

Optimisation multiobjectifs basées sur la méthode LP-métric pour la résolution du problème de transport : un cas d'étude.

Mohammed Mounir HARRIR¹, Lamia SARI-TRIQUI¹, Lhassane IDOUMGHAR²

¹ Manufacturing Engineering Laboratory of Tlemcen (MELT), Université de Tlemcen, BP 230, Algérie
harrimounir@gmail.com
triquilamia@yahoo.fr

² IRIMAS - Université de Haute-Alsace, UR 7499, F-68000 Mulhouse, France
lhassane.idoumghar@uha.fr

Mots-clés : réseau de distribution, optimisation multiobjectifs, émissions de CO2.

1. Introduction

Les progrès technologiques et la concurrence actuelle au sein des entreprises offrent de plus en plus de produits et de services qui répondent aux exigences des clients. Dans ce contexte, le transport devient l'une des principales ressources impliquées dans les réseaux de distribution, et constitue un défi pour de nombreuses entreprises et chercheurs. L'objectif de ces derniers est d'augmenter la qualité de service en offrant le produit avec une couverture de livraison maximale. Ce processus incite à minimiser les coûts de transport d'une part, et d'autre part, le challenge mondial actuel exige la réduction des quantités de gaz à effet de serre émises par les moyens de transport. Pour survivre dans un tel environnement, les entreprises doivent développer des techniques qui garantissent une livraison rentable avec une préservation de l'environnement par la réduction des émissions de CO2 tout en utilisant les moyens de transport appropriés. Dans ce contexte, la gestion du transport nécessite un choix décisionnel lié aux moyens utilisés en termes de nombre et d'affectation, en termes de définition du meilleur itinéraire de sa flotte, de la distance parcourue, et du taux d'émission de gaz à effet de serre, ainsi que de la quantité d'énergie consommée. Dans cet amalgame de contraintes, plusieurs études ont été réalisées [1], [2], [3], dans le but d'établir la meilleure allocation en utilisant les moyens les plus adéquats, ce qui permet une livraison rapide à un coût moindre ainsi qu'un taux minimum de consommation d'énergie et d'émission de CO2 [4], [5], [6]. Dans ce travail, nous allons étudier un réseau de distribution qui adopte une flotte de véhicules hétérogènes. L'objectif de ce travail est de proposer la meilleure affectation des moyens de transports afin de mieux répondre aux besoins locaux en garantissant un bon niveau de service tout en minimisant les coûts de déplacement, la consommation énergétique et les émissions des CO2.

2. Description de la problématique

Dans ce travail on s'intéresse à un réseau de distribution composé d'un entrepôt central alimentant plusieurs centres de distribution géographiquement dispersés dans différentes villes. Chaque centre de distribution est approvisionné par l'entrepôt central avec des demandes incertaines et variées sur un horizon de temps donné. La livraison des produits de l'entrepôt central aux centres de distribution est effectuée à l'aide de moyens de transport de différentes tailles. Chaque moyen de transport est doté d'un coût de transport qui dépend du type et de la capacité

du camion utilisé et d'un ratio des taux d'émissions du CO2 qui dépend de la charge des produits transportés et de la distance parcourue. Le fonctionnement du réseau consiste à distribuer les quantités optimales, aux bons endroits et au bon moment en augmentant le niveau du service clientèle en réduisant les différents coûts de transport et les émissions des CO2. Pour résoudre ce problème, nous avons utilisé la méthode LP-métric qui transforme le problème bi-objectifs étudié en un problème d'optimisation mono-objectif suivant :

$$\min FP = w1 * \frac{F1 - F1_{\text{optimal}}}{F1_{\text{optimal}}} + w2 * \frac{F2 - F2_{\text{optimal}}}{F2_{\text{optimal}}}$$

Avec F1 pour différents coûts de transport :

$$F1 = \sum_j \sum_k Cu_k * N_{jk} + \sum_i \sum_j Cl_{ij} * X_{ij} + \sum_j Q_j * Cr_j + \sum_i \sum_j \sum_k Cl_{ji} * N_{jk}$$

Et F2 pour les coût des émissions de CO2 :

$$F2 = \sum_i \sum_j \sum_k h1_k * r_k * Distl_{ij} * Y_{ijk} + \sum_i \sum_j \sum_k h2_k * r_k * Y_{ijk} * Distl_{ij}$$

i : indice du magasin central
j : indice des centres de distribution
k : indice des camions
Cu_k : Coût d'utilisation du camion k
Cl_{ij} : Coût unitaire de livraison du magasin central i vers le centre de distribution j
Cl_{ji} : Coût du retour à vide du centre de distribution j vers le magasin central i
Cr_j : Coût de rupture du centre de distribution j
X_{ij} : Quantités livrées du magasin central I vers le centre de distribution j
Q_j : Quantité de rupture
N_{jk} : Nombre de camions utilisés
h1_k : taux de consommation du camion k chargé
h2_k : Taux de consommation du camion k vide
r_k : facteur d'émission CO2 du camion k
Distl_{ij} : Distance entre le magasin central i et le centre de distribution j

Afin de comparer les résultats obtenus, plusieurs simulations ont été effectuées sur trois configurations différentes : dans la première configuration, l'objectif est de minimiser les coûts de transports. Dans la deuxième configuration l'objectif est de minimiser les émissions de CO2 tout en maximisant la qualité de service. Dans la troisième configuration on a combiné les objectifs précédents en un seul objectif. On a remarqué que dans le premier cas du premier objectif, le modèle choisit d'utiliser les camions de grande capacité au lieu d'utiliser deux camions à faible capacité ce qui s'explique par le coût de transport moins élevé. Dans le cas de second objectif, le modèle choisit d'utiliser les deux camions à faible capacité afin de réduire les émissions de carbone. Le modèle multi-objectifs permet de trouver la meilleure solution de compromis parmi les deux modèles précédents.

3. Conclusions

Dans ce travail nous avons proposé une modélisation mathématique MILP de deux objectifs : la minimisation des coûts de transport et la minimisation des émissions des CO2. Afin de comparer la validité de nos résultats, nous avons d'abord étudié le problème pour chaque objectif séparément, Enfin, le modèle bi-objectif est proposé afin de combiner et réunir les deux objectifs en une seule fonction en utilisant la méthode LP métrique, qui est une méthode de prise de décision multicritère qui permet au décideur d'accorder une préférence à chaque objectif, afin de gérer de manière optimale les systèmes de distribution, en tenant compte des aspects économiques et environnementaux.

Références

- [1] Mohammad Mojtahedia Amir, M. Fathollahi-Fard, Reza Tavakkoli-Moghaddam, SidneyNewtnd, September 2021, Sustainable vehicle routing problem for coordinated solid waste management.
- [2] Mojtaba Salehi, Mahdi Jalalian, Mohammad Mahdi Vali Siar, November 2017, Green transportation scheduling with speed control: trade-off between total transportation cost and carbon emission
- [3] Nizar El Hachemi, Michel Gendreau Louis, Martin Rousseau, March 2013, A heuristic to solve the synchronized log-truck scheduling problem
- [4] Zhaoxia Guoa Leyuan Shib Longchao Chena Yong Liang, January 2017, A harmony search-based memetic optimization model for integrated production and transportation scheduling in MTO manufacturing
- [5] Sevgi Erdoğan, Elise Miller-Hooks, January 2012, A Green Vehicle Routing Problem
- [6] Nassibeh Janatyan, Mostafa Zandieh, Akbar Alem-Tabriz & Masood Rabieh, February 2021, A robust optimization model for sustainable pharmaceutical distribution network design: a case study