



INFO
FORAC

2019

EXPO-CONFÉRENCE 2019

Ensemble vers l'avenir avec FORAC 4.0

Mardi 29 janvier 2019
Pavillon La Laurentienne

Salle 1334

8 h 00 Accueil des participants

8 h 30 Mot de bienvenue de **Luc LeBel**, directeur de FORAC

8 h 45 **Yves Proteau**, Co-Président, APN Global
4.0, Pour y arriver, on réunit une gang de jeunes brillants et on part maintenant. Go !

10 h 00 PAUSE-SANTÉ – Agora La Laurentienne

Salle 2415

Résultats en approvisionnement

10 h 30 **François Laliberté**
Optimiser la création de valeur à partir de la forêt publique avec LogiLab : le cas de la région de la Capitale-Nationale

11 h 00 **Vanessa Simard**
L'importance de la qualité des données pour une meilleure intégration forêt-usine

11 h 00 **Ali Rahimi**
Sélection du portefeuille des sources d'approvisionnement pour une entreprise de pâtes et papiers

Salle 2416

Résultats en réseaux et transformation

Philippe Marier
Comment arrimer les décisions à moyen et à court terme en scierie : les réponses de la simulation

Ludwig Dumetz
Évaluation de la consommation de carburant et des émissions de GES en transport à l'aide d'un GPS

Laurence B. Dumont
La gestion de la demande en puissance : outil et stratégies pour l'industrie du bois d'oeuvre

12 h 00 DÎNER – Salle à manger La Laurentienne

Salle 1334

13 h 15 **Daniel Beaudoin**
Vers l'avenir en opérations forestières : Récolter et valoriser des données en forêt pour améliorer la performance

13 h 45 **Luc LeBel**
Vers l'avenir en approvisionnement : Connecter la forêt, la cour à bois et l'usine dans la chaîne de valeur forestière intelligente

14 h 15 **Mikael Rönnqvist**
Vers l'avenir des réseaux d'entreprises : Améliorer le transport avec l'analytique et les modèles mathématiques

14 h 45 PAUSE-SANTÉ – Agora La Laurentienne

Salle 1334

15 h 15 **Jonathan Gaudreault et Michael Morin**
Vers l'avenir en transformation : Développer des outils de planification intelligent pour le pilotage des usines 4.0

15 h 45 **Panel d'experts industriels (invités à confirmer)**
Vers l'avenir pour les partenaires FORAC : Défis et enjeux des prochaines années

16 h 30 **Remerciements et réseautage**

Ensemble vers l'avenir avec FORAC 4.0

Je m'inspire ici du grand thème de la planification stratégique de notre université. On y précise que : « l'Université Laval se distinguera en redéfinissant l'expérience d'études, de travail et de partenariat. Une expérience marquée par un engagement sincère et durable envers les collectivités ». À cette volonté exprimée sont associés six projets qui incitent à l'action. J'en retiens trois qui sont particulièrement liés à ma vision de la R&D, soit : (i) la formation des étudiants par l'expérience à la fois numérique et humaine, (ii) un personnel mobilisé, engagé et inspirant, (iii) de silo à réseau, la synergie de la communauté universitaire et de ses nombreux partenaires pour enrichir l'offre de formation et de recherche. Ce n'est pas un hasard si ces grandes lignes semblent si intimement liées à l'essence même de qui nous sommes... car elles proviennent d'un plan de travail déployé par la rectrice Sophie D'Amours, fondatrice de FORAC. On y retrouve « son ADN » : des valeurs de collaboration, d'inclusion et d'appel au dépassement. Ce sont ces mêmes valeurs qui ont guidé FORAC depuis maintenant plus de 15 ans.

Le consortium vit actuellement une période charnière. Nous terminons un plan de travail qui était ambitieux, former une main d'œuvre compétente, faire avancer les connaissances scientifiques et mettre en œuvre des solutions qui contribuent à la compétitivité du secteur forestier québécois. Nos réalisations des cinq dernières années parlent d'elles-mêmes : 50 étudiants de plusieurs disciplines formés dans un esprit multidisciplinaire et partenarial, 282 communications scientifiques, 9 innovations reconnues et mises en œuvre dans l'industrie. Une équipe de professionnels composée d'experts ayant gagné la confiance des partenaires et une reconnaissance scientifique. Les liens qui unissent les partenaires et l'équipe sont solides et mènent à des actions qui favorisent la compétitivité d'un secteur industriel mieux reconnu pour sa capacité à jouer un rôle clé dans le développement durable. L'intégration progressive des concepts associés à l'intelligence artificielle et au Big Data est commencée au FORAC et elle se poursuivra avec de nouvelles collaborations. L'info-FORAC 2019 vous en offre un aperçu. Les défis et la complexité pour trouver des solutions applicables en industrie sont un environnement stimulant pour créer et innover. C'est en travaillant ENSEMBLE vers un AVENIR plein de promesses que nos réalisations prendront vie et se concrétiseront en bénéfices tangibles.

Building the future together... with FORAC 4.0

Today, I'm inspired by the main theme of our university's strategic plan. It states that: "Université Laval will set itself apart by redefining the academic, work, and partnership experience, an experience marked by a sincere and enduring engagement to the broader community." Six projects spurred from this expressed wish prod us into action. Three of these are particularly close to my vision of research: (i) learning through experience that embraces both a digital and a human approach, (ii) working with mobilized, engaged, and inspiring staff, (iii) from silos to networks, nurturing the synergy of the university community and its many partners to enhance our academic and research offerings. It is no coincidence that these broad lines seem to capture so intimately the very essence of who we are—they come from a work plan carried out by the rector Sophie D'Amours, founder of FORAC. This plan is imbued with "her DNA": values of collaboration, inclusion, and striving for higher targets. These same values have guided FORAC for more than 15 years now.

The consortium is currently at a turning point. We are completing a work plan that was ambitious, to train a qualified personnel, bring scientific knowledge further, and implement solutions that contribute to the competitiveness of Québec's forest sector. Our achievements speak for themselves: 50 students from several disciplines trained in a multidisciplinary and partnership spirit, 282 scientific communications, 9 recognized innovations implemented in the industry. The relationship between the consortium's partners and our research team is strong and leads to actions that promote the competitiveness of an industry sector that is increasingly recognized for its ability to act as a key leader in sustainable development. Concepts pertaining to artificial intelligence and Big Data are already being progressively integrated at FORAC, which will continue with our new collaborations. The 2019 info-FORAC offers you an overview. The challenges and the complexity of finding applicable solutions for the industry is a stimulating environment to create and innovate. It is by working TOGETHER towards a FUTURE full of promise that our achievements will come to life and will materialize in tangible benefits.



Luc LeBel

Professeur titulaire, directeur de FORAC
Professor, Director FORAC

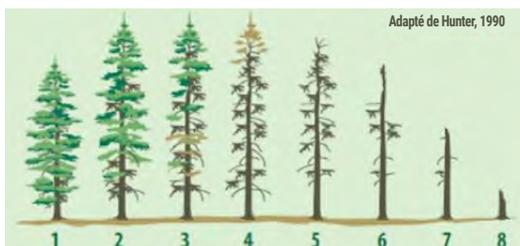
CONCEPTION DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT FORESTIÈRE (INFESTATION PAR LA TORDEUSE)

L'un des principaux défis des entreprises forestières est la conception intégrée d'un réseau d'approvisionnement à plusieurs niveaux. Le défi principal est de garantir l'accès aux sources de bois (quantité et qualité) tout en assurant une protection contre les différentes sources de risques (ex : incendies, invasions d'insectes, chablis), et contre les incertitudes (ex : offre, volume, demande, prix des produits ou des matières premières, rendements aléatoires des processus de production).

Les perturbations naturelles sont l'une des principales sources de risques qui complexifient la gestion des forêts au Canada. Les principales sources sont les incendies et les épidémies d'insectes qui affectent la quantité et la qualité du bois, le rendement en bois, les coûts et les revenus. En 2015, environ 15 millions d'hectares ont été endommagés par des infestations de tordeuses de l'épinette, dont 5 millions sont situés au Québec.

Pour résoudre ce problème, nous développons un modèle d'optimisation innovant qui intègre l'incertitude d'infestation avec la planification actuelle de la gestion forestière. Il peut être utilisé dans un système d'aide à la décision pour aider le décideur à atténuer l'impact économique de l'infestation dans la chaîne d'approvisionnement en bois. En d'autres termes, il maximise la valeur nette des peuplements forestiers où certains sont infestés par la tordeuse de l'épinette. Pour faire face à l'incertitude, le modèle inclut le changement des phases d'infestation dans la forêt (voir figure) en fonction d'un index et d'une matrice de transition décrivant la propagation de l'infestation par la tordeuse de l'épinette.

Le modèle sera appliqué à une étude de cas avec des données réelles de la Côte-Nord et les impacts de l'infestation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette sur l'approvisionnement en bois seront évalués. Nous ferons également la comparaison du modèle d'optimisation proposé avec l'approche traditionnelle.



FOREST SUPPLY CHAIN DESIGN (SPRUCE BUDWORM INFESTATION)

One of the main challenges forest companies are facing is the integrated design of a multi-level supply network. The primary challenge is to ensure access to wood fibre sources (quantity and quality) while also ensuring a level of protection against the various risk sources (e.g. fires, insect outbreaks, blowdowns) and against uncertainties (e.g. supply, volume demand, product or raw material prices, production processes' random yields).

Natural disturbances are one of the main risk sources making forest management so complex in Canada. The main disturbances are fires and insect outbreaks, which affect the wood quantity and quality, wood yield, costs, and revenues. In 2015, about 15 million hectares have been damaged by spruce budworm infestations, out of which 5 million hectares were in Québec.

To address this problem, we are developing an innovative optimization model that integrates infestation uncertainty to the current forest management planning. It can be used within a decision support system to help the decision maker mitigate the economic impact of infestations in the wood supply chain. In other words, it maximizes the net value of forest stands that are partly infested by spruce budworms. In order to deal with uncertainty, the model includes the changing infestation phases throughout the forest (see figure) according to an index and transition matrix describing the spruce budworm infestation spread.

The model will be applied to a case study with real data from the Côte-Nord region, and the impacts of spruce budworm infestation on the wood supply will be evaluated. The proposed optimization model and the traditional approach will also be subjected to a comparative analysis.



Siamak Mushakhian

Étudiant au doctorat, FORAC
Doctoral student, FORAC
siamak.mushakhian.1@ens.etsmtl.ca

Les sept phases d'infestation de la tordeuse d'épinette
The seven phases of spruce budworm infestation

CALIBRATION DE TÊTES D'ABATTAGE-FAÇONNAGE PONSSE H7 : EFFORTS ET BÉNÉFICES

Compte tenu de la disponibilité et du coût de la matière première, les entreprises forestières investissent de manière importante en scierie pour améliorer leur rendement en bois d'œuvre. De plus, les scieries versent une proportion de la rémunération des entrepreneurs sous forme d'un boni à la qualité (taux de conformité aux spécifications de façonnage) pour obtenir des billots ayant des caractéristiques répondant à leurs besoins. Dans plusieurs régions, particulièrement au Saguenay-Lac-Saint-Jean, ces billots sont façonnés en forêt par des abatteuses-façonneuses pourvues d'un système de calibration. Cette calibration permet d'éliminer les erreurs systématiques et de réduire la variance des erreurs de mesures. Or, la majorité des entrepreneurs n'utilisent pas le système de calibration de la machine. Le manque de contrôle de l'erreur de mesure qui en résulte empêche les entrepreneurs forestiers d'obtenir la totalité du boni à la qualité, soit environ 10% de leur rémunération. De plus, le manque de contrôle des erreurs de mesure des têtes force la scierie à exiger des cibles de façonnage incluant des surlongueurs (environ six pouces) sur chaque billot. L'utilisation d'une procédure adéquate de calibration du système de mesure de la tête permettrait d'améliorer à la fois le taux de conformité des billots et le rendement en bois d'œuvre à l'usine.

Les objectifs principaux de ce projet sont de : 1) quantifier l'effort nécessaire à l'entrepreneur forestier afin de calibrer adéquatement le système de mesure d'une tête d'abattage-façonnage, 2) évaluer les gains engendrés pour l'entrepreneur forestier par l'implantation d'une procédure adéquate de calibration du système de mesure des têtes d'abattage-façonnage et 3) évaluer les gains engendrés pour la scierie par l'implantation d'une procédure adéquate de calibration du système de mesure des têtes d'abattage-façonnage.

Trois têtes d'abattage-façonnage Ponsse H7 ont été suivies. L'effort de calibration et le niveau de précision des mesures de longueur et de diamètre ont été documentés d'octobre 2017 à mars 2018. Une comparaison des bonus de qualité, avant et après calibration, permettra d'évaluer les gains pour l'entrepreneur. Des simulations de façonnage prenant en compte les erreurs de mesure, avant et après calibration, ainsi que différentes longueurs cibles seront réalisées pour évaluer les gains en scierie. Ces différents scénarios seront ensuite soumis à une simulation de sciage, afin d'évaluer le rendement matière.

CALIBRATION OF PONSSE H7 HARVESTER HEAD: EFFORTS AND BENEFITS

Considering the availability and the price of raw material, forest companies invest a lot in sawmill installations to improve their material yields. Sawmills pay a portion of the forest contractors' income with a quality bonus (compliance rate to bucking specifications) to get logs with the right requirements. In many regions, particularly in Saguenay-Lac-Saint-Jean, the logs are bucked in the forest by modern harvesters equipped with a system that calibrates the measurement tools of the head. The calibration process eliminates the systematic errors and reduces the variance caused by measurement errors. However, most harvester owners do not apply the calibration process regularly. The lack of control on measurement errors means contractors do not earn the full bonus on quality, which represents approximately 10% of their income. Furthermore, the lack of control on measurement errors is forcing sawmills to ask specific bucking targets such as log overlength (about 6 inches) for each log. The use of a proper calibration process would allow for a better compliance rate of the logs and an improvement of the material yield at the sawmill.

The objectives of this project are to: 1) quantify the efforts required for the forest contractor to properly calibrate the measuring system of a harvester head, 2) evaluate the gains generated for the forest contractor by implementing an appropriate procedure for calibrating the harvester head measuring system, and 3) evaluate the gains generated for the sawmill by implementing an appropriate procedure for calibrating the harvester head measuring system.

Three Ponsse H7 harvester heads have been monitored. The calibration efforts and the length and diameter measurement accuracy have been documented from October 2017 to March 2018. A comparison of the quality bonus before and after calibration will be used to assess the forest contractor gains. Bucking simulations with measurement errors before and after calibration and various overlength targets will be run to assess the gains for the sawmill. These different scenarios will be used in a sawing simulation in order to assess the effect on material yield.



Étienne Pilon

Étudiant à la maîtrise, FORAC
Master's student, FORAC
etienne.pilon.1@ulaval.ca

AMÉLIORER LE POTENTIEL DE CRÉATION DE VALEUR DES PLANS STRATÉGIQUES D'AMÉNAGEMENT FORESTIER

Au Canada, des modèles d'optimisation de la possibilité forestière sont utilisés afin de s'assurer que les plans d'aménagement stratégique soient durables. Cependant, ces modèles ne prennent pas en considération la capacité de transformation du réseau de création de valeur, ni le potentiel de création de valeur. Ces deux éléments sont pourtant essentiels à la réalisation des plans d'aménagement opérationnel.

Notre étude s'est concentrée sur les relations entre les plans d'aménagement stratégique durable et la chaîne de création de valeur du secteur forestier. Notre méthodologie nous a permis d'estimer le pourcentage de la possibilité forestière qui est rentable pour l'industrie forestière et de déterminer des moyens permettant de l'augmenter.

Un plan d'aménagement stratégique est élaboré pour générer un flux annuel de bois qui peut être produit de façon durable. Récolter une partie ou la totalité de ce flux peut mener à un profit inconnu pour le réseau de création de valeur, car l'intensité de récolte est liée à la demande et aux prix des produits du bois. Nous avons développé un modèle d'optimisation par réseau de flots permettant de lier le résultat du calcul de possibilité forestière à la capacité de transformation de la chaîne de création de valeur. Il devient dès lors possible d'estimer la valeur financière du plan d'aménagement. Notre modèle nous permet également d'ajouter de nouvelles usines fabriquant de nouveaux produits, comme des granulés de bois.

Les résultats ont montré que la demande limitée pour le bois de faible qualité était un frein important à la création de valeur au sein d'un territoire forestier. Des scénarios alternatifs portant sur l'implémentation d'une usine de granules d'essences feuillues ont permis d'augmenter le potentiel de création de valeur pour le bois feuillu de faible qualité (effet direct) mais aussi pour l'ensemble des autres produits (effet de synergie). Il est également possible d'évaluer la mesure d'accès au marché pour favoriser la récolte de certains produits

Notre expérimentation a démontré qu'un réseau de création de valeur intégrant correctement les utilisateurs du bois de faible qualité, comme les usines de granules, pouvait générer des profits plus importants (augmentation de 40 % à 200 % en fonction de la valeur des produits transformés) tout en répondant aux objectifs d'aménagement forestier durable.

INCREASING THE VALUE-CREATION POTENTIAL OF STRATEGIC FOREST MANAGEMENT PLANS

In Canada, long-term wood supply optimization models are used to ensure that the strategic forest management plans are sustainable. However, these models do not include the transformation capacity of the value chain nor the value-creation potential, which are both essential to perform operations from forest management plans.

Our study focused on the relationship between sustainable forest management plans and the forest value-creation chain. Our methodology allowed to measure which portion of the annual allowable cut was profitable for the forest industry and determine how it could be increased.

A strategic forest plan is developed to generate an annual flow of timber that can be produced sustainably. Trying to harvest this flow partially or entirely may lead to unknown profitability as harvesting intensity is related to wood product demand and prices. We have developed a network flow optimization model that links the optimal solution of a long-term wood supply optimization model with the processing capacity of an industrial network. It is therefore possible to estimate the financial value of the management plan. Our model allows us to add new mills transforming new products, such as wood pellets.

Results revealed that the weak demand for lower quality trees could be a serious impediment to achieve the full value-creation potential of forest land. Alternative scenarios including the implementation of a hardwood pellet mill improved the value-creation potential for hardwood pulp (direct effect) and also for the other wood products by providing access to otherwise unprofitable mixed-wood forest strata (synergy effect). It is also possible to evaluate the market access measure to favour the harvesting of certain products.

Our experiment demonstrated that a network which properly integrates lower quality timber users, could achieve higher financial profits (40% to 200% increase depending on the product's value), while meeting its long-term sustainability forest management objectives.



Pierre Cantegril

Diplômé à la maîtrise, FORAC
Master's graduate, FORAC
pierre-guilhelm-frederic.cantegril.1@ulaval.ca

MUTUALISATION DES CAPACITÉS DE PRODUCTION ENTRE ENTREPRISES FORESTIÈRES

Les marchés actuels sont caractérisés par la variabilité, l'incertitude et une forte compétition. Pour performer, les entreprises forestières doivent opter pour de nouvelles stratégies organisationnelles qui leur permettront d'accroître leur compétitivité et leur agilité. Le défi réside dans l'équilibre de leur capacité de production qui doit être suffisante pour répondre à la variation de la demande sans qu'elle ne devienne excédentaire ou qu'elle soit sous-utilisée. La stratégie étudiée dans le cadre de ce projet est celle de la collaboration interentreprises, plus précisément celle du partage de ressources (ex : expertise, matériel, monétaire) entre des entreprises forestières de tous secteurs d'activité.

L'objectif principal est de développer une approche pour guider les entreprises forestières à saisir davantage les opportunités de collaboration afin de générer des bénéfices potentiels à l'échelle d'une organisation et des réseaux d'organisations. Dans un premier temps, des entrevues individuelles ont été menées avec neuf entreprises forestières afin de circonscrire leurs intérêts et leur perception du partage des ressources. Dans un deuxième temps, les critères conceptuels définissant la collaboration interentreprises ont fait l'objet d'un groupe de discussion entre treize dirigeants d'entreprises forestières. L'objectif était de définir un modèle de collaboration qui soit adapté au contexte forestier. Finalement, quatre situations réelles de collaboration interentreprises ont été examinées pour déterminer les conditions requises à l'instauration des ententes de collaboration.

Les résultats démontrent que le succès de la collaboration est initialement une question de volonté mais aussi de contexte favorable. L'approche proposée permet d'outrepasser les différences individuelles des entreprises pour qu'elles saisissent les opportunités de collaboration. L'identification des besoins de l'entreprise et de son potentiel de collaboration est une prémisse essentielle à l'instauration des ententes de collaboration. L'approche de la cartographie des capacités de production sert de cadre pour analyser finement le fonctionnement de l'entreprise et localiser les surplus ou les manques de capacité. La juxtaposition des cartographies respectives permet ensuite d'identifier les activités mutualisables, soit par leur complémentarité ou par leur redondance. Des actions concrètes à prioriser peuvent finalement être ciblées et mises en place entre les organisations.

FOREST COMPANIES POOLING THEIR PRODUCTION CAPACITIES

Current markets are characterized by variability, uncertainty, and strong competition. To perform, forest companies need to find new organizational strategies to increase their competitiveness and agility. The challenge is to find balance: the production capacity must be sufficient to meet variation in the demand, yet avoid surplus and underutilized production. This project studied the strategy of inter-firm collaboration, more specifically it focused on resource sharing (e.g. expertise, equipment, financial) between competing forest companies from all sectors.

The main objective is to develop a method to help forest companies take part to more collaboration opportunities in order to generate potential benefits for each organization and organization networks. As a first step, one-on-one interviews were conducted with nine forest companies to assess their perception and interests about resource sharing. In a second step, the conceptual criteria of business collaboration were discussed in a focus group with thirteen forest companies. The objective was to define a collaboration framework relevant to the forest context. Finally, four business collaboration cases were examined to determine the required conditions for collaborative agreements.

Results show that the collaboration's success is mostly a matter of commitment but also need a favourable context. The proposed method enables to go beyond the companies' individual differences to seize collaboration opportunities. Identifying a business's needs and its collaboration potential is therefore an essential premise for developing collaboration agreements. The mapping of production capacity provides a framework to finely analyze the companies' processes and locate an excess or shortages in capacity. The comparison of the respective cartographies then allows the identification of operations that can be pooled, either by their complementarity or their redundancy. Once priorities are set, concrete actions can finally be targeted and implemented between the organizations.



Maryse Le Lan

Étudiante à la maîtrise, FORAC
Master's student, FORAC
maryse.le-lan.1@ulaval.ca

AMÉLIORER LES PROCESSUS DE LA LIVRAISON DE PLANTS POUR LE REBOISEMENT

Au Québec, le reboisement des forêts publiques et privées est intégralement administré par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. En effet, la production de plants en pépinières est sous la gestion de la direction générale de la production de semences et de plants forestiers (DGPSPF) alors que les travaux de reboisement sont sous la gestion de la direction à l'aménagement et à l'environnement forestier (DAEF). Il s'agit d'une chaîne d'approvisionnement de style « juste-à-temps » qui est arrimée à la demande pluriannuelle en plants, calculée jusqu'à trois ans avant la livraison prévue par les responsables régionaux. L'outil employé pour la transmission d'informations entre les différents intervenants est le système PLANTS.

Le processus est loin d'être optimisé et de grands écarts sont observés entre les prévisions et les livraisons réelles. Les retards et les réallocations engendrent des pertes financières mais également des altérations de la qualité des plants. Ainsi, les objectifs du projet étaient d'effectuer une cartographie de la commande et de la livraison de plants ainsi que de développer des pistes d'amélioration, le tout soutenu par une revue de littérature. Une feuille de route a aussi été réalisée pour favoriser l'implantation de ces solutions.

La revue des processus nous a permis de constater qu'il existe de grandes disparités entre les pratiques des 17 unités régionales. En effet, il n'existe pas de points de contrôle standards permettant de vérifier la planification de chaque région. À court terme, il s'agirait donc d'effectuer un recensement des bonnes pratiques afin de pouvoir les standardiser et d'implanter des points de contrôle pour (i) la remise de la demande pluriannuelle, (ii) l'allocation des semences, (iii) la révision annuelle et (iv) les inventaires finaux. De plus, il n'y a actuellement pas de bons indicateurs de performance. La traçabilité des plants en est à ses premiers balbutiements, or elle est cruciale pour déterminer les impacts des différentes pratiques sur la qualité des plants. Cela pourrait être corrigé en ajoutant un outil de suivi des plants et un panneau de contrôle dans le système actuel.

Toutes ces améliorations s'inscrivent dans la mission du domaine du reboisement au Québec : livrer le bon plant au bon endroit pour obtenir un arbre de grande qualité.

IMPROVING THE FOREST PLANTS ORDER AND DELIVERY PROCESS FOR REFORESTATION

In Québec, reforestation of the public and private forest is entirely administered by the ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Forest plant production is under the management of the direction générale de la production de semences et de plants forestiers (DGPSPF), while reforestation is managed by the direction à l'aménagement et à l'environnement forestier (DAEF). This "just-in-time" supply chain depends on the multi-year requests, which are calculated up to three years before the forest plants' delivery by regional managers. The tool used to transmit information between these actors is a system called PLANTS.

The process is far from optimized and major differences are observed between expected and actual deliveries. Delays and reallocations generate financial losses but also alter forest plants quality. Considering this, the objectives of this project was to map the current process of forest plant orders and deliveries, and to develop solutions, backed by a literature review. A roadmap was also produced to help out with the implementation of the solutions.

Reviewing current processes lead us to observe that great disparities exist between the 17 regional units' planning methods. In fact, there is no formal control points to verify the multi-year planning for each region's forest plant requests. In the short term, it is essential to identify the good planning practices across Québec from which control points can be drawn, standardized, and implemented for (i) submitting multi-year requests, (ii) allocating seeds, (iii) completing the annual verification, and (iv) making final inventories. As of now, there are no reliable performance indicators. Forest plant traceability is at its early stage, despite being crucial to determine the impacts the different practices have on the forest plant quality. This can be improved by adding a tracking tool and a control panel to the actual system.

All these improvements have a common goal in Québec's reforestation: to deliver the right forest plants at the right place to grow high-quality trees.



Eve-Marie Allard

Stagiaire au baccalauréat, FORAC
Undergraduate intern, FORAC
eve-marie.allard.1@ulaval.ca

VERS UNE MEILLEURE PRÉVISIBILITÉ DES APPROVISIONNEMENTS FORESTIERS

Au cours des dernières années, le manque de prévisibilité des approvisionnements en bois a été identifié comme un facteur qui entrave la compétitivité du secteur forestier. Alors que plusieurs entités croient que le changement de régime forestier québécois de 2013 est l'un des facteurs ayant mené à cette affirmation, il semble que la présence de plus en plus marquée d'une relation client-fournisseur dans les approvisionnements forestiers soit aussi partiellement responsable. La problématique du manque de prévisibilité des approvisionnements est composée de deux éléments. D'abord, aucune définition reconnue de la prévisibilité de l'approvisionnement en bois n'a été proposée par la communauté scientifique. De plus, dans la pratique, les intervenants ne semblent pas partager une compréhension commune des origines du manque de prévisibilité. En l'absence de connaissances sur les causes réelles, il s'avère difficile de proposer des recommandations. À ce jour, aucune étude ne s'est penchée sur la problématique du manque de prévisibilité des approvisionnements forestiers. Ce travail visait à combler cette lacune.

Ainsi, une série de 20 entrevues impliquant des intervenants de la chaîne d'approvisionnement forestier a été réalisée. En complément, une étude de cas auprès d'une usine de pâtes et papiers du Québec a permis d'étudier la prévisibilité de l'approvisionnement en bois dans le cadre des pratiques d'achats au niveau opérationnel. Une méthode d'évaluation basée sur le processus de collecte de données en place, la politique d'allocation des contrats et les méthodes de prévision des acheteurs a été appliquée. Sur la base de nos résultats, nous définissons la prévisibilité des approvisionnements forestiers comme étant : « la capacité à anticiper l'offre de bois dans le temps, avec un certain degré de précision ». Les entrevues et l'étude de cas nous ont permis d'identifier 37 causes et 17 sources du manque de prévisibilité. Ces éléments ont été regroupés en cinq catégories. Enfin, nous avons identifié cinq causes spécifiques à la gestion des fournisseurs et au suivi des ententes contractuelles qui sont à la base des recommandations visant à améliorer la prévisibilité dans un contexte d'achats de matière ligneuse. Quatre des recommandations proposées suggèrent une allocation de contrats basée sur les performances antérieures des fournisseurs. Une recommandation au niveau du suivi de la qualité des prévisions est aussi proposée.

IMPROVING WOOD SUPPLY PREDICTABILITY

In recent years, the lack of wood supply predictability has been identified as a factor hindering the forest sector's competitiveness. While several entities believe that the change in Québec's forest regime in 2013 is one of the factors that led to this, it seems that the growing presence of a supplier-client relationship in wood procurement is also partially responsible. The lack of predictability question is twofold. First, the scientific community has not yet provided us with an agreed definition of the wood supply predictability. In practice, stakeholders do not seem to share a common understanding of what is wood supply predictability. Without understanding what led to the current situation, it is difficult to come up with recommendations. To date, no study has addressed the forest supply predictability issue. This study aimed to fill this gap.

Therefore, a series of 20 interviews involving stakeholders of the forest supply chain was conducted. In addition, a case study of a Québec pulp and paper mill examined wood supply predictability as part of procurement practices at the operational level. Once the assessment methodology based on the data collection process was in place, the contract allocation policy and the buyer forecasting methods have been applied. Based on our results, we define wood supply predictability as "the ability to anticipate wood supply over time, within a certain degree of precision." Through the interviews and the case study, 37 causes and 17 sources causing the lack of wood supply predictability were identified. These elements have been grouped into five categories. Finally, five causes specific to supplier management and contractual agreement follow-ups were identified as core elements to the recommendations developed to improve predictability in the context of wood procurement. Four of the recommendations favoured a contract allocation process based on the suppliers' past performances. A recommendation regarding monitoring forecast quality was also put forward.



Étienne Thivierge-Robitaille

Diplômé à la maîtrise, FORAC
Master's graduate, FORAC
etienne.thivierge-robaille.1@ulaval.ca

RÉDUIRE LE COÛT DE TRANSPORT PAR UNE MEILLEURE UTILISATION DES COURS DE TRANSIT

Dans l'industrie forestière, l'approvisionnement représente un coût important pour toutes les usines. Ce coût inclut l'achat de la fibre de bois et son transport. Selon les processus de transformation aux usines, une certaine humidité du bois est gage de fraîcheur et peut être souhaitable alors que pour d'autres usines l'eau transportée n'a aucune valeur pour l'industriel. C'est le cas pour l'usine étudiée qui s'approvisionne en bois de trituration feuillu. Ainsi, nous avons évalué la possibilité de laisser le bois sécher dans une cour de transit afin de réduire sa masse en eau avant d'effectuer le transport vers sa destination finale.

Une meilleure gestion de l'humidité requiert de l'information sur l'humidité initiale du bois (à la date de récolte) ainsi que sur l'humidité finale (après son séchage dans la cour). Ainsi de juillet à décembre 2018, nous avons documenté hebdomadairement la variation de masse d'un chargement typique (voir figure) dans une cour appartenant à Domtar pour en observer les variations d'humidité en fonction des conditions météo. Ces données nous ont permis de générer une matrice d'humidité reliant la date d'arrivée du chargement à la cour et son expédition vers l'usine. Par la suite, nous avons modélisé le réseau actuel dans la plateforme LogiLab (incluant : forêts, cour, demande, flotte de camions, période de gel/dégel, séchage, etc.) afin d'optimiser l'approvisionnement annuel de l'usine pour les transports Forêt-Cour, Forêt-Usine et Cour-Usine. Cinq scénarios alternatifs ont été comparés avec le scénario de base (sans séchage).

Nos résultats, qui portent sur une seule cour, montrent qu'une meilleure gestion de l'humidité permet des gains de 1,6 %. Des réductions plus importantes, de 4,2 % à 5,8 % peuvent être obtenues lorsque la gestion de l'humidité est combinée à d'autres options de flexibilité du transport (ex : quantités livrées, dates de récolte, longueurs acceptées par l'usine). Des gains supplémentaires pourraient être obtenus en intégrant un réseau de cours (incluant les cours d'un tiers). Une telle intégration pourrait faire l'objet de travaux futurs.



REDUCING TRANSPORT COST WITH A BETTER USAGE OF TRANSIT WOOD YARDS

In the forest industry, supply is a significant cost for all mills. This cost includes wood fibre and its transportation. Depending on the processes at the mills, preserving wood moisture may be an asset, but for other mills the transported water has no value at all. This is the case for the studied mill, which is supplied with pulpwood. We evaluated the possibility of keeping the wood longer in a transit yard to reduce its water content before transporting it to its final destination.

A better moisture management requires information on the initial moisture content of the wood (at harvest date) as well as the final moisture content (after drying in the yard). From July to December 2018, every week we documented the mass variation of a typical load (see figure) in a wood yard owned by Domtar to observe the variations of humidity with weather conditions. This data allowed us to generate a moisture matrix linking the arrival date at the yard and its shipment to the mill. Afterward, we modelled the current network in the LogiLab platform (including: forest, yard, demand, truck fleet, thawing period, drying, etc.) to optimize the annual supply of the mill for the Forest-Yard, Forest-Mill, and Yard-Mill transportation. Five alternative scenarios were compared with the baseline scenario (without drying).

Our results, with the usage of one transit yard, show that a better moisture management allows gains of 1.6%. Larger reductions from 4.2% to 5.8% can be achieved when moisture management is combined with other flexibility options in transportation (e.g. delivered quantities, harvest dates, lengths accepted at the mill). Additional gains could be obtained by integrating other yards in a network (including third parties). Such integration could be the subject of future work.



Edith Brotherton

Professionnelle de recherche, FORAC
Research professional, FORAC
edith.brotherton@forac.ulaval.ca

Station météo et remorque pour cette étude de cas
Weather station and trailer for this case study

FEUILLE DE ROUTE POUR LA COUR À BOIS 4.0 : PREMIERS PAS VERS UN SYSTÈME DE GESTION AUTOMATISÉ

Au cours des prochaines décennies, le monde tel que nous le connaissons sera transformé par les percées technologiques et l'ingénierie humaine. Les avancées dans les domaines de l'automatisation, de l'intelligence artificielle et de la robotisation dans les milieux de haute technologie sont maintenant plus accessibles, ce qui nous amène vers le virage technologique de quatrième génération, qui est bien entendu l'objectif ultime.

L'une des plus grandes problématiques constatée au fil des rencontres et des visites de terrain fut sans contredit la perte d'informations majeure entre les opérations forestières et l'usine de sciage. La cour à bois 4.0 telle que présentée dans la feuille de route a le potentiel d'améliorer le flux d'information et de répondre de manière optimisée à la recette des usines, ce qui peut faire la différence entre une entreprise non-rentable et une autre générant des millions de dollars de profit.

Pour quantifier l'impact d'avoir ces informations dans la cour à bois, des simulations ont été réalisées à partir des données d'une scierie typique du Québec. Trois indicateurs de performance ont été évalués soit : (i) le rendement matière en $m^3/MPMP$, (ii) le taux d'utilisation des lignes en % et (iii) la valeur annuelle du panier de produits en \$. Un inventaire réel non-trié a été comparé avec un inventaire trié en 5 classes de diamètre. En fonction du diamètre décisionnel du scanneur à l'entrée de l'usine, nous avons obtenu des rendements matière entre 3,37 et 5,77 $m^3/MPMP$; ce qui se répercute directement dans les revenus. Ainsi à chaque fois qu'une bille se retrouve dans la mauvaise ligne de sciage (petite vs grosse, ou l'inverse), l'entreprise perd entre 0,41 \$ et 3 \$ par unité.

La feuille de route d'une cour à bois 4.0 a été une belle opportunité de déterminer les données et les systèmes nécessaires à l'implantation d'un concept de cour automatisée en plus d'investiguer sur les technologies disponibles (ou en émergence) pouvant servir à récolter et transmettre ces données. Ce bilan permet d'instaurer les balises pour de nombreux projets de recherche directement en lien avec la quête d'une cour à bois automatisée. Un travail de concert avec une scierie québécoise, afin d'établir la recette de production optimale et de structurer la cour à bois 4.0 selon cette dernière, est assurément la suite logique à cette feuille de route vers un système plus performant.

ROADMAP FOR THE WOOD YARD 4.0: FIRST STEPS TOWARD AN AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEM

Over the next few decades, the world as we know it will be transformed by technological breakthroughs and human engineering. Advances in automation, artificial intelligence, and robotics in high-tech environments are now more accessible, leading us to the fourth-generation technological shift, which is, of course, the ultimate goal.

One of the biggest problems observed during meetings and field visits was without a doubt the major loss of information between harvest operations and the sawmill. The wood yard 4.0 as presented in the roadmap has the potential to increase the information flow and respond more optimally to factory workflows, which can mean the difference between a non-profitable business and another generating millions of dollars in profit.

To quantify the impact of having this information in the wood yard, simulations were conducted using data from a typical Québec sawmill. Three performance indicators were evaluated: (i) yield in $m^3/MPMP$, (ii) production line utilization rate in % and (iii) product annual value in \$. A real, unsorted inventory was compared with an inventory sorted into five diameter categories. Depending on the scanner's target diameter at the sawmill entrance, we obtained yields between 3.37 and 5.77 $m^3/MPMP$; which have a direct effect on income. Each time a log is sent to the wrong sawing line (small to large, or the opposite), the company loses between \$0.41 and \$3 per unit.

The 4.0 wood yard roadmap was a great opportunity to determine the data and systems needed to implement an automated yard concept and to investigate available (or emerging) technologies that could be used to collect and transmit this data. This assessment sets some of the guidelines for many research projects directly related to the quest toward an automated wood yard. Working together with a Québec sawmill to establish the optimal production workflow and structure the wood yard 4.0 accordingly is certainly the logical follow-up to this roadmap toward a better supply system.



Samuel Gagnon

Stagiaire au baccalauréat, FORAC
Undergraduate intern, FORAC
samuel.gagnon.18@ulaval.ca

ÉVALUATION DE MÉCANISMES DE COORDINATION TACTIQUE / OPÉRATIONNEL POUR LES SCIERIES

La scierie, de par l'hétérogénéité de sa matière première et la complexité de son processus de transformation, est difficile à gérer. Lors de la planification de la production (flux divergent avec coproduction), il faut planifier à deux niveaux : le tactique (moyen terme sur un horizon de 12 mois) et l'opérationnel (court terme sur un horizon de 4 semaines). Le niveau tactique est une planification agrégée et les informations issues de ces plans peuvent être utilisées comme cibles et/ou contraintes pour le niveau opérationnel. Le niveau opérationnel, concerne la planification à court terme et prend en compte les commandes réelles. À l'aide d'une plateforme de simulation inédite intégrant ces deux niveaux de décision, nous avons évalué la pertinence du choix d'une cible provenant du niveau tactique et appliquée au niveau opérationnel. Ces cibles peuvent être des cibles de production (quoi produire), des cibles d'inventaire à suivre sur une longue période (quantité à garder en stock) ou encore des informations sur les prix des produits (cibles de ventes) dans le but de maximiser la valeur produite à chaque période.

Différents paramètres composant une stratégie de pilotage, à choisir lors de la planification de la production, sont pris en compte, tels que le choix des politiques d'acceptation des commandes : *available to promise (ATP)* ou *capable to promise (CTP)*, et le choix des mécanismes de coordination utilisés pour la planification des différentes étapes de transformation au niveau opérationnel. Les caractéristiques du marché telles qu'une saisonnalité dans les prix des produits et la possibilité d'avoir un marché en surcapacité sont également prises en compte. Nos résultats montrent que la meilleure stratégie est souvent différente de celle qui aurait été à privilégier dans une entreprise de fabrication manufacturière traditionnelle. Le type d'information à transmettre varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la politique d'acceptation des commandes de l'entreprise, la saisonnalité des prix et la présence (ou non) de surcapacité sur le marché. Lorsque la demande est faible, que les prix des produits varient, les revenus générés sont meilleurs (+ 10 %) en utilisant la politique CTP et en respectant les cibles de ventes, plutôt qu'en suivant des cibles d'inventaire. En revanche, plus la quantité de demandes augmente, plus il sera intéressant de privilégier des cibles d'inventaire dans le but de vendre lorsque le prix du produit sera haut.

EVALUATING TACTICAL-OPERATIONAL COORDINATION MECHANISMS FOR SAWMILLS

A sawmill, on account of its heterogeneous raw materials and complex processes involved, is difficult to manage. For production planning (divergent processes and co-production), we need to plan on two levels: tactical (medium-term: 12-month horizon) and operational (short-term: 4-week horizon). The tactical level is an aggregated planning from which targets and/or constraints can be used at the operational level. The operational level is responsible for the short-term planning and takes into account actual orders. Using a novel simulation framework that integrates both decision levels, we evaluated the relevance of choosing a target from the tactical level and applying this target at the operational level. These targets can be production targets (what to produce), inventory targets to follow over a long period (quantity to keep in stock), or information on product prices (sales targets) in order to maximize the produced value in each period.

The various parameters that compose a strategy for managing sales and lumber production are taken into account, such as the chosen order acceptance policies: available to promise (ATP) or capable to promise (CTP), and the chosen coordination mechanisms used for planning the lumber transformation operations at the operational level. The market context, such as product prices' seasonality and the possibility of having an overcapacity market, is also taken into account. Our results show that the best strategy often differs from what would have been best in a classical manufacturing context. The type of information to be transmitted from the tactical level to the operational level varies according to several factors, including the company's order acceptance policy, the product prices seasonality, and the presence or absence of an overcapacity market. When demand is low, and the product prices vary, revenues generated are higher (+10%) using the CTP policy and meeting sales targets, rather than following inventory targets. On the other hand, as the quantity of demand increases, it will be more interesting to favour inventory targets in order to sell when product prices are high.



Ludwig Dumetz

Diplômé au doctorat, FORAC
Doctorat graduate, FORAC
ludwig.dumetz.1@ulaval.ca

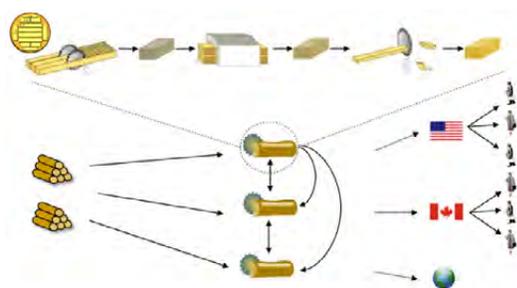
APPROCHES INTÉGRÉES DE GESTION DE LA DEMANDE DANS L'INDUSTRIE DU BOIS D'OEUVRE

Jusqu'à tout récemment, les entreprises du bois d'œuvre se sont focalisées sur l'approvisionnement et la transformation de la ressource et ont accordé peu d'importance aux différentes opportunités du marché.

Pour orienter ces entreprises de façon à maximiser les profits et à améliorer le niveau de satisfaction des clients prioritaires, un cadre décisionnel multiniveau a été proposé afin de supporter les décisions d'allocation prises aux niveaux tactique et opérationnel, ainsi que les promesses de livraison conclues en temps réel. Une plateforme d'optimisation et de simulation avec un horizon roulant a été conçue afin d'analyser la performance de différents processus intégrés de gestion de la demande face à une variété de scénarios du marché et en considérant différentes séquences d'arrivée des commandes. Le cas d'étude (voir figure), inspiré de la réalité des entreprises québécoises du bois d'œuvre considère des clients hétérogènes, des processus de production divergents et plusieurs usines œuvrant dans un mode de fabrication pour les stocks.

Nous avons réuni trois domaines de recherche : la planification des ventes et des opérations, la gestion des revenus et la substitution des produits. Nous avons démontré, via la simulation, la capacité du processus de gestion de la demande à performer mieux en (i) intégrant la planification des ventes et des opérations avec la gestion des revenus et en (ii) offrant à certains clients privilégiés un produit de qualité supérieure au prix du produit original demandé, soit l'équivalent d'un sur-classement pour les entreprises de service.

La plateforme d'optimisation et de simulation développée peut être considérée comme un outil efficace pour les praticiens du bois d'œuvre afin d'évaluer de nouveaux modèles d'affaires. En outre, les pratiques de gestion de la demande proposées sont prometteuses et permettront aux entreprises du bois d'œuvre d'être mieux orientées pour répondre aux besoins des clients.



INTEGRATED DEMAND MANAGEMENT APPROACHES FOR THE SOFTWOOD LUMBER INDUSTRY

Until very recently, the softwood lumber companies have mostly been focusing on the supply and the transformation of resources and paid little importance to the different market opportunities.

To support these companies to maximize profits and enhance the satisfaction level for services rendered to high-priority customers, we defined a multi-level decision framework for support medium-term, short-term, and real-time sales decisions. An optimization-simulation platform with a rolling horizon was developed in order to evaluate the demand management process performance for various market scenarios and different incoming order sequences. This case study (see figure), inspired from the reality of the softwood lumber manufacturers located in Québec, considers heterogeneous customers, divergent production processes, and several mills in a Make-to-Stock environment.

Three research fields were combined: sales and operations planning (S&OP), revenue management, and product substitution. The simulation showed that the demand management process can enhance performances by (i) integrating S&OP and revenue management and (ii) offering higher quality substitutes at the original product's price to some privileged customers, which is the equivalent to an upgrading for service companies.

The optimization-simulation platform developed can be used as an efficient tool for softwood lumber managers to evaluate new business models. The proposed demand management practices are promising and could guide the softwood lumber companies to be more customer-oriented.



Maha Ben Ali

Diplômée au doctorat, FORAC
Doctorat graduate, FORAC
maha.ben-ali.1@ulaval.ca

Réseau logistique d'une entreprise de bois d'œuvre
Logistic network of a softwood lumber company

MODÉLISATION DE RÉSEAUX LOGISTIQUES FORESTIERS AVEC MAIN D'ŒUVRE

La modélisation de réseaux logistiques est utilisée par les décideurs de la chaîne d'approvisionnement comme un outil d'aide à la décision. Cette technique permet d'obtenir des informations tactiques sur les flux, le pourcentage d'utilisation des sites, ainsi que sur la rentabilité des opérations, et ce pour des réseaux de diverses complexités. Cette approche a fait ses preuves dans le contexte de l'industrie forestière grâce à sa polyvalence et à ses résultats détaillés. Toutefois, un tel modèle ne considère ordinairement pas la force ouvrière requise pour soutenir les activités d'un tel réseau, alors que la disponibilité de la main d'œuvre devient aujourd'hui un goulot limitant les activités de toutes les industries. Être capable de mesurer les impacts des changements sur la création d'emplois servirait non seulement à rehausser la vraisemblance des solutions en apportant des nuances sur la capacité totale d'un réseau, mais permettrait aussi de répondre à une problématique de développement durable : la soutenabilité sociale.

Notre méthodologie repose sur la construction d'un modèle mathématique supportant l'ensemble des activités et des flux de matière d'un groupe d'entreprises. Ce modèle associe également à chaque activité un ensemble de ressources humaines. Il peut être utilisé pour estimer les retombées économiques ainsi que la quantité d'emplois créés par une variation des activités d'une entreprise forestière. Il permet aussi d'explorer les opportunités de mutualisation de la main d'œuvre entre les différentes localisations, afin de répondre aux enjeux de rétention des employés dans un contexte d'activités saisonnières variables.

Un outil informatique pour modéliser ces problèmes de réseaux logistiques avec main d'œuvre a été réalisé sous la forme d'un script Python, couvrant l'étape de la mise en forme de données jusqu'à la production des résultats afin de faciliter le déploiement de l'outil pour différents cas. Des expérimentations sur un cas réaliste et plausible montrent des résultats encourageants et suggèrent la possibilité de déployer la solution pour un scénario réel. L'utilisation de données gouvernementales publiques sur les catégories d'entreprise nous a permis de quantifier les employés qui y travaillent, mais nous croyons que des détails supplémentaires sur leurs compétences et leurs caractéristiques sociales permettraient de bonifier l'analyse, dans un effort de couvrir plus d'indicateurs de soutenabilité sociale, tel que proposé dans la littérature.

MODELLING FOREST LOGISTICS NETWORKS WITH A LABOUR FACTOR

Logistical network modelling is a decision support tool used by supply chain decision makers. This technique makes it possible to obtain tactical information on the flows, the sites' utilization rates as well as the operation profitability for networks of various complexities. This approach proved its value in the forest industry context for showing great versatility and providing detailed results. However, this model does not ordinarily take into account the labour force required to support the activities of such a network, precisely when labour availability creates a bottleneck effect in overall industrial activities. Measuring the impacts of changes in terms of job creation would not only improve the solutions' plausibility by adding nuances to a network's total capacity, but would also address a sustainable development problem: social sustainability.

Our methodology is based on the construction of a mathematical model that supports all the activities and material flows of a group of companies. This model also associates each activity with a set of human resources. It can be used to estimate the economic benefits as well as the number of jobs created by a change in the activities of a forest company. It also allows to explore the opportunity of mutualizing the workforce between different locations to meet the issue of employee retention in a context of variable seasonal activities.

A computer tool has been developed to model a logistical network problem including the labour factor using a Python script that covers raw data formatting to data generation to facilitate the tool's application in different situations. Tests on a realistic and plausible case showed encouraging results and suggested implementing this solution in a real situation would be possible. Using public government data on business categories has allowed us to quantify this case's employees, but we believe that details on their skills and social characteristics would improve the analysis, in an effort to cover more social sustainability indicators as suggested in the literature.



Vincent Brunelle

Étudiant à la maîtrise, FORAC
Master's student, FORAC
vincent.brunelle.1@ulaval.ca

LE TRANSPORT COLLABORATIF... À L'INTERNE

Kruger est une entreprise privée avec ses opérations principales au Canada et aux États-Unis qui transforme les ressources renouvelables en produits essentiels du quotidien. Elle est l'un des principaux recycleurs de papiers et cartons en Amérique du Nord. Chez Kruger, différentes divisions requièrent un approvisionnement de matières dans le cadre de leurs opérations. Alors que les copeaux entrent dans la fabrication du papier, l'entreprise utilise 100 % de fibres recyclées pour le carton. Enfin, la biomasse est utilisée pour une usine de cogénération à Brompton. Ainsi, les divisions recyclage, énergie et papier publication ont chacune leur département en charge de l'approvisionnement. Afin d'améliorer son efficacité en transport, Kruger a demandé à FORAC d'évaluer les synergies possibles entre ces divisions pour le flux de transport entrant.

Ainsi un stage a été réalisé à l'été 2018. Dans un premier temps, une cartographie des flux a été faite à partir des transports des 12 derniers mois. Le but était d'établir une base de comparaison pour évaluer si des économies étaient possibles en coordonnant les transports des différentes divisions. Trois types d'économies ont été identifiées soit : (i) la réaffectation de matière à différentes usines, (ii) les retours en charge par combinaison de différents besoins en transport, et (iii) une utilisation différente du transport par train.

Le logiciel de planification Woodflow a été utilisé pour la modélisation de cette problématique de transport. Cet outil permet de minimiser les coûts de transport en considérant le transport entre les fournisseurs et les points de demande. L'outil prend en compte les retours en charge de même que des fonctions de coûts définies par l'utilisateur, les différents modes de transport (type de camions et train) ainsi que les différentes contraintes de mix de produits aux usines.

Un certain nombre de retours en charge possibles entre les divisions ont pu être identifiés pour réduire les coûts. Cette étude effectuée à l'aide de Woodflow permet une évaluation efficace des opérations actuelles et des coordinations potentielles pour l'approvisionnement. Nous poursuivons notre collaboration avec Kruger par l'analyse de leur réseau logistique dans son entièreté en traitant à la fois les flux entrants et les flux sortants.

COLLABORATIVE TRANSPORTATION: START WITHIN THE COMPANY

Kruger is a privately held company with its main operations in Canada and the United States where renewable resources are transformed into high-quality, essential goods of everyday life. The company is one of the largest recyclers of paper and cardboard in North America. At Kruger, different divisions require to be supplied with raw materials for their operations. Although wood chips are used in paper production, Kruger makes 100% use of recycled fibre for their board production. Biomass is used for a cogeneration mill in Brompton. This explains why the energy, recycling, and publication paper divisions have their own supply departments. To improve its transport efficiency, Kruger asked FORAC to evaluate the possible inbound flow synergies between these divisions.

With an internship in summer 2018, ways to improve the process have been assessed. The first task was mapping the actual flows based on the past 12 months of operations. The idea was to establish a base case to be used for comparison purposes. It therefore became possible to evaluate if cost reduction was possible by coordinating the inbound transport of the different divisions. Three types of economies were identified: (i) material reallocation by switching suppliers, (ii) backhauls identification in combining different transport needs, and (iii) another use of train systems.

The Woodflow planning software was used to model this transport problem. This tool allows to minimize transport costs by considering transportation between supply points and demand locations. It also takes into account backhauls, user defined cost functions, different modes of transportation (truck types and train), and constraints related to the product mix at the mills.

A number of backhaul options between the divisions were found to reduce the cost. The case study together with Woodflow enables an efficient evaluation of the current operations and potential coordination in supply. The collaboration continues with Kruger and the company's supply chain is being analyzed more globally by examining both inbound and outbound flows.



Philippe Marier

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



CONSORTIUM DE RECHERCHE FORAC

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