



**HAL**  
open science

## Approche à Deux niveaux pour un Problème de Transport Longue Distance

Moustapha Diaby, Luce Brotcorne, El-Ghazali Talbi

► **To cite this version:**

Moustapha Diaby, Luce Brotcorne, El-Ghazali Talbi. Approche à Deux niveaux pour un Problème de Transport Longue Distance. ROADEF, Mar 2011, Saint etienne, France. hal-00640434

**HAL Id: hal-00640434**

**<https://hal.inria.fr/hal-00640434>**

Submitted on 12 Nov 2011

**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.

# Approche à Deux niveaux pour un Problème de Transport Longue Distance

Moustapha Diaby<sup>1</sup>, Luce Brotcorne<sup>1</sup>, El-Ghazali Talbi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> INRIA-Lille Nord Europe ,

40, avenue Halley Bât.A, Park Plaza 59650 Villeneuve d'Ascq France  
{moustapha.diaby, luce.brotcorne, El-ghazali.Talbi}@inria.fr

<sup>2</sup> LIFL, Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille (UMR 8022 Lille1/CNRS )

Cité scientifique - Bâtiment M3 59655 Villeneuve d'Ascq Cédex - FRANCE

El-ghazali.Talbi@lifl.fr

**Mots-clés** : *optimisation, tarification, transport.*

## 1 Introduction

La mise en place d'un système de transport de marchandises longue distance revêt à ce jour une importance toute particulière dans un secteur économique en pleine restructuration. A l'heure actuelle les stratégies d'optimisation se sont concentrées sur la définition de plans de transport minimisant le nombre de véhicules utilisés ou minimisant une distance parcourue. Des approches multi-objectifs considérant simultanément des objectifs écologiques et économiques ont également été proposées [6]. A notre connaissance, il n'existe à ce jour aucune étude portant sur la valorisation de la capacité inutilisée et sa tarification. C'est cette problématique que nous considérons dans ce travail. Pour ce faire nous étendons les approches de "Yield Management" ou "Gestion du Revenu" initiées dans le domaine du transport aérien au transport longue distance de marchandises.

Plus précisément nous considérons des approches à deux niveaux permettant de tenir compte de l'interaction hiérarchique entre deux niveaux de décision. Les modèles à deux niveaux sont la structure appropriée pour représenter des jeux asymétriques où un joueur (le meneur) joue le premier en prenant en considération la réaction optimale du second joueur (suiveur). Le premier modèle à deux niveaux proposé pour tarifier des arcs dans un réseau fut développé par Labbé *et al.* en 1998 [7]. L'originalité de cette approche est qu'elle permet de prendre en compte explicitement la réaction des usagers de la route dans le processus d'optimisation du revenu des gestionnaires du réseau. En terme d'algorithmes de résolution des méthodes exactes et approchées basées sur la structure du problème ont été proposées [2]. Notons que la modélisation à deux niveaux pour des problèmes de tarification fut appliquée sur des réseaux routiers spécifiques (avec autoroutes) (par exemple [5]) , dans le domaine des télécommunications (par exemple [1]) ou dans le domaine aérien [3] .

## 2 Le Problème de tarification pour le problème de transport longue distance

Dans ce travail nous considérons deux opérateurs de transport longue distance (A et B). Plus précisément nous supposons que chaque camion transporte un seul produit à la fois. Un produit est défini comme une quantité de marchandises ayant les mêmes caractéristiques : origine, destination, heure d'enlèvement et heure de livraison. Chacun des deux opérateurs dispose de sa propre flotte de camions (supposée ici homogène en terme de capacité). Nous supposons que le transporteur B ne peut faire face à toute la demande de transport avec sa propre flotte. Il doit donc recourir à de la sous-traitance : le transporteur A ou ses concurrents.

Le problème de tarification étudié est celui du transporteur A (le meneur) qui doit proposer des tarifs pour des demandes de transports en charge du transporteur B (le suiveur). Les tarifs doivent donc être à la fois suffisamment élevés pour générer du revenu et à la fois suffisamment bas pour ne pas décourager le transporteur B de recourir aux services du transporteur A. Le transporteur B décide quelles offres de transport sont traitées par lui, par le transporteur A et ses concurrents. Il définit également son propre plan de transport.

Ce problème est formulé sur un réseau. Nous utilisons la transformation de graphe proposée par Desrosiers *et al.* [4] pour le problème d'ordonnancement de véhicules avec un seul dépôt. Plus précisément, les sommets du graphe sont les demandes de transport ou le dépôt. Les arcs relient les demandes de transport compatibles entre elles et les demandes de transport au dépôt. Deux demandes sont compatibles si l'heure de fin de gestion de la première (heure d'enlèvement de la marchandise plus la durée du transport) plus le temps de transfert entre les deux demande est plus petite que l'heure d'enlèvement de la seconde. Cette transformation permet de formuler le problème de transport sous forme d'un problème de flot classique. Le problème de tarification étudié dans ce travail peut ainsi être formulé comme un problème bi-niveau, bilinéaire bilinéaire. Les variables du meneur sont les tarifs ainsi que les flots dans le graphe transformé. Les variables du suiveur sont les variables de flot.

### 3 Méthodes de Résolution

Pour des variables du meneur fixées, le problème de second niveau étant un problème linéaire, il peut être remplacé par ses conditions d'optimalité primale-duale. Le problème à deux niveaux peut donc se réécrire comme un problème d'un seul niveau bilinéaire (BILIN). En linéarisant ce dernier via l'introduction de variables binaires, le problème de tarification peut être résolu de façon exacte en utilisant n'importe quel logiciel de programmation linéaire en nombres entiers.

Néanmoins le problème de tarification étudié étant prouvé comme étant NP-complet [8] dans le cas général, il importe de développer des méthodes de résolution approchées pour résoudre des instances de grande taille. La méthode proposée, dite primale duale, consiste à pénaliser les contraintes de complémentarité présentes dans la reformulation sous forme d'un seul niveau (BILIN) du problème de tarification et à résoudre de façon séquentielle le problème pénalisé pour des variables du suiveurs fixées et le problème du meneur pour des variables du meneur fixées. Des résultats numériques préliminaires seront présentés.

### Références

- [1] Bouhtou, M., Erbs, G. et Minoux, M., "Joint Optimization of Pricing and Resource Allocation in Competitive Telecommunication Networks", *Networks*, 50, pp. 37–49, 2007.
- [2] Brotcorne, L., Marcotte, P. et Savard, G., "Bilevel Programming : The Montreal School", *INFOR*, 48, pp. 231–246, 2008.
- [3] Côté, J.-P., Marcotte, P. et Savard, G., "A bilevel modeling approach to pricing and fare optimization in the airline industry", *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2, pp. 23–36 , 2003.
- [4] Desrosiers, J., Dumas, Y., Solomon, M., et Soumis, F., "Time Constrained Routing and Scheduling", M.O. Ball et al., Eds., *Handbooks in OR & MS*, 8, 1995.
- [5] Heilporn, G., Labbé, M., Marcotte, P. et Savard, G., "A polyhedral study of the Network Pricing Problem with Connected Toll Arcs", *Networks*, 55, pp. 234–246, 2010.
- [6] Jozefowicz, N., Semet, F. et Talbi, E-G., "Multi-objective vehicle routing problems", *European Journal of Operational Research*, 189, pp. 293–309, 2008.
- [7] Labbé, M., Marcotte, P. et Savard, G., "A bilevel model of taxation and its application to optimal highway pricing", *Management Science*, 44, pp. 1595–1607, 1998.
- [8] Roch, S., Savard, G. et Marcotte, P., "Design and analysis of an algorithm for Stackelberg network pricing", *Networks*, 46, pp. 57–67, 2005.