



**HAL**  
open science

## Conception d'un réseau logistique avec contraintes de volume minimum : une heuristique basée sur la relaxation linéaire

Mouna Kchaou Boujelben, Céline Gicquel, Michel Minoux

### ► To cite this version:

Mouna Kchaou Boujelben, Céline Gicquel, Michel Minoux. Conception d'un réseau logistique avec contraintes de volume minimum : une heuristique basée sur la relaxation linéaire. 14ème Congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF 2013), Feb 2013, Troyes, France. hal-00948470

**HAL Id: hal-00948470**

**<https://hal.science/hal-00948470>**

Submitted on 20 Feb 2014

**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.

# Conception d'un réseau logistique avec contraintes de volume minimum : une heuristique basée sur la relaxation linéaire

Mouna Kchaou Boujelben<sup>1</sup>, Céline Gicquel<sup>2</sup>, Michel Minoux<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ecole Centrale Paris (LGI)

Grande voie des vignes, F-92295, Châtenay Malabry (France)

<sup>2</sup> Université Paris-Sud (LRI)

Bât 650, Université Paris-Sud 11, 91405, Orsay Cedex (France)

<sup>3</sup> Université Pierre et Marie Curie (LIP6)

4, place Jussieu, 75005, Paris (France)

**Mots-clés :** *Réseau logistique, contraintes de volume minimum, relaxation linéaire*

## 1 Introduction

Nous nous intéressons à un problème d'optimisation lié à la conception du réseau de distribution de véhicules du constructeur automobile RENAULT. Etant donné la localisation des concessionnaires et leur demande ainsi que la localisation des usines de montage, notre objectif est de déterminer la localisation des centres de distribution (CD) et l'affectation des concessionnaires à ces centres dans un contexte multi-produits. Pour prendre en compte la massification des flux dans le réseau, nous introduisons plusieurs contraintes de volume minimum, ce qui rend le problème difficile à résoudre pour des instances de grande taille.

## 2 Modélisation du problème

Dans le contexte de notre étude, les produits sont transportés des usines vers les CD ("transport primaire") où ils sont *consolidés* dans des camions avant d'être livrés aux concessionnaires ("transport secondaire"). Nous associons à chaque axe de transport une contrainte de volume minimum afin d'assurer un transport en camions pleins selon une certaine fréquence de livraison. Le volume transitant par chaque CD doit également respecter une contrainte de volume minimum ainsi qu'une contrainte de capacité maximum. Par ailleurs, un client ne peut pas être affecté à un CD s'il est situé à une distance supérieure à une certaine limite, c'est ce que nous appelons la contrainte de distance de couverture maximale. En présence de contraintes d'intégrité pour les variables d'affectation, l'interaction entre les contraintes de volume minimum et les contraintes de distance pourrait rendre le problème difficile, voire irréalisable. C'est pour ceci que nous proposons de relaxer les contraintes de volume minimum concernées en autorisant la violation de ces contraintes mais en la pénalisant dans la fonction objectif.

## 3 Approche de résolution heuristique

### 3.1 Principe

Pour résoudre des petites instances du problème linéaire mixte en nombres entiers (PLNE) formulé, nous avons eu recours au solveur linéaire CPLEX. La performance de celui-ci s'est avérée cependant limitée pour des problèmes de grande taille. C'est ainsi que nous proposons une approche heuristique basée sur la relaxation linéaire de la formulation PLNE. Celle-ci produit en effet des solutions très proches de l'optimale (gap d'intégrité < 1.3%). L'approche proposée comprend deux étapes: une première étape pour la localisation des centres et un deuxième niveau pour l'affectation des clients aux centres ouverts. Au premier niveau, nous résolvons le problème PMNE en supprimant toutes les contraintes d'intégrité sauf celles des variables de localisation, ce qui permet de décider de la liste des centres à utiliser. Le problème d'affectation obtenu à la suite du niveau 1 est ainsi plus facile à résoudre que le problème d'origine puisque une proportion importante des variables d'affectation sont déjà fixées à 0 suite à la fermeture des centres associés (44% en moyenne). Afin de déterminer les valeurs des variables encore « libres », nous avons développé trois approches heuristiques différentes (M1, M2 et M3) basées soit sur la réintégration progressive des contraintes d'intégrité soit sur une stratégie de fixation de certaines variables à 0.

Notre travail présente deux principales contributions par rapport à des travaux similaires ([1, 2]). Premièrement, nous affectons des contraintes de volume minimum aux axes de transport aussi bien qu'aux flux transitant par les centres. Deuxièmement, notre approche heuristique basée sur la relaxation linéaire détermine les valeurs de deux types de variables binaires : les variables de localisation ainsi que les variables d'affectation.

### 3.2 Quelques résultats numériques

TAB. 1 résume les résultats obtenus pour la qualité des solutions heuristiques ainsi que leur temps de calcul en comparaison à la résolution directe du PMNE avec Cplex. Nous utilisons une instance de tests variant la distance de couverture maximale (ce qui augmente la taille du problème)

Distance de couverture (KM)	Méthodes heuristiques						Application directe du PMNE. Limite gap de CPLEX = 0.2%
	M1		M2		M3		
	Q(%)	T(mn)	Q(%)	T(mn)	Q(%)	T(mn)	
460	-0.06	0.9	1.49	0.3	0.64	0.4	15.3
500	0.06	2.1	1.54	0.4	0.72	0.6	127.3
540	0.05	5	1.64	0.3	0.94	1.3	113.8
580	0.08	6.6	1.69	0.6	0.81	0.7	252.4
620	-0.06	20	1.36	0.4	0.45	1.6	392.7
660	0.01	16	1.44	0.5	0.45	5.0	> 10 h
700	-	133	-	0.7	-	7.6	> 10 h

TAB. 1 – Qualité de la solution et temps de calcul pour les méthodes heuristiques implémentées.

Le temps de calcul T est mesuré en minutes. La qualité de la solution Q est mesurée comme la différence relative entre la fonction objectif de la solution considérée et la fonction objectif obtenue par application directe du PMNE avec une limite de gap de 0.2%.

## 4 Conclusions et perspectives

Les tests que nous avons effectués ont montré que les trois méthodes heuristiques implémentées dans le niveau2 produisent des solutions de bonne qualité en peu de temps de calcul. C'est ainsi que nous proposons comme perspective d'évolution l'application de ces méthodes heuristiques sur une version dynamique du modèle que nous sommes en train d'étudier.

## Références

- [1] Thanh, P. N., Peton, O., Bostel, N. A linear relaxation-based heuristic approach for logistics network design. *Computers and Industrial engineering* 59 pp. 964-975, 2010.
- [2] Melo, T., Nickel, S., da Gama, F. S. An lp-rounding heuristic to solve a multi-period facility relocation problem. *Berichte des Fraunhofer ITWM Nr. 168*, 2009.