

ET SI L'ARGENT POUSSAIT DANS LES ARBRES? WHAT IF MONEY GREW ON TREES?

Sommaire/Summary

Mot des directeurs	1
Agilité et compétitivité	2
Carbone – biomasse	3
Biomasse	4
Stratégies d'approvisionnement	5
Affectation des blocs de coupes	6
Horaire de l'Expo-Conférence	7
Transport de copeaux	8
Outils de planification	9
Analyse commerciale	10
Opportunités de marché	11
Replanification du rabotage	12

www.forac.ulaval.ca

L'adage populaire veut que l'argent ne pousse pas dans les arbres. La vérité est plus intéressante : l'arbre en lui-même, de par sa relation à son environnement, a une valeur économique. L'argent pousse donc dans la forêt. De plus, cette ressource est renouvelable. C'est donc encore mieux que le Klondike!

Maintenant, si on sort de nos rêveries, on réalise bien sûr que l'argent n'est pas dans la forêt; il se concrétise uniquement lorsqu'un client achète un produit forestier. Le bois de l'arbre a donc une valeur économique potentielle. Il a également une valeur en tant que puits de carbone, en plus de receler un pouvoir calorifique. Pour extraire ou créer cette valeur économique, il faut mettre en adéquation la ressource, les capacités et les besoins d'un ensemble de clients. En effet, il est bon de rappeler que peu d'entreprises s'intéressent à la totalité d'un arbre ou d'une forêt. La diversité de la ressource forestière, des produits possibles et des clients potentiels exige un réseau complexe mais agile permettant d'exploiter simultanément l'ensemble des opportunités offertes par le marché.

L'équipe du consortium de recherche FORAC propose et teste des mécanismes novateurs permettant de développer et d'opérer ce réseau. Des actions concrètes sont menées au niveau de l'approvisionnement, des processus manufacturiers et des approches de coordination. Nos résultats mènent, selon le problème à résoudre, à des solutions conceptuelles, logicielles ou matérielles. Plus important encore, ils mènent à la formation de personnes aptes à relever les défis d'aujourd'hui et de demain. La présente édition de l'Info-FORAC met en valeur ces personnes et leurs travaux qui, s'ils ne font pas pousser de l'argent dans les arbres, permettent tout de même de réaliser des gains de compétitivité et de rentabilité. C'est, on en conviendra, presque aussi bon! ☒

The famous proverb implies that money does not grow on trees. This truth gets even more ironic as trees do indeed have economic value. Money therefore does grow in the forest. Furthermore, this resource is renewable. It's even better than the Klondike Gold Rush!

Now, if we snap out of our daydream, we realize that of course money is not literally in the forest; it materializes only when a customer purchases a forest product. Wood in trees, therefore, has a potential economic value. It also holds value as a carbon sink in addition to its potential as an energy source. To harness, or create this economic value, it is essential to align resources, capacities, and demand. Few companies, if any, find interest in the whole tree or forest stand. The diversity of the forest resources and potential array of products and clients requires a complex but agile network to be able to exploit in complete coordination the opportunities in the market.

The team at FORAC research consortium proposes and tests various innovative mechanisms to develop and operate this network. FORAC produces concrete actions in procurement, manufacturing processes and coordination approaches. Our results materialize in the form of advanced concepts, software, and process operating guidelines. Even more importantly, they are associated with trained professionals ready to take on today's and tomorrow's challenges. This edition of Info-FORAC highlights some of our projects and young researchers. They may not make money grow on trees, but still make for improvement in competitiveness and profitability, which we would agree, is almost as good. ☒



Luc LeBel
Professeur titulaire,
directeur de FORAC
Professor and
Director, FORAC



Jonathan Gaudreault
Professeur,
codirecteur de FORAC
Professor and
Codirector, FORAC



Shuva Hari Gautam
Étudiant au doctorat, FORAC
Doctoral student, FORAC
shuva-hari.gautam.1@ulaval.ca

AGILITÉ : UNE NÉCESSITÉ POUR LA COMPÉTITIVITÉ AGILITY: A NECESSITY FOR COMPETITIVENESS

L'industrie forestière est une composante importante de l'économie canadienne. Aujourd'hui, elle doit composer avec un marché compétitif, exigeant et des coûts de production en hausse. Les entreprises les plus compétitives sont celles qui ont des chaînes d'approvisionnement pouvant fournir les bons produits, aux bons clients, au bon moment. L'agilité devient donc une des caractéristiques nécessaires à la compétitivité.

L'alignement parfait de l'offre et de la demande est cependant particulièrement difficile dans le secteur des produits du bois en raison de la nature hétérogène de la forêt et des processus de fabrication divergents. Un moyen d'améliorer cet alignement est de développer l'agilité des activités d'approvisionnement. Plus précisément, l'agilité est permise par une plus grande flexibilité dans le choix d'un traitement sylvicole et la capacité d'apporter rapidement les modifications nécessaires au niveau opérationnel.

Nos recherches visent à quantifier les avantages de pouvoir choisir parmi plusieurs traitements sylvicoles à l'aide d'un outil issu de la recherche opérationnelle. À l'aide d'un modèle de programmation mixte en nombres entiers et d'une simulation réalisée avec les données d'une entreprise forestière, nous avons observé une amélioration significative de la performance de la chaîne d'approvisionnement par rapport aux pratiques actuelles. En ce sens, une augmentation moyenne d'environ 5 % du profit ainsi qu'une augmentation de 4 % du taux de satisfaction de la demande ont été observées.

Par la suite, un système de simulation-optimisation de la planification hiérarchique a été développé pour étudier l'impact de la flexibilité au niveau opérationnel sur les objectifs du niveau stratégique. Le système, développé avec la plateforme SilviLab, a été testé à l'aide d'une étude de cas sur un horizon de 100 ans. Aucune différence significative dans l'approvisionnement en bois attribuable à la flexibilité sylvicole n'a été observée par rapport aux scénarios sans flexibilité. Moyennant quelques améliorations, le système présente déjà un outil précieux pour mieux intégrer les besoins écologiques, sociaux et économiques dans la prise de décisions liées à la gestion forestière. ☒

The forest products industry has long been an integral part of the Canadian economy. However, forest companies currently face competitive and demanding markets, with increased production costs. The most competitive companies are those with supply chains capable of providing the right products to the right customers at the right time. Thus, agility is an essential characteristic necessary for competitiveness.

The precise alignment of supply and demand is particularly challenging in the forest products industry due to the heterogeneous nature of the forests and divergent manufacturing processes. One potential method to improving the alignment between market demand and production is through developing agility in wood procurement activities. More specifically, agility is enabled through more flexibility in silviculture treatment selection and the ability to make fast and adequate changes at the operational level.

This study aims to quantify the potential advantages of silviculture flexibility using an Operations Research tool. Using simulation based on a mixed integer programming model and data obtained from a forest products company, we were able to observe a significant improvement in supply chain performance. An average increase in profit of approximately 5% and an approximate 4% increase in demand satisfaction rates were observed.

Furthermore, a simulation-optimization system for hierarchical planning was developed to examine the impact of operational level silviculture flexibility on long-term strategic level objectives. The system, developed with the SilviLab platform, was implemented in a case study for a time horizon of 100 years. Permitting operational level silviculture flexibility did not significantly impact long-term wood supply, compared to scenarios without flexibility. The system, with further refinement, will prove to be a valuable tool to better integrate social, ecological and economic needs in forest management decision making. ☒

CARBONE, BIOMASSE ET PLANIFICATION DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER CARBON, BIOMASS AND FOREST MANAGEMENT PLANNING

On estime que 50 % de la biomasse forestière sèche est composée de carbone. Ce carbone provient du dioxyde de carbone (CO₂) capté dans l'atmosphère et séquestré dans la biomasse. Dans un contexte où les décideurs ont besoin d'outils pour tenir compte des stocks de carbone et de leurs fluctuations, il devient inévitable d'inclure la dimension **carbone-biomasse** dans la planification de l'aménagement forestier.

Bien qu'il existe des modèles permettant de convertir des volumes forestiers en biomasse et de comptabiliser les quantités stockées et émises de carbone, ceux-ci fonctionnent en aval du processus de planification. Pour aller au-delà de la simple simulation et en vue d'obtenir le bilan carbone d'un plan d'aménagement, il faudrait intégrer lors de la planification stratégique, d'une part, les données sur la biomasse forestière et d'autre part, les dynamiques de stockage et d'émission du carbone, à l'instar des dynamiques de croissance et sénescence des peuplements.

L'objectif du projet se divise en deux volets. D'abord, inclure dans les modèles les quantités des différents réservoirs de biomasse (feuillage, branches, écorce, etc.) en fonction des volumes marchands disponibles. Dans un contexte de planification intégrée « forêt-chaîne de création de valeurs », l'industrie aurait un meilleur portrait de la biomasse disponible. De plus, la stratégie d'aménagement peut être modifiée selon les besoins en volumes de bois et de biomasse du réseau industriel.

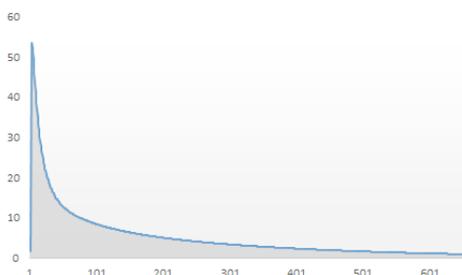
Le second volet vise à inclure en amont du processus de planification les impacts à long-terme d'une action en forêt (croissance, coupe, feu, etc.) sur les stocks de carbone forestier. Selon les modèles étudiés, les effets des activités sylvicoles se font sentir sur des centaines, voire des milliers d'années. FORAC travaille au développement d'un nouveau coefficient qui, en fonction des activités sylvicoles, permettrait de passer d'une stratégie orientée sur la production de volumes de bois à une stratégie misant sur une maximisation des stocks de carbone à long-terme, tout en minimisant les effets sur le rendement de la forêt à court-terme. Les résultats préliminaires permettent d'observer une réduction des cycles de rotation sur un horizon de 150 ans et, évidemment, une augmentation des stocks de carbone forestier. ☒

It is estimated that 50% of dry forest biomass is composed of carbon. This carbon comes from the carbon dioxide (CO₂) captured from the atmosphere and sequestered in the biomass. In a context where decision makers require tools to account for carbon stocks and carbon stock changes, it becomes inevitable to consider **carbon-biomass** in forest management planning.

Although there are models for converting forest volumes into biomass and for measuring the stocked and emitted carbon, they are used as a simulation tool after the planning process is made. To get more information on the carbon footprint of a management plan, data on forest biomass and carbon dynamics must be integrated in the strategic planning process, as is the case for growth and senescence stand models.

The project is divided into two parts. The first one aims to include in the strategic models the quantities of different biomass pools (leaves, branches, bark, etc.) in relation to the merchantable volumes available. In a context of integrated planning "forest-value chain", the industry would have a better picture of the available biomass. In addition, the management strategy can be modified according to the needs of the industrial network in volumes of wood and biomass.

The second part aims to include, upstream of the planning process, the long-term impacts of a forest action (growth, cutting, fire, etc.) on forest carbon stocks. According to the models studied, the effects of silvicultural activities are felt for over hundreds or even thousands of years. FORAC is working to develop a new coefficient which, along with forest treatments, moves from a strategy based on the production of timber volumes to a strategy focusing on maximizing long-term carbon stocks, while minimizing the effects on the short-term performance of the forest. Preliminary results show a reduction in rotation cycles over a period of 150 years, and of course, an increase of forest carbon stocks. ☒



Empreinte-carbone à long-terme d'une coupe totale
Clearcutting carbon footprint



Martin Simard
Professionnel de recherche, FORAC
Research professional, FORAC
martin.simard@forac.ulaval.ca



Raja Ziedi
Étudiante à la maîtrise, FORAC
Master student, FORAC
raja.ziedi.1@ulaval.ca

STRATÉGIES D'APPROVISIONNEMENT DANS UN CONTEXTE D'ENCHÈRES DU BOIS SUPPLY STRATEGIES IN A TIMBER AUCTION CONTEXT

Au cours des dernières années, la crise forestière a mis en lumière certaines limites du système d'approvisionnement forestier existant, ce qui a conduit à une réforme des mécanismes d'approvisionnement en bois. En effet, depuis 2013, le gouvernement québécois a instauré un système d'achat par enchères. Cette nouvelle façon de faire soulève de nombreux défis pour les compagnies forestières qui doivent maintenant intégrer une nouvelle source d'incertitude dans leur processus d'approvisionnement. Dans ce contexte, quelles stratégies d'approvisionnement devraient être mises en œuvre pour faire face à l'incertitude des enchères et quel serait l'impact sur la planification des activités de la chaîne de valeur?

Nous avons réalisé une revue de la littérature systématique qui a révélé l'absence de stratégies d'approvisionnement dans un contexte d'enchères. Nous proposons donc d'explorer différentes stratégies telles que la planification avec achats sur terres privées et la planification avec achats/échanges entre partenaires industriels, pour ensuite les comparer avec la situation actuelle (i.e. absence de stratégie d'approvisionnement avec incertitudes).

Pour ce faire, nous avons adopté un modèle de mise optimale pour déterminer la meilleure soumission dans le cas d'enchères scellées au premier prix avec n joueurs (format retenu au Québec). Ensuite, nous avons développé un modèle de planification des opérations forestières qui maximise le profit d'une compagnie forestière, en sélectionnant la combinaison optimale des secteurs forestiers sur lesquels l'entreprise devrait miser.

Tenant compte des résultats de ce premier modèle, il nous reste à développer un second modèle de planification des opérations forestières périodique qui sera expérimenté pour trois contextes : *contexte actuel*, *planification avec achats sur terres privées*, et *planification avec achats/échanges entre des partenaires industriels*. Il s'agit de déterminer pour chaque contexte les intervalles de prix/volumes d'approvisionnement qui maximisent le profit en tenant compte des contraintes opérationnelles.

Ce projet permettra de comprendre le nouvel environnement dans lequel les entreprises forestières québécoises sont amenées à évoluer et proposera des stratégies alternatives permettant l'utilisation efficace de la fibre, la maximisation des profits et le développement de l'agilité des compagnies forestières. ☒

In recent years, the financial crisis in the forest sector has revealed some of the limits of the current timber supply system. To address this issue, the government of Québec established and introduced a timber auction system in 2013. This new system raises many challenges for forest companies. Indeed, they now have to integrate a new source of uncertainty in their wood supply process. In such a context, which supply strategies should be implemented to deal with auction uncertainty? And how would these strategies impact the planning of value chain activities?

We performed a systematic literature review, which revealed the absence of supply strategies in the context of timber auction. Therefore, we propose to explore various supply strategies such as, planning the procurement of wood from private forests, and planning the purchasing/exchange of wood from/with industrial partners. These strategies will be compared with the current situation (i.e. inexistence of supply strategies with uncertainties).

In order to achieve these goals, we first adopted an optimal model to determine the best bid of first price sealed auctions for n players, which is the auction model currently in use in Québec. Then, we developed a mathematical model to maximize the profit margin by selecting the optimal combination of forest sectors on which the company should bet.

Based on the results of the first model (forest sectors selected and species/volumes available), we are currently developing a periodic forest operation planning model. This model will be experimented in three contexts: *current context*, *planning the procurement of wood from private forests*, and *planning the procurement of wood purchased/exchanged from/with industrial partners*. Our aim is to determine in each context, the price/volume intervals which allow for profit maximization, while taking into account operational constraints.

This project will enable us to understand the new environment, in the province of Québec, where forest companies evolve. The project will also propose alternative supply strategies for a more efficient use of the fibre and profit maximization. Furthermore, it will help forestry companies develop their agility. ☒

APPROVISIONNEMENT DE BIOMASSE PROVENANT DE FORÊTS PERTURBÉES BIOMASS SUPPLY FROM DISTURBED FORESTS

Cette étude examine le potentiel d'utilisation industrielle de la biomasse issue des résidus de coupes forestières combinée à la récupération de peuplements brûlés dans deux UAFs situées dans le nord-est du Canada.

Basé sur les données d'inventaire pancanadien de biomasse entre 2002-2011 et l'outil d'aide à la décision LogiLab, nous avons construit et optimisé des scénarios d'approvisionnement afin d'alimenter des usines de granules de bois avec différentes capacités, sous différentes contraintes opérationnelles, écologiques et économiques.

Malgré la variabilité spatiale et temporelle des perturbations naturelles, cette étude confirme la grande quantité de bois mort qui peut être rendue disponible comme matière première durable pour la bioénergie. Les résultats de la simulation d'un scénario de référence ont montré la capacité à satisfaire entre 6 % et 66 % en moyenne des besoins de production annuelle d'une usine de 50 000 tma/an. Ce scénario reflète les conditions d'opération de la machinerie et les conditions du marché des copeaux de bois actuelles dans l'Est du Canada avec un prix d'achat des copeaux fixé à 90 \$/tma pour la période 2002-2011. Un scénario plus optimiste avec un prix d'achat des copeaux de bois fixé à 120 \$/tma peut toutefois satisfaire en moyenne 73 % des besoins d'une usine de 100 000 tma/an ou encore 26 % des besoins d'une usine de 300 000 tma/an pour la même période.

Cette étude souligne aussi que les contraintes écologiques (protection des sites sensibles à la récolte de biomasse) et opérationnelles (capacité de la machine pour récupérer la biomasse à partir d'un site donné) ont peu d'impact sur l'approvisionnement en biomasse provenant de forêts ayant subi des perturbations naturelles. Par ailleurs, seul un prix d'achat des copeaux élevé permettrait de récupérer de façon rentable des grandes quantités de résidus dans les aires brûlées, notamment si celles-ci sont localisées relativement loin de l'usine de transformation.

L'incertitude qui touche les chaînes d'approvisionnement en raison des variations de la qualité et des quantités de bois issus de perturbations naturelles, en particulier dans un contexte sujet à des changements climatiques, est également prise en compte. ☒

While western Canada is an international leader in the growing pellet market, eastern Canada is still a minor player despite a high potential for development. This study investigates the potential amount of biomass from salvage logging of fire-killed stands to supply pellet plants in two forest management units in north-eastern Canada, pooled with harvesting residues from conventional clear-cutting of healthy mature stands.

Using recent pan-Canadian biomass inventories from 2002 to 2011 and a spatially explicit decision support system, we built and optimized supply scenarios to test their capabilities to fulfill different pellet plant capacities under various operational, ecological, and economic constraints.

Despite the high spatial and temporal variability of natural disturbances, this study confirms the large quantities of dead wood on the landscape that are available for ecologically sustainable feedstock for bioenergy. Our results show that using a baseline scenario which reflects the current supply cost and price of the wood chip market in eastern Canada, biomass from natural disturbances can fulfill an average between 6% and 66% of a 50 000 ODT⁻¹y⁻¹ plant with a price of \$90 ODT⁻¹ for wood chips (results from the period of 2002-2011). However, a more optimistic scenario with a price set to \$120 ODT⁻¹ can fulfill approximately 73% of the production need of a 100 000 ODT⁻¹y⁻¹ plant, or even 26% of a 300 000 ODT⁻¹y⁻¹ plant's production need.

This study shows that ecological constraints related to the need to protect fragile sites, and operational constraints related to the capacity of the machinery to recover biomass from a given site, have little impact on the supply of biomass from forests having suffered from natural disturbances and its capacity to fulfill plant demands. Moreover, collecting large quantities of residues from biomass burning would be profitable only if wood chip purchase prices are high, especially if burn sites are located far away from transformation plants.

The uncertainty affecting supply chains, due to variations in the quality and the volume of wood stemming from naturally disturbed forests, particularly in the context of climate change, is also considered. ☒



Nicolas Mansuy
Stagiaire postdoctoral
Postdoctoral fellow
Collaboration spéciale
FORAC – RNCAN
Special collaboration
FORAC – RNCAN
nicolas.mansuy@RNCAN-NRCan.gc.ca



Sébastien Lemieux
Professionnel de recherche, FORAC
Research professional, FORAC
sebastien.lemieux@forac.ulaval.ca

COLLABORATION FORAC-FPI : OPTIMISATION DE L'AFFECTATION DES BLOCS DE COUPES FORAC-FPI COLLABORATION: OPTIMIZING THE ALLOCATION OF CUTTING BLOCKS

La planification annuelle de la récolte en forêt nécessite un effort important afin de prendre en compte de multiples facteurs : le mode de récolte à appliquer dans chacun des blocs de coupe, l'affectation des blocs aux usines qui consomment le bois ainsi que le type de camion à utiliser pour effectuer le transport. Bien que plusieurs outils soient disponibles pour aider le décideur, aucun d'entre eux ne propose une solution couvrant la planification de l'ensemble de la chaîne de valeur. L'incapacité à pouvoir lier explicitement l'affectation de la ressource forestière au processus de transformation des usines vient limiter la capacité d'analyse du décideur. L'approche empirique actuellement employée nécessite de consacrer un temps important à construire un plan d'affectation réalisable et limite les possibilités d'analyse de scénarios alternatifs.

Pour pallier à cette situation, l'utilisation intégrée de trois outils d'aide à la décision permet d'effectuer automatiquement l'affectation des blocs de coupe aux usines. FPIinterface™ calcule le coût de transport entre chaque bloc de coupe et les usines ainsi que le volume disponible. Optitek™ permet de simuler les processus de sciage pour chacune des usines. Finalement, LogiLab utilise l'ensemble de ces données pour déterminer les décisions optimales de récolte, d'affectation et de transport.

Cette intégration permet une prise de décision qui tient compte de l'interdépendance des différents processus de création de valeur des produits de sciage, de la forêt jusqu'aux usines. En ce sens, il est possible de lier le prix du marché du bois d'œuvre et les décisions d'affectation des ressources forestières de façon à exploiter de manière rationnelle les aptitudes de chacune des usines d'un réseau. ☒

Annual planning of forest operations requires a major effort as multiple factors are taken into account: harvesting method to be applied for each cutting block, assigning harvest blocks to wood processing mills, and selecting the type of truck to use for transportation. Although several tools are available to help the decision-maker, none of them offers a solution which covers the planning of the entire value chain. The inability to explicitly link forest resource allocation to processing mills limits the decision-maker. The empirical approach currently in use requires devoting a considerable amount of time to building a feasible allocation plan. It also limits alternative scenario analysis.

To address this situation, we integrated three decision support tools. By doing this, cutting blocks are automatically assigned to mills. FPIinterface™ calculates the transportation cost between each cutting block and each mill, as well as the available volumes in each cutting block. Optitek™ simulates the sawing processes for each plant. Finally, LogiLab uses these data to determine optimal decisions with regard to harvesting, allocation and transportation.

Such integration provides decision support that takes into account the interdependence of the value chain processes of sawing products from the forest all the way up to processing mills. Thus, it is possible to link lumber market price to forest resource allocation decisions in order to rationally exploit the capabilities of each mill of a network. ☒



Expo-Conférence/Science Fair

EXPO-CONFÉRENCE 2015

ET SI L'ARGENT POUSSAIT DANS LES ARBRES ?

Mardi, 27 janvier 2015
Pavillon Alphonse-Desjardins

SALLE LE CERCLE (4512)					
8 h	Accueil des participants	8 h 45	Mot de bienvenue de Luc LeBel, directeur de FORAC		
9 h	<i>Chantier québécois sur la production de bois : les défis pour FORAC</i> Robert Beauregard , Doyen de la Faculté de foresterie, géographie et géomatique, Université Laval et président du chantier sur la production de bois				
SALLE ADJ-2300		SALLE ADJ-2320		SALLE ADJ-2326	
GESTION DE LA FORÊT ET APPROVISIONNEMENT		PLANIFICATION AGILE DES OPÉRATIONS DE TRANSFORMATION		ASPECTS RÉSEAUX	
9 h 30	Shuva Gautam Méthodologie pour anticiper l'impact à long-terme de l'agilité des systèmes d'approvisionnement en bois	9 h 30	Philippe Marier Bien intégrer les décisions de tous les départements, du tactique à l'opérationnel	9 h 30	Vincent Monbourquette Optimisation d'un réseau de transport de bois inter-usine
10 h	Gregory Paradis Possibilité forestière et consommation industrielle : risques de ruptures et opportunités de collaboration	10 h	Ludwig Dumetz Utilisation de la simulation pour l'évaluation comparative des processus de prise de décisions et de planification	10 h	Meryeme Lahmami Les pâtes et papiers : des avenues prometteuses mais des défis importants
10H30 PAUSE-SANTÉ - HALL DU CERCLE (4511)					
SALLE ADJ-2300		SALLE ADJ-2320		SALLE ADJ-2326	
11 h	Raja Ziedi Stratégies d'approvisionnement dans un contexte d'enchères du bois	11 h	Jean Wéry Aide à la décision pour l'intégration de nouveaux produits et de nouveaux fournisseurs	11 h	Martin Simard Biomasse et dynamiques du carbone en aménagement forestier
11 h 30	Nicolas Mansuy Approvisionner une usine de granules à partir de bois de récupération après feu : étude de faisabilité dans l'est du Canada	11 h 30	Maha Ben Ali Cadre décisionnel pour la gestion des ventes dans l'industrie du bois d'œuvre	11 h 30	Gautier Daras Développement d'outils d'analyse géo-spatiale pour la vente et la distribution : méthodologie et plateforme
12H DÎNER – SALLE LE CERCLE (4512)					
SALLE ADJ-2300		SALLE ADJ-2320		SALLE ADJ-2326	
GESTION DE LA FORÊT ET APPROVISIONNEMENT		PLANIFICATION AGILE DES OPÉRATIONS DE TRANSFORMATION		ASPECTS RÉSEAUX	
13 h 30	François Sarrazin Centre logistique régional : conception et pilotage	13 h 30	Thierry Moisan Replanification avec perturbation minimale	13 h 30	Vincent Monbourquette Optimisation d'un réseau d'approvisionnement en copeaux
14 h	Tassedda Boukherroub Un processus d'attribution des ressources forestières publiques pour la maximisation de la valeur	14 h	François Chéné Interaction humain-ordinateur pour l'optimisation collaborative du réseau de création de valeur	14 h	Marc-André Carle Pilotage stratégique des réseaux logistiques à l'aide d'une famille de modèles mathématiques
14H30 PAUSE-SANTÉ - HALL DU CERCLE (4511)					
SALLE LE CERCLE (4512)					
15 h	« Mon projet en 180 secondes » <i>Sous forme de compétition amicale, les étudiants sont invités à présenter de manière vulgarisée et accessible à tous leur projet de recherche... en 3 minutes!</i>				
16 h	Réseautage	16 h 30	Remise de prix et remerciements		



Vincent Monbourquette
Étudiant à la maîtrise, FORAC
Master student, FORAC
vincent.monbourquette.1@ulaval.ca

OPTIMISATION DE RÉSEAU : APPROVISIONNEMENT ET TRANSPORT DES COPEAUX NETWORK OPTIMIZATION: SUPPLY AND TRANSPORTATION OF WOOD CHIPS

L'optimisation des réseaux logistiques est un défi considérable pour un grand nombre d'entreprises. Le secteur des produits forestiers n'y fait pas exception. L'enjeu pour une entreprise de ce milieu est de coordonner l'ensemble des composantes de son réseau global, de la forêt au consommateur, en passant par la production dans différentes filières (bois d'œuvre, pâtes et papiers, énergie). Le cas auquel on s'intéresse ici est celui de l'approvisionnement en copeaux des papeteries, plus précisément le cas de Produits Forestiers Résolu avec ses 50 000 tonnes de copeaux consommés hebdomadairement au Québec.

Le cas met en interaction huit papeteries et près de 40 scieries, dont la moitié appartient également à l'entreprise. L'objectif est de développer un système d'aide à la décision supportant les décisions d'approvisionnement en copeaux des papeteries dans la province de Québec. L'enjeu est d'assurer cet approvisionnement en tenant compte des propriétés de chacune des usines. Chaque papetière possédant sa propre recette de production, il faut s'assurer de transporter les bonnes quantités et les bonnes essences à chaque endroit.

Le modèle d'optimisation se base sur la plateforme FlowOpt, développée précédemment en Suède et qui a été adaptée à la situation spécifique de Résolu. Au fil des tests, le modèle est ajusté en fonction de la rétroaction fournie par le partenaire industriel. En plus des économies potentiellement générées par l'optimisation, plusieurs gains qualitatifs sont envisagés. Il est notamment possible de mesurer l'impact et le coût des différentes contraintes ou règles de planification de l'entreprise. Un tel système permet également de simplifier la planification, en plus d'aider à réagir rapidement lors d'imprévus. Par exemple, en cas de bris d'équipement, il est simple de relancer le modèle avec les nouveaux volumes de production et de générer ainsi un nouveau plan de transport.

Outre la finalisation des tests, deux grands défis restent à relever. Le premier concerne l'intégration des coproduits du bois (sciures, planures et écorces) afin d'optimiser le potentiel de voyage en retour pour diminuer les coûts totaux du réseau. Le dernier défi consiste à implanter et à intégrer la solution aux activités courantes de l'entreprise pour permettre l'utilisation de l'outil dans un cadre réel. ☒

Optimizing logistics networks is a major challenge for many companies. The forest industry is not an exception. The issue for a company of this sector is to coordinate all the components of its global network, from the forest to the consumer, through production in different sectors (lumber products, pulp and paper, energy). In this project, we focus on the supply network of chips to paper mills. More precisely, we consider the case of Resolute Forest Products with its 50,000 tonnes of chips consumed every week in Québec.

The objective is to supply eight paper mills from nearly 40 sawmills, half of them belonging to Resolute. The research team aims to develop a decision support tool to assist the planning of chip supply in the province of Québec. The challenge is to ensure that these procurements are executed while taking each plant's characteristics into account. For example, the paper mills have different specific combinations of production recipes. Therefore, the right quantities and species must be transported to the right paper mill.

The optimization model is based on the FlowOpt platform, developed in Sweden, which was adapted to the specific case of Resolute. Iteratively, the model has been adjusted based on feedback from Resolute to have a model respecting all constraints. In addition to financial gains, qualitative benefits are expected. It is now possible to measure the impact and the cost of the various constraints or business planning rules. This system also simplifies the planning process, in addition to allowing more reactivity in the case of unexpected events. For example, in the case of equipment failure, restarting the model with new production volumes and, as a result, generating a new transportation plan would be quite simple.

Two major challenges remain. The first one consists in integrating the logistics of wood co-products (sawdust, shavings and bark) to optimize the potential return trips, thereby reducing the network total cost. The second challenge consists in implementing the decision tool in current company activities to enable the use of the tool on a daily basis. ☒

OUTILS DE PLANIFICATION : DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE PLANNING TOOLS: FROM THEORY TO PRACTICE

Dans le cadre de l'initiative de recherche sur le pilotage agile des centres de transformation de la fibre, nous travaillons à intégrer différents modèles de planification afin de faciliter leur utilisation dans la pratique. C'est ainsi que trois outils sont en voie d'être utilisés sur une base plus régulière par nos partenaires Maibec et Kruger.

Le premier outil permet la planification et l'ordonnement des opérations de rabotage d'une scierie. Nous avons démontré que l'utilisation d'un modèle d'optimisation permet d'accroître sensiblement la performance de livraison à temps. Maibec nous a mandaté pour procéder au transfert de cet outil en collaboration avec l'entreprise de solution logicielle pmp Solutions. Le modèle mathématique de FORAC a été converti pour être compatible avec un solveur libre de droits et une interface de données a été définie afin d'automatiser le transfert des données avec le logiciel de gestion en utilisation chez Maibec (voir figure). Le transfert de l'outil est réalisé au niveau technique et des tests sont en cours afin de peaufiner les plans obtenus.

FORAC a également créé un outil pour la planification des séchoirs. Cet outil génère les plans de chargement des séchoirs et prend en compte la disponibilité des lots de bois verts, la compatibilité des bois pour les programmes de séchage et les priorités/dates requises du bois sec. Le développement de l'outil est à la phase d'automatisation du transfert des données avec la solution logicielle de pmp Solutions.

La planification à moyen terme du réseau de création de valeur est au cœur des préoccupations de Kruger et Maibec. Après avoir procédé à des validations du modèle d'optimisation avec ces derniers, nous sommes à l'étape du développement d'interfaces utilisateurs pour leur faciliter la prise en main de ces outils. ☒

« Il s'agit d'un projet dont la clé du succès est certainement la bonne combinaison d'intervenants (la recherche appliquée, l'entreprise cliente, l'acteur de transfert), chacun demeurant pertinent à sa propre mission d'entreprise et ce, tout en créant et respectant une zone d'interface suffisante pour assurer la cohésion. », François Tardif, président, Maibec.

In the research initiative "Agile Operations Management for Market-driven Wood Processing Industry", we work to integrate different planning models in order to enable their use in industry. As a result, three tools will soon be used on a more regular basis by our partners Maibec and Kruger.

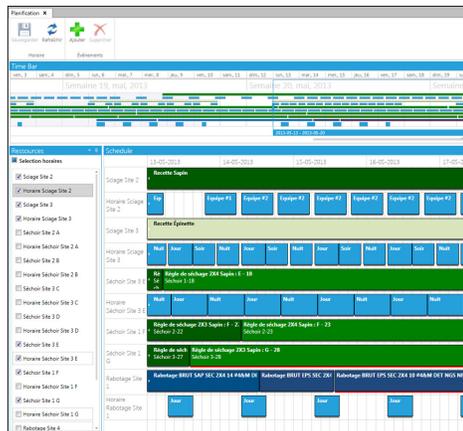
The first tool allows to schedule planing operations at sawmills. We showed that the use of an optimization tool substantially increases on time delivery performance. Maibec asked us to proceed with the transfer of the tool in collaboration with the software solution firm pmp Solutions. The FORAC mathematical model was converted to make it compatible with an open source solver, and a data interface was defined to automate data transfer with the management software in use at Maibec (figure). At the technical level, the transfer of our model is complete and tests are in progress to refine the plans generated by the tool.

FORAC also created a tool for the scheduling of the kilns. This tool generates kiln loading plans and takes into account green lumber availability, lumber drying plan compatibility, and priority and/or due dates of dry lumber. The integration of this tool is at the phase of automating data transfer with the pmp Solutions system.

Midterm planning of the value chain is at the heart of Kruger and Maibec operating strategies. After having validated our optimization model with Kruger and Maibec, we are now at the developing stage of user interfaces in order to assist our partners with handling such tools. ☒



Philippe Marier
Professionnel de recherche, FORAC
Research professional, FORAC
philippe.marier@forac.ulaval.ca





Gautier Daras
Étudiant au doctorat, FORAC
Doctoral student, FORAC
gautier.daras@polymtl.ca

DÉVELOPPEMENT D'OUTILS D'ANALYSE COMMERCIALE : MÉTHODOLOGIE ET PLATEFORME COMMERCIAL SPATIAL ANALYSIS TOOLS DEVELOPMENT: METHODOLOGY AND FRAMEWORK

Les compagnies forestières commercialisent leurs produits à travers de nombreux points de vente. L'attractivité des points de vente peut être directement influencée par leurs localisations. Connaître les facteurs environnementaux de succès peut donc être un avantage majeur en permettant aux entreprises d'améliorer leur réseau de distribution.

Une manière d'avoir connaissance des effets environnementaux est d'intégrer l'analyse des données géo-spatialisées avec les systèmes d'information géographique (SIG). Cela peut être fait de deux manières : (1) *le data mining spatial*, qui consiste par exemple, en l'extraction de relations entre des éléments spatialisés comme des densités ou des distances et (2) *la géo-visualisation au travers des SIG* qui permet de proposer une abondance d'information à l'utilisateur sans pour autant le submerger. La facilité d'accès à cette information peut être offerte en permettant à l'utilisateur de concentrer son attention sur des éléments particuliers ou en lui proposant différents formats de visualisation.

Il y a peu de recherches qui se penchent sur l'utilisation conjointe de ces deux approches. Cette utilisation conjointe doit être réalisée avec précaution pour pouvoir donner accès à une connaissance précieuse. L'analyse des données doit être basée sur des techniques efficaces et reconnues de data mining. Par ailleurs, l'information extraite doit être facilement accessible et compréhensible.

L'objectif de notre recherche est de combiner des techniques d'analyse géo-spatiale et des techniques de visualisation pour développer un outil d'analyse commerciale. Dans cette optique, une méthodologie a été mise en place. Elle est constituée de cinq étapes principales : le rassemblement des données, le traitement des données, le développement du modèle d'analyse, le développement de l'interface utilisateur et enfin la validation de l'outil.

Pour mener à bien ces cinq étapes, limiter les pertes de temps et éviter des tâches fastidieuses, il est important de s'équiper des bons outils de travail. Pour ce faire, une plateforme de développement a été mise en place dans le cadre du projet. Elle est constituée de trois modules principaux, en l'occurrence un ensemble d'outils d'analyse, une base de données spatiale et un outil de visualisation. Enfin, des connexions entre ces trois modules ont été établies pour pouvoir naviguer facilement entre les cinq différentes étapes. ☒

Forestry companies commercialize their products through multiple points of sales. The attractiveness of the outlets can be directly influenced by their locations. Knowing the environmental factors of success can be a major advantage by enabling companies to improve their distribution network.

One good way to understand environmental effects is to integrate geo-spatialized data analysis with Geographic Information Systems (GIS), which could be used in two main ways: *spatial data mining* and *geo-visualisation within GIS*. Spatial data mining consists in, for example, finding relationships among spatialized elements such as service proximity or density presence. Geo-visualisation within GIS offers easy access to an abundance of knowledge to the users without overwhelming them. The ease of access to information could be done by allowing the users to focus on points of interest, or by offering them different visualisation formats.

There is limited research that attempts to combine these two approaches. The combination must be done correctly in order to give understandable and valuable knowledge to decision makers. The data analysis must be based on strong and recognized data mining methodology, and the extracted information must be easily accessible and understandable.

Our research objective is to combine geospatial analysis and visualisation techniques to develop a commercial analysis tool. To achieve this goal, a five-step methodology has been developed: data gathering, data management, analysis model development, user interface development, and tool validation.

Selecting and assembling the right tools is essential to complete the five steps, to avoid wasting time and to limit tedious tasks. For these purposes, a development framework has been designed and implemented within our research. The three main modules of the framework are as follows: an analyst toolbox, a spatial database, and a web-based visualisation tool. Finally, communication interfaces among these three modules have been established in order to easily navigate between the different phases of the methodology. ☒

ÉVALUATION D'OPPORTUNITÉS LIÉES AU MARCHÉ DU BOIS D'ŒUVRE EVALUATION OF LUMBER MARKET OPPORTUNITIES

En Amérique du Nord, l'industrie du bois d'œuvre fabrique presque exclusivement des produits de commodité très standardisés répondant aux normes de la *National Lumber Grades Authority* (NLGA). Certains clients expriment parfois un besoin pour des produits aux caractéristiques spécifiques (grade ou dimensions). Malheureusement, la production en scierie est caractérisée par de la co-production (un même billot générera plusieurs produits en même temps). L'ajout d'un nouveau produit dans la liste des options accessibles à l'optimiseur de la ligne de sciage entraînera donc un changement dans les quantités de tous les produits fabriqués. Il est difficile d'anticiper quelle sera l'ampleur de cet effet, et donc, de prévoir la rentabilité réelle de l'introduction d'un nouveau produit.

L'objectif de nos travaux est de proposer un cadre décisionnel permettant d'inclure l'évaluation de ces nouvelles opportunités, au niveau de la planification tactique. Le cadre propose l'utilisation de la simulation pour évaluer l'impact de modifications aux paramètres des équipements ou de l'approvisionnement en matières premières sur le panier de produits fabriqués. Les résultats de ces simulations alimentent un modèle de planification tactique qui permet de déterminer les contrats à accepter, les paramètres des équipements et la matière première à consommer à chaque période.

Pour appuyer cette démarche et en montrer la validité, des expérimentations concernant un cas fictif ont été conduites. Elles ont montré une réelle variation du panier de produits. Lors de nos expérimentations, l'introduction d'un nouveau produit affectait massivement l'ensemble du processus de production et les produits disponibles à la vente. De plus, certains produits qui n'étaient pas rentables avant l'introduction du nouveau produit devenaient profitables. ☒

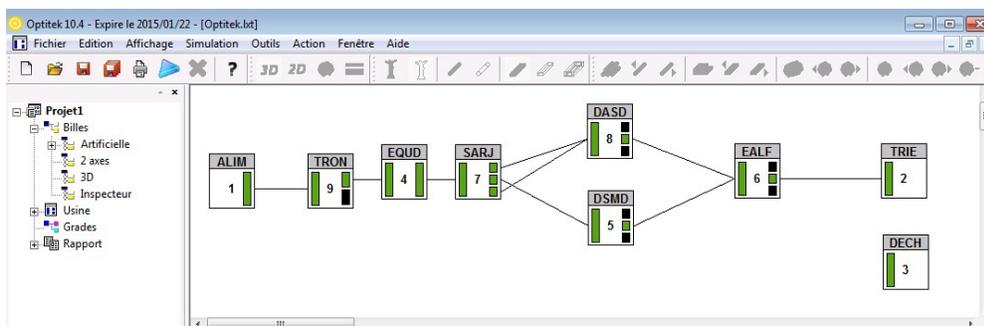
In North America, the lumber industry almost solely produces highly standardized commodity products according to the lumber grading rules and standards of the *National Lumber Grades Authority* (NLGA). Yet some customers also want products with very specific characteristics (grade or dimension). Unfortunately, raw material transformation in the sawmill is characterized by co-production (one log generating several products at the same time). Adding a new product to the list of options accessible to the optimizer will lead to changes in quantities of all products produced. It is quite difficult to anticipate what the extent of this effect will be; and therefore, it is also difficult to forecast the real profitability of introducing a new product.

The objective of our work is to propose a decision making framework which includes the evaluation of these new opportunities at the tactical planning level. The framework proposes using simulation in order to evaluate the impact of modifications to equipment parameters or to raw material supplies on the obtained mix of products. Simulation results feed a tactical planning model which enables the user to determine which contracts to accept, the equipment parameters and the raw material to use during each period.

In order to show the relevance of our approach, we have applied the framework through an industry-inspired case study. Experiments have shown that there is a real variation in the mix of products. During our testing, adding a new product massively affected the whole production process and, consequently, the products available for sale. Moreover, some products that were not profitable to produce before adding the new product became profitable thereafter. ☒



Jean Wéry
Étudiant au doctorat, FORAC
Doctoral student, FORAC
jean.wery.1@ulaval.ca



Exemple de modélisation d'usine avec le simulateur Optitek de FPInnovations
Example of a mill model with Optitek simulator from FPInnovations

Projet/Project



Thierry Moisan
Étudiant au doctorat, FORAC
Doctoral student, FORAC
thierry.moisan.1@ulaval.ca

REPLANIFIER LES OPÉRATIONS DE PRODUCTION EN MINIMISANT LES PERTURBATIONS REPLANNING PRODUCTION OPERATIONS WHILE MINIMIZING PERTURBATIONS

Dans un contexte de production manufacturière, il est courant d'avoir en main un plan de production prêt à être appliqué lorsqu'une nouvelle commande arrive. Dans cette situation, l'approche typique est de replanifier l'ensemble de la production pour y inclure cette nouvelle commande. De plus, les commandes confirmées aux clients doivent demeurer dans le plan de production. Elles sont donc forcées dans cette replanification. Cette approche a l'inconvénient de créer un plan de production qui peut être radicalement différent du plan original. Cela peut créer des problèmes si son exécution a déjà débuté ou si des tâches préalables doivent être effectuées.

Dans le contexte de l'industrie du bois, à l'étape de rabotage, le choix de la famille de bois à traiter à chaque période a une grande influence sur la planification des opérations. Si des familles de bois différentes sont traitées dans deux quarts de travail subséquents, un changement de configuration de la machinerie doit être effectué entre ces quarts de travail. Ces changements de configuration sont coûteux en temps et financièrement, car des employés supplémentaires doivent être assignés à cette tâche. Toutefois, si le plan de production change de façon drastique, la planification de ces changements de configuration doit aussi être modifiée, ce qui perturbe l'ensemble des opérations.

Afin de résoudre cette problématique, nous travaillons au développement d'outils de planification qui permettent de satisfaire les commandes tout en minimisant les différences entre l'ancien plan de production et le nouveau (i.e. les perturbations). En ce sens, nous modifions les modèles d'optimisation mathématique pour les inciter à produire des plans de production semblables aux précédents. ☒

In a manufacturing context, it is common to have on hand a ready-to-be-executed production plan when a new order arrives. In this situation, the typical approach is to reschedule the entire production plan to include this new order. In addition, orders confirmed to customers must remain in the production plan. To achieve this, confirmed orders are forced into this replanning. This approach has the disadvantage of creating a production plan that can be radically different from the original plan. This can create problems if its execution has already started or if preliminary tasks must be performed.

In the context of the timber industry, at the planning stage, the choice of the wood family to be treated at each period has great influence on operations planning. If different wood families are processed in two subsequent shifts, the machinery configuration must be changed between these shifts. These configuration changes are costly and time consuming, as additional employees must be assigned to the task. If the production plan changes drastically, the planning of these configuration changes also must be modified, which disturbs all other operations.

To solve this problem, we are developing planning tools to meet orders while minimizing the differences between the initial production plan and the new one (i.e., perturbations). To achieve this, we modify mathematical optimization models in order to produce production plans similar to the previous ones. ☒



Coordination

Catherine Lévesque
Tasseda Boukherroub

Graphisme

Service de reprographie de l'Université Laval

Révision

Catherine Savard
Julia Power

Consortium de recherche FORAC

Université Laval
1065, avenue de la Médecine
Québec, Québec G1V 0A6
Tél. : 418 656-2131, poste 6786
Courriel : info@forac.ulaval.ca

www.forac.ulaval.ca

PARTENAIRES PRINCIPAUX MAIN PARTNERS



PARTENAIRES PARTNERS

FPIInnovations

