



# Répertoire

des projets de recherche

2009 | 2010

Direction de la recherche forestière





# Répertoire

des projets de recherche

Direction de la recherche forestière



*Le fichier PDF du Répertoire des projets de recherche 2009-2010 est disponible à l'adresse Internet suivante :*

*[www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/impression/index.asp](http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/impression/index.asp)*

*Dorénavant, la consultation en ligne de notre rapport d'activités permet à l'internaute d'accéder directement aux informations contenues dans notre répertoire, soit l'information relative aux projets de recherche réalisés par la Direction de la recherche ainsi que ceux financés par son Programme de recherche en partenariat avec le Fond québécois de la recherche sur la nature et les technologies.*

*De plus, un moteur de recherche vous offrira la possibilité d'accéder directement aux projets pour lesquels vous avez un intérêt particulier. Vous pourrez naviguer dans notre répertoire par créneau de recherche, par région administrative ou par sous-domaines bioclimatiques.*

*[www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/projets/moteur-recherche-projets.asp](http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/projets/moteur-recherche-projets.asp)*

Direction de la recherche forestière  
2700, rue Einstein  
Québec (Québec) G1P 3W8  
Téléphone : 418 643-7994  
Télécopieur : 418 643-2165  
Courriel : [recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca](mailto:recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca)  
Internet : [www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche](http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche)

© Gouvernement du Québec  
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2010  
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2010  
ISBN 978-2-550-58137-6 (PDF)  
ISSN en ligne 1708-2927

Le mot du Directeur . . . . .	1
Le mandat de la Direction de la recherche forestière . . . . .	2
La carte des sous-domaines bioclimatiques . . . . .	3
<b>Les projets internes</b>	
La programmation de recherche 2009-2010 . . . . .	5
<i>Écologie forestière</i> . . . . .	5
<i>Écosystèmes et environnement</i> . . . . .	7
<i>Amélioration génétique des arbres</i> . . . . .	12
<i>Production de semences et de plants</i> . . . . .	18
<i>Sylviculture et rendement des forêts naturelles</i> . . . . .	23
– <i>Peuplements résineux</i> . . . . .	24
– <i>Peuplements mélangés</i> . . . . .	30
– <i>Peuplements feuillus</i> . . . . .	33
<i>Modélisation de la croissance et du rendement des forêts</i> . . . . .	40
<i>Sylviculture et rendement des plantations</i> . . . . .	42
<i>Travail forestier</i> . . . . .	47
<b>Les projets externes</b>	
La programmation de recherche 2009-2010 . . . . .	49
<i>Biodiversité</i> . . . . .	49
<i>Écologie forestière</i> . . . . .	53
<i>Écosystèmes et environnement</i> . . . . .	55
<i>Amélioration génétique des arbres</i> . . . . .	56
<i>Production de semences et de plants</i> . . . . .	57
<i>Sylviculture et rendement des forêts naturelles</i> . . . . .	59
<i>Sylviculture et rendement des plantations</i> . . . . .	64
<i>Aspects socio-économiques du secteur forestier</i> . . . . .	66
<i>Calcul de la possibilité forestière</i> . . . . .	68
Champs d'expertise des chercheurs de la DRF . . . . .	77



La Direction de la recherche forestière (DRF) est fière de vous présenter la mise à jour de son Répertoire des projets de recherche réalisés ou subventionnés par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) en 2009-2010. Il comporte 79 projets en cours de réalisation, lesquels se répartissent dans les créneaux suivants : l'écologie forestière, les écosystèmes et l'environnement, l'amélioration génétique des arbres, la production de semences et de plants, la sylviculture et le rendement des forêts naturelles, la modélisation de la croissance et du rendement, la sylviculture et le rendement des plantations ainsi que le travail forestier. En complémentarité à cette programmation sont présentés les 36 projets réalisés en milieu universitaire et subventionnés par le MRNF. Depuis 2001, la gestion des projets de recherche subventionnés est effectuée dans le cadre d'une entente avec le Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) - Programme de recherche en partenariat sur l'aménagement et l'environnement forestiers. Cet organisme octroie, en collaboration avec le MRNF, des subventions à des chercheurs universitaires en suivant un processus rigoureux d'évaluation de la pertinence et de la qualité scientifique. Ce même processus d'évaluation s'applique d'ailleurs aux projets de recherche de la DRF pour leur permettre d'être ajoutés à la programmation. Ce document facilitera, je l'espère, l'établissement de liens stratégiques, autant entre les chercheurs qu'entre ces derniers et tous les intervenants ou les utilisateurs du milieu forestier. Le directeur de la recherche forestière,

Le directeur de la recherche forestière,



Robert Jobidon, ing.f., *Ph. D.*

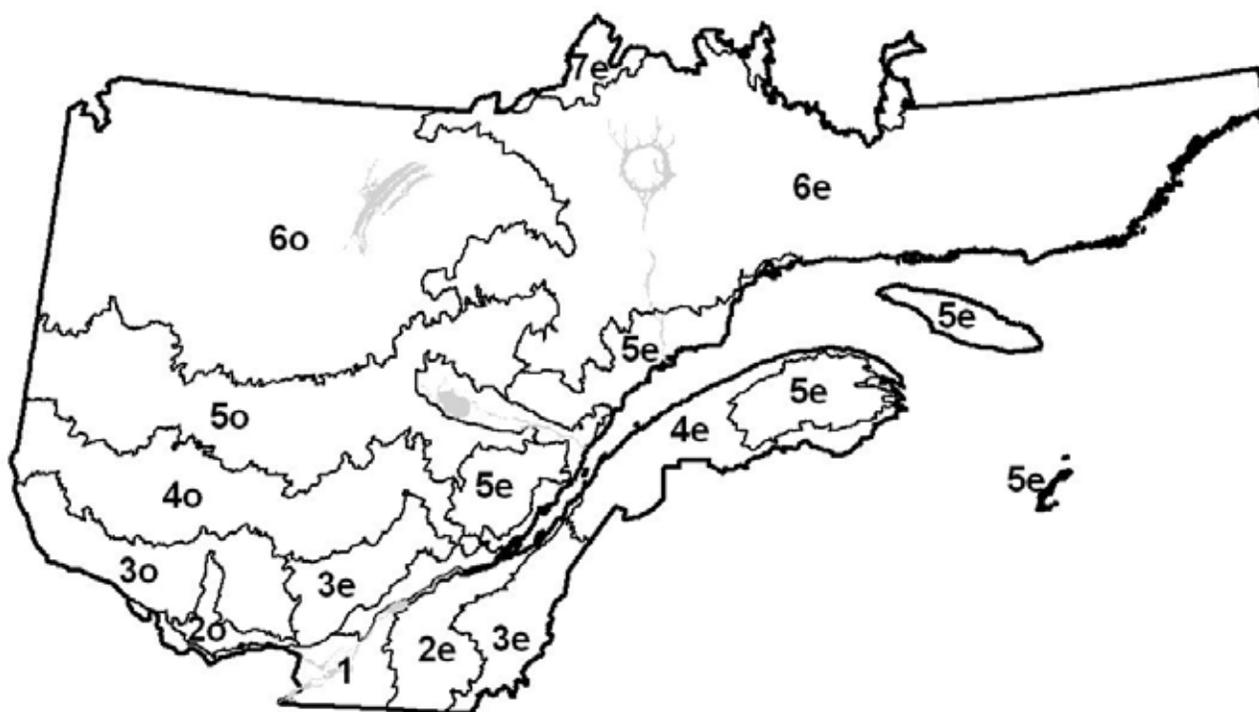


## Le mandat de la Direction de la recherche

### **Le mandat : participer activement à l'amélioration de la pratique forestière**

La Direction de la recherche forestière (DRF) a pour mandat de participer activement à l'amélioration de la pratique forestière au Québec en réalisant des travaux, principalement à long terme et d'envergure provinciale, qui intègrent des préoccupations de recherche fondamentale et appliquée. Elle subventionne aussi des recherches universitaires à court ou à moyen terme. Ces recherches, importantes pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), sont complémentaires aux travaux de la DRF ou réalisées dans des créneaux où elle ne s'implique pas. Elle contribue à la diffusion de nouvelles connaissances, d'avis et de conseils scientifiques et à l'intégration de ces nouvelles connaissances ou savoir-faire à la pratique forestière.

Une carte du Québec est jointe à chaque projet de recherche. Cette carte est présentée uniquement à titre d'information afin d'indiquer sommairement le ou les sous-domaines bioclimatiques (Saucier et al. 1998) où pourront éventuellement s'appliquer les résultats du projet. Elle ne constitue aucunement une représentation exacte et exhaustive de l'application des résultats.



- |  |  |
|--|--|
| <b>1</b> Érablière à caryer cordiforme         | <b>4e</b> Sapinière à bouleau jaune de l'Est   |
| <b>2o</b> Érablière à tilleul de l'Ouest       | <b>5o</b> Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest |
| <b>2e</b> Érablière à tilleul de l'Est         | <b>5e</b> Sapinière à bouleau blanc de l'Est   |
| <b>3o</b> Érablière à bouleau jaune de l'Ouest | <b>6o</b> Pessière à mousses de l'Ouest        |
| <b>3e</b> Érablière à bouleau jaune de l'Est   | <b>6e</b> Pessière à mousses                   |
| <b>4o</b> Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest | <b>7</b> Pessière à lichens                    |

## *Les projets internes*

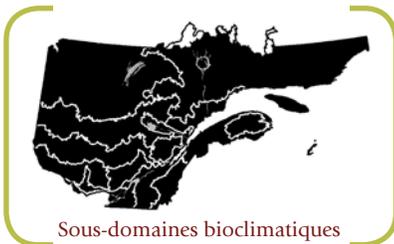


## Comment la connaissance des gradients écologiques (climat, milieu physique, perturbations) qui contrôlent le développement de la végétation contribue à définir l'aménagement écosystémique?

Titulaire du projet : Pierre Grondin

Autre(s) collaborateur(s) : Denis Hotte, Jean Noël

Problématique et objectifs : Dans un contexte d'aménagement écosystémique des forêts québécoises, il est important de comprendre les processus écologiques qui gouvernent la répartition des écosytèmes à l'échelle du paysage. Plus spécifiquement, cette étude vise à définir des unités homogènes en regard de la végétation, du milieu physique, des perturbations naturelles et du climat. La démarche s'appuie sur des traitements numériques. Les unités homogènes délimitées pourront être utilisées afin de répondre à divers objectifs d'aménagement écosystémique à l'échelle du paysage, à l'exemple de la détermination de cibles d'abondance relativement à la proportion des stades de développement (début, milieu et fin de succession).



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Définir des unités homogènes en regard de la végétation (variable descriptive), du milieu physique (MP), des perturbations naturelles (PN) et du climat (C) (variables explicatives).
- 2) Préciser l'importance des familles de variables explicatives (MP, PN, C) dans les changements de végétation qui surviennent le long des gradients latitudinal et longitudinal qui caractérisent le territoire.
- 3) Estimer la proportion de la variation de la végétation expliquée par les familles de variables explicatives à l'étude (partition de la variation).
- 4) Présenter une hiérarchie des unités homogènes.
- 5) Bonifier le système de classification écologique en vigueur au MRNF.

Numéro de projet : 112310059

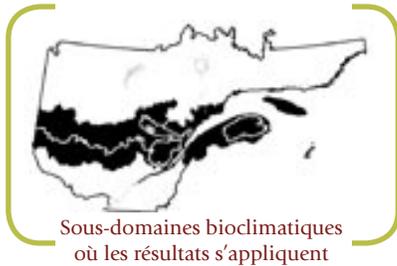
## Aménagement écosystémique des sapinières boréales du Québec : structure, composition et dynamique des forêts préindustrielles

Titulaire du projet : Yan Boucher

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Bélanger (UL), Pierre Grondin, Serge Payette, Nelson Thiffault

Autre(s) collaborateur(s) : Denis Hotte, Jean Noël

Problématique et objectifs : Le gouvernement du Québec s'est engagé à adopter une approche d'aménagement forestier écosystémique (AFÉ). D'un point de vue opérationnel, l'AFÉ doit permettre de reproduire, par des stratégies d'aménagement (échelle du paysage) et des traitements sylvicoles (échelle du peuplement), les principales caractéristiques des écosystèmes retrouvés sous un régime de perturbations naturelles. L'AFÉ requiert des connaissances sur les caractéristiques (structure d'âge, composition) et sur le fonctionnement (dynamique des perturbations) des écosystèmes forestiers naturels ou « préindustriels ». On convient habituellement que les caractéristiques de structure et de composition de la forêt préindustrielle (i.e. juste avant l'exploitation soutenue au XX<sup>e</sup>siècle) sont des états de référence robustes qui permettent de guider les aménagistes vers l'AFÉ. Actuellement, les connaissances sur les caractéristiques des forêts préindustrielles de la sapinière boréale sont limitées car l'historique d'exploitation remonte à plus d'un siècle ce qui rend les témoins de forêts naturelles rares. Il en est de même en ce qui a trait aux caractéristiques (fréquence, répartition spatiale et sévérité) des perturbations naturelles (épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE), feux et chablis) qui régissent le développement des assemblages forestiers.



L'objectif général de ce projet est d'acquérir les connaissances écologiques (structure, composition et fonctionnement des forêts préindustrielles) nécessaires à l'implantation de stratégies d'aménagement et de traitements sylvicoles écosystémique adaptés aux sapinières boréales.

Numéro de projet : 112310086

## Étude des phénomènes d'altération des sols forestiers, en lien avec l'aménagement forestier durable

Titulaire du projet : Rock Ouimet

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Duchesne, Daniel Houle

Autre(s) collaborateur(s) : Jacques Martineau, Benoît Toussaint

Problématique et objectifs : Malgré l'importance majeure du phénomène d'altération des minéraux des sols dans le tamponnement de l'acidité et dans le maintien de la productivité des forêts et de la qualité de l'eau des milieux aquatiques, on en connaît très peu sur le taux d'altération des sols forestiers au Québec. Ce phénomène est aussi particulièrement important dans l'estimation de la charge critique en acidité des forêts (projet 112310070). Dans le cadre de ce projet, nous avons estimé le taux d'altération des sols des trois bassins versants expérimentaux de la DRF à l'aide de différentes méthodes. Nous allons estimer le taux d'altération des sols des stations du RÉSEF (projet 112310066) et tenterons d'établir des fonctions de pédotransfert pour généraliser son évaluation pour tout le territoire forestier productif.



- 1) Comparer différentes méthodes d'estimation du taux d'altération des sols.
- 2) Estimer le taux d'altération d'une variété de sols forestiers afin de mettre au point des fonctions de pédotransfert pour généraliser son évaluation aux endroits dont l'information est restreinte.
- 3) Cartographier le taux d'altération des sols forestiers au Québec.

Numéro de projet : 112310061

## Amélioration de la fertilité des écosystèmes forestiers par l'amendement et la fertilisation des sols

Titulaire du projet : Jean-David Moore

Collaborateur(s) scientifique(s) : Daniel Houle, Rock Ouimet

Autre(s) collaborateur(s) : Jean Gagné, Jacques Martineau, Mario St-Germain, Benoît Toussaint

Problématique et objectifs : Pour atteindre à la fois les conditions d'un aménagement durable et un rendement optimum des forêts, il appert que la fertilité est souvent un enjeu d'importance pour lequel des correctifs doivent être élaborés, le cas échéant.



Ce projet comporte donc deux volets. Volet 1 : depuis quelques années, un grand nombre de forêts nord-américaines démontrent des signes de surabondance en azote (N). Certaines forêts, situées davantage dans le sud du Québec, pourraient être sujettes au phénomène de saturation en N et donc développer des problèmes de fertilité, compte tenu de l'importante quantité de dépôts en N reçue à ces endroits. Volet 2 : des études réalisées dans l'érablière à bouleau jaune et la sapinière boréale ont montré que les problèmes de fertilité observés dans certaines stations (ex. carence foliaire, dépérissement) étaient le résultat d'une carence en cations basiques, induite par les dépôts atmosphériques acidifiants.

- 1) Vérifier si le phénomène de saturation en N est présent ou pourrait survenir dans certains écosystèmes forestiers du Québec et en déterminer, le cas échéant, les effets sur le sol ainsi que sur la nutrition, la vigueur et la croissance des arbres.
- 2) Vérifier la durabilité de l'effet de l'application d'éléments nutritifs limitants sur la nutrition, la croissance et la vigueur des arbres pour, le cas échéant, adapter les pratiques d'aménagement.

Numéro de projet : 112310063

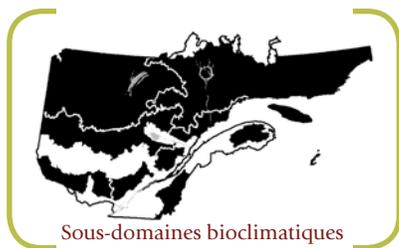
### Monitoring de bassins versants : un élément clef d'acquisition de connaissances du fonctionnement des écosystèmes forestiers

Titulaire du projet : Louis Duchesne

Collaborateur(s) scientifique(s) : Daniel Houle, Rock Ouimet

Autre(s) collaborateur(s) : Jean Gagné, Jacques Martineau, Mario St-Germain, Benoît Toussaint

Problématique et objectifs : Le maintien de la capacité de production des écosystèmes est à la base de l'aménagement durable des forêts. On reconnaît que les changements climatiques et les facteurs de stress environnementaux influencent nombre de paramètres qui régissent la productivité des forêts, mais on ignore souvent comment et de quelle ordre de grandeur. Face aux engagements du gouvernement du Québec et de l'industrie forestière vis-à-vis l'aménagement forestier durable, il importe d'acquérir des connaissances sur les divers processus qui régissent le fonctionnement et la productivité des écosystèmes forestiers. Ces connaissances sont préalables à la considération de problématiques environnementales d'envergure dans le cadre de la gestion forestière.



Le projet a comme objectif l'acquisition de connaissances sur les impacts des facteurs de stress environnementaux sur les écosystèmes forestiers. Cela est réalisé par le suivi d'un dispositif composé de trois bassins versants, représentatifs des grands domaines forestiers. Plusieurs paramètres concernant notamment, la productivité, la fertilité et la météorologie font l'objet d'analyses. Cette acquisition de connaissances vise à préciser les impacts des facteurs de stress environnementaux sur les processus qui régissent la productivité des forêts et de suggérer des mesures palliatives ou d'adaptation à considérer dans le cadre de la gestion forestière.

Numéro de projet : 112310065

### Monitoring du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec (RÉSEF)

Titulaire du projet : Rock Ouimet

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Duchesne, Daniel Houle, Catherine Périé, Sylvie Tremblay, Jean-David Moore

Autre(s) collaborateur(s) : Jean Gagné, Jacques Martineau, Mario St-Germain, Benoît Toussaint

Problématique et objectifs : Ce réseau de suivi intensif d'une trentaine d'écosystèmes forestiers naturels, représentatifs du Québec méridional, sert de sentinelle au suivi de leur état de santé et surtout des processus qui conditionnent leur croissance et leur vigueur. Ces observations portent sur les principales composantes de l'écosystème (atmosphère, végétation et sol) et leurs processus (cycles biologique, biogéochimique et géochimique). Au cours des dernières années, grâce au RÉSEF, on a pu : 1) observer qu'un changement inhabituel s'est produit au cours des 20 dernières années dans la structure de certains peuplements feuillus à cause de l'envahissement par le hêtre, 2) calculer les charges critiques d'acidité des forêts et leur dépassement par les retombées acides et 3) évaluer les stocks de carbone accumulés dans les sols forestiers au Québec.



- 1) Détecter les changements de structure, de composition, de croissance, de vigueur, de fertilité et de diversité biologique des forêts.
- 2) Mettre au point des méthodes de diagnostic de l'état de santé et de la fertilité des forêts.
- 3) Servir de base de référence pour toute étude des processus qui ont cours dans les principaux écosystèmes forestiers québécois.
- 4) Contribuer à l'étude de l'impact de la pollution atmosphérique grâce au réseau parallèle de suivi des polluants atmosphériques en milieu agricole et forestier (REMPAFAQ).

Numéro de projet : 112310066

## Étude de la dynamique des essences commerciales au Québec : récentes tendances (1970-2003)

Titulaire du projet : Louis Duchesne

Collaborateur(s) scientifique(s) : Pierre Grondin, Rock Ouimet

Problématique et objectifs : Au cours des dernières décennies, l'aménagement forestier, les épidémies d'insectes, tels que la tordeuse des bourgeons de l'épinette, les feux, les changements climatiques et les précipitations acides ont tous été identifiés comme des phénomènes pouvant affecter la structure et la composition de la forêt. Ce constat sur les perturbations amène à poser l'hypothèse que la structure et la composition des forêts ont pu varier au cours des 30 dernières années, non seulement en raison de l'aménagement mais aussi en raison des autres perturbations. Une meilleure connaissance de l'impact des perturbations sur la dynamique forestière permettrait de mieux définir des stratégies d'aménagement écosystémique.



L'objectif principal de ce projet consiste à documenter la dynamique des principales essences forestières au cours des 30 dernières années et les changements de structure et de composition qui en résultent. Les analyses seront réalisées à partir de 3 200 parcelles permanentes qui ont fait l'objet de 4 mesures successives depuis 1970. Ces analyses permettront de tracer le portrait de l'évolution contemporaine des essences forestières à l'échelle provinciale et d'identifier, le cas échéant, des problématiques particulières, liées à la dynamique forestière. Ces connaissances permettront, entre autres, d'anticiper la trajectoire et l'ampleur probable des réponses dans l'avenir.

Numéro de projet : 112310069

## Cartographie des charges critiques en relation avec les précipitations acides

Titulaire du projet : Rock Ouimet

Autre(s) collaborateur(s) : Jean Noël

Problématique et objectifs : La détermination des seuils critiques en acidité des écosystèmes forestiers est l'un des éléments majeurs de la stratégie des gouvernements du Québec et du Canada en ce qui concerne la pollution transfrontalière et les précipitations acides. Le Québec, en partenariat avec les États de la Nouvelle-Angleterre et les provinces de l'est du Canada, ont élaboré un plan d'action sur les pluies acides. Une activité de ce plan d'action est de cartographier les charges critiques en acidité des forêts. La plus récente approximation de la cartographie des charges critiques indique qu'environ le tiers des forêts productives du Québec reçoivent plus d'acidité que ce qu'elles peuvent en neutraliser à long terme. L'estimation des charges critiques doit être améliorée, tant en précision numérique que géographique à une échelle plus fine, pour donner un portrait plus réaliste de la situation.



Améliorer l'estimation des charges critiques en acidité que les forêts peuvent absorber sans subir de dommages à court et à long terme; déterminer quand les risques de dommages deviendront importants en raison de ce dépassement; déterminer les impacts du dépassement des charges critiques sur les écosystèmes forestiers; proposer des moyens pour mitiger les impacts de l'acidification des forêts.

Numéro de projet : 112310067

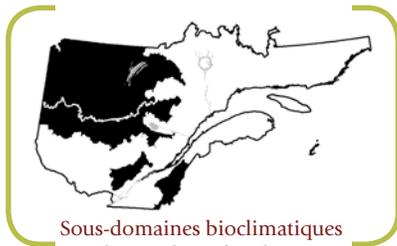
## Étude des dépôts atmosphériques de calcium sur les écosystèmes forestiers

Titulaire du projet : Daniel Houle

Collaborateur(s) scientifique(s) : Jean-David Moore

Autre(s) collaborateur(s) : Jean Gagné, Mario St-Germain

Problématique et objectifs : Pour mieux comprendre la nutrition des forêts en cations basiques (ex. calcium), il est important de bien quantifier les dépôts atmosphériques. On sait qu'une fraction importante des dépôts en cations basiques est associée aux précipitations sèches, qui sont surtout composées de particules. Toutefois, il appert que les collecteurs de précipitations habituellement utilisés ne peuvent tenir compte de l'effet de « filtration » du couvert forestier, ce qui laisse une part d'incertitude dans la quantification de ces dépositions. L'approche expérimentale préconisée dans ce projet prend en compte la composition des particules et, indirectement, de l'effet de filtration du couvert forestier.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

L'objectif principal de ce projet est d'obtenir une meilleure quantification des dépôts en cations basiques, ce qui permettra de réaliser de meilleurs bilans d'éléments nutritifs à l'échelle du bassin versant, de mieux connaître les effets des dépôts atmosphériques sur les écosystèmes forestiers et finalement, de faire de meilleures approximations de charges critiques.

Numéro de projet : 112310071

## Cartographie de la croissance potentielle des peuplements de la forêt tempérée nordique du Québec

Titulaire du projet : Catherine Périé

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Duchesne, Mathieu Fortin, Jean-Pierre Saucier (MRNF)

Problématique et objectifs : Le modèle de croissance actuellement utilisé au Québec pour calculer la possibilité forestière des peuplements feuillus de la forêt tempérée nordique n'intègre aucune notion de qualité de site. La prise en compte d'une composante « facteurs environnementaux » qui permettrait de reconnaître une certaine qualité de site pourrait cependant en partie, expliquer pourquoi certains peuplements feuillus répondent mieux que d'autres à un même traitement sylvicole alors que tous répondaient aux critères d'admissibilité du traitement.



L'objectif principal de cette étude consiste donc à modéliser, à partir de l'information contenue dans la base de données des parcelles permanentes, l'accroissement annuel moyen en surface terrière des tiges individuelles des espèces les mieux représentées dans la zone de la forêt tempérée nordique, en considérant à la fois les caractéristiques dendrométriques des peuplements et les caractéristiques environnementales cartographiables des sites sur lesquels ces peuplements croissent et ce, afin de :

- 1) cartographier, à l'échelle utilisée par les aménagistes forestiers, les grandes zones de croissance potentielle de ces espèces;
- 2) proposer aux modélisateurs l'ajout des variables environnementales les plus significatives aux modèles utilisés pour prédire la croissance des espèces qui poussent dans cette zone afin d'améliorer la précision de leurs modèles.

Numéro de projet : 1123100

## Évaluation des premières réactions du sol de la pessière à mousses de l'Est face au réchauffement climatique

Titulaire du projet : Sylvie Tremblay

Collaborateur(s) scientifique(s) : Daniel Houle, Catherine Périé, David Paré (RNCan)

Problématique et objectifs : La communauté scientifique prévoit un réchauffement climatique de 1,5-4,5 °C au cours des prochains 50-100 ans, imputable en grande partie à la production des gaz à effet de serre (IPCC 2001). Dans la forêt commerciale du Québec, le domaine de la pessière à mousses sera probablement le plus affecté, car c'est au nord du 50° parallèle que sont prévues les plus importantes hausses de température d'ici la fin du siècle. Dans ces forêts du nord limitées en éléments nutritifs, les réactions à court terme (1-10 ans) les plus importantes à une augmentation de la température sont une augmentation de la décomposition de la matière organique du sol et de la mise en disponibilité des éléments nutritifs. Cette étude répond à une des préoccupations énoncées dans le Plan d'action 2006-2012 du Québec sur les changements climatiques, soit « déterminer la vulnérabilité des forêts québécoises et du secteur forestier aux changements climatiques ».



L'objectif de cette étude est de connaître les premières réactions du sol (3 ans) de la pessière à mousses de l'Est à la suite d'un réchauffement climatique pour ensuite intégrer les effets anticipés de ces changements dans la gestion forestière.

Numéro de projet : 112310096

## Impacts des changements climatiques sur la répartition des arbres au Québec

Titulaire du projet : Catherine Périé

Collaborateur(s) scientifique(s) : Sylvie De Blois, Louis Duchesne, Daniel Houle

Autre(s) collaborateur(s) : Marie-Claude Lambert, Jean Noël

Problématique et objectifs : Les changements climatiques actuels se font à un rythme jamais observé jusqu'à présent, particulièrement aux latitudes élevées de l'Amérique du Nord, faisant de la forêt boréale l'un des écosystèmes les plus affectés. On s'attend à ce que, en quelques décennies, l'enveloppe climatique optimale de la majorité des espèces ou groupes d'espèces se soit déplacée vers le nord ou vers des secteurs de plus haute altitude. Les arbres n'ayant pas tous la possibilité de migrer au rythme imposé, on anticipe que d'ici la fin du siècle, certaines espèces ligneuses seront mésadaptées à leur environnement.



- 1) identifier les variables climatiques qui déterminent la présence et l'abondance des arbres qui croissent au Québec ou en périphérie;
- 2) mesurer l'influence relative d'autres variables environnementales (topographie, géomorphologie, dépôts de surface, classe de drainage, type d'humus, etc.) sur la présence et l'abondance des arbres au Québec;
- 3) développer des modèles de niches afin de prédire, au moyen de différents scénarios climatiques, la répartition potentielle des espèces arborescentes en 2050 et en 2100;
- 4) déterminer les conséquences possibles de ces changements sur la gestion du patrimoine forestier.

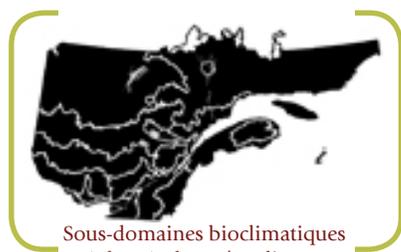
Numéro de projet : 112959220

### Amélioration génétique des mélèzes (6 volets)

Titulaire du projet : Martin Perron

Autre(s) collaborateur(s) : François Caron, Alain Fauchon, Denis Ferland, Gaston Lapointe, Lucien Pinet, André Bouffard, Mario Morin, Mario Potvin

Problématique et objectifs : Tout en étant apparentées aux plantations résineuses traditionnelles, les plantations de mélèzes sont particulièrement intéressantes pour y pratiquer une sylviculture intensive. En effet, l'accroissement annuel moyen maximal des mélèzes est atteint avant l'âge de 30 ans, produisant plus de 180 m<sup>3</sup>/ha. Les mélèzes constituent ainsi un bon outil pour l'aménagement écosystémique des forêts du Québec. Le programme d'amélioration génétique des mélèzes de la DRF a permis de développer des variétés plus productives. La plus productive étant l'hybride entre les mélèzes d'Europe et du Japon. La démarche suivie repose sur un processus récurrent de sélection, de plantation comparative, de sélection avancée, de recommandation d'éclaircie de vergers et la réalisation de croisements dirigés pour la génération suivante. Cette démarche est possible en raison de la grande variabilité génétique des mélèzes.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Identifier des familles et des individus aux caractéristiques héréditaires recherchées (ex. croissance et qualité du fût) pour la production de bois de qualité de génération en génération.
- 2) Évaluer l'héritabilité des caractères recherchés afin de prédire les gains génétiques.
- 3) Conserver le matériel biologique et les ressources génétiques pour la poursuite du programme d'amélioration génétique.

Numéro de projet : 112310072

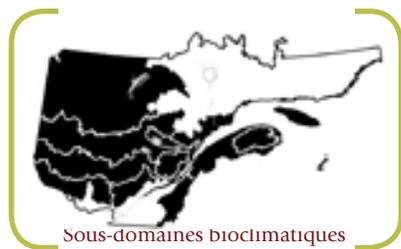
### Amélioration génétique du pin gris (4 volets)

Titulaire du projet : Mireille Despots

Collaborateur(s) scientifique(s) : Marie-Josée Mottet, Pierre Périnet, Martin Perron, André Rainville

Autre(s) collaborateur(s) : Fernand Gosselin, Denis Ferland, Olivier Noël

Problématique et objectifs : Dans le nord du Québec, le pin gris est de plus en plus en demande pour le reboisement. Son aptitude à se développer sur les sols sableux ou pauvres avec un rendement supérieur à celui de l'épinette noire en fait une espèce recherchée. En 2006, plus de 36 millions de pins ont été mis en terre, soit près du quart des plants livrés. Environ 80 % de ces plants sont issus de variétés améliorées, produites par nos vergers à graines éclaircis de 1<sup>re</sup> génération. Le gain en hauteur associé à ces variétés est estimé à 4,2 % en moyenne (5,6 m<sup>3</sup>/ha à 40 ans). Ces gains relativement modestes seront cependant significativement plus élevés lorsque nous aurons complété le 2<sup>e</sup> cycle d'amélioration amorcé en 2003. De plus, on anticipe un gain intéressant sur la forme, puisque les sélections ont été réalisées avec le souci d'éviter les individus affectés par des défauts du tronc et des branches.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Maximiser le rendement des plantations pour un territoire donné en créant des variétés dont le gain génétique en hauteur à 10 ans sera de 10 à 15 %, ce qui représente un rendement supplémentaire de 13 à 20 m<sup>3</sup>/ha en volume marchand à 40 ans.
- 2) Augmenter la proportion de bois à haute valeur ajoutée à l'hectare par une meilleure rectitude de la tige et une croissance plus homogène d'un arbre à l'autre dans la plantation.
- 3) Maintenir une diversité génétique adéquate du matériel amélioré.

Numéro de projet : 112310073

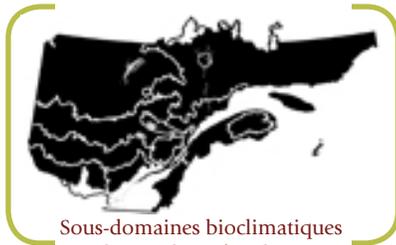
### Amélioration génétique de l'épinette noire (6 volets)

Titulaire du projet : Mireille Desponts

Collaborateur(s) scientifique(s) : Marie-Josée Mottet, Pierre Périnet, Martin Perron, André Rainville

Autre(s) collaborateur(s) : Denis Ferland, Guido Gagnon, Gaétan Numainville

Problématique et objectifs : L'épinette noire a une grande importance économique. Elle est présente dans toute la zone des forêts commerciales, et la qualité du bois (fibres longues, densité élevée) en fait une espèce recherchée par l'industrie forestière. De plus, elle est peu affectée par les insectes et les maladies. Il s'agit aussi de l'essence la plus utilisée dans le programme de reboisement. L'utilisation d'arbres génétiquement améliorés permet d'augmenter significativement le rendement des plantations. Le programme de recherche a permis de produire, pour chacune des régions du Québec, des variétés performantes d'épinette noire, tant pour la croissance que la forme du tronc et des branches. Une 2<sup>e</sup> génération, supérieure à la précédente avec un gain anticipé de 15 à 20 % en hauteur, est en voie de développement. Lors des sélections nous tiendrons compte des principales propriétés du bois en plus de la croissance et de la forme des arbres.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Quantifier la variabilité de diverses caractéristiques de l'épinette noire en fonction de variables écologiques.
- 2) Maintenir une diversité génétique adéquate du matériel amélioré.
- 3) Produire des variétés multifamiliales pour chaque zone d'amélioration.
- 4) Mesurer les variations entre clones.
- 5) Évaluer les effets de l'environnement sur l'expression des gènes.
- 6) Évaluer les gains en rendement.
- 7) Maintenir la qualité du bois d'épinette noire tout en augmentant son rendement en plantation

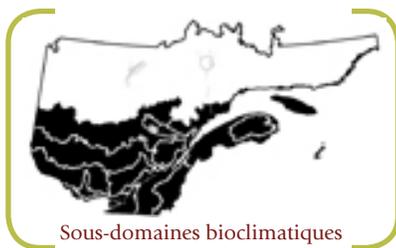
Numéro de projet : 112310074

### Amélioration génétique du peuplier (5 volets)

Titulaire du projet : Pierre Périnet

Autre(s) collaborateur(s) : François Caron, Alain Fauchon, Denis Ferland, André Bouffard, Mario Morin, Mario Potvin

Problématique et objectifs : Les plantations de peuplier hybride se distinguent des plantations traditionnelles par leur croissance très rapide et leur forte productivité sur de courtes rotations. Dans le contexte de l'aménagement écosystémique des forêts du Québec, associé au zonage forestier, la ligniculture contribue à satisfaire certains enjeux de production intensive sur des superficies réduites. Le programme d'amélioration du peuplier de la DRF a permis l'obtention de nombreux hybrides et la sélection de clones supérieurs. La multiplication par boutures permet d'exploiter rapidement les gains génétiques associés aux meilleures variétés. Pour augmenter ces gains, on doit produire des arbres-parents de génération avancée, les croiser entre eux pour obtenir de nouveaux hybrides et sélectionner les meilleurs descendants établis en tests clonaux. Le programme génère, sur une base régulière, des clones plus performants et mieux adaptés pour le reboisement dans plusieurs régions du Québec.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Produire, évaluer et sélectionner des clones de peuplier hybride pour les différentes régions écologiques.
- 2) Recommander les meilleures variétés selon les résultats d'évaluation des clones.
- 3) Conduire les programmes d'hybridation intra et interspécifique chez les principales espèces et conserver les ressources génétiques du programme d'amélioration.

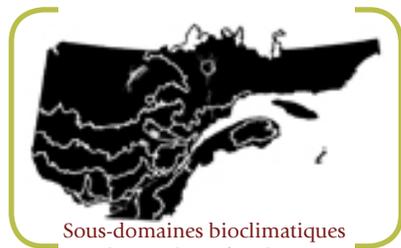
Numéro de projet : 112310075

### Amélioration génétique de l'épinette de Norvège (5 volets)

Titulaire du projet : Marie-Josée Mottet

Autre(s) collaborateur(s) : Jean-Sébastien Joannette

Problématique et objectifs : L'épinette de Norvège se compare avantageusement à nos espèces indigènes puisqu'elle offre généralement en plantation un volume marchand supérieur. Sur les meilleures stations du Québec méridional, son accroissement annuel moyen peut atteindre près de 10 m<sup>3</sup>/ha/an à 35 ans. Nos travaux récents ont démontré que son rendement en sciages et la qualité de ceux-ci sont très avantageux sur les sites productifs, et cela, malgré la présence de dégâts de charançon du pin blanc.



Au cours des dernières années, le programme d'amélioration génétique de l'espèce a permis l'identification de familles offrant des gains en hauteur pouvant atteindre 17 % par rapport aux sources non améliorées, et ce, pour l'ensemble des régions du Québec méridional. Tout en capitalisant sur ces acquis pour les gains en croissance, les critères de la qualité du bois et de la résistance au charançon sont présentement à l'étude pour les prochaines étapes du programme.

- 1) Développer des variétés améliorées de 2<sup>e</sup> génération pour la région du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie pour augmenter les gains de rendement en plantation tant au niveau de la production de matière ligneuse que de la qualité du bois et de la tolérance au charançon.
- 2) Poursuivre l'identification de sources de 1<sup>re</sup> génération offrant des gains supérieurs pour les autres régions du Québec, y compris les régions plus nordiques.

Numéro de projet : 112310076

### Intégration de la résistance aux maladies dans le programme d'amélioration génétique des peupliers hybrides : développement de méthodes de sélection et déploiement des clones

Titulaire du projet : Marie-Josée Mottet

Collaborateur(s) scientifique(s) : Pierre Périnet

Autre(s) collaborateur(s) : François Caron, Alain Fauchon, Danielle Lamontagne

Problématique et objectifs : Pour rencontrer des objectifs de très haute productivité en plantation, les peupliers nécessitent d'être sélectionnés pour leur résistance aux maladies, essentiellement le chancre septorien pour le Québec méridional. Des outils de sélection permettant de juger plus tôt de la résistance des clones de peupliers à ce pathogène ont été développés et sont utilisés pour l'évaluation de la résistance des nouveaux clones issus du programme d'amélioration génétique (voir projet 112310075). De plus, les résultats des études épidémiologiques en cours permettent de mieux comprendre le cycle de la maladie et les interactions du pathogène avec son environnement et deviennent un outil d'aide à la décision pour le développement de stratégies de déploiement des clones dans les différentes régions du Québec.



- 1) Évaluer, par des techniques d'inoculation artificielle, le degré de résistance des variétés améliorées de peupliers à *Septoria musiva*, le champignon responsable du chancre septorien, dans le but d'accélérer les sélections faites par l'améliorateur.
- 2) Améliorer les connaissances sur l'épidémiologie de *S. musiva* afin de permettre le développement de stratégies les plus appropriées au déploiement des clones.

Numéro de projet : 112310077

## Amélioration génétique de l'épinette blanche (3 volets)

Titulaire du projet : André Rainville

Autre(s) collaborateur(s) : Denis Ferland, Guido Gagnon, Pierre Lortie, Lucien Pinet

Problématique et objectifs : Le Québec a choisi d'aménager ses forêts selon l'approche écosystémique tout en visant à maintenir ou à augmenter la possibilité forestière. Or, le reboisement avec du matériel amélioré représente un des moyens privilégiés pour augmenter le rendement des forêts. L'épinette blanche fait l'objet de travaux en amélioration génétique depuis plus de 40 ans au Québec, et les résultats obtenus nous confirment son grand potentiel pour la sylviculture intensive. Le rendement attendu des plantations réalisées à partir de semences issues des vergers à graines de 1<sup>re</sup> génération est supérieur de 8 à 16 % en volume marchand comparé aux plantations issues de récoltes en peuplements naturels. En 2<sup>e</sup> génération ces gains sont de 15 à 20 %, alors que ceux de la 3<sup>e</sup> génération en cours seraient de 20 à 25 %. Dans les années à venir, l'ajout de critères liés à la qualité du bois, le recours aux biotechnologies (sélection assistée par marqueurs), et la production de plants par embryogenèse somatique devraient nous permettre de développer du matériel encore plus performant et de meilleure qualité.



- 1) Déterminer la valeur génétique des clones présents dans les vergers de 1<sup>re</sup> génération afin de faire des récoltes dirigées de semences.
- 2) Étudier la nature des variations phénologiques pour générer et rendre disponible le matériel amélioré.
- 3) Mettre en place les bases de la foresterie clonale.

Numéro de projet : 112310078

## Évaluation des gains réels de productivité associés au reboisement de plants génétiquement améliorés

Titulaire du projet : André Rainville

Collaborateur(s) scientifique(s) : Guy Prigent, Mireille Desponts

Problématique et objectifs : L'évaluation du rendement associé à l'utilisation de matériel amélioré dans les reboisements au Québec est actuellement basée sur les estimations obtenues dans les tests génécologiques composés d'un grand nombre de familles, dans de petites parcelles et sur une période de dix ans. Les plantations commerciales seront plutôt issues des semences de vergers à graines éclaircis, composés des meilleures familles seulement et où la compétition sera différente. L'utilisation du matériel amélioré en plantation en est à ses débuts, mais il devient impératif de valider la fiabilité des rendements (en volume) qui pourraient éventuellement être utilisés dans les modèles de simulation de croissance. Ceux-ci servent aux calculs de la possibilité de récolte et à la planification forestière.



- 1) Quantifier les gains en croissance (volume et qualité) associés aux plants génétiquement améliorés issus de la 1<sup>re</sup> génération d'amélioration et les comparer aux plants issus de récoltes en peuplement naturel.
- 2) Évaluer, pour un territoire donné, le rendement réel de différentes sources de semences améliorées (vergers à graines) afin de faire un choix qui permettra de maximiser la productivité sur ce territoire.

Numéro de projet : 112310079

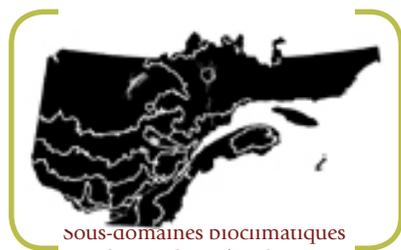
### Étude génétique des principaux caractères du bois de jeunesse chez le mélèze laricin

Titulaire du projet : Martin Perron

Collaborateur(s) scientifique(s) : S.Y. (Tony) Zhang (Forintek), Isabelle Duchesne (Forintek)

Autre(s) collaborateur(s) : Gaston Lapointe, Olivier Noël

Problématique et objectifs : Aujourd'hui, la qualité du bois et des fibres sont d'une importance capitale pour les programmes de domestication des arbres. En effet, les arbres domestiqués sont de plus en plus utilisés en plantation et ce mode de production est à la hausse. Cependant, le bois issu de plantations possède certains attributs moins appréciables que celui extrait dans les forêts naturelles. Le programme d'amélioration génétique du mélèze laricin (MEL) du MRNF passe d'une approche indirecte (ex. rectitude du tronc) à une approche directe pour l'amélioration de la qualité du bois. Effectivement, une étude génétique des principaux caractères du bois de jeunesse chez le mélèze laricin sera réalisée grâce à une de nos séries de plantations expérimentales. Cette dernière représente du matériel génétique unique et est suffisamment développée pour permettre la réalisation d'une telle étude.



- 1) Identifier les critères de sélection les plus importants pour l'amélioration génétique du bois de jeunesse du MEL.
- 2) Évaluer la variabilité et l'héritabilité de plusieurs caractéristiques du bois de jeunesse dont la longueur des fibres.
- 3) Comparer les mesures de module d'élasticité (MOE) sur arbre entier (non destructif) avec les mesures traditionnelles.

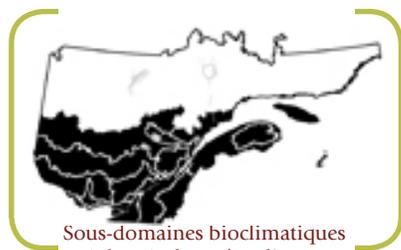
Numéro de projet : 112310080

### Amélioration génétique des feuillus nobles (4 volets)

Titulaire du projet : André Rainville

Autre(s) collaborateur(s) : Denis Ferland, Pierre Lortie, Lucien Pinet

Problématique et objectifs : La récupération de terres agricoles en friches, l'implantation de haies brise-vent pour protéger des productions agricoles ou la stabilisation des berges sont autant de situations où les propriétaires ont démontré un intérêt pour la plantation de feuillus nobles. Le rendement obtenu en plantant des feuillus sur les terrains fertiles nous permet aussi de produire une matière ligneuse utilisable par l'industrie, mais celle-ci doit répondre à des exigences en terme de qualité. Le programme d'amélioration génétique des espèces feuillues est en cours depuis le début des années 1990; il vise à quantifier la variabilité génétique naturelle des espèces pour des caractéristiques d'intérêt afin de produire des billes de meilleure qualité et de répondre aux besoins de l'industrie québécoise. Ce programme est axé sur la qualité des arbres (rectitude, dominance apicale, élagage naturel, branches fines) afin d'accroître la qualité du bois produit (nombre et grosseur des noeuds, longueur des billes), de réduire les coûts d'éducation des plantations (tailles de formation et d'élagage) tout en répondant mieux aux besoins de l'industrie.



- 1) Sélectionner des arbres supérieurs pour constituer des vergers de chêne rouge, de frêne d'Amérique, de bouleau et de noyer noir.
- 2) Évaluer la variabilité génétique des principales espèces afin d'identifier le meilleur matériel pour les reboisements.

Numéro de projet : 112310091

## Intégration des effets des changements climatiques dans l'élaboration des modèles de transfert de semences

Titulaire du projet : André Rainville

Problématique et objectifs : Pour guider le choix des sources de semences à utiliser dans le programme de reboisement du MRNF, un modèle de transfert qui prend en compte l'effet anticipé des changements climatiques a d'abord été développé pour l'épinette blanche (Andalo et al, 2005). Ce modèle sera mis à jour dans le cadre du présent projet en utilisant des données météo plus récentes; de nouveaux modèles de transfert seront également développés pour l'épinette noire et pour le pin gris. Le second objet de présent projet est donc de combiner, pour chacune des trois espèces principales utilisées dans le programme de reboisement du MRNF, le modèle de transfert développé par les généticiens et qui prédit la hauteur des plantations, avec un modèle d'indice de qualité de station (IQS) biophysique (Beaulieu et al, CJFR, soumis) qui prend en compte les variables climatiques pour prédire la productivité des plantations partout au Québec. Le modèle de transfert vient donc corriger le modèle d'IQS, ce qui rend les prévisions de rendement plus réalistes, sachant en effet que les espèces forestières ne s'adapteront pas instantanément à leurs nouvelles conditions environnementales mais auront plutôt besoin d'un délai d'adaptation..



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Prédire le rendement futur des plantations (volume en m<sup>3</sup>/ha) pour les trois espèces forestières les plus utilisées au Québec, soit les épinettes noire et blanche et le pin gris.
  - 1a) Guider le choix des sources de semences (provenances) à utiliser, au cours des prochaines années, qui seront les mieux adaptées et offriront une croissance optimale pour un territoire donné.
  - 1b) Fournir des données plus précises qui seront incorporées dans les calculs de possibilité forestière.

Numéro de projet : 112959231

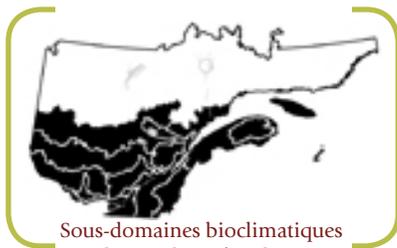
## Intégration de l'utilisation des boutures dormantes dans la filière opérationnelle de bouturage des conifères au Québec

Titulaire du projet : Denise Tousignant

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mohammed S. Lamhamedi

Autres collaborateurs : Michel Houle, Patrick Lemay, Nicole Robert, Linda Veilleux

Problématique et objectifs : Présentement au Québec, les boutures de conifères génétiquement améliorés proviennent de plants en croissance active. La récolte de boutures dormantes d'épinette blanche et de mélèze hybride, en automne ou en hiver, réduirait les coûts, faciliterait l'organisation des opérations et améliorerait plusieurs aspects cultureux. Le cycle de production pourrait notamment être raccourci d'un an. De plus, la récolte de boutures dormantes « en cascade », sur d'autres boutures enracinées, diversifierait l'approvisionnement en boutures et augmenterait le facteur de multiplication des semences. Nos connaissances demeurent limitées quant à l'évolution de l'état physiologique des boutures dormantes entreposées au froid, ainsi que leur cinétique d'enracinement et de croissance, pour la production de plants de qualité en pépinière forestière.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- Évaluer l'effet de l'âge et de l'origine des pieds-mères (semis ou boutures) sur l'enracinement et la croissance des boutures dormantes.
- Déterminer les stades physiologiques optimaux de récolte des boutures dormantes (teneur en glucides, conductivité électrolytique, statut nutritionnel) et la durée maximale de leur entreposage au froid, afin de maximiser leur enracinement.
- Comparer la cinétique d'enracinement et de croissance après repiquage des boutures dormantes par rapport à des boutures semi-lignifiées, afin d'optimiser le calendrier de production.

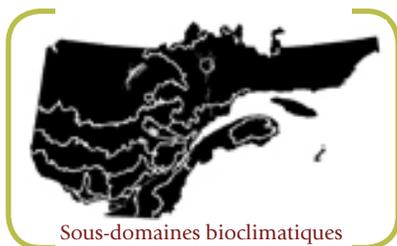
Numéro de projet : 112310032

## Détermination des seuils de tolérance au gel des plants en hiver en relation avec les extrêmes climatiques et élaboration d'un système informatique de prédiction de l'évolution de l'état d'endurcissement des plants en pépinière forestière

Titulaire du projet : Mohammed S. Lamhamedi

Autres collaborateurs : Paul Brouillette (MRNF)

Problématique et objectifs : Lors des dernières années, les 24 pépinières forestières du Québec ont été confrontés à une variabilité inter et intra-annuelle exceptionnelle des variables environnementales caractérisées, par exemple, par des températures journalières supérieures à la normale aussi bien en automne qu'en hiver et des chutes de neige tardives. De plus, des précipitations en hiver combinées à des extrêmes de température entre deux jours consécutifs et à l'absence, parfois, d'une couche de neige suffisante de protection constituent des facteurs de prédisposition à l'augmentation des dommages causés par le gel hivernal aux plants. Par exemple, ce gel a été observé dans 245 lots de plants produits dans 21 pépinières forestières en 2007. Avec les changements climatiques, la fréquence de ces extrêmes ne pourra qu'augmenter dans les années à venir.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- Caractériser l'état d'endurcissement des plants à la fin de l'automne à l'aide de différentes variables physiologiques en tenant compte des techniques culturales appliquées en pépinière;
- Quantifier la résistance au gel des plants en hiver en simulant des conditions climatiques extrêmes combinées à l'utilisation de toiles de protection hivernale et de canon à neige;
- Déterminer un système expert dynamique informatisé de prédiction à court terme des extrêmes climatiques, des différents types de gel et de l'évolution de la résistance des plants au gel.

Numéro de projet : 112310038

## Aménagement des vergers à graines de deuxième génération

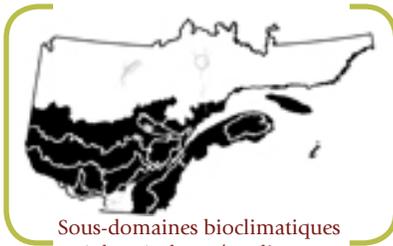
Titulaire du projet : Fabienne Colas

Collaborateur(s)

scientifique(s) : André Rainville

Autre(s) collaborateur(s) : Carol Parent

Problématique : Depuis 1999, le Québec a débuté l'implantation des vergers à graines de 2<sup>e</sup> génération pour les principales essences résineuses commerciales (épinettes blanche et noire, pin gris). Les graines issues de ces vergers vont permettre la production de plants forestiers dont le gain génétique sera de deux à trois fois plus élevé que celui obtenu avec la 1<sup>re</sup> génération. L'aménagement intensif des vergers est nécessaire pour couvrir les besoins en semences requis pour la production de plants. Il s'agit, principalement, de développer des techniques permettant d'augmenter la production de semences de ces vergers, surtout dans leur phase juvénile, et de minimiser les coûts associés à la récolte des cônes.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Augmenter la production de semences dans les vergers grâce à des pollinisations de masse effectuées à l'aide du pistolet électrostatique.
- 2) Optimiser l'architecture des cimes des semenciers en évaluant l'impact de l'éêtage et de la taille des branches sur la production de cônes, le rétablissement de la dominance apicale et la croissance subséquente des arbres.
- 3) Mettre au point et adapter la technique de greffage en tête (top grafting) pour réaliser un regarni rapide et économique dans les vergers à graines.
- 4) Mettre au point la mesure de l'activité de l'eau sur le pollen des principales essences résineuses pour faciliter l'évaluation de sa qualité et améliorer sa conservation.

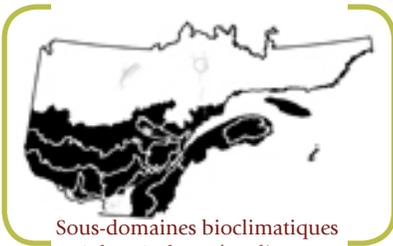
Numéro de projet : 112310081

## Qualité de la germination des graines d'essences résineuses en pépinière

Titulaire du projet : Fabienne Colas

Collaborateur(s) scientifique(s) : Michèle Bettez (MRNF), Patrick Baldet (Cemagref)

Problématique et objectifs : La qualité génétique des plants produits pour le reboisement est en constante progression. En 2006, toutes essences confondues, 77 % des plants livrés pour le reboisement étaient améliorés génétiquement. Les graines proviennent de l'important réseau de vergers à graines implanté au Québec depuis 1982 (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> génération). L'utilisation optimale des graines (nombre de graines requises pour produire un plant) de lots ayant un taux de germination maximal va permettre d'accroître la production de plants améliorés génétiquement sans nécessiter des récoltes de cônes supplémentaires, d'où des économies substantielles pour le Ministère.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Optimiser le facteur d'ensemencement (nombre de graines semées pour obtenir un plant livrable) utilisé pour la production de plants en récipients des principales essences résineuses commerciales.
- 2) Établir une grille de fréquence des tests de germination au Centre de semences forestières de Berthier afin de réduire le nombre de tests à réaliser chaque année sans nuire à la fiabilité du résultat fourni.
- 3) Implanter la mesure de l'activité de l'eau sur les semences forestières pour optimiser le processus d'extraction des graines et qualifier les lots de semences.
- 4) Améliorer la germination, en pépinière, des graines d'essences résineuses dormantes à l'aide d'un traitement de stratification et de séchage.

Numéro de projet : 112310082

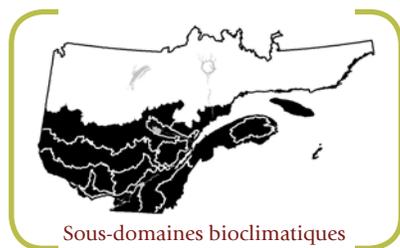
## Optimisation des techniques de culture pour un meilleur développement du système racinaire des plants résineux issus de boutures et repiqués en pépinière

Titulaire du projet : Denise Tousignant

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mohammed S. Lamhamedi

Autre(s) collaborateur(s) : Michel Houle, Patrick Lemay, Nicole Robert

Problématique et objectifs : Au Québec, les plants résineux issus de boutures sont livrés en tant que plants de fortes dimensions (PFD). Une fois enracinées, les boutures sont repiquées et cultivées encore deux ans en pépinière forestière. Les différences morphologiques et physiologiques entre semis et boutures exigent des conditions particulières de culture et des ajustements précis, afin d'atteindre les normes de qualité. Les exigences de croissance spécifiques des boutures repiquées n'ont pas encore été décrites pour les espèces concernées (épinettes noire et blanche, mélèze hybride). L'acquisition de connaissances permettra d'adapter la régie de culture en pépinière, en améliorant la qualité des boutures au repiquage ainsi que celle des plants livrables au reboisement, pour des gains de croissance maximaux en plantation.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- Mettre au point les traitements culturaux et définir les variables environnementales qui garantissent une meilleure croissance et une bonne architecture du système racinaire des boutures de résineux, avant et après leur repiquage en pépinière.
- Définir les caractéristiques d'une bouture au repiquage qui permettent une production optimale de PFD à racines nues et en récipients.
- Caractériser la croissance des boutures repiquées à racines nues et en récipients de forte dimension, du point de vue de la morphologie des parties aériennes et de l'architecture du système racinaire.

Numéro de projet : 112310083

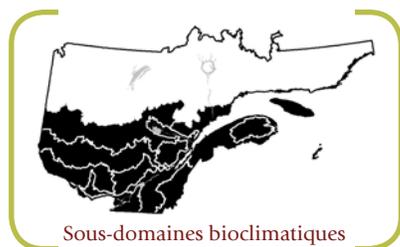
## Intégration de l'embryogenèse somatique dans l'optimisation de la gestion des vergers à graines d'épinette blanche pour augmenter le rendement ligneux en plantation

Titulaire du projet : Fabienne Colas

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mohammed S. Lamhamedi, Laurence Tremblay

Autre(s) collaborateur(s) : Linda Veilleux, Carol Parent, Monique Pelletier, Mario Renaud, Pascal Desjardins

Problématique et objectifs : L'augmentation tangible de la productivité des plantations repose sur l'optimisation et l'amélioration continue des différentes étapes de la filière de reboisement. Parmi ces étapes, la production de semences dotées d'un potentiel génétique supérieur figure parmi les priorités du MRNF. La réalisation de croisements dirigés entre les meilleurs individus sélectionnés permet de produire des semences destinées au bouturage de masse et à la production de plants par embryogenèse somatique (ES). De plus, le MRNF opte pour une approche innovatrice qui met l'accent sur l'intégration rapide des meilleurs clones produits par ES dans la stratégie des croisements dirigés. À notre connaissance, le Québec possède les tests clonaux produits par ES les plus vieux en Amérique du Nord, les arbres ont débuté leur floraison. Cependant, l'intégration de ces arbres produits par ES laisse présumer que ceux-ci produisent du pollen et des graines de qualité.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- Évaluer la phénologie de la floraison (tant mâle que femelle) et la qualité des semences produites par différents clones d'épinette blanche issus d'ES plantés dans le cadre d'un test clonal.
- Évaluer l'effet de la variabilité clonale sur la floraison et sur les caractéristiques physiques et physiologiques des semences.
- Déterminer la qualité morpho-physiologique des plants issus des semences produites par les différents clones produits par ES.

Numéro de projet : 112310084

## Identification de mesures en pépinière pour prévenir et réduire la contamination des eaux souterraines par les fertilisants

Titulaire du projet : Jean Gagnon

Autre(s) collaborateur(s) : Pascal Desjardins, Daniel Girard, Nicole Robert

Problématique et objectifs : Dans le cadre de la préservation de la qualité des eaux souterraines en pépinière forestière en vue de respecter la norme québécoise de 10 mg N ( $N-NO_3 + N-NO_2$ )/L du Règlement sur l'eau potable, ce projet de recherche a été entrepris pour concevoir et mettre en place des scénarios d'atténuation du lessivage des fertilisants sous les cultures en récipients et à racines nues afin d'assurer une protection accrue de la nappe phréatique. Une meilleure connaissance des différents processus de transformation de l'azote (cycle de N) qui prévalent dans le système sol-plant-atmosphère des pépinières forestières permettra aussi d'augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'azote (N) par les cultures et de réduire de façon significative les pertes de N par lessivage.



- 1) Optimiser les pratiques culturales (fertilisation et irrigation selon les stades de croissance) pour minimiser le lessivage des fertilisants sous les cultures en récipients et à racines nues.
- 2) Développer et calibrer des outils de mesure précis et efficaces pour quantifier le lessivage des fertilisants lors de la production de plants en récipients (capteurs de lessivat) et à racines nues (cases lysimétriques).
- 3) Valider les modèles de simulations spécifiques à la minéralisation, la nitrification et au lessivage de l'azote en pépinières forestières en vue de leur intégration dans les logiciels de gestion des cultures.

Numéro de projet : 112310085

## Plantations d'évaluation des effets à moyen terme de diverses techniques culturales appliquées en pépinière forestière

Titulaire du projet : Denise Tousignant

Collaborateur(s) scientifique(s) : Fabienne Colas, Mohammed S. Lamhamedj, Laurence Tremblay

Autre(s) collaborateur(s) : Michel Houle, Patrick Lemay, Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Carol Parent, Mario Renaud, Nicole Robert

Problématique et objectifs : L'amélioration de la productivité forestière et des processus écophysologiques des plantations ne peuvent être atteints que par une optimisation des différentes phases de production de plants et de croissance en site de reboisement. Actuellement, au Québec, différentes catégories de plants issues de différentes origines (semences, boutures et clones produits par embryogenèse somatique) sont produits en pépinière forestière selon plusieurs scénarios et régies de culture. L'objectif principal est de produire des plants de haute qualité afin d'améliorer de façon significative leur performance après plantation. L'atteinte de cet objectif passe par une évaluation, à court et à moyen terme, des effets des différentes techniques culturales appliquées en pépinière forestière sur la performance des plants en plantation.



- 1) Installer un réseau de plantations d'évaluation (essences commerciales ou à croissance rapide) permettant de qualifier les principaux types de plants, en regard des objectifs du reboisement.
- 2) Élaborer des modèles mathématiques de prédiction reliant les caractéristiques morpho-physiologiques des plants produits en pépinière et leur performance en plantation.
- 3) Sélectionner et ajuster, à la lumière des résultats obtenus, les meilleurs techniques culturales appliquées tout au long de la filière de production de plants.

Numéro de projet : 112310088

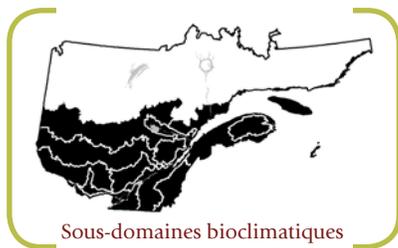
## Projets de mise à l'échelle opérationnelle de la production de plants par embryogenèse somatique

Titulaire du projet : Laurence Tremblay

Collaborateur(s) scientifique(s) : Fabienne Colas, Mohammed S. Lamhamedi

Autre(s) collaborateur(s) : Linda Veilleux, Danielle Lamontagne, Monique Pelletier

Problématique et objectifs : Les progrès réalisés en amélioration génétique et en production de semences et de plants ont permis la production de matériel de très haute qualité. La maximisation des gains génétiques, tout en respectant la diversité génétique, ne peut se réaliser que dans le cadre d'une foresterie multiclonale hautement productive. L'embryogenèse somatique (ES) va permettre de sélectionner des clones élites et de les reproduire à grande échelle et ce, en complémentarité avec le bouturage. Le MRNF intègre progressivement la technologie ES dans la filière de reboisement au Québec. Dans un premier temps, le MRNF a subventionné des projets de R-D pour développer des protocoles spécifiques aux différentes essences commerciales à l'échelle du laboratoire. En 2001, le MRNF a intégré cette technologie à la pépinière de Saint-Modeste. Parmi les progrès réalisés, citons l'acclimatation des plants somatiques sans recourir au mist qui est une première mondiale.



- Optimisation des protocoles d'ES en pépinière forestière.
- Développer des techniques d'automatisation spécifiques à certaines étapes de l'ES.
- Assurer la production de plants pour les tests clonaux.
- Déterminer des variables morpho-physiologiques et des marqueurs moléculaires permettant de caractériser et de certifier les clones.
- Corréler les variables morpho-physiologiques des clones évalués en pépinière avec celles en plantation.

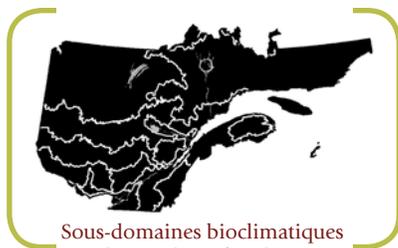
Numéro de projet : 112310089

## Optimisation des principales pratiques culturales affectant l'insuffisance racinaire et la qualité morpho-physiologique des plants produits en pépinière forestière

Titulaire du projet : Mohammed S. Lamhamedi

Autre(s) collaborateur(s) : Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Mario Renaud

Problématique et objectifs : Au Québec, l'insuffisance racinaire (manque de cohésion et faible quantité de racines) représente, à elle seule, près de la moitié, soit 4 %, des causes de rejet des plants dans les lots livrés après l'opération de triage. Pour améliorer davantage la qualité du système racinaire des plants produits en récipients tout en conférant une bonne cohésion à la carotte, de nouvelles techniques culturales qui font appel à divers traitements de disponibilité en lumière seront expérimentées. Le cas échéant, ces nouvelles techniques seront intégrées à l'échelle opérationnelle.



- 1) Vérifier l'hypothèse que le traitement de jours courts, en période de croissance active, améliore de façon significative la croissance et la cohésion des racines, la nutrition minérale, les concentrations en glucides et la tolérance au gel des plants d'épinette noire (1+0).
- 2) Vérifier l'hypothèse que l'augmentation de l'intégrale des variations journalières de l'intensité de lumière ( $I_n$ ) confère une meilleure croissance des racines et une excellente cohésion de la carotte des plants d'épinette blanche.
- 3) Évaluer la performance morpho-physiologique des plants d'épinette blanche en conditions semi-contrôlées et en plantation selon la longueur de la carotte des racines.
- 4) Quantifier à l'aide de modèles allométriques de croissance les patrons d'allocation du carbone entre les racines et les parties aériennes.

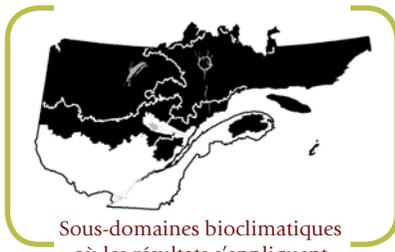
Numéro de projet : 112310094

## Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris

Titulaire du projet : Patricia Raymond

Collaborateur(s) scientifique(s) : Steve Bédard, Vincent Roy, Stéphane Tremblay

Problématique et objectifs : L'utilisation de la coupe totale et plus récemment de la coupe avec protection de la régénération et des sols dans une grande partie des forêts boréale et mélangée a eu pour effet de simplifier la structure des peuplements et de diminuer la proportion des peuplements irréguliers dans le paysage. Aussi, l'application de la coupe à diamètre limite (CDL) dans les forêts feuillues exploitées par le passé a laissé des peuplements appauvris en capital forestier de qualité et déficitaires en régénération d'essences désirées. Dans tous ces types de forêts, de nouveaux systèmes sylvicoles, tels que celui de la coupe progressive irrégulière (CPI), doivent être développés afin d'être en mesure d'appliquer les principes de l'aménagement écosystémique.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Ce projet intégrateur comprendra trois dispositifs (projets 112310006, 112310097, 112310022) qui seront établis dans les trois zones de végétation du Québec. Il a comme objectif général d'évaluer la coupe progressive irrégulière en tant que pratique sylvicole adaptée pour maintenir ou restaurer la structure et la composition des peuplements irréguliers tout en assurant l'amélioration de la qualité des peuplements et le maintien des attributs des vieilles forêts.

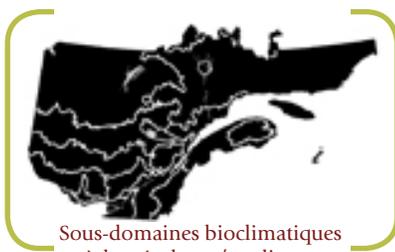
Numéro de projet : 112310029

## Modélisation du défilement des tiges de plusieurs espèces de feuillus intolérants et de résineux

Titulaire du projet : Mathieu Fortin

Collaborateur(s) scientifique(s) : Chhun-Huor Ung (RNCAN)

Problématique et objectifs : Au Québec, les volumes sont estimés à partir d'un tarif de cubage général, communément appelé tarif de Perron (1985). Ce tarif de cubage ne fournit qu'une estimation du volume marchand brut pour un arbre donné. Or, la gestion de la forêt s'oriente actuellement vers la prévision des volumes par produit que l'on peut extraire des arbres et le tarif de Perron est très mal adapté à cette réalité. Dans ce contexte, les équations de défilement pourraient devenir un outil de gestion efficace, parce qu'elles permettent d'obtenir le volume pour n'importe quel diamètre au fin bout.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Le projet a trois objectifs : (1) mettre au point des équations de défilement pour les principales espèces de feuillus intolérants et de résineux, (2) modéliser l'évolution du défilement dans le temps en fonction des variables du peuplement et de la station, et (3) mettre au point une méthodologie qui permette d'obtenir une estimation du volume et de son incertitude à partir des équations de défilement mises au point précédemment.

Numéro de projet : 112310107

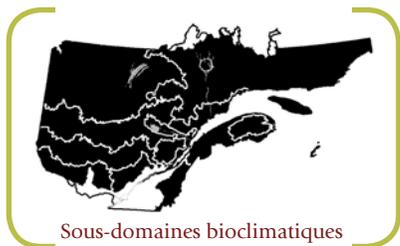
### Coupe progressive d'ensemencement dans les forêts résineuses

Titulaire du projet : Marcel Prévost

Collaborateur(s) scientifique(s) : David Pothier (UL)

Autre(s) collaborateur(s) : Gilles Audy, Louis Faucher, Alain Langlois, Julie Forgues, Maurice Gagnon, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Serge Williams, Simon Pouliot

Problématique et objectifs : Le couvert dominant des peuplements denses de sapin et d'épinette ne laisse passer que peu de lumière au sol, ce qui raréfie la présence de régénération. De plus, sur les stations humides, une coupe avec protection de la régénération et des sols peut faire remonter la nappe phréatique jusqu'à la surface du sol. Ainsi, une grande partie de la régénération préétablie peut mourir à la suite d'une telle coupe en raison de l'ensoleillement subi et de la remontée de la nappe. La coupe progressive d'ensemencement pourrait atténuer ces problèmes.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Quantifier le nombre et le coefficient de distribution de semis à la suite de coupes progressives d'ensemencement de diverses intensités.
- 2) Déterminer la croissance en hauteur des semis en fonction de l'espèce, de l'intensité de prélèvement et de la quantité de lumière atteignant le sol.
- 3) Mesurer la hauteur de la nappe phréatique en fonction de l'intensité de prélèvement, de la période de l'année et des précipitations.
- 4) Quantifier la réaction de croissance des arbres résiduels et mesurer l'incidence de chablis en fonction de l'intensité de prélèvement.

Numéro de projet : 112310004

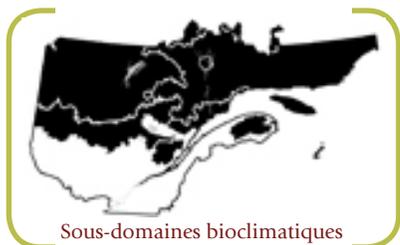
### Classification, dynamique et régénération forestière des stations à éricacées au Québec

Titulaire du projet : Nelson Thiffault

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Duchesne, Pierre Grondin, Alison D. Munson (UL), Robert Bradley (US), Richard Fournier (US)

Autre(s) collaborateur(s) : Jacques Carignan, Steve Lemay, Dominic Létourneau

Problématique et objectifs : Les connaissances actuelles ne permettent pas d'expliquer la répartition des éricacées sur le territoire. Nous sommes incapables d'identifier les peuplements susceptibles à l'envahissement par les éricacées. Il est actuellement impossible d'évaluer l'ampleur du phénomène d'envahissement aux échelles du type écologique, régionale ou provinciale. Nous sommes impuissants à prévoir la dynamique après coupe de ces stations, d'estimer le délai de régénération et de quantifier l'impact des éricacées sur la productivité. Nous ignorons quels mécanismes font qu'une pessière coupée se transforme en pessière à éricacées.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Déterminer l'influence des éricacées sur la régénération des stations coupées et susceptibles à l'envahissement, en comprenant mieux leurs distribution, dynamique et effets sur la régénération. Nous vérifions les hypothèses suivantes : Hypothèse 1. Une combinaison de variables forestières, pédologiques, géographiques et climatiques explique la présence d'éricacées. Hypothèse 2. L'envahissement est stimulé par la récolte; son importance varie selon les caractéristiques écologiques. Hypothèse 3. La présence d'éricacées affecte la croissance des peuplements en régénération; l'impact varie selon les caractéristiques écologiques. Hypothèse 4. Les éricacées augmentent les stress hydrique et nutritionnel de la régénération, qui s'accompagnent de taux photosynthétiques plus bas.

Numéro de projet : 112310005

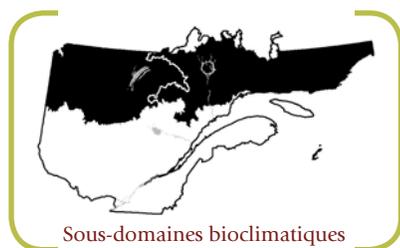
## Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (résineux)

Titulaire du projet : Stéphane Tremblay

Collaborateur(s) scientifique(s) : Catherine Larouche, Steve Bédard, Vincent Roy, Patricia Raymond

Autre(s) collaborateur(s) : Gilles Audy, Louis Faucher, Simon Désalliers, Govinda St-Pierre, Christian Villeneuve, Éric Dancause, Gilles Thébeau

Problématique et objectifs : L'utilisation de la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) a eu pour effet de diminuer la prévalence des peuplements irréguliers qui représentaient jusqu'à 40 % des sapinières primitives. Outre cette simplification de la structure interne des peuplements, la CPRS génère aussi des problèmes d'enfeuillement et de raréfaction des épinettes blanche et rouge. La coupe progressive irrégulière (CPI) semble être une approche sylvicole qui permettra de maintenir ou de recréer les attributs recherchés. Elle contribuera plus particulièrement à l'application des principes de l'aménagement écosystémique en lien avec les enjeux de la biodiversité.



Le projet vise à vérifier l'efficacité de la CPI à conserver ou à restaurer la structure des sapinières irrégulières tout en assurant la perpétuation de la composition et des attributs des sapinières primitives. Les objectifs spécifiques sont de :

- 1) déterminer le rendement en matière ligneuse et la valeur des bois récoltés;
- 2) mesurer l'impact sur la conservation des attributs des vieilles forêts;
- 3) étudier l'impact sur la composition et la qualité des tiges du peuplement;
- 4) évaluer l'effet sur la régénération et la végétation compétitive;
- 5) quantifier l'effet sur les conditions microclimatiques;
- 6) étudier l'impact sur la diversité végétale.

Numéro de projet : 112310006

## Scarifiage pour promouvoir la régénération naturelle des peuplements d'épinette noire et de sapin baumier en présence de semenciers

Titulaire du projet : Marcel Prévost

Collaborateur(s) scientifique(s) : Daniel Dumais

Autre(s) collaborateur(s) : Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Serge Williams

Problématique et objectifs : Le succès des coupes à blanc avec réserve de semenciers dépend dans une large mesure de la qualité du lit de germination. Or, il est reconnu que le scarifiage peut favoriser l'établissement de l'épinette noire; il doit cependant être plus intense que celui fait dans une plantation, afin de promouvoir la régénération naturelle. Les modalités permettant d'assurer un bon établissement et une croissance adéquate des semis doivent toutefois être définies et ce, sans favoriser la compétition, ni nuire à long terme à la fertilité de la station.



Définir, dans des contextes de coupe avec réserve de semenciers, les modalités de scarifiage qui favorisent la régénération naturelle d'épinette noire et de sapin baumier :

- 1) estimer l'effet du scarifiage sur le lit de germination;
- 2) estimer le succès d'établissement des essences recherchées;
- 3) estimer l'effet du traitement sur les conditions microenvironnementales dans lesquelles ont lieu la germination, l'établissement et la croissance des semis;
- 4) estimer l'effet du scarifiage sur la croissance des différentes essences.

Numéro de projet : 112310010

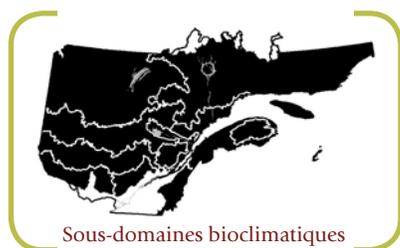
### Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale pour la production prioritaire de résineux

Titulaire du projet : Stéphane Tremblay

Collaborateur(s) scientifique(s) : Catherine Larouche

Autre(s) collaborateur(s) : Gilles Audy, Louis Faucher, Alain Langlois, Simon Pouliot, Gilles Thébeau, Michel Jacques

Problématique et objectifs : L'éclaircie précommerciale (EPC) est le traitement d'éducation le plus appliqué au Québec. Ainsi, bien que les expériences passées permettent de cerner les principaux effets de ce traitement dans quelques peuplements, il demeure nécessaire d'en quantifier les effets pour les nombreux types de peuplements. Pour ce faire, des informations sont récoltées dans un grand nombre de placettes dans le but de vérifier les hypothèses de rendement retenues. Parallèlement, des placettes soumises à différentes intensités de traitement et regroupées en dispositifs de recherche, sont implantées afin d'examiner les règles d'application de ce traitement de même que certains aspects dendrométriques.



- 1) Élaborer des tables de production pour différents types de peuplements résineux soumis à une EPC.
- 2) Quantifier les gains attribuables à l'EPC (quantité, qualité) à l'échelle du peuplement et de l'arbre individuel.
- 3) Déterminer l'impact de la densité initiale des peuplements sur leur croissance.
- 4) Vérifier les hypothèses de rendement du Manuel d'aménagement forestier.
- 5) Vérifier ou définir les critères d'admissibilité et les normes d'application de l'EPC selon les types de peuplements rencontrés.
- 6) Déterminer la pertinence d'appliquer une EPC en fonction du peuplement, du type de station et des objectifs d'aménagement.

Numéro de projet : 112310011

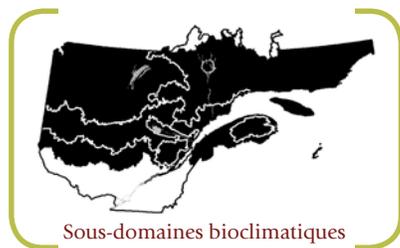
### Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie commerciale pour la production prioritaire de résineux

Titulaire du projet : Stéphane Tremblay

Collaborateur(s) scientifique(s) : Catherine Larouche

Autre(s) collaborateur(s) : Gilles Audy, Louis Faucher, Alain Langlois, Simon Pouliot, Gilles Thébeau

Problématique et objectifs : Les hypothèses de rendement et les règles d'application des éclaircies commerciales (ECOM) réalisées antérieurement ont été établies à partir de la littérature internationale et de l'expertise de quelques pionniers québécois. Dans ce contexte, il est donc nécessaire de documenter adéquatement les effets obtenus à la suite de l'application de ce traitement au Québec. Pour ce faire, des placettes ont été établies dans toutes les régions, entre 1996 et 2000 inclusivement, dans plusieurs types de peuplements résineux croissant sur une variété de stations. De plus, des dispositifs de recherche ont été installés dans des peuplements ayant subi différentes intensités d'éclaircie commerciale afin d'examiner les impacts de ces traitements sur les principales caractéristiques dendrométriques.



- 1) Vérifier les hypothèses de rendement du Manuel d'aménagement forestier pour l'ECOM.
- 2) Vérifier ou définir les critères d'admissibilité et les normes pour ce traitement.
- 3) Déterminer l'intensité du prélèvement qui optimisera la dimension des tiges individuelles et la production à l'échelle des peuplements.
- 4) Déterminer l'effet de l'intensité du prélèvement sur la régénération.
- 5) Quantifier les risques de chablis en fonction de l'intensité du prélèvement et du type de peuplement.
- 6) Déterminer les caractéristiques des arbres les plus aptes à réagir au traitement.

Numéro de projet : 112310012

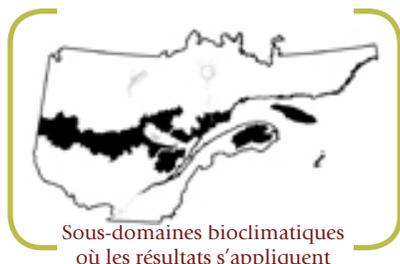
## Régénération de sapinières en présence de fortes concentrations de cerfs de Virginie (Participation de la DRF au projet Anticosti)

Titulaire du projet : Nelson Thiffault

Collaborateur(s) scientifique(s) : Marcel Prévost

Autre(s) collaborateur(s) : Jacques Carignan, Simon Désalliers, Jean-Pierre Lapointe

Problématique et objectifs : Les cerfs de l'île d'Anticosti broutent la régénération de sapin baumier d'une manière intensive et sélective, ce qui tend à raréfier la présence des sapinières. Celles-ci se transforment graduellement en pessières blanches, habitat moins favorable au développement du cerf dont la population pourrait décliner. Cette situation réduirait l'activité socioéconomique de la Côte-Nord. Des coupes qui favoriseraient un établissement abondant de la régénération naturelle de sapin baumier pourraient solutionner ce problème. D'autres solutions sont envisagées dans le plan général d'aménagement intégré. On prévoit notamment l'érection de clôtures autour des secteurs d'intervention, la réduction des populations de cerfs à l'intérieur des clôtures et le reboisement en sapin des parterres de coupe dont le coefficient de distribution des semis est insuffisant.



- 1) Évaluer l'impact de différents traitements sylvicoles sur l'établissement, le broutement et la croissance des semis de sapin baumier et des espèces compagnes.
- 2) Estimer l'effet de la densité de cerfs, de la préparation de terrain et du type de plants mis en terre sur la croissance, la physiologie et la survie des semis.

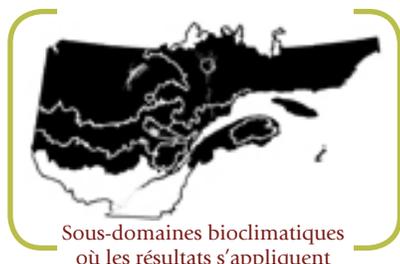
Numéro de projet : 112310013

## Effets réels des traitements sylvicoles : coupe avec protection de la haute régénération et des sols(CPHRS)

Titulaire du projet : Stéphane Tremblay

Autre(s) collaborateur(s) Sylvain Lamontagne

Problématique et objectifs : L'application opérationnelle de la coupe avec protection de la régénération et des sols n'assure pas spécifiquement la protection de la haute régénération préétablie. La protection spécifique de cette haute régénération pourrait alors procurer des gains de possibilité forestière, en diminuant l'âge de révolution des peuplements de cinq ans, selon les hypothèses énoncées dans le Manuel d'aménagement forestier. Bien que cet effet positif sur la production soit généralement reconnu, la quantification de ce gain en fonction des attributs initiaux de cette régénération doit être évaluée. Pour ce faire, il est important d'analyser les effets des caractéristiques de la régénération laissée après la récolte sur le niveau de production obtenu.



- 1) Déterminer le taux de survie de la haute régénération en regard des caractéristiques dendrométriques et morphologiques des tiges laissées à la suite de la récolte du peuplement.
- 2) Quantifier l'impact de la CPHRS, en fonction des caractéristiques dendrométriques et morphologiques, sur la production à long terme du peuplement issu de ce traitement et le comparer au peuplement antérieur.
- 3) Vérifier les hypothèses de rendement du Manuel d'aménagement forestier pour ce traitement de terrain x mode de gestion de la végétation) sur la compétition et la régénération naturelle ou artificielle.

Numéro de projet : 112310044

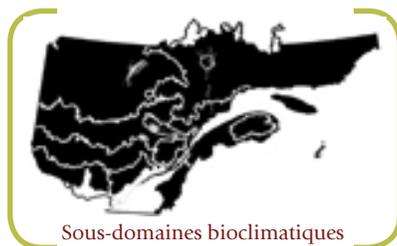
### Mesure des effets réels du regarni de la régénération naturelle résineuse

Titulaire du projet : Catherine Larouche

Collaborateur(s) scientifique(s) : Guy Prigent, Stéphane Tremblay

Autre(s) collaborateur(s) : Simon Pouliot

Problématique et objectifs : Le regarni consiste au reboisement partiel d'une superficie mal régénérée; lorsque la quantité de plants mis en terre est suffisamment importante, un rendement de plantation est intégré aux simulations de l'évolution naturelle des superficies ayant fait l'objet d'un regarni. Ces prévisions doivent être vérifiées en les comparant aux effets réels obtenus afin de s'assurer que les rendements annuels anticipés soient valables. Diverses modalités sont susceptibles d'influer sur le rendement d'un regarni telles que la quantité de plants mis en terre, le délai de mise en terre après coupe et l'espèce utilisée. Ce projet vise aussi à préciser la définition des critères d'admissibilité et d'application du traitement.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

L'objectif général du projet est de vérifier et, le cas échéant, de suggérer des correctifs à l'hypothèse de rendement de plantation qui peut être associée au traitement de regarni. Les objectifs spécifiques sont de déterminer l'effet de différents facteurs sur le rendement du peuplement, tout en distinguant la contribution des sentiers de débardage et des bandes coupées.

Ces facteurs sont :

- coefficient de distribution de la régénération naturelle;
- hauteur de la régénération naturelle préétablie;
- quantité de plants mis en terre;
- délai de mise en terre des plants après la coupe;
- espèce utilisée pour le regarni.

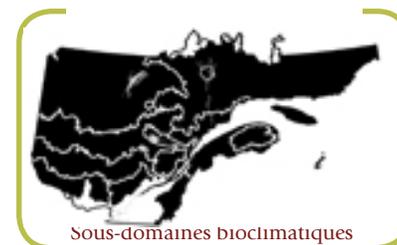
Numéro de projet : 112310051

### Effets réels des traitements sylvicoles : coupe avec protection de la régénération et des sols de peuplements résineux, volet volume

Titulaire du projet : Stéphane Tremblay

Autre(s) collaborateur(s) : Louis Faucher, Éric Dancause, Michel Jacques

Problématique et objectifs : La coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) est le traitement de régénération le plus appliqué au Québec. Toutefois notre connaissance des strates de retour après traitement, en fonction des caractéristiques des peuplements et des stations, ne permet pas de prévoir de façon précise le rendement des peuplements qui en découlent. Cela implique l'exploration des liens qui existent entre les attributs des peuplements d'origine, de la régénération présente avant et après intervention et la production des futurs peuplements forestiers. Puisque le succès de ce traitement repose majoritairement sur la régénération laissée après traitement, il est aussi nécessaire d'identifier les caractéristiques morphologiques qui influencent la survie et la croissance de cette dernière. Ce faisant, il sera possible de juger si la régénération présente peu après la coupe est en mesure d'assurer l'atteinte des objectifs de production.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1 Vérifier les hypothèses de rendement du Manuel d'aménagement forestier pour ce traitement.
- 2 Identifier les caractéristiques de la régénération protégée qui a le potentiel de survivre à long terme et de former le nouveau peuplement.
- 3 Estimer la probabilité de survie de la régénération en fonction de critères de qualité facilement mesurables sur le terrain.
- 4 Prévoir la composition des strates de retour après la récolte des peuplements.

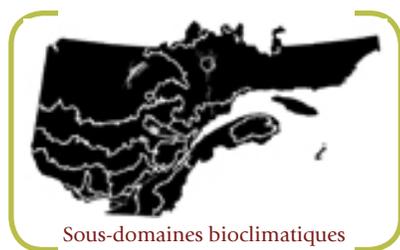
Numéro de projet : 112310057

## Étalonnage d'un modèle basé sur une approche par tiges individuelles pour les principales végétations potentielles du Québec

Titulaire du projet : Mathieu Fortin

Collaborateur(s) scientifique(s) : Isabelle Auger, Luc Langevin (UL)

Problématique et objectifs : Le calcul de possibilité ligneuse actuellement en vigueur est basé sur les prévisions de deux modèles de croissance : le modèle par courbes principalement utilisé pour les peuplements résineux et le modèle par taux qui est, quant à lui, utilisé pour les peuplements mixtes et feuillus. Or, les rapports de la Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise et du Comité scientifique chargé d'examiner le calcul de la possibilité forestière ont mis en lumière plusieurs lacunes reliées à la conception de ces deux modèles.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

L'objectif de ce projet est de mettre au point un modèle visant à remplacer celui par taux dans le prochain exercice de calcul de possibilité. Ce modèle sera basé sur une approche par tiges individuelles. Une version sera étalonnée pour chacune des 25 végétations potentielles les plus importantes en termes de superficie sur l'ensemble de la forêt commerciale québécoise. L'utilisation du modèle n'est donc pas limitée aux peuplements mixtes et feuillus, mais pourrait également s'appliquer à certains peuplements résineux. À terme, le projet fournira donc un simulateur qui permettra d'actualiser la plupart des placettes temporaires de l'inventaire décennal sur un horizon de 30 ans.

Numéro de projet : 112310060

## Expérimentation de traitements sylvicoles pour la remise en production des bétulaies jaunes résineuses dégradées

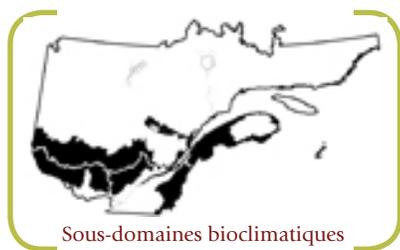
Titulaire du projet : Marcel Prévost

Collaborateur(s) scientifique(s) : Daniel Dumais

Autre(s) collaborateur(s) : Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Simon Désalliers, Govinda St-Pierre, Christian Villeneuve

La méconnaissance de l'aménagement des peuplements mélangés a contribué à l'émergence de milliers d'hectares de strates dégradées à travers la forêt mixte québécoise. Ces portions de territoire mal régénéré et constitué de tiges résiduelles de piètre qualité occupent des stations très fertiles. Des scénarios sylvicoles novateurs devront être développés pour remettre en production ces strates avec des essences de valeur, malgré la végétation concurrente.

L'objectif principal du projet est d'expérimenter des traitements sylvicoles visant l'installation d'une régénération de qualité pour la remise en production des bétulaies jaunes résineuses dégradées. Les objectifs spécifiques sont de :



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) identifier les principaux types de strates dégradées, estimer leur superficie relative et simuler leur évolution;
- 2) déterminer l'effet de différents types de coupe sur l'établissement et la croissance de la régénération naturelle;
- 3) déterminer l'effet du type de préparation de terrain sur les conditions de croissance de la régénération et sur les patrons d'invasion de la compétition;
- 4) déterminer l'effet des combinaisons de traitements (couvert résiduel x préparation de terrain x mode de gestion de la végétation) sur la compétition et la régénération naturelle ou artificielle.

Numéro de projet : 112310015

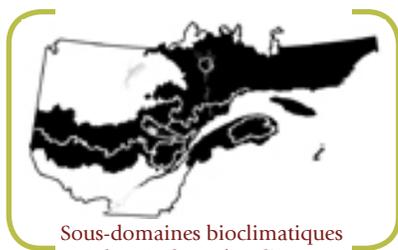
## Coupes partielles en peuplements mélangés : effets de la structure sur la régénération, la croissance, la compétition et les conditions microenvironnementales

Titulaire du projet : Marcel Prévost

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Duchesne, David Pothier (UL), Daniel Dumais, Denis Villeneuve (Abitibi-Consolidated), Valérie Laberge (Coop Quatre Temps)

Autre(s) collaborateur(s) : Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Serge Williams

Problématique et objectifs : L'aménagement des peuplements mélangés est complexe, en raison notamment de la variabilité des caractéristiques écologiques (croissance, exigences environnementales et périodes de rotation différentes) des essences qui les composent, et aussi de la grande diversité de leur structure, de leur âge et des sites qu'ils colonisent. Le besoin de procéder à des essais sylvicoles est à l'origine de ce projet de coupes partielles, lequel vise à établir une régénération de qualité et à réduire la végétation de compétition.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Mesurer l'effet des coupes sur la régénération, la croissance et la compétition.
- 2) Établir la structure des peuplements étudiés avant et après la coupe partielle.
- 3) Établir la relation entre la surface terrière résiduelle et le degré d'ouverture du couvert.
- 4) Établir les liens entre la structure, la distribution de la lumière en sous-bois et la réaction de la végétation préétablie.
- 5) Établir des relations entre le diamètre à hauteur de poitrine, la dimension des cimes et l'éclaircissement, en fonction de la structure et des essences.

Numéro de projet : 112310016

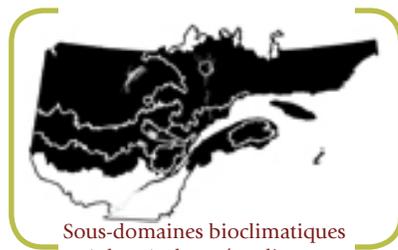
## Éclaircie précommerciale dans la régénération de feuillus intolérants à l'ombre et la régénération mélangée à feuillus intolérants à l'ombre

Titulaire du projet : Marcel Prévost

Collaborateur(s) scientifique(s) : Daniel Dumais, Valérie Laberge (Coop Quatre Temps), Marc Bonneau (Louisiana Pacific)

Autre(s) collaborateur(s) : Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Serge Williams

Problématique et objectifs : L'éclaircie précommerciale (EPC) dans les peuplements à feuillus intolérants à l'ombre et mélangés à feuillus intolérants à l'ombre est de plus en plus pratiquée, en raison de son admissibilité au paiement des droits de coupe. Quelques études à ce sujet font notamment état d'un raccourcissement de 10 à 20 ans de la révolution, d'une plus grande production de bois d'oeuvre en fin de révolution et de possibles gains en volume. Or, dans les feuillus intolérants à l'ombre, le phénomène naturel d'autoéclaircie est déjà bien prononcé et certaines réserves ont été exprimées sur l'utilisation de l'EPC. Des essais d'EPC, comparant divers espacements et critères de sélection, doivent être entrepris dans différentes conditions d'âge, de hauteur et d'espèces présentes (purs, mélangés, types de mélanges, etc.).



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Estimer l'effet de l'intensité de l'éclaircie et du choix des essences sur la croissance en diamètre des tiges dégagées, sur le volume marchand récolté, sur l'âge de la récolte finale et sur la régénération en sous-bois.
- 2) Estimer l'effet des traitements sur la santé du peuplement résiduel.
- 3) Estimer l'effet de l'interaction entre la composition initiale du peuplement, la sélection des essences et l'intensité de l'éclaircie sur ces paramètres.

Numéro de projet : 112310017

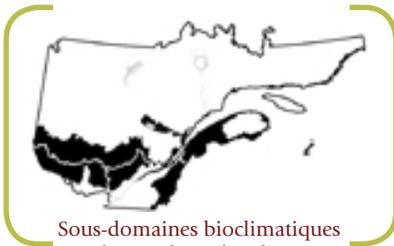
## Effets combinés de trouées et coupes partielles dans les bétulaies jaunes résineuses (BjR) de belle venue (projet SSAM, Systèmes Sylvicoles Adaptés à la Forêt Mélangée)

Titulaire du projet : Patricia Raymond

Collaborateur(s) scientifique(s) : Marcel Prévost, Daniel Dumais

Autre(s) collaborateur(s) : Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Éric Saulnier, Serge Williams, Caroline Bourdon

Problématique et objectifs : Les coupes du passé ont souvent dégradé les bétulaies jaunes résineuses de belle venue. Le Manuel d'aménagement forestier préconise le jardinage par pied d'arbre, par groupe d'arbres et par trouées pour ces peuplements. Toutefois, le jardinage peut occasionner des problèmes de chablis et les coupes par trouées ou par parquets peuvent favoriser la végétation compétitive. De nouvelles façons de récolter les bétulaies jaunes résineuses doivent être expérimentées comme la coupe par trouées, afin de se rapprocher de la dynamique naturelle, de régénérer le bouleau jaune et de conserver la proportion d'épinette rouge dans le peuplement.



Déterminer l'impact de divers traitements sur la régénération en essences de valeur des bétulaies jaunes résineuses.

- 1) Déterminer l'impact des traitements sylvicoles sur le rendement, la composition, la structure et la diversité végétale.
- 2) Lier la composition de la régénération préétablie aux conditions de lumière.
- 3) Déterminer la grandeur optimale des trouées pour établir le bouleau jaune et limiter la végétation compétitive.
- 4) Étudier la réaction des semis d'épinette rouge plantés dans les trouées.
- 5) Évaluer l'effet des traitements sur la dynamique des chicots et des débris ligneux.
- 6) Établir la relation dhp – surface de cime – lumière interceptée.

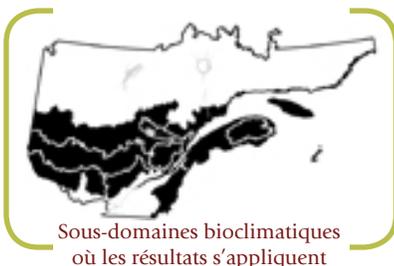
Numéro de projet : 112310018

## Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale dans les peuplements mixtes

Titulaire du projet : Marcel Prévost

Autre(s) collaborateur(s) : Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Serge Williams

Problématique et objectifs : L'expertise est très limitée en ce qui concerne l'éclaircie précommerciale dans la forêt mixte. Jusqu'à présent, on visait une production résineuse et une composition mixte s'obtenait par défaut. Les superficies à vocation résineuse qui doivent être traitées se font de plus en plus rares, et les industriels devront pratiquer des éclaircies dans des strates dont la vocation mixte aura été reconnue avant le traitement. Or, il n'est pas réaliste de pratiquer ce traitement selon les mêmes critères que ceux des peuplements résineux. Les règles devront être adaptées et les notions d'espacement entre les tiges, de sélection des essences et de proportion des résineux par rapport aux feuillus devront être intégrées au traitement.



La mesure des effets réels des éclaircies précommerciales de la forêt mixte se veut, à ce stade, une exploration de divers scénarios d'installation et de suivi d'essais sylvicoles qui font varier les proportions résineux/feuillus dans deux types de peuplements mixtes : à feuillus intolérants à l'ombre (MFi) et à feuillus tolérant à l'ombre (MFT). Les objectifs sont :

- 1) d'estimer les effets des traitements sur la croissance et la qualité des tiges résiduelles et sur le volume total;
- 2) d'estimer l'effet des traitements sur la dynamique de la régénération.

Numéro de projet : 112310043

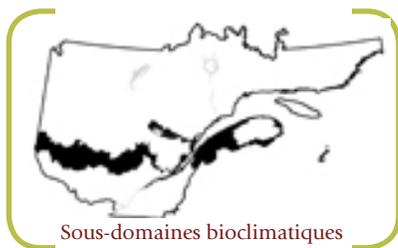
## Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (peuplements mélangés)

Titulaire du projet : Patricia Raymond

Collaborateur(s) scientifique(s) : Steve Bédard, Vincent Roy, Stéphane Tremblay

Autre(s) collaborateur(s) : Éric Saulnier, Caroline Bourdon

Problématique et objectifs : Plusieurs peuplements mélangés à dominance résineuse sont aménagés sous un régime équienné alors qu'ils ont une structure irrégulière ou inéquienne. Cela a pour désavantage de réduire la diversité des éléments structuraux du peuplement et peut avoir un impact sur la biodiversité. Les peuplements mélangés occupent souvent des stations fertiles ayant une abondante végétation compétitive, ce qui incite à des interventions modérées. Dans un contexte d'aménagement écosystémique, la coupe progressive irrégulière (CPI) pourrait aider à maintenir les processus et les interactions écologiques. La CPI conviendrait aux peuplements constitués de mélange d'espèces qui parviennent à maturité à des âges différents et pourrait aider à conserver la proportion d'épinette rouge.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Comparer les effets de variantes de la CPI et de la CPRS sur la structure de la sapinière à bouleau jaune, le maintien de la composition mixte et les attributs des vieilles forêts. Les objectifs spécifiques sont de :

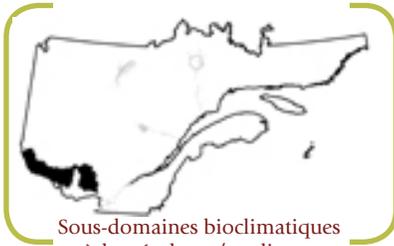
- 1) déterminer le rendement en matière ligneuse et la valeur des bois récoltés;
- 2) mesurer l'impact sur la conservation des attributs des vieilles forêts;
- 3) étudier l'impact sur la composition et la qualité des tiges du peuplement;
- 4) évaluer l'effet sur la régénération et la végétation compétitive;
- 5) quantifier l'effet sur les conditions microclimatiques;
- 6) étudier l'impact sur la diversité végétale.

Numéro de projet : 112310097

## Production de bois d'oeuvre et régénération des pinèdes à pin blanc et des pinèdes à pin rouge

Titulaire du projet : Christian Godbout

Problématique et objectifs : Le pin blanc et le pin rouge sont des essences de la zone feuillue prisées par l'industrie forestière depuis plus d'un siècle. Les pinèdes à pin blanc et les pinèdes à pin rouge ont longtemps été exploitées selon les régimes de coupe à blanc et de coupe à diamètre limite qui n'assuraient pas un rendement optimal en bois d'oeuvre ni une régénération abondante en pins. Les coupes de régénération telles que pratiquées durant les dernières décennies au Québec n'ont pas permis de régénérer adéquatement le pin sur ces superficies. Il convient donc de préciser les types de traitements sylvicoles et leurs modalités afin, d'une part, de faire produire un volume maximum de bois d'oeuvre de qualité aux pinèdes existantes et, d'autre part, d'assurer une strate de retour fortement représentée par le pin.



- 1) Déterminer l'effet de différentes modalités d'application de l'éclaircie commerciale sur la régénération, la croissance, la mortalité et la production en bois d'oeuvre des pinèdes.
- 2) Déterminer des méthodes et des stratégies sylvicoles qui permettent d'établir une abondante régénération en pins après la coupe et de maintenir une forte représentativité du pin dans le peuplement futur.
- 3) Évaluer la croissance des tiges de pin blanc et de pin rouge selon leur grosseur, leur dégagement et les essences de compétition.

Numéro de projet : 112310019

## Éclaircie commerciale et potentiel de croissance du bouleau à papier

Titulaire du projet : Christian Godbout

Problématique et objectifs : Les bétulaies blanches constituent un immense réservoir de bois d'oeuvre dont le potentiel est d'une grande valeur pour l'industrie du déroulage et du sciage. Le bouleau à papier est une essence pionnière particulière puisqu'elle peut vivre au-delà de 200 ans. Actuellement, lorsque les bétulaies blanches atteignent 70 ans, la coupe de régénération est largement pratiquée. Cependant, la coupe d'éclaircie pourrait être un traitement sylvicole alternatif à pratiquer dans ces peuplements afin d'augmenter la quantité et la qualité de bois d'oeuvre produit. Ce projet de recherche vise donc à déterminer si l'éclaircie commerciale pratiquée dans des bétulaies blanches de 70 ans ou plus est un scénario sylvicole avantageux pour la production de bois d'oeuvre de qualité.



- 1) Déterminer la croissance, la mortalité et la qualité du bouleau à papier à la suite de différentes modalités d'application de l'éclaircie commerciale pratiquées dans des bétulaies blanches.
- 2) Évaluer la croissance en diamètre du bouleau à papier en fonction de son diamètre et du dégagement de la cime.
- 3) Déterminer l'ampleur et l'évolution du dépérissement du bouleau à papier après coupe.
- 4) Préciser l'influence de l'armillaire sur la mortalité du bouleau à papier après coupe.
- 5) Déterminer le potentiel de croissance en diamètre du bouleau à papier en fonction des stations au Témiscamingue.

Numéro de projet : 112310021

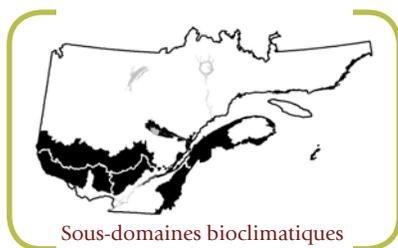
## Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (feuillus)

Titulaire du projet : Steve Bédard

Collaborateur(s) scientifique(s) : Vincent Roy, Stéphane Tremblay, Patricia Raymond, François Guillemette

Autre(s) collaborateur(s) : Étienne Boulay, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Éric Labrecque

Problématique et objectifs : Par le passé, les érablières à bouleau jaune et les bétulaies à bouleau jaune ont surtout été exploitées par le prélèvement ciblé de bouleau jaune de fort diamètre et de qualité supérieure, sans objectifs déterminés en regard de la régénération et de la conduite du peuplement. Ces pratiques ont laissé des peuplements généralement appauvris en capital forestier de qualité, comportant fréquemment une structure irrégulière et un déficit en régénération des essences désirées. Le défi consiste à remettre en production ces peuplements composés d'espèces à autécologie différentes, en améliorant leur composition, leur qualité et leur structure, tout en respectant l'approche d'aménagement écosystémique.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Les objectifs du projet sont d'étudier l'évolution des peuplements résultants de variantes de la coupe progressive irrégulière et de coupes de régénération traditionnelles dans le but :

- 1) de déterminer le rendement en matière ligneuse et la valeur des bois récoltés;
- 2) de mesurer l'impact sur la conservation des attributs des vieilles forêts;
- 3) d'étudier l'impact sur la composition et la qualité des tiges du peuplement;
- 4) d'évaluer l'effet sur la régénération et la végétation compétitive;
- 5) de quantifier l'effet sur les conditions microclimatiques;
- 6) d'étudier l'impact sur la diversité végétale.

Numéro de projet : 112310022

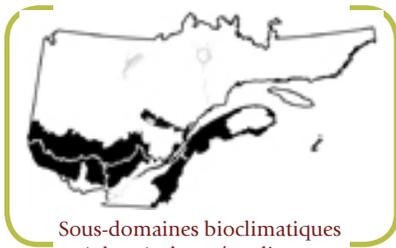
## Développement de traitements sylvicoles alternatifs à la coupe de jardinage par pied d'arbre dans des forêts de la zone feuillue

Titulaire du projet : Steve Bédard

Collaborateur(s) scientifique(s) : François Guillemette

Autre(s) collaborateur(s) : Étienne Boulay, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Pierre Laurent, Éric Labrecque

Problématique et objectifs : Depuis 1987, la coupe de jardinage par pied d'arbre est la coupe la plus fréquemment employée dans les forêts feuillues inéquiennes du sud du Québec. Cette coupe s'applique surtout aux peuplements inéquiennes possédant un capital forestier sur pied de qualité et composé d'espèces tolérantes à l'ombre. Cependant, d'autres types de traitements sylvicoles doivent être développés, notamment dans les peuplements où le capital forestier est déficient, dans ceux où l'objectif est de favoriser la régénération et la croissance des essences semi-tolérantes à l'ombre.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

### Volet 1

Étudier la dynamique de la régénération à la suite de coupe par trouées :

- 1) déterminer la dimension des trouées favorables à la régénération et au développement du bouleau jaune;
- 2) comparer la croissance et la qualité des tiges dans les trouées et sous couvert partiel;
- 3) quantifier les effets du broutement du cerf de Virginie sur la régénération.

### Volet 2

Étudier la dynamique des peuplements à la suite de l'application de coupes de régénération et de succession dans un scénario d'aménagement intensif :

- 1) définir les modalités de l'éclaircie précommerciale favorisant la croissance et la qualité des tiges dans les jeunes peuplements;
- 2) quantifier les effets des éclaircies commerciales sur la croissance et la qualité des tiges et la valeur des bois.

Numéro de projet : 112310023

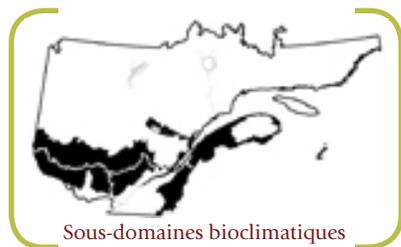
## Étude du développement des tiges d'essences feuillues pour la prévision des rendements forestiers

Titulaire du projet : Steve Bédard

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mathieu Fortin, François Guillemette

Autre(s) collaborateur(s) : Étienne Boulay, Jocelyn Hamel

Problématique et objectifs : Lors du marquage des arbres et de la prise de données dendrométriques, on utilise divers indices qui permettent de classer les tiges. Cependant, aucune étude n'a porté jusqu'à présent sur le développement des tiges dans le temps, en fonction de ces indices. La connaissance des relations entre ces indices et le développement des tiges devrait permettre de définir les priorités de récolte lors du marquage et améliorer nos modèles de croissance. La base de données des placettes permanentes du projet 112310026 sera utilisée dans ce projet.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Relier la croissance en diamètre des tiges en fonction de leur vigueur, de leurs défauts et de leurs blessures.
- 2) Identifier les facteurs causant la dégradation et la mortalité des tiges.
- 3) Quantifier l'impact des blessures causées aux arbres résiduels lors de la coupe sur la croissance et la qualité des tiges.
- 4) Formuler des recommandations quant au choix des tiges à marquer et préciser, si nécessaire, les critères de classification.
- 5) Développer un modèle de croissance par tiges individuelles permettant de simuler plus précisément les rendements forestiers notamment en améliorant la prédiction de l'effet du traitement sur la croissance des tiges survivantes, sur la mortalité et le recrutement à partir de données empiriques après coupe.

Numéro de projet : 112310024

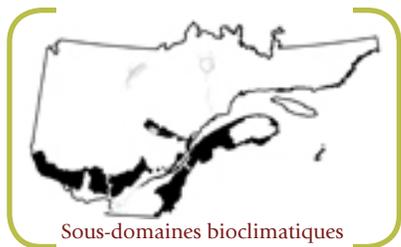
## Comparaison de méthodes d'aménagement des érablières jumelant les productions de sève et de bois d'oeuvre

Titulaire du projet : Stéphane Tremblay

Collaborateur(s) scientifique(s) : Rock Ouimet, Marcel Prévost

Autre(s) collaborateur(s) : Gilles Audy, Louis Faucher, Alain Langlois, Jean-Pierre Lapointe, Simon Pouliot, Éric Dancause

L'acériculture se pratiquait principalement sur les terrains privés alors que la récolte de bois d'oeuvre était majoritairement effectuée sur les terres publiques. Cependant, l'augmentation de la valeur du sirop d'érable a provoqué une forte demande pour des exploitations acéricoles sur des territoires publics, en l'occurrence ceux faisant partie d'un CAAF. Ce phénomène engendre des conflits dans l'aménagement puisque les interventions diffèrent grandement selon le type de production. Il est donc nécessaire d'effectuer des ajustements aux approches utilisées traditionnellement lorsque la double production est visée sur les mêmes superficies. La nature et l'ampleur de ces ajustements demeurent à déterminer. Pour ce faire, des dispositifs de recherche composés de placettes soumises à différentes intensités de jardinage ont été établis et les caractéristiques dendrométriques et la production de sève y sont mesurées périodiquement.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Expérimenter et proposer des méthodes d'aménagement qui optimiseraient la récolte de sève et la production de bois d'oeuvre.
- 2) Comparer les effets de différentes méthodes d'aménagement sur l'établissement et la croissance de la régénération.
- 3) Évaluer l'impact de l'entaillage sur l'utilisation et la qualité du bois d'oeuvre.
- 4) Évaluer l'impact de différentes méthodes d'aménagement sur le maintien du statut nutritif des sols à long terme.

Numéro de projet : 112310025

## Étude des effets des coupes de jardinage par pied d'arbre dans des forêts inéquiennes de la zone feuillue

Titulaire du projet : Steve Bédard

Collaborateur(s) scientifique(s) : Sébastien Meunier, François Guillemette

Autre(s) collaborateur(s) : Étienne Boulay, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Éric Labrecque

Problématique et objectifs : Par le passé, l'exploitation de la forêt feuillue au Québec était axée sur le prélèvement des tiges ayant la plus grande valeur commerciale. L'objectif était essentiellement de maximiser la rentabilité immédiate de l'intervention sans égard à la dynamique naturelle de ces forêts et sans objectifs sylvicoles. Cette pratique a mené bien souvent à l'appauvrissement des forêts feuillues en bois de qualité et en essences désirées. Ce constat a amené le besoin d'expérimenter des traitements sylvicoles ayant pour objectif une production soutenue en bois de qualité tout en respectant la dynamique naturelle de ces forêts. Depuis 1983, un réseau de placettes permanentes a été établi dans la zone forestière des feuillus, afin de quantifier les effets des coupes de jardinage par pied d'arbre.



Les objectifs consistent à évaluer les effets à long terme des coupes de jardinage sur :

- 1) le rendement forestier;
- 2) la structure et la composition des peuplements;
- 3) la qualité et la vigueur des tiges;
- 4) la valeur des bois récoltés;
- 5) comparer le traitement en rapport avec la dynamique naturelle.

Numéro de projet : 112310026

## Effets réels des traitements sylvicoles : coupe de jardinage par trouées

Titulaire du projet : Steve Bédard

Autre(s) collaborateur(s) : Pierrot Boulay, Jean-François Leblond

Problématique et objectifs : La coupe de jardinage par trouées vise principalement à favoriser la production prioritaire des peuplements de feuillus peu tolérants à l'ombre en mélange avec des feuillus tolérants à l'ombre ou avec des résineux. L'introduction en 1998 de ce traitement dans le Manuel d'aménagement forestier nécessite une étude pour vérifier les conditions propices à son application et les effets escomptés.



- 1) Connaître les conditions environnementales favorables à la régénération des essences désirées (station, dimension et orientation des trouées, préparation de terrain, compétition).
- 2) Valider les effets escomptés dans le Manuel d'aménagement forestier.
- 3) Étudier la croissance et la qualité des jeunes tiges en régénération dans les trouées.
- 4) Vérifier la pertinence d'entreprendre des soins cultureux pour la régénération.

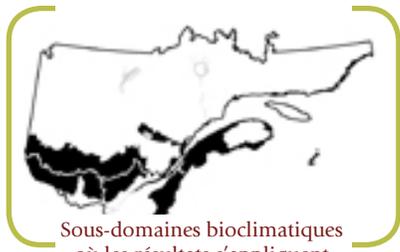
Numéro de projet : 112310045

### Effets réels des traitements sylvicoles : coupe par parquets

Titulaire du projet : Steve Bédard

Autre(s) collaborateur(s) : Pierrot Boulay, Jean-François Leblond

Problématique et objectifs : La coupe par parquets vise principalement à favoriser la régénération des peuplements à production prioritaire de feuillus peu tolérants à l'ombre en mélange avec des feuillus tolérants à l'ombre ou avec des résineux. L'introduction, en 1998, de ce traitement dans le Manuel d'aménagement forestier nécessite la mise en place d'une étude pour vérifier les conditions propices à son application et les effets escomptés.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Sur la base de parcelles d'inventaire de recherche (avec cartographie des arbres) et d'analyses de tiges :

- 1) Connaître les conditions environnementales favorables à la régénération des essences désirées (station, dimension et orientation des parquets, préparation de terrain, compétition).
- 2) Valider les effets escomptés dans le Manuel d'aménagement forestier.
- 3) Étudier la croissance et la qualité des jeunes tiges en régénération dans les parquets.
- 4) Vérifier la pertinence d'entreprendre des soins cultureux pour la régénération.

Numéro de projet : 112310046

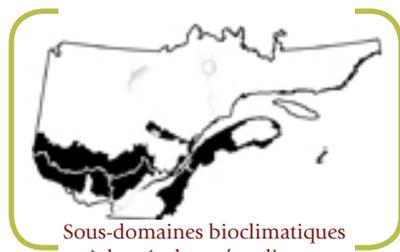
### Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale en peuplements feuillus

Titulaire du projet : François Guillemette

Collaborateur(s) scientifique(s) : Steve Bédard

Autre(s) collaborateur(s) : Pierrot Boulay, Jean-François Leblond, Pierre Laurent

Problématique et objectifs : Actuellement, peu de résultats d'études québécoises passées ou en cours sont disponibles en ce qui concerne le suivi de la qualité et de la croissance à long terme des peuplements de feuillus tolérants et peu tolérants à l'ombre traités par éclaircie précommerciale par puit de lumière (EPC). La réalisation, depuis 1998, de milliers d'hectares de coupe de régénération, de jardinage avec trouées et de jardinage avec régénération par parquet implique que de nombreux jeunes peuplements feuillus seront probablement à traiter par EPC dans les prochaines années. Face à cet investissement potentiellement élevé en travaux sylvicoles, un suivi des effets réels du traitement sur les tiges dégagées ainsi que sur la production totale du peuplement permettra de mieux orienter les choix d'aménagement et de documenter les rendements escomptés.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Valider les effets escomptés dans le Manuel d'aménagement forestier.
- 2) Étudier la croissance et la qualité des tiges dégagées et non dégagées dans les peuplements traités et non traités.
- 3) Vérifier la pertinence d'intervenir à différents stades de développement du peuplement en traitant des peuplements d'âges différents.

Numéro de projet : 112310047

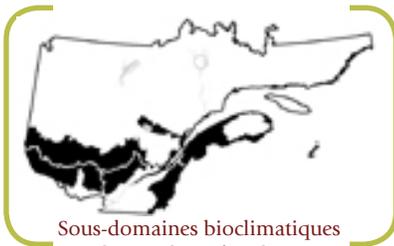
### Effets réels des traitements sylvicoles : coupes partielles

Titulaire du projet : François Guillemette

Collaborateur(s) scientifique(s) : Steve Bédard

Autre(s) collaborateur(s) : Étienne Boulay, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Pierre Laurent, Éric Labrecque

Problématique et objectifs : Depuis les années 90, le principal traitement sylvicole employé pour les peuplements de feuillus nobles est la coupe de jardinage. Elle vise essentiellement à traiter les peuplements de structure inéquienne. Il y a une volonté grandissante de diversifier les traitements sylvicoles, notamment pour les peuplements à structure irrégulière. De plus, des traitements sylvicoles alternatifs ont été introduits depuis 2005 pour favoriser la reprise des activités de l'industrie. L'introduction de ces traitements nécessite des études pour vérifier les conditions propices à leur pratique et les effets escomptés.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Vérifier les effets escomptés dans le Manuel d'aménagement forestier ou dans la prescription adaptée.
- 2) Vérifier si les traitements sylvicoles alternatifs à la coupe de jardinage ont des effets différents de la coupe de jardinage. Les mesures visent à la fois l'accroissement du bois sur pied et le développement de la régénération.
- 3) Mieux définir les modalités d'application des traitements alternatifs.

Numéro de projet : 112310048

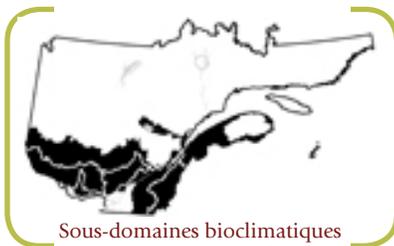
### Effets réels des traitements sylvicoles: coupe de jardinage

Titulaire du projet : François Guillemette

Collaborateur(s) scientifique(s) : Steve Bédard

Autre(s) collaborateur(s) : Étienne Boulay, Jocelyn Hamel, Pierre Laurent

Problématique et objectifs : La mesure des effets réels de la coupe de jardinage s'inscrit dans la volonté du MRNF de connaître la productivité des forêts à la suite de l'application opérationnelle de ce traitement sylvicole dans l'ensemble des forêts feuillues publiques québécoises. Les hypothèses de productivité qui figurent dans le Manuel d'aménagement forestier ont été formulées en fonction des résultats obtenus par la DRF dans ses dispositifs expérimentaux. En mesurant les effets réels des coupes de jardinage pratiquées dans les forêts publiques, le MRNF souhaite évaluer dans quelle mesure ces hypothèses de productivité se vérifieront.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Calculer l'accroissement annuel périodique et la durée de la rotation en utilisant les données provenant des peuplements mesurés à l'échelle provinciale.
- 2) Vérifier les hypothèses de rendement du Manuel d'aménagement forestier relatives à l'application de la coupe de jardinage.

Numéro de projet : 112310053

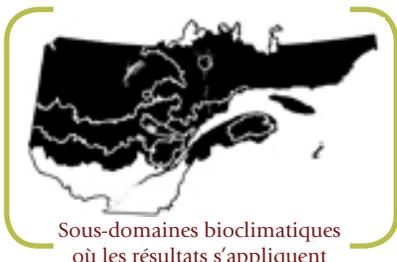
### Mise au point d'approches de modélisation forestière axées sur la croissance d'arbres individuels et sur les aspects spatiaux

Titulaire du projet : Daniel Mailly

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mélanie Gaudreault

Autre(s) collaborateur(s) : Sylvain Turbis

Problématique et objectifs : Les calculs de la possibilité forestière sont fondés actuellement sur un modèle de prévision par courbes à l'échelle du peuplement. Les estimations découlant d'un tel modèle sont fiables dans la mesure où les peuplements d'intérêt sont similaires à ceux utilisés lors de la conception du modèle. Ainsi, de nombreux peuplements mixtes ou de structure inéquienne ne sont généralement pas appropriés pour ce type de modèle. De plus, les modèles par courbes ne sont pas assez souples pour estimer avec précision l'effet des traitements sylvicoles qui constituent pourtant une partie importante des plans généraux d'aménagement. Les résultats provenant de travaux de recherche visant la mise au point d'approches de modélisation forestière axées sur la croissance d'arbres individuels et sur les aspects spatiaux devraient permettre de faire des prévisions plus réalistes de la production, en particulier en ce qui a trait aux peuplements de structures complexes.



- 1) Concevoir la structure d'un modèle spatial de croissance à l'échelle de l'arbre individuel.
- 2) Déterminer les variables biotiques et abiotiques les plus importantes pour la croissance, la mortalité et le recrutement des arbres.
- 3) Intégrer le modèle de croissance dans la plate-forme de modélisation CAPSIS.
- 4) Étalonner, évaluer et rendre le modèle disponible aux utilisateurs.

Numéro de projet : 112310001

### Détermination de l'indice de qualité de station pour les jeunes strates forestières par la méthode de croissance internodale

Titulaire du projet : Daniel Mailly

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mélanie Gaudreault

Autre(s) collaborateur(s) : Guy Brousseau, Carl Lemieux, Jolène Lemieux, Hervé Lortie, Rémy Chamberland

Problématique et objectifs : Au Québec, l'indice de qualité de station (IQS) a traditionnellement été estimé à partir de courbes hauteur-âge. Bien que ces courbes soient des outils utiles pour évaluer l'IQS dans les peuplements mûrs, elles sont peu fiables dans le cas des jeunes peuplements, comme par exemple les strates de 7 m et moins. Hors du Québec, on utilise de plus en plus les modèles de croissance internodale variable pour obtenir des estimations fiables de l'indice de qualité de station des jeunes peuplements, en mettant en relation la croissance moyenne des pousses annuelles des arbres avec l'IQS. Des modèles sont actuellement disponibles pour l'épinette noire, le sapin baumier et le pin gris.

L'objet de cette étude est de mettre au point des modèles de croissance internodale variable pour les principales essences commerciales du Québec (épinette noire, sapin baumier, pin gris, épinette blanche et peuplier faux-tremble) selon l'approche méthodologique de Nigh (1997).

Présentement, pour l'épinette blanche et le tremble :

- 1) ajuster des modèles de croissance internodale en hauteur pour chaque essence;
- 2) obtenir l'information détaillée sur des placettes-échantillons dominées par les essences d'intérêt;
- 3) obtenir pour chaque parcelle l'information sur la croissance en hauteur de 3 arbres dominants parmi les 4 plus gros dhp par le recours à l'analyse de tiges.

Numéro de projet : 112310002



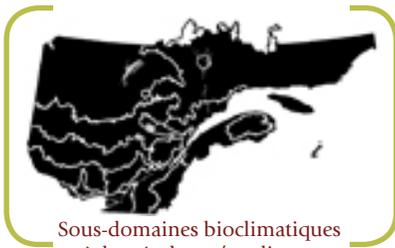
## Évaluation et mise au point d'indices de productivité pour les principaux peuplements résineux, mixtes et feuillus au Québec

Titulaire du projet : Daniel Mailly

Collaborateur(s) scientifique(s) : Steve Bédard, Mélanie Gaudreault, Jian R. Wang

Autre(s) collaborateur(s) : Guy Brousseau, Michel Jacques, Carl Lemieux, Jolène Lemieux, Hervé Lortie

Problématique et objectifs : Le paysage forestier québécois est diversifié et les forêts qui le façonnent n'ont pas la même composition, la même dynamique ni la même capacité de croître : leur productivité est donc très variable. Le projet vise à proposer une méthode précise d'estimation de la productivité des forêts applicable à l'ensemble des stations forestières. Les résultats vont permettre de comparer la précision et le potentiel prévisionnel d'un ensemble d'indices de productivité de station pour les peuplements forestiers. Une recommandation sera faite en ce qui a trait à l'utilisation du meilleur indice de productivité des stations, notamment dans le contexte de développement des modèles de simulation forestière, des calculs de possibilité forestière et pour la mise à jour des guides sylvicoles.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) caractériser la productivité des principaux peuplements à l'échelle de la placette d'inventaire à partir des méthodes disponibles actuellement, et en étalonnant des modèles puisés dans la littérature à partir des données terrain et des données de PEP;
- 2) mettre au point une nouvelle méthode de calcul d'indice de productivité basée sur la hauteur dominante et des variables fonctionnelles de l'arbre;
- 3) comparer les différentes méthodes entre elles, évaluer leur précision relative et leurs limites d'utilisation et isoler.

Numéro de projet : 112310108

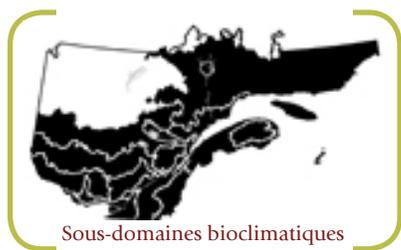
### Sylviculture intensive des plantations résineuses

Titulaire du projet : Jean Ménétrier

Collaborateur(s) scientifique(s) : Guy Prégent

Autre(s) collaborateur(s) : Lucien Pinet, François Lacombe, Guy Chantal, Jean-Yves Montambault, Réjean Poliquin

Problématique : Les ressources forestières sont de plus en plus sollicitées et certaines régions font face à des baisses de possibilité forestière à cause de l'augmentation des besoins en matière ligneuse et de la diversification des usages qui diminue le potentiel des superficies disponibles pour approvisionner l'industrie. Il faut donc accroître la productivité des stations vouées à la production de matière ligneuse (rendement accru), par une sylviculture plus intensive des stations les plus productives, et en particulier les plantations.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Évaluer les effets de diverses techniques culturales et sylvicoles sur la croissance, le rendement, la forme des tiges et la qualité des produits de diverses essences résineuses en plantation.
- 2) Déterminer les périodes et la fréquence des éclaircies en fonction des essences ou des densités initiales de reboisement selon les objectifs de production visés (nombre, volume et qualité des tiges).
- 3) Quantifier et comparer la productivité des principales essences résineuses utilisées en régénération artificielle et leur potentiel de réaction à une sylviculture intensive.
- 4) Élaborer des tarifs de cubage adaptés à une sylviculture plus intensive et construire des tables de production.
- 5) Augmenter les bénéfices socioéconomiques et la valeur des produits.

Numéro de projet : 112310027

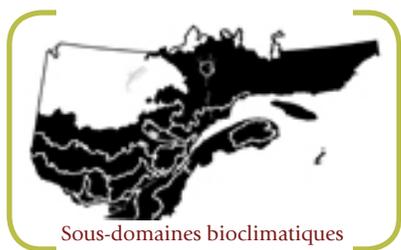
### Évaluation de l'impact des feuillus intolérants à l'ombre, conservés lors du traitement d'éclaircie précommerciale, sur la productivité de la régénération résineuse et la diversité floristique

Titulaire du projet : Nelson Thiffault

Collaborateur(s) scientifique(s) : Vincent Roy

Autre(s) collaborateur(s) : Dominic Létourneau, Govinda St-Pierre, Jacques Carignan, Steve Lemay

Problématique : La présence de feuillus est reconnue pour nuire à la croissance des résineux au cours de la phase d'établissement d'une plantation. Lors de l'éclaircie précommerciale, un certain nombre de tiges de feuillus sont conservées mais sans que l'on connaisse exactement l'impact qu'elles auront sur les pertes de productivité des résineux. Cette pratique s'inscrit dans une préoccupation de biodiversité en sachant que le maintien d'un certain nombre d'individus feuillus contribue à la diversité floristique de la station. Or, les critères de biodiversité à atteindre ne sont pas clairement définis et nous connaissons peu les impacts des feuillus conservés sur la croissance des résineux. Il importe de préciser ces impacts afin de mieux définir les modalités du traitement d'éclaircie précommerciale..



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Définir et quantifier, par l'approche expérimentale d'étude de voisinage, l'effet de la présence d'individus feuillus sur la productivité de l'épinette plantée et du sapin régénéré naturellement à compter de l'âge de l'éclaircie précommerciale.
- 2) Quantifier la diversité floristique totale dans les plantations d'épinette (domaine de la sapinière à bouleau jaune) en fonction de la densité d'individus feuillus dans le couvert arboré.
- 3) Selon les objectifs 1 et 2, établir des standards qui pourraient servir à la définition des paramètres d'une sylviculture intensive.

Numéro de projet : 112310030

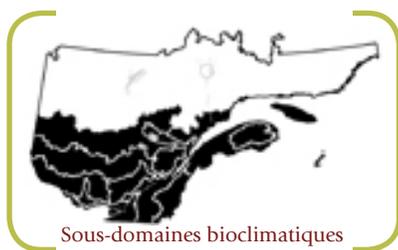
## Scarifiage, fertilisation et type de plants pour la régénération artificielle des stations à éricacées

Titulaire du projet : Nelson Thiffault

Collaborateur(s) scientifique(s) : Alison D. Munson (UL), Robert Bradley (US), Brian D. Titus (RNCAN)

Autre(s) collaborateur(s) : Dominic Létourneau, Jacques Carignan, Steve Lemay

Problématique et objectifs : Des superficies importantes de forêts en milieu boréal sont occupées, après coupe ou après feu, par le *Kalmia*. Ceci peut souvent se traduire par un blocage de la succession. Ce phénomène retarde l'établissement ou la croissance de l'épinette noire. Même en plantation, la croissance de l'épinette peut stagner de nombreuses années. Plusieurs causes ont été identifiées par des équipes de recherche pour expliquer le phénomène. Les principales sont : l'immobilisation des éléments nutritifs dans un humus récalcitrant à la décomposition, un effet d'allélopathie (interaction chimique entre végétaux), un effet d'isolation thermique inhibant le réchauffement du sol et la compétition importante pour les éléments nutritifs. Cependant, le développement d'approches sylvicoles novatrices, qui permettent de garantir l'établissement d'une régénération, est nécessaire.



Contribuer à la remise en production, après la récolte finale, de pessières noires à *Kalmia* qui présentent des problèmes de régénération et connaître les principaux mécanismes qui expliquent cette situation. Le projet vérifiera les effets des traitements suivants, comme autant d'hypothèses de correction aux mécanismes d'interférences :

- 1) la concentration foliaire en nutriments des plants d'épinette noire au moment de la mise en terre;
- 2) l'intensité de la préparation de terrain;
- 3) la fertilisation au moment de la plantation.

Numéro de projet : 112310031

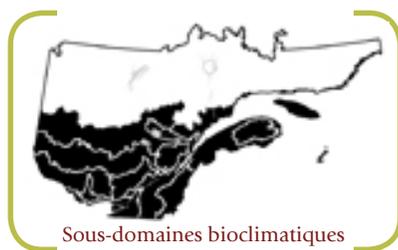
## Recherche et développement sur les modes de dégageage et d'entretien des plantations

Titulaire du projet : Nelson Thiffault

Collaborateur(s) scientifique(s) : Vincent Roy, Robert Jobidon

Autre(s) collaborateur(s) : Jacques Carignan, Steve Lemay, Dominic Létourneau

Problématique et objectifs : Une mise en terre hâtive de plants de fortes dimensions (PFD) est recommandée pour les stations à haut risque de compétition, afin que les plants jouissent de conditions de croissance au détriment de la compétition en phase d'établissement. Cette stratégie novatrice est à la base de l'abandon de l'usage de phytocides au Québec. Ces stations se retrouvent dans plusieurs régions écologiques, donc associées à divers problèmes d'invasion par la compétition. Le temps écoulé depuis la plantation jusqu'au premier dégageage est une variable explicative de la croissance des plants. Or, il importe de préciser les modalités du dégageage en fonction des caractéristiques écologiques des stations et des caractéristiques des PFD utilisés. De plus, l'effet du dégageage sur la diversité floristique doit être documenté.



- 1) Étudier l'effet combiné du reboisement hâtif et de l'utilisation de plants de fortes dimensions, sur la croissance des plants et sur la compétition.
- 2) Déterminer les délais optimaux pour réaliser un dégageage mécanique, de manière à minimiser l'impact du retour de la végétation après la coupe.
- 3) Quantifier l'effet du dégageage mécanique sur la croissance des plants de fortes dimensions.
- 4) Étudier les patrons d'invasion de la compétition dans diverses régions écologiques et préciser l'effet des dégageages mécaniques sur la diversité floristique.e.

Numéro de projet : 112310034

## L'élagage des résineux en plantation et en régénération naturelle : ses modalités, son rendement et ses effets sur la qualité du bois et la croissance des arbres

Titulaire du projet : Guy Prigent

Autre(s) collaborateur(s) : François Lacombe, Guy Chantal

Problématique et objectifs : L'élagage s'inscrit dans un scénario de sylviculture intensive avec l'objectif de produire du bois de haute qualité. Cette qualité accrue s'exprime en termes de résistance mécanique et d'apparence. L'élagage peut aussi, dans certaines conditions, réduire la conicité du tronc et provoquer l'arrêt de la formation du bois de jeunesse au profit du bois adulte de meilleure qualité. Ce traitement connaît une certaine popularité ailleurs dans le monde, alors qu'il est peu utilisé au Québec où il est peu documenté pour nos espèces. Certaines modalités d'exécution propres à l'espèce visée doivent être respectées afin de garantir un bénéfice. Ce projet permettra de définir les modalités d'exécution pour nos principales espèces résineuses et de préciser leurs impacts sur la qualité du bois et la croissance des arbres.



- 1) Quantifier l'effet du traitement sur la qualité du bois.
- 2) Quantifier l'impact de l'intensité du traitement (proportion de la cime vivante enlevée) sur la croissance de l'arbre, notamment sur le diamètre, le volume et le défilement de la bille de pied.
- 3) Définir une plage d'intervention (mois de l'année) optimale pour un traitement d'élagage.
- 4) Étudier les paramètres d'opération de l'élagage, en tenant compte des différents outils utilisés.

Numéro de projet : 112310035

## Éclaircie des espèces résineuses en plantation

Titulaire du projet : Éclaircie des espèces résineuses en plantation

Titulaire du projet : Guy Prigent

Autre(s) collaborateur(s) : François Lacombe, Guy Chantal, Jean-Yves Montambault, Réjean Poliquin

Problématique et objectifs : La transformation primaire du bois étant de plus en plus effectuée par l'industrie du sciage, les éclaircies sont importantes afin de maximiser la production de gros bois de qualité dans les plantations et d'améliorer le degré de compétitivité de l'industrie. Le choix d'un scénario optimal d'éclaircie varie selon les objectifs de production, les moyens disponibles et les caractéristiques de la plantation. De nombreux paramètres sont associés à chacun de ces facteurs de sorte que plusieurs scénarios doivent être étudiés. Il existe également une complémentarité avec le projet 112310037 : les dispositifs seront transférés à ce projet lors de l'éclaircie et les études de défilement des arbres abattus servent à construire les tarifs de cubage.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Élaborer un modèle de prédiction de la productivité des débroussailliers en fonction des principaux facteurs de station et de peuplement pour les opérations de dégagement de la régénération naturelle ou artificielle.

- 1) Fournir aux gestionnaires les outils de prédiction de la croissance et du rendement des plantations aménagées en fonction de certains paramètres.
- 2) Déterminer la période, la méthode, l'intensité et la fréquence des éclaircies permettant d'atteindre les objectifs de production de matière ligneuse en fonction de divers facteurs.
- 3) Construire les tarifs de cubage.
- 4) Définir les seuils de rentabilité économique de divers scénarios d'aménagement.

Numéro de projet : 112310036

## Croissance et rendement des espèces résineuses en plantation

Titulaire du projet : Guy Prigent

Autre(s) collaborateur(s) : François Lacombe, Guy Chantal, Jean-Yves Montambault, Réjean Poliquin  
Steve Lemay

Problématique et objectifs : La prédiction de la croissance et du rendement des plantations est indispensable pour quantifier précisément la possibilité forestière et pour aménager efficacement cette ressource. Le réseau de parcelles installé au cours des années 1970 a permis de construire la première génération de tables de rendement valides pour le sud du Québec. L'ajout de nouvelles parcelles pour la mesure des effets réels permettra de migrer éventuellement vers des modèles d'arbres individuels, au lieu des modèles de peuplements, tout en élargissant le domaine d'application des modèles à des régions qui ne pouvaient être auparavant prises en compte, en raison de l'inexistence de vieilles plantations.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

- 1) Fournir aux gestionnaires les outils de prédiction de la croissance et du rendement nécessaires pour assurer le rendement soutenu des forêts.
- 2) Concevoir la deuxième génération de tables de rendement.
- 3) Construire les tarifs de cubage.
- 4) Développer des modèles d'arbres individuels et des fonctions de croissance.

Numéro de projet : 112310037

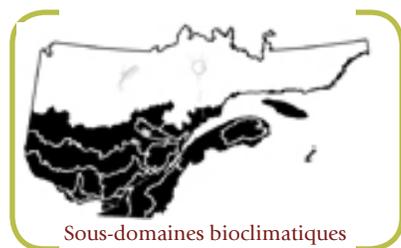
### Étude écophysiological des plantations de plants de fortes dimensions

Titulaire du projet : Nelson Thiffault

Collaborateur(s) scientifique(s) : Benoît-Marie Gingras (MRNF), Vincent Roy

Autre(s) collaborateur(s) : Jacques Carignan, Steve Lemay, Dominic Létourneau

Problématique et objectifs : Avec l'abandon de l'usage des phytocides en forêt depuis 2001, le Québec est à l'avant-garde de la gestion intégrée de la compétition forestière en plantations. Le MRNF recommande de reboiser avec des plants de fortes dimensions pour que ces derniers soient plus concurrents au moment de leur mise en terre. Comme il existe des interactions entre les produits de pépinière et les activités sylvicoles, plusieurs paramètres doivent être évalués afin d'identifier ceux qui seraient les plus significatifs. Par exemple, il importe de préciser les relations entre les types de plants utilisés (la dimension initiale, le mode de production en récipients ou à racines nues), la végétation de compétition et le scarifiage. Également, l'effet du scarifiage sur le patron d'envahissement de la végétation des stations à haut risque de compétition doit être documenté.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Les objectifs de la phase actuelle de ce projet sont de : (i) quantifier l'effet du scarifiage, de la compétition, du dégagement mécanique, du type de PFD (récipients et racines nues) et de leurs interactions sur la croissance et la nutrition des plants jusqu'à huit années après la mise en terre; et (ii) évaluer l'effet du scarifiage, du type de PFD et de leurs interactions sur la stabilité des plants et l'architecture racinaire, huit années après la mise en terre.

Numéro de projet : 112310039

### Expérimentation de coupes progressives avec aires de croissance en forêt mixte

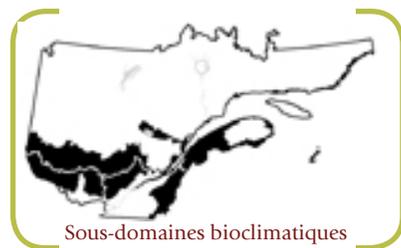
Titulaire du projet : Vincent Roy

Collaborateur(s) scientifique(s) : Isabelle Auger

Autre(s) collaborateur(s) : Simon Désalliers, Govinda St-Pierre, Christian Villeneuve

Problématique et objectifs :

La CPRS n'atteint pas toujours les objectifs de régénération dans les peuplements mélangés. La régénération naturelle préétablie est souvent opprimée par la végétation concurrente, et le retour d'une régénération résineuse libre de croître peut être retardé de plusieurs années. Cette situation conduit fréquemment à un envahissement du parterre de coupe par les feuillus intolérants à l'ombre et à une dégradation des peuplements mixtes. Ce problème s'accroît à travers le Québec à mesure que la récolte résineuse augmentera dans les strates mélangées. Des coupes progressives avec ouvertures à superficie variable (aires de croissance) pourraient être utilisées pour régénérer ces peuplements composés de plusieurs espèces aux exigences écologiques variées.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

L'objectif général du projet est d'expérimenter l'approche des coupes progressives avec aires de croissance afin de vérifier si ces coupes assurent une régénération en essences désirables, et si la structure mixte de ces peuplements est conservée. Les objectifs spécifiques sont de :

- 1) définir la dimension optimale des aires de croissance;
- 2) déterminer les effets de la coupe progressive par trouées sur la régénération naturelle;
- 3) quantifier le microclimat des trouées et son impact sur la croissance de la régénération et la dynamique de la végétation compétitive.

Numéro de projet : 112310040

## Étude de la productivité des travailleurs lors des opérations sylvicoles en fonction des facteurs de station et de peuplement : dégagement mécanique des plantations et de la régénération naturelle

Titulaire du projet : Denise Dubeau

Collaborateur(s) scientifique(s) : Isabelle Auger

Autre(s) collaborateur(s) : Steve Lemay

Problématique et objectifs : Le dégagement de la régénération est admissible en paiement des droits de coupe en vertu de la Loi sur les forêts. Le montant unitaire admissible pour le dégagement de la régénération est basé sur un seul critère : la zone où s'effectue le traitement. Les caractéristiques de la station constituent des facteurs importants lorsqu'il faut évaluer le degré de difficulté que doivent surmonter les travailleurs lors des opérations de dégagement. Or, les taux actuels des crédits ne tiennent pas compte de tels critères. Au Québec, il n'existe pas de modèle qui permette d'évaluer la productivité des travailleurs sylvicoles en fonction des caractéristiques de station pour le dégagement de la régénération. De plus, l'abandon de l'utilisation des phytocides depuis 2001 accentue l'importance d'acquérir des connaissances scientifiques précises dans le domaine du dégagement mécanique.



Élaborer un modèle de prédiction de la productivité des débroussailliers en fonction des principaux facteurs de station et de peuplement pour les opérations de dégagement de la régénération naturelle ou artificielle.

- 1) Construire un modèle de prédiction qui soit facile d'application en conditions opérationnelles.
- 2) Quantifier les principaux facteurs qui influencent la productivité des travailleurs par le biais du coût physiologique du travail.

Numéro de projet : 112310042

## Performance organisationnelle et productivité des reboiseurs lors de la mise en terre de plants forestiers

Titulaire du projet : Denise Dubeau

Collaborateur(s) scientifique(s) : Isabelle Auger, Daniel Imbeau (Polytechnique), Luc G. Lebel (UL)

Autre(s) collaborateur(s) : Carlos Alberto Campos Infante (Polytechnique), Yessirath Damala (Polytechnique), Steve Lemay, Adam Page

Problématique et objectifs : Chaque année, environ 150 millions de plants sont mis en terre au Québec. Ce travail est effectué principalement par des entreprises sylvicoles, coopératives forestières et groupements forestiers. Les coûts de la mise en terre sont défrayés au moyen de crédits sur les traitements sylvicoles accordés par le MRNF. Un prix est attribué pour chacun des gabarits de plants mis en terre au Québec. Les données de base permettant d'ajuster ces prix datent de 1990. Afin de réajuster la valeur attribuée à chaque gabarit de plants mis en terre au Québec, il manque des connaissances scientifiques sur quatre sujets: la productivité des reboiseurs pour les gabarits de plants reboisés au Québec, la charge physique acceptable pour un reboiseur (poids transporté et dépense énergétique), la logistique opérationnelle associée à la mise en terre et la performance des entreprises.



Afin de réviser la valeur monétaire de la mise en terre de plants forestiers en forêts publiques:

- 1) Déterminer le poids sécuritaire à porter lors la mise en terre;
- 2) Estimer la différence de productivité journalière des reboiseurs entre six différents gabarits de plants, dans le respect du poids sécuritaire déterminé à l'objectif 1;
- 3) Mesurer la performance des entreprises dans l'opération de mise en terre selon quatre critères: l'efficacité, la productivité, la qualité, et la rentabilité

Numéro de projet : 112310109



## *Les projets externes*



## Impacts historiques des interventions forestières en forêt mélangée (Mauricie) sur la possibilité forestière et la dynamique des peuplements et des paysages : des outils pour préciser les simulations

Titulaire du projet : Frédéric Raulier (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Archambault, Louis Bélanger, Jean Girard, Guy Lessard, Jean Nantel, Patricia Raymond

Problématique et objectifs : L'incertitude entourant le déroulement même de la succession génère une imprécision autour de la valeur prédite de possibilité forestière et crée un effet de possibilité inconnu. Le cœur du problème est que l'inventaire des ressources forestières du MRNF, à la base des hypothèses de succession, datent d'une trentaine d'années alors que ces hypothèses sont extrapolées sur 150 ans. L'utilisation de données historiques antérieures permettrait de faire un bond « temporel » dans l'acquisition de connaissances sur la dynamique forestière. Abitibi-Consolidated et Smurfit-Stone sont issues d'anciennes compagnies ayant oeuvré en Mauricie depuis très longtemps et ont conservé des archives qui vont servir de base à cette étude.



- 1) Définir les impacts historiques des coupes aux échelles du peuplement et du paysage en forêt mélangée et déterminer des indicateurs d'aménagement durable.
- 2) Mesurer l'incertitude associée à l'introduction de la modélisation sur le calcul de possibilité forestière (CPF) en forêt mélangée dans les limites de deux concessions historiquement aménagées par l'actuelle compagnie Abitibi-Consolidated en Mauricie.
- 3) Déterminer la valeur prédictive des hypothèses de succession forestière utilisées à la base du CPF.
- 4) Évaluer le niveau d'incertitude associé au CPF dû à l'extrapolation d'intrants de succession forestière à l'échelle du peuplement à celle du paysage.

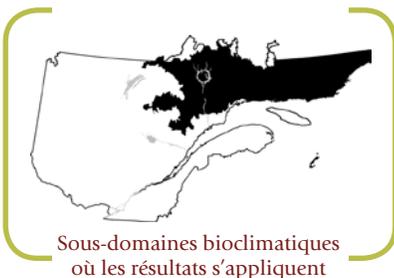
Numéro de projet : 2006-FO-111331

## Faisabilité d'un aménagement écosystémique pour la pessière noire à mousse de l'Est

Titulaire du projet : Louis Bélanger (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis De Grandpré, Pierre Grondin, Louis Guay, Luc G. Lebel, Hubert Morin, Jean-Claude Ruel, Stephen Wyatt

Problématique et objectifs : La Commission Coulombe a recommandé que l'aménagement écosystémique soit au cœur de la gestion des forêts publiques du Québec. Au-delà de la théorie, son implantation concrète au Québec reste à faire. La Côte-Nord est fortement composée de vieilles forêts irrégulières résultant d'un régime de perturbation par trouées avec quelques grands feux. En 2003, le BAPE a recommandé l'approche écosystémique pour l'aménagement de l'IRL qui, en plus d'être sous CAAF, fait partie du territoire ancestral des Innus de Pessamit. L'intégration aux aspects écologiques des aspects économiques et sociaux permettra d'évaluer la faisabilité économique et l'acceptabilité sociale de stratégies d'aménagement écosystémiques.



Pour étudier la faisabilité d'un aménagement écosystémique pour la pessière à mousses de l'Est, il faudra établir la variabilité naturelle du territoire préindustriel qui guidera l'approche écosystémique. Il faudra évaluer les valeurs et attitudes de la population et des autochtones face à la forêt et aux pratiques forestières. Un bilan de la stratégie d'aménagement actuelle en termes d'altération des écosystèmes, de coûts opérationnels et niveau d'approvisionnement ligneux et de valeurs sociales permettra de poser des enjeux aménagement écosystémique pour tenir compte de l'acceptabilité sociale, de la faisabilité économique et du maintien du caractère naturel de la forêt.

Numéro de projet : 2007-FO-118031

## Évaluation de l'effet de différents scénarios de récupération des brûlis sur la biodiversité faunique

Titulaire du projet : Jacques Ibarzabal (UQAC)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Christian Hébert, Louis Imbeau, Jean-Pierre L. Savard

Problématique et objectifs : Le règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'état impose la récolte des surfaces récemment brûlées. Le plan de récupération doit être approuvé par le ministre. Dans ces cas il n'y a plus de normes concernant la distribution des coupes, et il est possible de récolter toute la matière ligneuse d'une surface incendiée. Ce type de récupération a été identifié comme une des principales lacunes du RNI actuel qui peut compromettre la mise en oeuvre d'un aménagement durable des forêts tenant compte du critère de maintien de la biodiversité.



L'objectif consiste à évaluer l'efficacité de différents scénarios de récupération des brûlis pour assurer le maintien de la diversité biologique, et particulièrement celui d'espèces pouvant dépendre de cet habitat à l'échelle du paysage. D'après les connaissances actuelles, ces espèces incluent les insectes pyrophiles et potentiellement les communautés d'oiseaux, dont les populations de Pic à dos noir.

Numéro de projet : 2007-FO-118121

## Modalités de dispersion des coupes et de rétention d'habitats pour maintenir la diversité biologique en forêt boréale aménagée

Titulaire du projet : Pierre Drapeau (UQAM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Rhéaume Courtois, Louis Imbeau, Alain Leduc

Problématique et objectifs : Sur l'ensemble de la forêt commerciale se pose maintenant la recherche de consensus entre les valeurs économiques, sociales et environnementales des forêts. Le virage vers une gestion plus écosystémique des forêts publiques (Commission Coulombe 2004) impose comme une condition *sine qua non* la mise en oeuvre de stratégies de rétention de bois sur pied qui atténuent les impacts de la récolte sur la diversité biologique dans les territoires aménagés, et ce en particulier par rapport à l'organisation spatiale de cette rétention.



Le présent projet de recherche vise donc à développer des modalités d'organisation spatiale de la rétention d'habitats favorables au maintien de la diversité biologique dans les territoires aménagés (verts et brûlés) en forêt boréale. De façon plus spécifique, nous proposons d'aborder la question de la rétention des habitats résiduels en utilisant des groupes d'espèces ou des espèces clés qui sont reconnus au préalable comme sensibles à l'aménagement forestier à trois échelles spatiales, soit entre les chantiers de récolte (>1000 km<sup>2</sup>), à l'échelle des chantiers (100–1 000 km<sup>2</sup>) et à l'intérieur des chantiers (10–100 km<sup>2</sup>). Les groupes fauniques retenus sont le Caribou forestier (interchantiers), la Martre d'Amérique (chantiers) et les oiseaux associés aux forêts mûres et surannées ainsi qu'aux forêts récemment brûlées (intrachantiers). Ce projet examine les réponses multiscalaires que ces groupes peuvent apporter à la question de la planification des coupes sur les territoires nordiques où se juxtaposent un enjeu général de maintien de la diversité biologique dans un contexte de récolte ligneuse.

Numéro de projet : 2007-FO-118152

## Scénarios sylvicoles dans la sapinière boréale : évaluation de leurs effets sur la conservation de la biodiversité 20 ans après coupe

Titulaire du projet : Louis Bélanger (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Marie-Ève Desmarais, Christian Hébert, Jacques Ibarzabal, Marc Leblanc, Nelson Thiffault

Problématique et objectifs : Avec l'adoption de la Stratégie de protection des forêts en 1994, le Québec s'engageait dans un processus visant à développer de nouvelles approches d'aménagement plus écologiques basées sur une sylviculture préventive. Ces approches se devaient de répondre aux cinq grands principes de la Stratégie soit de maintenir la diversité biologique, de respecter la dynamique naturelle, de tenir compte des stations, de privilégier la régénération naturelle et de réduire la vulnérabilité aux insectes et maladies. Un dispositif expérimental permanent fut établi en 1990 afin d'évaluer et de comparer les effets cumulatifs sur la faune et la biodiversité des scénarios sylvicoles les plus importants dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau à papier de l'Est. De nouveaux enjeux liés à la biodiversité associée au bois mort se sont ajoutés depuis le début de l'étude. En effet, les conséquences néfastes de l'aménagement forestier sur la biodiversité sont souvent dues à cette carence de bois mort qui résulte de l'altération de la composante structurale et des processus écologiques typiques qui caractérisent les forêts non aménagées.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Évaluer les effets à moyen terme (20 ans après l'initiation des peuplements) des scénarios sylvicoles les plus importants dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau à papier de l'Est de manière à contribuer au développement de pratiques forestières pouvant être considérées écosystémiques et répondant aux objectifs de la Stratégie de protection des forêts. Il s'agira d'évaluer le niveau d'altération des écosystèmes induit par les scénarios sylvicoles comparativement aux peuplements perturbés naturellement par la TBE.

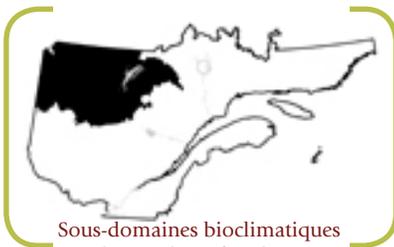
Numéro de projet : 2008-FT-124265

## La réponse et le rôle fonctionnel des arthropodes des débris ligneux grossiers et du sol en pessière après la coupe partielle

Titulaire du projet : Timothy Work (UQAM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Yves Bergeron, Pierre Drapeau, Louis Imbeau, David Paré

Problématique et objectifs : Les pratiques sylvicoles adaptées (PSA) incluant la coupe partielle sont proposées comme un moyen de maintenir la biodiversité et l'approvisionnement du bois. Dans la pessière à mousses de l'ouest, les débris ligneux grossiers (DLG) constituent un élément important pour la biodiversité des arthropodes, un groupe diversifié d'animaux qui sont impliqués dans la décomposition et recyclage du carbone.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Nous utiliserons le réseau de coupes partielles en Abitibi (RECPA) comme dispositif expérimental afin de 1) caractériser et comparer la diversité des arthropodes associée aux DLG, aux DLG enfouis et au sol, 2) mettre en relation la biodiversité de ces arthropodes et le taux de décomposition des DLG et 3) caractériser la réponse des petits mammifères aux changements de composition d'arthropodes dans le DLG. Au sein du RECPA, nous comparerons la diversité des arthropodes et des petits mammifères de CPRS, de coupe partielle et de peuplements non coupés (témoin) parmi 11 blocs répliqués. À partir de l'estimation de la disponibilité du bois mort pour les arthropodes, nous devons évaluer le taux de déposition, le taux de décomposition et la vitesse d'invasion par les mousses. De plus, nous évaluerons l'importance de la connectivité des DLG et la dispersion maximale pour les espèces associées au bois mort par des méthodes génétiques (AFLPs).

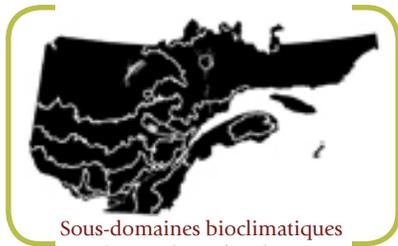
Numéro de projet : 2009-FT-130266

## Maintenir le caribou en forêts boréales aménagées malgré la présence du loup gris et de l'ours noir

Titulaire du projet : Daniel Fortin (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Rhéaume Courtois, Christian Dussault, Jean-Pierre Ouellet

Problématique et objectifs : Le caribou forestier (*Rangifer tarandus caribou*) est considéré menacé au Canada et vulnérable au Québec. La prédation par l'ours noir (*Ursus americanus*) et le loup gris (*Canis lupus*) serait la cause principale de son déclin en milieu forestier. Ce taux de prédation élevé ne serait toutefois pas étranger aux pratiques forestières qui créent des conditions favorables aux prédateurs. D'un côté, la disponibilité de petits fruits et de plantes herbacées augmente en début de succession forestière, ce qui favoriserait les populations d'ours. De l'autre côté, l'enfeuillage des parterres de coupes entraînerait la croissance des populations d'orignaux (*Alces alces*) qui serait suivie d'une croissance de la population des loups, augmentant du coup les risques pour le caribou. Une façon d'anticiper de façon relativement fiable les relations prédateur-proie malgré les changements du milieu consiste à acquérir une compréhension fondamentale du processus de prédation et, plus généralement, de la répartition spatiale des prédateurs et de leurs proies. Nos connaissances demeurent toutefois encore fragmentaires à cet égard.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

L'objectif général de la recherche proposée consiste à établir un modèle mécaniste d'estimation des risques associés à l'aménagement forestier pour les populations de caribous forestiers au Québec, compte tenu de leurs interactions avec leurs prédateurs en forêt aménagée.

Numéro de projet : 2010-FT-136034

## Évaluation de la sensibilité des stations forestières du Québec au prélèvement accru de biomasse forestière

Titulaire du projet : Suzanne Brais (UQAT)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Louis Duchesne, Alain Leduc, David Paré, Jean-Pierre Saucier

Problématique et objectifs : Le maintien de la qualité des sols et de la productivité des forêts figure parmi les critères de l'aménagement forestier durable. La récolte forestière, en exportant d'importantes quantités de matière ligneuse, peut réduire les réserves en nutriments des stations et conduire à une baisse de la fertilité des sols. Par ailleurs, l'utilisation accrue de résidus forestiers comme source d'énergie et le développement de plantations d'arbres à croissance rapide pour la production de fibre augmentent les pressions exercées sur les réserves nutritives des sols forestiers. Alors que les processus de certification environnementale, sont de plus en plus incontournables afin d'assurer l'accès au marché des produits forestiers, les indicateurs relatifs à la qualité des sols tardent à être développés.



L'objectif du projet est de développer à partir de l'information écologique du territoire forestier un cadre de référence à l'évaluation de la susceptibilité des sols forestiers du Québec à l'exportation de biomasse. Plus spécifiquement, nous visons à :

- 1) développer et valider des indices cartographiables de susceptibilité des stations forestières à la dégradation de la fertilité du sol applicables dans le cadre de la planification stratégique et opérationnelle de l'aménagement forestier;
- 2) développer des indicateurs du statut nutritionnel des stations forestières pertinent au suivi de la qualité des sols forestiers soumis à l'exportation de biomasse;
- 3) développer une approche globale (cadre de référence et indicateurs) au suivi environnemental de la fertilité des sols forestiers.

Numéro de projet : 2008-FT-124374

## Évaluation de l'efficacité de traitements sylvicoles utilisés dans le cadre de l'aménagement écosystémique en réponse aux enjeux liés à la biodiversité et la productivité en haute Mauricie

Titulaire du projet : Daniel Kneeshaw (UQAM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Pierre Drapeau, Pierre Grondin, Christian Messier, Alison D. Munson, Timothy Work

Problématique et objectifs : Actuellement, plusieurs interventions forestières sont suggérées par l'aménagiste pour répondre à un besoin bien précis d'un organisme clé, mais la répétition spatiale et temporelle de ces traitements pourrait causer une homogénéisation de l'écosystème forestier à plusieurs échelles d'observation, causant ainsi une perte de résilience du système. Cependant peu d'indicateurs peuvent caractériser plusieurs besoins à plusieurs échelles. C'est en utilisant de multiples indicateurs, au lieu d'un seul, et en évaluant la réponse des indicateurs à l'échelle de l'arbre, du peuplement et du paysage à différents moments au cours de la succession forestière, que nous améliorerons l'aménagement.



Nous visons à développer des indicateurs écologiques pouvant nous permettre de déterminer dans quelle mesure les traitements écosystémiques maintiennent l'intégrité écologique, selon trois échelles d'organisation (à l'échelle de l'arbre [à l'intérieur du peuplement], à l'échelle du peuplement [entre les peuplements], et à l'échelle du paysage [entre les ensembles de peuplements]). Cette démarche sera utilisée pour les indicateurs liés à la productivité (les sols et la régénération), la structure forestière (un élément de l'approche du maintien de la biodiversité par filtre brut) et des indicateurs de suivi de la biodiversité (arthropodes et avifaune).

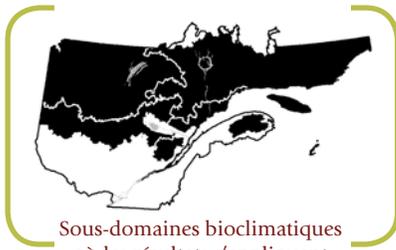
Numéro de projet : 2009-FT-130204

## Dynamique du chablis et aménagement écosystémique

Titulaire du projet : Jean-Claude Ruel (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Yves Bergeron, Sylvie Gauthier

Problématique et objectifs : La forêt boréale canadienne couvre un vaste territoire à l'intérieur duquel on retrouve d'importantes variations du régime des perturbations naturelles. En l'absence de feux, le chablis ou les épidémies d'insectes, viennent façonner la structure des peuplements. L'impact du chablis peut être varié, allant de la création de petites trouées à la mortalité totale des peuplements. Contrairement aux trouées qui ont fait l'objet d'études, le rôle écologique des chablis plus importants reste à préciser. La coupe à rétention variable et les coupes partielles ont été proposées pour maintenir certains éléments structuraux laissés par les perturbations naturelles. Il est toutefois reconnu que ces approches peuvent augmenter le risque de chablis. L'importance de cette augmentation varie toutefois selon le climat régional, la topographie, ainsi que les caractéristiques du sol et du peuplement. Le succès de ces pratiques ne sera assuré que si les niveaux de mortalité demeurent faibles.



- 1) Déterminer les interactions entre le cycle de feu, le cycle de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et l'importance des chablis.
- 2) À l'échelle locale, déterminer l'importance des caractéristiques de topographie, de sol et de peuplement sur l'importance des chablis.
- 3) Déterminer les attributs associés aux chablis importants et évaluer l'impact des pratiques de récupération sur ces attributs.
- 4) Déterminer l'impact de pratiques d'aménagement écosystémique sur l'importance du chablis.

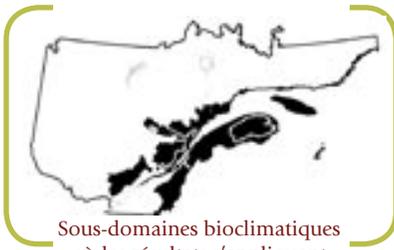
Numéro de projet : 2009-FT-138336

## Enjeux de composition des forêts en vue de l'aménagement écosystémique dans l'Est du Québec

Titulaire du projet : Dominique Arsenault (UQAR)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mathieu Côté, Marie-Josée Fortin, Pierre Grondin, Luc Sirois

Problématique et objectifs : La planification de l'aménagement écosystémique demande que l'on identifie et mesure les principaux écarts de composition forestière entre les forêts non-aménagées et les forêts aménagées, un défi important dans les régions où il n'y a plus suffisamment de sites et de paysages qui pourraient servir de témoins naturels. C'est pourtant dans de tels territoires fortement aménagés que les impacts des coupes risquent d'être les plus importants sur l'exploitabilité et la biodiversité des forêts. Les régions de l'Est du Québec (régions de Chaudière-Appalaches, Bas-Saint-Laurent et Gaspésie) ont été fortement exploitées aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles et se caractérisent aujourd'hui par l'absence de témoins modernes pour planifier l'aménagement écosystémique. Cette étude vise à reconstituer la composition de la forêt préindustrielle des régions de Chaudière-Appalaches, du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie à partir d'observations systématiques faites par les arpenteurs au moment de la division des terres pour la colonisation.



Le projet vise deux objectifs spécifiques :

- 1) comparer de manière spatialement explicite la composition des forêts entre l'époque préindustrielle et l'actuel pour identifier, quantifier et circonscrire dans l'espace les principales différences de composition ;
- 2) faire ressortir les principales relations entre la composition des forêts préindustrielles et les variables environnementales (température, précipitation, dépôt, altitude, etc.) pour aider à choisir la composition souhaitable en fonction des conditions du milieu.

Numéro de projet : 2008-FT-124266

## Risque de feux, résilience et aménagement forestier à la limite nordique d'attribution des forêts au Québec dans un contexte de changement climatique

Titulaire du projet : Yves Bergeron (UQAM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Hugo Asselin, Sylvie Gauthier, M.-P. Girardin, Frédéric Raulier, André Robitaille

Problématique et objectifs : Au Canada, il y a plus de 10 ans, les ministres des provinces se sont entendus pour pratiquer de l'aménagement durable des forêts (CCMF 1995). Or ceci requiert qu'un certain nombre de conditions puissent être remplies. Ainsi, non seulement un volume de bois et d'arbres de bonnes dimensions doit être atteint dans un temps raisonnable (productivité) mais il faut aussi démontrer que, face à la fréquence des perturbations naturelles, la capacité de régénération des écosystèmes est suffisante pour maintenir des forêts de densité et de productivité adéquates, tout en incluant les activités d'aménagement.



Ce projet vise à évaluer les effets des changements de la récurrence des feux dus aux changements climatiques sur la résilience des forêts afin de définir les pratiques d'AFD appropriées à ce contexte particulier, sur un grand transect de la pessière à mousse, localisé de part et d'autre de la limite nordique des forêts attribuables. Ce projet apportera des éléments de réponse sur les changements prévus dans le régime des feux au cours des prochaines décennies et permettra d'orienter la politique d'utilisation des ressources forestières dans la zone nord du territoire forestier commercial au Québec, avec pour point de mire l'aménagement durable de ces milieux.

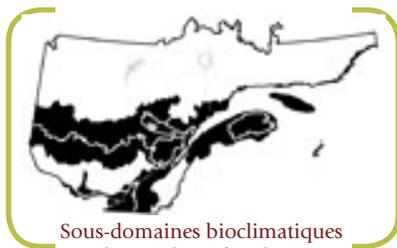
Numéro de projet : 2010-FT-135843

## Évaluation de la plasticité physiologique des familles d'épinette blanche en vue de maximiser la productivité des plantations en réponse aux changements climatiques

Titulaire du projet : Hank A. Margolis (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Jean Beaulieu, Pierre Bernier, Jean Bousquet, Sylvie Carles, Debra Christiansen Stowe, Mohammed S. Lamhamedi, André Rainville

Problématique et objectifs : Les programmes d'amélioration génétique visent à développer des variétés performantes adaptées aux conditions environnementales où elles sont utilisées. Jusqu'à récemment, ces conditions pouvaient être considérées comme stables dans le temps. Mais ces dernières décennies, les changements climatiques sont devenus une réalité. Ainsi, la concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique pourrait doubler d'ici 2100 et cette augmentation s'accompagnerait d'une augmentation de la température de 4,3 °C en moyenne pour le Canada. Dans ces conditions, on peut se demander si les variétés génétiquement améliorées d'épinette blanche (ÉPB) développées à ce jour posséderont la plasticité physiologique suffisante pour faire face à ces variations climatiques. Ces sources de semences constituent la base de nos programmes de reboisement au Québec et il devient urgent d'identifier celles qui possèdent la plus grande plasticité et offrent les meilleures performances dans les conditions environnementales de reboisement et de croissance de demain.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Évaluer, en conditions contrôlées, les réponses morpho-physiologiques de 75 familles biparentales d'ÉPB vis-à-vis de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub>, de l'augmentation des températures et de la combinaison de ces facteurs;
- 2) Évaluer la stabilité des familles face à la modification d'un ou de plusieurs facteurs environnementaux;
- 3) Recommander les familles montrant le plus de potentiel de croissance pour le reboisement des sites situés dans les régions écologiques du Québec plus vulnérables aux changements climatiques.

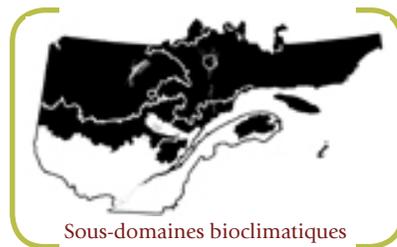
Numéro de projet : 2009-FT-130171

## Sélection assistée par la génomique pour l'amélioration génétique de l'épinette noire face aux changements climatiques

Titulaire du projet : Jean Bousquet (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Jean Beaulieu, Mireille Despons, Nathalie Isabel, John Mackay

Problématique et objectifs : Ce projet s'intègre au programme d'amélioration et de conservation des ressources génétiques de l'épinette noire du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. L'évaluation au champ de la variabilité intraspécifique quant à la croissance et l'adaptation est coûteuse du fait de la longévité des arbres. Les mesures sont pluri-annuelles et complexes, mais néanmoins nécessaires, particulièrement vis-à-vis des changements climatiques. L'identification des gènes et leurs polymorphismes gouvernant la croissance et l'adaptation est donc prioritaire, afin de rendre disponible des marqueurs permettant de diagnostiquer rapidement le potentiel génétique des sources de graines. Constituer une banque exhaustive de polymorphismes d'ADN prédictifs de la croissance et de la phénologie chez l'épinette noire, évaluer leurs patrons de distribution géographique en lien avec les principaux gradients climatiques au Québec, et appliquer à l'échelle opérationnelle ces marqueurs génétiques pour évaluer les gains phénotypiques découlant de leur utilisation dans les populations d'épinette noire de seconde génération du MRNF.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Numéro de projet : 2010-FT-135986

## Développement d'outils biologiques de lutte contre les principaux insectes ravageurs des pépinières

Titulaire du projet : Claude Guertin (INRS-IAF)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Éric Bauce, Robert Lavallée, Yves Mauffette, Richard Trudel

Problématique et objectifs : Plus de 130 millions de plants forestiers sont produits chaque année dans 6 pépinières publiques et 19 pépinières privées au Québec. Le matériel produit dans ces pépinières est utilisé pour le reboisement. L'augmentation significative du rendement de nos forêts au moyen du reboisement exige la mise en terre de plants de haute qualité qui répondent aux critères de qualification morphologique et physiologique très stricts. Malheureusement, plusieurs espèces d'insectes occasionnent des dommages aux plants produits en pépinière. Ces dommages font en sorte que plusieurs plants ne peuvent être certifiés pour le reboisement, malgré les investissements qu'ils auront nécessités depuis le traitement des semences jusqu'à leur production. Parmi ces ravageurs, on retrouve, de façon généralisée dans la plupart des pépinières du Québec, la punaise terne et le charançon de la racine du fraisier et dans certains cas le scarabée japonais. Les essences affectées par ces insectes sont nombreuses. De plus, depuis quelques années, des phénomènes de résistance sont observés suite à l'utilisation des pesticides chimiques contre ces principaux ravageurs. Ce projet vise à :

- 1) identifier les isolats de *B. bassiana* les plus efficaces contre les ravageurs ciblés;
- 2) déterminer les concentrations et la prescription pour l'utilisation de *B. bassiana* contre les différents ravageurs ciblés;
- 3) documenter l'impact de l'application de *B. bassiana* sur les niveaux de population de ces ravageurs suite à l'application;
- 4) favoriser le maillage avec les intervenants du milieu.

Numéro de projet : 2007-FO-118003



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

## Développement d'un procédé industriel de transfert en sol d'embryons somatiques d'épinettes pour la production commerciale de plants de reboisement à haute productivité

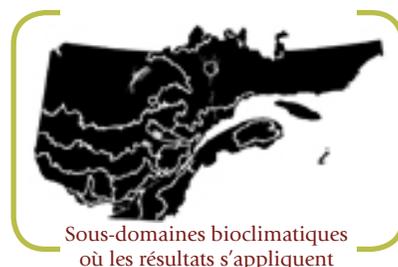
Titulaire du projet : Francine Monique Tremblay (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Mohammed S. Lamhamedi, Bernard Riedl

Problématique et objectifs : La diminution de la possibilité forestière et la hausse des droits de coupe et des coûts de production se sont concrétisées par la fermeture de nombreuses usines. Pour sortir l'industrie de cette impasse, il faut augmenter drastiquement et rapidement la productivité forestière dont elle dépend. Le Québec doit prendre de toute urgence le virage de la foresterie clonale qui assure une productivité maximale. La seule façon d'y parvenir est via l'intégration de l'embryogenèse somatique dans la production des plants de reboisement. Cependant, l'implantation de ce procédé à grande échelle exige des ajustements techniques afin de diminuer les coûts de production des plants.

Ce projet vise à modifier les étapes les plus coûteuses du procédé d'embryogenèse somatique, soit la germination et le transfert en sol. Nous visons donc à mettre au point et calibrer une méthode de séparation des embryons, à développer un procédé d'ensemencement mécanisable, à mettre au point une technique d'encapsulation ainsi qu'à développer un substrat de germination permettant la mécanisation du transfert en sol des plantules. Finalement, nous évaluerons la faisabilité technique des procédés développés en pépinière forestière.

Numéro de projet : 2007-FO-118134



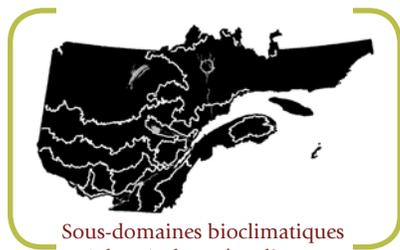
Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

## Effets des propriétés physico-chimiques des substrats sur l'insuffisance racinaire des plants produits en récipients dans les pépinières forestières

Titulaire du projet : Steve Pepin (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Jean Caron, Mohammed S. Lamhamedi

Problématique et objectifs : L'insuffisance racinaire se caractérise par l'absence de cohésion de la carotte et/ou par la mortalité d'une partie des racines. Actuellement, toutes les essences et catégories de plants produits dans les pépinières forestières du Québec présentent des problèmes d'insuffisance racinaire lors des qualifications d'automne et du printemps. De nombreux travaux ont permis d'améliorer la croissance et l'architecture des racines en mettant l'accent sur le contrôle et l'optimisation des principales techniques culturales. Néanmoins, l'insuffisance racinaire demeure responsable du rejet de millions de plants à chaque année. Une caractérisation des propriétés physico-chimiques des substrats les plus utilisés est essentielle pour déterminer l'impact des substrats sur la croissance et l'architecture des racines des plants forestiers produits dans des conteneurs à volumétrie très réduite (25 cc à 350 cc) et mener à l'optimisation de la composition des substrats et de leurs propriétés.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- Caractériser et classer les propriétés physico-chimiques des principales catégories de tourbe et des compositions de substrats les plus utilisées par les 24 pépinières forestières du Québec.
- Examiner l'évolution des propriétés physiques, chimiques et biologiques de quatre substrats en pépinière au cours d'une production de deux ans.
- Déterminer les effets des propriétés physico-chimiques sur la croissance et l'architecture des racines, ainsi que sur les échanges gazeux et la nutrition minérale de plants d'épinette blanche (1+0, 2+0) produits dans des récipients 25–310.

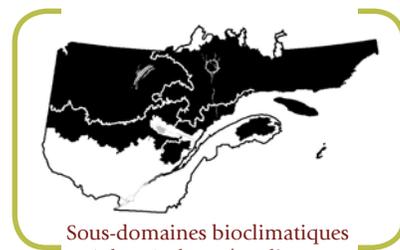
Numéro de projet : 2008-FT-124361

## Utilisation de la variabilité génétique familiale de l'épinette blanche pour améliorer l'enracinement et l'architecture du système racinaire des plants issus de boutures

Titulaire du projet : Hank A. Margolis (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Jean Beaulieu, Mohammed S. Lamhamedi, Line Lapointe

Problématique et objectifs : L'enracinement des boutures est une étape essentielle en matière de multiplication végétative et est gouvernée par des interactions complexes entre plusieurs facteurs (origine génétique, techniques culturales). Cependant, l'insuffisance racinaire représente la principale cause de rejets des plants produits en récipients.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Nos récents travaux (Thèse de doctorat en cours de Sylvie Carles) montrent que la croissance des racines des plants issus de semences de 75 familles de l'épinette blanche est sous contrôle génétique. Il est important de vérifier s'il existe également une variation génétique entre les familles en matière d'enracinement et d'architecture des racines des boutures d'épinette blanche. Par la suite, nous pourrions faire des recommandations quant aux sources à préconiser en vue d'améliorer l'enracinement et la croissance des racines des boutures d'épinette blanche.

- 1) Évaluer la variation génétique et l'héritabilité des caractères architecturaux des racines de boutures issus de 75 familles uniparentales d'épinette blanche;
- 2) Estimer l'amplitude de la variation génétique et l'héritabilité de caractères de croissance, d'architecture de la partie aérienne, d'échanges gazeux et de nutrition minérale de ces mêmes boutures;
- 3) Évaluer les corrélations phénotypiques et génétiques entre les caractères d'architecture des racines et ceux de la partie aérienne des boutures d'épinette blanche ainsi que les corrélations génétiques avec celles des semis des mêmes familles et des plants plus âgés en testage sur des sites forestiers.

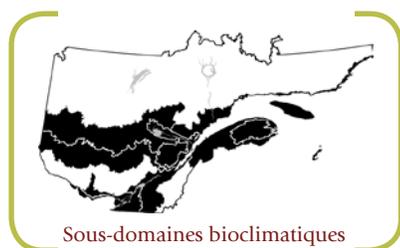
Numéro de projet : 2008-FT-124372

## L'évaluation de l'impact des éclaircies commerciales sur le volume, la qualité du bois et la rentabilité chez l'épinette noire en forêt boréale

Titulaire du projet : Cornelia Krause (UQAC)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Groupe de recherche sur les ressources renouvelables en milieu boréal

Problématique et objectifs : Dans sa démarche de gestion orientée vers le développement durable, le gouvernement du Québec s'est engagé à protéger ses forêts. En ce sens, le traitement d'éclaircie commerciale représente une intervention intéressante à préconiser puisqu'il permet une récolte plus hâtive et plus productive des secteurs traités (Legris et Couture 2000). Il est bien connu que les éclaircies influencent la composition en espèces, régularisent la hauteur et les classes de diamètre des tiges mais elles agissent également sur la qualité du bois produit par les individus (Petras 2002, Raulier et al. 2003, Kang et al. 2004).



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Le projet de recherche a pour but d'analyser l'impact de l'éclaircie commerciale sur la croissance, la qualité et la rentabilité des peuplements naturels d'épinette noire. Plus spécifiquement, le projet se divise en quatre volets :

- 1) Évaluer la variabilité de l'accroissement radial à l'échelle de la station;
- 2) Quantifier en détails l'accroissement en volume des tiges et les biomasses aérienne et souterraine puis comparer ces variables avec des sites témoins;
- 3) Évaluer la qualité du bois formé avant et après le traitement d'éclaircie;
- 4) Intégrer toutes les dépenses reliées au traitement, le gain en volume et la qualité du bois résultante pour établir les bénéfices du traitement.

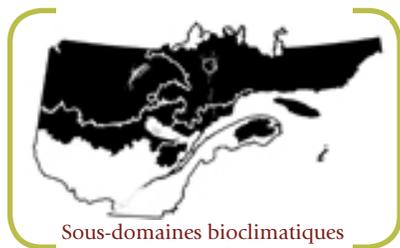
Numéro de projet : 2007-FO-118063

## Évolution du volume de bois carié et de bois sec et sain : vers des tables de production en volume utilisable

Titulaire du projet : David Pothier (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Sylvie Gauthier, Daniel Kneeshaw, Jean-Claude Ruel

Problématique et objectifs : Les tables de production présentement utilisées en forêt boréale permettent d'estimer l'évolution du volume brut des peuplements, ce qui inclut la portion des arbres vivants affectés par la carie, mais pas le volume des arbres morts récemment et toujours utilisables par les usines de transformation. La carie du bois semble prendre de l'ampleur avec l'âge des peuplements, mais son importance peut varier en fonction des conditions de croissance. De son côté, le bois sec et sain est récolté sur des arbres morts depuis une période de temps suffisamment courte pour limiter le développement de divers pathogènes et est partiellement inclus dans les volumes d'attribution aux usines. Il est important d'avoir un outil de prédiction du volume de bois carié et de bois sec et sain pour faciliter la planification des approvisionnements des usines. Pour être efficace, cet outil doit être basé sur la dynamique des perturbations secondaires qui ont affecté la structure et la composition des peuplements depuis leur origine.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Ce projet vise à :

- Reconstituer l'historique de la composition et de la structure des peuplements en fonction de la dynamique des perturbations et déterminer leur impact sur l'incidence de carie, de bois sec et sain, de chablis et de bris de tiges.
- Quantifier et modéliser l'évolution du volume de carie et de bois sec et sain pour des peuplements se différenciant par leur âge, leur composition et leur type écologique.
- Mettre au point un modèle d'approvisionnement en bois des usines de transformation tenant compte du volume net (sans carie) et du bois sec et sain.

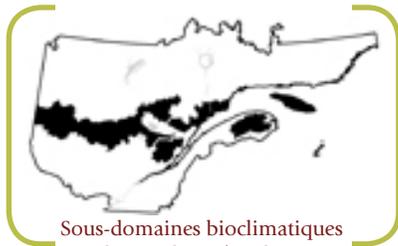
Numéro de projet : 2007-FO-118098

## Influence de l'éclaircie précommerciale, de la compétition et du coefficient de distribution sur la production résineuse dans les peuplements mélangés à feuillus intolérants (MFi)

Titulaire du projet : Jean Bégin (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Cornelia Krause, Hubert Morin, David Pothier, Chhun-Huor Ung

Problématique et objectifs : Dans les strates mixtes, le manque d'études à long terme soulève les inquiétudes de plusieurs quant à l'effet de l'espacement et de la composition d'essences sur la productivité des peuplements et la qualité des tiges dégagées.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- 1) Évaluer l'impact de la compétition des feuillus intolérants sur la croissance en diamètre et en hauteur des tiges résineuses dans des peuplements mélangés à feuillus intolérants (MFi).
- 2) Évaluer l'impact des concurrents feuillus ou résineux, situés à une distance inférieure à 2 m, sur la croissance des tiges résineuses dégagées par éclaircie précommerciale (ÉPC).
- 3) Déterminer les caractéristiques des tiges résineuses à être considérées comme éclaircies.
- 4) Évaluer les impacts de l'ÉPC sur la qualité des tiges (branchaison et développement du cerne de croissance).
- 5) Évaluer les impacts des traitements d'ÉPC, de la compétition, de la densité résineuse et du coefficient de distribution sur les rendements résineux/feuillus.

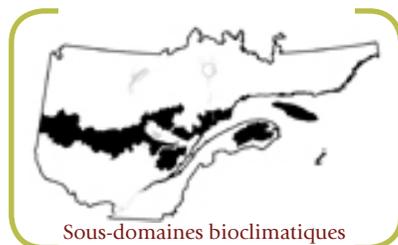
Numéro de projet : 2007-FO-118108

## Effets de l'éclaircie commerciale et de la fertilisation sur la qualité du bois et la valeur des produits de l'épinette noire et du pin gris

Titulaire du projet : Ahmed Koubaa (UQAT)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Suzanne Brais, Alain Cloutier, Guy LaRocque, Jean-Martin Lussier, S.Y. (Tony) Zhang

Problématique et objectifs : Les études sur les effets des coupes partielles et de la fertilisation sur la croissance concluent généralement que ces traitements améliorent la productivité des peuplements. Cependant, l'effet combiné des deux traitements est peu étudié. De la même façon, très peu d'études ont examiné l'effet de ces traitements sur la qualité du bois et la valeur des produits. Les études disponibles concluent généralement que l'augmentation de la croissance est associée à une diminution de la densité et les propriétés mécaniques du bois. Ainsi, s'il s'avérait que les traitements sylvicoles dont l'éclaircie et la fertilisation ne rencontrent pas les normes de l'industrie particulièrement en termes de résistance mécanique du bois, l'impact sur sa valeur marchande serait économiquement néfaste. Cela est particulièrement vrai avec l'émergence des systèmes de construction et les produits d'ingénierie du bois. Ces résultats démontrent à quel point il est important de mesurer les implications des pratiques sylvicoles intensives sur les indicateurs de qualité du bois et sur la valeur des produits.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

L'objectif général du projet est d'étudier l'impact de l'éclaircie commerciale et de la fertilisation en milieu boréal sur la qualité du bois et la valeur des produits de l'épinette noire et du pin gris. Les objectifs spécifiques sont :

- 1) Étudier les variations des propriétés anatomiques et physiques du bois de l'épinette noire et du pin gris en fonction du site et des traitements d'éclaircie et de fertilisation;
- 2) Étudier les variations des propriétés mécaniques du bois et de la valeur des produits en utilisant une approche non destructive basée sur les propriétés d'ingénierie du bois;
- 3) Développer des connaissances fondamentales concernant les phénomènes physiologiques de la croissance et de la formation de la matière ligneuse en fonction de l'environnement et des interventions en forêt.

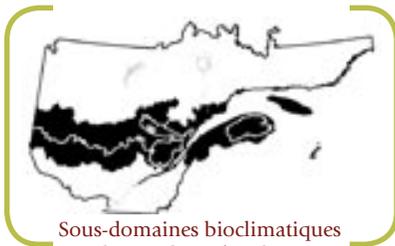
Numéro de projet : 2008-FT-124359

## Modélisation des rendements à maturité à partir des inventaires en strates de moins de 7 m dans divers types écologiques

Titulaire du projet : Christian Messier (UQAM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Frédéric Raulier, Jean-Claude Ruel, Nelson Thiffault

Problématique et objectifs : La constitution d'un nouveau peuplement après coupe constitue une étape cruciale de tout système sylvicole. Il est important de développer des indices performants pour estimer la composition, la structure et le rendement à maturité des peuplements à partir d'inventaires faits quelques années après la coupe. Cependant, la dynamique de ces jeunes peuplements est mal comprise, particulièrement dans les forêts plus complexes. Nous ne possédons actuellement pas les outils pour prédire la composition et le rendement de ces peuplements à maturité.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Ces connaissances sont nécessaires à la planification des interventions sylvicoles, à la prédiction du rendement à maturité et à la planification des pratiques d'aménagement écosystémique. Des placettes échantillons seront ainsi établies dans 3 types écologiques de la sapinière à bouleau jaune selon un gradient d'âge après la coupe. Elles seront échantillonnées de façon intensive pour mesurer les taux de croissance et de mortalité des différentes espèces en fonction de la densité et composition des arbres. Ces données serviront à paramétrer un modèle de la dynamique forestière spatialement explicite, SORTIE-ND. Le modèle nous permettra de développer des indices simples pour la prédiction de la composition et du rendement des jeunes peuplements, et de planifier les traitements sylvicoles pour l'atteinte d'objectifs écosystémiques.

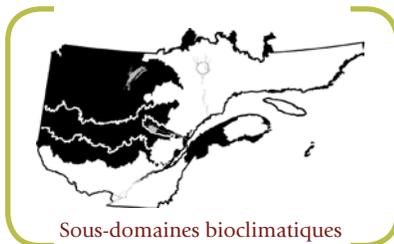
Numéro de projet : 2008-FT-124412

## Suivi de dispositifs permanents de coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) : insolation, accroissement, mortalité et qualité du bois, des tiges et des peuplements après 10 ans

Titulaire du projet : Jean Bégin (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Cornelia Krause

Problématique et objectifs : La CPPTM est un type de coupe partielle visant la récolte entre 70 et 90 % du volume marchand de peuplements irréguliers au cours de laquelle la régénération, les gaules ainsi que les petites tiges marchandes sont protégées (MRNFP 2003). Les résultats obtenus cinq ans après traitement indiquent la faisabilité opérationnelle de la CPPTM et la validité des hypothèses de départ quant à la mortalité, au chablis et à la croissance des tiges résiduelles. Des observations récentes ont cependant mis en lumière une problématique d'insolation touchant le sapin baumier et dans une moindre mesure, l'épinette noire. Par ailleurs, il existe actuellement peu de données pour évaluer la qualité du bois des arbres traités par CPPTM.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Les objectifs visés par le projet sont de :

- 1.1) Quantifier la fréquence des problèmes d'insolation;
- 1.2) Quantifier l'accroissement en diamètre, la mortalité et l'importance du chablis après 10 ans;
- 1.3) Identifier les variables discriminant l'insolation, l'accroissement en diamètre, la mortalité et le chablis;
- 1.4) Cibler les situations où le traitement est approprié.
- 2.1) Évaluer la qualité du bois de l'épinette noire et du sapin baumier dans des forêts traitées/non traitées par CPPTM et en faire la comparaison avant/après traitement;
- 2.2) Qualifier la croissance de la cime vivante.

Numéro de projet : 2009-FT-130076

## Productivité des vieilles forêts boréales : évolution et stratégies sylvicoles

Titulaire du projet : David Pothier (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Yves Bergeron, David Paré

Problématique et objectifs : La forêt boréale de l'est reçoit généralement des précipitations abondantes qui contribuent à allonger le cycle des feux à plus de 300 ans. Ainsi, la longévité des arbres de cette forêt est souvent inférieure à l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux feux. Elle est donc davantage soumise à l'effet de perturbations partielles qu'à des perturbations catastrophiques comme le feu. L'effet de ces perturbations partielles se reflète dans la structure des peuplements qui sont souvent multi-étagés, ce qui implique la présence d'un couvert permanent. Or, ce couvert permanent crée des conditions d'ombre qui ne favorisent pas la décomposition de la matière organique accumulée sur le sol. Par son effet isolant et par l'immobilisation des nutriments, cette accumulation de matière organique sur le sol pourrait diminuer la productivité des vieilles forêts boréales à long terme. Des stratégies sylvicoles pourraient peut-être remédier à cette situation.



- 1) Quantifier l'épaisseur de la matière organique, la température du sol et les nutriments le long de chronoséquences établies en forêt boréale; relier ces facteurs édaphiques à la structure, la composition et la productivité de la végétation;
- 2) Préciser les courbes de production à long terme des vieilles forêts boréales;
- 3) Établir des dispositifs expérimentaux permettant de tester les effets de traitements sylvicoles accompagnant les coupes partielle et totale.

Numéro de projet : 2009-FT-130130

## Étude des mécanisme impliqués dans la stagnation de croissance de l'épinette noire après traitements sylvicoles : prévision des délais de croissance selon les conditions du site et le type de traitement

Titulaire du projet : Alain Leduc (UQAM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Yves Bergeron, Frank Berninger, David Paré, Nelson Thiffault

Problématique et objectifs : Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent On assume habituellement que les petites tiges d'épinettes sauvegardées lors de la coupe répondront rapidement aux nouvelles conditions d'ensoleillement entraînées par le prélèvement des arbres. Or, dans certains cas, même si elles sont dégagées et font plus d'un mètre de hauteur, les jeunes épinettes demeurent en état de stagnation de croissance. Ce projet consiste à identifier les mécanismes impliqués dans la stagnation de croissance des épinettes noires observée après coupe forestière.



Le premier objectif est d'estimer le délai de croissance de la régénération forestière pour la région l'Abitibi, et d'identifier les variables du milieu qui permettent d'en établir la prévision. Le deuxième objectif est d'identifier les facteurs qui influencent la reprise de croissance de cette régénération. Le troisième objectif est de reconnaître les traits dendrométriques des jeunes tiges qui sont en lien avec leur développement futur.

Numéro de projet : 2010-FT-135983

## Amélioration de l'exactitude et du contenu en information structurale de l'inventaire forestier

Titulaire du projet : Jean Bégin (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : André Beaudoin, Richard Fournier, Anick Patry, Benoît St-Onge, Chhun-Huor Ung

Problématique et objectifs : Dans un contexte d'aménagement écosystémique, on reconnaît d'emblée que la structure des peuplements détermine largement la nature des interventions sylvicoles (coupes partielles, progressives, totales, ...) qui seront pratiquées. Un projet pilote de la Direction des inventaires forestiers (DIF) du MRNF vise à évaluer le potentiel de nouvelles technologies, dont le lidar, pour l'acquisition de connaissances du territoire.



La partie 1 a pour objectifs de traduire automatiquement les structures verticales et horizontales des peuplements forestiers observables à partir des métriques découlant des données lidar et à la comparer avec celle produite par l'interprétation visuelle de stéréo-photographies. La partie 2 vise principalement à mesurer les caractéristiques des tiges, des arbres et la structure 3D de placettes. La partie 3 vise la mise en place de méthodes pour associer les caractéristiques des tiges et des placettes obtenues par lidar terrestre à celles perceptibles par le lidar aéroporté, afin de les prédire et de les cartographier sur l'ensemble de l'unité d'aménagement forestier.

Numéro de projet : 2010-FT-136011

## Évaluation visuelle d'arbres feuillus sur pied et valeur des produits transformés

Titulaire du projet : David Pothier (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Alexis Achim, Steve Bédard, Frank Berninger

Problématique et objectifs : L'évaluation de la qualité et de la vigueur des tiges feuillues constitue une opération cruciale autant pour l'aménagiste forestier, qui veut perpétuer des peuplements sains par des interventions appropriées, que pour les industries de transformation, qui doivent prévoir la qualité des produits tirés des arbres sur pied. Pour éviter de dupliquer les efforts d'évaluation des arbres sur pied, il faudrait connaître les liens existant entre les systèmes de classification des arbres sur pied et la qualité des produits de transformation issus de ces classes d'arbre. L'étude de ces liens pourrait permettre de valider et d'ajuster le système actuel de classification des arbres feuillus en accordant un poids plus grand aux critères associés à la vigueur et aux possibilités de transformation des bois sur pied. Les systèmes de classification existant pourront aussi être mis en lien avec la répartition par produit issue de ces travaux dans le but de déterminer la proportion de volume de bois destiné aux différentes usines de transformation à partir des inventaires forestiers courants.



Bonifier le système de classification M-S-C-R; évaluer l'impact de l'ajout de nouvelles variables dans un modèle prédictif de la valeur des produits transformés; reconstruire l'historique de branchaison des arbres par analyse de tige ; tester des outils de mesure de la qualité des arbres sur pied de façon non destructive.

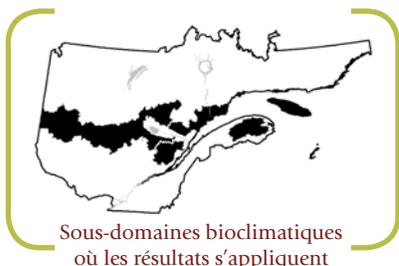
Numéro de projet : 2010-FT-136016

## Incidence des propriétés du sol et de son aménagement sur la productivité de jeunes plantations de peupliers hybrides dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc

Titulaire du projet : Christian Messier (UQAM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Nicolas Bélanger, Denis Cormier, William H. Hendershot, David Paré, Pierre Périnet, Guy Prigent

Problématique et objectifs : La ligniculture, ou la culture intensive des arbres en plantation de courte révolution en vue d'obtenir le maximum de rendement de matière ligneuse, présente une des avenues les plus intéressantes pour maintenir un approvisionnement constant et permettre l'atteinte d'objectifs élevés de conservation. À l'échelle internationale, on estime que les cas d'insuccès de plantations d'espèces d'arbre à croissance rapide sont principalement attribuables à une mauvaise sélection des sols et à l'utilisation de pratiques d'aménagement du sol inappropriées. Ce projet réalisé dans la sapinière à bouleau blanc sur le bouclier canadien répond à ces deux problématiques.



- 1) Évaluer les effets de la préparation de terrain sur la valeur nutritive et les conditions de jeunes peupliers hybrides et déterminer la fréquence optimale des traitements de contrôle de la compétition en fonction des différentes préparations de terrain.
- 2) Identifier les stations propices à l'implantation de plantations de peupliers hybrides en milieu forestier, plus particulièrement dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc.
- 3) Dresser des bilans biogéochimiques pour les différents macronutriments afin d'évaluer la capacité des stations et des microsites à supporter le rendement accru et soutenu qu'offre la ligniculture.

Numéro de projet : 2007-FO-118127

## Entourbement des pessières à mousse : développement d'un outil géomatique et expérimentation de méthodes de préparation de terrain pour contrôler le phénomène

Titulaire du projet : Yves Bergeron (UQAT)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Pierre Bernier, David Paré, Benoît St-Onge

Problématique et objectifs : L'entourbement est un phénomène d'accumulation d'horizons organiques épais, souvent associé à la présence de sphaigne, qui cause une diminution importante de la température du sol, de la disponibilité nutritive et de la productivité des arbres. Nous proposons dans ce projet que la paludification est un état partiellement réversible et que le traitement approprié des pessières entourbées permettrait de remettre en production des territoires forestiers importants du nord de l'Abitibi. Le phénomène de paludification dans les régions à risque semble s'amplifier dans le cas de coupes qui laissent le sol relativement intact (CPRS et CPPTM) ou qui créent des ornières. À l'inverse, on observe la venue de plantes dites améliorantes pour le sol et de meilleures conditions de croissance suite à des feux intenses ou d'opérations qui perturbent la strate muscinale.



- Développement d'un outil géomatique permettant de cartographier le potentiel de remise en production de sites paludifiés;
- Évaluer les gains de croissance potentiels sur un territoire pilote par la remise en production de sites paludifiés;
- Détermination de l'effet de divers traitements de préparation de terrain sur la croissance et la nutrition des semis et plants d'épinettes noires.

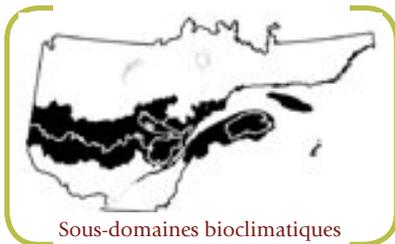
Numéro de projet : 2007-FO-118156

## Résistance à la tordeuse des bourgeons de l'épinette sur plusieurs générations d'insectes dans un contexte de ligniculture, de dynamique des populations et d'amélioration d'outil de contrôle

Titulaire du projet : Éric Bauce (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Paul Albert, Emma Despland, Christian Hébert

Problématique et objectifs : Nos travaux abordent : 1. Le développement et le déploiement d'arbres naturellement résistants à long terme à la TBE dans les systèmes de plantation (ligniculture ou sylviculture intensive) et 2. L'acquisition d'une meilleure connaissance sur le rôle des arbres hôtes dans la dynamique des populations de la TBE via l'étude des effets à long terme des variations de qualité de l'arbre sur les populations de cet insecte. Nos résultats antérieurs de recherche nous ont permis de trouver des épinettes blanches résistantes naturellement à la TBE et de corrélérer cette résistance apparente avec un groupe de composés secondaires (polyphénols (350)). Les travaux proposés permettront d'identifier le ou les facteurs polyphénoliques de résistance apparemment en cause et de démontrer et quantifier leurs effets à long terme de façon à utiliser ces plants dans les programmes de reboisement. Nous avons également mis sur pied une colonie de TBE non diapausante qui nous permettra d'évaluer, en trois ans, l'efficacité de ces facteurs de résistances sur plusieurs générations de TBE. La vitesse d'adaptation de la TBE à ces facteurs de résistance influencera grandement les stratégies de déploiement de plantations d'arbres résistants à cet insecte dans un contexte de ligniculture. Les travaux proposés sont d'autant plus pertinents que nous travaillons avec un système de résistance multiple naturelle qui ne fait appel ni aux pesticides ni aux organismes modifiés génétiquement.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Dans le cadre d'études pouvant contribuer au développement d'outils de contrôle et aux travaux sur la dynamique des populations de la TBE, nous pensons qu'il est important que les effets de la plante sur les populations d'insectes soient évalués sur plusieurs générations. Nous évaluerons, dans cette étude, les effets à long terme des variations dans la qualité de l'alimentation (simulation des arbres résistants et susceptibles, des stress hydriques et de la floraison) sur le comportement alimentaire et les performances des populations de TBE sur plusieurs générations. Ceci nous permettra de documenter l'efficacité de la résistance naturelle comme outil de lutte et d'évaluer l'occurrence de modification de la génétique des populations par pression sélective de la nourriture. Les résultats de nos travaux seront rapidement applicables car ils généreront: 1. des arbres résistants à la TBE; 2. la façon de les mettre en place pour assurer qu'ils seront toujours là au moment de la récolte; 3. des données essentielles à la prévision des épidémies et au comportement des populations; 4 des éléments de base requis pour ajuster nos méthodes de lutte en fonction de la capacité d'adaptation de l'insecte.

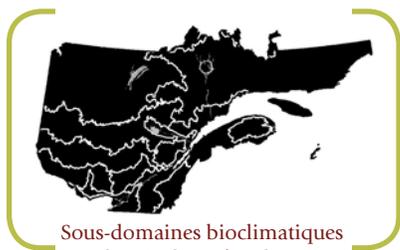
Numéro de projet : 2008-FT-124358

## Changements des politiques forestières et reconfiguration des acteurs dans l'utilisation et la gestion de la forêt

Titulaire du projet : Jacques L. Boucher (UQO)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Marie J. Bouchard, Guy Chiasson, Martin Thibault

Problématique et objectifs : Depuis le milieu des années 1980, des changements importants sont intervenus dans les politiques forestières québécoises. Dans ce cadre, de nouveaux acteurs interviennent dans l'utilisation et la gestion de la forêt et il s'y construit des échelles diversifiées de l'intervention publique. Ainsi, de nouvelles utilisations sont en train de se tailler une place dans la forêt publique tout comme dans la forêt privée, à côté du prélèvement de la matière ligneuse. La forêt est devenue un enjeu d'intérêt général et le nombre d'organisations de citoyens qui se préoccupent de son utilisation s'est multiplié, partant des communautés autochtones et allant jusqu'aux organisations écologiques en passant par des organisations de plein air, des associations et coopératives d'aménagement et d'exploitation forestière, des organisations municipales.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

Il en résulte une complexification du mode de coordination et de gestion. Cette régulation ne s'exerce plus par le pouvoir public seul, mais aussi par d'autres acteurs porteurs d'intérêts collectifs. L'intervention publique elle-même se diversifie dans l'espace et ne peut plus se limiter à celle d'un seul ministère. On peut donc se demander si les changements des politiques forestières n'entraînent pas cette diversification des usages, des acteurs et des modes de coordination de l'utilisation de la forêt.

Ce projet de recherche vise à étudier les effets des changements des politiques forestières québécoises sur des acteurs-usagers «non conventionnels»: les communautés autochtones, des associations de loisirs et de plein air, les projets de forêt habitée, les instances municipales, les coopératives forestières et les groupements forestiers.

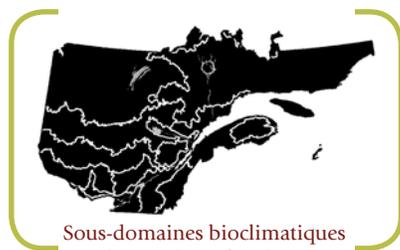
Numéro de projet : 2007-FO-118094

## La certification environnementale et la redéfinition de la gestion des forêts publiques au Québec

Titulaire du projet : Luc Bouthillier (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Olivier Boiral, Jean Mercier, Steve Plante

Problématique et objectifs : L'industrie forestière, devant la recommandation de la Commission Coulombe, est à implanter des mécanismes de certification (CSA, SFI, FSC). Ceux-ci visent à assurer un aménagement forestier de qualité dans un contexte d'information imparfaite et d'adaptation continue. Notre projet entend évaluer les impacts de ces démarches tant au plan de l'organisation industrielle que du fonctionnement du régime québécois. Même si la certification s'inscrit en marge des activités de l'État, celui-ci a un rôle à jouer dans sa mise en œuvre. Comme une démarche de certification consiste à voir un acteur indépendant vérifier la valeur des pratiques forestières selon des normes propres au système de gestion environnementale des entreprises, il y a là recoupement avec les fonctions de l'État reconnues dans le régime forestier actuel. Cette nouvelle gouvernance forestière conjugue les thèmes de l'autonomie professionnelle, de la décentralisation décisionnelle et de l'imputabilité politique. Reste à comprendre comment l'expérience de la certification en cours peut éclairer des avenues de renouvellement pour le régime forestier tout en améliorant la qualité de l'environnement et la légitimité de ses instigateurs.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

- Étudier la relation entre la certification et l'organisation des entreprises afin de préciser le rôle industriel dans ce mode de gouvernance.
- Cerner le rôle du gouvernement dans la mise en œuvre de la certification en étudiant les liens entre les standards appliqués et le régime forestier actuel.
- Développer une typologie des rôles pour divers intervenants forestiers dans le cadre de la certification.

Numéro de projet : 2007-FO-118132

## Perception sociale des paysages résultant de la stratégie d'aménagement écosystémique pour la pessière noire

Titulaire du projet : Gérald Domon (UM)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Jonathan Leblond, Josée Pâquet, Stephan Sheppard

Problématique et objectifs : Le virage de l'aménagement écosystémique implique pour la pessière noire la création de grandes coupes agglomérées. Toutefois, les grandes coupes de type totale ne sont pas du tout appréciées par la population et la grande majorité des conflits entre les différents utilisateurs de la forêt découlent généralement des coupes forestières dites à blanc. Ces pratiques sont mal perçues sur le terrain parce qu'associées, dans l'esprit du public, à une dégradation des écosystèmes qu'il perçoit par les impacts visuels des coupes.



Ce projet vise à expliquer et à améliorer l'acceptabilité sociale des stratégies de répartition de coupes en pessière noire. De manière plus spécifique, il s'agit :

- 1) de dégager, pour la forêt boréale, quels sont les éléments visibles (indicateurs paysagers) des coupes totales qui influencent l'acceptabilité visuelle;
- 2) d'expliquer en quoi ces éléments interviennent dans le jugement d'acceptabilité;
- 3) de développer une démarche de prise en compte des paysages lors de la planification forestière incluant le recours à la simulation informatique;
- 4) de vérifier la fiabilité de telles simulations pour représenter les coupes agglomérées;
- 5) de mesurer la nature et l'étendue des différences dans le jugement selon l'appartenance à des groupes d'utilisateurs de la forêt et selon la familiarité avec la foresterie, le sexe, l'âge et le niveau d'éducation;
- 6) de déterminer quelle influence peut avoir l'apport d'information sur le jugement; et, enfin,
- 7) de développer des modulations des agglomérations de coupes en fonction de l'occupation du territoire

Numéro de projet : 2008-FT-124420

## Réhabilitation des forêts feuillues ou de feuilles dégradées par la valorisation du bois de faible qualité

Titulaire du projet : Alexis Achim (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Alain Cloutier, Mathieu Fortin, Nancy Gélinas, Ahmed Koubaa, David Pothier, Tatjana Stevanovict

Problématique et objectifs : Les coupes à diamètre limite effectuées dans les forêts feuillues québécoises avant la mise en oeuvre du régime forestier de 1987 consistaient à enlever prioritairement les arbres de bonne qualité, souvent vigoureux, de façon à approvisionner de façon optimale les usines de sciage et de déroulage. En retournant dans ces forêts, on constate maintenant que ce type de coupe a produit des peuplements composés de nombreux arbres de mauvaise qualité. Selon les principes du jardinage, qui est maintenant le régime sylvicole privilégié, ce sont ces arbres qui devraient être prioritairement récoltés. Toutefois, le grand volume de bois de mauvaise qualité jumelé à un coût de transport élevé et au nombre limité d'usines intéressées par ces bois font en sorte qu'un jardinage respectant les règles de l'art n'est que peu ou pas rentable. Ainsi, l'état actuel d'une grande partie des forêts feuillues constitue un frein à l'application d'une sylviculture qui permettrait d'améliorer la qualité de ces peuplements.



Ce projet a pour objectif général de trouver des solutions pour réhabiliter le massif forestier feuillu. L'approche est d'abord basée sur une meilleure compréhension des facteurs qui influencent la rentabilité des opérations d'approvisionnement des usines. Elle vise ensuite la mise au point de procédés de transformation des bois de faible qualité axés vers des usages non traditionnels.

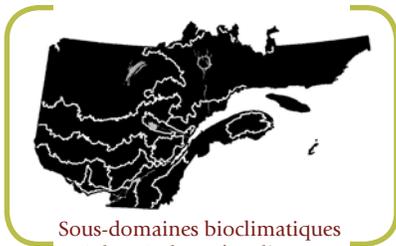
Numéro de projet : 2010-FT-134070

## Gestion des facteurs de risques entourant le calcul de la possibilité forestière afin d'en accroître sa précision et d'en minimiser ses sources d'erreur

Titulaire du projet : Frédéric Raulier (UL)

Collaborateur(s) scientifique(s) : Steve Bédard, Yves Bergeron, Pierre Bernier, Steve Cumming, Frédéric Doyon, Mathieu Fortin, Sylvie Gauthier, Martin Girardin, Daniel Kneeshaw, Alain Leduc, Daniel Mailly, Christian Messier, Hubert Morin, David Pothier, Jean-Claude Ruel, Nelson Thiffault

Problématique et objectifs : Le calcul de possibilité forestière (CPF) doit répondre à la question si, oui ou non, le niveau de récolte actuel peut être assuré sans affecter la durabilité des ressources forestières. Le CPF repose sur de nombreuses hypothèses qui sont toutes susceptibles d'être entachées d'erreurs et d'incertitudes et certaines hypothèses se situent à la limite de nos connaissances et de nos outils actuels.



Sous-domaines bioclimatiques  
où les résultats s'appliquent

Objectifs – Vingt-et-un objectifs sont regroupés dans huit thèmes de recherche :

- 1) Modélisation et prévision des risques d'incendie au Québec sur une échelle régionale et sur un avenir rapproché;
- 2) Modélisation des scénarios d'épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette;
- 3) Évaluation du risque dû au chablis et développement de stratégies sylvicoles réduisant ce risque;
- 4) Évaluation de la mortalité et des changements de composition survenant dans les peuplements dépassant la maturité;
- 5) Modélisation des rendements à maturité de peuplements complexes;
- 6) Propagation des erreurs associées aux prévisions de croissance dans le CPF;
- 7) Conversion de la technique d'analyse de viabilité des populations, en une analyse d'évaluation des risques du CPF;
- 8) Développement d'une approche intégrée pour simuler la dynamique forestière et la possibilité forestière à l'échelle de l'unité d'aménagement.

Numéro de projet : 2009-FT-129351





## Écologie forestière

Boucher, Yan	Aménagement écosystémique, écologie forestière, écologie du paysage
Grondin, Pierre	Écologie, aménagement écosystémique, rendement sur une base écologique

## Écosystèmes et environnement

Duchesne, Louis	Écologie, modélisation, cycle biochimique, dendrochronologie, dendroclimatologie, dendrogéochimie
Houle, Daniel	Écologie, cycle des éléments nutritifs, biogéochimie, bassins versants, sols forestiers, écologie aquatique
Moore, Jean-David	Écologie, fertilisation, biodiversité, biologie du sol, amphibiens forestiers
Ouimet, Rock	Écologie, sols (chimie et fertilité), précipitations acides (impacts), santé des forêts, monitoring
Périé, Catherine	Écologie, pédologie, biodiversité, nutrition des forêts
Tremblay, Sylvie	Écologie, carbone dans le sol, biodiversité végétale

## Amélioration génétique des arbres

Despots, Mireille	Épinette noire, génétique, régénération artificielle, biodiversité, écologie
Mottet, Marie-Josée	Épinette de Norvège, pathologie (peupliers)
Périnet, Pierre	Peuplier, multiplication végétative des arbres, peupliers hybrides
Perron, Martin	Mélèzes, biodiversité, génétique, génétique des populations, marqueurs moléculaires
Rainville, André	Épinette blanche, feuillus nobles, biodiversité

## Production de semences et de plants

Colas, Fabienne	Pollinisation, biologie florale, graines, vergers à graines
Gagnon, Jean	Fertilisation des plants, lessivage des nutriments, contamination des eaux souterraines des pépinières
Lamhamedi, Mohammed Sghir	Pépinière, physiologie, irrigation, stress environnementaux, embryogenèse somatique des conifères
Tousignant, Denise	Bouturage, mélèze hybride, érable à sucre, pépinière forestière
Tremblay, Laurence	Embryogenèse somatique des conifères, pépinières forestières, production de clones, tests clonaux

### Sylviculture et rendement des forêts naturelles

Bédard, Steve	Peuplements feuillus, sylviculture, croissance, modélisation, régénération, jardinage
Dumais, Daniel	Peuplements mélangés, coupes partielles, écophysiologie, régénération préétablie, épinette rouge, reboisement, scarifiage, drainage forestier
Godbout, Christian	Peuplements feuillus, pin blanc, pin rouge, bouleau à papier, forêt ancienne
Guillemette, François	Peuplements feuillus, sylviculture, dynamique, régénération, jardinage, pin blanc, coupe partielle
Barette, Martin	Peuplements résineux, dynamique et succession des peuplements après traitements sylvicoles, éclaircies précommerciale et commerciale, coupe avec protection de la régénération et des sols
Larouche, Catherine	Peuplements de structure complexe, structure irrégulière, peuplements résineux et mélangés, coupe progressive, régénération naturelle, thuya occidental
Prévost, Marcel	Peuplements mélangés et résineux, éclaircie précommerciale (feuillus de lumière), drainage forestier, hydrologie, scarifiage, régénération, tremble
Raymond, Patricia	Peuplements mélangés, régénération naturelle, trouées, bouleau jaune, croissance, compétition
Tremblay, Stéphane	Peuplements résineux et feuillus, modélisation de la production ligneuse, acériculture, tordeuse des bourgeons de l'épinette, coupes avec protection de la régénération naturelle

### Modélisation de la croissance et du rendement des forêts

Mailly, Daniel	Peuplements résineux, modélisation, rendement, sylviculture, dynamique des forêts, écologie forestière, qualité des stations
Fortin, Mathieu	Modélisation, accroissement, mortalité, recrutement, qualité, coupes partielles, peuplements naturels

### Sylviculture et rendement des plantations

Ménétrier, Jean	Peupliers hybrides, préparation de terrain, types de plants, culture intensive, régénération artificielle
Prégent, Guy	Croissance et rendement, densité, éclaircie, tarifs de cubage
Thiffault, Nelson	Peuplements résineux, établissement, sylviculture, régénération des stations à <i>Kalmia</i> , scarifiage, végétation de compétition

### Soutien scientifique

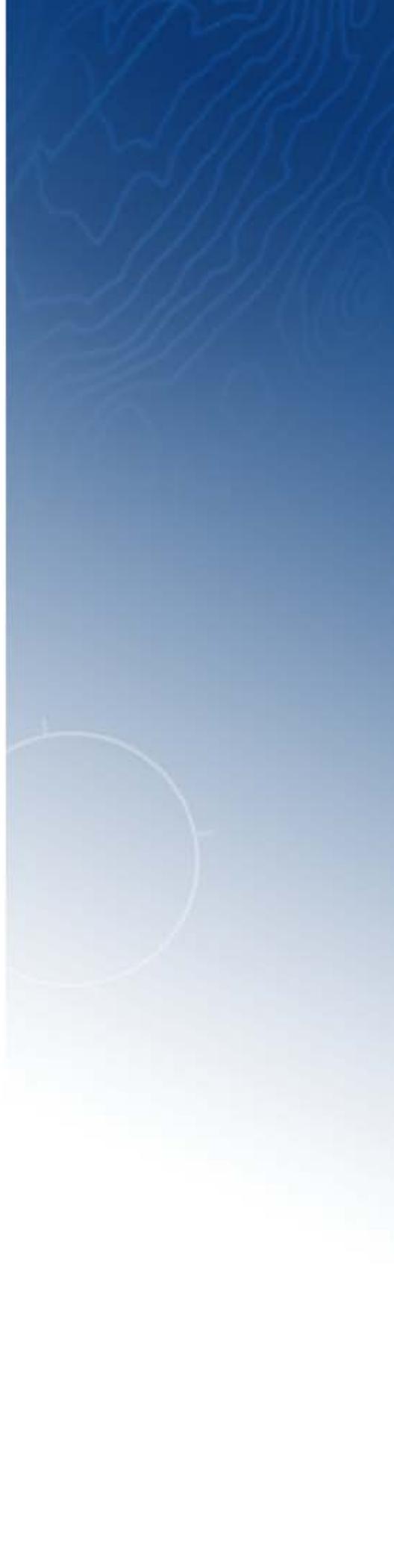
Dignard, Norman	Botanique, herbier, floristique, biosystématique, biodiversité, flore menacée ou vulnérable
-----------------	---

### Travail forestier

Dubeau, Denise	Modèles, études de temps et mouvements, exigences physiques, travail en forêt
----------------	---







*Ressources naturelles  
et Faune*

Québec 