



**HAL**  
open science

## Optimiser une gare de triage en temps réel

Samuel Deleplanque, Paola Pellegrini, Joaquin Rodriguez

► **To cite this version:**

Samuel Deleplanque, Paola Pellegrini, Joaquin Rodriguez. Optimiser une gare de triage en temps réel. ROADEF 2018, 19ème conférence de la Société française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision, Feb 2018, Lorient, France. 2p. <hal-01813414v2>

**HAL Id: hal-01813414**

**<https://hal.science/hal-01813414v2>**

Submitted on 9 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# Optimiser une gare de triage en temps réel

Samuel Deleplanque<sup>1</sup>, Paola Pellegrini<sup>2</sup>, Joaquim Rodriguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Lille Nord de France, Ifsttar, COSYS, ESTAS  
rue Élisée Reclus 20, 59666 Villeneuve d'Ascq, Lille, France

<sup>2</sup> Univ. Lille Nord de France, Ifsttar, COSYS, LEOST  
rue Élisée Reclus 20, 59666 Villeneuve d'Ascq, Lille, France  
{samuel.deleplanque}@ifsttar.fr

**Mots-clés** : *gare de triage, temps-réel, recherche opérationnelle, optimisation.*

## 1 Introduction

L'efficacité du transport de marchandises sur le rail est très dépendant des gares de triage, la recombinaison des trains effectuée dans ces gares peut représenter jusqu'à 50% du temps total de ce type de transport ([1]). Ce goulot d'étranglement peut s'expliquer en partie par la faible automatisation mais surtout le manque d'optimisation de ce processus.

Dans le cadre du projet européen OptiYard, nous voulons concevoir un outil d'optimisation qui a vocation à être adapté aux gares de triage en Europe pour le transport de marchandises. En figure 1, nous représentons le type le plus utilisé en Europe, et c'est donc sur ce modèle que nous travaillons. Provenant du réseau ferroviaire dit "classique", les trains arrivent et sortent respectivement par le faisceau de réception (ang. *receiving tracks*) et par le faisceau de départ (ang. *departure tracks*). Les wagons des trains réceptionnés sont recombinaisonnés de façon à former les trains attendus en sortie. Contrairement aux trains de passagers, l'ordre des wagons a ici de l'importance et c'est grâce aux allers-retours des wagons entre la butte de triage (ang. *hump*) et les voies de classification que les bonnes combinaisons sont obtenues. La butte sert à limiter l'énergie utilisée "à l'aller" pour envoyer un à un les wagons dans le faisceau de réception grâce à la force de gravitation, alors qu'"au retour", c'est un moteur qui sera utilisé pour remonter tout un ensemble de wagons d'une voie de classification vers la butte.

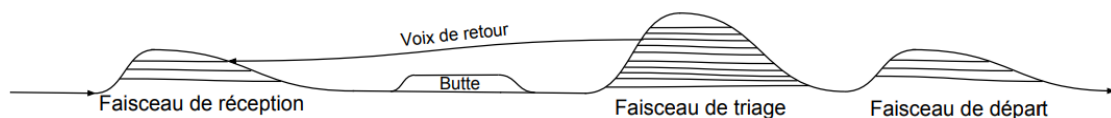


FIG. 1 – Schéma d'une gare de triage

## 2 Etat de l'art : techniques d'optimisation

C'est au niveau des allers-retours entre la butte et le faisceau de classification que l'optimisation prend tout son sens. Dans la littérature, où les problèmes traités le sont le plus souvent dans un contexte statique, on parle de tri multi-niveaux (ang. *multi-stage sorting*) du fait de ces allers-retours, par opposition au tri mono-niveau (ang. *single-stage sorting*) pour la construction des trains de passagers où l'ordre des wagons est moins important. D'un point de vue algorithmique, le problème peut-être vu comme un tri de  $n$  éléments réalisé à l'aide d'un ensemble de  $p$  piles, ces dernières représentant chacune une voie de classification.

Nous réalisons d'abord un état de l'art des différentes techniques d'optimisation de ces systèmes. Par ordre croissant de complexité nous rencontrons le tri par train, le tri simultané,

le tri triangulaire ou encore le tri géométrique. Jusqu'en 2012, plusieurs travaux faisant l'état de l'art des algorithmes multi-niveaux pour les gares de triage (nous conseillons de lire [2]) ont permis de mettre en valeur certaines techniques d'optimisation que nous présenterons avec un intérêt particulier pour [3] qui propose un algorithme de tri particulièrement efficace basé sur la représentation binaire de la numérotation des wagons qui est calculée selon l'ordre prévu dans le train de sortie, et ceci afin de déterminer leur distribution dans le faisceau de classification. Depuis, de nombreux travaux et en particulier des modèles mathématiques du problème de recombinaison des trains ont été publiés, d'où l'intérêt d'un nouvel état de l'art. Cependant, la faible quantité de travaux sur ces systèmes en temps réels nous amène à réfléchir sur la manière d'intégrer ces techniques à ce contexte dynamique ou à la conception de nouveaux algorithmes.

### 3 Optimisation de cas réels

La littérature scientifique propose peu de travaux sur l'optimisation temps réel des gares de triage pour le transport de marchandises, ce qui pourrait expliquer que, très souvent, ce problème d'ordonnancement se résout "à la main", avec des méthodes établies de manière empirique (et ceci malgré la complexité du problème).

Le niveau d'abstraction du modèle d'optimisation, de par la complexité des systèmes ferroviaires en général et celle des gares de triage en particulier, implique l'utilisation d'une simulation pour tester nos algorithmes d'optimisation, et l'exploitation réelle pour évaluer les solutions obtenues est bien trop coûteuse. La simulation fournit les données d'entrées au moment opportun pour appeler le module d'optimisation puis intègre les décisions (solution) qui en ressortent, modifiant ainsi la trajectoire du système. Ce processus tourne ainsi en boucle pour la période considérée.

Certains travaux ont retenu notre attention comme [4] où le problème est appliqué à la gare de triage de Lausanne. Ils implémentent les techniques qui seront publiées plus tard dans [3] et utilisent le Simulateur Villon de SIMCON. Comparés aux méthodes utilisées jusque-là dans cette gare, leurs algorithmes permettent de réduire de près de 14% le nombre d'allers-retours entre la butte et les faisceau de classification, ce qui reste l'opération la plus chronophage.

Les choix du modèle et des algorithmes qui optimisent sont évidemment fonction des contraintes de la gare. Que celle-ci dispose d'un grand nombre de voies courtes dans le faisceau de classification, ou, à l'inverse, que l'on dispose de voies longues mais en petit nombre, le sens de l'optimisation peut changer en plus des contraintes. Aussi, dans un contexte "temps réel", il faut se poser la question du moment où le module d'optimisation s'exécute, la simulation étant là pour se substituer au réel, il faut optimiser au moment où ce serait le cas sur une vraie exploitation. Par exemple, si le modèle extrapole sur l'ordre d'arrivée des trains, certains algorithmes ne prenant pas en compte cet ordre feront l'affaire (par exemple le tri triangulaire), par contre, si nous sommes sûrs de leur ordre d'arrivée, l'algorithme de [3] sera plus efficace.

### Références

- [1] Yvonne M Bontekoning, Cathy Macharis, and Jan J Trip. Is a new applied transportation research field emerging? a review of intermodal rail-truck freight transport literature. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 38(1) :1–34, 2004.
- [2] Nils Boysen, Malte Fliedner, Florian Jaehn, and Erwin Pesch. Shunting yard operations : Theoretical aspects and applications. *European Journal of Operational Research*, 220, 2012.
- [3] Riko Jacob, Peter Márton, Jens Maue, and Marc Nunkesser. Multistage methods for freight train classification. *Networks*, 57(1) :87–105, 2011.
- [4] Peter Márton, Jens Maue, and Marc Nunkesser. An improved train classification procedure for the hump yard lausanne triage. In *OASIS-OpenAccess Series in Informatics*, volume 12. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum für Informatik, 2009.