laporte. The dial-a-ride problem (darp) : Variants, modeling issues and algorithms. *Quarterly Journal of the Belgian, French and Italian Operations Research Societies*, 1(2) :89–101, 2003.
- [2] Evgeny R Gafarov, Alexandre Dolgui, and Alexander A Lazarev. Two-station single-track railway scheduling problem with trains of equal speed. *Computers & Industrial Engineering*, 85 :260–267, 2015.
- [3] Timo Gschwind and Michael Drexel. Adaptive large neighborhood search with a constant-time feasibility test for the dial-a-ride problem. *Transportation Science*, 53(2) :480–491, 2019.
- [4] Sin C Ho, Wai Yuen Szeto, Yong-Hong Kuo, Janny MY Leung, Matthew Petering, and Terence WH Tou. A survey of dial-a-ride problems : Literature review and recent developments. *Transportation Research Part B : Methodological*, 111 :395–421, 2018.