

Une heuristique pour du 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 DTIPG, Equipe MOD, 93210 Saint-Denis France
{jean.jodeau, remy.chevrier}@sncf.fr

Mots-clés : *recherche opérationnelle, optimisation, transport à la demande, branch-and-check, logic based benders decomposition*

1 Contexte et objectif

Dans les zones peu denses, les usagers pâtissent d'une offre de transport insuffisante et peu adaptée. En effet, les trains régionaux sont surdimensionnés par rapport à la demande et ils circulent avec une fréquence insuffisante. 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 en particulier, 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. La zone de circulation des véhicules s'organise autour d'une voie ferrée existante à voie unique que les véhicules peuvent emprunter et de laquelle ils rayonnent pour prendre et déposer des clients.

2 Description du problème

Le problème étudié est donc un problème de transport à la demande avec des véhicules rail-routes. L'usage du rail, qui permet d'aller plus vite, impose aux véhicules de se synchroniser lorsqu'ils y roulent afin d'éviter les situations dites de "nez à nez", et de respecter d'autres contraintes ferroviaires.

Ce problème couple deux problèmes distincts. Le premier concerne des tournées de véhicules pour du transport de personnes. Le second 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 personnes 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, 5]. Les méthodes exactes plafonnant rapidement, de nombreuses heuristiques sont aussi présentées, une ALNS (*Adaptative Large Neighbourhood Search*) est notamment décrite dans [4].

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* dans [3].

L'hybridation des deux problèmes pour ce type de service n'est cependant pas référencée, à notre connaissance, dans la littérature. Cependant Drexl [2] référence et classe plusieurs problèmes de tournées de véhicules avec des contraintes de synchronisation. Notre problème entre dans la catégorie des problèmes de tournées de véhicules avec synchronisation de ressources.

Le premier objectif de notre problème est de maximiser le nombre d'usagers servis. Plusieurs objectifs secondaires ont été considérés : la minimisation du temps de trajet moyen des usagers, la distance parcourue par les usagers, ou la consommation des véhicules. Cette dernière est plus faible lorsque les véhicules circulent sur le rail. Deux objectifs secondaires sont donc en faveur du rail, tandis que celui de la distance est en faveur de la route.

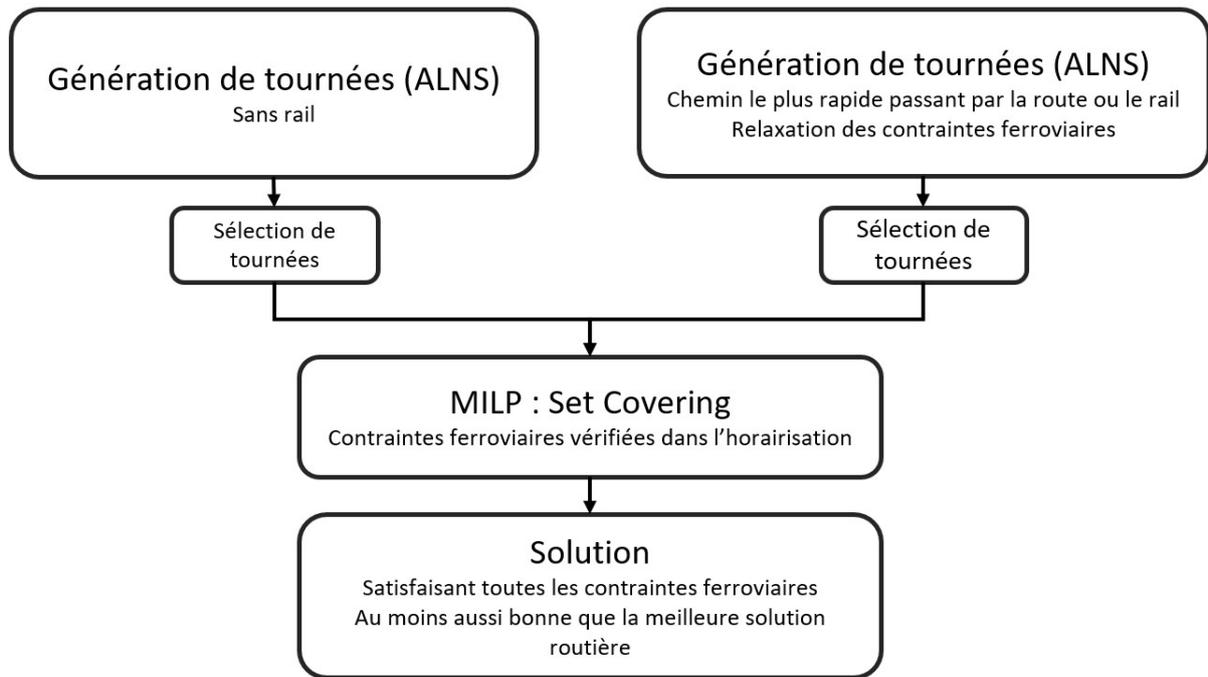


FIG. 1 – Schéma de résolution

3 Méthodes de résolution

Dans [6], nous nous étions concentrés sur la partie statique du problème. Nous avons développé un premier schéma de résolution heuristique, rappelé en Figure 1.

Ce schéma permet d'introduire facilement nos contraintes de synchronisation lors du *Set Covering*. Elles peuvent être introduites avec deux méthodes : la *Logic Based Benders Decomposition* et le *Branch and Check*. Des résultats sur la comparaison de ces deux méthodes seront présentés. Lorsque des tournées de véhicules sont en concurrence sur les rails, il est aussi possible de les réparer. Cette réparation permet de générer de nouvelles tournées prometteuses qui sont aussitôt intégrées dans notre ensemble de tournées candidates. Des résultats sur la réparation et sa cohabitation avec le *Branch and Check* et la *Logic Based Benders Decomposition* seront présentés.

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] Michael Drexler. Synchronization in vehicle routing—a survey of vrps with multiple synchronization constraints. *Transportation Science*, 46(3) :297–316, 2012.
- [3] 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.
- [4] Timo Gschwind and Michael Drexler. Adaptive large neighborhood search with a constant-time feasibility test for the dial-a-ride problem. *Transportation Science*, 53(2) :480–491, 2019.
- [5] 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.
- [6] Jean Jodeau, Nabil Absi, Rémy Chevrier, and Dominique Feillet. Optimization of a dial-a-ride service with rail-road vehicles. In *Verolog 2022 Conference*, 2022.