

# Aide à la décision pour l'optimisation des gares de triage

H. Djellab,<sup>1</sup> C. Mocquillon<sup>2</sup>, and C. Weber<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SNCF - I&R-AAD, 45 rue de Londres, 75000 Paris Cedex France.

<sup>2</sup> EURODECISION, 9A, rue de la Porte de Buc, 78000 Versailles Cedex France.

## 1 Introduction

Une gare de triage est une installation ferroviaire permettant l'acheminement de wagons de marchandise de leur origine vers leur destination finale. Pour optimiser le coût de transport des wagons à travers le réseau, les flux origine/destination sont massifiés :

1. les commandes d'une zone géographique sont regroupées au niveau d'une gare de type « plateforme »,
2. les flux de différentes plateformes sont regroupés et traités au niveau des gares de type « hub »
3. les flux des hub sont redéployés vers les plateformes qui acheminent enfin les wagons au niveau de leurs destinations finales.

L'architecture globale du réseau et les interactions possibles entre les hubs et les plateformes sont présentés à la figure 1.

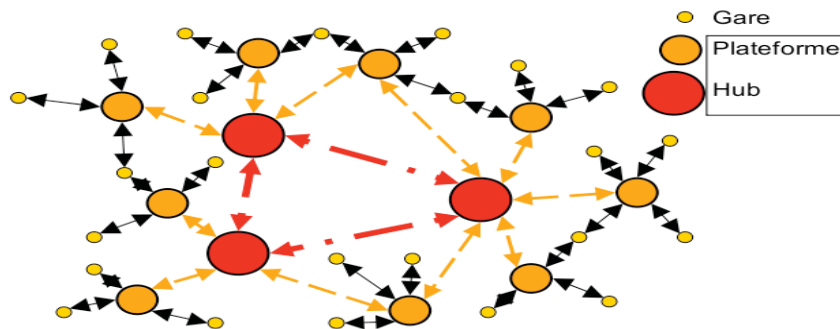


Fig. 1. Structure du réseau

Le routage des wagons est effectué lors d'une phase stratégique en amont de notre étude, l'objectif des gares de triage est alors de maximiser la qualité de service client en minimisant le nombre de correspondances ratées entre les wagons réceptionnés et les trains au départ de la gare tout en assurant le respect des contraintes de ressources (personnels et engins de manoeuvre).

Une gare de triage est composée de quatre chantiers distincts : le chantier de réception, le chantier de débranchement, le chantier de formation et le chantier de départ. Les trains à l'arrivée de la gare sont réceptionnés puis inspectés sur le faisceau de voies du chantier de réception. A l'aide d'un engin de manoeuvre, ils sont ensuite refoyés (poussés) sur la bosse (chantier de débranchement) d'où les wagons descendent en roulant par gravité et sont orientés

vers les différentes voies du faisceau de formation. Lorsque l'ensemble des wagons d'un même train au départ est présent sur le faisceau de formation, il est trié avant de subir une opération d'inspection.

Une fois les wagons inspectés et triés, ils sont acheminés au niveau du chantier de départ où ils subissent une dernière opération de préparation à l'expédition. La figure 2 présente une version schématisée d'une gare de triage à une bosse.

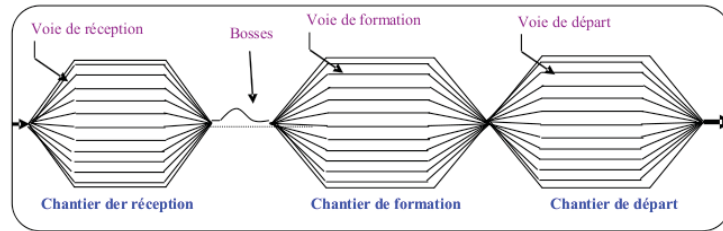


Fig. 2. Représentation schématisée d'une gare de triage

L'objectif de la gare de triage est donc de minimiser le nombre de correspondances ratées tout en respectant les différentes contraintes de capacités de chaque chantier : nombre de voies, disponibilités des voies, nombre d'équipes disponibles pour réaliser les opérations, ...

La figure ci-dessous décrit la méthodologie de description de notre problème suivant la méthodologie CHIC-2 ([9]).

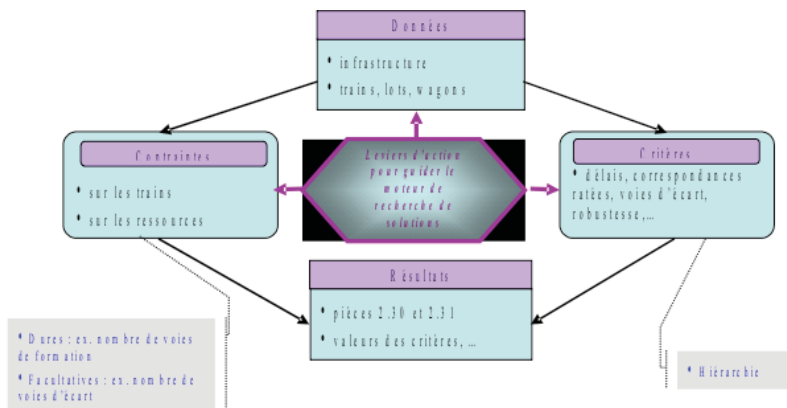


Fig. 3. Méthodologie de modélisation du problème

## 2 Etude bibliographique

Le problème d'optimisation des gares de triage n'a pas suscité beaucoup de recherche. On peut catégoriser les études réalisées (cf. bibliographie) en deux groupes :

Le premier groupe est focalisé sur l'analyse des performances des opérations des gares de triage. La gare de triage est considérée comme un système de production [3,4] et on peut donc

appliquer les différentes techniques de gestion de production pour améliorer ses performances : identifier le goulot d'étranglement, analyser l'hétérogénéité des arrivées et des départs des trains, etc.

Le second groupe d'étude est concentré sur l'optimisation des opérations dans les différents chantiers. La quasi-totalité des méthodes d'optimisation proposées dans ce groupe sont des méthodes approximatives : simulation à base de règles [5], heuristique [6,3], programmation dynamique avec décomposition du problème, programmation mathématique [1,2,5](pour l'ordre de débranchement), ...

C'est un problème très difficile au sens mathématique du terme (NP-Hard). Une instance de ce problème peut être amené à un problème de flow shop hybride à 4 étages où chaque étage correspondants à un chantier et chaque machine à une voie.

### 3 Méthodes de résolution

Nous avons développé une approche basée sur une méthode d'améliorations itératives [4]. La première phase consiste à déterminer une solution initiale la meilleure possible en tenant compte de caractéristiques du problème. En suite à l'aide d'un processus guidé ou aléatoire on perturbe la solution on vue d'améliorer la solution.

Nous avons comparé et orienté notre approche heuristique à l'aide des résultats obtenus par une approche PLNE sur des jeux de données fictifs de tailles moyennes. La validation de notre approche sur des jeux de données réelles des sites pilotes retenus est en cours.

Nous présenterons en détail le problème avec les différentes contraintes et notamment les techniques mises en oeuvre pour trier les wagons lors de la formation des trains au départ. Nous présenterons aussi les résultats sur des jeux de données réels des sites pilotes retenus.

### Références

1. Edwin R. Kraft, Priority car sorting in railroad classification yards using a continuous multi-stage method, United States Patent, 2002
2. Edwin E. R. and M. Guignard Spielberg, A mixed integer optimization model to improve freight car classification in railroad yards, Report 93-06-06, University Pennsylvania 1993
3. Jeremiah R. Dirnberger, Development and application of lean railroading to improve classification terminal performance, Thesis, degree of Masters of Science in Civil Engineering in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign, 2006
4. Jeremiah R. Dirnberger, Christopher P.L. Barkan, Improving Railroad Classification Yard Performance Through Bottleneck Management Methods, Proceedings of the AREMA 2006 Annual Conference, Louisville, KY, 2006
5. Larry Shughart, Ravindra Ahuja, Arvind Kumar, and Saurabh Mehta, Nikhil Dang and Güvenc Sahin. A Comprehensive Decision Support System for Hump Yard Management Using Simulation and Optimization, 2006
6. R. Haijema. Train shunting : A practical heuristic inspired by dynamic Programming, University of Amsterdam, Master Thesis in operational Research, 2001
7. R. Haijema, C.W. Duin, and N.M. van Dijk. Train shunting : A practical heuristic inspired by dynamic programming. In W. van Wezel, R. Jorna, and A. Meystel (editors), Planning in intelligent systems, pages 437-477. Wiley, New York, United States, 2006.
8. Rapport interne « Optimisation des gares de triage »(Février 2008).
9. CHIC-2 Methodology for Combinatorial Application (European Esprit Project 22165).