

Approche robuste pour la conception d'un réseau de distribution collaboratif et durable

Islem Snoussi^{1,2}, Nassim Mrabti¹, Nadia Hamani¹, Lyes Kermad²

¹Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire de Technologies Innovantes, 80025 Amiens, France

islem.snoussi@etud.u-picardie.fr

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

²Université 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, Optimisation robuste, budget d'incertitude, modèle budgétaire.*

Introduction

La fonction de distribution est importante pour toute entreprise et il est de plus en plus reconnu qu'elle joue un rôle stratégique dans l'obtention d'un avantage concurrentiel. Cependant, elle représente des enjeux importants, à savoir l'accroissement des coûts et des quantités d'émissions de gaz à effet de serre engendrées principalement par le transport de marchandises. La collaboration horizontale représente une des solutions innovantes pour les entreprises afin qu'elles puissent améliorer la performance de leurs réseaux de distribution tout en restant compétitives [1]. Elle permet non seulement de réduire les coûts mais aussi d'atténuer l'impact nocif de la distribution de marchandises sur l'aspect environnemental. Nous traitons dans cette étude le problème de conception d'un réseau de distribution collaboratif en prenant en considération la durabilité et en intégrant l'incertitude de plusieurs paramètres, à savoir les demandes, les coûts unitaires de transport, le nombre maximal de véhicules.

Contributions

1 Réseau de distribution collaboratif

Cette étude vise à concevoir un réseau de distribution collaboratif sous l'incertitude de plusieurs paramètres. Ce réseau comprend des fournisseurs qui collaborent pour satisfaire les demandes de leurs clients par l'intermédiaire des entrepôts et des centres de distribution mutualisés (cf. Figure 1).

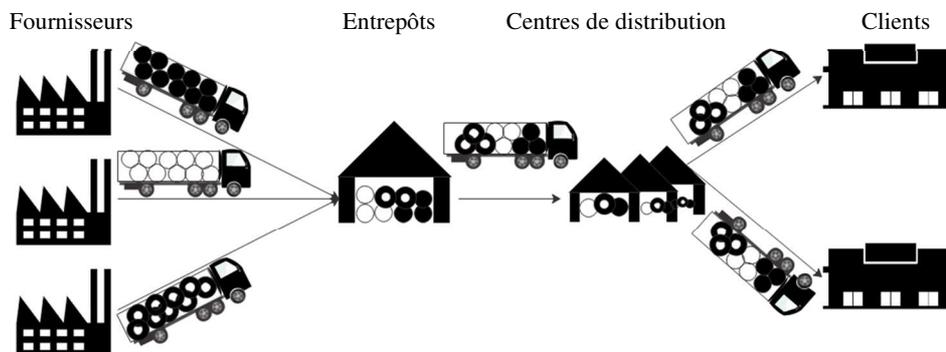


FIG. 1 – Réseau de distribution étudié

Pour ce faire, nous avons proposé un modèle mathématique en programmation linéaire en nombres entiers mixtes. Les objectifs de modèles sont de déterminer le nombre, les localisations et les capacités des hubs à installer : la taille de flotte de chaque type de véhicules utilisés, la quantité de marchandises transportées, la quantité retardée et le niveau d'inventaire dans les entrepôts ainsi que les liens entre les différents nœuds.

La collaboration horizontale dans notre cas consiste à mutualiser les ressources et les moyens dans le but de massifier les flux de marchandises. Cela est réalisé via le regroupement de marchandises dans les entrepôts et les centres de distribution. En outre, l'économie d'échelle est garantie via l'utilisation des hubs et d'une flotte hétérogène des véhicules.

2 Approches d'optimisation

Après une analyse de la littérature, nous avons constaté que les problèmes d'optimisation sous incertitudes se basent principalement sur deux approches fondamentales qui sont la programmation stochastique et l'optimisation robuste. La première approche se base sur des lois de distribution connues. Elle est utilisée dans le cas où on a des données historiques, ce qui est rarement satisfait dans la réalité. C'est là où se manifeste l'importance de l'approche robuste, qui permet de traiter l'incertitude sans avoir aucune information sur la distribution des paramètres incertains. Cette approche est plus performante, notamment, dans le cas des crises, comme la crise sanitaire actuelle du COVID-19 où les entreprises ne connaissent pas la loi de distribution des demandes ou des coûts unitaires de transport. Nous avons opté pour cette approche afin de traiter l'incertitude sur plusieurs niveaux (demandes, coûts unitaires de transport, nombre maximal de véhicules et tous ces paramètres simultanément) en utilisant le modèle budgétaire qui est l'un des modèles les plus performant parmi les modèles évoqués dans la littérature [2].

3 Résolution et résultats

L'approche d'optimisation robuste nous a permis d'exprimer l'incertitude sur divers niveaux en employant le modèle budgétaire qui offre une certaine flexibilité grâce à son budget d'incertitude. La croissance de ce dernier permet de choisir plus de paramètres déviant de leurs valeurs nominales. Dans le but de tester la performance de modèle, nous avons examiné une étude de cas d'un réseau de distribution en France en comparant les résultats du cas incertain et déterministe. Le modèle proposé est résolu en utilisant le solveur CPLEX et en minimisant les coûts et les émissions de CO₂. Une analyse de sensibilité exhaustive est réalisée pour évaluer l'importance de l'incertitude, les effets des niveaux d'incertitudes sur les coûts et les émissions ainsi que les effets de la variation du budget d'incertitude à travers la résolution avec le solveur CPLEX de deux fonctions objectif. Les résultats ont montré que l'approche robuste est meilleure, du point de vue économique et environnemental, que le cas déterministe.

Conclusions et perspectives

Dans ce travail, nous avons traité le problème de conception du réseau de distribution collaboratif en introduisant l'incertitude de plusieurs paramètres. L'importance des incertitudes proposées se manifeste dans la capacité d'une entreprise à faire face à des variabilités telles que les épidémies qui provoquent l'augmentation ou la baisse des ventes, les variations des prix du carburant ou les problèmes d'ordre humain (absentéisme), etc. Comme perspectives, nous envisagerons de proposer une méthode de résolution approchée pour résoudre des instances de tailles plus grandes.

Références

- [1] N. Mrabti, N. Hamani and L. Delahoche. *The pooling of sustainable freight transport*. *Journal of the Operational Research Society*:1–16, Jun. 2020, doi:10.1080/01605682.2020.1772022.
- [2] C. A. Zetina, I. Contreras, J.-F. Cordeau, and E. Nikbakhsh, 'Robust uncapacitated hub location', *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 106, pp. 393–410, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.trb.2017.06.008.