

INFO
FOR **AC**

2020

EXPO-CONFÉRENCE 2020

Mobiliser l'intelligence naturelle
pour appuyer l'IA

Mercredi 29 janvier 2020
Pavillon La Laurentienne

Salle 1334

8 h 30 Accueil des participants

9 h 00 Mot de bienvenue de **Luc LeBel**, directeur de FORAC

9 h 15 **Philippe Giguère**
La robotique intelligente : Vers l'automatisation des opérations de récolte forestière

10 h 00 **Alexandre Morneau**
Identification d'essences d'arbres assistée par réseaux de neurones

10 h 30 PAUSE-SANTÉ

Salle 1334

11 h 00 **Luc LeBel**
Des kiwis et des arbres : observation de la chaîne de valeur forestière de la Nouvelle-Zélande

12 h 00 DÎNER

Salle 1334

13 h 00 Présentation des affiches

13 h 45 **Siamak Mushakhian**
Wood losses and economic effects of Spruce Budworm defoliation on the forest value chain

14 h 05 **Léo Painchaud**
Stratégies opérationnelles pour la récolte de peuplements éparés

14 h 25 **Simon Delisle**
La coordination production-ventes dans un contexte forestier

14 h 45 PAUSE-SANTÉ

Salle 1334

15 h 15 **Frédérique Desbiens**
Conception d'un système de mesure et de suivi de la performance pour une entreprise intégrée du domaine de l'immobilier et de la construction

15 h 35 **Jonathan Gaudreault**
Réaliser un projet avec des données industrielles : qu'est-ce qui pourrait (va) mal se passer ?

16 h 20 Mot de la fin de **Luc LeBel**

16 h 30 Remerciements et réseautage

MOT DU DIRECTEUR

FORAC 4.0 : Mobiliser l'intelligence naturelle pour développer l'IA

Aujourd'hui, quiconque s'intéresse à la science sait que l'intelligence artificielle (IA), l'apprentissage-machine (automatique) et le *Big Data* repoussent les frontières du savoir et de la technologie. Lancée sur la thématique 4.0, FORAC entend bien mettre à contribution le développement de ce type de connaissances pour contribuer à la compétitivité du secteur forestier. Alors oui, résolument, au cours des prochaines années, FORAC mènera des projets autour de la donnée, de l'information et de l'aide à la décision en utilisant l'intelligence artificielle, mais nous avons également besoin de l'intelligence humaine pour aller plus loin.

Pour avancer, le consortium doit pouvoir compter sur des gens intelligents, dédiés, compétents et passionnés. Comme ses partenaires, FORAC a un défi de taille : recruter et mobiliser les jeunes talents. Ces derniers sont courtisés par une myriade d'industries et d'universités. FORAC aura besoin de recruter une quarantaine de jeunes chercheurs d'ici 2024. Nous avons déjà mobilisé vingt-quatre professeurs et une équipe de support de haut niveau, toutefois il reste à trouver la relève : des jeunes talentueux. Ces personnes utiliseront leur intelligence, leur savoir-faire et leur savoir-être afin d'interagir avec les collègues universitaires et les industriels pour améliorer la façon dont nous créons de la valeur à partir de nos forêts naturelles. Ces forêts, que nous devons aménager dans une perspective de développement durable, offrent de grandes opportunités pour tous les domaines du savoir. Forts de nos acquis en programmation mathématique et en optimisation des réseaux, nous explorerons de nouveaux domaines comme la robotique et l'analyse de données massives. Nos résultats doivent mener à des systèmes de récolte conscients de leur environnement, une traçabilité accrue tout au long de la chaîne, ainsi qu'à une capacité à détecter plus finement les besoins du marché et à mobiliser l'ensemble du système de production pour y répondre de manière efficace. Des bénéfices majeurs sont à notre portée, et ce de la forêt jusqu'aux clients.

Relever ces défis passera par la maîtrise de l'intelligence artificielle. Par contre, dans l'immédiat, nous avons besoin d'intelligence naturelle mobilisée pour développer et exploiter tout le potentiel de la science des données. Cette édition de l'info-FORAC présente un aperçu de ce que nous comptons réaliser au cours des cinq prochaines années. Et pour réussir, toutes les intelligences, naturelles et artificielles, seront requises !

WORD FROM THE DIRECTOR

FORAC 4.0: Growing natural intelligence to support AI

Today, anyone interested in science knows that artificial intelligence (AI), machine learning, and big data are pushing back the frontiers of knowledge and technology. Building on 4.0 concepts, FORAC intends to use this type of knowledge to contribute to the competitiveness of the forest industry. So yes, in the forthcoming years, FORAC will lead projects pertaining to data, information, and decision support systems using artificial intelligence. Nevertheless, to do so and to push boundaries further, we need human intelligence.

To move forward, the consortium must rely on intelligent, dedicated, competent, and passionate people. Like its partners, FORAC has a major challenge: recruiting and mobilizing young talent. A myriad of industries and universities are sparing no effort to win over new talent. FORAC will need to recruit more than forty young researchers by 2024. We have already assembled twenty-four teachers and a high-level support team, but enlisting the next generation of skilled researchers remains our greatest challenge. These people will use their intelligence, know-how, and skills, interacting with peers and the industry to improve how value is created from our natural forests. We must manage these very same forest lands in a sustainable way given that they offer great opportunities to all areas of knowledge. Based on our experience in forestry, mathematical programming, and network optimization, we will explore new areas such as robotics and big data analysis. Our results must lead to environmentally conscious harvesting systems, increased traceability along the value chain, and also honing our ability to detect market needs and mobilize the entire production system to respond effectively. Major benefits are within our reach, from the forest to the customers.

Meeting these challenges will require mastering artificial intelligence. However, in the short term, we need to grow natural intelligence to develop and exploit the full potential of data science. This edition of info-FORAC shows an overview of what we intend to tackle over the next five years using all kinds of available intelligence—natural and artificial ones!



Luc LeBel

Professeur, directeur de FORAC
Professor, Director FORAC

ACQUISITION DE DONNÉES POUR UNE RABOTEUSE INTELLIGENTE

Au Québec, la transformation de bois d'œuvre se termine souvent par l'opération de rabotage. Cette dernière étape vise à amener les pièces à des dimensions nettes très précises et à leur donner un fini lustré comme attendu par le marché. Les procédés de transformation peuvent être parfois complexes et requièrent d'être optimisés afin de maximiser les profits. Pour ce faire, une grande quantité de données doit être collectée et la création d'une base de données à des fins d'analyse et de planification est essentielle.

Actuellement, les paramètres de la raboteuse sont ajustés à la fin des maintenances et restent fixes quelques heures. Le contrôle de qualité des pièces se fait principalement avec un pied à coulisse pour confirmer les dimensions voulues. Au fil du temps, il peut donc se glisser une variabilité non négligeable des dimensions des pièces. Dans ce contexte, il faudrait être en mesure d'ajuster les paramètres ayant un impact sur la dimension des pièces de sortie, et ce, en temps réel pour obtenir les produits souhaités par le marché.

Ce stage avait pour but de créer une base de données contenant un historique de toutes les variables de la raboteuse. Il faut distinguer les paramètres récupérables par la voie du contrôleur logique programmable, des paramètres mécaniques n'ayant pas de retour d'information. Parmi les données captées, nous y trouvons par exemple la vitesse des rouleaux, la position des têtes de coupe, et les dimensions d'entrée et de sortie des pièces. Pour arriver à saisir et stocker les données, le logiciel *Wonderware Historian* a été utilisé. Il s'agit d'un logiciel spécialisé pour ce type d'application qui permet de se connecter au contrôleur logique programmable d'un équipement afin d'extraire les valeurs souhaitées, à une fréquence souhaitée.

Dans la suite des choses, une analyse statistique permettra de distinguer les variables ayant une influence sur les dimensions de sortie à la raboteuse. Une fois les variables importantes isolées, il sera possible d'instaurer une boucle de rétroaction qui pourra ajuster les paramètres de la machine automatiquement selon les valeurs d'entrée et de sortie.

DATA ACQUISITION FOR A SMART PLANER

In Quebec, lumber transformation often ends with the planing process. This last step brings pieces to very precise dimensions and creates the glossy finish as expected by the market. Transformation processes can be complex at times and require constant optimization to maximize profits. To do so, massive volumes of data must be collected, and database creation becomes essential for analysis and planning purposes.

At the moment, the planer parameters are adjusted at the end of the maintenance operations and remain unchanged for a few hours. Quality control is ensured using calipers to confirm that the dimensions are correct. Therefore, a significant error can accumulate over time. In this context, setting in real time the planer parameters that have an impact on the size of the planed wood boards would be most relevant to meet market specifications.

The goal of this internship was to create a database to record the planer parameters over time. Recoverable information through the programmable logic controller should be distinguished from the mechanical parameters that do not provide any feedback. Available data provides information on roller speed, head position, and entrance and exit dimensions. To collect and store the data, we used the Wonderware Historian software. This software is dedicated to this type of application. It connects to the programmable logic controller of interest to extract desired parameters, at a desired frequency.

The following steps will include a statistical analysis to identify the variables having an influence on product dimensions at the end of the planing process. Once significant variables are isolated, it will be possible to set up a feedback loop that will adjust the machine parameters according to input and output values.



Samuel Boisvert

Stagiaire au baccalauréat
Undergraduate intern
samuel.boisvert.2@ulaval.ca

CONFIGURATION ET PILOTAGE D'UNE SCIERIE INTELLIGENTE

Avec l'ère de l'Industrie 4.0 arrivent les systèmes hyperconnectés ainsi que les plateformes d'analyse de données massives. C'est avec des moyens techniques importants que l'Industrie 4.0 nous promet une meilleure intégration entre les processus et les besoins spontanés de l'entreprise et de ses clients, c.-à-d. une agilité accrue. Notre objectif est de réaliser une telle intégration pour les scieries en utilisant des équipements de nouvelle génération, et ce plus spécifiquement pour les étapes de finition et la seconde transformation du bois. Notre programme de recherche est découpé en deux grands projets et neuf activités qui permettront le développement d'outils d'évaluation ainsi que la configuration et le contrôle de réseaux de production plus adaptés à la réalité du 4.0 à différents niveaux décisionnels (ex. opérationnel, tactique, stratégique).

Le premier projet vise les niveaux stratégique et tactique. Nous nous intéressons aux problèmes d'envergure tels que la configuration de scieries intelligentes et la planification du processus de sciage avec seconde transformation. Les activités prévues visent principalement la modélisation du réseau et le développement d'outils d'optimisation et de simulation performants qui permettront de résoudre des problèmes de planification stratégique comme la configuration d'usines. Le deuxième projet vise les niveaux opérationnel et le temps réel. Nous nous intéressons à la planification des processus qui incluent des équipements tels que la raboteuse intelligente et le séchoir en continu et à leur pilotage. Un premier stage d'acquisition de données pour la ligne de rabotage avec séchoir en continu a été réalisé à l'été 2019. Les trois activités subséquentes sont respectivement liées à la planification des opérations de la ligne, au support d'un opérateur dans son pilotage et aux ajustements en temps réel des équipements.

Mise à part la complexité des problèmes de planification, parmi les défis à relever, il y a la gestion des données massives. Pour le pilotage d'équipements et la planification des opérations, nous sommes confrontés à la fois à la vélocité et à la variété des données qui sont obtenues par différents capteurs sur différents équipements en temps réel, mais aussi d'autres sources comme le carnet de production. Un grand volume de données peut favoriser la réussite des projets intégrant l'apprentissage automatique. Finalement, les approches utilisées proviennent de plusieurs communautés (ex. recherche opérationnelle et intelligence artificielle) ce qui pose des défis d'intégration.

CONFIGURING AND OPERATING A SMART SAWMILL

With Industry 4.0 come hyperconnected systems and big data analytics platforms. Using significant technical means, Industry 4.0 promises a better integration between the processes and the spontaneous needs of a company and its customers, i.e. increased agility. Our goal is to fulfill that promise for sawmills with next-generation equipment and processes including the wood products' finishing operations and secondary transformation. We defined two projects based on nine activities allowing the development of assessment tools as well as the configuration and control of production networks better adapted to the reality of Industry 4.0 at various decision levels (e.g. operational, tactical, strategic).

First, at the strategic and tactical levels, we are interested in large-scale problems such as the configuration of smart sawmills and the planning of the sawing process with second transformation. The activities will focus on network modelling and on developing efficient optimization and simulation tools to address strategic planning difficulties such as the mill configuration. Second, at the operational and real-time planning levels, we are interested in processes that include equipment such as a smart planer and a continuous dryer, and their operation. A data acquisition internship for the planing line with continuous drying was carried out in summer 2019. The three subsequent activities are respectively related to the line's operational planning, the support of an operator and real-time adjustments of the equipment.

Apart from the complexity of planning problems, challenges ahead include handling big data. For equipment control and operations planning, we are confronted with both the velocity and the variety of data obtained from different sensors on different equipment and in real time, but also from other sources such as the production schedule. A high volume of data can, however, contribute to the success of projects involving machine learning. Finally, the methods we use are from several communities (e.g. operations research and artificial intelligence), which poses integration challenges.



Michael Morin

Professeur en opérations et systèmes de décision
Professor in operations and decision systems



Jonathan Gaudreault

Professeur en génie logiciel
Professor in software engineering

VERS L'AUTOMATISATION DES OPÉRATIONS FORESTIÈRES

Au cours des dernières années, nous avons acquis des connaissances dans les domaines de la robotique mobile et de l'intelligence artificielle. Notre groupe de recherche a lui-même contribué à leur avancée. Ainsi, nous avons fait des travaux en cartographie 3D par LiDAR mobile en milieu naturel et nous avons aussi appliqué des méthodes d'intelligence artificielle de pointe (*Deep Learning*) pour le problème de la préhension automatisée d'objets par bras robotisé. Au travers de notre nouveau programme de recherche, nous visons à démontrer l'automatisation de certaines opérations de base au niveau de la récolte forestière, en exploitant ces deux technologies que nous maîtrisons bien. À cet effet, nous avons sélectionné des éléments clés de l'approvisionnement, à savoir la récolte et le transport forestier, comme les plus susceptibles d'en bénéficier rapidement, le tout dans un cadre bien réaliste.

Nous proposons notamment d'améliorer le processus de création des cartes 3D, à partir de capteurs (ex. LiDAR, caméras, centrale inertielle) embarqués sur de l'équipement forestier. La disponibilité de telles cartes constitue la pierre d'assise sur laquelle repose l'automatisation d'autres opérations. En effet, ces cartes agissent comme un riche canevas auquel nous pouvons à la fois ajouter des informations (essence et géométrie des arbres, position des billes déposées au sol), en plus d'en extraire d'autres (détection des points de coupe des arbres). Ces cartes permettront d'effectuer un guidage autonome, afin de démontrer l'automatisation du transport de bois via un modèle physique *mock-up*. Notre proposition apportera également des contributions scientifiques fondamentales. En effet, l'environnement forestier pose des défis intéressants, avec la présence de pentes et de collines, une occlusion significative par le feuillage et de forts changements d'apparence de la scène selon les saisons (ex. feuillage, neige). Au-delà d'une expérience de formation unique, nous allons former une nouvelle génération de roboticiens et roboticiennes, au fait des problématiques de l'industrie forestière.

Au final, nous croyons fermement que l'industrie canadienne des produits forestiers peut s'inspirer des récents progrès en matière d'automatisation d'autres secteurs pour atténuer des problèmes tels que la productivité, la pénurie de main-d'œuvre, la sécurité et les blessures répétitives.

TOWARDS THE AUTOMATION OF BASIC FORESTRY OPERATIONS

Over the past few years, we have gained tremendous knowledge in new fields such as robotics and artificial intelligence. Our research group has contributed to these fields' progress. For instance, we have worked on 3D LiDAR mapping in natural environments and have applied advanced artificial intelligence methods (Deep Learning) to the problem of automated grasping of objects using a robotic arm. Through our research proposal, we aim to demonstrate the automation of some basic forestry operations, using two technologies that we master well. We have selected key elements of the forest supply chain, namely harvesting and forwarding, as these operations will more likely and quickly benefit from our research, all in a very realistic setting.

We propose to improve significantly the 3D map creation process, using information from sensors (e.g. LiDAR, cameras, inertial unit) embedded on forest equipment. The automation of other operations will rely on the availability of such maps. These maps act as a rich canvas from which we can both add information (wood species and geometry, logs position on the ground), in addition to extracting others (detecting log cutting points). These maps will also allow us to develop autonomous guidance systems, thus demonstrating the viability of forwarding automation via a mock-up physical model. Our proposal will also make fundamental scientific contributions. The forest environment poses interesting challenges, with the prevalence of slopes and hills, significant occlusion by foliage, and high landscape changes caused by seasonal effects (e.g. foliage, snow). We will offer a unique training experience to a new generation of robotics and data scientists, familiar with the issues of the forest industry.

In the end, we strongly believe that the Canadian forest products industry can greatly benefit from recent advances in automation from other sectors to alleviate issues such as productivity, labour shortages, safety, and repetitive injuries.



Philippe Giguère

Professeur en robotique
Professor in robotics

RETOURS EN CHARGE ET COLLABORATION : IMPACT SUR LES ÉMISSIONS DE GES

L'industrie forestière est caractérisée par de vastes zones de forêt éloignées des usines où le bois est transformé. De manière générale, le transport du bois représente une part significative des coûts opérationnels (36 %, soit environ 2 milliards de dollars par année). Ainsi, une petite réduction de ces coûts d'opération peut représenter un gain financier non négligeable. Parmi les coûts de transport, celui du carburant représente une part significative (approximativement un tiers). Réduire la consommation de carburant réduira donc les coûts du transport tout en contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Dans cette étude, les possibilités de réduction des GES sont étudiées, en intégrant l'utilisation de retour en charge ainsi que la collaboration entre trois entreprises.

Dans un premier temps, la consommation de carburant et les émissions de GES des entreprises ont été évaluées. Une version adaptée et améliorée d'un modèle de consommation de carburant est proposée afin de fournir une estimation plus exacte de la consommation de carburant d'un trajet et de la quantité de gaz à effet de serre émise. Ce modèle prend en compte différentes caractéristiques du réseau routier emprunté qui affectent la consommation de carburant telles que le profil d'élévation, les intersections, les accélérations et les décélérations dues à la signalisation routière. Le réseau routier de la province du Québec est représenté dans un calculateur d'itinéraire qui intègre les caractéristiques utilisées par le modèle de consommation.

Dans un deuxième temps, des scénarios intégrant la collaboration et les retours en charge sont étudiés. Ainsi, un premier scénario où les retours en charge sont générés à l'interne est réalisé. Une économie de carburant d'environ 10 à 15 % est constatée. Un deuxième scénario favorisant la collaboration entre les trois entreprises sur les routes directes restantes qui n'ont pas pu être utilisées en retour en charge a été testé. Enfin, un troisième scénario où une collaboration totale est envisagée a été testé. Nous constatons que l'utilisation d'une collaboration totale dès le départ génère plus d'économie en termes de carburant utilisé (gain de 21 % par rapport au scénario de base).

BACKHAULS AND COLLABORATION: IMPACT ON GHG EMISSIONS

The forest industry is characterized by large areas of forest located far from mills where wood is processed. In general, wood transportation represents a significant part of the operational costs (36%, about \$2 billion per year). Thus, a small reduction in these operating costs can represent a considerable gain. Fuel represents an important part of transportation costs (approximately one third). Reducing fuel consumption will then reduce transportation costs while contributing to greenhouse gas (GHG) emission reduction. In this study, opportunities for reducing GHG are explored, incorporating backhauls and collaboration between three companies.

First, we estimated the companies' fuel consumption and GHG emissions. An adapted and improved fuel consumption model was proposed to them; the new version included a more accurate estimation of fuel consumption and therefore of the amount of greenhouse gas emissions. This model considers various characteristics of the chosen road network that affects fuel consumption such as the elevation profile, intersections, acceleration, and deceleration due to road signs. The province of Quebec's road network is represented in a route calculator that integrates the characteristics relevant to this consumption model.

Second, scenarios integrating backhauls and collaboration were studied. Thus, a first scenario where backhauls were generated internally was performed. We found a reduction of fuel consumption of about 10 to 15%. A second scenario was tested highlighting the collaboration between the three companies on the remaining direct routes that could not be used as backhauls routes. Finally, a third scenario with a complete collaboration was studied. Findings showed that fully collaborating from the beginning generates more savings in terms of the fuel used (21% increase compared to the baseline scenario).



Ludwig Dumetz

Stagiaire postdoctoral
Postdoctoral Fellow
ludwig.dumetz.1@ulaval.ca

PLANIFIER L'APPROVISIONNEMENT D'UNE NOUVELLE BIORAFFINERIE EN MAURICIE

L'implantation d'une bioraffinerie dans la région de La Tuque (site Vallières) nécessiterait la ré-optimisation de la chaîne d'approvisionnement en biomasse forestière de la région pour assurer des volumes de matières premières constants et à prix concurrentiels. Pour relever ces défis logistiques, nous avons conçu un modèle d'optimisation de la récolte de bois (modèle stratégique) pour évaluer les volumes de biomasse provenant des forêts voisines. Puis, nous avons développé un modèle d'optimisation de logistique intégrée (modèle tactique) pour analyser trois décisions interdépendantes : la récolte, la planification logistique et la technologie de traitement de la biomasse.

Le modèle stratégique a été mis en œuvre pour un total de douze unités d'aménagement forestier (UAF). Les volumes de biomasse pouvant être accessibles dans les UAF ont été estimés par simulation. Nous avons étendu la possibilité forestière fournie par le Forestier en chef (FC) à l'ensemble des volumes bruts (volumes nets attribuables et non-attribuables, mais aussi volumes rejetés, pourritures, ébranchages, etc.). Cela a confirmé un volume potentiel de 18,63 millions de tonnes métriques anhydres (Mtma) pour différents groupes d'essences dans les quatre régions administratives comparativement à 13,16 Mtma déjà pris en compte par le FC pour l'ensemble de ces régions. De plus, nous avons étendu l'analyse stratégique à 300 km de distance autour du site Vallières. Nous constatons que jusqu'à 4,61 Mtma de biomasse peuvent être disponibles soit plus de trois fois le résultat d'une étude existante.

Le modèle tactique a été appliqué pour l'ensemble des UAF dans ce rayon de 300 km. Une série de scénarios logistiques ont été expérimentés. Notre analyse des coûts d'approvisionnement montre que le mode de traitement par arbre entier est le plus économique pour la manipulation intégrée des résidus et du bois rond. Incluant le broyage en bordure de route (96 %), le déchiquetage au terminal (4 %) et le transport à l'aide de camions à quatre essieux, le coût moyen d'approvisionnement est de 2,91 \$ / GJ.

Ce projet a été 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.

PLANNING THE BIOMASS SUPPLY CHAIN FOR A NEW BIOREFINERY IN MAURICIE

Adding a greenfield biorefinery in the La Tuque region (Vallières site) would require the re-optimization of the forest biomass supply chain in the region so that a constant and competitively priced feedstock supply for the biorefinery is ensured. To address these logistics challenges, we designed a timber harvest optimization model (strategic model) to evaluate the biomass volumes from nearby forests. Then, we developed an integrated logistics optimization model (tactical model) to analyze three interrelated decisions: harvesting, logistics planning, and biomass processing technology.

The strategic model was implemented in twelve forest management units (FMU). The biomass volume that could be extracted from forest units was estimated by simulation. We extended the original annual allowable cut, provided by the Chief Forester (CF) to all gross volumes (attributable and non-attributable net volumes, as well as rot, trimmings, rejects, etc.). This confirmed a potential volume of 18.63 millions of oven-dry ton (Modt) for different groups of wood species within four administrative regions compared to 13.16 Modt that was already considered by the CF for these regions. In addition, we extended the strategic analysis to a 300-km distance from the Vallières site. We found that up to 4.61 Modt of biomass could be available, which is more than three times the result from an existing study.

The tactical model was implemented for the FMU within this 300 km radius. A series of logistics scenarios were experimented. Our analysis of supply costs shows that full-tree processing is the most economical for the integrated handling of residues and round wood. Including roadside grinding (96%) combined with chipping at the terminal (4%) and transportation using four-axle trucks, the average supply costs were \$2.91 / GJ.

This project was funded by Bioénergie La Tuque (BELT), which aims to develop and implement all the conditions to the bioenergy sector's development in La Tuque



Riadh Azouzi

Professionnel de recherche
Research Professional
riadh.azouzi.1@ulaval.ca

Sattar Ezzati

Stagiaire postdoctoral
Postdoctoral Fellow
sattar.ezzati.1@ulaval.ca



PRISE DE DÉCISIONS DANS LA CHAÎNE DE VALEUR FORESTIÈRE

L'objectif principal de cette subvention de recherche et développement coopérative (RDC) est de développer des outils d'aide à la décision, améliorant la compétitivité des chaînes de valeur de la bioéconomie forestière canadienne grâce aux techniques d'analytique. L'analytique permet aux organisations de transformer des défis complexes en opportunités substantielles, en transformant les données en informations, puis en exploitant ces informations pour une meilleure prise de décision et une amélioration de la performance. Un autre objectif clé consiste à exploiter le *Big Data* (ou données massives) conjointement avec des techniques et des outils d'analyse pour réduire les impacts environnementaux, stimulant ainsi la viabilité des communautés forestières et rendant les opérations de logistique et de transport plus efficaces. Les domaines d'application visés ici sont l'analyse des données massives, la coordination et la collaboration logistique, la planification du transport dans des conditions d'incertitude et l'analyse de la chaîne de valeur.

L'analyse des données massives se concentre sur la gestion de multiples sources de données tout en s'assurant d'une qualité élevée des données. La coordination et la collaboration développent des modèles et des méthodes pour soutenir efficacement les améliorations d'efficacité et les réductions d'émissions. Dans la planification du transport, il existe de nombreux événements imprévus et incertitudes dans les données. Il est donc nécessaire d'adopter des approches permettant de réduire les incertitudes et de trouver des solutions offrant d'excellentes performances globales pour tous les scénarios. L'analyse de la chaîne de valeur prend en compte les problèmes de conception complexes ayant des impacts à long terme sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

Pour relever ces défis, les industriels et les universitaires ont identifié les problèmes à aborder. Une équipe multidisciplinaire de chercheurs et d'étudiants provenant des domaines du génie industriel, de l'analyse d'affaires, du génie forestier et de l'informatique a été réunie pour réaliser les travaux. Un facteur clé de succès en recherche et transfert de technologie : une étroite collaboration avec des partenaires industriels. Ainsi, nos partenaires fourniront un aperçu des problèmes, des données, des installations, une analyse des résultats pour des études de cas et seront les destinataires du transfert de technologie.

DECISION MAKING IN THE FOREST VALUE CHAIN

The primary research objective of this Collaborative Research and Development (CRD) grant is to develop decision support tools enhancing the competitiveness of future Canadian forest bioeconomy value chains through analytics. Analytics enables organizations to turn complex challenges into substantial opportunities by transforming data into information, and information into insight for better decision-making and result improvement. Another key objective is to harness big data in conjunction with analytics techniques and tools to reduce pollution, thereby stimulating the viability of forest-based communities and making logistics and transportation operations more efficient. The main application areas are big data analytics, logistics coordination and collaboration, transportation and routing planning under uncertainty, and value chain analytics.

Big data analytics focuses on managing data from several and diverse sources while ensuring a high data quality. Coordination and collaboration develop practical models and methods to efficiently support increased efficiency and emission reductions. In transportation planning, occurrences of unexpected events and uncertainty in data are common. Hence, there is a need for approaches that reduce uncertainty and find solutions that have excellent overall performance for all scenarios. Value chain analytics considers complex design issues with long-term impacts on the entire value chain.

Industrial leaders and researchers have identified challenges to overcome. With these challenges in mind, we have assembled a multidisciplinary team of researchers and students from the fields of industrial engineering, business analytics, forest engineering, and computer science. In so doing, we identified a key factor for success in research and technology transfer: a close collaboration with industrial partners. These partners will provide their insight on specific problems, data, facilities, result analysis for case studies, while receiving valuable technology transfer.



Mikael Rönnqvist

Professeur en génie industriel
Professor in industrial engineering

MODÈLES D'AIDE À LA COORDINATION ET À LA GESTION DE LA CHAÎNE DE VALEUR FORESTIÈRE

Le bois est reconnu comme un matériau durable, ayant un ratio résistance mécanique/masse volumique très élevé et de bonnes performances thermiques. Des études ont également démontré que, lors de sa transformation, le bois requiert moins d'énergie et a un impact sur l'environnement plus faible que l'acier ou le béton.

La chaîne de valeur forestière n'est toutefois pas des plus simples puisque de nombreuses compagnies gravitent autour de cette ressource naturelle. Ces organisations doivent la transformer plus efficacement possible dans le but de valoriser la fibre et de créer des produits répondant aux besoins en évolution des clients et mettant en valeur la beauté naturelle du bois. Un tel travail repose sur une planification avancée des activités allant au-delà de simples règles du jeu. Les activités de récolte, de transport, de transformation et de vente des produits sont généralement réalisées par des entreprises indépendantes. Le pilotage de la chaîne de valeur est fait par chaque organisation considérant ses propres objectifs d'affaires et ses contraintes opérationnelles. Dans un système décentralisé comme celui-ci, il devient alors essentiel de développer et de mettre de l'avant des mécanismes de gestion assurant une exploitation efficace de la ressource naturelle, une coordination efficiente des activités et la satisfaction des besoins du marché.

L'objectif général de ce programme de recherche est de concevoir des modèles d'aide à la coordination et à la gestion aptes à synchroniser les activités de création de valeur de la ressource forestière, à intégrer les attentes du marché de même qu'à prendre en compte les coûts et les contraintes opérationnelles propres à chacun des membres de la chaîne. Ces travaux devront permettre de capturer les défis du marché auxquels fait face l'industrie et les grandes orientations que doivent adopter les entreprises forestières pour demeurer compétitives sur l'échiquier mondial. Les modèles développés devront être accessibles, profitables et avoir des portées à court et à long terme, assurant une plus grande visibilité des activités de la chaîne de valeur. Ils devront finalement intégrer les principes fondamentaux du développement durable dans la gestion des activités de la chaîne de valeur forestière.

COORDINATION AND MANAGEMENT TOOLS FOR THE FOREST VALUE CHAIN

Wood is known as a sustainable material showing high strength even though it is a light material and low thermal expansion. Wood requires less energy and has less impact on the ecosystem than steel or concrete when it is processed, transported, and transformed.

The industry has a complex value chain, in which many forest product companies depend on each other while using the same natural resource. These companies have to process the wood in a sustainable way in order to create high-quality products, which retain the natural appeal and inherent characteristics of wood. Such a complex network involves advanced planning techniques that go beyond a simple rule of thumb. Harvesting, transportation, production, and sale operations are typically conducted by independent companies. As a result, planning decisions are based on local objectives and constraints that do not necessarily correspond to the value chain's needs and realities. Given such a decentralized system, it becomes crucial to develop and implement mechanisms that ensure an efficient use of the natural resource, the coordination of the different value chain operations, and the satisfaction of the customers' demand.

The main goal of this research is to develop coordination and management tools ensuring efficient synchronization of the forest activities enhancing the value chain as well as integrating market expectations and taking into account wood processing costs and operational constraints, to which all actors are subjected, throughout the chain. With these tools, the industry sector and forest companies' line of actions must take on the challenges raised by new market trends in a global market. The models developed should be accessible, profitable with a short- and long-term view, adding an improved visibility of operations throughout the value chain. Finally, they should also integrate the main principles of sustainable development to operations management of the forest value chain.



Nadia Lehoux

Professeure en génie industriel
Professor in industrial engineering

UTILISER DES DONNÉES FIABLES ET PRÉCISES DE PROFONDEUR DE GEL POUR AMÉLIORER LE TRANSPORT

Au Québec, il existe trois zones de transport couvrant chacune de larges territoires. Ces zones sont utilisées pour appliquer une réduction des charges permises sur les routes lors de la période de dégel (environ 60 jours). Diviser le territoire en plus petites zones devrait permettre de mieux tenir compte du climat et ainsi, potentiellement, réduire la durée de la période de restriction sans détériorer les infrastructures. De plus, d'autres provinces canadiennes et états américains octroient des primes de charges en période hivernale (OPCH) jusqu'à 22,5 %, alors que les particules du sol sont cimentées par le gel et que la route a alors une meilleure capacité portante. Cette étude vise à évaluer le gain possible si les journées de réduction de charge étaient basées sur des données plus précises. Des sondes positionnées sur un axe routier important ont été utilisées pour mesurer la profondeur de gel réelle et faire une gestion plus fine du transport avec la technologie.

Plus spécifiquement, l'objectif était de déterminer le gain éventuel en calculant le poids supplémentaire si tous les chargements atteignaient la limite autorisée. Trois scénarios ont été évalués : (i) sans changer les dates de dégel décrétées (étalon), (ii) en changeant les dates de restriction pour refléter les conditions de gel à différentes profondeurs soit 60 cm ou 80 cm, et (iii) en augmentant la charge maximale autorisée selon différents OPCH.

La base de données d'un partenaire incluant un historique de transport détaillé selon la date et la provenance des chargements a été utilisée. Il était ainsi possible de savoir si la charge devait être réduite à la suite du dégel ou augmentée selon un OPCH. Selon le type de remorque, le maximum autorisé était comparé avec le poids effectivement transporté afin d'en évaluer le potentiel de gains. Cette analyse fut ensuite effectuée avec les données des sondes de gel, en limitant les charges lors de dégel observé et enfin, lorsque le gel était au-delà de 60 ou 80 cm, d'appliquer des primes de charge hivernale entre 10 % et 22,5 %.

Un potentiel de gain important existe pour les entreprises québécoises par un meilleur suivi des conditions réelles avec des données précises et fiables. Une profondeur de gel moins restrictive et un OPCH plus fort permettent un potentiel de chargement supplémentaire, allant jusqu'à 16,26 % d'augmentation (mêmes camions-remorques, même saison). Des gains sont également possibles même sans OPCH.

USING MORE ACCURATE AND RELIABLE FROST DEPTH DATA TO IMPROVE TRANSPORTATION

In Quebec, there are three transport zones each covering large areas. These areas are used to apply a reduction of allowable loads on roads during the thaw period (about 60 days). Dividing the territory into smaller areas would expectedly better reflect the climate and potentially reduce the restriction period without damaging the infrastructure. In addition, other Canadian provinces and US states grant winter weight premium (WWP) up to 22.5%, while soil particles are cemented by frost and roads have a higher capacity. This study aims to evaluate the possible benefits gained if the load reduction period was based on more precise data. Sensors positioned on a major road were used to measure the actual frost depth as well as make a more precise transportation management with technology.

More specifically, the objective was to determine the expected gain by calculating the additional weight if all the loads reached their legal limit. Three scenarios were considered: (i) without changing the set thaw dates (baseline), (ii) by changing the restricted dates to reflect frost conditions at different depths, either at 60 or 80 cm, and (iii) by increasing the maximum load according to different WWP.

We used our partner's database, which includes a detailed transport history with the date and origin of each load. It allowed us to know if the load had to be reduced because of the thaw or could be increased according to a WWP. Depending on the trailer type, the maximum allowed weight was compared with the actual transported weight to identify the potential gains. This analysis was then applied to data using frost sensors, limiting the loads during observed thaw and finally when frost was beyond 60 or 80 cm, applying winter weight premium between 10% and 22.5%.

Quebec companies could potentially make significant gains by better monitoring the real conditions using accurate and reliable data. A less restrictive frost depth and a stronger WWP allow additional loading potential, up to a 16.26% increase (same truck configurations, same season). Gains are also possible without WWP.



Jean Bouchard

Diplômé au baccalauréat
Bachelor's graduate
jean.bouchard.6@ulaval.ca

OUTIL DE COORDINATION APPROVISIONNEMENT-PRODUCTION DANS UN CONTEXTE INCERTAIN

Lors de l'exploitation des ressources naturelles, il peut être difficile de connaître avec certitude la disponibilité de la matière première. En foresterie, plusieurs sources d'incertitude vont affecter l'efficacité de l'ensemble de la chaîne de valeur. Par exemple, les intempéries, les maladies et les feux de forêt sont difficiles à prévoir alors qu'ils ont un impact important sur les volumes disponibles. L'incertitude liée à la qualité des données utilisées pour prévoir les volumes de la matière première peut au contraire être facilement quantifiée et intégrée aux décisions. En adaptant des méthodes d'évaluation de la qualité des données d'autres industries, les décisions en approvisionnement-production pourraient être ajustées de façon à réduire l'impact de l'incertitude.

Ce projet consiste (i) à développer une méthode d'évaluation et de classification de la qualité des données adaptées à l'approvisionnement, (ii) à comprendre et évaluer l'impact de l'incertitude provenant des données sur les décisions de planification en approvisionnement et en production et enfin, (iii) à produire un outil de coordination approvisionnement-production pour aider les compagnies forestières à réduire l'impact de l'incertitude.

La méthode développée permet d'évaluer la qualité des données selon quatre dimensions : l'intégrité, la précision, l'actualité et la consistance. La qualité des données est utilisée pour modéliser différents scénarios d'incertitude pour chaque bloc de forêt. L'impact de l'incertitude des données a été évalué par rapport à l'approvisionnement des forêts et à la transformation en scierie à l'aide d'un modèle d'optimisation permettant de simuler les décisions de transport et de production.

Le modèle stochastique proposé pourra être joint à des outils de planification du séchage et du rabotage préalablement développés par FORAC et déployé en industrie. Ceci permettra d'optimiser la chaîne de valeur en considérant l'incertitude des données. Plusieurs mécanismes de coordination seront par la suite testés pour tenir compte d'une prise de décision décentralisée. Le processus de planification développé inclut l'incertitude des données dans les plans d'approvisionnement-production pour mener à des décisions plus fidèles à la réalité opérationnelle. L'incertitude est ainsi prise en compte à chaque processus de la chaîne de valeur forestière de façon à augmenter la faisabilité des plans de production.

SUPPLY-PRODUCTION COORDINATION TOOL FOR AGILE MANAGEMENT UNDER UNCERTAINTY

When exploiting natural resources, it can be difficult to know with certainty the availability of raw materials. In forestry, multiple uncertainty factors affecting the efficiency of the entire value chain are uncontrollable. These factors include weather changes, disease, and forest fire, which are difficult to predict and will have a major impact on the volumes available for production. However, uncertainty associated with the quality of data used to predict the volume of raw materials can be easily quantified and included into the decision process. Building on data quality assessment techniques in other sectors, supply and production decision-making could be adjusted to reduce the impact of uncertainty in the entire forest value chain.

This project aims (i) to develop a framework to quantify and classify the quality of data describing supply operations, (ii) to understand and assess the impact of this data uncertainty on supply and production planning decisions, and finally (iii) to produce a supply-production coordination tool to reduce the impact of data uncertainty on the forest value chain.

The method developed can be used to assess data quality on four dimensions: completeness, accuracy, timeliness, and consistency. Data quality is then used to model different uncertainty scenarios for each forest sector. We then use an optimization model, which simulates decisions made pertaining to transportation and production, to evaluate the impact of data uncertainty in relation to the forest supply and sawmill production.

The stochastic model will be linked to existing drying and planing models that were developed by FORAC and deployed in the industry. This will allow us to optimize the entire value chain while considering data uncertainty. Several coordination mechanisms will then be tested considering the decentralized decision-making process. The planning process developed includes data uncertainty in supply and production plans, thus leading to decisions that are more in line to the operational reality. The uncertainty is then taken into account at each set of operations in the forest value chain in order to increase the feasibility of production plans.



Vanessa Simard

Étudiante au doctorat
Doctoral student
vanessa.simard.4@ulaval.ca

CHAIRE INDUSTRIELLE DU CRSNG SUR LES SYSTÈMES D'APPROVISIONNEMENT FORESTIER INTELLIGENTS (SAFI)

Cette chaire reflète des besoins de recherche exprimés par nos partenaires industriels et pour lesquels des avancées scientifiques sont possibles. De manière générale, les activités proposées visent à améliorer la compétitivité de l'industrie canadienne des produits forestiers en améliorant les capacités du système d'approvisionnement forestier (SAF) afin de répondre à la demande de produits spécifiques dans de meilleurs délais. Des éléments clés doivent être en place pour améliorer cette capacité, et ceux-ci sont principalement liés à l'interconnexion de la forêt et de ses données dans une chaîne de valeur mondialisée.

Le premier objectif de la chaire est de fournir des instructions claires sur les moyens de connecter les données et de générer des informations fiables à partir de différents composants du SAF. Les technologies habilitantes de l'Industrie 4.0 doivent être adaptées à notre environnement. Une adaptation ciblée à nos conditions de fonctionnement est nécessaire pour approvisionner efficacement une industrie de produits forestiers innovante. Le deuxième objectif est d'améliorer la prévisibilité et la visibilité en connectant les multiples sources de données entre la forêt et l'usine. La coordination et le partage d'informations provenant des opérations sylvicoles dans les forêts publiques et sur les terres privées, pour répondre à la demande des usines, en sont des éléments clés. Le troisième objectif est de concevoir un système intelligent, comprenant des modèles de collaboration au niveau régional pour améliorer la capacité de production et l'agilité. La recherche proposée vise donc à fournir aux praticiens des outils d'aide à la décision permettant d'améliorer les données brutes provenant des opérations sur le terrain en les interconnectant aux modèles et algorithmes de la chaîne de valeur forestière.

Plusieurs des défis associés au développement de systèmes d'approvisionnement interconnectés et intelligents nécessiteront une connaissance approfondie des opérations forestières ainsi qu'une expertise dans des domaines tels que l'informatique et le génie logiciel, le génie mécanique et industriel, l'analyse de données et la recherche opérationnelle. Cette chaire industrielle contribuera ainsi à former des ingénieurs forestiers dont les compétences sont en forte demande dans l'industrie.

NSERC INDUSTRIAL CHAIR FOR SMART SUPPLY SYSTEMS WITHIN THE CONNECTED FOREST VALUE CHAIN

This chair reflects the research needs expressed by our industrial partners and for which scientific advances can be made. In broad terms, the proposed activities aim to improve competitiveness of the Canadian forest product industry by improving the wood supply system (WSS) capabilities to fulfill specific product demand in a timely fashion. Key elements need to be in place to enhance this capability, which mostly pertains to interconnecting the forest and forest data to the global value chain.

The first objective of the chair is to provide clear directions on the means to connect accurate data and generate reliable information from different components of the WSS. Industry 4.0 enabling technologies have to be integrated in ways that correspond to our forest environment. Purpose-oriented adaptation to our distinctive operating conditions is required for the WSS to be the reliable supplier of an innovative forest products industry. The second objective is to improve predictability and visibility by connecting multiple data sources from the forest to the mills. Coordination and information sharing from the silvicultural operations both in public forests and on private lands, to fulfill the mills' demand will be key elements to reach this objective. The third objective is to engineer a smart system, including regional level collaboration models to enhance production capacity and agility. The proposed research therefore aims to provide WSS practitioners with tools for decision support where raw data from field operations is enhanced by interconnecting it to forest value chain models and algorithms. New knowledge will emerge and help improve the competitiveness of the forest value chain.

Many challenges associated with the development of an interconnected and smart wood supply system will require in-depth knowledge of forest operations as well as expertise in areas such as computer and software engineering, mechanical and industrial engineering, data analysis, and operations research. This industrial chair will help train forest engineers with skills in high demand by the industry.



Luc LeBel

Professeur en sciences forestières
Professor in forest sciences

AMÉLIORER LE SYSTÈME D'APPROVISIONNEMENT FORESTIER POUR INDUSTRIE PLUS PERFORMANTE

L'environnement forestier pose d'importants défis pour la réalisation des opérations industrielles. Les conditions de travail difficiles, la variabilité naturelle des arbres et du terrain, la pénurie de main-d'œuvre et les nombreuses sources de variation ont une incidence négative sur les performances du système d'approvisionnement forestier (SAF). Un obstacle important aux améliorations est le manque de données complètes et fiables des forêts sur pied et des données spécifiques au processus liées à la production et à la qualité des produits tout au long du SAF. Les ordinateurs de bord offrent la possibilité de collecter des données sur les attributs des tiges et des billes qui pourraient améliorer la planification et le contrôle des opérations, ainsi que la précision de l'inventaire forestier national.

Ce programme de recherche vise à fournir à l'industrie forestière canadienne des connaissances, des méthodes et des outils novateurs pour améliorer sa compétitivité. Il se concentre sur les activités et les processus du SAF situé en amont des usines de transformation du bois. Ce programme de recherche se concentrera sur trois projets principaux : (1) l'acquisition de données et systèmes d'information, (2) la gestion de la production et de la qualité dans les opérations forestières, et (3) la productivité des opérations en forêt.

En améliorant l'acquisition, la gestion et la valorisation des données de la chaîne d'approvisionnement forestier, ce programme de recherche vise à améliorer (i) la planification et le contrôle des opérations, (ii) la qualité des produits et (iii) la productivité des activités et des processus en forêt. Notre recherche sera appuyée par une équipe multidisciplinaire de chercheurs en génie forestier, en génie industriel et en informatique. Nos méthodologies reposent sur la modélisation de processus, les méthodes de la recherche opérationnelle et les statistiques. Une collaboration étroite avec nos partenaires industriels est au cœur de notre approche, car ils fourniront des sites, des données et des installations pour des études de cas et des expérimentations. Cette initiative contribuera à la modernisation du domaine du génie forestier au Canada.

IMPROVING WOOD SUPPLY SYSTEM FOR A MORE COMPETITIVE FOREST PRODUCT INDUSTRY

The forest environment poses significant challenges to conduct industrial operations. Difficult working conditions, natural variability of trees and terrain, labour shortages, and many sources of variation negatively affect the performance of the wood supply system (WSS). A major disincentive to improvement is the lack of complete and reliable data for standing forests, production processes, and product quality throughout the WSS. Onboard computers provide an opportunity to collect data on stem and log attributes that could improve planning and operation control, as well as the accuracy of the national forest inventory.

This research program aims to provide the Canadian forest industry with knowledge, methods, and innovative tools to improve its competitiveness. It focuses on activities and processes of the WSS located upstream of the wood processing mills. This research program will focus on three main projects: (1) data and information systems, (2) production and quality management in forest operations, and (3) in-wood process productivity.

By improving the wood supply chain data acquisition and management, this research program aims to improve (i) operation planning and control, (ii) product quality and (iii) enhancing in-wood activities and process productivity. Our research will be supported by a multidisciplinary team of researchers and students from forest engineering, industrial engineering, and computer science. Our methodologies rely on process modelling, operation research methods, and statistics to gather better knowledge from (and for) the forest operations as the key actors of the wood supply system. The close involvement of industrial partners is central to our approach as they will provide sites, data, and facilities for case studies and experimentations. This initiative will contribute to the modernization of the forest engineering field in Canada.



Daniel Beaudoin

Professeur en opérations forestières
Professor in forest operations

MOBILISER PLUS DE BOIS DES FORÊTS PRIVÉES PAR UNE COORDINATION DES SYSTÈMES DE PRODUCTION

En 2018, la forêt privée a livré 6,4 millions de mètres cubes (Mm³) de bois aux usines de produits forestiers et 1,8 Mm³ pour la production de bois de chauffage. Sur une possibilité forestière de 16,7 Mm³, cela représente 49,1 %. En forêt publique, 24,1 Mm³ ont été récoltés sur une possibilité forestière de 30,2 Mm³ pour 2015-2016 représentant plutôt 79,8 %. Face à ce constat, et considérant l'existence de plusieurs conditions favorables telles qu'un réseau de chemins forestiers développé et une proximité avec les usines, une plus grande mobilisation de bois des forêts privées mérite d'être investiguée.

L'approvisionnement des usines est un enjeu qui prendra de plus en plus d'ampleur dans les prochaines années compte tenu de la croissance des besoins en fibre. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) vise par son plan national d'action sur la mobilisation des bois en forêt privée ainsi que par sa stratégie nationale de production de bois à encourager une augmentation des volumes récoltés des forêts privées de manière à répondre correctement à la demande de l'industrie.

L'enjeu est complexe et peut être traité de plusieurs façons. Ce projet de maîtrise analysera la chaîne de valeur et les moyens logistiques permettant d'augmenter la performance des systèmes de production de la forêt privée. La revue de littérature a permis de déterminer qu'il n'existe pas de publication scientifique en lien avec la logistique ou la mobilisation de bois en forêt privée au Québec. En contraste, certains pays observent déjà le fruit des efforts consacrés à la mise en place de mesures de mobilisation. En Autriche, par exemple, l'amélioration des procédés d'approvisionnement par l'implantation de mécanismes de coordination et la consolidation des opérations a permis, en 40 ans, d'augmenter le volume mobilisé de leurs forêts privées de 50 %.

Après quatre mois de recherche, quelques moyens porteurs ont été identifiés tels que l'utilisation de cours de transit, l'augmentation de retours en charges et la coordination des opérations de récolte. Pour la suite du projet, les approches ayant le plus de potentiel seront sélectionnées et intégrées dans une étude de cas. La méthode d'analyse envisagée sera de modéliser une chaîne de valeur régionale grâce à un outil d'aide à la décision.

INCREASING WOOD MOBILIZATION FROM PRIVATE FORESTS BY COORDINATING PRODUCTION SYSTEMS

In 2018, private forest land has delivered 6.4 million cubic meters (Mm³) of timber to primary processing plants and 1.8 Mm³ was produced as firewood. It represents 49.1% of an annual allowable cut of 16.7 Mm³. In comparison, 24.1 Mm³ was harvested in public forests where the annual allowable cut was of 30.2 Mm³ in 2015–2016, which represent 79.8%. In light of these findings, and considering the existing favourable conditions such as the existence of a well-developed road network, and the proximity of processing plants, a higher level of wood mobilization from private forests deserves our interest.

Supplying processing plants is a challenge that will grow in importance in the future considering their increasing timber demand. The *ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs* (MFFP) aims, through its national action plan on wood mobilization in private forests and national wood production strategy, to encourage higher harvest levels in private forests for adequately answering industrial demand.

The issue is complex and could be addressed in many ways. This master project will analyze the value chain and the logistical means for improving the performance of production systems in private forests. Our literature review revealed that there is no published scientific research on logistics or wood mobilization from private forests in Quebec. Meanwhile, some countries already observe the results of their efforts in regards to the establishment of mobilization measures. For example, in Austria, supply chain process optimization through the implementation of coordination mechanism and the consolidation of operations increased wood mobilization by 50% over a span of 40 years.

After four months of research, we identified a few promising means such as the use of transit yards, for increasing backhauls and improving the coordination harvesting operation. Next, we will select and integrate in a case study the best solutions. The analysis will imply modelling a regional value chain through a decision support tool.



Minh Le

Étudiant à la maîtrise
Master Student
minh.le.1@ulaval.ca



**NSERC
CRSNG**



**UNIVERSITÉ
LAVAL**



Forêts, Faune
et Parcs



CONSORTIUM DE RECHERCHE FORAC

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