

Green VRP bi-objectif pour une logistique durable

Sidonie Ienra Nyako¹, Dalila Tayachi², Moncef Tagina¹

¹ Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique de la Manouba, Tunisie

{sidonie.nyako, moncef.tagina}@ensi-uma.tn

² Ecole Supérieure de Commerce de Tunis, Tunisie

dalila.tayachi@esct.uma.tn

Keywords : *Green VRP, bi-objectif, consommation de carburant, epsilon-constraint.*

1 Introduction

Dans cette étude, nous traitons le problème des tournées de véhicules (VRP) dans le contexte de la logistique verte, où, en plus des objectifs économiques classiques, d'autres objectifs environnementaux sont pris en compte. Plus précisément, notre travail se concentre sur l'une des variantes de ce problème connue sous le nom de Green Vehicle Routing et vise à minimiser la consommation de carburant et la distance dans le problème des tournées de véhicules (BOGVRP). Le BOGVRP est défini comme suit: une flotte de k véhicules, caractérisée par une capacité maximale et basée dans un dépôt, doit desservir un ensemble de n clients géographiquement dispersés. Chaque client est défini par sa demande d_i , et l'objectif est de déterminer les itinéraires des véhicules qui minimisent la distance et la consommation de carburant. Le BOGVRP est un problème NP-complet, étant donné que le VRP classique est lui-même NP-complet. Des travaux de recherche ont identifié plusieurs facteurs qui influencent la consommation de carburant tels que la charge transportée, la vitesse de déplacement, l'utilisation de la climatisation, etc [7]. Diverses approches ont été proposées dans la littérature. Pour minimiser la consommation du carburant, [4] ont élaboré une version modifiée de l'heuristique de Clarke et Wright en prenant en compte la distance et la charge dans le calcul de la consommation de carburant. [8] ont présenté un algorithme de recuit simulé. [6] ont proposé une approche d'optimisation par essaim particulier en prenant en compte la distance, la charge et la vitesse comme facteurs. [2] ont introduit une version améliorée du recuit simulé, tandis que [5] ont développé une méthode de recherche Tabou. Nous proposons de modéliser le BOGVRP afin de minimiser la consommation de carburant et la distance et de le résoudre à l'aide de la méthode epsilon-constraint. Les contributions de ce travail consistent à définir le problème, proposer une formulation mathématique du BOGVRP et développer une approche de résolution basée sur la méthode epsilon-constraint pour résoudre ce modèle bi-objectif et apporter une aide à la décision à une entreprise brassicole française basée au Cameroun.

Pour évaluer la consommation de carburant C_{ij}^f , nous supposons qu'elle dépend de trois facteurs : la vitesse, la charge et la distance. Nous adoptons la même formule que [5]. Lorsqu'un véhicule est vide, si d_{ij} est la distance entre les nœuds i et j et MPG_{ij} la consommation par miles de cet arc, la consommation de carburant C_{ij}^{fe} est calculée comme suit :

$$C_{ij}^{fe} = d_{ij}/MPG_{ij} \quad (1)$$

Tout ajout de charge de poids K , entraîne une augmentation de $p\%$ de la consommation de carburant. Lorsque le véhicule k traverse l'arc (ij) en transportant une charge de poids y_{ij}^k , la consommation de carburant correspondante C_{ij}^f est :

$$C_{ij}^f = C_{ij}^{fe} + C_{ij}^{fe}(p/K)y_{ij}^k \quad (2)$$

2 Approche de résolution

Nous proposons de résoudre le BOGVRP par la méthode ϵ -constraint qui est une méthode scalaire. Cette technique a été largement appliquée pour générer des solutions efficaces pour les problèmes d'optimisation multi-objectifs dans plusieurs domaines. Introduite par [3], cette approche repose sur la formulation d'un modèle mono-objectif en ne sélectionnant qu'un seul des fonctions objectifs du problème d'origine et en convertissant les autres en des contraintes supplémentaires. Ces nouvelles contraintes sont limitées par certaines valeurs autorisées ϵ en tant que borne supérieure. Le problème redéfini est résolu de manière répétée pour différentes valeurs de ϵ afin de générer l'ensemble des solutions Pareto-optimales.

3 Résultats

Pour évaluer l'efficacité de notre approche, des expérimentations ont été réalisées sur une instance modifiée de Christofides [1] où le nombre initial de clients était de 12. Dans cette instance, il y a 4 véhicules destinés à desservir 10 clients, la capacité des véhicules étant fixée à 6000. Une étude de cas a été réalisée sur des données de la Société Anonyme des Brasseries du Cameroun. D'après les solutions Pareto-optimales, si le décideur donne la priorité au critère distance, la distance totale est de 906,66 avec une consommation de carburant de 1544,46. Si la minimisation de la consommation de carburant est une priorité, alors la consommation de carburant est de 1468,96 et la distance totale 1131,468, soit une diminution de 75,5 en termes de consommation de carburant avec une augmentation de la distance totale parcourue de 224,808. Les autres options restent disponibles si l'objectif est de minimiser à la fois la distance et la consommation de carburant lors de la planification des itinéraires, et ceci, afin de préserver l'environnement tout en restant rentable.

References

- [1] Christofides, N., and Eilon, S. An algorithm for the vehicle-dispatching problem. *Journal of the Operational Research Society*. 1969, 20(3), 309-318.
- [2] Yanling Feng, Ren-Qian Zhang et Guozhu Jia. *Vehicle routing problems with fuel consumption and stochastic travel speeds*. Mathematical Problems in Engineering, 2017.
- [3] Haimes Y. Y., Wismer D. A. and Lasdon L. S. On a Bicriterion Formulation of the Problems of Integrated System Identification and System Optimization, *IEEE SMC-1*. 1971, 296–97.
- [4] Kawtummachai R. and Shohdohji T. Minimization of Fuel Consumption for the CVRP of a Consumer Product Manufacturer by using a Modified Saving Heuristic. In *Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering Management Systems Conference*. December 2015.
- [5] Kuo Y., and Wang C. Optimizing the VRP by minimizing fuel consumption. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. 2011, 22(4), 440–450.
- [6] Poonthalir G. and Nadarajan R. A fuel efficient green vehicle routing problem with varying speed constraint (F-GVRP). *Expert Systems with Applications*. 2018, 100, 131–144, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.01.052>.
- [7] US Department of Energy. Fuel economy guide 2019, available at : <https://www.fueleconomy.gov/feg/pdfs/guides/FEG2019.pdf> visited on 28/05/2023.
- [8] Xiao Y., Qiuhong Z., Ikou K., et al. Development of a Fuel Consumption Optimization Model for the Capacitated Vehicle Routing Problem. *Computers Operations Research*. 2012, 39(7), 1419–1431.