

Agrégation de modèles d'infrastructure ferroviaire par une méthode de flots

Charles-Frédéric Amaudruz¹, Hugo Belhomme¹, Gaël Haméon¹, Tom Kasprzak²

¹ SNCF, Direction Technologies, Innovation et Projets Groupe (DTIPG), Saint-Denis, France
{charles-frederick.amaudruz, hugo.belhomme, gael.hameon}@sncf.fr

² Artelys, Paris, France
tom.kasprzak@artelys.com

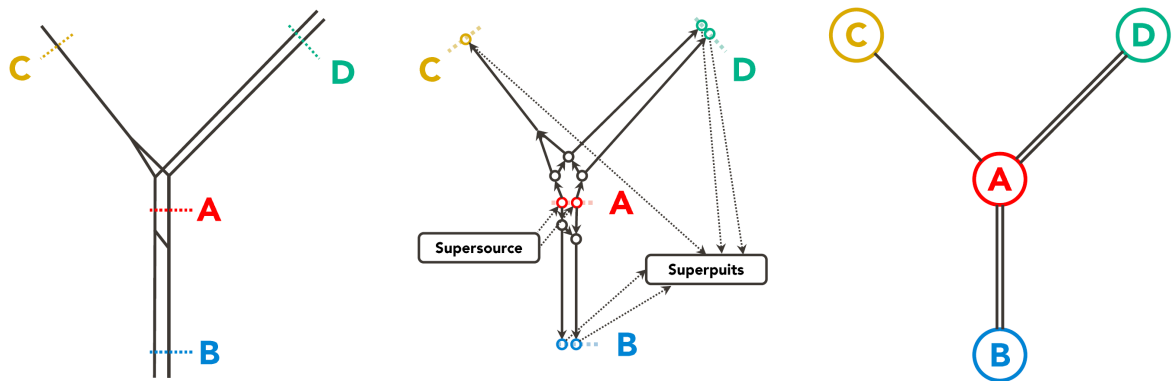
Keywords : *ferroviaire, graphe, agrégation, flots, multi-échelles*

1 Différentes échelles de représentation du système ferroviaire

La bonne exploitation ferroviaire passe par une bonne modélisation de l'infrastructure ferroviaire, dans toute sa complexité et toute sa diversité. En fonction des usages, on distingue classiquement deux niveaux de représentation : microscopique et macroscopique, dans lesquels la fidélité à la réalité et la complexité du modèle sont variables (voir par exemple [1]). Pour une ligne ferroviaire donnée, une représentation microscopique de l'infrastructure pourra par exemple être composée de tous les appareils de voie et une représentation macroscopique pourra ne considérer que les gares et les points d'intérêt (dits "points remarquables", ou PR) comme noeuds du graphe.

Le Groupe SNCF manipule ces différentes échelles pour des usages différents dans une constellation d'outils. Les travaux présentés ici ont pour but de combler un vide dans notre outillage en proposant une méthode pour automatiser le passage d'une modélisation microscopique en macroscopique. Outre un gain en temps de travail et en fiabilité, la facilitation de ces passages d'un niveau à l'autre permettrait d'améliorer la maintenabilité et l'interopérabilité des outils d'aide à la décision SNCF et ouvrirait la voie à des travaux sur des outils multi-échelles (comme par exemple [2]).

Le changement d'échelle le plus difficile est le passage d'un modèle micro, tel que celui de la figure 1a, à un modèle macro, tel que la figure 1c : il faut agréger des informations, c'est à dire des noeuds et des arcs, sans perdre le sens industriel du graphe.



(a) Représentation ferroviaire schématique

(b) Représentation microscopique en réseau de flot

(c) Représentation macroscopique recherchée

FIG. 1: Exemple d'infrastructure ferroviaire dans trois représentations différentes

2 Données manipulées

Nous disposons d'un référentiel microscopique du réseau ferré national au format RailJSON, standardisé au niveau européen . Celui-ci décrit les voies du réseau et les noeuds (aiguillages) où les voies se raccordent (figure 1a). Chaque point remarquable est décrit par un ensemble de localisateurs, où chaque localisateur est positionné sur une voie. Par exemple, un PR de gare possède un localisateur sur chaque voie qui la traverse ; ce sont les points colorés sur la figure 1b. Ces localisateurs sont les points de jonction des différentes échelles de description de l'infrastructure.

3 Méthode

Nous commençons par transformer l'infrastructure RailJSON en un graphe simple non orienté dont les noeuds sont les raccordements de voies et les localisateurs, et les arêtes représentent les voies.

Nous avons choisi de séparer le problème d'agrégation macroscopique en sous-problèmes où chacun vise à obtenir le graphe macroscopique dans le voisinage d'un PR donné, ce qui permet de contrôler que les voies macroscopiques obtenues sont mutuellement exclusives.

On pose un problème de flots max dans chaque voisinage de point remarquable comme par exemple celui de la figure 1b, où les sources sont les parties du PR A, les puits sont les parties de ses PR voisins, et les arcs en train plein ont une capacité de 1. Une supersource et un superpuits sont ajoutés pour relier les parties.

En résolvant tous les sous-problèmes, on obtient des résultats satisfaisants sur la majorité des PR mais la capacité de chaque tronçon reliant deux PR adjacents est calculée deux fois, ce qui cause parfois des problèmes d'asymétrie qui présentent des enjeux supplémentaires.

4 Conclusion et perspectives

Nous présenterons et discuterons lors de la conférence l'approche évoquée dans la section 3, les résultats obtenus sur nos instances de test ainsi qu'une comparaison de l'infrastructure générée via notre approche et de l'infrastructure maintenue manuellement depuis des années. Nous distinguons deux directions principales pour nos futurs travaux dans ce domaine : (1) la complétion de ces travaux de conversion automatisée, notamment par le traitement de l'asymétrie et l'agrégation des sous-graphes induits par chaque PR pour reconstruire le réseau en entier et (2) la conception et le développement d'une méthodologie pour la simulation multi-échelle, qui emploierait la juste modélisation au juste moment et au juste endroit du réseau.

References

- [1] Gély, L., Dessagne, G., Pesneau, P., & Vanderbeck, F. *Multi scalable model based on a connexity graph representation* Computers in Railways XII, Beijing, China, 1, 193-204, 2010.
- [2] Bešinović, N., Goverde, R. M., Quaglietta, E., & Roberti, R. *An integrated micro-macro approach to robust railway timetabling*. Transportation Research Part B: Methodological, 87, 14-32, 2016.