

# 23<sup>e</sup>

## COLLOQUE

# DE LA Chaire

UQAT - UQAM

## en aménagement forestier durable [AFD]

UQÀM UQAT  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC  
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

# 7 DÉCEMBRE 2021

QUAND ?

→ 8 h à 17 h  
+ 5 à 7

OÙ ?

→ Hôtel Amosphère  
1031 Rte 111 E,  
Amos, QC J9T 1N2

PROGRAMME

- Présentations par des partenaires ;
- Introduction d'un nouveau chercheur ;
- Présentation de projets de recherche ;
- Présentation d'affiches en 180 secondes.

Site web :

<https://chaireafd.uqat.ca/colloque-chaire-2021>

Courriel :

[chaireafd@uqat.ca](mailto:chaireafd@uqat.ca)



**Chaire**   
UQAT - UQAM  
**en aménagement  
forestier durable**

# Table des matières

<b>Comité organisateur .....</b>	<b>4</b>
<b>Mot d'ouverture .....</b>	<b>5</b>
<b>Objectifs.....</b>	<b>7</b>
<b>Horaire détaillé .....</b>	<b>8</b>
<b>Nouveau professeur .....</b>	<b>11</b>
<b>Place aux partenaires.....</b>	<b>12</b>
<b>Présentations .....</b>	<b>14</b>
<b>Affiches.....</b>	<b>22</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>39</b>



# Comité organisateur

**Marc-André Gemme**

Agent de liaison, UQAT

**Oswaldo Valeria**

Professeur, Chaire AFD, UQAT

**Pierre Drapeau**

Professeur, Chaire AFD, UQAM

**Miguel Montoro Girona, Ph.D.**

Professeur-chercheur, UQAT

**Julie Arseneault, M.Sc.**

Auxiliaire de recherche, UQAT

**Mélanie Arseneault**

Étudiante à la maîtrise, UQAT

**Lucie Barbier**

Doctorante, UQAT

**Arnaud Benoit-Pépin**

Étudiant à la maîtrise, UQAT

**Léa Darquié**

Doctorante, UQAT

**Hiba Merzouki**

Doctorante, UQAT

**Marion Noualhaguet**

Doctorante, UQAT

**Maxime Soubeyrand**

Doctorant, UQAT

**Jeanny Thivierge-Lampron**

Étudiante à la maîtrise, UQAT

**Ana Verhulst-Casanova**

Doctorante, UQAT

**Marie-Hélène Longpré**

Attachée d'administration, Chaire AFD, UQAT

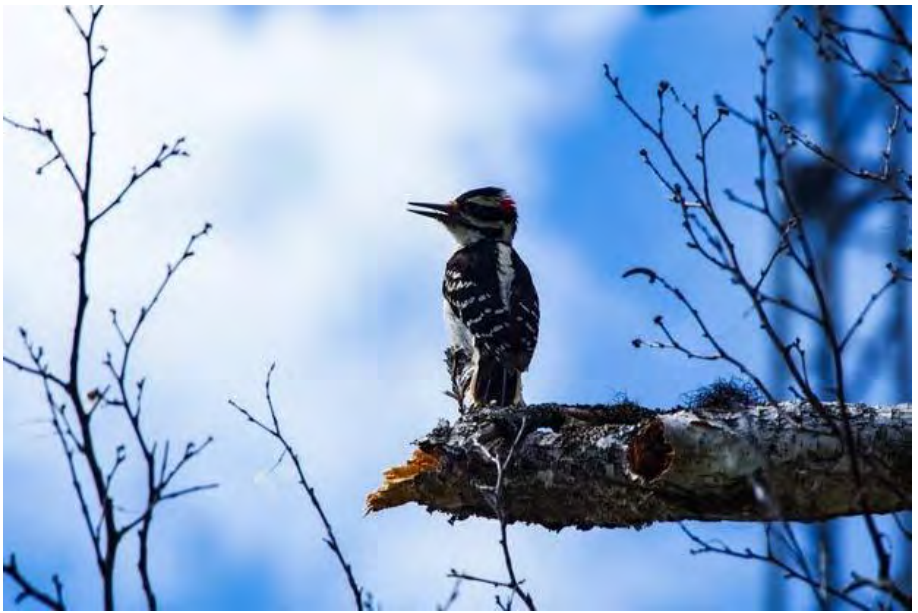
**Webmestre Daniel Lesieur**

Professionnel de recherche, Chaire

AFD et CEF, UQAM

**Conception graphique**

Alvaro Valeria et Ana Verhulst-Casanova



### **Crédits photos**

Akib Hasan, Amira Fetouab, Anoj Subedi, Benjamin Marquis, Émilie Desjardins, Guillaume Grosbois, Juanita Rodríguez, Lilian Car, Maísa de Noronha, Marion Noualhaguet, Miguel Montoro Girona, Mônica Gabira, Nada Aloui, Nathan Chabaud, Nils Ambec, Patricia Girardin, Tadeusz Splawinski, Xiangbo Yin, Sophie Laliberté, Ana Verhulst-Casanova

### **Merci aux juges du concours de photos 2021**

Dany Charron  
Jean-Rémi Gauthier  
Charlène Gilbert  
Danièle Laporte  
Hélène Lavoie

# Mot d'ouverture



**Bonjour à toutes et à tous, nous sommes heureux de vous accueillir à cette 23e édition du colloque annuel de la Chaire de recherche en aménagement forestier durable (AFD) UQAT-UQAM. Alors que la pandémie de 2020 a forcé la tenue du 22e colloque sous une forme uniquement virtuelle, la situation présente nous permet maintenant de recevoir conférenciers, partenaires, médias ainsi que le grand public en personne à Amos tout en continuant à soutenir une participation à distance. Bien que la chaire AFD fut, bien avant la pandémie de COVID-19, un précurseur dans la diffusion à distance des activités de ses colloques, la présente édition vient très certainement confirmer le format hybride de cet événement de diffusion des savoirs et découvertes de la chaire auprès de ses partenaires et du public.**

Depuis 1998, la mission de la Chaire AFD demeure la même, soit d'assurer le développement, la recherche et le transfert des connaissances nécessaires à l'élaboration et à la mise en œuvre de pratiques d'aménagement forestier durable. Le tout, en formant de nouvelles générations de maîtres et de docteurs en foresterie durable.

Cette mission serait impossible sans l'apport et la participation de nos partenaires et de nos étudiantes et étudiants. Grâce à eux, l'année 2020-21 a été particulièrement prolifique avec 75 projets de recherche, 76 articles scientifiques publiés et 22 étudiants diplômés.

Pour arriver à mener toutes ces recherches, la Chaire a pu bénéficier d'un financement global de 5,25 millions, dont plus de 55 % ont été injectés directement dans les projets de recherche.

L'année 2020-21 marque également la première année d'existence de la Chaire AFD en tant que Chaire institutionnelle et non plus comme Chaire industrielle.

## **GREMA**

Un nouveau partenariat d'envergure a également vu le jour en 2020-21 grâce à l'implication de la MRC d'Abitibi. Celle-ci a investi une somme de 650 000 \$ sur une



période de cinq ans. Cette nouvelle alliance a conduit à la création du Groupe de recherche en écologie de la MRC d'Abitibi (GREMA). Ce nouveau groupe de recherche basé à Amos s'articulera autour de cinq grands axes de recherche, soit la sylviculture expérimentale et intensive, la dynamique forestière, l'écophysiologie et l'adaptation aux changements climatiques, les interactions entre la forêt et les lacs ainsi que le savoir traditionnel autochtone.

Cinq professeures et professeurs se sont associés au GREMA, soit Miguel Montoro Girona, Annie DesRochers, Fabio Gennaretti, Suzy Basile et Guillaume Grosbois. Ce dernier s'est d'ailleurs joint à l'équipe de professeurs de la Chaire au mois d'août dernier. Ses projets de recherches portent sur l'écologie aquatique, l'écologie fonctionnelle, la santé des écosystèmes et les interactions forêts-lacs.

### **Distinctions des chercheurs de la chaire AFD**

Les professeurs associés à la Chaire AFD ont reçu en 2020-21 de nombreuses distinctions :

- Le professeur Hugo Asselin a reçu le prix ACFAS Jacques-Rousseau pour la multidisciplinarité
- Le professeur Ahmed Koubaa a été admis au

cercle d'excellence de l'Université du Québec

- Le professeur Koubaa a également reçu le prix Encadrement aux cycles supérieurs de la part de l'UQAT

- Le professeur Pierre Drapeau a obtenu le prix Carrière en recherche de la Faculté des sciences de l'UQAM

- Le professeur Osvaldo Valeria a reçu le prix Carrière en enseignement de la part de l'UQAT

- Le professeur Yves Bergeron compte parmi les 1000 chercheurs les plus influents dans le domaine des changements climatiques par l'agence Reuters.

- Madame Danielle Charron a reçu le prix soutien en recherche octroyé par la Faculté des sciences de l'UQAM.

Malgré toutes les contraintes qu'ont imposées les mesures sanitaires, les activités de recherche au sein de la Chaire AFD se sont non seulement poursuivies, elles ont pris de l'ampleur!

Bienvenue à cette 23e édition du colloque de la Chaire AFD.

**Osvaldo Valeria (UQAT) et Pierre Drapeau (UQAM), cotitulaires de la Chaire AFD**

# Objectifs

Dans le cadre de ce 23<sup>e</sup> colloque annuel, des conférenciers professeurs et étudiants de la Chaire industrielle UQAT-UQAM en aménagement forestier durable présenteront les résultats de leurs plus récents travaux de recherche portant sur l'un ou l'autre de 6 axes de recherche de la Chaire AFD:

1. La dynamique forestière et l'historique des perturbations naturelles
2. Les facteurs clés nécessaires au maintien de la biodiversité
3. La productivité forestière et la résilience des écosystèmes
4. Le développement et l'évaluation de nouvelles approches sylvicoles
5. Développement et expérimentation de stratégies d'aménagement durable des forêts
6. La valorisation, caractérisation et transformation du bois.



De courtes présentations ainsi que trois séances d'affiches présentant les résultats de recherche permettront de faire le point sur l'état actuel du savoir et du savoir-faire en lien avec les différents sujets abordés. Par le biais d'échanges entre les chercheurs, étudiants aux cycles supérieurs et intervenants du milieu forestier, nous espérons contribuer à identifier de nouvelles voies de recherche et de développement en matière d'aménagement forestier durable afin de bonifier ou de changer les pratiques d'aménagement forestier courantes.

## *Cône d'Or*



Le cône d'Or, assorti d'une bourse de 350 \$, sera remis à l'étudiant ou l'étudiante qui aura offert la meilleure présentation lors du colloque. Un jury composé de partenaires déterminera le ou la gagnant(e). Un prix de 150 \$ sera remis à l'affiche qui réussira le mieux à mettre le projet de recherche en valeur et à en faire connaître les enjeux ou applications. Un concours photos a aussi été mis en place pour mettre de l'avant les activités de recherche des participants.

Horaire du 23e Colloque de la Chaire AFD		
Heure	Présentateur	Horaire de la journée
08:00	Accueil des participants en présentiel	
08:30	Pierre Drapeau	Mot d'ouverture (et instructions Zoom)
08:35		
Bloc 1 : Sylviculture et biodiversité		
08:45	Geneviève Labrecque	Présentation du partenaire Produits Forestiers GreenFirst
09:00	Marion Noualhaguet, étudiante au doctorat, UQAT	Sylviculture et aménagement forestier écosystémique, 20 ans d'observation en forêt boréale mixte
09:15	Ari Kainelainen, étudiant au doctorat, UQAT	Effects of species mixing on the growth rates of balsam fir and trembling aspen after partial cuts
09:30	Daniela Robles, UQAT	Signal of Pacific and Atlantic Ocean climate indices detected on tree-ring-based fire history of mixed-pine forests of eastern North America for 1675-1900 AD
09:45	Période de questions	
10 :00	Affiches 1 à 8	
	Affiche 1 : Urszula Deregowski Affiche 2 : Sanghyun Kim Affiche 3 : Michel Guimond Affiche 4 : Marilou Yargeau Affiche 5 : Jonathan Kimbukusu Affiche 6 : Hiba Merzouki Affiche 7 : Hengyi Bai Affiche 8 : Tasnim Anjum Mou	
10:30	Pause-café et séance d'affiches	

## Bloc 2 - Modélisation et techniques d'imagerie à partir des données forestières

10:45	Maxence Soubeyrand, étudiant au doctorat, UQAT	Modélisation du comportement des peuplements de feuillus tempérés dans une matrice coniférienne
11:00	Maxence Martin, stagiaire post-doctoral, UQAT	Vieux, mais à quel point ? Identifier les aînés des forêts anciennes à l'aide du LiDAR aérien
11:15	Alex Camon, étudiant au baccalauréat, Université de Sherbrooke	Un SIG géodécisionnel web afin d'améliorer la prise de décision d'aménagement forestier
11:30	Période de questions	
11:45	Affiches 9 à 11	
	Affiche 9 : Lucie Barbier Affiche 10 : Marceau Badaroux Affiche 11 : Youssef Kraida	
12:00	<b>Dîner et Réseautage</b>	
13h10	Nouveau professeur à la Chaire : Présentation de Guillaume Grosbois	
13h25	Affiches 12 à 14	
	Affiche 12 : Clémence Boivin Affiche 13 : Jonathan Cazabonne Affiche 14 : Akib Hasan	
<b>Bloc 3 : Impacts du climat &amp; de l'environnement sur les forêts</b>		
13h40	Aurore Lucas	Présentation du partenaire Conseil régional de l'environnement de l'Abitibi-Témiscamingue (CREAT)
13h55	Pierre Grondin	Direction de la recherche forestière MFFP

14:10	Ana Verhulst-Casanova, étudiante au doctorat, UQAT	Comprendre l'anatomie du bois pour anticiper le potentiel de la sylviculture des érablières nordiques de demain
14h25	Nina Ryzhkova, étudiante au doctorat, UQAT	600-year dendrochronological reconstruction suggests climate drove the fire cycle and humans might have an impact on fire occurrence in a boreal landscape of southern Komi Republic, Russia
14h40	Période de questions	
14h55	<b>Pause-café</b>	
15h15	Nathan Egande, étudiant à la maîtrise, UQAT	Reconstitution historique de la composition des forêts préindustrielles boréales mixtes de l'Ouest du Québec
15h30	Achraf Ammar, étudiant à la maîtrise, UQAT	Potentiel de la tomographie acoustique pour la caractérisation non destructive de la proportion de la carie et son impact sur le module d'élasticité du bois de l'érable à sucre
15h45	Période de questions	
15h55	Affiches 15 à 22	
	Affiche 15 : Xiangbo Yin Affiche 16 : Samuel Robin Affiche 17 : Milva Druguet Dayars Affiche 18 : Mélanie Arsenault Affiche 19 : Maïsa De Noronha Affiche 20 : Jeanny Thivierge-Lampron Affiche 21 : Chafik Analy Affiche 22 : Anoj Subedi	
16h35	Osvaldo Valéria	Mot de clôture
16h50	Remise de prix (cône d'Or, concours photos et prix du public)	
17h	5 à 7	

# Nouveau professeur à la Chaire AFD



**Utiliser l'écologie  
aquatique pour étudier  
la forêt boréale**

**Guillaume Grosbois,  
professeur IRF-UQAT**

M. Grosbois est doté d'une formation en biologie et écologie des écosystèmes aquatiques et est spécialisé en études des interactions entre la forêt boréale et les

milieux aquatiques. Il a des compétences sur l'étude des réseaux trophiques et de la biodiversité, sur le transfert et le stockage de carbone ainsi que sur la réponse des communautés aquatiques face aux changements environnementaux. En raison de ses années d'expérience en tant que chercheur au Canada et à l'international, Guillaume a agi à titre d'agent de recherche à l'IRF depuis 2020 et a su contribuer à développer ce nouveau champ d'expertise, soit l'écologie aquatique, au sein de l'Institut.





# PRÉSENTATIONS



# Bloc 1 – Sylviculture et biodiversité



## **Produits Forestiers GreenFirst**

### **Geneviève Labrecque**

Chef forestière

Produits Forestiers GreenFirst est une entreprise qui privilégie la forêt et se concentre sur la gestion forestière et la production de bois d'œuvre durables sur le plan environnemental.



## **Sylviculture et aménagement forestier écosystémique, 20 ans d'observation en forêt boréale mixte**

### **Marion Noualhaguet, UQAT**

Co-auteurs : Nicole Fenton,  
Maxence Soubeyrand et  
Timothy Work

**Mots clés :** Aménagement forestier écosystémique, productivité, conservation, résistance, résilience, forêt boréale mixte.

L'aménagement forestier écosystémique (AFE), recommandé depuis 2013 au Québec, vise à maintenir des écosystèmes sains et résilients en

réduisant les écarts entre les paysages naturels et aménagés. Sur le plan opérationnel, il s'appuie sur des traitements sylvicoles variés pour refléter la dynamique naturelle. Dans ce sens, les coupes totales sont utilisées pour recruter de jeunes peuplements, un substitut de la reprise des peuplements après feu. Tandis que les coupes partielles sont utilisées pour émuler les processus de mortalité naturelle et faire évoluer les peuplements plus rapidement vers des états de référence plus avancés. Ces principes constituent des intentions sylvicoles établies dans le sens de l'AFE mais celui-ci reste novateur et des questions portant sur son efficacité à moyen et long terme pour maintenir la biodiversité et productivités forestières peuvent uniquement être résolue à l'aide de suivis pérennes.

Le projet de recherche SAFE (Sylviculture et Aménagement Forestier Écosystémique) teste depuis 1998, les effets de l'intensité des coupes sur des peuplements de début, mi, et fin de succession en forêt boréale mixte du Québec. Depuis l'initiation du projet, des suivis de la structure et de la composition des peuplements et des caractéristiques et facteurs d'habitats (température, nutriments du sol, bois morts) ont été réalisés. Nous constatons qu'après les coupes de plus faible intensité, les peuplements ont résisté, soit ils ont « absorbé » la perturbation sans qu'il y ait modification de leur structure (densité d'arbres) ou composition (espèces retrouvées). De plus, en 20 ans les peuplements montrent de la résilience, soit ils sont similaires aux peuplements de référence de stade évolutif plus avancés. Pour les coupes plus intenses, 20 ans ne représentaient pas un laps de temps suffisant pour observer de la résilience ou de la résistance mais ces effets seraient peut-être visibles si les suivis se

poursuivent.



## **Effect of species mixture on growth rates of balsam fir and trembling aspen after partial cuts**

**Ari Kainelainen, UQAT**

Co-auteurs : Igor Drobyshev,  
Raphaël Chavardès et Fabio  
Gennaretti

**Mots clés : Boreal mixedwoods, Balsam fir, Trembling aspen, partial harvesting, neighborhood competition, basal area increments, growth rates.**

To improve our understanding on how species mixture affects growth rates of boreal tree species, particularly following silvicultural treatments, we investigated the effects of species mixture on the growth rates of balsam fir and trembling aspen after partial cut practices in western Québec. Our study was conducted at the Lake Duparquet Research and Teaching Forest (FERLD). All data was collected during 2020–2021 from 12 experimental units with different composition gradients and two treatment scenarios: control and partial cut, conducted in 1998-2002 (6 control units and 6 logged). We recovered 800 tree cores and processed them using standard dendrochronological techniques in the International Research Laboratory of the FERLD. First, we assessed the combined effects of species mixture and partial cuts on growth rates of residual balsam fir and trembling aspen trees at the stand level. Second, we estimated growing conditions of target trees ( $n = 80$ ) within their surrounding environment (6-m radii from each target tree) to consider neighborhood competition

in the analysis. Growth rates were expressed as basal area increments obtained from tree cores and follow-up analyses will involve use of linear mixed models. This study will provide valuable data on the impact of partial harvesting in the boreal mixedwoods on the residual trees. Moreover, our results will improve understanding of competition occurring in the mixed forest and the interactions between studied species.



# Bloc 2 – Modélisation et techniques d'imagerie à partir des données forestières



## **Modélisation du comportement des peuplements de feuillus tempérés dans une matrice coniférienne**

**Maxence Soubeyrand, UQAT**

Co-auteurs : Anthony Taylor, Loïc d'Orangeville, Olivier Blarquez et Philippe Marchand

**Mots clés : Modélisation, sapinière à bouleau blanc, feuillus tempérés, aménagement forestier.**

Les changements climatiques impactent les écosystèmes forestiers en déplaçant les optimums climatiques vers le nord plus rapidement que le processus de migration des arbres, ainsi on observe un décalage entre la distribution des espèces et leurs enveloppes bioclimatiques. Avec l'aménagement forestier, ces perturbations pourraient profondément modifier la composition en espèce des forêts boréales via la migration des espèces de feuillus tempérés vers la forêt boréale. Nous avons testé si les feuillus tempérés (érable à sucre, érable rouge et bouleau jaune) pouvaient s'établir dans des peuplements typiques de la sapinière à bouleau blanc (SBB) et quelles sont les conséquences de ces établissements sur la composition en espèce de ces peuplements. Nous avons utilisé le modèle SORTIE qui est un modèle individu centré à l'échelle du

peuplement, spatialement explicite, basé sur la croissance des individus, leur régénération et leur mortalité. La croissance maximale potentielle des espèces est basée sur des variables climatiques représentant la température et les précipitations, cette croissance est ensuite pondérée par l'effet ombrage et la compétition entre les arbres. Nous avons modélisé la dynamique forestière de peuplements de la SBB à différents stades de succession en rajoutant des semis d'érable à sucre, d'érable rouge et de bouleau jaune à différentes densités dans des peuplements perturbés par une coupe totale ou non perturbés. Les trois espèces de feuillus tempérés seraient capable de s'établir dans la SBB bien que l'érable rouge ait une meilleure capacité d'intégration, et cela au détriment des espèces de conifères qui subissent une baisse de leur surface terrière. Ainsi l'établissement des espèces de feuillus tempérés dans la SBB pourrait participer au processus d'enfeuilletement dans la SBB déjà observé avec le peuplier faux-tremble et le bouleau blanc et avoir un impact à long terme sur l'aménagement forestier futur.



## **Vieux, mais à quel point ? Identifier les aînés des forêts anciennes à l'aide du LiDAR aérien**

**Maxence Martin, UQAT**

Co-auteur : Osvaldo Valéria

**Mots clés : Vieille forêt, forêt boréale, télédétection, succession forestière, inventaires forestiers, balayage laser aérien, structure d'âge, écologie du paysage.**

Les forêts anciennes boréales sont des écosystèmes dynamiques, dont la structure, la composition et les habitats changent au fil du temps. La diversité interne de ces forêts est l'un des principaux facteurs expliquant leur grande valeur écologique. Pourtant, cette diversité est rarement prise en compte par les inventaires forestiers, ce qui limite l'efficacité de toute mesure de conservation, de restauration ou de gestion liée aux forêts anciennes. Dans cette étude, nous évaluons le potentiel du LiDAR aérien pour distinguer les forêts anciennes boréales appartenant à différents stades de succession. Notre zone d'étude consistait en 459 km<sup>2</sup> de forêts boréales coniférienne, non brûlées depuis au moins 115 ans au Québec, Canada. Nous avons utilisé comme territoires de référence de « jeunes » forêts anciennes (brûlées il y a 115 ans) et de « vieilles » forêts anciennes (non brûlées depuis au moins 250 ans) pour calibrer un modèle d'arbres de régression aléatoire capable de distinguer les stades de succession des forêts anciennes. Le modèle a été validé sur 86 placettes de terrain, puis utilisé pour prédire le stade de succession de forêts anciennes d'âge inconnu sur le territoire d'étude. Le modèle a présenté une capacité de prédiction très élevée (taux d'erreur =



4,9%) et les placettes de terrain ont validé sa capacité à discriminer efficacement des forêts anciennes d'âge différent. La prédiction appliquée sur le territoire d'étude a mis en évidence la présence de 155 km<sup>2</sup> de vieilles forêts anciennes (>250 ans), généralement regroupées en grands massifs continus, au sein d'une matrice de forêts anciennes d'âge intermédiaire (≈150-250 ans). Ces résultats démontrent le potentiel du LiDAR aérien pour amener à un nouveau niveau notre connaissance des forêts anciennes boréales. La méthodologie développée dans cette étude sera donc essentielle pour identifier les habitats et fonctions clés fournis par ces forêts.



## **Un SIG géodécisionnel web afin d'améliorer la prise de décision d'aménagement forestier**

**Alex Camon, Université de Sherbrooke**

Co-auteur : Mickaël Germain, Osvaldo Valéria et Richard Fournier

**Mots clés : Vieille forêt, forêt boréale, télédétection, succession forestière, inventaires forestiers, balayage laser aérien, structure d'âge, écologie du paysage.**

Au Québec, les forêts représentent une ressource considérable et leur gestion se doit d'être rigoureuse afin de pérenniser les services que les humains en retirent. À l'aide d'un outil permettant d'estimer le succès de régénération d'une forêt brûlée disponible sur les logiciels cartographiques tels qu'ArcGIS ou QGIS, nous partagerons l'état d'avancement d'un SIG web libre d'accès et convivial orienté à améliorer la prise de décision spatialement explicite. Celui-ci a pour but d'aider les décideurs à planifier leurs actions en priorisant, dans notre exemple, les secteurs à risque afin d'améliorer la réactivité face à un feu.

Le développement du SIG web consiste à l'élaboration de la cartographie web regroupant diverses couches géospatiales importantes pour la prise de décision notamment l'inventaire écoforestier, les routes et bien d'autres informations contextuelles. Ensuite, l'interface cartographique permet de déployer un tableau de bord interactif, permettant de rendre le SIG plus convivial pour l'utilisateur. Différents outils ont été implémentés tels que des graphiques dynamiques, un gestionnaire de couches de données ainsi que des outils de mesure et de dessin.

Le but ultime est de rendre disponibles les outils plus conviviaux et performants afin de procéder à différentes analyses spatiales et qualitatives telles nécessaires à la prise de décision.



# Bloc 3 - Impacts du climat et de l'environnement sur les forêts



**Conseil régional de  
l'environnement de  
l'Abitibi-  
Témiscamingue  
(CREAT)**

**Aurore Lucas**  
Chargée de projet

Le CREAT est un organisme qui regroupe des intervenants de la région de l'Abitibi-Témiscamingue afin de protéger l'environnement, en accord avec les principes du développement durable. Le développement durable se définit, pour le CREAT, comme un développement qui permet à la génération actuelle de répondre à ses besoins sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Le respect de la capacité de support de l'environnement est donc la condition d'un développement durable (texte issu du site internet du Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec).



**Direction de la  
recherche forestière  
(DRF) – ministère des  
Forêts de la Faune et  
des Parcs (MFFP)**

**Pierre Grondin,**  
Ingénieur forestier

La Direction de la recherche forestière (DRF) a pour mandat de participer activement à l'orientation de la recherche et à l'amélioration de la pratique forestière au Québec, dans un contexte d'aménagement forestier durable, en réalisant des travaux de recherche scientifique appliquée. Elle développe de nouvelles connaissances, du savoir-faire et du matériel biologique et contribue à leur diffusion ou à leur intégration au domaine de la pratique.



**Liens entre le climat et  
l'anatomie du bois d'érable à  
sucre (*Acer saccharum*  
Marshall) à la limite nordique de  
son aire de répartition au  
Québec**

**Ana Verhulst-Casanova,**  
**UQAT**

Co-auteurs : Fabio Gennaretti, Ahmed Koubaa,  
Yves Bergeron et Alexis Achim

**Mots clés :** Dendroécologie, traits anatomiques du bois, xylème, plasticité des traits, qualité de la fibre, densité du bois, érable à sucre.

La plasticité des traits favorise la croissance et la survie des arbres dans des environnements multiples. Et est particulièrement importante aux limites des aires de répartition des espèces, où les conditions environnementales peuvent limiter le fonctionnement des arbres. Par exemple, les traits anatomiques du xylème déterminent les flux de sève et des nutriments ainsi que la résistance mécanique de l'arbre. Ces traits s'ajustent pour maximiser la croissance et assurer la survie de l'arbre selon les conditions environnementales et éviter d'éventuelles déficiences hydrauliques. L'analyse de ces traits à la limite de l'aire de répartition d'une espèce d'arbre peut nous renseigner sur la capacité d'adaptation de celle-ci aux conditions extrêmes de son spectre climatique. Cette plasticité impactant directement les caractéristiques du bois de l'arbre, elle en affecte les utilisations que l'on peut faire. Au niveau du xylème, le bois des érables situés à la limite nordique sont plus fréquemment marqués par un changement de la coloration du cœur (partie interne plus foncée). Cette caractéristique peut être considérée comme un élément précurseur de la carie. Cette coloration fait baisser considérablement la valeur marchande du bois de l'essence et réduit l'attractivité de l'espèce pour l'industrie forestière. Ce changement peut être associé à différents facteurs : événement climatique extrême, dommages d'insectes, blessures sur le tronc, etc. Entre ces facteurs, les gelées tardives ou précoces formant des fentes ou des gélivures sont considérées des causes très probables de la coloration. Nous présentons ici un projet qui vise à étudier les traits anatomiques du xylème sur l'aire de distribution de l'érable à sucre au Québec, où l'espèce

trouve sa limite nordique. Nous souhaitons comprendre les liens entre les conditions environnementales et l'anatomie du bois dans les populations nordiques, pouvant témoigner d'une mauvaise adaptation de l'espèce aux environnements.



## **600-year dendrochronological reconstruction suggests climate drove the fire cycle and humans might have an impact on fire occurrence in a boreal landscape of southern Komi Republic, Russia**

**Nina Ryzhkova, UQAT**

Co-auteurs : Igor Drobyshev et Yves Bergeron

**Mots clés :** Climate variation, natural disturbances, boreal landscape, fire regime, pine-dominated forests, north-eastern Russia, natural hazards.

We developed a dendrochronologically-resolved 600-year long fire history reconstruction of a middle boreal pine-dominated landscape on the western slopes of the Ural Mountains, in the southern part of the Republic of Komi, Russia. We tested for the climate and anthropogenic forcing on historical fire regimes characterized by the fire cycle (FC) and fire occurrence. Over the 1340–1610 CE period, the territory had the FC of 66 years. Fire activity increased during the 1620–1730 CE period, with the FC reaching 32 years. Between 1740–1950, the FC increased to 47 years. The most recent period, 1960–2010, marks FC's historical maximum, with the mean of 153 years. The establishment of the villages, often – as small harbors on the Pechora River, was associated with a non-significant increase in fire occurrence in the sites nearest the villages ( $p = 0.50$ ). Survivorship analysis

operating with parts of the landscape in the vicinity of the villages with known establishment dates did not show a significant effect of villages on fire occurrence. However, we observed a temporal association between village establishment and fire occurrence at the scale of the whole studied landscape. There was no positive association between the former and the FC. We documented a decline in the area burned, following the wave of village establishment during the second half of the 1600s and the first half of the 1700s. Superposed epoch analysis of the regional earlywood pine chronology and the years with the largest amount of area burned suggested drier than average conditions during these years, pointing to the impact of climate forcing. The lack of association between FC dynamics and the dates of village establishments and the significant association between large fire years (LFYs) and the drought proxy indirectly suggests that the climate was the primary control of the landscape-level FCs in the studied forests.





## **Reconstitution historique de la composition des forêts préindustrielles boréales mixtes de l'Ouest du Québec**

**Nathan Egande, UQAT-  
UQAM**

Co-auteurs : Yves Bergeron,  
Dominique Arseneault et Victor Danneyrolles

**Mots clés :** Écologie forestière historique, aménagement écosystémique, changement de composition, archives d'arpentage, forêt boréale, Rouyn-Noranda.

Au cours des derniers siècles, les forêts de l'est de l'Amérique du Nord ont été profondément transformées par la colonisation européenne et par le développement de l'exploitation industrielle des ressources forestières. Au Québec, la gestion forestière durable vise à restaurer le caractère naturel des forêts au travers de l'aménagement écosystémique. Dans ce contexte, les caractéristiques des forêts en place avant l'exploitation industrielle, les forêts préindustrielles, permettent d'établir des états de référence pour l'aménagement écosystémique et la restauration écologique. Ce projet de maîtrise avait pour but d'utiliser des archives d'arpentage pour reconstituer la composition préindustrielle des forêts boréales mixtes de la région de Rouyn-Noranda à l'Ouest du Québec. Les archives d'arpentage sont des documents écrits, produits au cours du XIX<sup>ème</sup> et du début du XX<sup>ème</sup> siècles, dont le but était de déterminer les nouvelles limites administratives du territoire disponible pour la colonisation (cantons, lots). A partir des archives d'arpentage disponibles pour la région (1920-1940) une

base de données comportant 3621 observations sur la composition de la forêt, dont majoritairement des listes de taxons, a été créée et géoréférencée. Ces observations ont été ensuite analysées et cartographiées afin de dresser un portrait des forêts préindustrielles et des changements survenus dans la région. Les changements de composition ont été déterminés par comparaison avec les inventaires forestiers du gouvernement du Québec des dernières décennies (1980-2015). Les résultats indiquent une diminution des conifères principalement les épinettes (– 39 %) parallèle à une augmentation des feuillus de début de succession, dont principalement le peuplier (+ 28 %). Ces changements dans la composition entre les deux époques sont attribués aux activités de la colonisation (coupe, feux, ouvertures des terres, etc.) et à l'exploitation industrielle du bois. Les changements de composition ont été structurés par les grandes classes de dépôts de surface. Dans le contexte de l'aménagement écosystémique, nos résultats permettent de recommander des pratiques sylvicoles qui favorisent le retour de la composante résineuse et de limiter l'expansion du peuplier faux-tremble.



## **Potentiel de la tomographie acoustique pour la caractérisation non destructive de la proportion de la carie et son impact sur le module d'élasticité du bois de l'érable à sucre**

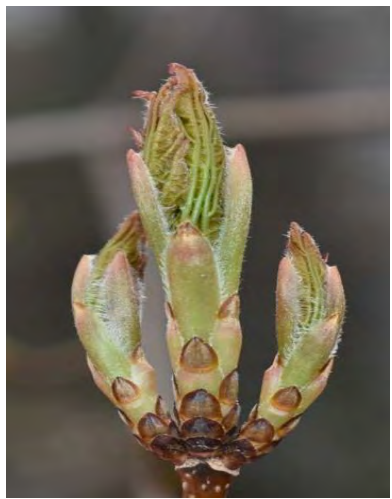
**Achraf Ammar, UQAT**

Co-auteurs : Ahmed Koubaa et Yves Bergeron

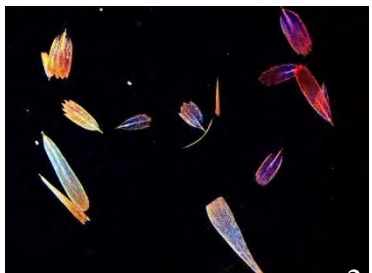
**Mots clés :** Erable à sucre, coloration et carie du bois, caractérisation non destructive, tomographe acoustique, module d'élasticité dynamique.

L'érable à sucre est une essence abondante dans les forêts du Nord-Est de l'Amérique du Nord et très prisée pour des applications d'apparence et structurales. Cependant, la présence de la coloration et de la carie dans le bois des érables, particulièrement au nord de sa répartition géographique provoque une diminution considérable de la qualité des peuplements et une dégradation des propriétés mécaniques et physiques du bois. Il est ainsi important de détecter et de quantifier la carie dans les peuplements d'érable à sucre. Ainsi, nous visons à évaluer le potentiel de tomographie acoustique pour la détection et la quantification de la carie sur les arbres debout d'une façon non destructive. L'objectif général de ce projet consiste à évaluer le potentiel du tomographe acoustique pour la détection de la carie dans les peuplements d'érable à sucre et l'évaluation de son impact sur les propriétés mécaniques de son bois. Plus spécifiquement, le projet vise à caractériser la proportion de la carie par tomographie acoustique ; évaluer l'impact de la carie sur les propriétés mécaniques du bois notamment le module d'élasticité statique (MOE) et dynamique

(MOED) mesurés par deux techniques ; évaluer le potentiel de tomographie acoustique pour prédire l'impact de la carie sur le comportement mécanique du bois. Cinquante-trois arbres ont été échantillonnés aléatoirement dans deux sites situés à La Tuque (Québec, Canada). Le MOED dépend de deux paramètres physiques soient la vitesse de propagation de l'onde sonore et la masse volumique du bois. Chaque arbre a été mesuré par le tomographe acoustique pour déterminer la variation radiale de la vitesse de propagation de l'onde sonore et deux carottes ont été prélevées de chaque arbre pour déterminer le profil radial de la masse volumique en utilisant le densitomètre à rayon X. Afin d'évaluer et de valider le potentiel des outils de caractérisation non destructifs (le tomographe acoustique, le densitomètre à rayon X) dans la mesure des propriétés élastiques du bois, des essais de caractérisation destructifs ont été réalisés (tests de compression et de flexion). Dix-huit billes d'érable à sucre, de hauteur 50 cm, ayant différents diamètres et récoltés de deux sites de l'Abitibi-Témiscamingue (Québec, Canada), ont été analysés par les outils non destructifs appliqués sur les arbres sur pied et en même temps avec des outils destructifs afin d'établir des corrélations entre les modules d'élasticité déterminés par les deux méthodes. Les résultats suggèrent que l'effet de la coloration et de la carie sur les propriétés mécaniques était significatif. D'ailleurs, ces propriétés diminuent en allant du bois sain vers le bois coloré ou carié dans l'arbre avec des pertes allant jusqu'à 60%. La corrélation entre le MOED obtenu par le tomographe acoustique et les modules statiques (en compression et en flexion) était positive et significative. Le tomographe s'avère donc un outil non destructif efficace pour l'évaluation des propriétés élastique du bois.



# Affiches



# Bloc 1 – Sylviculture et biodiversité

## **1** Effets à long terme de la coupe partielle de haute et de faible intensité sur les communautés de coléoptères saproxyliques dans la forêt boréale mixte de l'est.

**Urszula Deregowski, UQAM**

Co-auteurs : Timothy Work et Miguel Montoro Girona

Mots clés : Coupe partielle, gestion basée sur les perturbations naturelles, bois morts, coléoptères saproxyliques, récupération de la biodiversité à long terme.

La gestion basée sur les perturbations naturelles vise à imiter les perturbations naturelles telles que les chablis, les infestations d'insectes et les incendies par de coupes partielles. Alors que la coupe totale supprime les éléments que les perturbations naturelles peuvent laisser derrière eux, tels que les arbres vivants ou le bois mort, la coupe partielle laisse ces éléments pour permettre le rétablissement à long terme de la biodiversité. Les coléoptères saproxyliques (dépendants du bois mort) peuvent bénéficier d'une coupe partielle car à long terme, les arbres conservés fournissent du bois mort frais lorsqu'ils meurent progressivement. Il y a plus de vingt ans, nous avons traité des peuplements feuillus, mixtes et résineux dans la forêt de recherche et d'enseignement du lac Duparquet de la région de l'Abitibi-Témiscamingue au Québec à divers niveaux de rétention et avons échantillonné les communautés de coléoptères saproxyliques en 2019 et 2022 pour déterminer les effets à long terme. Dans les peuplements feuillus, 1/3 et 2/3 de

coupes partielles étaient bénéfiques pour les coléoptères, mais 1/3 de coupes étaient particulièrement bénéfiques pour les coléoptères saproxyliques en fonction du nombre d'individus capturés par piège. Dans les peuplements mixtes, 40 % de coupes dispersées ont mieux conservé les coléoptères que 40 % de coupes agrégées. L'abondance du coléoptère était plus faible dans les coupes totales pour tous les types de peuplements. Les données doivent encore être finalisées car l'identification des coléoptères est toujours en cours, mais les résultats actuels soutiennent la coupe partielle en tant que stratégie pour le rétablissement à long terme de la biodiversité des coléoptères après la récolte.



## 2

# Can partial harvest promote conifer regeneration and soil ecosystem in black spruce stands?

**Sanghyun Kim**

Co-auteurs : Miguel Montoro Girona, Patricia Raymond, Annie DesRochers, Hubert Morin et Yves Bergeron

Mots clés : Boreal forest, climate change, conifer regeneration, ecosystem-based management, metagenomics, microbial biofertilizer, silviculture.

La Partial harvest is considered as a promising alternative to clearcutting system to integrate ecological, economical, and social objectives into silvicultural planning. Logging activity alters habitat conditions for plant and microbial communities in the understory and consequently influences ecosystem processes such as nutrient cycling. Even with their major implication for forest management, little is known of overstory retention levels that promote regeneration and microbiome in boreal forests. The aim of our study is to evaluate the effects of partial harvests (50-75% of basal area removal) on regeneration and microbiome in natural even-aged black spruce (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) stands 18 years after silvicultural intervention. An experimental design with six sites (younger and older stands) and silvicultural treatments (clearcut, seed-tree, three variants of shelterwood, unmanaged) was established by Canadian Forest Service in Monts-Valin and North Shore regions of Quebec. First, we will analyze the effects of the silvicultural treatments and stand structure on seedling growth and density and their driving factors such as seedling competition, soil properties, solar radiation, and water efficiency. Second,



the effects of the silvicultural treatments on soil microbiome will be studied by applying state of the DNA metabarcoding techniques and soil physicochemical analyses. We expect that uniform shelterwood systems will be an efficient silvicultural alternative to clearcutting for regeneration and microbiome by providing intermediate level of disturbances in black spruce boreal forests. Therefore, this study will understand regeneration driving factors as a whole to gain knowledge of the ecological dynamics in postharvest stands in boreal forests.

3

**Bande riveraine :  
20m de protection ou d'inaction ?  
Michel Guimond**

Co-auteurs : Miguel Montoro Girona, Guillaume Grosbois et Kayssandra Waldron

Mots clés : Bandes riveraines.

Les coupes forestières peuvent avoir des impacts majeurs sur le fonctionnement et la santé des écosystème aquatiques. Cependant, le seul outil sylvicole présentement utilisé pour réduire les effets des coupes sur la ressource hydrique est la bande riveraine de 20m de largeur (art 27 du RADF). En dépit de son utilisation partout au Québec, aucune étude sur le terrain n'a encore été réalisée pour vérifier l'efficacité et la longévité de cette méthode de protection, malgré la grande mortalité par chablis observée. Mon projet de recherche vise à évaluer la stabilité des bandes riveraines en forêt boréale ainsi que leur rôle de connectivité pour la faune et finalement, de protection des écosystèmes aquatiques 15-20 ans après coupe dans des peuplements d'épinette noire (*Picea mariana*) et de pin gris (*Pinus banksiana*).

Au total, 52 sites ont été sélectionnés sur le territoire de la MRC Abitibi dont: 20 bandes riveraines en coupes forestières, 20 témoins sans interventions et 12 bandes plus larges (20-40m, 40-60m et 60m+). Les sites ont été choisis selon les deux types de substrat les plus abondants en Abitibi, soit le sable et l'argile et réparti équitablement entre nos deux types de peuplements. Notre approche méthodologique inclue plusieurs inventaires forestiers (Diamètre à hauteur de poitrine, position, âge, code d'état, blessure, hauteur), des caractérisations de substrat et de régénération (profondeur, perturbation, couverture végétale, classe de hauteur, lumière incidente) et finalement des caractérisations de chablis (perturbation, couverture de débris ligneux/chablis). Ces inventaires ont été réalisés en 2021 et un deuxième échantillonnage suivra en 2022 pour le rôle de connectivité (pose de caméra-trappes) et de protection des milieux hydriques (apports en carbone, pH, température, oxygène dissous, conductivité, azote et phosphore).

Ces nouvelles connaissances permettront de revisiter et d'adapter la bande riveraine comme outil sylvicole. Ceci permettra d'intégrer les milieux hydriques dans l'aménagement forestier, pour permettre une protection efficace de ces milieux à long-terme.



## La coupe partielle en forêt boréale comme outil de restauration des attributs de vieilles forêts et d'atténuation des changements climatiques.

**Marilou Yargeau**

Co-auteurs : Evelyne Thiffault et Miguel Montoro Girona

Mots clés : Coupe partielle, vieilles forêts, attributs de vieilles forêts, forêt boréale.

L'aménagement des forêts boréales du Québec se base depuis plusieurs années sur la coupe totale et la CPRS. Cependant, plusieurs études ont contribué à démontrer que ces pratiques ne se situent pas dans les limites naturelles de cet écosystème bien particulier. En effet, plutôt qu'être dominé par un régime de perturbations par le feu, la forêt boréale de l'est du Québec est plutôt affectée par un régime de trouées, causées majoritairement par les épidémies d'insectes, les maladies, la sénescence des arbres et les chablis. Il en résulte des peuplements irréguliers inéquiens, semblables aux forêts surannées. Cette mauvaise gestion des massifs boréaux a causé leur détérioration en simplifiant la structure interne, la structure en âge ainsi que la composition en essence des peuplements, causant une raréfaction des vieilles forêts sur le territoire québécois.

Afin de contrer ces problèmes, plusieurs auteurs suggèrent la coupe partielle afin de pratiquer une sylviculture plus adaptée à la forêt boréale de l'est. Les résultats sont jusqu'à présent encourageant dans les pessières à mousse, sapinières à épinettes noires et sapinières à bouleaux jaunes : les différentes coupes partielles réalisées

permettent le maintien de la structure initialement irrégulière inéquienne des peuplements et le rétablissement d'attributs spécifiques aux forêts surannées.

Mon projet de recherche s'insère donc dans cette lancée en étudiant la contribution des coupes partielles irrégulières dans la sapinière à bouleaux blancs de l'est. On espère y voir une meilleure régénération en épinette blanche pour favoriser la diversification de la composition et une meilleure résistance aux épidémies de la TBE, en plus d'observer une restauration des attributs irréguliers inéquiens du peuplement original.

5

## **Les effets de divers traitements sylvicoles sur le contrôle de l'aulne rugueux (*Alnus rugosa* (Du Roi) Clausen) et la remise en productivité forestière en forêt boréale**

**Jonathan Kimbukusu Kusa**

Co-auteurs : Annie DesRochers et Nelson Thiffault

Mots clés : Préparation de terrain, restauration, végétation concurrente, aménagement forestier, facilitation écologique.

Dans la forêt boréale, les peuplements gérés qui ne se régénèrent pas ou ne s'établissent pas rapidement après la récolte peuvent être rapidement envahis par l'aulne rugueux (*Alnus rugosa*), en particulier sur les sites humides où l'aulne était présent avant la récolte. Les populations denses d'aulnes résultent de l'augmentation de la lumière disponible et de l'élévation du niveau de la nappe phréatique après la récolte. L'invasion de l'aulne se fait principalement

par propagation végétative, de sorte que cette espèce peut rapidement dominer un site, concurrencer la régénération forestière et provoquer l'échec de la régénération. Cependant, les racines des aulnes sont infectées par des actinomycètes fixateurs d'azote (N) qui pourraient contribuer à la croissance d'autres plantes par le biais de la facilitation écologique. En outre, l'aulne joue un rôle important dans le bilan d'évapotranspiration des tourbières boisées et peut abaisser la nappe phréatique. Dans ce contexte, la présence d'aulnes pourrait favoriser la croissance des conifères dans les écosystèmes forestiers où la disponibilité de l'azote dans le sol est faible et où la nappe phréatique est proche de la surface. Par conséquent, sur les sites post-récolte où la densité des aulnes est susceptible de nuire à la croissance des arbres et à la productivité de la forêt, les traitements de préparation du site pourraient être utilisés pour contrôler l'abondance des aulnes en créant des conditions d'espacement où leur présence augmenterait la disponibilité de l'azote et abaisserait la nappe phréatique, et pourrait favoriser la croissance de la régénération de l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP) par exemple.

6

**Les effets de divers traitements sylvicoles sur le contrôle de l'aulne rugueux (*Alnus rugosa* (Du Roi) Clausen) et la remise en productivité forestière en forêt boréale.**

**Hiba Merzouki**

Co-auteurs : Annie DesRochers et Vincent Poirier

Mots clés : Amendement, biochar, cendres de bois, fumier, nutrition foliaire, trait, végétation de compétition.

Dans L'un des défis majeurs en sylviculture est d'assurer la productivité des forêts boréales aménagées. La préparation de terrain, suite à une coupe forestière et avant le reboisement, peut avoir des effets sur le cycle et les concentrations des nutriments essentiels à la croissance des arbres, ce qui peut retarder la régénération et diminuer la productivité des peuplements en cours de régénération. C'est dans cette optique mon projet s'est penché sur l'idée d'ajouter des amendements de sol (biochar, cendres de bois et fumier) afin de contribuer à restaurer la productivité forestière des sols dégradés/mal régénérés.

Les effets attendus : une amélioration de la nutrition foliaire des plants nouvellement reboisés, ainsi que les propriétés physico-chimiques de leur substrat de croissance. Par contre, la végétation de sous-bois peut aussi tirer profit de cette fertilisation, en entrant en compétition avec l'essence principale. Il est donc pertinent d'évaluer l'influence des amendements sur le couvert végétal compétitif, son assemblage et sa diversité spécifique, en s'appuyant sur les traits taxonomiques et fonctionnels des plantes qui le constituent.

Ce projet pourrait contribuer à développer un nouveau débouché pour les matières organiques résiduelles (forestières, agricoles, urbaines ou industrielles). En réutilisant ces résidus riches en nutriments comme amendements de sol, cela permet même de réduire les gaz à effet de serre générés par les opérations d'enfouissement.

## Impact de la coupe forestière sur le fonctionnement des lacs de la forêt boréale

### Hengyi Bai

Co-auteurs : Miguel Montoro Girona, Milla Rautio and Guillaume Grosbois

Mots clés : Réseau trophique, interactions forêt-lac, sylviculture, isotope stable.

La forêt boréale canadienne est le deuxième plus grand biome terrestre au monde et représente la plus grande source d'eau douce sur la Terre, avec plus de 1,5 million de lacs. Les écosystèmes forestiers et d'eau douce sont en constante interaction et influencent fortement le fonctionnement de l'un et de l'autre. En raison de l'importance du bois, l'exploitation forestière est l'une des activités économiques les plus importantes au Canada. Cependant, l'impact des coupes forestières sur les écosystèmes aquatiques reste peu connu. Notre projet vise à déterminer l'impact de cette perturbation anthropique sur le fonctionnement et la santé des écosystèmes lacustres de la forêt boréale. Pour atteindre cet objectif, nous évaluerons les changements physico-chimiques de l'eau des lacs avant et après une coupe forestière dans la forêt adjacente. Nous évaluerons aussi les apports terrestres et leurs impacts sur la structure, le fonctionnement et la santé des réseaux trophiques aquatiques (du phytoplancton aux poissons, en passant par le zooplancton) en utilisant des techniques telles que les analyses d'isotopes stables et d'acides gras. Douze lacs seront échantillonnés, dont la moitié seront fortement influencés par le bassin versant

(lacs sur argile) et l'autre moitié seront faiblement influencée par le bassin versant (lacs sur eskers). L'échantillonnage sera effectué trois fois par an, au printemps, à l'été et à l'automne, afin d'inclure la variabilité saisonnière. Les résultats de cette étude permettront de mieux comprendre l'impact de l'exploitation forestière sur les écosystèmes aquatiques et donc de participer à l'élaboration d'un nouveau paradigme de gestion durable des forêts qui inclut les écosystèmes terrestres et aquatiques.

8

## **Connecting the dot: why are harmful blue green algae blooming under ice?**

**Tasnim Anjum Mou**

Co-auteurs : Guillaume Grosbois et Miguel Montoro Girona

Mots clés : Cyanobacterial bloom, public health, water quality, climate change, lake ecology.

Cyanobacteria are the Earth's oldest photoautotrophs and provided the level of oxygen we currently have today. However, when they overgrow and form a bloom, they cause ecological degradation and sometimes they produce toxins that become life threatening. This phenomenon, called "harmful algal blooms", is linked with eutrophication, and water temperature rising in boreal lakes. Recent observations showed some unusual occurrence of harmful algal blooms under the ice cover which contradicts the fact that higher temperature always influence the bloom formation. This study aims to better understand the dynamic of harmful algal blooms in boreal lakes by identifying the specific driving factors responsible



for cyanobacterial development based on seasonal variation from lakes of Abitibi-Témiscamingue. We hypothesize that, cyanobacterial bloom formation and development are due to high water temperature during summer and to high nutrient availability during winter and that different species of cyanobacteria occur during different seasons. Our experimental design is composed by two different types of boreal lakes: Lake Fortune which has unusual under-ice cyanobacterial growth and Lake Beauchamp which is supposed to be low in nutrients as it is mainly fed by groundwater. We will identify phytoplankton community composition and the share of cyanobacterial species in those communities in each month starting from June 2021 to May 2022 to follow their seasonal variability. Also, cyanotoxin concentrations will be estimated to identify which species of cyanobacteria produce cyanotoxins as well as to determine the most harmful moment of the year for aquatic life and people. Finally, RNA analyses will be carried out to determine the cyanobacterial cell activity. The outcomes of the project can contribute to the goal of eradication life threatening toxicity and develop comprehensive knowledge and tool for improving water quality for the Abitibi-Témiscamingue region.





# Bloc 2 - Modélisation & techniques d'imagerie à partir des données forestières

9

## Analyse et modélisation éco-physiologique de la croissance de peuplements forestiers boréaux

**Lucie Barbier**

Co-auteurs : Fabio Gennaretti, Sergio Rossi et Etienne Boucher

Mots clés : Xylogénèse, allocation du C, changement climatique, MAIDEN.

La forêt boréale est une ressource économique et écologique importante pour le Canada et intervient dans la régulation globale du climat par son action de puit de C. Les enjeux de conservation de cet écosystème dans le contexte actuel de changements globaux sont donc majeurs et nécessitent une adaptation de la gestion forestière. Afin de gérer au mieux la forêt, il est important de comprendre le fonctionnement de cette dernière pour en prédire les réponses. Ces compréhensions et prédictions passent par la modélisation mécaniste des processus biogéochimiques et de la croissance des arbres. Actuellement, les réponses des modèles divergent, traduisant le besoin de les améliorer. En particulier, l'allocation du C et la

xylogénèse (développement du xylème) sont des sources d'incertitude majeure dans les projections de bilan C des forêts.

L'objectif de ma thèse est d'obtenir une meilleure compréhension de l'allocation du C et de la xylogénèse d'arbres boréaux. Afin d'identifier les moteurs environnementaux qui régissent l'allocation du C dans le bois de ces arbres, nous avons accès à plusieurs suivis intra-annuels de la croissance (un gradient latitudinal de sites expérimentaux et un gradient édaphique). Ces données seront couplées à des données de tour à flux et à la modélisation mécaniste (modèle MAIDEN) pour dissocier les facteurs limitants la croissance ligneuse et l'assimilation de C foliaire. Un nouveau module parcimonieux de xylogénèse sera développé à cet effet. Nous nous attendons à ce que nos résultats améliorent les projections de bilan carbone des forêts boréales.

10

## **Flux écosystémiques et scénarios de croissance des espèces boréales**

**Marceau Badaroux**

Co-auteurs : Fabio Gennaretti, Etienne Boucher et Annie Deslauriers

Mots clés : accès, aménagement, LiDAR, télédétection, changements climatiques

Plus Depuis plusieurs années, la forêt boréale canadienne est confrontée à des changements climatiques et environnementaux importants, ce qui a pour effet de modifier la structure et le fonctionnement des espèces de sa flore. Il est donc primordial de pouvoir comprendre leur

fonctionnement écophysio­logique, ainsi que de mesurer l'impact de la variabilité climatique sur ce fonctionnement. Dans ce contexte, l'utilisation de modèles écophysio­logiques à l'échelle des peuplements peut permettre de donner des prédictions de croissance sur les décennies à venir.

L'objectif est de réaliser des scénarios de croissance potentielles des espèces de la forêt boréale canadienne à partir de la caractérisation de leurs flux écosystémiques. Le modèle écophysio­logique utilisé sera le modèle MAIDEN qui prend en compte divers processus tels que les précipitations, la photosynthèse, la phénologie ou encore l'établissement du bilan carbone. Ce modèle sera calibré dans un premier temps à l'aide de diverses sources de données : images satellite enregistrées par des spectromètres MODIS, données de flux écosystémiques provenant de tours à flux, données issues des cernes de croissance des peuplements étudiés. Le modèle sera ensuite utilisé pour effectuer des simulations de croissance potentielle et ainsi déterminer l'évolution de la production primaire des espèces de la forêt boréale au cours du temps.

Avec l'évolution des conditions climatiques, on s'attend à une diminution de la production primaire au cours du temps en raison du stress hydrique. Cette étude permettra ainsi de pouvoir évaluer les risques de perte de productivité de la forêt boréale liés aux changements climatiques.



# Quantification des écarts de volumes de bois entre ceux prévus par Woodstock et ceux réellement récoltés ou encore ceux disponibles à la récolte dans un avenir rapproché

**Youssef Kraida**

Co-auteurs : Osvaldo Valeria et Alain Leduc

Mots clés : Calcul de possibilité forestière, Natura 2014, Artémis 2014, modélisation, planification forestière.

Le calcul des possibilités forestières (CPF) est une étape essentielle de la planification forestière. Il constitue un exercice de modélisation obligatoire au Québec et est habituellement réalisé sur un horizon de planification qui dépasse la durée moyenne de la révolution forestière. En sapinière à bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marshall), la révolution forestière avoisine généralement les 70 ans, c.-à-d. que l'on détermine le taux de récolte actuel en fonction de ce que produira la forêt sur un cycle de 70 ans. L'industrialisation de l'aménagement forestier étant relativement récent en forêt boréale, rarement on a eu l'occasion de vérifier et de valider les CPF sur une unité d'aménagement arrivant à la fin de sa 1ère révolution forestière. Or, de plus en plus de régions affichant un long historique d'aménagement arrivent à ce point tournant, offrant une occasion unique de vérifier les prévisions du CPF. Ce projet de recherche vise à vérifier si les volumes prévus comme disponibles à la récolte par le CPF correspond à ceux actualisés par les modèle NATURA et ou ARTEMIS. Pour se faire, Nous localiserons d'abord le 1er chantier de coupe de la 2e révolution forestière prévu récoltable en se

utilisant la carte historique de récolte (disponible pour ce territoire). De plus, les données disponibles du suivi de parcelles permanentes et temporaire sera mise en contribution dans les analyses. Après avoir sélectionné les secteurs prévus récoltables, on créera les strates d'aménagement sur lesquelles les projections des volumes disponibles à la récolte seront réalisées. Dans notre cas, on conservera les mêmes strates d'aménagement qui ont servi pour le dernier CPF de la FERLD réalisé par le BFEC en 2020 afin d'avoir une base de comparaison commune. Le modèle Natura 2014 sera utilisé pour prédire l'évolution des strates d'aménagements sur une courte durée de 15 – 20 ans. On propose de générer plusieurs prévisions (n= 100) des volumes moyens disponibles à la récolte et de vérifier si la valeur indiquée au CPF de la FERLD appartient à cette population de valeurs prédites par Natura.



# Biodiversité associée aux eskers

**12** À la recherche d'indicateurs écologiques pour évaluer la diversité après des coupes partielles novatrices en forêt boréale ! une approche multi-taxonomique

## **Clémence Boivin**

Co-auteurs : Miguel Montoro Girona, Nicole Fenton et Hubert Morin

Mots clés : Aménagement forestier durable, aménagement forestier écosystémique, bryophytes, micromammifères, oiseaux, végétation de sous-bois.

Dans un contexte où les besoins en bois ne cessent d'augmenter sur la planète, il devient nécessaire pour le Canada de se doter de nouvelles techniques de sylviculture afin de limiter les impacts sur la forêt boréale. Cela passe notamment par l'expérimentation de nouvelles méthodes d'exploitation de la forêt, comme les coupes partielles. L'objectif de ce projet est de déterminer l'impact des coupes partielles sur la diversité animale et végétale 18 ans après des traitements expérimentaux. Plus particulièrement, on cherche à définir des bioindicateurs permettant de caractériser l'état d'une forêt après différents types de coupes partielles.

Le design expérimental, établi en 2003 par le Service Canadien des Forêts, se situe dans les pessières à mousse de l'Est du Québec, Canada. Il comprend 6 blocs, distribué dans deux types de



structures équiennes : des peuplements ouverts anciens (> 120 ans) et des peuplements denses et jeunes (< 100 ans). Chaque bloc est composé de 6 traitements sylvicoles : trois coupes partielles novatrices (coupe en minibandes, coupe en sélection distante et coupe en sélection rapprochée), une coupe partielle déjà utilisée au Québec (coupe avec réserve de semenciers), un témoin non traité et une coupe avec protection de la régénération du sol (CPRS). Dans chaque traitement, un transect de 21 microplacettes permanentes de 4m<sup>2</sup> a été établi, pour l'étude de la végétation de sous-bois (N =756 microplacettes). Cette étude permettra de connaître la résilience. L'échantillonnage des bryophytes par microhabitats et l'identification des oiseaux et des micromammifères permettront d'identifier le traitement le mieux adapté au maintien de la biodiversité en forêt boréale.

L'étude de la diversité est donc essentielle pour développer des indicateurs fiables permettant d'évaluer l'état d'une forêt après coupe et adapter des stratégies d'aménagement forestier durable pour le maintien de la biodiversité boréale.

13

## **À la découverte des champignons mystérieux des Forêts d'Esger : une folie mycologique ?**

**Jonathan Cazabonne**

Co-auteurs : Annie DesRochers et Miguel Montoro Girona

Mots clés : Forêts d'esger, diversité fongique, metabarcoding, inventaires de terrain.

Les Eskers sont des formations géologiques fluvioglaciales résultant du dépôt de sédiments dans

des canaux sous-glaciaires ou à parois de glace pendant le retrait des glaciers il y a 10 000 ans. Ils fournissent une grande quantité de ressources naturelles cruciales pour l'économie et la population, incluant entre autres une eau potable de grande qualité, des forêts de *Pinus banksiana*, des graviers et du sable. Ces écosystèmes ainsi que la fonge associée semblent uniques au monde, mais restent également très vulnérables. Ils sont soumis à de fortes pressions anthropiques, incluant les coupes forestières, l'exploitation minière et hydrologique. Les activités ethnomycologiques des communautés autochtones locales sont également impactées. De plus, il existe un grand manque de connaissance sur les facteurs environnementaux façonnant la diversité fongique des eskers. Notre étude a pour objectifs de caractériser l'assemblage des communautés fongiques du sol de différentes forêts d'esker, et de déterminer les espèces fongiques produisant des carpophores. Les forêts de pins gris retrouvés sur les eskers ne semblent pas abriter la même diversité fongique que d'autres peuplements proches, sur sol argileux. Notre hypothèse est que la nature pédologique du sol, les conditions climatiques locales, ainsi que les essences forestières, contribuent à la présence d'espèces de champignons caractéristique des eskers. Les communautés fongiques du sol seront caractérisées via ADN environnemental. Des inventaires de terrain couplés à du barcode ADN permettront de documenter le plus précisément possible la diversité taxonomique des macromycètes présents. Combiner des méthodes moléculaires et d'inventaires permettra d'avoir une approche complète de la réelle diversité fongique des eskers. Ce projet est le premier à évaluer

l'unique diversité fongique des forêts d'esker. Il a vocation à établir de solides connaissances taxonomiques sur les champignons associés aux forêts d'esker, et ad finem contribuer à la valorisation de cet écosystème singulier et de ses mystérieux champignons.

14

## **Go to the lakes to know the forest biodiversity: The esker project.**

**Akib Hasan**

Co-auteurs : Guillaume Grosbois, Louis Imbeau et Miguel Montoro Girona

Mots clés : Aquatic ecology, waterbirds, food webs, macroinvertebrate, fish, boreal forests.

Eskers are complex geological formation formed by glaciers during the last ice age. Eskers provide now crucial resources in all northern countries such as drinking water, sand/gravel, outdoor recreational sites and productive forests. However, there is a huge knowledge gap about the biodiversity and functioning of eskers, and baseline ecological information is missing to consider these unique formations in the sustainable management and conservation strategies. Esker lakes are different as compared to other boreal lakes as they are fed by groundwaters and precipitations and are thus usually not connected to other aquatic ecosystems. Thus, esker lakes often have reduced or absent fish communities, which promotes a unique diversity and abundance of aquatic invertebrates at the base of the food web for waterbirds. The objective of the study is to characterize the waterbird communities associated to esker lakes and identify the resources and ecological

factors that determine their presence, abundance, richness, and diversity. The study was led in the MRC-Abitibi territory for its numerous lakes and esker formations. Aquatic invertebrate communities are currently characterized as they represent important feeding resources for waterbirds and are important ecological indicator of the lake health. Fifty lakes were sampled including lakes situated on eskers and lakes on the clay belt. The observational point and flush count method were applied to identify the bird communities. We found higher Shannon diversity index for waterbirds in clay lakes (mean = 0.45) compared to esker lakes (mean = 0.31) and for fish the index value in clay lakes (0.76) were also higher than lakes on esker (0.10). Additionally, nutrients in clay lakes (mean total nitrogen = 1370  $\mu\text{g/L}$ , total phosphorus = 19.93  $\mu\text{g/L}$  and organic carbon = 3190  $\mu\text{g/L}$ ) were higher than in esker lakes (mean total nitrogen = 450  $\mu\text{g/L}$ , total phosphorus = 6.93  $\mu\text{g/L}$  and organic carbon = 2300  $\mu\text{g/L}$ ). This project permits to characterize for the first time the unique biodiversity associated to esker lakes and evaluate the ecological value of those ecosystems.

# Bloc 3 - Impacts du climat et de l'environnement sur les forêts

15

## How big is the footprint? Quantifying offsite effects of mines on boreal plant communities

**Xiangbo Yin**

Co-auteurs : Christine Martineau et Nicole Fenton

Mots clés : Enigmatic impacts, mine footprint, understory vegetation, human activities, tracheophytes, Canada.

Mining is an important anthropogenic disturbance of global biodiversity and ecological services. Threats to biodiversity from mining are increasing and expanding as global mineral demand increases. Offsite effects of mining are the ecological impacts occurring in landscapes around mines, and they are easily and often overlooked in impact evaluations because they occur outside the immediate location of the mining activities. Therefore, knowledge about offsite effects on understory diversity is still limited at the community level, especially in the boreal forest. We used the diversity of all vascular plants, (woody and herbaceous), bryophytes, and lichens to quantify and characterize the offsite effects of mining on the understory in a 1-km area around six mine sites in the Canadian boreal forest. The results indicated that the offsite effect of mining on understory diversity and composition was substantial, and was driven by mining stage, forest type, and distance

from mine sites. The presence and magnitude of offsite effects are affected by mining stage. Generally, more negative effects on understory diversity occurred at operating mine than non-operating and control sites. Forest type is also a significant driver of offsite effects of mining. Understory species of deciduous and mixed forest were more disturbed than coniferous forests. Suitable indicators are important to be able to detect and evaluate offsite effects. Woody plants were more tolerant in the response to offsite effects than herbaceous, lichens, and bryophytes. Bryophyte cover was a good indicator of offsite effects of mining and, based on this indicator, footprint was established at approximately 0.1 km away from mine sites. Given the high stability of conifers in maintaining plant diversity and composition, a buffer zone with conifers as dominate trees around operating mine sites is proposed to offset potential adverse offsite effects on understory diversity in boreal forests.

16

## **Voyage au futur pour découvrir l'impact du changements climatiques sur la germination et la croissance des semis boréaux.**

**Samuel Robin**

Co-auteurs : Miguel Montoro Girona, Annie DesRochers et Sergio Rossi

Mots clés : paludification, mélèze, herbacées, bryophytes, forêt boréale, traits fonctionnels

Les changements climatiques amènent de grandes pressions sur l'équilibre des écosystèmes, où l'on prévoit une augmentation de température de 4°C à

11°C d'ici l'année 2100. Les procédés physiologiques des arbres boréaux seront bouleversés, car le rythme d'adaptation peine à suivre la vitesse des changements climatiques. Des études sur la capacité de régénération des espèces boréales sous l'effet d'un réchauffement climatique deviennent pertinentes pour adapter les stratégies d'aménagement de nos forêts dans l'avenir. L'objectif de ce projet consiste à évaluer les effets de l'augmentation de la température prédite pour le prochain siècle sur la régénération des arbres boréaux, particulièrement en ce qui a trait leur germination et leur établissement.

Notre recherche inclura 8 espèces, soit *Pinus banksiana*, *Betula papyrifera*, *Populus tremuloides*, *Abies balsamea*, *Picea glauca*, *Picea mariana*, *Larix laricina* et *Thuja occidentalis*. Nous nous attendons qu'une température de germination élevée devrait produire des semis mieux adaptés à de fortes températures durant leur croissance, comparativement à des semis résultant de températures de germination plus froides. Pour se faire, des expériences composées de 4 simulations de température pour la germination (14°C, 18°C, 22°C et 26°C) et de 3 simulations de température pour l'établissement (16°C, 22°C et 28°C) représentant les scénarios de changements climatiques du prochain siècle seront effectuées dans des chambres de croissance. Nous évaluerons le taux de germination, le taux de viabilité de semences, la vitesse de germination ainsi que la biomasse des semis produits. Cette expérimentation permettra de mettre en évidence la relation entre la température de germination et le développement des semis à différentes températures représentant les changements

climatiques pour identifier les limites de chaque espèce à l'étude.

17

## **Voyage dans le passé pour reconstruire les régimes de perturbations naturelles dans les forêts boréales : une approche multiple**

**Milva Druguet Dayras**

Co-auteurs : Damien Rius, Hubert Morin, Miguel Montoro Girona et Eva Afonso

Mots clés : pessière noire, paludification, feuillus, sous-bois

Les forêts boréales occupent 30% de la surface forestière globale et fournissent de nombreux services écosystémiques essentiels au développement des sociétés. Leur fonctionnement, structure et dynamique sont intrinsèquement liés aux régimes de perturbations naturelles, particulièrement aux épidémies d'insectes et aux feux. La dynamique future de ces deux régimes de perturbations face au changement climatique actuel soulève de nombreux besoins de recherche. La paléoécologie, par son approche, permet une meilleure compréhension de ces dynamiques (passées, actuelles, futures). Notre projet s'inscrit dans ce contexte et vise à reconstruire les régimes de ces deux perturbations sur le long terme. Le projet sera conduit, à large échelle spatiale, dans diverses zones du Québec, sélectionnées car s'agissant de zones clés pour la compréhension des cycles épidémies/feux, et réparties au sein de plusieurs domaines bioclimatiques. Les objectifs de notre projet sont : (i) développer une méthodologie de reconstruction des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE), *Choristoneura fumiferana*, sur une période de 1500 ans, afin d'obtenir un cycle complet de réchauffement –



refroidissement – réchauffement (Optimum Climatique Médiéval – Petit Âge Glaciaire – Réchauffement climatique). Cette reconstruction sera basée sur la quantification par qPCR (PCR quantitative) de l'ADN sédimentaire de *C. fumiferana*, proxy direct et bien moins chronophage que certains utilisés actuellement. (ii) Étudier la dynamique croisée feux de forêts/épidémies de TBE vis-à-vis des changements climatiques au cours des 1500 dernière années, grâce à l'ADN sédimentaire et aux macro-charbons de bois. (iii) Évaluer les changements dans les communautés de macro-invertébrés (règles d'assemblage ...) lors des épidémies de TBE, grâce à la méthode du Next Generation Sequencing, permettant le séquençage simultané de nombreux gènes. Ce projet ouvre les perspectives d'une meilleure compréhension des dynamiques croisées épidémies/feux face aux différents changements climatiques passés et permettrait ainsi de mieux comprendre et prévoir les impacts du réchauffement climatique sur la dynamique forestière du Québec.

**18**

## **Quand l'ingénieur perturbe : ronger plus creux dans la dynamique d'occupation du territoire du Castor du Canada**

**Mélanie Arsenault**

Direction : Miguel Montoro Girona et Guillaume Grosbois

**Mots clés :** Forêt boréale, perturbations naturelles, occupation des huttes, dendrochronologie, isotopes stables.

Les perturbations naturelles comme les feux, les chablis et les épidémies d'insectes influencent grandement la structure et la fonction de la forêt

boréale. De nouvelles approches d'aménagement écosystémique tentent même de simuler de telles perturbations dans leurs traitements de sylviculture. Même si plusieurs de ces événements sont bien connus, le patron spatio-temporel d'occupation du territoire du castor et ses impacts sur les peuplements forestiers demeurent inconnus. En tant qu'ingénieurs d'écosystème, les castors modifient leur environnement pour satisfaire à leurs besoins. En érigeant des barrages et en élevant le niveau de l'eau, ils créent un nouvel habitat, propice à une foule d'espèces. Leur présence occasionne souvent des conflits avec les activités et les infrastructures humaines, comme les routes et les ponceaux. Une meilleure compréhension de leur sélection d'habitats est donc importante pour réduire les dommages causés par leurs constructions.

Notre but est de déterminer la dynamique d'occupation des huttes sur une variété de grandeurs de lacs et de types de forêt dans l'Abitibi-Témiscamingue. Pour étudier ce phénomène, les cernes annuels des taillis résultant du broutage par le castor seront mesurés en employant une nouvelle approche dendroécologique. Autour de chaque hutte, 3 transects de 50 m seront installés, chacun contenant cinq parcelles de 1 m<sup>2</sup>, pour évaluer l'utilisation des huttes, l'impact sur l'abondance et la densité des espèces végétales, ainsi que la distance de broutage. De plus, la diète et l'état de santé des castors seront estimés en effectuant des analyses d'acides gras et d'isotopes stables sur des tissus morts provenant de trappeurs locaux.

Avec les changements climatiques, on s'attend

à ce que les forêts mixtes migrent vers le nord, entraînant de ce fait une augmentation des populations de castors. Cette étude pourra donc contribuer à l'amélioration de nos plans d'aménagement forestier dans le but d'anticiper ces conflits et d'apporter une meilleure cohabitation avec cette espèce clé.

19

## **Effet à court et à long terme des litières sur la croissance et le développement des plantules d'épinette noire : une expérimentation en serres**

### **Maïsa De Noronha**

Co-auteurs : Rock Ouimet, Alain Leduc, Martin Barrette et Yves Bergeron

Mots clés : Diversification arborescente, productivité, humus, physico-chimique des sols, plants d'épinettes.

Les interactions entre les espèces arborescentes jouent un rôle important dans la dynamique et la productivité des forêts. Notamment, la survie et la croissance des plantules des essences économiquement importantes peuvent être limitées par la composition des sols. La chute des feuilles et/ou des aiguilles au sol forme une litière, qui à son tour est décomposée et incorporée au sol, ce qui détermine les propriétés physicochimiques et biologiques des humus. Les peuplements feuillus sont caractérisés par des sols en général bien drainés et une disponibilité élevée des nutriments dans la couche humique. En revanche, les peuplements d'épinettes noires sont caractérisés par des sols souvent mal drainés et une couche humique plus acide. En corollaire, la présence de

ces deux essences à différents degrés de mixité peut être bénéfique pour les plantules d'épinette noire (EPN). Dans ce contexte, on a émis l'hypothèse que la litière et l'humus de peuplements d'EPN purs, de peuplements feuillus purs et peuplements mixtes d'EPN et feuillus peuvent influencer différemment le développement des plantules d'EPN. Nous avons alors entrepris une expérimentation en serre pour évaluer l'effet de différentes litières (*Aulne rugueux* ; *Betula papyrifera* ; *Populus tremuloides* ; *Salix* spp. ; et aiguilles d'EPN) sur différents humus provenant de pessières pures, de peuplements feuillus purs, de peuplements mixtes et de sols provenant de pépinières sur le développement de plants d'EPN d'un an et demi. Nos résultats préliminaires suggèrent une meilleure croissance en hauteur et une meilleure apparence vitale des plants pour des humus de peuplements mixtes (50% EPN / 50% Peuplier faux-tremble) et feuillus purs par rapport aux peuplements EPN purs et sols de pépinière. En conclusion, promouvoir la mixité des forêts pourrait augmenter leur productivité en améliorant la composition physico-chimique des sols.

20

## **Réponse de la croissance et du stress hydrique des arbres à la variabilité environnementale en forêt boréale**

**Jeanny Thivierge-Lampron**

Co-auteurs : Fabio Gennaretti, Miguel Montoro Girona et Christoforos Pappas

Mots clés : Changement climatique, dendromètres, sécheresse, stress environnementaux, croissance intra-annuelle.

Avec les changements climatiques, de nombreux facteurs menacent le maintien des bénéfices écologiques, économiques et sociaux que procure la forêt boréale. On y prévoit des changements au niveau du régime de précipitations et une augmentation des températures annuelles, en plus d'une augmentation des épidémies d'insectes et des feux de forêts. Les études intra-annuelles renseignent sur l'impact des facteurs environnementaux sur la croissance des arbres à différentes échelles de temps. Nous utilisons des données intra-annuelles afin de déterminer la réponse de la croissance et du stress hydrique du pin gris, de l'épinette noire et du peuplier-faux-tremble à la variabilité environnementale en forêt boréale. Au cours de l'été 2021, quatre nouveaux sites expérimentaux ont été implantés dans la région nord-ouest du Québec, en Abitibi-Témiscamingue. Des dendromètres sont utilisés au cours de 2 saisons de croissance afin de suivre les fluctuations radiales du tronc des arbres à intervalle de temps court, soit de 30 minutes. L'analyse de ces fluctuations permettront d'en extraire des données sur la croissance (fluctuation radiale non réversible) et le statut hydrique (fluctuation radiale réversible) des arbres à diverses échelles de temps. Afin de prendre en compte la variabilité du site, 2 sites d'étude sont situés sur des sols sablonneux sur esker et 2 sites d'étude sont situés sur des sols argileux. Le projet souhaite répondre à 2 principales questions, soient 1) Comment la variabilité environnementale au cours de la saison affecte-elle les statuts hydriques des essences étudiées ? 2) Les réponses de croissance face aux stress environnementaux du pin gris et de l'épinette noire varient-elle entre les sites argileux et

sablonneux ? Nos résultats seront une importante contribution à la compréhension de l'impact des conditions de sites et des perturbations de courte durée sur la croissance et le stress hydrique des arbres, lesquelles peuvent entraîner des conséquences importantes sur la productivité de la forêt boréale dans un contexte de changements climatiques.

21

## **Phénologie automnale (aoûtement) et tolérance au gel de différentes sources génétiques de l'épinette blanche le long d'un gradient climatique**

### **Chafik Analy**

Direction : Lahcen Benomar, Partin Perron, Julie Godbout, Yves Bergeron, Jean Bousquet et Mebarak Lamara

**Mots clés :** Épinette blanche, phénologie automnale, gel, climat, migration assistée.

Actuellement, les effets des changements climatiques affectent tous les écosystèmes du globe terrestre. Au Québec, plusieurs essences forestières rentrent dans le processus de migration naturelle vers le nord en réponse de ces changements. Certes, leur pouvoir de dispersion est beaucoup plus lent comparé à l'intensité des perturbations climatiques. Citant entre autres, l'épinette blanche, qui fournit un bois de haute qualité à la province. Dans ce contexte, plusieurs programmes d'amélioration génétiques ont été mis en œuvre pour développer des plants productifs et adaptés. La migration assistée représente une approche proactive d'aide à l'adaptation des espèces. Dans cette optique, les modèles

empiriques d'estimation des distances de dispersion des semences combinent la hauteur et des variables bioclimatiques. Certes, l'occurrence fréquente des extrêmes climatiques et leurs effets sur les mécanismes physiologiques des arbres diminuerait leur précision. D'où la nécessité de comparer les sources génétiques en termes de tolérance au gel, de phénologie d'aoutement et de métabolisme des sucres afin de développer un nouveau modèle de transfert des semences favorisant la réussite de la migration assistée.

Dans le cadre de ce projet, les plants de six sources génétiques d'épinette blanche ont été plantés entre 2013 et 2014 suivant un gradient longitudinal et de température annuelle de 5.8 °C sur 2 sites (Rousseau et Wendover). Dans chaque site, un dispositif expérimental en 3 blocs aléatoires complets a été considéré. Chaque bloc contient 7 parcelles et dans chaque parcelle, 64 arbres ont été considérés pour chaque source génétique/bloc/site.

Pour chaque source génétique/bloc/site, le suivi des stades phénologiques d'aoutement a été effectué, la hauteur des plants et la longueur de leurs pousses terminales ont été enregistrées. Des échantillons composites (25 rameaux aléatoires) ont été prélevés afin de tester la tolérance au gel. Trois arbres de tailles différentes ont été échantillonnés, en deux dates (septembre et octobre), pour déterminer les teneurs en sucres non structuraux. Les données seront soumises à des analyses statistiques multivariées et d'analyse de variance afin d'identifier les sources génétiques les plus tolérantes au gel et aux variations climatiques, en

plus des liens entre les différents facteurs régissant l'adaptation des sources génétiques étudiées seront établis.

22

## **Comment la tordeuse des bourgeons de l'épinette affecte la croissance des arbres ? une approche dendrochronologique et climatique**

**Anoj Subedi**

Co-auteurs : Miguel Montoro Girona, Philippe Marchand, Yves Bergeron et Hubert Morin

Mots clés : Climat, croissance, défoliation, dendrochronologie, modélisation écologique, perturbation.

Le climat est un facteur déterminant des régimes de perturbations naturelles dans les écosystèmes forestiers. Un exemple de cette influence sont les épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) (TBE) dans l'est du Canada. La défoliation persistante par la TBE au fil des ans a considérablement modifié la croissance et la survie des arbres hôtes et les relations climat et défoliation sont encore des interactions complexe à expliquer. L'objectif de cette recherche est d'évaluer l'influence des variables climatiques sur la croissance de l'épinette noire pendant une période d'épidémie. Nous avons émis l'hypothèse que la température des mois de printemps a plus d'effet sur la réduction de la croissance que les précipitations pendant une épidémie. Pour atteindre cet objectif, nous avons rassemblé une base de données dendrochronologiques exceptionnelle provenant de 10 projets réalisés au Québec au cours des trois dernières décennies. Afin de relier les indices des



anneaux de croissance au climat pendant une épidémie, les cartes de défoliation produites par le MFFP ont été utilisées comme indicateur indépendant de la présence de la tordeuse. Les facteurs climatiques définissant une étape essentielle sur la phénologie et la biologie de la tordeuse et de l'épinette noire ont été interpolés à l'aide du logiciel BioSIM. Nos résultats préliminaires sur 14 sites situés dans le sud-ouest du Québec ont révélé que la température au cours des mois de printemps avait une influence significative sur la croissance de l'épinette noire, mais que les précipitations avaient un impact moindre pour les mêmes sites par rapport à la température ; plus précisément, la température de juin pour l'année en cours et l'année précédente a été identifiée comme une variable climatique importante pour modifier la croissance pendant l'épidémie de la TBE. Cette recherche contribuera à améliorer notre compréhension des interactions TBE-climat et croissance, ce qui pourrait être essentiel pour établir des stratégies de gestion forestière face aux changements climatiques.



# Merci à tous nos partenaires !



**CREAT**

Conseil régional  
de l'environnement  
de l'Abitibi-Témiscamingue



Agence régionale  
de mise en valeur des  
Forêts privées de l'Abitibi



**Sépaq**

SCIERIE

**LANDRIENNE**



**Boisaco**



**West Fraser**



Gouvernement régional  
d'Eeyou Istchee Baie-James  
Eeyou Istchee James Bay  
Regional Government



**ARBJ**

Administration régionale Baie-James



**GROUPEMENT FORESTIER  
COOPÉRATIF ABITIBI**



Matériaux  
Blanchet



**Forêts, Faune  
et Parcs**

**Québec**



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

**Canada**

Ainsi qu'à nos collaborateurs !



**UQAT**  
LA FONDATION

**AFAT**  
association forestière  
DE L'ABITIBI-TÉMISCAMINGUE™

**cef**  
Centre d'étude de la forêt