

Réseaux Efficaces d'Approvisionnement et de Transport des Produits Agricoles

Salima KENDI, Mohammed Said RADJEF, Fodil LAIB

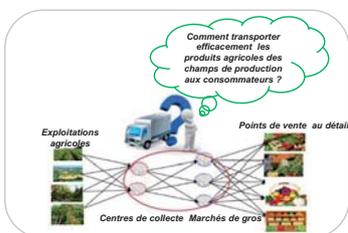
Doctoriales de Recherche Opérationnelle, le 12 et 13 Décembre 2018



Introduction

La production et la consommation des produits agricoles sont séparées du point de vue spatial. Généralement, la production est située dans les zones rurales et la consommation dans les zones urbaines. La nourriture parvient au consommateur à travers un réseau complexe impliquant des stades de production, groupage, tri, regroupage, distribution et vente au détail. L'organisme social formant le lien entre le producteur (agriculteur) et le détaillant est le système de groupage et de vente de gros.

1. Problématique



L'objectif est de contribuer à la bonne conception de ces réseaux de commercialisation, qui sont souvent inadéquats, en déterminant les localisations optimales des centres de collecte et de gros (appelés **hubs**), intermédiaires entre la production et la consommation, ainsi que leurs nombres et tailles optimaux.

Producteurs ↔ Centres de collecte ↔ Marchés de gros ↔ Détaillants

Etant donné une infrastructure existante de points de production, de points de vente au détail et des sites candidats pour localiser les centres de collecte et les marchés de gros. Pour une conception efficace du réseau, nous tentons de trouver simultanément:

- Le nombre et les localisations des centres de collecte et des marchés de gros à localiser.
- La taille de chaque centre de collecte et marché de gros.

- Les affectations: offre-centres de collecte, centres de collectes-marchés de gros et marchés de gros-détaillants.

Avec ces décisions critiques, nous minimisons le coût total du réseau qui inclut les coûts de :

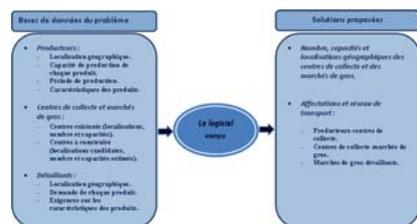
- Construction des centres de collecte et des marchés de gros.
- Transport de marchandise dans le réseau.

2. Formulation du problème

Nous proposons un modèle mathématique d'aide à la conception efficace de réseaux d'approvisionnement et de distribution des produits agricoles.

Le modèle obtenu est un programme linéaire mixte en nombres entiers (MILP). La fonction objectif minimise le coût total de la conception du réseau, qui inclut le coût total de transport et le coût total de construction des centres de collecte et de marchés de gros.

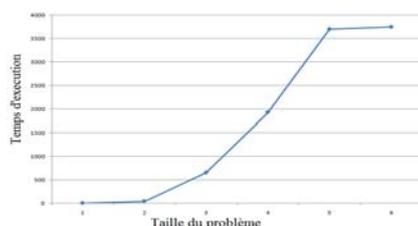
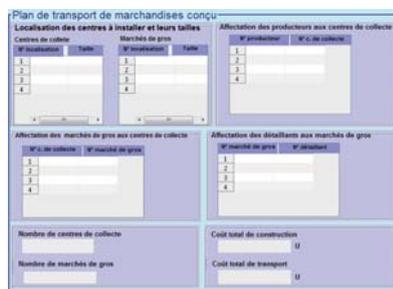
2.1. Système développé



Nous avons implémenté le modèle proposé dans **MATLAB** et nous avons utilisé **CPLEX 12.6** comme solveur du MILP.

Puis, nous avons développé un logiciel d'aide à la conception d'un réseau d'approvisionnement, de commercialisation et de transport des produits agricoles.

2.2. Interface de solution du logiciel conçu



Nous constatons que la résolution de notre modèle (**problème NP-difficile**) est très coûteux en terme de temps de résolution pour des problèmes de grande taille (ex. 2.60 jours pour 1500 producteur et 2000 détaillants).

Perspectives

Afin de réduire le temps d'exécution, nous proposons les perspectives suivantes:

- Résolution avec la méthode exacte avec l'utilisation de techniques de réduction du temps de calcul (reformulation du problème initial, intervention au niveau de l'arbre de résolution, association d'heuristiques, etc).
- Résolution des heuristiques (relaxation lagrangienne, etc).
- Adaptation d'une méta-heuristique, à savoir les algorithmes de colonies d'abeilles, pour la résolution.

Nous pourrions par la suite comparer les performances des différentes méthodes de résolution en fonction de la taille du problème (méthode exacte seule, méthode exacte assistée avec des heuristiques et méthode approchée.

Références

1. J. D. Tracey-White (1991). Wholesale markets. Planning and design manual, FAO.
2. H. Etemadnia et al. (2015). Optimal wholesale facilities location within the fruit and vegetables supply chain with bimodal transportation options: An LP-MIP heuristic approach. *European Journal of Operational Research*, 244, 648–661.
3. T. Bosona, G. Gebresenbet, I. Nordmark and D. Ljungberg (2011). Integrated Logistics Network for the Supply Chain of Locally Produced Food, Part I: Location and Route Optimization Analyses. *Journal of Service Science and Management*, 4, 174-183.
4. T. Bosona, I. Nordmark, G. Gebresenbet, & D. Ljungberg (2013). GIS-based analysis of integrated food distribution network in local food supply chain. *International Journal of Business and Management*, 8(17), 13.

3. Etude expérimentale

Dans les problèmes de conception de réseaux, les décisions critiques sur les localisations, les allocations et les capacités varient sur la base de plusieurs paramètres, et cela a de remarquables conséquences sur le tradeoff des différents coûts générés (dans la fonction objectif).

Notre objectif dans cette étude est de pouvoir résoudre le modèle proposé sur une grande échelle (conception des réseaux de distribution de fruits et légumes sur une échelle nationale). Pour voir le comportement de notre modèle sur une grande échelle, nous avons effectué certains tests :

- Soient:
- $n1$: nombre de points de production.
 - $n2$: nombre de points de détail.
 - m : nombre de sites candidats pour les centres de collecte.
 - n : nombre de sites candidats pour les marchés de gros.
 - p : nombre de produits (fruits et légumes).
 - nc : nombre de contraintes.
 - nvp : nombre de variables positives.
 - nvb : nombre de variables binaires.

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons la durée de résolution du MILP considéré en fonction des paramètres déterminant la taille du problème.

paramètre déterminant la taille du problème	taille du problème	ressources utilisées	durée maximale allouée	durée d'exécution	résolution terminée ou tuile
$n1 = 80, n2 = 100, p = 30, m = n = 50$	nc=10700, sep=190000, ncb=5100	6 CPU 60 Gb. RAM	normal (7 jours)	66h.367s	achevée
$n1 = 200, n2 = 400, p = 50, m = n = 60$	nc=36130, sep=790000, ncb=20110	8 CPU 60 Gb. RAM	normal (7 jours)	47h16.426s	achevée
$n1 = 500, n2 = 1000, p = 30, m = n = 100$	nc=122400, sep=1800000, ncb=100200	8 CPU 60 Gb. RAM	normal (7 jours)	655h21.888s (11 heures)	achevée
$n1 = 1000, n2 = 1500, p = 50, m = n = 100$	nc=211900, sep=5500000, ncb=150200	8 CPU 60 Gb. RAM	normal (7 jours)	3700h35.696s (2.57 jours)	achevée
$n1 = 1000, n2 = 2000, p = 30, m = n = 100$	nc=238400, sep=3300000, ncb=200200	6 CPU 60 Gb. RAM	normal (7 jours)	1900h21.640s (1.34 jours)	achevée
$n1 = 1000, n2 = 2000, p = 50, m = n = 100$	nc=262400, sep=5900000, ncb=200200	8 CPU 60 Gb. RAM	normal (7 jours)	nécessaire dépassée	tuile
$n1 = 1500, n2 = 2000, p = 30, m = n = 100$	nc=253400, sep=4800000, ncb=200200	6 CPU 60 Gb. RAM	normal (7 jours)	3717h2.321s (2.60 jours)	achevée