



HAL
open science

Un algorithme mémétique pour le problème de Localisation de Hubs et Routage

Nathalie Bostel, Xiao Yang, Pierre Dejax

► **To cite this version:**

Nathalie Bostel, Xiao Yang, Pierre Dejax. Un algorithme mémétique pour le problème de Localisation de Hubs et Routage. ROADEF 2018, Feb 2018, Lorient, France. hal-02006289

HAL Id: hal-02006289

<https://hal.science/hal-02006289>

Submitted on 4 Feb 2019

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.

Un algorithme mémétique pour le problème de Localisation de Hubs et Routage

Nathalie Bostel¹, Xiao Yang¹, Pierre Dejax²

¹ Université de Nantes, LS2N, F-44322 Nantes, France
{nathalie.bostel, xiao.yang}@uni-nantes.fr

² IMT-Atlantique, LS2N, F-44322 Nantes, France
Pierre.dejax@imt-atlantique.fr

Mots-clés : *Métaheuristique, localisation, tournées de véhicules.*

1. Introduction

Dans le transport de fret, la messagerie concerne le transport de lots entre de nombreuses origines et destinations, qui individuellement ne permettent pas le remplissage d'un camion complet. Afin de réduire les coûts et d'améliorer la qualité de service, les entreprises de transport concernées ont conçu une organisation en réseau basée sur des hubs. Le fret est collecté chez les fournisseurs et regroupé sur les hubs où il est consolidé et trié. Les flux consolidés sont envoyés par camions complets vers un hub de destination puis ils seront ensuite distribués vers les clients, lors de tournées de livraison ou directement. Ce problème est connu comme le « Hub Location Routing Problem » (HLRP).

Dans cette communication, après une présentation de l'état de l'art sur le HLRP, nous décrivons un modèle mathématique pour le CSAHLRP (Capacitated Single Allocation Hub Location Routing Problem). Un algorithme mémétique est également proposé pour permettre la résolution de problèmes de taille importante dans un temps de calcul raisonnable. Des résultats expérimentaux comparant l'algorithme mémétique et la résolution exacte sont présentés.

2. Etat de l'art des problèmes HLRP

Contrairement aux problèmes proches comme le problème de localisation de hubs (HLP) ou le problème de localisation et routage (LRP) qui ont été beaucoup étudiés, peu de travaux ont été publiés sur le HLRP. On trouve principalement des cas d'application dans le secteur postal, où les activités de collecte et livraison ont lieu simultanément [1, 2]. D'autres références distinguent les tournées de collecte et de livraison pour des raisons logistiques [6]. Les méthodes de résolution sont principalement heuristiques [2], mais on trouve quelques méthodes exactes (Branch and Cut ou Benders).

3. Résolution exacte et métaheuristique

Nous proposons un modèle mathématique linéaire mixte pour le CSAHLRP défini sur un graphe complet orienté. La fonction objectif consiste à minimiser le coût total d'exploitation de ce réseau, incluant les coûts fixes d'ouverture des hubs, les coûts fixes des véhicules, les coûts de manutention

dans les hubs, les coûts de transport inter-hub et les coûts des tournées de collecte et livraison. Notre modélisation s'inspire de [4] pour les contraintes de localisation de hubs et affectation et de [5] pour la partie routing. Ce modèle est résolu avec CPLEX 12.6.1.

Par ailleurs, nous avons développé un algorithme mémétique (MA) combinant un algorithme génétique et une recherche locale itérative, inspiré de [3]. Deux versions de l'algorithme ont été comparées : avec recherche locale systématique sur chaque individu généré, ou bien avec une phase de mutation après le croisement puis une recherche locale seulement toutes les 10 itérations, afin de réduire le temps de calcul.

4. Expérimentations numériques et résultats.

Nous avons généré 27 instances de 15 à 100 nœuds, à partir des données d'Australian Post (AP) [4]. Le modèle mathématique a été résolu à l'aide de Cplex avec un temps de calcul limité à 3h. Au-delà de 60 nœuds, le GAP de Cplex atteint 70%. Sur les instances moyennes, jusqu'à 60 nœuds, la comparaison du MA et de Cplex, montre la supériorité du MA, à la fois en terme de GAP (20% maximum pour le MA, 40% pour Cplex) mais surtout de temps de calcul (3h pour Cplex comparé à 1,5 min en moyenne pour le MA sur les instances à 60 nœuds). Le temps moyen de calcul du MA pour les instances à 100 nœuds ne dépasse pas 10 min. De plus, les solutions trouvées sont robustes : l'indicateur $SD = \frac{SD}{\bar{Z}}$, où \bar{Z} représente la moyenne des objectifs et SD l'écart-type, calculé sur 10 réplifications du MA, ne dépasse pas 2% quelque soit la taille de l'instance.

5. Conclusion et perspectives

Nous avons proposé une métaheuristique efficace pour le HLRP, permettant de résoudre des instances jusqu'à 100 nœuds en moins de 10 min. Dans nos recherches futures, nous allons nous intéresser à la version bi-objectif du HLRP, en ajoutant un objectif de réduction des émissions de CO2 dues aux transports. Le MA va être adapté pour prendre en compte ces deux objectifs.

6. Références

- [1] R.S. de Camargo, G. de Miranda and A. Lokkentangen. A new formulation and an exact approach for the many-to-many hub location-routing problem. *Applied Mathematical Modelling*, 37 (12) :7465-7480, 2013.
- [2] S. Cetiner, C. Sepil and H. Süral. Hubbing and routing in postal delivery systems. *Annals of Operations Research*, 181 (1):109-124, 2010.
- [3] H. Derbel, B. Jarboui, S. Hanafi and H. Chabchoub. Genetic algorithm with iterated local search for solving a location-routing problem. *Expert Systems with Applications*, 39 (3) :2865-2871, 2012.
- [4] A.T. Ernst and M. Krishnamoorthy. Solution algorithms for the capacitated single allocation hub location problem. *Annals of Operations Research*, 86 :141-150, 1999.
- [5] I. Karaoglan, F. Altıparmak, I. Kara and B. Dengiz. The location-routing problem with simultaneous pickup and delivery: Formulations and a heuristic approach. *Omega*, 40(4) :465-477, 2012.
- [6] I. Rodriguez-Martin, J.-J. Salazar-Gonzalez and H. Yaman. A branch and cut algorithm for the hub location and routing problem. *Computers & Operations Research*, 50 :161-174, 2014.