

---

## Amélioration de la planification collaborative d'un réseau d'approvisionnement forestier : le potentiel de la planification intégrée et optimisée avec le support d'un intégrateur-système

---

Pedro Eboli M.Sc., Luc LeBel (directeur), Luis Antonio de Santa-Eulalia (codirecteur)

### Introduction

L'ampleur de la superficie forestière ainsi que l'hétérogénéité des forêts naturelles du Québec permettent l'approvisionnement en matière première d'une industrie forestière diversifiée. Malgré cette diversité et l'importance des volumes disponibles à la récolte, il arrive tout de même que plusieurs usines s'approvisionnent sur les mêmes secteurs de récolte (Beaudoin et al., 2010). Cette situation vient avec des enjeux d'arrimage entre la planification forestière, l'harmonisation des besoins d'approvisionnement des usines ainsi que la coordination des opérations sur le terrain (Mosconi, 2014).

Un moyen de permettre la planification forestière performante pour les différents acteurs concernés dans un tel contexte passe par la mise en place d'un intégrateur-système. Il s'agit d'une tierce partie responsable de la réalisation d'une planification collaborative pour un groupe d'usines. Sa position neutre permet de produire une planification équitable pour le groupe, en équilibrant les besoins en matière ligneuse des différentes parties prenantes (Morin, 2019). Un autre moyen disponible pour bonifier la planification forestière est l'usage de méthodes d'optimisation mathématique (Rönnqvist et al., 2023). Toutefois, le potentiel réel que peut offrir le concept d'intégrateur-système demeure peu exploré et la planification forestière faite par l'intégrateur-système en utilisant des méthodes d'optimisation mathématique n'a pas encore fait

l'objet d'étude scientifique. L'objectif de cette recherche est d'évaluer les impacts des outils d'optimisation mathématique sur les fonctions et les caractéristiques d'un intégrateur-système, lors de la planification d'un réseau d'approvisionnement forestier composé par différentes parties prenantes et par différents produits.

### Méthode

Nous avons réalisé une étude en partenariat avec Gestion FORAP, une entreprise de gestion forestière qui agit à titre d'intégrateur-système. Elle est responsable de la planification annuelle des approvisionnements en bois d'un réseau composé par 11 usines de transformation du bois. Premièrement, nous avons modélisé le réseau d'approvisionnement avec LogiLab, un outil d'optimisation mathématique développé par FORAC. Ainsi, il a été possible de quantifier les bénéfices de l'outil d'optimisation qui soutient les décisions de planification prises par l'intégrateur-système et certains aspects du processus de planification réalisé par ce dernier. Deuxièmement, nous avons réalisé des entrevues avec les planificateurs des usines qui font partie de ce réseau d'approvisionnement, afin d'avoir leurs avis sur l'impact de l'utilisation d'outils d'optimisation mathématique sur les rôles et les caractéristiques de l'intégrateur-système.

## Résultats et discussion

L'utilisation de LogiLab a permis de réduire le temps nécessaire à la sélection des blocs de récolte de quatre semaines à moins d'une semaine, en considérant le temps nécessaire à la préparation des données et à l'exécution de l'optimisation. Nous tenons compte de toutes les contraintes opérationnelles et d'équilibre entre les besoins des usines en matière ligneuse, tout en minimisant les distances de transport et en sélectionnant les blocs pour une période de planification de deux ans. Ainsi, La sélection de blocs de récolte réalisée par un intégrateur-système équipé de l'outil d'optimisation peut apporter une réduction des distances moyennes de transport entre les blocs de récolte et les usines de jusqu'à 15,44 %, en comparaison avec la sélection réalisée par l'intégrateur sans l'outil d'optimisation. De plus, la sélection réalisée par un intégrateur-système équipé de l'outil présente un meilleur équilibre des distances moyennes de transport, du sapin baumier, des blocs d'éclaircie commerciale (ECR) et du diamètre par tige moyen entre les usines qui s'approvisionnent d'essences résineuses. Le Tableau suivant présente la comparaison de l'équilibre faite par l'intégrateur-système sans l'outil d'optimisation et avec l'outil.

Comparaison de l'équilibre des ressources entre les usines qui s'approvisionnent d'essences résineuses

Usines de résineux	1	2	3	4	CV
Sélection sans l'outil d'optimisation					
Distance moyenne (km)	53.4	53.4	46.3	45.1	0.08
Sapin (%)	58.0	58.0	46.9	31.4	0.22
ECR (%)	26.3	26.3	23.7	23.7	0.05
dm <sup>3</sup> /tige moyen	155.5	155.5	127.6	118.5	0.12
Sélection avec l'outil d'optimisation					
Distance moyenne (km)	48.9	52.3	45.7	44.6	0.06
Sapin (%)	53.5	44.1	37.5	43.5	0.13
ECR (%)	22.6	22.7	26.8	27.6	0.09
dm <sup>3</sup> /tige moyen	142.9	130.3	141.8	145.4	0.04

Les planificateurs consultés ont souligné que l'intégrateur-système équipé d'outils d'optimisation est capable de promouvoir plus d'équité entre les usines, de favoriser la coordination des différentes sources d'approvisionnement par les planificateurs, de rendre le processus de planification plus agile et plus flexible, de faciliter les discussions entre les différents intervenants et d'améliorer la prévisibilité de l'approvisionnement. De plus, l'intégrateur-système serait plus impartial, crédible et transparent.

## Conclusion

Les résultats obtenus nous permettent de conclure qu'un intégrateur-système équipé d'un outil d'optimisation peut réaliser un plan d'approvisionnement de qualité supérieure et améliorer le processus de planification forestière d'un groupe d'usines. Non seulement nos résultats enrichissent la littérature relative à la modélisation d'un réseau multi-acteurs et multi-produits, et aux contributions de l'intégrateur-système sur la planification d'un réseau d'approvisionnement forestier, mais ils fournissent également un exemple de méthodologie de recherche fusionnant les approches quantitatives et qualitatives dans le domaine.

## Bibliographie

- Beaudoin, D. et al. 2010. Forest Policy Economics, 12(2), 79-93.
- Morin, François. 2019. Thèse de doctorat, Université Laval].
- Mosconi, Elaine. 2014. Thèse de doctorat, Université Laval.
- Rönnqvist, M. et al. 2023. International Transactions in Operations Research, 30(6), 3296-3328.

Évaluateur 1 : Rémi Georges

Évaluateur 2 : François Morin

Éditeur : Shuva Gautam