

Une approche durable et collaborative pour le problème de localisation, d'inventaire et de routage dans la zone urbaine

Nesrine Kharrat¹, Nassim Mrabti², Nadia Hamani², Mounir Elleuch¹

¹ Institut supérieur de gestion industrielle, Sfax 3021 - BP 1164, Tunisie
nesrine.kharrat1@gmail.com
mounir_tn_sf@yahoo.fr

² Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire de Technologies Innovantes, 80025 Amiens, France
{nassim.mrabti, nadia.hamani}@u-picardie.fr

Mots-clés : *Collaboration Horizontale, Conception du réseau de distribution, Durabilité urbaine, 3E-LIRP (Three Echelon Location Inventory Routing Problem).*

Introduction

L'urbanisation croissante et l'augmentation des volumes de fret urbain contribuent à la complexité de la distribution ce qui provoque plusieurs externalités qui menacent le bien-être des citoyens. Cela pose plusieurs défis aux entreprises (industrielles et commerciales) et aux décideurs politiques. En effet, il est difficile pour les entreprises de surmonter seules ces défis d'où l'importance de la collaboration avec des partenaires en partageant les moyens et les ressources pour des visions communes. La collaboration fonctionne de manière significative au niveau vertical. Cependant, il est difficile de dépasser les performances logistiques actuelles par ce type de collaboration d'où l'importance de la collaboration horizontale, nommé également la mutualisation logistique [1]. Elle consiste à partager les moyens et les ressources entre des partenaires qui n'appartiennent pas à la même chaîne logistique et qui sont de même niveau [3]. Dans ce cadre, nous traitons le problème de conception d'un réseau de distribution collaboratif en tenant compte de plusieurs indicateurs de durabilité.

Modélisation et résolution

1 Réseau de distribution

L'objectif de l'étude est de concevoir un réseau de distribution collaboratif durable multi-périodes et multi-produits. Comme le montre la Figure 1, le problème traité est similaire au 3E-LIRP (*Three Echelon Location Inventory Routing Problem*). Le réseau comprend des fournisseurs collaborant pour livrer leurs clients qui sont situés dans une zone urbaine à travers des entrepôts et des centres de distribution urbains. Etant donné que les clients sont situés dans la même zone urbaine, la livraison de marchandises dans le dernier échelon est réalisée en tournées via une flotte hétérogène des véhicules. Le modèle mathématique développé consiste à : déterminer les localisations optimales des hubs, affecter les fournisseurs et les CD aux entrepôts et les clients aux CD et organiser les tournées des véhicules dans le dernier échelon. En plus de ces objectifs, le modèle mathématique permet de déterminer les quantités de marchandises à livrer, le niveau d'inventaire dans les entrepôts et choisir le type et le nombre des véhicules utilisés dans chaque période.

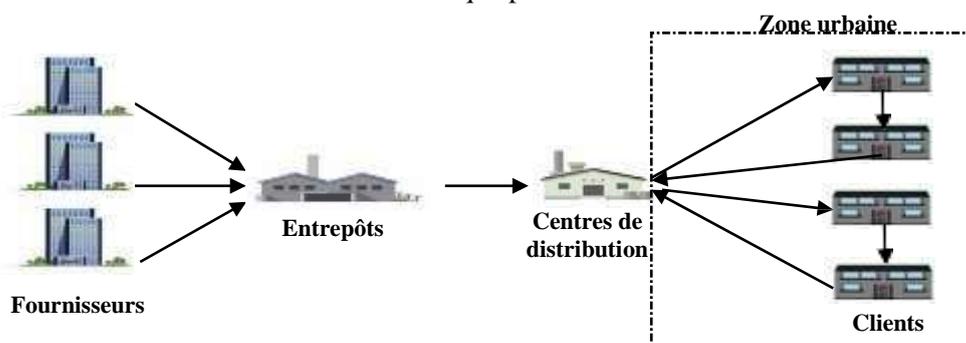


FIG. 1 – Réseau de distribution étudié

2 Indicateurs de durabilité

Après l'analyse de la littérature, nous avons constaté que le niveau économique est le plus évalué dans la littérature et dans une moindre mesure, le niveau environnemental. Cependant, le niveau social n'a pas reçu une grande importance. Dans ce travail, nous avons formulé des modèles mathématiques en MILP (*Mixed Integer Linear Programming*) pour optimiser une liste d'indicateurs (économiques, environnementaux et sociaux). Le niveau institutionnel est assuré par des contraintes de restrictions (voir Figure 2).

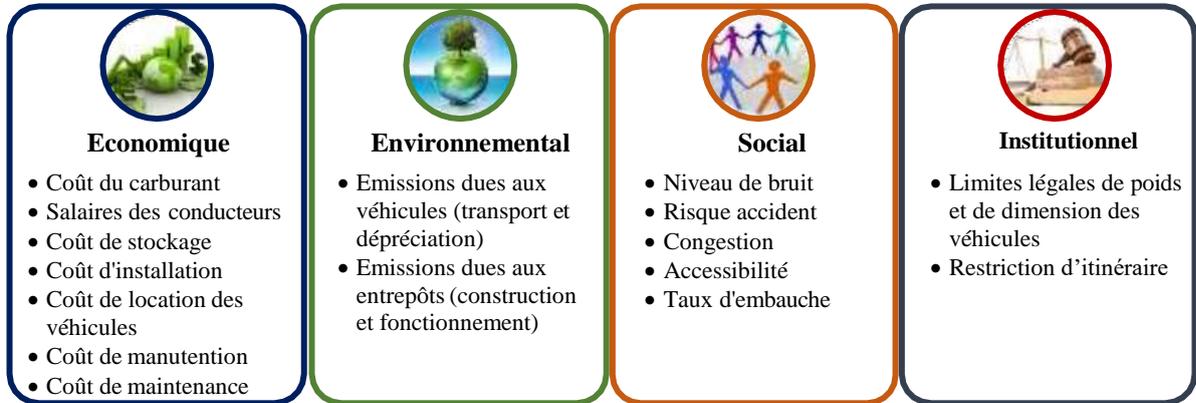


FIG. 2 – Indicateurs de durabilité évalués

3 Résolution et résultats

L'optimisation mono-objectif permet de fournir les solutions optimales en considérant une seule fonction objectif. Deux scénarios, collaboratif et non-collaboratif, ont été comparés en résolvant trois fonctions mono-objectif: économique, environnemental et social, qui visent respectivement à réduire les coûts logistiques, à réduire les émissions de CO₂ et à maximiser le taux d'embauche. La performance de la collaboration est examinée par une étude de cas du réseau de distribution des produits agro-alimentaires en Tunisie. Les résultats ont montré que la collaboration permet d'obtenir des résultats bien meilleures à tous les niveaux à l'exception du taux d'embauche. En effet, grâce à la collaboration, on peut atteindre une réduction des coûts et des émissions de CO₂ allant jusqu'à 45%. La réduction du niveau de bruit et du risque accident est atteint respectivement 50% et 65%. Cependant, le taux d'embauche a été réduit de 50% par rapport au scénario non-collaboratif ce qui influence négativement l'aspect social.

L'optimisation multi-objectif est indispensable pour trouver un bon compromis entre les trois aspects. Par conséquent, nous avons adopté la méthode d'agrégation complète pour trouver un bon compromis entre les différents objectifs.

Conclusions et perspectives

Dans ce travail, nous avons traité le problème de conception du réseau de distribution collaboratif à trois échelons en tenant compte de quatre aspects de durabilité. Deux scénarios ont été comparés : collaboratif et non-collaboratif. En analysant une étude de cas, des résultats notables sont obtenus grâce à la collaboration horizontale en termes divers indicateurs de durabilité. Comme perspectives, nous envisagerons d'étendre les modèles proposés dans un environnement incertain et proposer des algorithmes heuristiques pour résoudre les problèmes de grande taille.

Références

- [1] Aymen Aloui, Nadia Hamani, Ridha Derrouiche and Laurent Delahoche. Systematic literature review on collaborative sustainable transportation: overview, analysis and perspectives. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9(100291), 2021. doi: 10.1016/j.trip.2020.100291.
- [2] Nassim Mrabti, Nadia Hamani and Laurent Delahoche. *The pooling of sustainable freight transport*. *Journal of the Operational Research Society*:1–16, Jun. 2020, doi: 10.1080/01605682.2020.1772022.
- [3] Hanan Ouhader and Malika El Kyal. Assessing the economic and environmental benefits of horizontal cooperation in delivery: Performance and scenario analysis. *Uncertain Supply Chain Management*: 303–320, 2020, doi: 10.5267/j.uscm.2019.12.001.