

Inventory Routing Problem : ré-optimisation sous incertitudes

Fayçal A. Touzout, Anne-Laure Ladier, Khaled Hadj-Hamou

Univ Lyon, INSA Lyon, DISP, EA 4570, F-69100 Villeurbanne, France
{faycal.touzout, anne-laure.ladier, khaled.hadj-hamou}@insa-lyon.fr

Mots-clés : *inventory routing problem, transport, gestion de stock, ré-optimisation, stabilité.*

1 Introduction

L'IRP (Inventory Routing Problem) est l'intégration de deux problèmes opérationnels de la chaîne logistique : le transport et la gestion de stock. Dans l'IRP, un fournisseur est responsable de la gestion du stock de ses clients, ce qui lui permet de mutualiser les transports. Dans un horizon temporel, il doit créer le planning de livraison : il s'agit de décider pour chaque période si un client est livré, en quelle quantité et suivant quelle route. L'objectif du décideur est de minimiser ses coûts de stocks, ceux de ses clients ainsi que les coûts de transport. L'un des challenges auxquels le décideur est confronté est l'incertitude des données. Anderson et al. l'affirment : « combiner des problèmes de gestion de stocks et de transport génère des incertitudes économiques et techniques, dues aux conditions de transports, à l'équipement disponible... L'attention des chercheurs devrait se porter sur le développement de modèles et méthodes qui répondent aux besoins des industriels concernant la robustesse et la flexibilité des plannings. »[1]. Ce travail répond à cet appel en traitant les incertitudes dans l'IRP *a posteriori*, par le biais de la ré-optimisation. Pour répondre aux défis que la ré-optimisation apporte concernant la stabilité des solutions, des métriques de stabilité sont proposées et numériquement comparées.

2 Re-optimisation pour l'IRP

Dans l'IRP, plusieurs paramètres peuvent être soumis à de l'incertitude, tels que la demande des clients ou les temps de trajets. Pour la gérer, deux solutions s'offrent au décideur : les approches *a priori* et *a posteriori*.

Les méthodes *a priori* gèrent l'incertitude de manière préventive. Une approche classique est de trouver une solution robuste qui résiste au pire cas. Un exemple d'optimisation robuste dans le cadre de l'IRP est proposé dans [3] où l'incertitude est liée aux demandes des clients. Une telle approche a tendance à générer des solutions très conservatives, donc coûteuse, surtout quand la variabilité des paramètres est très grande.

Les approches *a posteriori*, au contraire, traitent les effets de l'événement imprévu une fois qu'il s'est produit. Une façon de faire est de re-optimiser complètement le planning de livraisons depuis le moment où l'incertitude se révèle jusqu'à la fin de l'horizon temporel, à chaque événement imprévu. La figure 1 illustre cette approche de ré-optimisation.

3 Stabilité dans l'IRP

L'un des problèmes que le décideur peut rencontrer avec une approche *a posteriori* est l'écart entre la solution initialement planifiée et la solution réalisée. Un grand écart entre les deux solutions peut en effet engendrer des problèmes de planification, par exemple si un client est visité à une période où il n'était pas censé l'être dans le planning initial. Un changement

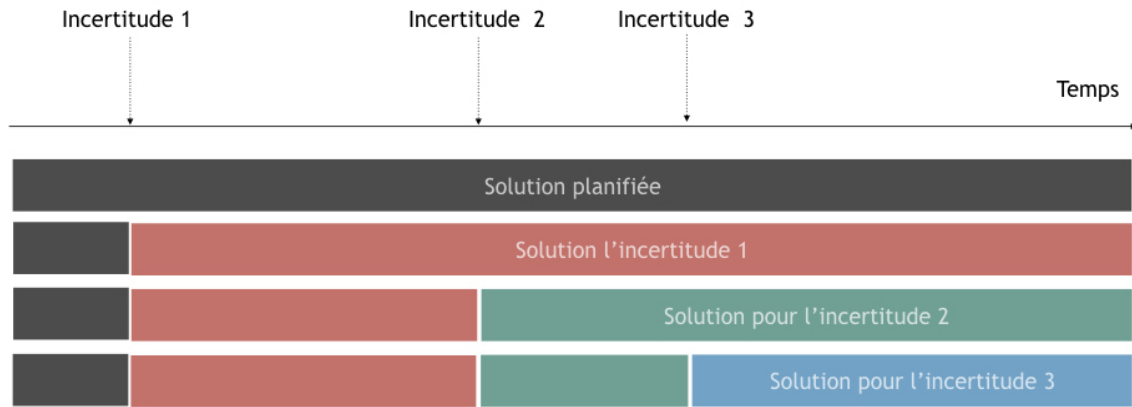


FIG. 1 – Une approche de re-optimisation

dans la quantité reçue par le client dans une période peut engendrer des coûts de stock qu'il n'avait pas prévu d'assumer. D'autres problèmes peuvent se poser concernant l'organisation du chargement du camion si l'ordre de livraison des clients est modifié. Pour remédier à de tels problèmes, le décideur doit chercher à conserver des plannings « stables ».

Herroelen and Leus définissent un planning stable comme « un planning qui dévie le moins possible de l'original »[2]. Parce qu'elle est très générale, il n'est pas simple d'appliquer cette définition dans le cas de l'IRP. Ainsi, nous proposons des métriques de stabilité pertinentes et leurs formulations mathématiques pour les deux aspects de l'IRP, c'est-à-dire la gestion de stock et le transport. Ces métriques sont adaptées de métriques de stabilité utilisées pour des sous-problèmes de l'IRP tels que le TSP (*Travelling Salesman Problem*), le VRP (*Vehicle Routing Problem*), le *Lot Sizing* et des problèmes d'ordonnancement.

4 Résultats

Des expériences numériques sont réalisées, avec différents scénarios d'incertitudes et sur des benchmarks issus de la littérature, pour comparer entre elles les métriques de stabilité de l'IRP. Le but est de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le coût de la stabilité selon chacune des métriques ?
- Y a-t-il une corrélation entre deux métriques ?
- Quelles sont les métriques les plus pertinentes pour l'IRP ?

Références

- [1] Andersson, H., Hoff, A., Christiansen, M., Hasle, G., and Løkketangen, A. (2010). Industrial aspects and literature survey : Combined inventory management and routing. *Computers & Operations Research*, 37(9) :1515–1536.
- [2] Herroelen, W. and Leus, R. (2005). Project scheduling under uncertainty : Survey and research potentials. *European Journal of Operational Research*, 165(2) :289–306.
- [3] Solyali, O., Cordeau, J.-F., & Laporte, G. (2012). Robust inventory routing under demand uncertainty. *Transportation Science*, 46(3), 327–340.