

Optimisation de l’approvisionnement de traverses béton armé

Juliette Pouzet¹, François Ramond¹, Michel Wone², Philippe Pouligny²

¹ SNCF, Innovation et Recherche, Groupe MOD, Saint-Denis, France

{juliette.pouzet, francois.ramond}@sncf.fr

² SNCF Réseau, Département Voie et Abords, Section Modélisation, Saint-Denis, France

{michel.wone, philippe.pouligny}@sncf.fr

Mots-clés : *transport ferroviaire, logistique, recherche opérationnelle, optimisation*

Introduction

Le problème étudié concerne l’approvisionnement des chantiers en traverses béton armé (TBA). Les traverses, avec les rails et le ballast, sont les constituants principaux des voies ferrées du réseau français.

Le réseau ferré, qui compte 50.000 km de voies, nécessite régulièrement, un renouvellement de ses traverses les plus anciennes sur des segments de voie de longueur variable et en divers points du territoire. Ces chantiers, nombreux et disséminés, sont approvisionnés par des moyens routiers ou ferroviaires en provenance d’une dizaine d’usines également réparties en France.

Contexte et besoin métier

SNCF RESEAU, propriétaire et mainteneur du réseau ferroviaire français, souhaite développer un outil pour optimiser ses commandes de traverses en béton armé (TBA) et réduire ses coûts. Un modèle a donc été développé au sein de la Direction Innovation et Recherche de la SNCF pour :

- Réduire les coûts d’approvisionnement dans la chaîne logistique de TBA
- Tester différents scénarios pour quantifier de manière aussi objective que possible les économies réalisables

Ce sont des milliers de commandes représentant plusieurs millions de TBA qui doivent être traitées par an, comme le montre la figure ci-après (FIG. 1).

Bien que la problématique de chaîne logistique soit connue, l’intérêt se situe dans l’étude d’un cas d’application, avec des données réelles du monde ferroviaire, des coûts pouvant varier en fonction des quantités et un certain nombre de contraintes spécifiques sur les capacités des usines, le choix du mode de transport, les capacités de stockage au niveau des usines et des chantiers.

Modèle mathématique

Pour comprendre globalement le modèle mathématique développé, en voici une courte description. Nous considérons pour ce problème d’approvisionnement :

N_U usines de traverses, notées $U_1, \dots, U_u, \dots, U_{N_U}$

N_C commandes, notées $C_1, \dots, C_C, \dots, C_{N_C}$.

N_T moyens de transport, notés $T_1, \dots, T_t, \dots, T_{N_T}$

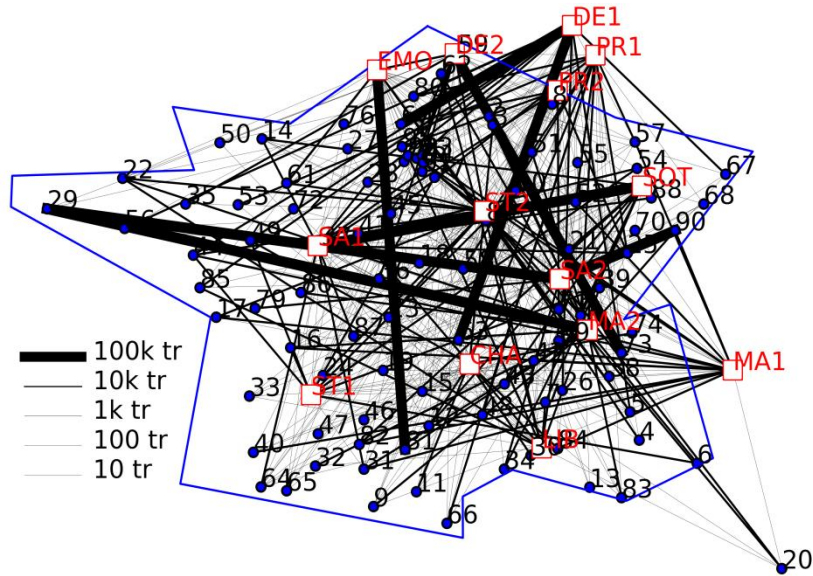


FIG. 1 – Exemple d’approvisionnement de traverses sur un an¹

Nous présentons ici un programme linéaire formalisant une version simplifiée du problème dont la fonction objectif est de minimiser la somme des coûts de fabrication et de transport de TBA (Eq. 1), et dont les contraintes concernent les capacités des usines, en plus de l’unicité d’affectation d’une commande à une seule usine et à un seul mode de transport.

Pour cela, nous considérons la variable binaire $X(T_t, U_u, C_c)$ qui vaut 1 si la commande C_c est produite dans l’usine U_u et transportée par le mode de transport T_t .

Les paramètres $Coût_{prod}(T_t, U_u, C_c)$ et $Coût_{transp}(T_t, U_u, C_c)$ représentent respectivement les coûts de fabrication et de transport associés.

La fonction objectif s’exprime de la manière suivante :

$$\text{Min} \sum_{t=1}^{N_T} \sum_{u=1}^{N_U} \sum_{c=1}^{N_C} X(T_t, U_u, C_c) \times \text{Qté}(C_c) \times (Coût_{prod}(T_t, U_u, C_c) + Coût_{transp}(T_t, U_u, C_c)) \quad (Eq. 1)$$

Le modèle a été développé pour un réel besoin métier et a permis de faire une étude des gains possibles en termes de coûts pour SNCF Réseau. Le modèle enrichi, le traitement de certaines contraintes ainsi que les résultats obtenus seront présentés lors de la conférence.

Conclusions et perspectives

Ce premier prototype développé en 2019 a donné des résultats probants sur les données de 2016/18. L’outil est en cours d’évolution sur 2020 pour une industrialisation en fin d’année. Le modèle est enrichi pour prendre en compte de nouvelles contraintes souhaitées par les interlocuteurs métier.

¹ Représentation fictive pour des questions de confidentialité des données