

Outils d'aide à la décision pour la logistique collaborative en circuits alimentaires de proximité

Nicolas Besson¹, Sylvain Bouveret¹, Nadia Brauner¹, Nicolas Brulard²

¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, G-SCOP, 38000 Grenoble, France

{prenom.nom}@grenoble-inp.fr

² nbrulard@holiag.com

Mots-clés : *recherche opérationnelle, optimisation, théorie des jeux coopératifs, outil d'aide à la décision*

1 Contexte : logistique collaborative en circuits alimentaires de proximité

Ce document se situe dans le contexte de circuits alimentaires de proximité (un mode de commercialisation de produits alimentaires à une échelle locale), plus précisément dans la résolution de problèmes logistiques. On peut définir la logistique comme un ensemble de décisions d'organisation (par exemple, de transport, de stockage, etc.) visant à permettre à un produit d'atteindre son consommateur final. Son principal enjeu est que celle-ci représente un coût (financier, matériel, en personnel, en temps) élevé aux agriculteurs. Une solution possible serait d'implémenter une forme de logistique collaborative, ce qui impliquerait un partage de ressources (par exemple de véhicule) avec d'autres acteurs ayant les mêmes intérêts [2].

Comment concevoir un outil d'aide à la décision permettant aux agriculteurs de construire une stratégie coopérative pour la logistique en circuits alimentaires de proximité? Cet outil devrait simultanément pouvoir accompagner les agriculteurs dans la construction d'une solution au problème logistique, et proposer des formes de partage de ressources (que ce soit des coûts monétaires, en temps de travail, en ressources matérielles, etc.).

Afin d'illustrer la construction d'un tel outil, on se centrera sur le cas pratique de *63-Saveurs*, qui est une association d'agriculteurs du Puy-de-Dôme. Les adhérents de l'association partagent une plate-forme logistique et un véhicule pour la livraisons de commandes à leurs clients.

La logistique collaborative comporte plusieurs avantages possibles, mais afin d'illustrer la construction d'un outil d'aide à la décision on se centrera sur l'étude de la réduction des coûts globaux et individuels. Notez que la réduction des coûts n'est pas nécessairement l'unique priorité des producteurs.

2 Modéliser un problème logistique et répartition de coûts

Modélisation et résolution d'un problème logistique. Il est nécessaire de pouvoir modéliser mathématiquement le problème logistique visé. Pour notre cas d'étude, on peut modéliser le problème de collecte et livraison avec fenêtre de temps grâce à un Programme Linéaire en Nombres Entiers. Il existe des modèles du *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) dans la littérature qui peuvent être utilisés dans notre contexte, car les sous-problèmes de collecte et de livraison représentent chacun un VRPTW.

Le modèle du problème peut être implémenté afin d'obtenir une solution optimale. Néanmoins, il est connu que le VRPTW est un problème NP-complet, et donc il n'y a pas de méthode efficace (polynomiale) connue permettant d'avoir une solution optimale. On peut donc intégrer

une méthode heuristique. De telles méthodes sont aussi beaucoup étudiées sur la littérature. On peut citer l'exemple des méthodes proposées par Tan et al. [4].

Modéliser la répartition des coûts. Sur quels arguments se base une "bonne" stratégie coopérative? Une possible réponse est que la stratégie doit se baser sur l'équité dans la répartition de ressources logistiques (donc de coûts financiers dans notre cas). En s'inspirant de Shapley [3], on définit un jeu coopératif comme un couple (\mathcal{N}, c) , avec \mathcal{N} un ensemble de "joueurs", et $c : 2^{\mathcal{N}} \rightarrow \mathbb{R}_+^*$ une fonction de coût telle que pour un sous-ensemble de joueurs $S \subseteq \mathcal{N}$, $c(S)$ est le coût de faire coopérer uniquement les joueurs dans S . Un vecteur $(y_i)_{i \in \mathcal{N}}$ tel que $\sum_{i \in \mathcal{N}} y_i = c(\mathcal{N})$ (donc tel que la somme des coûts alloués vaut le coût total de la coopération) est nommé un "vecteur d'allocation".

L'article de Engevall *et al.* [1] fournit un exemple de modélisation d'un problème de transport comme un jeu coopératif. Dans notre cas d'étude, puisque les acteurs devant prendre en charge le coût logistique sont les producteurs, on peut considérer que l'ensemble de joueurs \mathcal{N} est l'ensemble de producteurs. $c(S)$ serait le coût de collecte et livraison en se limitant aux commandes faites au sous-ensemble de producteurs S . Le problème menant à la construction d'une stratégie coopérative dans notre contexte serait donc de trouver une répartition du coût de collecte et livraison entre les producteurs.

Allocations efficaces et intuitives pour un outil d'aide à la décision. On cherche à répartir les coûts de transports en satisfaisant des contraintes d'équité. Calculer le coût associé à un ensemble de joueurs étant un problème NP-complet, on souhaite que la méthode d'allocation de coûts choisie ne nécessite pas un nombre important de calculs de cette fonction. Il existe plusieurs critères d'équité. On peut par exemple imposer une contrainte de rationalité individuelle : chaque joueur paye un coût inférieur au coût logistique s'il travaillait seul. Cette contrainte a l'avantage d'être intuitive et d'être facilement vérifiable. D'autres méthodes d'allocation efficaces visant d'autres ensembles de contraintes d'équité, pourraient être proposées par l'outil, avec le but de permettre aux agriculteurs de décider et discuter en fonction des solutions proposées.

3 Conclusion

On peut donc considérer qu'un outil d'aide à la décision pour la logistique collaborative en circuits alimentaires de proximité, devrait être capable de proposer des solutions au problème visé, en proposant plusieurs méthodes de répartition équitable de ressources en décrivant de manière intuitive les critères d'équité. Sur le cas étudié, on s'est concentrés sur une répartition des coûts monétaire, mais afin de mieux étudier les différents avantages de la logistique collaborative, on peut s'étendre à la répartition d'autres formes de ressources, telles que les charges de travail, le temps, la production de CO_2 , etc. Une preuve de concept a été implémentée en se centrant sur le cas de 63-saveurs.

Références

- [1] Stefan Engevall, Maud Göthe-Lundgren, and Peter Värbrand. The traveling salesman game : An application of cost allocation in a gas and oil company. *Annals of operations research*, 82 :203–, 1998.
- [2] Marie-Charlotte Laudier. Mutualiser le transport des produits, une bonne idée pour les petits paysans, 2017.
- [3] L. Shapley. A value for n-person games. *Contributions to the Theory of Games*, 2 :307–317, 1953.
- [4] K.C Tan, L.H Lee, Q.L Zhu, and K Ou. Heuristic methods for vehicle routing problem with time windows. *Artificial intelligence in engineering*, 15(3) :281–295, 2001.