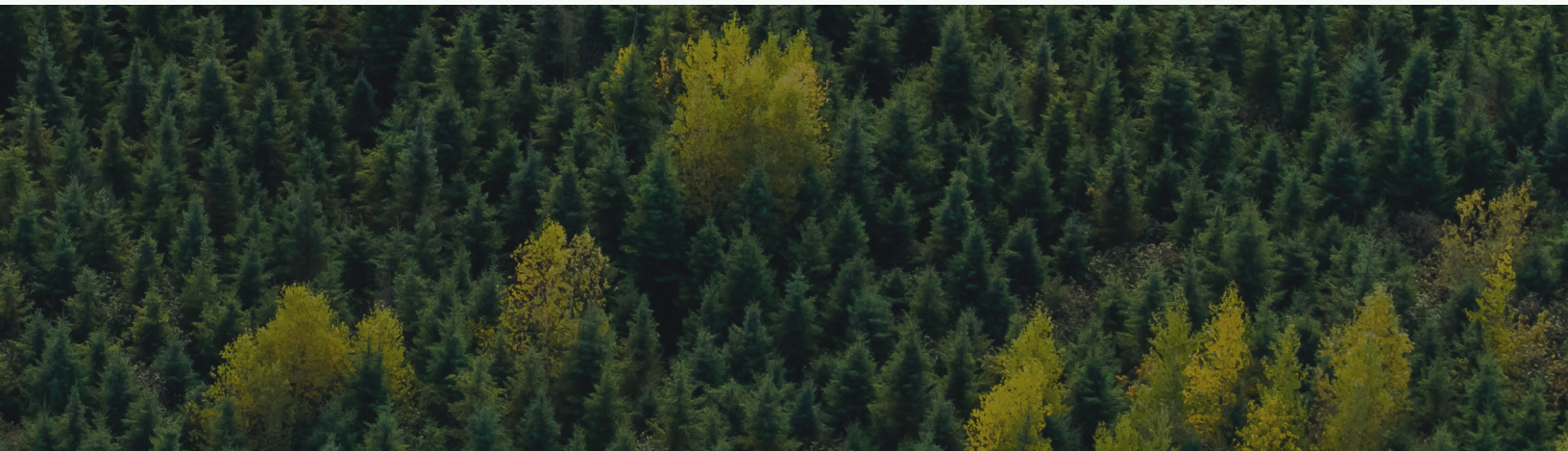
INFO FORAC

2018



EXPO-CONFÉRENCE 2018

1, 2, 3, ... 4.0, GO !

Mardi 30 janvier 2018
Pavillon Alphonse-Desjardins

Salle 2530 Amphithéâtre Hydro-Québec

8 h 00	**Accueil des participants**
8 h 45	Mot de bienvenue de **Luc LeBel**, directeur de FORAC
9 h 00	**Serge Constantineau**, directeur du programme SM², FPInnovations **Les défis de l'initiative SM² pour une recherche appliquée**
9 h 45	**Yan Cimon**, professeur, Faculté des sciences de l'administration, Université Laval et directeur du CIRRELT **Créer de la valeur dans un monde hyperconnecté : au-delà de la logistique du futur**

10 h 30 PAUSE-SANTÉ

	Salle 2300	Salle 2320	Salle 2326
	Coopétition en approvisionnement	**Incertitude des chaînes logistiques**	**Transformation**
11 h 00	**Maryse Le Lan** Partage des capacités de production entre entreprises forestières	**Siamak Mushakhian** Conception de chaînes d'approvisionnent forestières en contexte d'incertitude *(présenté en anglais)*	**Foroogh Abasian** Conception de la chaîne de valeur de la biomasse forestière dans un contexte d'incertitude
11 h 30	**Alexandre Morneau** BidGame - un jeu sérieux de stratégies pour les mises aux enchères	**Xiaotong Guo** Collaboration et partage des risques financiers liés à l'incertitude dans une chaine logistique forestière *(présenté en anglais)*	**Philippe Marier** Optimisation de l'approvisionnement en matière première pour la fabrication de bois de plancher

12 h 00 DÎNER – Amphithéâtre Hydro-Québec (Salle 2530)

	Salle 2300	Salle 2320	Salle 2326
	Approvisionnement et données	**Design réseaux**	**Allocation et nouveaux produits**
13 h 15	**Pierre Cantegril** Spatialisation et désagrégation du calcul de possibilité forestière pour une intégration au réseau de valeur	**Chourouk Gharbi** Un nouveau modèle de programmation en nombres entiers pour la planification spatiale des forêts	**Michael Morin** Anticiper la production du sciage pour une meilleure allocation forêt-usine
13 h 45	**Étienne Thivierge-Robitaille** Amélioration de la prévisibilité des approvisionnements forestiers	**Sattar Ezzati** Analyse de solutions logistiques innovantes pour l'approvisionnement en biomasse forestière d'une bioraffinerie *(présenté en anglais)*	**Alexandre Morneau et Edith Brotherton** Intégration des concepts d'optimisation interactive dans LogiLab pour l'allocation du bois aux usines
14 h 15	**Étienne Pilon** Calibration des têtes d'abattage-façonnage : efforts et retombées	**Marie-Lou Gravel** Outil d'analyse d'alternatives de transport pour l'approvisionnement d'une usine	**Louis-Alexandre Lapointe** Cadre générique pour l'introduction de nouveaux produits en considérant le développement durable

14 h 45 PAUSE-SANTÉ

Salle 2530 Amphithéâtre Hydro-Québec

15 h 15	**Perspectives industrielles** Les partenaires industriels sont invités à présenter leurs besoins prioritaires... en quelques minutes !
16 h 15	**Retour sur la journée et remerciements**
16 h 30	**Réseautage**

MOT DES DIRECTEURS

1, 2, 3, ... 4.0, GO !

L'équipe FORAC se mobilise pour lancer un nouveau cycle de recherche et développement. Nous avons dans notre mire les opportunités offertes par l'environnement de l'Industrie 4.0.

Fondé en 2002, le consortium FORAC a pour vocation de contribuer à la compétitivité de l'industrie canadienne des produits du bois. Au fil des ans, FORAC a été un vecteur d'innovation en développant des méthodes et des outils qui mettent à contribution les plus récentes percées scientifiques. Par l'action de chercheurs reconnus internationalement et avec l'énergie et l'enthousiasme d'étudiants qui souhaitent développer leurs compétences en travaillant sur les défis du secteur, FORAC a produit des résultats qui font une différence. Cette année encore, l'Expo-Conférence met en valeur les projets qui ont fait avancer la science ainsi que nos partenaires industriels. L'évènement est également l'occasion de regarder en avant.

L'année qui commence nous permettra de développer de nouvelles activités qui positionneront FORAC et ses partenaires au cœur de la révolution 4.0. L'enjeu est de développer les compétences nécessaires à la conception et à l'opération de nouveaux systèmes de production qui favorisent une meilleure utilisation des ressources.

L'ensemble du secteur manufacturier est appelé à se réinventer pour tirer bénéfice des opportunités offertes par la quatrième révolution industrielle. Le développement du secteur manufacturier passe par le développement d'avantages compétitifs autres qu'un coût de main-d'œuvre abordable. La révolution « Industrie 4.0 » amorcée en Allemagne et à laquelle se joignent l'un après l'autre les pays de l'organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) est un mouvement dans cette direction. On parle notamment de conception numérique, de mise en place de systèmes de production agiles et reconfigurables, d'acquisition de données pour l'autodiagnostic et l'auto-reconfiguration, de génération automatique de modèles de simulation pour l'amélioration continue, etc. Il ne fait aucun doute que le secteur des produits forestiers est l'un de ceux qui pourrait bénéficier fortement de cette révolution.

Ensemble, nous devons agir et nous lancer dans la foresterie 4.0 !

DIRECTORS' MESSAGE

1, 2, 3, ... 4.0, and GO!

The FORAC team is getting ready for a new research and development cycle. We set our sights on the new opportunities offered by the Industry 4.0.

FORAC was founded in 2002 with the mission to contribute to a more competitive Canadian forest product industry. Through the years, FORAC has been a vector of innovation by developing methods and tools based on advanced scientific knowledge. FORAC has generated tangible results through the actions of world-class researchers and the enthusiasm of dedicated students who wish to develop their skills by tackling the sector's key challenges. Again this year, our science fair highlights the projects that have yielded significant results benefiting our industrial partners. The event is also a chance to look to the future.

This year, we will take a number of actions that will position FORAC and its partners at the forefront of the 4.0 Revolution. The stakes are high: develop the necessary know-how to design and operate innovative production systems that will generate a better utilization of resources.

The manufacturing sector is compelled to reinvent itself to benefit from the opportunities offered by the fourth Industrial Revolution. The success of the manufacturing sector requires to develop competitive assets beyond low-cost labour. The "Industry 4.0" revolution emerged from Germany and keeps moving forward as countries from the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) join in one by one. This involves computer assisted engineering, implementation of agile and scalable production systems, big data acquisition capacities for self-evaluation and self-reconfiguration, automatic development of modelling systems for continuous improvement, etc. Without a doubt, the forest product sector could strongly benefit from this revolution.

We must get off the blocks and get running with the Forest Industry 4.0!

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

Jonathan Gaudreault
Professeur, codirecteur de FORAC
Professor, Codirector FORAC

APPROCHE DES THÉÂTRES DE DÉCISIONS POUR LA PLANIFICATION PARTICIPATIVE

Ce projet explore le potentiel des théâtres de décisions (TD) pour améliorer la planification participative dans le secteur forestier au Québec. Les TD sont des environnements immersifs permettant l'analyse et la résolution de problèmes complexes. Par exemple, le traitement et la visualisation de données massives ou la prise en compte des objectifs et des préoccupations de plusieurs décideurs (parties prenantes) impliqués dans un processus de planification. L'idée est d'exploiter les récents développements technologiques ainsi que les technologies existantes d'une nouvelle façon pour permettre aux participants d'interagir avec les données et les modèles d'aide à la décision de manière à faciliter les processus d'identification du problème, de modélisation, d'analyse et de prise de décision.

Au Québec, le nouveau régime forestier a introduit la planification intégrée ainsi que plusieurs mécanismes de collaboration et de planification participative dont les tables locales de gestion intégrée des ressources et du territoire (GIRT). L'objectif de ces tables est de permettre aux différents utilisateurs du territoire forestier d'exprimer leurs préoccupations et de participer à la planification forestière. Toutefois, en raison de la complexité du processus de planification, de la multiplicité et de l'hétérogénéité des acteurs impliqués, la mise en place des tables GIRT s'est heurtée à plusieurs difficultés. Nous proposons d'utiliser les TD pour améliorer ce processus de planification.

Tout d'abord, nous avons proposé un cadre conceptuel pour le design des TD en support à la planification participative dans le secteur forestier. Afin de montrer comment les TD peuvent être implantés au Québec et soutenir les tables GIRT, nous avons développé le design conceptuel d'un système d'aide à la décision (DSS) qui permet d'intégrer les bases de données et les modèles d'aide à la décision utilisés présentement par les planificateurs du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, ainsi que les analystes du Bureau du forestier en chef (BFEC) pour la planification stratégique et tactique. Les TD sont une approche prometteuse qui permettraient d'améliorer l'engagement des participants dans le processus de planification, la prise en compte des préoccupations, l'analyse d'impact, la négociation et la prise de décisions consensuelles.

DECISION THEATRE APPROACH FOR PARTICIPATORY PLANNING

This project explores the potential of Decision Theatres (DTs) for improving participatory planning of the forest sector in Québec. DTs are immersive environments that enable participants to analyze and solve complex problems. For example, big data treatment and visualization or planning processes that require to integrate multiple decision makers' (stakeholders') goals and concerns. The idea is to explore recent technology development as well as existing technologies in new ways in order to allow participants to interact with the data and decision-support models while facilitating the processes pertaining to problem identification, modelling, analysis, and decision-making.

In Quebec, the new forest regime introduced integrated planning, as well as several collaborative and participatory planning mechanisms, including local panels for the integrated management of resources and lands (referred to as Local Panels). The goal of Local Panels is to allow the forest users to express their concerns and participate in the planning process. However, because of the complexity of the planning process and the number and diversity of actors involved, the implementation of the Local Panels faced many difficulties. We propose DTs to improve this planning process.

First, we proposed a conceptual design of DTs to support participatory planning in the forest sector. To show how a DT can be implemented in Quebec to support the Local Panels, we developed the conceptual design of a decision-support system (DSS) that integrates databases and decision-support models currently used by the planners of the ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec and by the analysts of the Bureau du forestier en chef (BFEC) for strategic and tactical planning. DTs are a promising approach that could improve how stakeholders get involved in the planning process, how their concerns are taken into consideration, while improving impact analysis, negotiation, and consensual decision-making.

Tasseda Boukherroub
Stagiaire postdoctorale 2016, professeure à l'ÉTS
Postdoctoral Fellow 2016, ÉTS professor
tasseda.boukherroub@etsmtl.ca

Théâtre de décisions construit à l'Arizona State University
A decision theatre designed and built at Arizona State University

ÉCONOMIES DE COÛTS DE TRANSPORT GRÂCE AUX RETOURS EN CHARGE

Les opérations chez Produits forestiers Résolu ne sont pas actuellement centralisées ainsi, chacun s'en remet à l'expertise des superviseurs sur place pour prendre les décisions. Chaque papetière et chaque scierie gère ses opérations de manière indépendante aux autres et on peut se douter que d'un côté logistique, de grandes économies seraient à prévoir si elles étaient plutôt centralisées. *Mais qu'en est-il lorsque quatre produits de bois (copeaux, bois brut, écorce et sciures) doivent être transportés entre les usines ?*

Ce projet a permis d'évaluer l'impact de faire l'acquisition de remorques multi-usages chez Produits forestiers Résolu pour augmenter les possibilités de retour en charge. Ces remorques sont plus coûteuses, mais elles permettent de transporter n'importe quel type de produit forestier. Dans ce réseau multi-usines, les copeaux sont fabriqués par les scieries pour les papetières qui en ont besoin pour leur propre production. Les résidus de sciures ainsi que les écorces sont aussi produits par les scieries et demandés par certaines papetières du réseau. De plus, quelques scieries s'échangent différents lots de bois bruts en planches selon leurs besoins respectifs de taille et d'essence. Il s'agit là d'un problème complexe.

Trois scénarios ont été analysés soit : 1) aucun retour en charge, 2) avec des retours en charge et des remorques spécialisées uniquement et 3) avec des remorques à usages multiples. Nos résultats montrent que si nous tentons de réduire les retours à vide en utilisant seulement des remorques spécialisées et qu'une centralisation des opérations est instaurée, les répercussions sur le coût total ne sont pas significatives. Toutefois, en faisant l'acquisition de remorques multi-usages, les économies réalisées en coût et en distance atteignent 2,41 % et 4,18 %. Un élément positif de ce troisième scénario est notamment la grande économie au niveau du kilométrage qui se traduit aussi par une diminution des gaz à effets de serre. Centraliser les opérations représente de grands investissements toutefois, en justifiant l'intérêt de cette centralisation par des économies potentielles, nous avons été en mesure de quantifier les économies de coûts de transport liées à l'utilisation de remorques à usages multiples.

SAVING TRANSPORTATION COSTS WITH BACKHAULS

Operations at Resolute Forest Products are not currently centralized, therefore they rely on the expertise of the on-site supervisors to take good decisions. Each paper mill and sawmill manages its own operations independently from each other, and we can expect that significant savings on costs could occur if they were centralized. *Would it be the same when four kinds of wood products (wood chips, lumber, bark, and sawdust) must be transported between the mills?*

This project allowed us to evaluate the impact of acquiring multipurpose trailers at Resolute Forest Products to help creating backhaul routes. Those trailers are more expensive and allow the carrier to load any kind of wood product. In this multi-factory network, wood chips are produced by the sawmills for the paper mills, sawdust and bark are also produced by the sawmills and wanted by some of the paper mills of the network. Sawmills also exchange different types of lumber depending of their respective needs for size and species. This is a complex problem.

Three scenarios have been analyzed: 1) no backhaul, 2) with backhaul and dedicated trailers only, and 3) using multipurpose trailers for backhaul routes. Our results show that if routes are combined to get backhauls with centralization of operations but without the multi-use trailers, saving on transportation costs is not relevant. However, with the multi-use trailers, the cost and distance reductions reach 2.41% and 4.18%. The third scenario also reduces greenhouse gases because of the reduced total distance to cover. Centralizing operations is costly, therefore it is only by appraising the potential savings that we were able to justify the use of multipurpose trailers.

Élisabeth Mathieu
Diplômée à la maîtrise, FORAC
Master's Graduate, FORAC
elisabeth.mathieu.1@ulaval.ca

ÉVALUATION DE STRATÉGIES DE PILOTAGE POUR LES OPÉRATIONS DE PRODUCTION D'UNE SCIERIE

La scierie, de par l'hétérogénéité de sa matière première et la complexité de son processus de transformation, est difficile à gérer. La divergence du flux de production et la co-production font en sorte que les scieries utilisent une stratégie de fabrication sur stock. À l'aide d'une plateforme de simulation inédite intégrant les niveaux de décision tactique et opérationnel, nous avons évalué des stratégies de pilotage des ventes et de la production de bois d'œuvre. Ces stratégies de pilotage comprennent différents éléments tels que (i) le choix des politiques d'acceptation des commandes : *available to promise* (ATP) ou *capable to promise* (CTP), (ii) le choix des mécanismes de coordination utilisés pour la planification des différentes étapes de transformation au niveau opérationnel et (iii) le choix de consignes issues du niveau tactique pour guider la planification au niveau opérationnel.

Nous avons évalué et comparé plusieurs politiques d'acceptation de commande dans différentes conditions de marché telles qu'une intensité de la demande variable (quantité de demandes reçues) ou encore différents délais de livraison des commandes. Nos résultats montrent que la meilleure stratégie est souvent différente de celle qui aurait été à privilégier dans une entreprise de fabrication manufacturière traditionnelle (ex : assemblage). En effet, le CTP nous permet d'accepter plus de commandes dans certains types de marchés où la demande est de faible intensité, alors que l'ATP donne de meilleures performances lorsque la demande est grande. Notre étude a également montré que l'utilisation d'un mécanisme de coordination prenant en compte le point de découplage situé au goulot d'étranglement du système de production (point à partir duquel le flux de production est tiré par la demande) mène à une augmentation des ventes et une réduction des inventaires moyens. Enfin, ce modèle de simulation a été utilisé pour évaluer la pertinence du choix d'une cible provenant du niveau tactique et appliquée au niveau opérationnel plutôt qu'une autre en les comparant. Ces cibles peuvent être des cibles de production, des cibles d'inventaire à suivre sur une longue période, ou encore des informations sur les prix des produits dans le but de maximiser la valeur produite à chaque période. Ce modèle pourra être utilisé comme outil d'aide à la décision dans les entreprises de l'industrie du sciage.

EVALUATING PRODUCTION PLANNING AND ORDER MANAGEMENT STRATEGIES FOR SAWMILLS

Sawmills use complex processes to transform heterogeneous raw material; this renders them difficult to manage. Divergent process and co-production generally make it simpler for sawmills to adopt a make-to-stock production strategy. Using a novel simulation platform that integrates tactical and operational decision levels, we assessed strategies for managing sales and lumber production. These strategies include various elements such as (i) the choice of order acceptance policies: available to promise (ATP) or capable to promise (CTP), (ii) the choice of coordination mechanisms used for planning the various operations of the lumber transformation at the operational level, and (iii) the choice of instructions at the tactical level to guide planning at the operational level.

We have evaluated and compared several order acceptance policies under various market conditions such as a variable demand intensity (number of customer demands received) or various delivery lead times. Our results show that the best strategy often differs from what would have been done in a classical manufacturing context (e.g. assembly). Using a CTP order acceptance policy allows us to accept more orders in certain types of markets where the demand intensity is low, while using an ATP order acceptance policy gives better performance when the demand is high. Our study also showed that the use of a coordination mechanism that takes into account the decoupling point at the bottleneck of the production system (point from which the production flow is pulled by the customer demand) leads to an increase in sales and a reduction in average inventories. Finally, this simulation model was used to assess the relevance of choosing a target stated at the tactical level and applied at the operational level, by comparing a given target with another. These targets can be production targets, inventory targets to maintain over a long time period, or product price information to maximize the produced value at each period. This model can be used as a decision support tool for companies in the sawmilling industry.

Ludwig Dumetz
Étudiant au doctorat, FORAC
Doctoral Student, FORAC
ludwig.dumetz.1@ulaval.ca

COLLABORATION ET PARTAGE DYNAMIQUE DES RISQUES DANS LA CHAÎNE LOGISTIQUE FORESTIÈRE

Dans l'industrie forestière, une manière classique de collaborer est d'échanger des volumes de bois entre les entreprises afin d'économiser sur les coûts de transport. En plus d'augmenter l'efficience de transport, une telle pratique peut également aider à partager les risques de perturbation causés par des conditions de marché dynamiques. Pour ce faire, un plan intégré doit être établi et chaque entreprise participante doit exécuter sa partie conformément à ce plan.

Des évènements inattendus (ou perturbations) peuvent amener certaines entreprises à ne pas exécuter les opérations conformément au plan d'origine. Ceci peut nuire aux opérations et à la performance des autres entreprises, ce qui est particulièrement important dans un contexte de collaborative horizontale où les participants sont également en concurrence. Cela peut affecter la performance de la coalition tout entière ainsi que sa stabilité. Les écarts entre la planification et l'exécution causé par des variations du marché entraînent souvent des coûts supplémentaires. Notre recherche propose une méthodologie pour identifier les causes et répartir ce coût supplémentaire de manière équitable. Après avoir identifié quelles entreprises suivent le plan, nous attribuons les coûts supplémentaires selon les performances de chaque entreprise. La méthode garantit également que le coût de chaque entreprise est inférieur à celui qu'elle obtiendrait si elle travaillait seule, sans collaboration.

Cette méthode présente des avantages importants pour permettre la collaboration dans l'industrie forestière. Une telle méthode est nécessaire pour assurer la pérennité de la collaboration, car des changements inattendus sont inévitables et les entreprises ont besoin d'une solution pour y faire face. En outre, les pénalités intégrées dans la méthode incitent les entreprises à travailler plus fort et à maintenir leurs opérations aussi près que possible de la planification.

Nous avons testé notre méthode en utilisant les données des ventes aux enchères réellement achetées par les compagnies forestières d'une région (étude de cas en Abitibi-Témiscamingue). Nous simulons des changements dans l'offre, la demande et les opérations pour un horizon de 12 mois avec des mises à jour mensuelles. Le résultat prouve que la collaboration peut minimiser le risque des évènements inattendus sur la coalition.

COLLABORATION AND DYNAMIC RISK SHARING IN THE FOREST SUPPLY CHAIN

In the forest industry, a classical way to collaborate is by exchanging wood volumes between companies to save on transportation costs. In addition to providing an increased transportation efficiency within a forest supply chain, collaboration can also help sharing the risks of disruption caused by dynamic market conditions. To achieve this, an integrated plan must be made, then each participating company needs to execute its own part according to the plan.

Unexpected events (or disturbances) can cause some companies to avoid to execute operations according to the original plan. This can hurt other companies' operations and performances as well; especially in a horizontal collaborative supply chain, where all the companies are in a competitive relationship. This can affect the whole coalition's performance as well as its stability. These inconsistencies between planning and execution caused by dynamic market changes often lead to additional costs. Our research proposes a methodology to identify the causes and to distribute these extra costs fairly. After distinguishing which company is operating according to the plan and which is not, our method assigns the extra costs while taking into consideration each company's performance. We also ensure that each company's costs are lower than if they were working alone outside the collaboration.

This method has significant benefits to support collaboration in the forest industry. Such a method is needed to make the collaboration endure as unexpected changes are bound to happen, and companies need a way to deal with change. In addition, penalties embedded in the method incentivize companies to work harder and keep their operations as close as possible to plan.

We tested our method using the data from actual wood auctions bought by forest companies in a region (case study in Abitibi-Témiscamingue). We simulate changes in the supply, the demand, and operations for a 12-month span with monthly updates. The outcome proves that collaboration can minimize the risk of unexpected events for the coalition.

Xiaotong Guo
Étudiante au doctorat, FORAC
Doctoral Student, FORAC
xiaotong.guo.1@ulaval.ca

PLANIFICATION DES OPÉRATIONS DE SÉCHAGE DU BOIS : UN SUCCÈS DE TRANSFERT

Le séchage du bois résineux est une étape importante pour sa transformation et mathématiquement parlant, il s'agit d'un problème très difficile. La liste des contraintes et des éléments que le planificateur doit considérer sont nombreux : niveaux des inventaires disponibles, produits qui deviendront disponibles selon le plan de production des opérations en amont, dimensions des séchoirs et des paquets de bois, empilements autorisés, besoins des clients en produits finis, etc. Le planificateur doit s'assurer que la capacité des équipements est utilisée au mieux tout en s'assurant que la production comble les commandes des clients et qu'un équilibre existe entre les produits sciés, séchés et rabotés.

Ainsi, des chercheurs en génie industriel, génie logiciel et en intelligence artificielle de FORAC ont créé un logiciel permettant d'optimiser la planification des opérations de séchage du bois résineux. Ils ont développé, en collaboration avec des partenaires industriels membres du consortium, des modèles mathématiques qui, combinés à des algorithmes d'intelligence artificielle, déterminent quels paquets de produits devraient être séchés, dans quels séchoirs et à quel moment. Cette planification peut maintenant être révisée aussi fréquemment que nécessaire, chose impensable lorsque le tout devait être fait manuellement. Pour les séchoirs d'une seule usine, la planification manuelle pouvait prendre près d'une heure. Avec l'outil automatisé de FORAC, il ne faut qu'une soixantaine de secondes pour obtenir un plan.

C'est dans le cadre de sa maîtrise que Vanessa Simard, étudiante graduée, a pu valider les modèles développés au FORAC chez Produits forestiers Résolu. Elle a modélisé les processus de l'entreprise, rencontré les dirigeants et les employés afin de déterminer la meilleure façon d'intégrer l'outil. L'utilisation des outils de planification du FORAC permet à Résolu d'obtenir une plus grande cohérence entre les plans et stratégies de production de l'entreprise (les plans de séchage concordent avec les plans de sciage) et ce, de manière uniforme à travers les différentes unités d'affaires. Résolu l'a implanté pour optimiser la production d'une cinquantaine de séchoirs au Québec et en Ontario. FORAC a également un outil pour la planification du rabotage en cours d'implantation.

PLANNING OF WOOD DRYING OPERATIONS: A TRANSFER SUCCESS

Drying is an important step in softwood transformation and, mathematically speaking, it is a very difficult problem. There are many constraints and aspects that the planner must consider: available inventory levels, product supply from production plan of upstream operations, kiln dryers and wood bundles dimensions, allowed stacking, customer demand for finished products, etc. The planner must ensure that the capacity of the equipment is optimized while ensuring that production meets customer orders, and that there is a balance between sawn, dried, and planed products.

Researchers in industrial engineering, software engineering, and artificial intelligence at FORAC have designed a software to optimize the scheduling of softwood drying operations. They have developed in collaboration with industrial partners of the consortium mathematical models that, combined with artificial intelligence algorithms, determine which bundles of products should be dried, in which kilns, and at what time. This planning can be revised as often as necessary, which would have been unthinkable when everything had to be done manually. For the dryers of a single plant, planning manually could take almost an hour. With the FORAC automated tool, it only takes about 60 seconds to generate a plan.

As part of her master's degree, graduate student Vanessa Simard was able to validate the models developed by FORAC at Resolute Forest Products. She modelled the company's processes, and met with managers and employees to determine the best way to integrate the tool. The use of FORAC's planning tool enables Resolute to achieve a greater alignment between the company's production plans and strategies (drying plans are consequent to the sawing plans) in a consistent manner through the different business units. Resolute has implemented this tool to optimize the production of about fifty kiln dryers in Quebec and Ontario. Another tool developed by FORAC for the scheduling of the planing operations is in transfer.

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

Vanessa Simard
Diplômée à la maîtrise, FORAC
Master's Graduate, FORAC
vanessa.simard.4@ulaval.ca

INTERACTION HUMAIN-ORDINATEUR POUR RAFFINER LA PLANIFICATION DES OPÉRATIONS DE SÉCHAGE

L'industrie forestière comporte plusieurs problèmes de planification dont celui des opérations de séchage. Pour répondre à ce problème, il est possible d'utiliser un outil logiciel appelé solveur. Le solveur prend une représentation du problème de planification (modèle mathématique) et retourne « un » plan de travail optimal.

Cette approche peut comporter des désavantages. Il arrive que certains aspects du problème soient difficilement encodés sous forme de modèle mathématique. Par exemple, si une machine brise ou qu'il y a un retard dans la production, le plan de travail trouvé par le solveur ne prendra pas en considération ces imprévus. Changer le plan de travail à l'aide d'un solveur est un long processus. Il faut tout d'abord modifier le modèle du problème pour considérer les imprévus et exécuter une nouvelle fois le solveur.

Le système développé lors de ma maîtrise est un système interactif entre l'humain (utilisateur) et l'ordinateur. Ce système permet de changer un plan de travail sans changer le modèle mathématique tout en s'assurant de garder une qualité de plan de travail équivalente à celle trouvée par le solveur. Ce système d'interaction humain-ordinateur permet au planificateur d'avoir plus de contrôle sur la planification.

Ce système a été expérimenté sur le problème du séchage du bois pour lequel l'utilisateur peut changer le contenu d'un séchoir suite à la production d'un plan. À partir du plan d'un séchoir, l'utilisateur glisse le curseur du type de paquet de bois qu'il veut ajouter. Le système s'assure de garder une bonne qualité de plan en changeant le reste du contenu du séchoir. Il retourne ensuite un nouveau plan de séchoir en moins d'une seconde. Ceci est possible grâce à un système (trois algorithmes) qui calcule à l'avance des changements que l'utilisateur pourrait apporter.

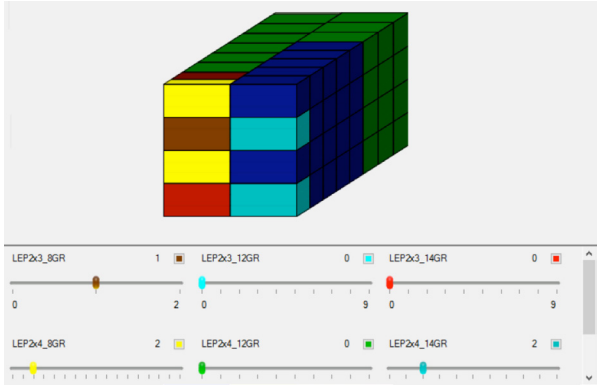
HUMAN-COMPUTER INTERACTION TO REFINE DRYING OPERATION PLANNING

The forest industry has several planning problems including drying operations. To solve this problem, we can use a software called solver. A solver takes a representation of the planning problem (mathematical model) and returns "one" optimal work plan.

This approach has its own drawbacks. Some aspects of the problem may be difficult to encode as a mathematical model. For example, if a machine breaks or if there is a delay in production, the work plan provided by the solver will not take these unexpected events into account. Changing the work plan with a solver is a long process. We must first modify the model of the problem to consider the unexpected event and execute the solver again.

The system developed during my master's degree is an interactive system between the human (user) and the computer. This system allows to change a work plan without changing the mathematical model while maintaining a work plan quality equivalent to the one provided by the solver. This human-computer interaction system allows the planner to have more control over the work plan.

This system has been tested with the wood drying problem where a user can change the contents of a dryer after the plan has been generated. From a dryer's plan, the user slides the cursor of the type of wood bundle he wants to add. The system is designed to keep a high-quality plan by changing the remaining contents of the dryer. It then returns a new dryer plan in less than a second. This action is made possible by a system (three algorithms) that calculates in advance the changes that the user could make.



Interface graphique pour raffiner le contenu d'un séchoir
Graphical interface to refine the contents of a dryer

Marc-André Ménard
Diplômé à la maîtrise, FORAC
Master's Graduate, FORAC
marc-andre.menard.2@ulaval.ca

VERS UNE CONCEPTION D'UN CENTRE LOGISTIQUE COMMUN À PLUSIEURS ENTREPRISES FORESTIÈRES

L'industrie forestière nord-américaine fait face à de nombreux défis depuis quelques années. L'éloignement de la ressource forestière, la présence de processus divergents et le partage du territoire entre plusieurs entreprises pour différentes essences nous mène à penser que les opérations de triage et de transport sont des facteurs particulièrement importants pour la profitabilité de ce secteur.

L'utilisation d'une cour dédiée spécifiquement au triage et distincte des usines offre plusieurs opportunités de maximisation des revenus (avec moins d'erreurs de classement des billes) et de minimisation des coûts (avec une main d'œuvre et des équipements plus spécialisés). Cela peut aussi permettre une utilisation accrue du transport hors norme et de camions de type b-train. Une telle installation comporte cependant des inconvénients : absence de livraisons directes des forêts vers les usines, coûts de manutention plus élevés, coûts d'implantation, etc. La profitabilité d'un tel centre et les avantages qu'il pourrait représenter est très complexe et est influencé par plusieurs paramètres.

Nous avons d'abord modélisé les opérations d'une chaîne d'approvisionnement incluant un centre logistique (comprenant des opérations de triage et une coordination du transport) et développé un modèle mathématique pour identifier la localisation optimale et les activités s'y déroulant. Nous avons ensuite réalisé une analyse de sensibilité en utilisant des données obtenues de sources fiables (agences gouvernementales et partenaires industriels). Ceci a permis d'identifier un certain nombre de paramètres ayant une influence significative sur la profitabilité. Par exemple, un centre logistique devient plus profitable lorsque les coûts de transport et l'éloignement des forêts sont plus élevés. Finalement, nous avons appliqué notre modèle mathématique à un cas réel afin d'identifier quel serait le site optimal pour une région spécifique. Les résultats pour la région de la Mauricie démontrent que les meilleurs sites pour installer ce type de structure sont le site Vallières, déjà en activité depuis plusieurs années, ainsi que celui de Rivière-aux-Rats avec un gain de 1,01 $ par m^3 disponible lorsque utilisé avec une coordination du transport. Cette amélioration peut atteindre 2,88 $/m^3 traités par ces sites dans certains contextes.

TOWARDS THE DESIGN OF A LOGISTICAL CENTRE COMMON TO SEVERAL FOREST COMPANIES

The North American forest industry has been facing important challenges in the past years. The remoteness of the forest resource, the diverging processes, and allotment of the territory between several companies for different species lead us to believe that sorting and transport operations are particularly important factors for the profitability of this sector.

The operations of a yard dedicated to sorting and distinct from the production mills offer many opportunities to maximize revenues (through fewer sorting errors) and minimize costs (using more specialized equipment and workers). It can also facilitate the use of oversized trucks and B-trains. There are also some downsides, such as: no direct shipments from the forest to the mills, higher handling costs, implementation costs, etc. The profitability of such a centre and its advantages are quite complex and can be influenced by several parameters.

We first modelled the operations of a wood supply chain including a logistical centre (with sorting operations and transport coordination) and developed a mathematical model to identify the optimal location and its operations. We then performed a sensitivity analysis using data obtained from reliable sources (government agencies and industry partners). This allowed us to identify a number of parameters having a significant influence on profitability. For example, a logistics centre becomes more profitable when transport costs and the remoteness of forests are greater. Finally, we applied our mathematical model to a real case to identify what would be the optimal site for a specific region. The results for the Mauricie region show that the best sites to build this type of centre are the Vallières site, which has been in operation for several years, and the Rivière-aux-Rats site with a gain of $1.01 per m^3 available when used with transport coordination. This improvement can reach $2.88/m^3 processed at these sites in specific contexts.

François Sarrazin
Étudiant au doctorat, FORAC
Doctoral Student, FORAC
francois.sarrazin@forac.ulaval.ca

AMÉLIORER LA PERFORMANCE DES COURS À BOIS

Malgré le rôle important joué par les cours à bois, leur niveau de performance n'a jamais été examiné en profondeur jusqu'à présent. Ainsi, en 2016, nous avons réalisé un sondage auprès de 38 scieries SEPM au Québec ayant une capacité installée supérieure à 100 000 m^3. Ce sondage nous a appris que le tiers (33 %) des gestionnaires de cour considère leur cour inefficiente pour diverses raisons.

Afin d'améliorer la performance des cours à bois, nous proposons d'identifier les meilleures pratiques liées à la conception et à l'opération d'une cour à bois. Plus spécifiquement, ce projet vise à 1) identifier les variables expliquant le niveau de performance observé et 2) déterminer les cibles de performance pour l'ensemble des cours à bois, basé sur le *leader* industriel.

L'identification des variables expliquant le niveau de performance s'est effectuée à travers une revue de littérature et à l'aide d'analyses de corrélation. L'approche de benchmarking DEA (*Data Envelopment Analysis*) a été appliquée aux 38 scieries sondées afin de comparer l'efficience technique de leurs cours à bois. Nous avons sélectionné trois variables pour le modèle de benchmarking : la superficie de la cour, la capacité de manutention et le nombre d'employés pour un volume de bois manutentionné donné. Les scores d'efficience technique ont permis d'identifier les cours les plus performantes du groupe et celles qui sous-performent. Ces résultats permettront d'orienter l'identification des meilleures et des pires pratiques.

Nos résultats indiquent que pour une même quantité de bois manutentionné, les 10 cours les plus performantes sont en mesure de (i) occuper 34 % moins de superficie, (ii) utiliser 29 % moins de capacité de manutention et (iii) employer 18 % moins de personnel que la médiane de l'ensemble du groupe. Un guide de bonnes pratiques a été élaboré. La prochaine étape du travail consiste à déterminer si des conditions particulières peuvent nuire à l'atteinte des cibles de performance pour les cours qui sous-performent.

IMPROVING LOG YARD PERFORMANCE

Despite the important role fulfilled by log yards, their performance level has never been thoroughly considered until now. Therefore, in 2016, we conducted a survey with 38 softwood sawmills in Quebec, which have an installed capacity superior to 100,000 m^3. Based on the survey's results, we learned that one third (33%) of yard managers consider their facility inefficient for various reasons.

To improve log yard performance, we propose to identify the best practices related to the design and the operation of a log yard. More specifically, this project aims to: 1) identify the variables explaining the observed performance level, and 2) determine the performance targets for all log yards based on the industry leader.

The identification of the explanatory variables was carried out through literature review and correlation analysis. The Data Envelopment Analysis (DEA) benchmarking approach was applied to the 38 surveyed mills to compare the technical efficiency of their log yards. We selected three variables for the benchmarking model: yard area, handling capacity, and number of employees for a given handled log volume. The technical efficiency scores obtained were used to identify the best performing log yards in the group and those that were underperforming. These results will allow to narrow down the best and worst practices.

Our results indicate that for the same quantity of handled wood, the 10 most performing log yards are able to (i) occupy 34% less area, (ii) use 29% less handling capacity, and (iii) employ 18% less staff than the median of the whole group. A best practices guide has been developed. The next step is to determine whether specific conditions may hamper reaching performance targets in underperforming log yards.

Marta Trzcianowska
Étudiante au doctorat, FORAC
Doctoral Student, FORAC
marta.trzcianowska.1@ulaval.ca

DÉVELOPPEMENT D'UN PLAN TACTIQUE D'AMÉNAGEMENT FORESTIER DURABLE ET ÉQUILIBRÉ : ÉTUDE DE CAS

Au Canada, la plupart des forêts appartiennent à l'État et les approvisionnements en bois des entreprises forestières dépendent principalement des contrats de garantie d'approvisionnement signés avec les gouvernements provinciaux. Selon la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier en vigueur dans la province de Québec depuis avril 2013, le gouvernement est responsable de la sélection des zones de récolte et de l'allocation du bois aux entreprises bénéficiaires. Ceci est une décision de planification tactique complexe, ayant des impacts importants sur les activités économiques de la chaîne logistique forestière.

Par ailleurs, afin d'éviter l'écrémage des ressources forestières et de déterminer un plan tactique durable qui assure une consommation équilibrée des ressources ligneuses sur un horizon de planification de cinq ans selon (i) les coûts, (ii) la taille moyenne des tiges et (iii) le volume moyen par hectare, il est nécessaire de prendre en compte simultanément ces critères lors du processus de planification. Équilibrer ces critères tout au long de l'horizon de planification permet au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) de s'assurer que la forêt publique est capable d'approvisionner les usines de transformation du bois et d'éviter les pénuries de bois dans des territoires spécifiques tout au long de l'horizon de planification.

Pour aider le MFFP, nous avons proposé un outil d'aide à la décision permettant de modéliser ce problème d'optimisation multi-objectif de planification tactique. La méthode proposée nous permet d'obtenir des solutions de bonnes qualités pour des cas de grandes tailles (ex : 107 chantiers avec 17 classes de tiges fournissant 13 usines de transformation dont 10 scieries, 2 usines de pâtes et papiers et 1 usine de placage). Le modèle a été testé pour le cas de l'unité d'aménagement (UAF-07451) en Outaouais. Les résultats obtenus montrent que le modèle proposé surpasse la stratégie conventionnelle de planification basée sur la minimisation des coûts et ce, tout en assurant une utilisation plus équilibrée de l'approvisionnement en bois et des coûts pour toutes les parties prenantes sur une plus longue période. Plus précisément, nous avons été en mesure de réduire l'écart maximal de la valeur moyenne des trois critères susmentionnés entre 1,3 % et 3,83 % de moins que la minimisation des coûts conventionnelle.

DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE AND BALANCED TACTICAL FOREST MANAGEMENT PLAN: A CASE STUDY

In Canada, most of the forests are publicly owned and forest product companies depend on timber licences issued by the provincial governments for their wood supplies. According to the Sustainable Forest Development Act effective in the province of Québec since April 2013, the government is responsible for selecting harvest areas and allocating timber volumes to companies. This requires to make complex tactical planning decisions, which have a tremendous impact on downstream economic activities in the forest supply chain.

Moreover, in order to avoid the high-grading of forest resources and to determine a sustainable tactical plan that ensures a balanced consumption of wood resources over a five-year planning horizon in terms of (i) costs, (ii) average stem size, and (iii) average volume per hectare, it is necessary to simultaneously take these criteria into consideration during the planning process. Balancing these criteria throughout the planning horizon allows the ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) to ensure that the public forest is capable of supplying wood-processing mills and avoiding wood shortages in specific territories over a longer time frame.

To help the MFFP, we proposed a decision support tool to model this multi-objective optimization problem to improve tactical planning. The proposed solution method enables us to obtain high-quality solutions for relatively large cases (e.g. 107 harvest areas with 17 stem assortments supplying 13 wood-processing mills including 10 sawmills, 2 pulp and paper mills, and 1 veneer mill). The model was tested for the case of the forest management unit (FMU 07451) in Outaouais. Results show the proposed model outperforms conventional cost-minimization planning strategies by ensuring a more balanced use of wood supply and costs for all stakeholders over a longer period. More specifically, we were able to decrease the maximum deviation in the average value of the three above-mentioned criteria between 1.3% and 3.83% lower than the conventional cost minimization method.

Azadeh Mobtaker
Étudiante au doctorat, FORAC
Doctoral Student, FORAC
azadeh.mobtaker.1@ens.etsmtl.ca

SOLUTIONS LOGISTIQUES INNOVANTES POUR L'APPROVISIONNMENT EN BIOMASSE FORESTIÈRE

La conception d'un réseau d'approvisionnement efficace et durable pour la collecte et la livraison de la biomasse forestière vers une nouvelle bioraffinerie dans la région de La Tuque pose un défi de taille. Il est vrai que les volumes de biomasse nécessaires sont importants cependant, leur prélèvement ne devrait pas nuire aux entreprises existantes. La coordination et la consolidation des flux de fibres nécessitent d'innover dans la gestion des ressources (ex : équipements et terminaux de transfert). Il faut également respecter les engagements liés au développement durable.

Pour relever ces deux défis, nous avons utilisé un modèle d'optimisation de la récolte de bois (modèle stratégique) pour évaluer les volumes de biomasse qui peuvent être rendus disponibles à partir des unités d'aménagement forestières (UAF). Ensuite, nous avons élaboré un modèle de planification d'approvisionnement multi-sites et multi-périodes (modèle tactique) pour intégrer trois décisions inter-reliées : la récolte, la planification logistique et le choix des options technologiques de valorisation. Les décisions de récolte définissent les blocs de coupe, les types de résidus, les activités de prétraitement (ex : tri et déchiquetage) et la gestion des stocks. Les décisions logistiques définissent le design du réseau d'approvisionnement (incluant le déploiement des cours de concentration et du système de transport), les cédules des flux et la collaboration entre les membres du réseau. Les décisions technologiques identifient les technologies permettant de convertir la biomasse en produits intermédiaires (ex : bio-huile ou granulés de bois).

Les résultats qui seront disponibles au cours des prochains mois permettront de valider les quantités de biomasse disponibles pour l'implantation d'une bioraffinerie. Nous proposerons également un outil permettant d'élaborer des scénarios qui maximise la valorisation des stocks ligneux.

Ce projet est financé par Bioénergie La Tuque (BELT) qui vise à développer et à mettre en place toutes les conditions propices pour le développement de la filière des bioénergies sur le territoire de La Tuque.

INNOVATIVE LOGISTIC SOLUTIONS FOR FOREST BIOMASS PROCUREMENT

Designing an efficient and sustainable supply chain network for the collection and delivery of forest biomass to a new biorefinery in the La Tuque region is challenging. The fact is that the necessary biomass volumes are very large, however, their removal should not disturb existing forest industries. The consolidation of the wood fiber flows and the sharing of the available resources (e.g., equipment and terminals) need to be optimized. Also, the commitments related to sustainable development must be respected.

To address these challenges, we used a timber harvest optimization model (strategic model) to evaluate the different biomass volumes that can be made available from nearby forests management units (FMU). Then, we developed a multi-period, multi-site procurement planning model (tactical model) to integrate three interrelated decisions: harvesting, logistics planning, and technology options for valorization. The harvesting decisions define cut blocks, types of residues, pre-processing (e.g., sorting and chipping), and inventory management. The logistic decisions dictate the design of the supply network (including the use of the transfer terminals and transportation systems), flow schedules, and collaboration between supply chain' members in the network. The technology decisions identify the technologies required to convert biomass into intermediate products (e.g. bio-oil or wood pellets).

The results that will be available over the next few months should validate the quantities of biomass available for the implementation of a biorefinery. We will also propose a tool to develop scenarios that maximize the valuation of timber stocks.

This project is funded by Bioénergie La Tuque (BELT), which aims to develop and implement all the conditions for the development of the bioenergy sector in La Tuque.

Riadh Azouzi
Professionnel de recherche, FORAC
Research Professional, FORAC
riadh.azouzi.1@ulaval.ca

Sattar Ezzati
Stagiaire posdoctoral, FORAC
Postdoctoral Fellow, FORAC
sattar.ezzati.1@ulaval.ca

CLASSEMENT VISUEL D'ÉCORCES PAR APPRENTISSAGE PROFOND

Le classement des arbres seulement par leur écorce est très difficile, même pour les experts. En effet, l'écorce d'une seule essence peut comporter d'énormes variations selon l'âge et la taille de l'arbre, sans compter que deux essences différentes peuvent avoir une écorce très similaire. Récemment, les réseaux de neurones ont fait d'énorme progrès sur plusieurs problèmes de vision. Ainsi, encouragés par ces succès, nous avons décidé de tester cette méthode pour classifier plusieurs essences d'arbres uniquement à partir d'images de leur écorce.

Cette capacité de classer automatiquement les essences à partir d'images de l'écorce permettrait d'améliorer plusieurs processus industriels. Par exemple, il serait possible de trier automatiquement les billots de bois en fonction de l'essence ou de modifier les réglages des écorceuses en temps réel afin d'en augmenter l'efficacité. La principale limitation des réseaux de neurones est qu'ils nécessitent un très grand nombre d'images pour obtenir des résultats satisfaisant. Pour résoudre ce problème, nous avons créé un jeu de données contenant plus de 23 000 images (23 essences communes) situées à proximité de Québec. Pour enrichir le jeu de données et permettre l'utilisation de méthodes plus sophistiquées, nous avons aussi mesuré le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) des arbres.

Par la suite, nous avons développé un réseau de neurones à convolution ayant une architecture multi-tâches, afin d'exploiter toute l'information disponible. Plus spécifiquement, nous avons utilisé un réseau de neurones capable à la fois de classer les essences, mais aussi d'approximer le DHP.

En entraînant notre réseau sur environ 750 arbres et en vérifiant ses performances sur les 250 arbres restants, nous avons obtenu un taux de succès de classification variant entre 93 % et 96 % sur les images individuelles et en faisant un vote de majorité avec toutes les images d'un arbre, nous avons obtenu une précision entre 98 % et 99 %. Finalement, sans faire le vote de majorité, nous avons testé la performance de notre modèle sur un sous-ensemble des essences (résineux) et obtenu une précision variant entre 98 % et 99 %.

Picea abies (EPO)

Picea rubens (EPR)

Picea mariana (EPN)

VISUAL BARK CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING

Classifying trees only with their bark is very challenging, even for experts. The bark of a species can show wide variations depending on the tree's age or size, while two distinct species could have a very similar bark. Recently, deep neural networks made tremendous progress on a large set of visual problems. Encouraged by these successes, we used this method to classify multiple trees species using images of their bark.

Being able to classify tree species from bark images could improve many industrial processes. For instance, it could enable to automatically sort logs based on their species. Debarking equipment setting could also be modified on-the-fly to improve efficiency. The main limitation of neural networks is that they require a very large number of images to produce satisfying results. To solve this problem, we collected a large dataset containing more than 23,000 images (23 common species) located near Quebec City. To improve the dataset and allow more sophisticated approaches, we also measured the trees' diameter at breast height (DBH).

Then, we developed a convolutional neural network using a multitask architecture, in order to fully leverage all the available information. This means that we used our architecture to predict not only the tree's species, but also to estimate its DBH.

By training our network on about 750 trees and by verifying its performance on 250 other trees, we obtained between 93% and 96% classification accuracy on the images themselves and by doing a majority vote on all the images of a tree, we obtained between 98% and 99%. Finally, without doing the majority vote, we tested the network performances on a subset of the trees (softwood) and obtained an accuracy ranging from 98% to 99%.

Mathieu Carpentier
Étudiant associé à la maîtrise, FORAC
Associate Master's Student, FORAC
mathieu.carpentier.3@ulaval.ca

Exemple de classification d'épinettes à partir des écorces
Exemple of spruce classification from bark images

PLANIFICATION COLLABORATIVE DES APPROVISIONNEMENTS : L'INTÉGRATEUR-SYSTÈME

La planification collaborative est perçue comme une composante fondamentale à la gestion de chaînes d'approvisionnement. Toutefois, l'hétérogénéité des peuplements forestiers et l'environnement distribué du secteur industriel forestier québécois complexifient la mise en œuvre d'une planification collaborative performante. Dans ce contexte, les planificateurs forestiers ont à réaliser un double défi ; d'une part, ils doivent mettre en œuvre les orientations stratégiques et respecter les contraintes financières propres à leur organisation et d'autre part, ils doivent se concerter afin de coordonner l'approvisionnement des usines qui les emploient. La conciliation de ces deux éléments propres à la planification forestière rend cet exercice ardu.

Pour répondre à cette problématique, nous avons exploré les bénéfices potentiels de l'intégration de systèmes pour le secteur forestier. La littérature qui porte sur ce concept d'organisation et de gestion de chaînes d'approvisionnement témoigne de bénéfices importants pour d'autres secteurs manufacturiers. En outre, nous avons cherché à mieux comprendre les aspects organisationnels et sociologiques qui nuisent à une planification collaborative performante dans le domaine forestier. Nous avons sélectionné et étudié cinq régions présentant différents niveaux d'intégration de systèmes au moyen d'une méthode de recherche qualitative. Nous avons ainsi été en mesure de mieux comprendre de quelle manière une tierce partie de type intégrateur-système interagit avec les organisations d'une chaîne d'approvisionnement afin de faciliter la planification forestière collaborative.

Parmi nos résultats, nous avons observé qu'un intégrateur-système favorise la confiance et encadre l'existence d'une culture de collaboration. L'intégrateur-système joue également un rôle important dans la gestion du partage d'information. Il parvient notamment à structurer et à gérer un partage d'information qui répond aux dimensions techniques et sociales de la planification forestière collaborative. La position intermédiaire de l'intégrateur-système entre le groupe d'usines et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs constitue un des facteurs qui lui permet de réaliser un partage d'information plus adapté pour le groupe de planificateurs dans son ensemble.

COLLABORATIVE FOREST PROCUREMENT PLANNING: THE SYSTEM-INTEGRATOR

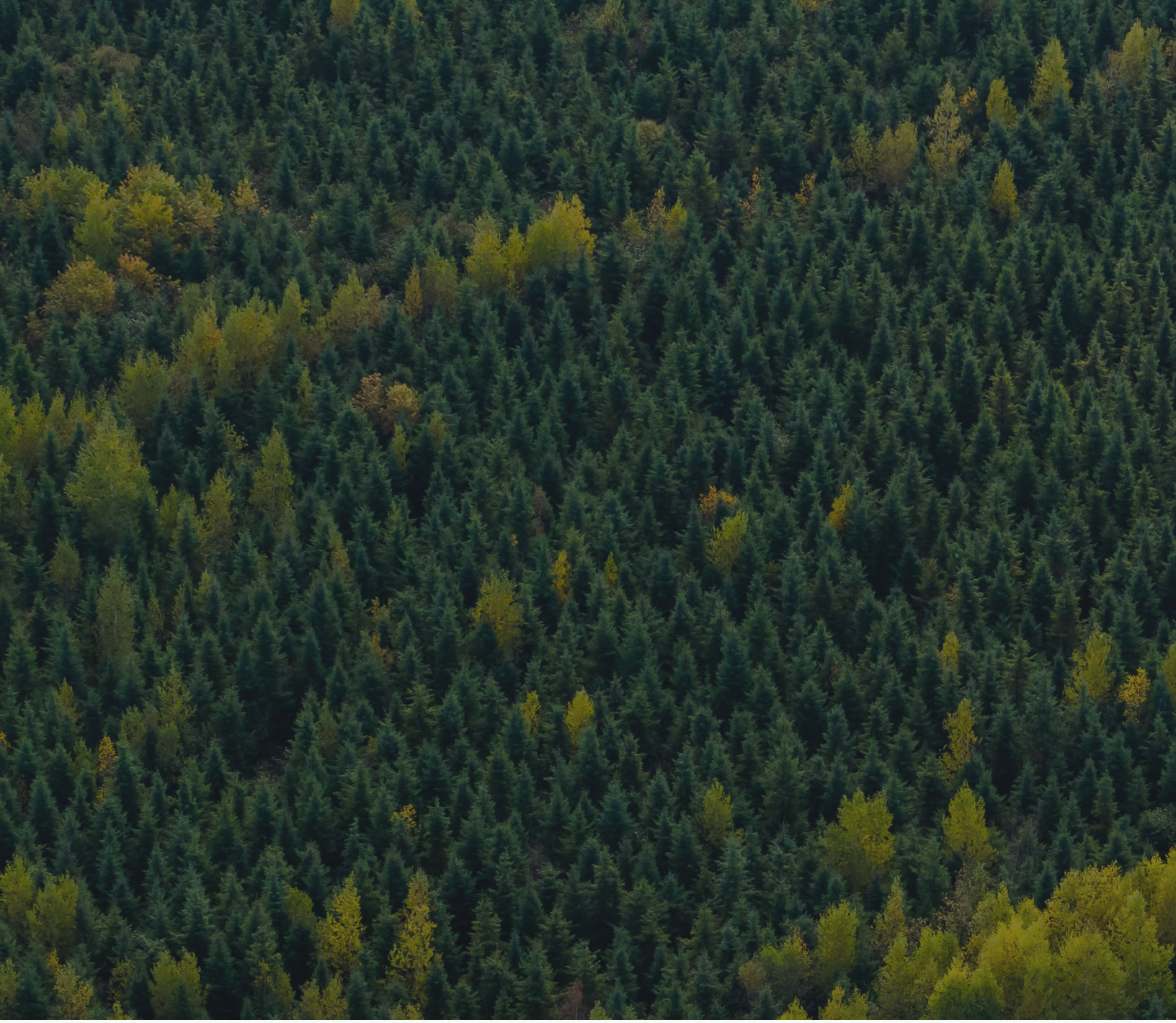
Collaborative planning is seen as a fundamental component of supply chain management. However, forest stands' heterogeneity and the distributed context of the Quebec industrial forest sector make it difficult to implement effective collaborative planning. Forest planners must face a double challenge; on one hand, they must implement strategic orientations and take into account financial constraints specific to their organization; on the other hand, they must work together to coordinate the supply of the factories that employ them. Reconciling these two elements of forest planning makes this exercise difficult.

To address this issue, we explored the potential benefits of system integration for the forest sector. The literature on this organization and management concept of supply chains shows significant benefits in other manufacturing sectors. In addition, we sought to better understand the organizational and sociological aspects that hinder effective collaborative planning in the forest sector. Using a qualitative research method, we selected and studied five regions with different levels of system integration. We therefore have been able to better understand how a third party system-integrator interacts with supply chain organizations in order to facilitate collaborative forest planning.

From our results, we observed that a system-integrator promotes trust and fosters collaborative culture. The system-integrator also plays an important role to manage shared information. In particular, it manages to structure and handle shared information that support the technical and social dimensions of collaborative forest planning. The intermediate position occupied by the system-integrator between factories and the ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs is one of the factors that help to share information in a way that supports planners as a whole.

François Morin
Étudiant associé au doctorat, FORAC
Associate Doctoral Student, FORAC
francois.morin.6@ulaval.ca

Coordination : Edith Brotherton et Catherine Lévesque | **Révision anglaise** : Aliké Harel | **Édition** : Sphynx Pub Inc.



CONSORTIUM DE RECHERCHE FORAC

Pavillon Adrien-Pouliot
1065, avenue de la Médecine
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6
www.forac.ulaval.ca