

# Utilisation des algorithmes évolutionnaires pour la conception d'un réseau de distribution collaboratif à trois échelons

Mohamed Amine Gargouri<sup>1,2</sup>, Nassim Mrabti<sup>1</sup>, Nadia Hamani<sup>1</sup>, Lyes Kermad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire de Technologies Innovantes, 80025 Amiens, France

mohamed.amine.gargouri@etud.u-picardie.fr

{nassim.mrabti, nadia.hamani}@u-picardie.fr

<sup>2</sup>Université de Paris 8, Laboratoire QUARTZ, 93200 Saint-Denis, France

l.kermad@iut.univ-paris8.fr

**Mots-clés :** *DNDP (Distribution Network Design Problem), Collaboration Horizontale, Durabilité, Heuristique, GA (Genetic Algorithm), SA (Simulated Annealing), PSO (Praticale Swarm Optimization), VDO (Vibration Damping Optimization).*

## Introduction

En termes de durabilité, la distribution de marchandises, notamment le transport est l'un des principaux contributeurs à la pollution de l'air et aux émissions de gaz à effet de serre, qui compte parmi les effets environnementaux les plus graves. D'autre part, dans un contexte de prise de conscience croissante des priorités concurrentielles, il est devenu prudent de comprendre comment la performance d'une organisation en matière de développement durable s'équilibre avec les priorités concurrentielles. Dans ce sens, la collaboration horizontale figure comme une solution intéressante pour faire face aux défis rencontrés par les entreprises [1]. La collaboration horizontale, appelée aussi « mutualisation », représente sans doute une meilleure solution pour concevoir un réseau de distribution durable [2]. 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. Nous traitons dans cette étude le problème de conception d'un réseau de distribution collaboratif en proposant des algorithmes heuristiques pour évaluer plusieurs indicateurs de durabilité.

## Contributions

### 1 Réseau de distribution collaboratif

Le réseau de distribution étudié comprend trois échelons et se constitue des fournisseurs collaborant pour satisfaire des clients communs par l'intermédiaire des entrepôts et des centres de distribution. L'objectif principal est de massifier les flux par le regroupement de marchandises. La planification du transport est multi-périodique et la livraison est assurée par une flotte hétérogène des véhicules.

### 2 Aspects clés de la durabilité

Après une analyse de la littérature, nous avons remarqué que la durabilité économique est généralement le critère le plus utilisé dans les études portant sur le DNDP (*Distribution Network Design Problem*). En outre, compte tenu de la pression croissante des exigences environnementales, ce

problème ne doit pas seulement prendre en considération la dimension économique, mais aussi la dimension environnementale. Par ailleurs, l'objectif social est également devenu un critère indispensable qui n'a pas encore été largement traité. Dans ce sens, Mrabti et al. [3] ont proposé un modèle mathématique en programmation linéaire en nombres entiers mixtes permettant de résoudre ce problème. La Figure (1) représente les indicateurs évalués dans cette étude.

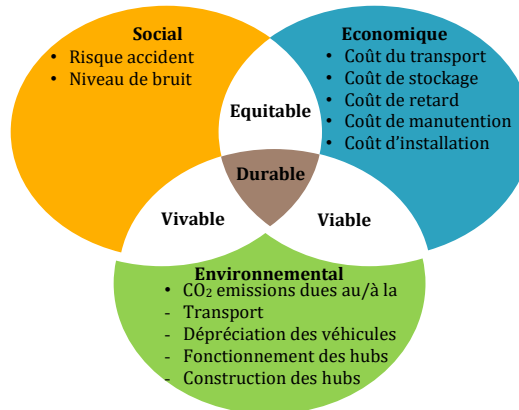


FIG. 1 – Indicateurs de durabilité évalués

### 3 Approche d'optimisation

Le modèle mathématique consiste à localiser les hubs, affecter les fournisseurs et les centres de distributions aux entrepôts et affecter les détaillants aux centres de distribution. D'autre part, il permet de déterminer les quantités de marchandises à livrer, le niveau d'inventaire et la quantité retardée dans chaque période en sélectionnant le type de véhicule à utiliser pour optimiser le taux de remplissage. Mrabti et al. [3] ont eu recours à l'optimisation exacte par le solveur CPLEX pour résoudre ce problème qui est classé parmi les problèmes NP-difficiles. Cependant, il s'est avéré que l'optimisation exacte est limitée aux instances de petites tailles. Dans ce contexte, ce travail de recherche consiste à proposer des algorithmes heuristiques permettant de remédier à ce problème. Pour ce faire, nous avons proposé plusieurs algorithmes évolutionnaires, à savoir le GA (*Genetic Algorithm*), le SA (*Simulated Annealing*), le PSO (*Praticale Swarm Optimization*) et le VDO (*Vibration Damping Optimization*). La validité et la performance de ces algorithmes sont évaluées par une étude de cas d'un réseau de distribution en France. Les résultats et les analyses de sensibilités ont prouvé la supériorité de GA par rapport aux autres algorithmes en termes de temps de résolution et en termes de gap.

### Conclusions et perspectives

Dans ce papier, nous nous sommes concentrés sur le problème de conception d'un réseau de distribution collaboratif en tenant compte de la durabilité. L'objectif de cette étude est de remédier aux difficultés liées au temps de résolution rencontrés lors de l'optimisation exacte de ce problème. Pour cela, nous avons proposé plusieurs algorithmes évolutionnaires. Comme perspectives, nous proposerons des algorithmes pour résoudre le modèle multi-objectif pour trouver un bon compromis entre les différents aspects de durabilité.

### Références

- [1] Aymen Aloui, Nadia Hamani, Ridha Derrouiche and Laurent Delahoche. Assessing the benefits of horizontal collaboration using an integrated planning model for two-echelon energy efficiency-oriented logistics networks design. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*: 1–22, 2021.

[2] Nassim Mrabti, Nadia Hamani, Ridha Derrouiche, Dorsaf Khammassi and Laurent Delahoche. Partage de gains en mutualisation logistique : état de l'art et perspectives de recherche. 3ème Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation- MOSIM'20 – 12 au 14 novembre 2020 - Agadir – Maroc «Nouvelles avancées et défis pour des industries durables et avisées», Agadir-Maroc, 2020.

[3] Nassim Mrabti, Nadia Hamani and Laurent Delahoche. *The pooling of sustainable freight transport*. Journal of the Operational Research Society:1–16, Jun. 2020.