

Estimation du temps d'arrêt minimal en gare pour la régulation du trafic ferroviaire en temps réel

Manal Zidani^{1,2}, Paola Pellegrini¹, Joaquín Rodríguez¹, Etienne Côme³, Giuliana Barbarino²

¹ Univ Gustave Eiffel, COSYS-ESTAS, F-59650 Villeneuve d'Ascq, France

`m.zidani@reseau.sncf.fr`

`joaquin.rodriguez@univ-eiffel.fr`

`paola.pellegrini@univ-eiffel.fr`

² SNCF Réseau, DGEX DIGIT, France

`giuliana.barbarino@reseau.sncf.fr`

³ Univ Gustave Eiffel, COSYS-GRETTIA, F-77447 Marne La Vallée, France

`etienne.come@univ-eiffel.fr`

Mots-clés : *gestion du trafic ferroviaire, apprentissage, prédiction*

1 Introduction

En raison de l'augmentation du nombre de trains et du déploiement des horaires cadencés sur l'ensemble du réseau, la gestion du trafic est devenue plus complexe. Ce qui nécessite le développement d'un outils performant et adapté d'aide à la décision pour la régulation de ce trafic.

RECIFE-MILP [1] est un algorithme de gestion opérationnelle du trafic ferroviaire, capable d'aider les régulateurs dans leurs choix d'ordonnancement et de routage des trains, en utilisant les techniques de la programmation linéaire en variables mixtes.

Cet algorithme, comme les autres dans la littérature, prend comme entrées des données théoriques sur le temps de parcours, les arrêts, les horaires de passage planifiés ainsi que le temps d'arrêt minimal en chaque gare et pour chaque train. RECIFE-MILP peut exploiter les marges planifiées aux arrêts pour gérer efficacement le trafic, en respectant deux règles : un train doit stationner en gare au moins pour la durée du temps d'arrêt minimal, et il ne peut pas partir avant l'heure de départ prévue.

Le temps d'arrêt minimal d'un train est le temps nécessaire pour la montée et descente des voyageurs, plus le temps d'ouverture et de fermeture des portes [2]. Ce temps dépend de plusieurs facteurs, qui peuvent être catégorisés en cinq groupes : les flux de voyageurs, les caractéristiques du matériel roulant, la configuration de la gare, les conditions de l'exploitation ferroviaire ainsi que les conditions météorologiques.

La diversité de ces facteurs et leurs interactions rendent difficile la prédiction du temps d'arrêt minimal. Par conséquent, les valeurs utilisées en entrées des algorithmes de gestion de trafic comme RECIFE-MILP sont en général théoriques. Elles ne coïncident pas avec les valeurs observées, ce qui peut mener à des solutions sous-optimales. Avec des données d'entrée plus représentatives de la réalité, RECIFE-MILP doit pouvoir proposer de meilleures décisions au bon moment.

L'objectif de cette étude est de concevoir une approche capable de prédire le temps d'arrêt minimal pour chaque train et pour chaque gare où un arrêt est planifié. Cette prédiction sera ensuite utilisée comme une donnée d'entrée de RECIFE-MILP. Ceci devrait améliorer l'efficacité de la gestion du trafic grâce au rapprochement obtenu entre le modèle et la réalité.

2 Prédiction du temps d'arrêt minimal

Des études antérieures ont montré que le nombre de passagers est le principal déterminant des temps d'arrêt en gare [3]. Ceci a motivé plusieurs publications qui proposent des modèles pour la prédiction de ce temps à partir du paramètre "nombre de passagers" [4], [5].

Cependant, les trains dans le réseau ferré français ne sont pas équipés de système de comptage automatique et donc ce paramètre est inconnu. Pour cette raison, les modèles qui utilisent ce paramètre ne peuvent pas être exploités. Nous devons donc trouver des variables de substitution.

La prédiction du temps d'arrêt minimal se fera à partir de données historiques relatives à la circulation. Nous considérerons des variables comme les heures d'arrivée et de départ théoriques et réalisées, la longueur des trains et le jour de la semaine.

Dans les données théoriques, le temps d'arrêt est composé du temps d'arrêt minimal pour l'échange voyageur et d'une marge. Dans les données historiques, lorsque le train part en retard, le temps d'arrêt observé correspond au temps d'arrêt minimal. Dans les autres cas, le temps d'arrêt observé est supérieur au temps d'arrêt minimal.

En statistique, lorsque l'on observe une borne supérieure de la variable d'intérêt, les données sont dites censurées. Nous nous intéressons donc aux méthodes permettant de prendre en considération ce type de données.

La méthode proposée sera capable de prédire les temps d'arrêt minimaux sans considérer explicitement le nombre des personnes à la montée et descente.

Enfin, le temps d'échange de voyageurs et donc le temps d'arrêt minimal présente une certaine stochasticité, d'autant plus lorsque le nombre de passagers est inconnu. Il nous semble donc qu'une seconde piste de recherche concernant la modélisation de cette stochasticité est intéressante. Nous étudierons donc également les moyens permettant de caractériser celle-ci de manière plus fine, en fonction du contexte du trafic.

3 Perspectives

Après la proposition d'une méthode efficace pour la prédiction du temps d'arrêt minimal, une étude expérimentale sera menée pour tester l'importance de l'intégration de cette prédiction à l'algorithme RECIFE-MILP. Pour cela, nous utiliserons le simulateur Open Source Railway Designer (OSRD) [6] développé par la SNCF. Les résultats seront comparés à ceux obtenus en utilisant les valeurs théoriques des temps d'arrêt minimaux, comme c'est fait aujourd'hui dans la littérature.

Références

- [1] Paola Pellegrini, Gregory Marliere, Raffaele Pesenti, and Joaquin Rodriguez. RECIFE-MILP : An effective MILP-based heuristic for the real-time railway traffic management problem. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(5) :2609–2619, 2015.
- [2] Timothy Pedersen, Thomas Nygreen, and Anders Lindfeldt. Analysis of temporal factors influencing minimum dwell time distributions. In *COMPRAIL*, pages 447–458, 2018.
- [3] Jyh-Cherng Jong and En-Fu Chang. Investigation and estimation of train dwell time for timetable planning. In *9th World Congress on Railway Research*, 2011.
- [4] Andre Puong. Dwell time model and analysis for the MBTA red line. *Massachusetts Institute of Technology Research Memo*, 2000.
- [5] Paul B.L Wigenraad. Alighting and boarding times of passengers at dutch railway stations. *TRAIL Research School : Delft University of Technology, Delft*, 2001.
- [6] OSRD : Open source railway designer, <https://osrd.fr/fr/>. Visité le 30/11/2023.