



INFO FORAC

2025



LAU-1334

8 h 15 Accueil des participants

8 h 45 **Mot de bienvenue**
Luc LeBel, directeur de FORAC9 h 00 **Plateforme de traçabilité pour soutenir l'industrie à se conformer à l'EUDR**
Pedro Eboli, professionnel de recherche, FORAC & Sylvain Labbé, président-directeur général, QWEB9 h 45 **CaroPlan : Planification stratégique accessible en toute simplicité**
Alexandre Morneau, professionnel de recherche, FORAC & Denis Thibault, ingénieur forestier, Direction de la planification forestière, de la géomatique et de l'aménagement intégré, MRNF

10 h 30 PAUSE-SANTÉ

LAU-1334

11 h 00 **Julien St-Louis**
Suivi d'une flotte d'entrepreneurs forestiers à l'aide d'un tableau de bord mettant à contribution des outils de la foresterie numérique11 h 30 **William Tardif**
Benchmark sur la productivité des systèmes de récolte du Québec

LAU-1415

11 h 00 **Zahra Homayouni**
Tactical Optimization Model for Feedstock Deliveries in the Pulp and Paper Supply Chain11 h 30 **Louis Duhem**
Coordination des décisions de pricing et de sciage avec l'optimisation et l'apprentissage

12 h 00 DÎNER

LAU-1334

13 h 00 **Caroline Bennemann**
Évaluation du tronçonnage mécanisé de feuillus : présentation d'un optimisateur et influence de la complexité des spécifications13 h 30 **Sara Ahmadi**
Exploring Salvage Logging Practices After Fire: Quantitative Insights and Comparative Perspectives from Quebec's Forests (2013-2023)14 h 00 **Jade Mayrand**
Moyens collaboratifs pour améliorer la capacité de production des systèmes d'approvisionnement forestier

LAU-1415

13 h 00 **Olivier Gamache**
Exposer l'invisible : Émulation du temps d'exposition pour l'analyse comparative hors ligne des algorithmes de vision13 h 30 **Vincent Grondin**
La vision par ordinateur pour classifier 175 espèces d'arbres du Québec14 h 00 **Anthony Deschênes**
Surveillance acoustique pour une meilleure maîtrise opérationnelle sur les équipements de transformation du bois

14 h 30 PAUSE-SANTÉ

LAU-1334

15 h 00 **Wood Supply Chain Challenges, Opportunities, and Applied Research in the US South**
Chad Bolding, professor and Langdale chair, University of Georgia16 h 00 **Retour sur la journée et remerciements suivi d'un 4@6 social au Pub Universitaire**

ÉVOLUER VERS UNE PERFORMANCE DURABLE !

L'évolution est un processus essentiel à la préservation et à la survie en réponse aux transformations d'un environnement en constante mutation. Dans le secteur forestier, la capacité à évoluer est cruciale pour faire face à des enjeux complexes et interconnectés tels que les changements climatiques, les fluctuations du marché et les attentes sociétales grandissantes.

Avec sa cinquième programmation de recherche, FORAC démontre sa capacité à évoluer au rythme de la société. En tant qu'intermédiaire entre les sciences fondamentales et les réalités industrielles, notre mission est claire : accompagner nos partenaires dans cette nécessaire évolution pour anticiper les défis et identifier des solutions.

Inspirés par les principes de l'industrie 4.0, nous développons des actions de recherche axées sur des leviers essentiels : la science des données, l'optimisation des réseaux logistiques et des solutions novatrices pour une adaptation durable. Ces initiatives visent à répondre aux transformations sociales et environnementales tout en renforçant la résilience et la compétitivité de l'industrie forestière.

Cette édition de l'Info-FORAC met justement en lumière des travaux de recherche en cours ou récemment achevés. Couvrant nos trois grands axes de recherche, ces projets touchent l'intelligence artificielle, la logistique, et l'adaptabilité des systèmes de production aux changements climatiques et sociétaux. À travers ces contributions, nous démontrons notre engagement envers un secteur forestier durable, connecté et performant.

EVOLVING TOWARDS SUSTAINABLE PERFORMANCE!

Evolution is an essential process for preservation and survival in response to the transformations of a constantly changing environment. In the forestry sector, the ability to evolve is crucial to face complex and interconnected issues such as climate change, market fluctuations and growing societal expectations.

With its fifth research program, FORAC demonstrates its ability to keep up with the changing society. As an intermediary between fundamental science and industrial realities, our mission is clear: supporting our partners in this necessary evolution to anticipate challenges and identify solutions.

Inspired by the principles of Industry 4.0, we are developing research initiatives focused on key levers: data science, logistics network optimization and innovative solutions for sustainable adaptation. These initiatives aim to respond to social and environmental transformations while strengthening the resilience and competitiveness of the forest industry.

This edition of FORAC-News highlights research projects that are currently underway or have recently been completed. Covering our three main research areas, these projects focus on artificial intelligence, logistics, and the production system adaptability to climate and societal changes. Through these contributions, we demonstrate our commitment to a sustainable, connected, and performing forestry sector.



Luc LeBel

Directeur

Director

luc.lebel@ulaval.ca

PERFORMANCE DES OPÉRATIONS DE RÉCUPÉRATION DE BOIS BRÛLÉS

Les feux de forêt sont l'une des plus grandes menaces des forêts canadiennes. Or, en raison du changement climatique, leur fréquence pourrait s'intensifier dans l'avenir. Il devient donc crucial d'adapter les pratiques de gestion forestière pour protéger l'industrie forestière. Une des pratiques essentielles est la récupération de bois brûlés. Celle-ci s'inscrit dans une démarche de gestion durable des forêts afin de limiter les pertes économiques. À cet effet, le Bureau de mise en marché des bois (BMMB) offre des aides financières pour compenser les coûts supplémentaires engendrés par cette récupération de bois allant de la forêt jusqu'à l'usine. Cependant, peu de données sont disponibles, et des mises à jour sont également nécessaires pour justifier ces aides.

Les objectifs de ce projet consistent (i) à évaluer la productivité de l'abatteuse-façonneuse en fonction des classes de brûlage, (ii) à évaluer le taux de récupération des bois en fonction de la sévérité du feu et (iii) à évaluer la productivité des abatteuses-façonneuses en fonction des classes de brûlage à partir de l'exploitation de données massives d'ordinateurs de bord.

La méthode repose principalement sur la réalisation d'inventaires sur le terrain, complétés par des études de temps-mouvement, ainsi que sur l'analyse des données issues des ordinateurs de bord des machines. Le graphique ci-dessous présente un aperçu préliminaire de la productivité en fonction du volume moyen sur pied selon les différentes classes de brûlage. Celui-ci montre des productivités élevées dans les parcelles brûlées.

Les prochaines étapes du projet se poursuivront par des analyses statistiques pour déterminer s'il y a une différence significative dans la productivité au niveau des différentes classes de brûlage, suivies de l'élaboration d'équations de régression.

BURNT WOOD RECOVERY OPERATION PERFORMANCE

Forest fires are one of the greatest threats to forests in Canada. Forest fires may become more frequent in the future because of climate change. It is crucial to adapt forest management practices to protect the forest industry. Burnt wood recovery is one of many essential practices. This practice is part of a sustainable forest management approach to limit economic losses. The BMMB (Bureau de mise en marché des bois) provides financial assistance to offset additional costs incurred by burnt wood recovery from the forest to the mill. Little data is available, however, and updates are also needed to prove that financial assistance is needed.

The project objectives are to (i) evaluate harvester productivity in light of burning categories, (ii) evaluate the wood recovery rate in light of fire severity, and (iii) evaluate harvester productivity in light of burning categories using massive on-board computer data.

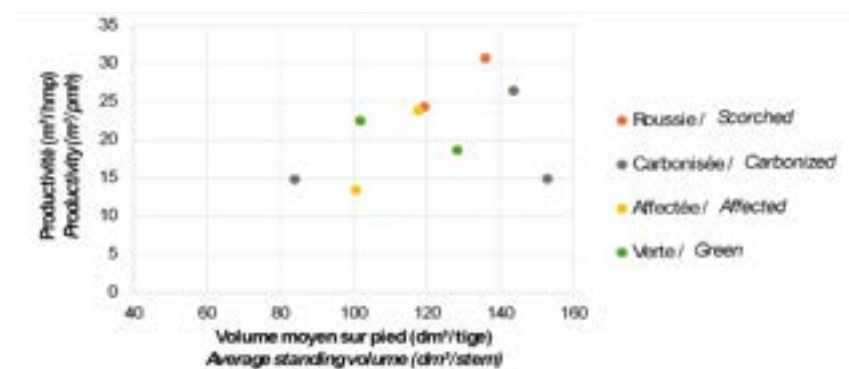
The method is based mainly on field inventories supplemented by time-motion studies and data analysis from machine on-board computers. The graph below provides a preliminary overview of productivity based on average standing volume for the various burning categories and brings high productivity in burned plots to light.

The next project stages will continue with statistical analysis to determine whether there is a significant difference in productivity among the various burning categories. This will be followed by the development of regression equations.



Jessica Solofonirina Ramaroson

Étudiante au doctorat
Doctoral Student
jessica.solofonirina-ramaroson.1@ulaval.ca



OUTILS D'IA POUR LA DÉLIMITATION AUTOMATISÉE DES UNITÉS SPATIALES DE GESTION FORESTIÈRE

Le processus de planification de l'aménagement forestier au Québec est une tâche complexe qui nécessite de concilier des facteurs écologiques, sociaux et économiques. Élaborer un plan spatial global pour relever ces défis interconnectés est crucial afin d'atteindre des résultats durables. Le gouvernement a adopté et mandaté une forme d'organisation spatiale appelée COS (compartiments d'organisation spatiale) pour faciliter cette planification.

Les COS sont des subdivisions des unités d'aménagement qui visent à regrouper les coupes en imitant les schémas de perturbation post-incendie. L'objectif est de maintenir un équilibre entre les peuplements matures et jeunes tout en préservant des habitats contigus pour la faune. Cette organisation spatiale influence les possibilités forestières ainsi que la densité des chemins d'exploitation forestière. Par conséquent, la délimitation des COS a un impact direct sur l'approvisionnement en bois et sur les coûts des opérations forestières. Cependant, les gestionnaires forestiers effectuent principalement cette tâche manuellement. Nous supposons qu'un grand nombre de configurations différentes des COS devraient être évaluées pour une unité d'aménagement forestier donnée afin de déterminer la configuration spatiale optimale. Une telle configuration permettrait de maximiser les possibilités forestières tout en répondant aux objectifs sociaux et écologiques. Nous proposons une approche d'apprentissage automatique pour automatiser en partie le processus de délimitation des frontières des COS. Cette méthode respectera les directives des COS définies par le ministère.

Cette méthode est particulièrement utile pour s'adapter à une fréquence accrue des perturbations induites par le changement climatique. Elle permet aux praticiens de développer rapidement des plans alternatifs lorsque des perturbations naturelles compromettent les blocs de récolte. Enfin, cette recherche proposera une approche rationalisée et axée sur les données pour relever les défis complexes associés à la planification spatiale forestière grâce à une approche d'apprentissage automatique.

AI TOOLS FOR AUTOMATED DELINEATION OF FOREST OPERATIONS UNITS

Quebec's forest management planning process is a complex task that must balance ecological, social, and economic factors. Developing a comprehensive spatial plan to tackle these interconnected challenges is crucial for achieving sustainable outcomes. The government has adopted and appointed a form of spatial organization known as COS (compartments of spatial organization) to facilitate this planning.

COS are management unit subdivisions that agglomerate cuts by emulating post-fire disturbance patterns. The objective is to balance old growth and young stands while maintaining contiguous habitats for wildlife. This spatial organization influences annual allowable cut and the density of logging roads; consequently, COS delineation directly impacts wood supply and cost of forest operations. Forest managers perform this task manually most of the time, however. We expect that many COS configurations should be evaluated for a given forest management unit to determine the optimal spatial configuration. Such a configuration would maximize annual allowable cut while meeting social and ecological goals. We have proposed a machine learning approach to partly automate the COS boundary delineation process. This method will abide by COS guidelines set by the Ministère.

This method is particularly useful for adapting to higher frequency of disturbances induced by climate change. The method enables practitioners to quickly develop alternative plans when natural disturbances disrupt harvest blocks. Through a machine-learning approach, this research will offer a streamlined and data-driven approach to tackle complexities associated with spatial forest planning.



Bibek Subedi

Étudiant au doctorat
Doctoral Student
bisub@ulaval.ca

DONNÉES DE SCIENCE CITOYENNE POUR LA SEGMENTATION UAV DES FORÊTS EN RÉGÉNÉRATION

Les forêts naturelles sont souvent confrontées à des perturbations importantes, telles que des incendies de forêt ou les activités humaines comme l'exploitation forestière. Ces événements ont un impact sur la capacité d'une forêt à se régénérer, ce qui nécessite une surveillance continue afin de hiérarchiser les efforts de régénération. Pour effectuer ce suivi à grande échelle, il est nécessaire de recourir à la photo-interprétation. L'automatisation de ce processus, à l'aide de l'intelligence artificielle, est toutefois difficile, car elle nécessite une grande quantité de données annotées, ce qui est coûteux et laborieux.

Dans ce projet, nous avons cherché à atténuer ce problème de création de données annotées. À cet effet, nous avons collecté plus de 10 000 images de drones à basse altitude (3 à 5 mètres) dans les zones de post-dérangement, avec une distance d'échantillonnage au sol (GSD) de 1 mm. Ces images à haute résolution ont permis d'exploiter les données de science citoyenne d'une plateforme appelée iNaturalist. Les images soumises à cette plateforme par des personnes de manière volontaire ont une apparence similaire à celles de nos drones, car elles sont prises par des téléphones portables à une distance proche. Nous avons utilisé plus de 200 000 images d'iNaturalist pour entraîner un classificateur d'images sur 26 classes différentes. Ensuite, en faisant glisser ce classificateur sur les images de nos drones, nous avons obtenu une forme rudimentaire de photo-interprétation appelée pseudo-étiquettes. Ces pseudo-étiquettes ont ensuite été utilisées pour entraîner un modèle de segmentation sémantique approprié, c'est-à-dire pour effectuer une photo-interprétation automatique. Grâce à cette méthode, nous avons généré plus de 140 000 images auto-étiquetées.

Nos résultats montrent que l'entraînement sur des images pseudo-étiquetées est presque deux fois plus efficace que l'utilisation de 70 images annotées manuellement. Plus précisément, notre score F1, qui mesure l'exactitude des prédictions de catégories, était de 43,82 %, contre 26,83 % avec l'approche traditionnelle des images annotées manuellement. Dans l'ensemble, nous pensons avoir développé une solution évolutive et rentable pour la surveillance des forêts après perturbation en nous concentrant sur la réduction du besoin de données annotées coûteuses tout en optimisant la précision de nos modèles prédictifs.

CITIZEN SCIENCE DATA FOR UAV REGENERATION FOREST SEGMENTATION

Natural forests frequently face significant disturbances such as wildfires and human activities such as logging. These disturbances impact a forest's ability to regenerate, requiring continuous monitoring to prioritize regeneration efforts. Photointerpretation is needed to carry out this large-scale monitoring. However, automating this process with artificial intelligence is difficult because it requires a large amount of annotated data that is expensive and labour-intensive.

In this project, we sought to rectify the problem of creating annotated data. We collected over 10,000 UAV images at low altitudes (3 to 5 metres) in post-disturbance zones with a ground sampling distance (GSD) of 1 mm. These high-resolution images made it possible to use citizen science data from a platform called iNaturalist. The images citizens displayed on this platform were similar to our drone images, as they were captured by cellphones at a close distance. We used over 200,000 iNaturalist images to train an image classifier on 26 various classes. By sliding this classifier over our drone images, we obtained a crude form of photointerpretation called pseudo labels. These pseudo labels were used to train the appropriate semantic segmentation model, i.e., to perform photointerpretation automatically. Through this method, we were able to generate over 140,000 auto-labelled images.

Our results showed that training on pseudo-labelled images was nearly twice as efficient as using 70 manually annotated images. More specifically, our F1 score, that measures how accurately we predict categories, was 43.82%, as opposed to 26.83% with the traditional manually labelled image approach. Overall, we believe that we have developed a scalable and cost-effective solution for post-disturbance forest monitoring, putting emphasis on reducing the need for costly annotated data while optimizing the accuracy of our predictive models.



Kamyar Nasiri

Étudiant à la maîtrise
Master's Student
kamyar.nasiri.1@ulaval.ca

DÉTECTION DU GRAPPIN D'UNE CHARGEUSE À L'AIDE D'UNE CAMÉRA STÉRÉO

En foresterie, comme dans de nombreuses industries, l'automatisation a le potentiel d'améliorer l'efficacité. Les avancées en intelligence artificielle permettent désormais l'automatisation d'un nombre croissant de tâches lorsque les données adéquates sont disponibles. La détection précise de la position et de l'orientation du grappin d'une chargeuse fournit des données précieuses sur les processus opérationnels, données qui peuvent ensuite soutenir l'automatisation de certaines tâches.

L'objectif de ce projet est de déterminer la position du grappin d'une chargeuse avec six degrés de liberté de manière aussi précise et robuste que possible. Pour y parvenir, une étude comparative évaluera la performance de trois techniques : le suivi d'objet par réseau de neurones sans affinement, le suivi d'objet par réseau de neurones avec affinement, et le recalage dans un nuage de points en utilisant l'algorithme ICP (Iterative Closest Point). La chargeuse instrumentée de FPIInnovations capture des images des mouvements du grappin ainsi que sa position, et la caméra montée sur la grue, avec ses deux points de vue, permet la reconstruction d'un nuage de points. Ces données serviront à évaluer l'efficacité de chaque méthode.

Jusqu'à présent, les évaluations se sont concentrées sur le réseau de neurones sans affinement. Les résultats montrent que, bien que cette technique soit précise, elle manque de robustesse. L'état de l'art pour cette technique utilisent à la fois des images et des données du nuage de points pour améliorer la localisation de l'objet. Cependant, le recours au nuage de points présente des limitations, car sa source de données, une caméra stéréo, perd en précision en fonction du carré de la distance à l'objet, rendant cette technique très sensible aux perturbations dans les images. Lorsque la position estimée s'éloigne trop de la position réelle, il devient difficile de recouvrir de cette erreur. Pour des raisons similaires, le recalage par ICP dans le nuage de points ne devrait probablement pas offrir une performance optimale. En revanche, le suivi d'objet par réseau de neurones avec affinement semble très prometteur, car il permet d'entraîner un réseau qui fonctionne indépendamment des données du nuage de points.

DETECTING A FORWARDER GRAPPLE WITH A STEREO CAMERA

Like many industries, automation has the potential for improving efficiency in forestry. Advances in artificial intelligence now enable automation in an increasing number of tasks when suitable data is available. Accurately detecting the position and direction of a loader grapple provides valuable data on operational processes that can subsequently support the automation of some tasks.

The objective of this project is to determine the position of a loader grapple with six degrees of freedom as accurately and robustly as possible. This will be done by conducting a comparative study to evaluate the performance of three techniques: object tracking via neural networks without fine tuning; object tracking via neural networks with fine tuning; and point cloud registration using the Iterative Closest Point (ICP) algorithm. The FPIInnovations instrumented loader captures images of the grapple's movements and its position; the crane-mounted camera's dual viewpoints enable point cloud reconstruction. This data will be used to assess the efficiency of each method.

Evaluations have placed emphasis on the neural network without fine tuning thus far. Although this technique is precise, results show that it lacks robustness. To enhance object localization, current leading methods for this technique use images and point cloud data. However, the point cloud has its limitations because the cloud's data source—a stereo camera—loses accuracy in relation to the square from the distance to the object, which makes this technique highly sensitive to image disturbances. When the estimated position deviates too far from the actual position, it becomes difficult to recover from this error. Similarly, ICP registration within the point cloud is unlikely to yield optimal performance. Object tracking through a neural network with fine tuning, however, seems highly promising because a network can be trained and operated irrespective of the point cloud data.



William Larrivée-Hardy

Étudiant à la maîtrise
Master's Student
wilah@ulaval.ca

GESTION DES FLUX DE BOIS POUR AMÉLIORER LA PRÉCISION DES LIVRAISONS

La planification de l'approvisionnement en bois est un défi majeur pour l'industrie forestière. Elle se caractérise par des facteurs d'incertitude élevés qui affectent l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement, notamment les changements météorologiques, la diversité naturelle des forêts, les erreurs dans les inventaires forestiers et la fluctuation de la demande du marché. Ces facteurs rendent difficile la synchronisation des livraisons de matières premières avec les plans de production des scieries et les commandes des clients.

Ce projet vise (i) à développer un cadre pour identifier des stratégies de gestion des flux de bois afin d'aligner les engagements de vente avec l'approvisionnement en bois disponibles dans un délai de livraison prévisible, (ii) à évaluer les moyens de flexibilité dans la capacité du parc de transport, et enfin, (iii) à analyser et à améliorer la flexibilité dans la capacité des équipes de récolte à ajuster le flux à la demande de l'usine.

La revue de littérature a permis d'identifier les stratégies opérationnelles et managériales disponibles pour contrôler le flux de bois et le délai de livraison. Dans la deuxième phase, un modèle d'optimisation basé sur la programmation linéaire en nombres entiers mixtes (PLNE) est développé, simulant les décisions de transport et de production dans un contexte d'incertitude de l'approvisionnement. La troisième phase permet d'ajouter les décisions de récolte au modèle de simulation afin de créer un outil d'approvisionnement en bois complet et de rendre le système flexible.

L'incertitude de l'approvisionnement sera gérée au moyen d'un modèle d'optimisation robuste conçu pour gérer la variabilité en fournissant des solutions optimales même dans les pires scénarios de disponibilité de bois ce qui permet de prendre des décisions en connaissance de cause. Le fait de considérer les décisions de transport et de récolte comme les principales fonctions d'approvisionnement dans des scénarios d'approvisionnement instables permettra à l'organisation de mieux choisir ses engagements de vente et à mieux les respecter. Le projet mènera ainsi à de meilleurs profits pour l'entreprise.

MANAGING WOOD FLOW TO IMPROVE DELIVERY PRECISION

Wood procurement planning is a major challenge for the forest industry. This planning is characterized by high uncertainty factors that affect supply chain efficiency, including changing weather patterns, natural diversity of forests, errors in forest inventories, and fluctuating market demand. These factors make it hard to synchronize raw material deliveries with sawmill production plans and customer orders.

This project aims to (i) develop a framework to identify wood flow management strategies and align sales commitments with available log supply in a predictable delivery time, (ii) assess flexibility means in transportation fleet capacity, and (iii) analyze and improve flexibility in the ability of harvesting teams to adjust throughput at the request of mills.

After reviewing the literature, we have identified operational and managerial strategies available for controlling wood flow and delivery lead time. In the second phase, an optimization model based on mixed integer linear programming (MILP) has been developed, simulating transportation and production decisions in the context of supply uncertainty. The third phase added harvesting decisions to the simulation model to create a comprehensive wood procurement tool and make the system flexible.

Supply uncertainty will be managed through a robust optimization model. This model is designed to handle variability by providing optimal solutions, including worst-case scenarios of log availability, making it possible to make informed decisions. Considering transportation and harvesting decisions as key procurement functions in unstable supply scenarios will allow the organization to better select and meet its sales commitments. The project will then lead to better profits for the company.



Niloofar Jahani

Étudiante au doctorat
Doctoral Student
niloofar.jahani.1@ulaval.ca

LE POTENTIEL DES CAMIONS ÉLECTRIQUES À BATTERIE POUR LE TRANSPORT FORESTIER

L'électrification du transport forestier est un domaine de recherche en plein essor, car elle est vitale pour la transition énergétique. Les modèles de consommation de carburant fournissent des renseignements en utilisant des données basées sur la charge utile, les conditions météorologiques et la topographie de la route. Cela permet de déterminer les exigences techniques en matière d'infrastructure de recharge et de technologies de batterie qui fournissent aux propriétaires de flottes forestières un cadre décisionnel non seulement pour le type de technologie à choisir, mais aussi pour l'amélioration de l'efficacité opérationnelle.

L'objectif de cette étude est de quantifier les économies de carburant réalisées grâce aux remorques électriques et de contextualiser les résultats des essais physiques sur des routes asphaltées pour différents profils de pente. Dans cette recherche, un prototype de remorque hybride électrique a été conçu et testé par FPIInnovations. En utilisant la vitesse et la pente comme variables indépendantes, nous avons d'abord proposé un modèle de régression linéaire pour obtenir la consommation globale de diesel. Ensuite, nous avons déterminé l'énergie électrique correspondant aux différentes pentes du moteur. La consommation globale de carburant a été estimée comme la différence entre la consommation totale de diesel et la consommation électrique. Finalement, en utilisant cette méthodologie, nous avons proposé une stratégie opérationnelle caractérisée par un mécanisme de contrôle basé sur des règles. Ce mécanisme utilise les informations routières pour déterminer les besoins énergétiques.

Les essais physiques SAE J1321 effectués sur le camion ont montré qu'un groupe motopropulseur hybride parallèle pouvait économiser jusqu'à 13% de carburant. Pour le cycle de conduite testé, lorsque le camion instrumenté fonctionne uniquement en mode diesel, la consommation observée est de 72 litres/100 km. En mode diesel et électrique, le camion a consommé 63 litres/100 km.

THE POTENTIAL OF BATTERY-ELECTRIC TRUCKS IN FOREST TRANSPORTATION

Forest transport electrification is a rapidly growing area of research as it is vital for energy transition. Fuel consumption models provide information using data based on payload, weather conditions, and road topography. These models determine the technical requirements for charging infrastructure and battery technologies that not only provide forest fleet owners with a decision-making framework for the type of technology to choose but also improve operational efficiency.

The objective of this study is to quantify savings in fuel consumption as a result of electric trailers and contextualize findings from physical tests on paved cement asphalt roads for various slope profiles. In this research, a prototype hybrid electric trailer was designed and tested by FPIInnovations. Using speed and slope as independent variables, we proposed a linear regression model to obtain overall diesel consumption. We then determined the electrical energy corresponding to a variety of slopes from the motor. Overall fuel consumption was calculated as a difference between total diesel consumption and electric consumption. Using this methodology, we proposed an operational strategy characterized by a rule-based control mechanism. This mechanism used road information to determine the overall energy requirements.

SAE J1321 physical tests conducted on the truck demonstrated that a parallel hybrid powertrain could save up to 13% of fuel. With respect to the tested drive cycle whenever the instrumented truck operated only in diesel mode, observed consumption was 72 L/100 km. The truck consumed 63 L/100 km in diesel and electric mode.



Rahul Iyer

Étudiant au doctorat
Doctoral Student
rahul.iyer.1@ulaval.ca

OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LE TRANSPORT MULTIMODALE EN APPROVISIONNEMENT FORESTIER

Un transport efficace est essentiel pour l'industrie forestière. Les fournisseurs de services logistiques doivent chercher à optimiser de ce processus en prenant en compte les délais de livraison, la rentabilité, la disponibilité des produits et les besoins des clients. Le transport de fret multimodal, qui consiste à utiliser différents modes de transport tels que la route, le rail, l'eau et l'air, peut améliorer l'efficacité en réduisant les coûts, en offrant une plus grande flexibilité et une meilleure fiabilité.

Notre étude, inspirée par le contexte de l'entreprise Kruger au Québec, examine une chaîne d'approvisionnement de copeaux de bois à deux niveaux : avec des scieries comme fournisseurs et des papeteries comme points de demande. Nous avons analysé trois options de transport – camions, trains et barges – pour optimiser la livraison des copeaux de bois. L'objectif était de réduire les coûts de transport tout en respectant les contraintes de l'offre, de la demande, de la capacité et des stocks.

Quatre scénarios ont été testés. Le scénario 1 a évalué le réseau actuel de camions et de trains. Le scénario 2 a introduit des niveaux d'approvisionnement variables avec des prix différents réalisant une économie de 1,2 %. Le scénario 3 a ajouté le transport par barge entraînant une économie de 0,2 %. Le scénario 4 a combiné tous les modes avec des niveaux d'approvisionnement variables menant à une économie de 1,3 %. Dans la prochaine phase, l'intégration de la collaboration au sein du réseau de transport devrait générer des économies plus importantes que celles obtenues jusqu'à présent. Même si les gains semblent faibles, le transport multimodal peut offrir une meilleure position de négociation et une meilleure résilience.

A DECISION-MAKING TOOL FOR MULTIMODAL TRANSPORTATION IN THE FOREST SUPPLY CHAIN

Efficient transport is essential for the forestry industry. Logistics providers must seek to optimize this process by factoring in delivery times, cost-effectiveness, product availability, and customer needs. Multimodal freight transport uses various transportation modes such as road, rail, water, and air, can improve efficiency by reducing costs, offering greater flexibility and improved reliability.

Inspired by the context of the Quebec-based Kruger company, our study looked at a two-stage wood chip supply chain involving sawmills as suppliers and paper mills as demand points. We analyzed three transportation options to optimize wood chip distribution: trucks, trains, and barges. The objective was to lower transportation costs while abiding by supply, demand, capacity, and inventory constraints.

Four scenarios were tested. Scenario 1 evaluated the current truck and train network. Scenario 2 established variable supply levels with various prices, resulting in savings of 1.2%. Scenario 3 added barge transportation, resulting in savings of 0.2%. Scenario 4 combined all modes with variable supply levels, resulting in savings of 1.3%. In the next phase, incorporating collaboration within the transportation network is expected to yield greater savings than those achieved so far. Even if the gains seem small, multimodal transport can offer a better negotiating position and greater resilience.



Andisheh Abdi

Étudiante au doctorat
Doctoral Student
andisheh.abdi.1@ulaval.ca

AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE BOIS LIVRÉE : CAS ST-ELZÉAR

Une mauvaise qualité de bois livrés à la scierie peut avoir un impact significatif sur sa performance et la santé et sécurité des travailleurs. Le projet de recherche vise à (i) identifier les défaillances à l'usine causées par la matière première, (ii) identifier les effets de ces défaillances, (iii) identifier les causes des défaillances et les hiérarchiser selon leurs criticités, et (iv) déterminer les origines des causes dans les opérations forestières et formuler des recommandations.

Ces objectifs ont été poursuivis en appliquant des méthodes reconnues en gestion de qualité : AMDEC, analyse Pareto et diagramme Ishikawa. La criticité est un indice prenant en compte la fréquence, la gravité de l'effet et notre capacité à la détecter dans nos opérations.

Les résultats présentés dans la figure ci-dessous mettent en évidence ces causes critiques en montrant que la contamination des bois (métal, gravier, sable) est le facteur le plus critique affectant la productivité de la scierie et la sécurité des travailleurs. La présence de pourriture et de défauts de forme sont les plus critiques des points de vue du rendement matière et de valeur, mais ils présentent également une criticité tout aussi importante en termes de productivité et de sécurité.

Les analyses se poursuivent pour identifier les origines des causes des principaux manquements en qualité de la matière première dans les opérations forestières et formuler nos recommandations. Les méthodes utilisées peuvent être appliquées à d'autres scieries et opérations forestières pour orienter les systèmes de gestion de qualité en forêt.

IMPROVING WOOD QUALITY DELIVERY: ST-ELZÉAR CASE

Poor wood quality may significantly impact sawmill performance and worker health and safety. The project aims to (i) identify mill failures caused by raw material, (ii) identify the effects of these failures, (iii) identify the reasons for failures and prioritize them in order of their criticality, and (iv) identify the sources of causes in forest operations and propose recommendations.

These objectives have been achieved by applying FMEA, Pareto CHART, and Ishikawa diagram—recognized quality management methods. Criticality is an indicator that considers frequency, severity of the effect, and the capacity of detection.

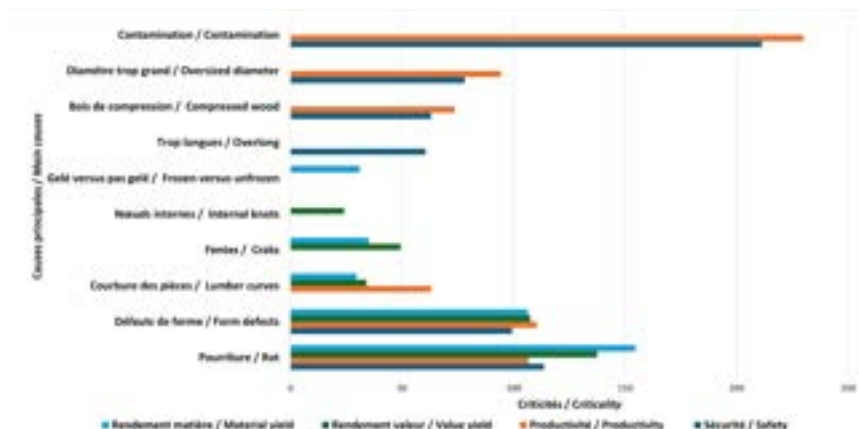
The results presented in the figure below highlight these critical causes, showing that wood contamination (metal, gravel, sand) is the most critical factor affecting sawmill productivity and worker safety. Whereas the presence of rot and form defects are the most critical with respect to material yield and value, but they are also critical in terms of productivity and safety.

Analyses are ongoing to identify the sources and causes of main raw material quality deficiencies in forestry operations and propose our recommendations. The approaches used can be applied to other sawmills and forest operations to guide forest quality management systems.



Khadija Khadher

Étudiante à la maîtrise
Master's Student
khadija.khadher.1@ulaval.ca





CONSORTIUM DE RECHERCHE FORAC

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