

# Optimisation des plans de transport ferroviaire dans une échelle microscopique

Estia Maliqari<sup>1,2</sup>, Dritan Nace<sup>1</sup>, Antoine Jouglet<sup>1</sup>, Giuliana Barbarino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Technologie de Compiègne, Laboratoire Heudiasyc  
{estia.maliqari, dritan.nace, antoine.jouglet}@hds.utc.fr

<sup>2</sup> SNCF Réseau, DGEX DIGIT  
{estia.maliqari, giuliana.barbarino}@resau.sncf.fr

**Mots-clés :** *optimisation, sillon, roulement de matériel, plan de transport, simulateur microscopique*

## 1 Introduction

En tant que gestionnaire de l'infrastructure, SNCF Réseau supervise annuellement la planification des horaires de trains, organisant stratégiquement les trains selon les axes principaux ou les secteurs géographiques pour répondre aux besoins de mobilité. Les sillons, réservations d'espace-temps, expriment ces besoins, représentant différents types de trains [2]. Parallèlement, les entreprises ferroviaires planifient les matériels roulants, s'assurant que leurs compositions correspondent aux sillons. Traditionnellement, la planification des horaires et du matériel roulant est étudiée de manière indépendante [5, 6]. Peu d'études existent où les deux problèmes sont étudiés simultanément [3].

Le processus actuel de planification ferroviaire se concentre sur la maximisation des trains dans le plan de transport, suivi de l'attribution des matériels roulants selon les horaires, mais cela peut entraîner des conflits potentiels, entravant une optimisation totale.

Contrairement aux outils actuels adoptant une approche macroscopique, notre étude tire profit d'un simulateur microscopique pour numériser la planification ferroviaire, fournissant des horaires précis et traitant la complexité totale du système ferroviaire.

## 2 Description du problème

L'objectif principal est de créer un plan opérationnel de 24 heures sans conflits entre les trains, respectant toutes les contraintes spécifiées à partir d'un ensemble de missions. Chaque mission détaille le type de sillon, les gares de départ et d'arrivée, les arrêts intermédiaires, et les heures de départ souhaité, avec des paramètres de tolérance et de fréquence. Chaque mission est également liée à un type de matériel roulant compatible. Les intervalles de maintenance sont pris en compte pour éviter la planification pendant ces périodes. Une représentation microscopique de l'infrastructure, avec des sections de voies connectées, est utilisée, incluant des détecteurs et des systèmes de signalisation détaillés. Résoudre le problème de planification du matériel roulant nécessite des données cruciales sur la quantité de matériel roulant et les capacités des parkings.

### 2.1 Couplage entre les algorithmes d'optimisation et le simulateur OSRD

Comme présenté dans le schéma de la Fig.1, nous lançons le processus en appliquant un algorithme à une échelle mésoscopique pour générer des horaires couvrant une période de 2 heures [4]. L'échelle mésoscopique implique un modèle d'infrastructure plus détaillé que le

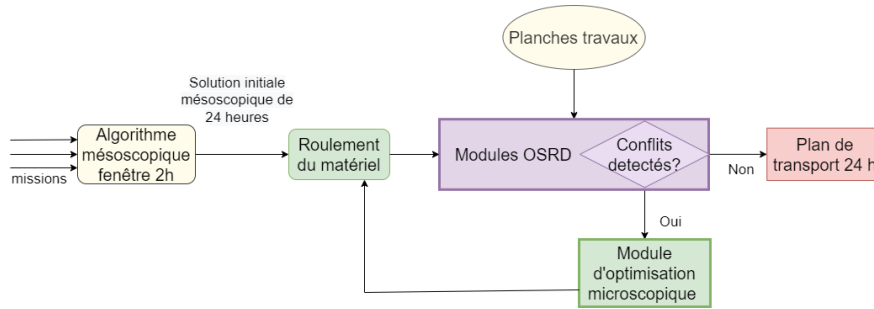


FIG. 1 – Schéma d'implémentation

modèle macroscopique, conservant un niveau d'abstraction légèrement supérieur à celle microscopique. Cela inclut des considérations sur les voies de ligne et de gare, les itinéraires et leur compatibilité. L'algorithme prend un ensemble de missions en entrée et produit un horaire sans conflit avec des sillons assignés à des voies. Il est lancé en entrant des différentes typologies de sillons pour des diverses périodes de la journée, produisant une solution mésoscopique initiale qui couvre 24 heures.

Ensuite, cette solution initiale devient le point de départ du processus de planification du matériel roulant. En utilisant la première solution avec les compositions de matériel roulant pour chaque sillon comme entrée, le simulateur OSRD (Open-Source Railway Designer) [1] est mobilisé. Dans notre cas, cela facilite la détermination d'un itinéraire pour chaque sillon et le calcul des temps de parcours. En tenant compte de la capacité allouée pour la maintenance des voies, un autre module OSRD est utilisé pour identifier les conflits dans le plan existant.

### 3 Conclusions et perspectives

Dans cet abstract, nous avons présenté les grandes lignes d'une approche visant à optimiser le processus de planification des ressources ferroviaires. En utilisant un simulateur microscopique et en optimisant simultanément deux ressources (sillons et matériel roulant), notre approche serait capable de produire des horaires très précis. En raison de la complexité du problème, il est nécessaire d'associer un algorithme mésoscopique agissant en tant que phase de prétraitement pour résoudre la première partie des conflits et générer des résultats dans un délai raisonnable.

### Références

- [1] Open Source Railway Designer. <https://osrd.fr/en/>
- [2] Network Statement of the National Rail Network. 2024 Timetable, SNCF Réseau (2023). <https://www.sncf-reseau.com/en/document-reference-reseau/horaires-service-2024>
- [3] Yue, Y., Han, J., Wang, S., Liu, X. : Integrated train timetabling and rolling stock scheduling model based on time-dependent demand for urban rail transit. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. 32, 856-873 (2017).
- [4] Joubert, G., Jouget, A., Nace, D., Postec, M. : An adaptive procedure for railway periodic timetabling and tracks assignment. Presented in TRISTAN , Mauritius Island (2022).
- [5] Borndörfer, R., Grötschel, M., Lukac, S.G., Mitusch, K., Schlechte, T., Schultz, S., Tanner, A. : An Auctioning Approach to Railway Slot Allocation. *Competition and Regulation in Network Industries*, 1, 163 - 196 (2006).
- [6] Caprara, A., Fischetti, M., Toth, P. : Modeling and Solving the Train Timetabling Problem. *Operations Research*. 50, 851-861 (2002).