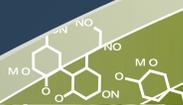


# RÉPERTOIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

# 2014 2015



$$P^v(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$
$$V_{AE,ik} = \beta_1 d h p_{ik}^{\beta_2} H_{ik}^{\beta_3} + \varepsilon_{2,ik}$$



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



# RÉPERTOIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

# 2014 2015



Le fichier PDF du Répertoire des projets de recherche 2014-2015 est disponible à l'adresse Internet suivante :  
[www.mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/impression/index.asp](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/impression/index.asp)

Dorénavant, les internautes peuvent consulter en ligne notre rapport d'activité et accéder directement aux informations contenues dans notre répertoire, soit l'information relative aux projets de recherche réalisés par la direction de la Recherche forestière ainsi que ceux financés par son Programme de recherche en partenariat avec le Fonds de recherche du Québec — Nature et technologies (FRQNT) sur l'aménagement et l'environnement forestier. De plus, un moteur de recherche leur offrira la possibilité d'accéder directement aux projets pour lesquels ils ont un intérêt particulier. Ils pourront naviguer dans notre répertoire par créneau de recherche, par région administrative ou par sous-domaines bioclimatiques.

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

Tél. 418 643-7994  
Télec. 418 643-2165  
[recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca](mailto:recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca)  
[www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche](http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche)

© Gouvernement du Québec  
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014  
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014

ISBN 978-2-550-71674-7 (imprimé)  
ISBN 978-2-550-71675-4 (PDF)  
ISSN 1701-2392  
ISSN en ligne 1708-2927

## TABLE DES MATIÈRES

- 1 Le mot du Directeur
- 3 Le mandat
- 3 La carte des sous-domaines bioclimatiques
- 4 Les projets internes
  - 5 Écologie forestière
  - 7 Écosystèmes et environnement
  - 11 Amélioration génétique des arbres
  - 17 Production de semences et de plants
  - 21 Sylviculture et rendement des forêts naturelles
  - 22 Sylviculture et rendement des forêts naturelles – Peuplements résineux
  - 29 Sylviculture et rendement des forêts naturelles – Peuplements mélangés
  - 33 Sylviculture et rendement des forêts naturelles – Peuplements feuillus
  - 39 Modélisation de la croissance et du rendement des forêts
  - 42 Sylviculture et rendement des plantations
  - 46 Travail forestier
- 49 Les champs d'expertise des chercheurs de la DRF



PHOTO : DANIEL DUMAIS

## LE MOT DU DIRECTEUR

La Direction de la recherche forestière du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs est heureuse d'offrir cette mise à jour de son Répertoire des projets de recherche, qui s'adresse tant aux employés du ministère qu'à l'ensemble de la communauté forestière du Québec.

Ce répertoire décrit brièvement quelque 76 projets en cours de réalisation, répartis 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
- Le travail forestier

Les travaux spécifiques aux effets des changements climatiques, comme à l'adaptation des forêts à ceux-ci, se retrouvent au sein de plusieurs de ces créneaux.

La DRF a toujours eu le souci de mener des travaux qui répondent aux impératifs de la gestion du Ministère et qui respectent les meilleurs standards de la recherche scientifique. C'est pourquoi nous révisons annuellement les besoins de connaissances auprès des ingénieurs forestiers, des gestionnaires, et plus largement des aménagistes forestiers. Les chercheurs élaborent des projets originaux à partir de ces besoins. Ces projets sont d'abord soumis à des comités de pertinence formés d'utilisateurs. Ceux qui franchissent avec succès cette étape sont ensuite soumis à des comités d'évaluation scientifique constitués de chercheurs provenant d'autres juridictions. Encore une fois, seuls les projets qui franchissent avec succès cette seconde étape seront autorisés à démarrer.

La DRF a aussi le souci de toujours fournir aux utilisateurs, comme aux autorités du ministère, des informations scientifiques vérifiées, afin de permettre à chacun de prendre des décisions fondées sur le meilleur état des connaissances propres aux écosystèmes forestiers retrouvés au Québec. Ainsi, la DRF publie ses résultats tantôt dans des revues scientifiques internationales qui comportent des comités de lecture par des pairs, tantôt dans ses propres collections scientifiques, soumises elles aussi aux mêmes critères d'évaluation par les pairs.

Le Répertoire des projets de recherche permet aux utilisateurs de mieux connaître les travaux en cours à la DRF et de mieux s'orienter afin de trouver réponses à de multiples questions relatives à l'aménagement forestier durable, considéré ici au sens large.

Enfin, j'espère que ce document aidera à créer des liens au sein de la communauté forestière du Québec, qui viendront enrichir notre domaine de pratique.

### Bonne lecture.

Le directeur de la recherche forestière,



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



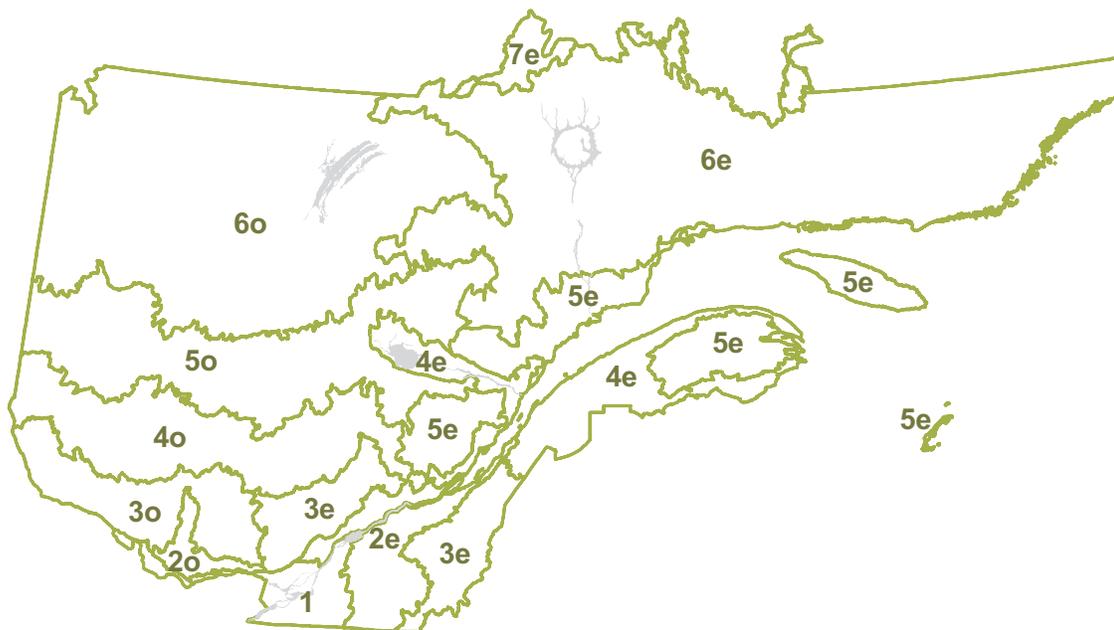
## LA DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

### 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'orientation de la recherche et à l'amélioration de la pratique forestière au Québec, dans un contexte d'aménagement forestier durable, en réalisant des travaux de recherche scientifique appliquée. Elle développe de nouvelles connaissances, du savoir-faire et du matériel biologique et contribue à leur diffusion ou leur intégration au domaine de la pratique. Elle subventionne aussi des recherches en milieu universitaire, le plus souvent dans des créneaux complémentaires à ses propres travaux.

### LA CARTE DES SOUS-DOMAINES BIOCLIMATIQUES

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.



**1** ÉRABLIÈRE À CARYER CORDIFORME

**2o** ÉRABLIÈRE À TILLEUL DE L'OUEST

**2E** ÉRABLIÈRE À TILLEUL DE L'EST

**3o** ÉRABLIÈRE À BOULEAU JAUNE DE L'OUEST

**3E** ÉRABLIÈRE À BOULEAU JAUNE DE L'EST

**4o** SAPINIÈRE À BOULEAU JAUNE DE L'OUEST

**4E** SAPINIÈRE À BOULEAU JAUNE DE L'EST

**5o** SAPINIÈRE À BOULEAU BLANC DE L'OUEST

**5E** SAPINIÈRE À BOULEAU BLANC DE L'EST

**6o** PESSIÈRE À MOUSSES DE L'OUEST

**6E** PESSIÈRE À MOUSSES

**7** PESSIÈRE À LICHENS



# LES PROJETS INTERNES

## ÉCOLOGIE FORESTIÈRE

### Évolution de la forêt mélangée et de la forêt boréale en réponse aux perturbations naturelles et anthropiques : une analyse rétrospective

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Yan Boucher
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Pierre Grondin, Pierre Drapeau (UQAM), Isabelle Auger, Richard Fournier (US), Dominique Arsenault (UQAR), Mathieu Bouchard
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jean Noël, Véronique Poirier
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310086

**PROBLÉMATIQUE** L'aménagement forestier écosystémique (AFÉ) vise à 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 (c.-à-d. avant l'exploitation 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 forêts préindustrielles de la zone tempérée et boréale sont limitées car l'historique d'exploitation remonte à près 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

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

### États de référence et variabilité naturelle des paysages forestiers du Saguenay-Lac-Saint-Jean (domaine de la sapinière à bouleau blanc)

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Pierre Grondin
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Yan Boucher, Alexis Achim (UL), Serge Payette (UL), Patrice Tardif, Jocelyn Gosselin (MFFP)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jean Noël, Véronique Poirier, Marie-Hélène Bouchard (MFFP) , Aldé Gauthier (CRÉ)
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310115

**PROBLÉMATIQUE** L'objectif général du projet est de définir la variabilité naturelle des paysages forestiers localisés de part et d'autre du lac Saint-Jean et appartenant au domaine de la sapinière à bouleau blanc.

**OBJECTIFS** Les objectifs spécifiques sont : 1) de déterminer l'amplitude de variabilité naturelle de la structure d'âge et de la composition des paysages forestiers du territoire d'étude ; 2) de caractériser les changements de dynamique forestière, de régime de feux et de caractéristiques du milieu physique affectant les principales végétations potentielles observées au Saguenay-Lac-Saint-Jean ; 3) de bonifier la classification écologique du MFFP (végétations potentielles et stades évolutifs) comme outil de base à la description de la dynamique forestière, de la variabilité naturelle des paysages et des états de référence.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

## Effet de différents paramètres d'aménagement écosystémique sur les communautés de plantes et d'insectes de la forêt boréale

---

**TITULAIRE DE PROJET** Mathieu Bouchard

**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES** Norman Dignard, Pierre Grondin, Pierre Drapeau (UQAM), Christian Hébert (RNCan), Yan Boucher, Michel Saint-Germain (UQAM)

**NUMÉRO DE PROJET** 112310122

**PROBLÉMATIQUE** Le maintien de la diversité des communautés animales et végétales est un objectif d'aménagement important en forêt boréale. Différentes pratiques d'aménagement ont été mises en place lors des dernières années pour faciliter l'atteinte de cet objectif, entre autres au niveau de l'organisation spatiale des coupes et des forêts résiduelles, ainsi que de la structure d'âge et de la composition forestière visées dans les paysages forestiers. Il est important de vérifier si les mesures proposées dans le contexte de l'aménagement écosystémique permettent réellement d'atteindre les objectifs visés en terme de protection de la biodiversité.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Vérifier jusqu'à quel point les catégories de peuplements utilisées en gestion forestière reflètent la composition et la structure des communautés de plantes et d'insectes. 2) Vérifier l'effet de l'organisation spatiale des coupes et des forêts résiduelles sur la diversité des communautés de plantes et d'insectes. 3) Amorcer un suivi à long terme de l'état de la diversité animale et végétale en forêt boréale aménagée.

## ÉCOSYSTÈMES ET ENVIRONNEMENT

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Jean-David Moore
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Daniel Houle, Rock Ouimet
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jean Gagné, Jacques Martineau, Mario St-Germain, Benoît Toussaint
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310063

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Louis Duchesne
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Daniel Houle, Rock Ouimet
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jean Gagné, Jacques Martineau, Mario St-Germain, Benoît Toussaint
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310065

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIF** 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.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Rock Ouimet
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Louis Duchesne, Daniel Houle, Catherine Périé, Sylvie Tremblay, Jean-David Moore
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jean Gagné, Jacques Martineau, Mario St-Germain, Benoît Toussaint
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310066

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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).

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Rock Ouimet
<b>AUTRE COLLABORATEUR</b>	Jean Noël
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310070

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Sylvie Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Daniel Houle, Catherine Périé, David Paré (RNCan)
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310096

**PROBLÉMATIQUE** 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<sup>e</sup> 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 ».



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

---

**Évaluer la vulnérabilité des forêts aux changements climatiques à l'aide de modèles de niche**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Catherine Périé
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Rock Ouimet, Sylvie De Blois (McGill), Guillaume Drolet
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Marie-Claude Lambert, Travis Logan (Ouranos), Kevin Partington
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310127

**PROBLÉMATIQUE** La vitesse et l'ampleur des changements climatiques anticipés vont entraîner le déplacement rapide des enveloppes climatiques vers le nord ce qui risque d'affecter les arbres. Dans la 1<sup>re</sup> phase de ce projet, l'effet des changements climatiques sur l'habitat des arbres a été estimé avec des modèles de niche (1<sup>re</sup> génération). Pour rendre cette information utilisable par les aménagistes, la 2<sup>e</sup> phase va compiler à l'échelle des peuplements forestiers et fournir sur carte écoforestière les résultats obtenus dans la 1<sup>re</sup> phase. Ces résultats seront vérifiés par des mesures de terrain. Ce projet vise aussi le développement d'une 2<sup>e</sup> génération de modèles de niche qui vont incorporer des propriétés du sol comme la fertilité ce qui permettra d'estimer avec plus d'exactitude le réalisme des habitats futurs.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Évaluer et cartographier la vulnérabilité des peuplements forestiers actuellement sur pied aux changements climatiques anticipés pour la fin du 21<sup>e</sup> siècle à l'aide des modèles de niche de 1<sup>re</sup> génération; 2) Diagnostiquer et valider, par des observations terrain et de télédétection, les projections des modèles de niche de 1<sup>re</sup> génération pour les principaux arbres du Québec; 3) Calibrer une 2<sup>e</sup> génération de modèles de niche pour les principaux arbres en incluant également des propriétés des sols; 4) Évaluer l'effet des changements climatiques récents sur l'évolution de la composition, la productivité, la dynamique des peuplements et la fertilité des sols dans la sous-région écologique 3d-T.

---

## Interaction entre la récolte de la biomasse forestière, le climat et le type écologique sur la fertilité des sols et la productivité en forêt boréale

---

**TITULAIRE DE PROJET** Rock Ouimet

**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES** Louis Duchesne, Catherine Périé, Stéphane Tremblay, Sylvie Tremblay

**NUMÉRO DE PROJET** 112310130

**PROBLÉMATIQUE** En se substituant aux carburants fossiles, l'utilisation de la biomasse forestière représente un moyen d'évitement des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de contribuer au développement économique des régions. Ce moyen de mitigation des GES est privilégié par le gouvernement du Québec dans sa stratégie énergétique pour réduire le réchauffement climatique. Les chercheurs de la DRF étudient depuis plusieurs années les impacts de la récolte forestière sur la fertilité des sols forestiers. Les connaissances acquises ont permis d'établir des lignes directrices en matière de sensibilité des types écologiques à la récolte de biomasse forestière. Sur la base des connaissances les plus à jour, la DRF a produit une première liste d'exclusion de types écologiques jugés particulièrement sensibles du Programme d'attribution de la biomasse forestière du MFFP. Néanmoins, des études doivent être entreprises pour déterminer avec plus de précision la sensibilité des types écologiques à cette intervention.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIF** Préciser davantage les types écologiques propices ou non au prélèvement de biomasse forestière, ainsi que les conditions à respecter lors de ce prélèvement en prenant en compte les changements climatiques pour respecter la durabilité de l'aménagement forestier.

## AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES ARBRES

### Amélioration génétique des mélèzes : outil d'intensification de la production ligneuse

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Martin Perron
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	François Caron, Alain Fauchon, Gaston Lapointe, Lucien Pinet, Mario Morin, Mario Potvin
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310072

**PROBLÉMATIQUE** 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 les aires d'intensification de la production ligneuse. 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

**OBJECTIFS** 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.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Mireille Desponts
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Marie-Josée Mottet, Pierre Périnet, Martin Perron, André Rainville
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Fernand Gosselin, Olivier Noël, Jean-Noël Drouin
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310073

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

### Amélioration génétique de l'épinette noire (7 volets)

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Mireille Desponts
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Marie-Josée Mottet, Pierre Périnet, Martin Perron, André Rainville
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Fernand Gosselin, Gaétan Numainville, Jean-Noël Drouin
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310074

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

### Amélioration génétique du peuplier (5 volets)

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Pierre Périnet
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Marie-Josée Mottet, Martin Perron, André Rainville, Mireille Desponts
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	François Caron, Alain Fauchon, Mario Morin, Mario Potvin
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310075

**PROBLÉMATIQUE** 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 déjà 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

**OBJECTIFS** 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.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Marie-Josée Mottet
<b>AUTRE COLLABORATEUR</b>	Jean-Sébastien Joannette
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310076

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Marie-Josée Mottet
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Pierre Périnet
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	François Caron, Alain Fauchon, Danielle Lamontagne
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310077

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	André Rainville
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Denis Ferland, Guildo Gagnon, Pierre Lortie, Lucien Pinet
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310078

**PROBLÉMATIQUE** 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 embryogénèse somatique devraient nous permettre de développer du matériel encore plus performant et de meilleure qualité.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	André Rainville
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Guy Prigent, Mireille Desponts
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310079

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	André Rainville
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Denis Ferland, Pierre Lortie, Lucien Pinet
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310091

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

---

**Conception d'une stratégie québécoise de conservation des ressources génétiques forestières, en lien avec leur vulnérabilité aux changements climatiques**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	André Rainville
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Fabienne Colas, Catherine Périé, Pascal Vuillaume (CTMP)
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310128

**PROBLÉMATIQUE** La mise en place d'une stratégie de conservation des ressources génétiques requiert en tout premier lieu l'établissement de priorités qui soient basées sur une bonne connaissance de la diversité génétique actuelle des espèces. Or, les données relatives à la diversité génétique des espèces forestières arborescentes du Québec sont souvent manquantes ou très parcellaires. Avec les changements climatiques globaux qui sont devenus une réalité et l'intensification des perturbations anthropiques qui exercent une énorme pression sur les forêts du Québec, il est prioritaire d'identifier les espèces ou les écotypes géographiques particuliers qui mériteraient une attention spéciale en terme de conservation. Pour ce faire, il faut mettre en place des mesures efficaces d'inventaire et de conservation in situ et ex situ de la diversité génétique.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Établir le portrait de l'état actuel de conservation des ressources génétiques forestières au Québec. 2) Concevoir une stratégie de conservation des ressources génétiques forestières arborescentes du Québec. 3) Mettre en application cette stratégie. Parallèlement, il faudra : 4) Quantifier, à l'aide d'approches innovantes, l'évolution de la qualité des graines conservées à long terme dans la banque de diversité génétique de la DRF. 5) Mettre au point une méthode de conservation à long terme qui permette d'optimiser la qualité des semences qui composent la banque *ex situ* pour les essences feuillues et résineuses orthodoxes.

---

## 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 DE PROJET** Mohammed S. Lamhamedi  
**AUTRE COLLABORATEUR** Paul Brouillette (DEFP)  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310038

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

## Optimisation de la germination et de la conservation des graines des espèces résineuses commerciales destinées à la filière de reboisement du Québec

---

**TITULAIRE DE PROJET** Fabienne Colas  
**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES** Mohammed S. Lamhamedi, Patrick Baldet (Cemagref)  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310082

**PROBLÉMATIQUE** Le reboisement, à l'aide de plants issus de semences améliorées génétiquement est un moyen retenu pour atteindre les objectifs d'intensification de la production ligneuse du nouveau régime forestier du Québec. La qualité tant génétique que physiologique des graines utilisées pour le reboisement a été régulièrement améliorée au cours des dernières années. Le développement de nouvelles méthodes de qualification des graines va permettre de poursuivre l'amélioration du contrôle de la qualité des graines lors de leur conservation. Il est maintenant nécessaire d'évaluer l'impact potentiel des changements climatiques sur la germination des graines ce qui aura des retombées tant pour le programme de reboisement que pour la régénération naturelle des forêts.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Intégrer la mesure de l'activité de l'eau à l'échelle opérationnelle et dans les normes internationales de qualité des semences établies par l'Association internationale des essais sur les semences. 2) Poursuivre la caractérisation hydrique des semences des essences utilisées dans le programme de reboisement afin d'optimiser les conditions de séchage des graines. 3) Étudier les réponses des semences aux changements climatiques lors de la germination, en milieu contrôlé, des graines des principales essences utilisées dans le programme de reboisement du Québec. 4) Étudier les effets de la qualité des semences de mélèze hybride sur la qualité morpho-physiologique des pieds-mères destinés au bouturage.

## PRODUCTION DE SEMENCES ET DE PLANTS

### Floraison précoce des variétés somatiques d'épinette blanche et déshydratation des embryons somatiques : nouvelles connaissances pour optimiser l'intégration d'une nouvelle génération de semences au Québec

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Fabienne Colas
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Mohammed S. Lamhamedi, Patrick Baldet (Cemagref)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Patrick Lemay, Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Daniel Girard, Mario Renaud
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310084

**PROBLÉMATIQUE** Depuis 2004, le MFFP a mis en place un laboratoire opérationnel d'embryogenèse somatique (ES). À ce jour, plus de 1 200 clones somatiques (CS) sont évalués dans les tests mis en place à partir de 2007. Le MFFP opte pour une approche novatrice qui met l'accent sur l'intégration rapide des meilleurs clones produits par ES dans la stratégie des croisements dirigés, et sur la conversion des tests d'évaluation de CS en vergers à graines. Nos travaux ont déjà permis de mettre en évidence que les CS fleurissent précocement, il faut vérifier la qualité du pollen et des graines produits. Également, lors de la phase de laboratoire, la méthode actuelle requiert que toutes les productions soient synchronisées, ce qui crée une période d'activité très importante au laboratoire. Grâce à la mise au point d'une technique opérationnelle de déshydratation des embryons, les activités seraient mieux réparties au laboratoire.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Évaluer la phénologie de la floraison (mâle et femelle) et la qualité des semences produite par différentes variétés (=clones) d'EPB issues d'ES plantées dans des tests de variétés somatiques implantés dans les deux zones d'amélioration de l'EPB. Déterminer la qualité morpho-physiologique des plants issus des semences produites par les différentes variétés évaluées dans ces tests, et étudier le comportement au champ de ces plants. Mettre au point un prototype de sécheur à ES permettant la déshydratation contrôlée des embryons en gérant finement l'ambiance de déshydratation.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Jean Gagnon
<b>AUTRE COLLABORATEUR</b>	Daniel Girard
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310085

**PROBLÉMATIQUE** 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<sub>3</sub>+N-NO<sub>2</sub>)/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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Jean Gagnon
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Fabienne Colas, Mohammed S. Lamhamedi, Laurence Tremblay (MFFP)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Michel Houle, Patrick Lemay, Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Carol Parent, Mario Renaud, Nicole Robert
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310088

**PROBLÉMATIQUE** L'amélioration de la productivité forestière et des processus écophysio- logiques 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 issus de différentes origines (semences, boutures et clones produits par embryogenèse somatique) sont produites 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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 meilleures techniques culturales appliquées tout au long de la filière de production de plants.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Mohammed S. Lamhamedi
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Mario Renaud
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310094

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

**Optimisation de la nutrition minérale des vergers à graines sous abri de mélèzes pour augmenter le rendement et la qualité des graines des mélèzes hybrides de haute productivité adaptées aux régions écologiques du Québec**

**TITULAIRE DE PROJET** Fabienne Colas  
**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES** Mohammed S. Lamhamedi, Michèle Bettez (MFFP)  
**AUTRES COLLABORATEURS** Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Carol Parent, Mario Renaud  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310111

**PROBLÉMATIQUE** La production de graines de mélèze hybride (MEH) adaptées aux différentes régions écologiques du Québec présente plusieurs défis à cause du décalage phénologique entre les deux essences parentes (mélèze d'Europe et mélèze du Japon) et les gels tardifs des fleurs qui ruinent les efforts consentis pour les pollinisations dirigées. Ceci engendre une rareté des graines et augmente leur valeur. Nos récents travaux ont permis le développement d'un nouveau concept de verger à graines sous abri dédié à la production de graines de MEH. L'optimisation des régies de fertilisation des semenciers dans ces vergers va permettre d'augmenter rapidement les réserves de graines de MEH de haute qualité.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Optimiser les régies de fertilisation des greffes de mélèzes d'Europe et du Japon selon les stades de croissance et de développement des arbres et des cônes afin d'améliorer de façon tangible la floraison mâle et femelle, le rendement en graines pleines et la qualité des graines produites, sans nuire au développement végétatif des greffes. 2) Déterminer les effets du vieillissement des ramets de mélèzes d'Europe et du Japon, en l'absence et en présence de fertilisation, sur la succession des phases critiques du développement des fleurs et des graines, ainsi que sur le rendement en graines pleines/cône. 3) Déterminer les effets des glucides, en l'absence et en présence de la fertilisation, sur les phases critiques de développement des graines et de leur rendement.

**Les godets biodégradables à libération lente de fertilisants : une nouvelle technologie pour améliorer le statut nutritionnel, stimuler la performance précoce des plants d'épinette blanche et atténuer les effets des changements climatiques au Québec**

**TITULAIRE DE PROJET** Mohammed S. Lamhamedi  
**AUTRES COLLABORATEURS** Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Mario Renaud  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310112

**PROBLÉMATIQUE** Avec l'interdiction des phytocides dans le cadre des programmes de reboisement au Québec, la variabilité de la fertilité des sols et l'agressivité de la compétition végétale après coupe, il s'avère nécessaire de déterminer avec une grande précision la durée pendant laquelle les réserves initiales en azote du plant peuvent subvenir aux besoins du plant. Le défi consiste donc à maintenir, après la mise en terre, une bonne fertilité tout autour des racines sans induire de toxicité et d'effets négatifs sur l'extension des racines tout en améliorant le statut nutritionnel et en stimulant la croissance précoce au stade juvénile des plants. À cet égard, le recours à une nouvelle technologie de fertilisants à libération lente, à l'aide de godets biodégradables, permettra d'assurer les besoins nutritionnels du plant et d'améliorer sa performance morpho-physiologique pendant les premières années en site de plantation.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Déterminer la durée pendant laquelle les réserves initiales du plant et celles absorbées en azote des PFD, en l'absence et en présence des godets en conditions contrôlées, peuvent subvenir à leurs besoins afin d'assurer une reprise et une bonne croissance des plants. Comparer la fertilité de la rhizosphère et la performance morpho-physiologique en conditions contrôlées et en site de reboisement, des plants témoins et ceux ayant les godets biodégradables de différentes durées de dégradation et de différentes concentrations de fertilisants à libération lente. Quantifier et comparer l'allocation de la matière sèche et la séquestration du carbone entre les plants témoins et ceux ayant des godets.

---

## Caractérisation morpho-physiologique et sélection hâtive en pépinière forestière des clones somatiques d'épinette blanche et leur intégration dans la filière de bouturage au Québec

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Mohammed S. Lamhamedi
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Linda Veilleux, Pascal Desjardins, Mario Renaud
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310124

**PROBLÉMATIQUE** Dans le cadre du nouveau régime forestier, le projet de loi 57 sur l'aménagement durable du territoire forestier met l'accent sur la délimitation des aires d'intensification de la production ligneuse. À cet effet, une portion de ces aires à fort potentiel productif pourra être reboisée à court terme par quelques millions de plants et de boutures issus de variétés somatiques permettant d'augmenter le rendement de 40 à 60 % par rapport à la forêt naturelle, ainsi que la qualité du bois (moins de grosses branches, densité élevée du bois, etc.). Cette approche de diversification et d'optimisation des produits à l'échelle de l'arbre contribue à rehausser la chaîne de valeur de la filière bois. Le recours à la sélection hâtive des meilleurs clones n'aura de succès tangible seulement si les caractéristiques observées au stade jeune et à un âge avancé en site de reboisement sont héréditaires génétiquement et fortement corrélés.

**OBJECTIFS** Caractériser et comparer les performances et les variables morpho-physiologiques des clones somatiques d'épinette blanche en pépinière forestière; déterminer les paramètres génétiques clonaux des différents caractères morpho-physiologiques en pépinière forestière; classer les clones et les familles afin d'élaborer un outil de sélection précoce sur une base multicritères permettant d'augmenter la productivité forestière, la qualité et la valeur ajoutée du bois.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

## SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Patricia Raymond
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Steve Bédard, Stéphane Tremblay, Catherine Larouche
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310116

**PROBLÉMATIQUE** 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 irréguliers 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

**OBJECTIFS** Ce projet intégrateur comprendra quatre dispositifs (projets 112310006, 112310029, 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.

## SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES PEUPELEMENTS RÉSINEUX

### Classification et dynamique des stations à éricacées au Québec

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Nelson Thiffault
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Louis Duchesne, Pierre Grondin, Stéphane Tremblay, Richard Fournier (US), Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jacques Carignan, Steve Lemay, Dominic Létourneau, Evelyne Gaillard
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310005

**PROBLÉMATIQUE** 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'invasion par les éricacées. Il est actuellement impossible d'évaluer l'ampleur du phénomène d'invasion 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.

**OBJECTIFS** Établir des liens entre le zonage de la répartition des éricacées et la classification écologique; bonifier la classification écologique de façon à ce qu'elle soit davantage le reflet des gradients qui contrôlent la composition et l'abondance des éricacées et qu'elle ait un pouvoir prédictif sur l'invasion; accroître les connaissances sur les caractéristiques des peuplements et les processus écologiques qui font en sorte que les éricacées se développent après coupe; modéliser le risque d'invasion par les éricacées à l'échelle du paysage en fonction d'informations cartographiables; estimer l'impact de l'invasion par les éricacées sur la productivité forestière afin de préciser les délais de croissance par type écologique; proposer des scénarios sylvicoles qui garantissent la résilience des peuplements susceptibles à l'invasion par les éricacées.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Steve Bédard, Patricia Raymond, Catherine Larouche
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Gilles Audy, Simon Pouliot, Richard Verret
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310006

**PROBLÉMATIQUE** 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.

**OBJECTIFS** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

**Scarifiage pour promouvoir la régénération naturelle des peuplements d'épinette noire en présence de semenciers**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Marcel Prévost
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Daniel Dumais
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310010

**PROBLÉMATIQUE** 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.

**OBJECTIFS** 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 micro-environnementales 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

**Coupes d'éclaircie précommerciale pour la production prioritaire de résineux**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Catherine Larouche, Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Louis Faucher, Alain Langlois, Carl Lemieux, Govinda St-Pierre, Richard Verret, Alexandre Dumas, Merieme Kerchi, Denys Ladouceur, Claudine Plante, Bastien Thibaudeau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310011

**PROBLÉMATIQUE** L'éclaircie précommerciale (ÉPC) est le traitement d'éducation ayant été le plus appliqué au Québec. Par conséquent, elle a été réalisée dans une large gamme de peuplements se développant dans une grande diversité de conditions. Toutefois, les modalités d'application en vigueur et les principaux effets anticipés découlent de la littérature internationale et des résultats obtenus dans quelques peuplements. Il demeure donc nécessaire d'améliorer les connaissances au chapitre des conditions des peuplements ainsi que des modalités d'application. Pour ce faire, il faut disposer d'informations provenant des dispositifs de recherches qui, bien qu'ils soient établis dans un nombre restreint de conditions, permettent d'explorer les effets à long terme de différentes modalités.

**OBJECTIFS** 1) Quantifier l'évolution des caractéristiques des arbres et des peuplements soumis à différentes modalités d'ÉPC jusqu'à l'atteinte de la maturité; 2) identifier les caractéristiques de peuplements et des stations aptes; 3) évaluer les impacts sur perturbations abiotiques (p. ex. chablis) et biotiques (p. ex. tordeuse des bourgeons de l'épinette); 4) vérifier et au besoin réviser les hypothèses de rendement utilisées lors du calcul des possibilités forestières; 5) vérifier ou définir les critères d'application optimales en fonction du scénario sylvicole, des conditions et des objectifs d'aménagement; 6) étudier les effets sur les attributs des écosystèmes.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

## Coupes d'éclaircie commerciale pour la production prioritaire de résineux

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Catherine Larouche, Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Louis Faucher, Alain Langlois, Carl Lemieux, Govinda St-Pierre, Richard Verret, Alexandre Dumas, Merieme Kerchi, Denys Ladouceur, Claudine Plante, Bastien Thibaudeau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310012

**PROBLÉMATIQUE** Depuis quelques années, l'éclaircie commerciale (ÉC) connaît un gain de popularité avec l'atteinte des caractéristiques requises dans des plantations et des peuplements naturels traités en éclaircie précommerciale (ÉPC). Ainsi, l'EC devrait avoir une incidence grandissante dans le calcul des possibilités forestières. Dans ce contexte, il faut améliorer notre connaissance, puisque les hypothèses de rendements utilisées aux fins de calcul sont dérivées des résultats observés, souvent à court terme, dans la littérature internationale et de l'expertise de quelques pionniers québécois. Qui plus est, avec la mise en place des aires d'intensification de la production ligneuse (AIPL), il est également de déterminer les modalités permettant d'atteindre d'objectifs supérieurs et plus précis.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Quantifier l'évolution des caractéristiques des arbres et des peuplements traités selon différentes modalités jusqu'à l'atteinte de la maturité; 2) identifier les caractéristiques des peuplements et des stations aptes; 3) évaluer les impacts sur perturbations abiotiques (p. ex. chablis) et biotiques (p. ex. tordeuse des bourgeons de l'épinette); 4) vérifier et au besoin réviser les hypothèses de rendement utilisées pour l'exécution du calcul des possibilités forestières; 5) vérifier ou définir les critères d'application optimales en fonction du scénario sylvicole, des conditions et des objectifs d'aménagement; 6) étudier les effets sur les attributs des écosystèmes.

---

## Régénération de sapinières en présence de fortes concentrations de cerfs de Virginie (Participation de la DRF à la Chaire de recherche industrielle CRSNG en aménagement intégré des ressources de l'île d'Anticosti)

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Nelson Thiffault
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Marcel Prévost
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jean-Pierre Lapointe, Jacques Carignan, Simon Désalliers
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310013

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Catherine Larouche, Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Louis Faucher, Alain Langlois, Carl Lemieux, Govinda St-Pierre, Richard Verret, Alexandre Dumas, Merieme Kerchi, Denys Ladouceur, Claudine Plante, Bastien Thibaudeau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310044

**PROBLÉMATIQUE** 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 retenues aux fins de calcul des possibilités forestières. 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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 retenues aux fins de calcul des possibilités forestières.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Catherine Larouche
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Guy Prigent, Stéphane Tremblay
<b>AUTRE COLLABORATEUR</b>	Simon Pouliot
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310051

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

## Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale pour la production prioritaire de résineux (2)

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Catherine Larouche, Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Louis Faucher, Alain Langlois, Carl Lemieux, Govinda St-Pierre, Richard Verret, Alexandre Dumas, Merieme Kerchi, Denys Ladouceur, Claudine Plante, Bastien Thibaudeau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310056_1

**PROBLÉMATIQUE** Depuis le début des années 90, environ 1,5 M d'hectares a été traité en éclaircie précommerciale (ÉPC) au Québec. Ce faisant, l'ÉPC a nécessairement été réalisée dans une grande diversité de conditions et les hypothèses de rendement retenues peuvent donc avoir une incidence importante lors du calcul des possibilités forestières. Puisque les hypothèses sont dérivées de la littérature internationale ainsi que des résultats obtenus dans quelques peuplements au Québec, il est donc indispensable d'améliorer les connaissances des effets pour la gamme de conditions dans lesquelles l'ÉPC a été appliquée. L'acquisition de ces connaissances est d'autant plus cruciale qu'en peuplement naturel, ce sont ceux ayant été éduqués qui devraient préférentiellement subir une éclaircie commerciale



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Quantifier l'évolution des caractéristiques des arbres et des peuplements traités avec une ÉPC appliquée selon les normes, et ce, jusqu'à l'atteinte de la maturité; 2) identifier les caractéristiques de peuplements et des stations aptes; 3) évaluer les impacts sur perturbations abiotiques (p. ex. chablis) et biotiques (p. ex. tordeuse des bourgeons de l'épinette); 4) vérifier et au besoin réviser les hypothèses de rendement utilisées lors du calcul des possibilités forestières; 5) analyser la pertinence d'appliquer un scénario incluant une éclaircie commerciale ou d'autres traitements en fonction des conditions et des objectifs d'aménagement; 6) étudier les effets sur les attributs des écosystèmes.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Catherine Larouche, Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Louis Faucher, Alain Langlois, Carl Lemieux, Govinda St-Pierre, Richard Verret, Alexandre Dumas, Merieme Kerchi, Denys Ladouceur, Claudine Plante, Bastien Thibaudeau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310057

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

**Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie commerciale pour la production prioritaire de résineux (2)**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Catherine Larouche, Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Louis Faucher, Alain Langlois, Carl Lemieux, Govinda St-Pierre, Richard Verret, Alexandre Dumas, Merieme Kerchi, Denys Ladouceur, Claudine Plante, Bastien Thibaudeau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310058

**PROBLÉMATIQUE** Depuis quelques années, l'éclaircie commerciale (ÉC) connaît un gain de popularité avec l'atteinte des caractéristiques requises dans des plantations et des peuplements naturels traités en éclaircie précommerciale (ÉPC). Ainsi, l'EC devrait avoir une incidence grandissante dans le calcul des possibilités forestières. Dans ce contexte, il faut améliorer notre connaissance, puisque les hypothèses de rendements utilisées aux fins de calcul sont dérivées des résultats observés, souvent à court terme, dans la littérature internationale et de l'expertise de quelques pionniers québécois. Ce besoin est amplifié par la mise en place des aires d'intensification de la production ligneuse (AIPL) où les objectifs visés seront alors supérieurs et plus précis. Plus spécifiquement, il est nécessaire de caractériser les effets sur une période de temps plus longue, et ce, dans une variété conditions.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Quantifier l'évolution des caractéristiques des arbres et des peuplements traités selon les normes jusqu'à l'atteinte de la maturité; 2) identifier les caractéristiques des peuplements et des stations aptes; 3) évaluer les impacts sur perturbations abiotiques (p. ex. chablis) et biotiques (p. ex. tordeuse des bourgeons de l'épinette); 4) vérifier et au besoin réviser les hypothèses de rendement utilisées pour l'exécution du calcul des possibilités forestières; 5) analyser la pertinence d'appliquer une ÉC seule ou en combinaison avec d'autres traitements en fonction des conditions et des objectifs d'aménagement; 6) étudier les effets sur les attributs des écosystèmes.

---

**Expérimentation de procédés de régénération pour le maintien et la croissance du thuya occidental en peuplements résineux**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Catherine Larouche
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Stéphane Tremblay, Patricia Raymond
<b>AUTRE COLLABORATEUR</b>	Simon Pouliot
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310114

**PROBLÉMATIQUE** La raréfaction du thuya occidental a été observée dans plusieurs régions. Elle constitue un enjeu pour le maintien de la biodiversité et pour la conservation de la composition des peuplements dans l'application des principes de développement durable et d'aménagement écosystémique. Dans les peuplements résineux ayant une composante de thuya, les procédés de régénération actuellement utilisés au Québec sont la coupe avec protection de la régénération et des sols, la coupe avec protection des petites tiges marchandes et la coupe progressive régulière. Puisque aucun de ces procédés ne permet d'assurer une régénération adéquate et une croissance optimale du thuya, il est impératif de développer des approches sylvicoles adaptées à son autécologie, telle la coupe progressive irrégulière. Le succès des procédés de régénération repose sur la capacité de réaction des arbres résiduels et sur l'établissement et la croissance de la régénération. Le contrôle du broutement par le cerf de Virginie et le regarni de la régénération naturelle peuvent être nécessaires pour assurer le maintien du thuya.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIF** Cette étude vise la comparaison de procédés de régénération pour le maintien et la croissance de la composante de thuya dans tous les étages des peuplements résineux. Spécifiquement, elle permettra de déterminer l'impact des coupes sur la régénération et les arbres marchands résiduels, de mesurer la survie et la croissance de plants de thuya regarnis et de caractériser l'impact du broutement.

---

## Évaluation de la naturalité, du rendement et de la productivité des débroussaillers pour différentes modalités d'éclaircie précommerciale

---

**TITULAIRE DE PROJET**

Martin Barrette

**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES**

Denise Dubeau, Stéphane Tremblay, Louis Bélanger (UL), Yan Boucher, Jean-Pierre Tremblay (UL), Pierre Blanchette (MFFP)

**AUTRES COLLABORATEURS**

Carl Lemieux, Michel Jacques, Richard Verret, Gabriel Rhéaume

**NUMÉRO DE PROJET**

112310117

**PROBLÉMATIQUE** Dans le contexte québécois de l'aménagement forestier durable (L.R.Q., c. A-18.1), il est nécessaire d'évaluer l'effet des traitements sylvicoles sur le rendement des peuplements afin de valider les hypothèses de calcul de la possibilité forestière à rendement soutenu. De plus, puisque l'aménagement écosystémique est l'approche qui a été choisie pour implanter l'aménagement forestier durable, il s'avère important d'évaluer l'impact des traitements sylvicoles sur la naturalité des peuplements forestiers. En effet, l'évaluation du degré auquel un peuplement aménagé se rapproche de son état naturel de référence (c.-à-d. naturalité) permettra de vérifier l'atteinte des objectifs d'aménagement écosystémique puisque ce type d'aménagement vise à diminuer l'écart entre la forêt aménagée et son état naturel de référence.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Le premier objectif de cette étude est de mesurer le degré de naturalité et le rendement de peuplements ayant subi différentes modalités d'EPC pour le développement d'une sylviculture écosystémique. Le deuxième objectif est de mesurer les espèces sensibles à l'aménagement forestier pour valider la mesure de la naturalité basée sur la variabilité de la forêt préindustrielle. Le troisième objectif de l'étude est de mesurer la productivité des travailleurs et le coût de réalisation des traitements lors de l'exécution des différentes modalités d'EPC.

## SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES PEUPELEMENTS MÉLANGÉS

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Marcel Prévost
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Daniel Dumais, Patricia Raymond
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Serge Williams, Simon Désalliers, Govinda St-Pierre, Christian Villeneuve, Pascal Lainé
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310015

**PROBLÉMATIQUE** 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 qui les caractérise.

**OBJECTIFS** 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 : 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'envahissement 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Marcel Prévost
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Daniel Dumais
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Serge Williams, Pascal Lainé, Étienne Du Berger
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310016

**PROBLÉMATIQUE** 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.

**OBJECTIFS** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Marcel Prévost
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Martin-Michel Gauthier
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Serge Williams, Pascal Lainé, Étienne Du Berger
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310017

**PROBLÉMATIQUE** 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. 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, sont réalisés 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

**OBJECTIFS** 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.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Patricia Raymond
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Marcel Prévost, Daniel Dumais
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Éric Saulnier, Gabrielle Tremblay-Brassard
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310018

**PROBLÉMATIQUE** Les défis sont nombreux pour ceux qui désirent aménager les bétulaies jaunes résineuses (BjR) de belle venue où de multiples essences croissent en mélange. Les BjR occupent des stations riches qui sont rapidement envahies par la végétation concurrente et risquent la dégradation après une forte ouverture du couvert. Dans un contexte d'interdiction des herbicides, il importe de développer une sylviculture adaptée visant à maintenir les espèces de valeur, ainsi que la qualité et la productivité de ces peuplements. Les trouées jouant un rôle prépondérant dans la dynamique naturelle, il apparaît tout indiqué de miser sur des traitements sylvicoles utilisant des trouées pour régénérer le bouleau jaune et conserver la proportion d'épinette rouge.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** L'objectif général du projet SSAM (Systèmes Sylvicoles Adaptés à la forêt Mélangée) est d'étudier les effets de procédés de régénération utilisant des trouées sur la dynamique de régénération, la croissance et le rendement des BjR. Le dispositif SSAM I vise à déterminer la grandeur optimale des coupes par trouées combinées au scarifiage pour favoriser la régénération, tout en gérant la végétation concurrente. Le dispositif SSAM II compare les effets du jardinage par pieds d'arbres et par groupes d'arbres (CJPG) combiné à un enrichissement des trouées en épinette rouge et au dégagement, sur la régénération, le rendement et les attributs des vieilles forêts. Le projet vise également à répondre aux enjeux d'enfeuillement, de raréfaction de l'épinette rouge et du bois mort.

---

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

---

**TITULAIRE DE PROJET** Marcel Prévost**AUTRES COLLABORATEURS** Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Jean-Pierre Lapointe, Serge Williams**NUMÉRO DE PROJET** 112310043

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

---

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

---

**TITULAIRE DE PROJET** Patricia Raymond**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES** Steve Bédard, Vincent Roy (RNCAN), Stéphane Tremblay, Catherine Larouche**AUTRES COLLABORATEURS** Éric Saulnier, Caroline Bourdon, Gabrielle Tremblay-Brassard**NUMÉRO DE PROJET** 112310097

**PROBLÉMATIQUE** Plusieurs peuplements mélangés à dominance résineuse sont aménagés sous un régime équienné alors qu'ils ont une structure irrégulière ou inéquienné. 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

**OBJECTIFS** 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.

---

## Optimisation de traitements sylvicoles adaptés à la forêt mixte du Québec par l'étude des processus écophysologiques d'acclimatation et de croissance de la régénération

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Daniel Dumais
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Marcel Prévost, Patricia Raymond, Steeve Pepin (UL)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Julie Forgues, Carlo Gros-Louis, Daniel Guimond, Éric Saulnier, Serge Williams, Pascal Lainé, Gabrielle Tremblay-Brassard, Étienne Du Berger
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310118

**PROBLÉMATIQUE** Les premières années après un traitement sylvicole sont cruciales pour la survie et la croissance de la régénération préétablie et l'établissement de semis naturels ou plantés. Durant cette période, la régénération doit faire des ajustements physiologiques et morphologiques pour s'acclimater à l'ouverture du couvert. Un « dosage » inadéquat de cette ouverture peut par exemple engendrer un choc thermique, un stress hydrique, une baisse de la capacité photosynthétique et de la mortalité. Or, l'optimisation des variables environnementales aurait plutôt des effets positifs, par exemple sur l'acclimatation de la surface foliaire et de la photosynthèse de la régénération préétablie et sur l'établissement de nouveaux semis. Ainsi, en quantifiant les stress abiotiques, il serait possible d'apporter des ajustements aux interventions sylvicoles pour qu'elles puissent créer des conditions optimales pour le bouleau jaune et l'épinette rouge, notamment.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Évaluer l'évolution du degré d'acclimatation de la régénération ; 2) établir des liens entre les performances écophysologiques de la régénération, les conditions environnementales (microclimat et station) et la compétition interspécifique ; 3) avoir une meilleure compréhension des processus en cause dans la dynamique de régénération en réponse à différents traitements sylvicoles.

## SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES PEUPELEMENTS FEUILLUS

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

**TITULAIRE DE PROJET** Christian Godbout  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310019

**PROBLÉMATIQUE** Le pin blanc est une essence économiquement importante pour le Québec, en particulier pour les régions du Témiscamingue et de l'Outaouais où il est fortement représenté. À la suite de presque deux siècles d'exploitation, l'aménagement de nos forêts de pin blanc est à définir car elles ont été fortement appauvries en pin blanc et la formation naturelle de nouvelles pinèdes a été fortement réduite. On se retrouve actuellement avec une majorité de pinèdes âgées de cent ans et plus avec, en contrepartie, comparativement peu de jeunes pinèdes. Devant cette situation, il importe de pratiquer un aménagement durable des pinèdes existantes afin d'assurer un approvisionnement continu dans le temps de bois de qualité. Il faut donc viser, pour les pinèdes actuelles bien pourvues en pins, à leur faire produire un maximum de bois de qualité dans le temps. L'éclaircie commerciale est un traitement sylvicole qui permet de maintenir en production ces pinèdes.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Quantifier la croissance et le rendement de pinèdes à pin blanc de l'ouest du Québec à la suite de différentes intensités d'éclaircie. 2) Déterminer l'effet de différentes intensités d'éclaircie sur la qualité des tiges, la régénération du pin blanc ainsi que sur la présence des tiges à caractère faunique.

### Éclaircie commerciale des bétulaies blanches de 70 à 90 ans

**TITULAIRE DE PROJET** Christian Godbout  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310021

**PROBLÉMATIQUE** Les bétulaies blanches constituent un immense réservoir de bois d'œuvre 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'œuvre produit. Ce projet de recherche vise donc à déterminer si l'éclaircie commerciale pratiquée dans des bétulaies blanches de 70 ou 90 ans est un scénario sylvicole avantageux pour la production de bois d'œuvre de qualité.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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) Quantifier le rendement des éclaircies commerciales en terme de production en volume et en qualité de bois. 3) Évaluer l'ampleur et l'évolution du dépérissement du bouleau à papier après coupe. 4) Déterminer l'impact des éclaircies commerciales sur la dynamique de succession du peuplement.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Steve Bédard
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Stéphane Tremblay, Patricia Raymond, François Guillemette, Marilou Beudet
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Étienne Boulay, Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Aurélien Stique, Sabrina Fecteau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310022

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Steve Bédard
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	François Guillemette, Marilou Beudet, Josianne DeBlois
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Étienne Boulay, Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Pierre Laurent, Aurélien Stique, Sabrina Fecteau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310023

**PROBLÉMATIQUE** La coupe de jardinage par pied d'arbre est un des traitements fréquemment utilisés dans les érablières inéquiennes. Toutefois, l'utilisation de différentes intensités de prélèvement, le contrôle de la composition de la régénération et l'intégration des trouées doivent également être expérimentés afin de répondre à différents objectifs de production. De plus, dans les peuplements de structure équiennne les modalités d'applications et les effets escomptés des éclaircies commerciales sont encore mal connus, ces traitements doivent également être expérimentés.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Volet 1 – Coupe de jardinage et éclaircie commerciale : 1) déterminer la croissance et la mortalité des tiges à la suite de différentes modalités d'application de la coupe de jardinage et de l'éclaircie commerciale, 2) quantifier les effets de ces traitements sur la qualité des tiges et la valeur des bois. Volet 2 – Dynamique de la régénération à la suite de coupe de jardinage par pied d'arbre et par trouées : 1) déterminer les effets d'un gradient de dimension de trouées sur la composition et le développement de la régénération, 2) quantifier les effets du broutement du cerf de Virginie sur la régénération dans les trouées, 3) évaluer l'effet du scarifiage et de la lumière sur la composition de la régénération dans les trouées, 4) déterminer les effets sur la régénération d'un gradient d'ouvertures du couvert principal, 5) déterminer les effets sur la régénération après l'élimination des gaules de hêtre sous couvert.

---

**Comparaison de méthodes d'aménagement des érablières jumelant les productions de sève et de bois d'œuvre**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Stéphane Tremblay
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Rock Ouimet, Marcel Prévost
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Gilles Audy, Louis Faucher, Alain Langlois, Simon Pouliot, Richard Verret
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310025

**PROBLÉMATIQUE** L'acériculture se pratiquait principalement sur les terrains privés alors que la récolte de bois d'œuvre 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

**OBJECTIFS** 1) Expérimenter et proposer des méthodes d'aménagement qui optimiseraient la récolte de sève et la production de bois d'œuvre; 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'œuvre; 4) évaluer l'impact de différentes méthodes d'aménagement sur le maintien du statut nutritif des sols à long terme.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Steve Bédard
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	François Guillemette, Filip Havreljuk, Martin-Michel Gauthier
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Pierre Laurent, Aurélien Stique, William Michaud
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310026

**PROBLÉMATIQUE** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Les objectifs consistent à évaluer les effets à moyen et long terme de la coupe de jardinage sur : 1) le rendement forestier (accroissement, recrutement, mortalité); 2) la structure et la composition des peuplements; 3) les caractéristiques des tiges (qualité et vigueur); 4) le rendement financier (volumes récoltés et valeur du peuplement sur pied); 5) le maintien des attributs des vieilles forêts.

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Steve Bédard
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Marilou Beaudet
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Sabrina Fecteau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310045

**PROBLÉMATIQUE** 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.

**OBJECTIFS** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Steve Bédard
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Marilou Beaudet
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Sabrina Fecteau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310046

**PROBLÉMATIQUE** 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.

**OBJECTIFS** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	François Guillemette
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Steve Bédard
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Pierrot Boulay, Jean-François Leblond, Pierre Laurent
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310047

**PROBLÉMATIQUE** 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 parquets 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

**OBJECTIFS** 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.

---

**Effets réels des traitements sylvicoles : coupes partielles**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	François Guillemette
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Steve Bédard
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Étienne Boulay, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Pierre Laurent, Éric Labrecque
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310048

**PROBLÉMATIQUE** Depuis les années 1990, 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

**OBJECTIFS** 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.

---

## Effets réels des traitements sylvicoles: coupe de jardinage

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	François Guillemette
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Steve Bédard
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Étienne Boulay, Jocelyn Hamel, Pierre Laurent
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310053

**PROBLÉMATIQUE** La mesure des effets réels de la coupe de jardinage s'inscrit dans la volonté du MFFP 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 MFFP souhaite évaluer dans quelle mesure ces hypothèses de productivité se vérifieront.

**OBJECTIFS** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

## Expérimentation de l'éclaircie jardinatoire en forêt feuillue

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	François Guillemette
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Steve Bédard, Marilou Beaudet, Alexis Achim (UL)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jocelyn Hamel, Jean-François Leblond, Pierre Laurent, Aurélien Stique, Sabrina Fecteau
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310123

**PROBLÉMATIQUE** Une partie du paysage de la forêt feuillue est constituée d'une mosaïque de jeunes (JIN) et vieux peuplements (VIN) dans laquelle la récolte de bois à partir des vieux peuplements seuls est coûteuse. Une des solutions serait d'augmenter l'approvisionnement à partir de peuplements plus jeunes et composés d'arbres plus petits. D'ailleurs, des scieries ont récemment investi dans de nouveaux équipements mieux adaptés à la transformation de bois plus petits. Parmi les centaines de milliers d'hectares d'éraiblières du sud-ouest du Québec, on en compte de 20 à 30 % qui correspondent à de jeunes peuplements de structure inéquienne et qui sont grandement appauvris en gros arbres, tout en pouvant comporter un nombre élevé d'arbres de petits et moyens diamètres. Cependant, l'application de traitements sylvicoles dans ces conditions est plutôt récente, exploratoire et peu documentée. L'éclaircie jardinatoire (EJ) pourrait y être pratiquée pour convertir progressivement la structure d'un jeune peuplement régulier ou irrégulier en une structure de peuplement jardiné.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** L'objectif de cette étude est de déterminer si des variantes d'EJ pourraient contribuer à court terme à approvisionner l'industrie forestière, tout en réduisant à moyen terme les écarts de structure entre les éraiblières JIN et VIN (augmenter leur naturalité). Pour y arriver, le projet vise à installer un dispositif expérimental pour comparer des variantes d'EJ modulées selon l'intensité et le patron de récolte.

## MODÉLISATION DE LA CROISSANCE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Hugues Power
<b>COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE</b>	Steve Bédard
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310001

**PROBLÉMATIQUE** Les modèles de simulation forestière en usage au Québec sont généralement de type par tiges individuelles ou par peuplement entier. Dans les deux cas, les données utilisées pour étalonner ces modèles proviennent de placettes échantillons permanentes représentant l'évolution naturelle des peuplements forestiers. Ces modèles ne sont donc pas conçus pour simuler l'évolution des peuplements soumis à des pratiques d'aménagement novatrices telles que celles associées à l'aménagement écosystémique. Le présent projet vise la mise au point de la structure d'un modèle spatial de croissance à l'échelle de l'arbre individuel, adapté aux simulations de peuplements forestiers complexes, irréguliers ou faisant l'objet d'interventions sylvicoles. Le travail, amorcé avec les peuplements d'épinette noire, est présentement étendu à la forêt feuillue. Il vise à démontrer les potentialités d'une telle approche et à proposer des ajouts à la prise de données d'inventaires forestiers afin de permettre l'étalonnage et l'usage d'un tel modèle à l'échelle provinciale.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Hugues Power
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Steve Bédard, Mélanie Gaudreault (MDDELCC), Jian R. Wang (U Lakehead)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Guy Brousseau, Carl Lemieux, Jolène Lemieux, Hervé Lortie, Michel Jacques
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310108

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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 celle qui est la plus universellement applicable à l'ensemble des peuplements forestiers.

---

## Développement d'un système d'inférence cartographique pour la caractérisation des propriétés des sols forestiers au Québec

---

**TITULAIRE DE PROJET** Jean-Daniel Sylvain  
**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES** Louis Duchesne, Rock Ouimet, Guillaume Drolet  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310126

**PROBLÉMATIQUE** Au Québec, à part en milieu agricole où des cartes pédologiques sont disponibles, les connaissances et les données sur les sols forestiers, sont éparées et difficilement accessibles. Il n'existe pas de cartes pédologiques forestières en mesure de supporter la gestion des écosystèmes forestiers du Québec. Ce projet vise à rendre disponible l'information sur les sols forestiers québécois par la mise en place d'un prototype de système d'information et d'inférence spatiale pour la cartographie des propriétés du sol.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** La réalisation de ce projet repose sur l'atteinte de cinq objectifs : 1) répertorier l'information pédologique actuellement disponible et la structurer à l'intérieur d'une base de données à référence spatiale; 2) étudier le pouvoir explicatif de covariables spatialement continues dérivées à partir de l'imagerie satellitaire et d'un modèle numérique d'élévation pour la délimitation des propriétés du sol; 3) comparer différents algorithmes et méthodes de cartographie des sols en utilisant des données ponctuelles d'observations des sols et des covariables ; 4) produire une couverture spatialement continue de diverses propriétés physiques (% sable, % limon, % argile, % matière organique et épaisseur du sol) et chimiques (pH, richesse en minéraux disponibles) des sols forestiers du Québec; et 5) ainsi qu'une synthèse de la distribution spatiale des propriétés hydrauliques et de la fertilité des sols à l'échelle matricielle (100-200 m) et vectorielle (échelle des polygones écoforestiers).

---

## Modélisation stratégique de la croissance forestière

---

**TITULAIRE DE PROJET** Hugues Power  
**COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES** David Pothier (UL), Isabelle Auger, Mathieu Fortin (LERFoB), Filip Havreljuk  
**AUTRE COLLABORATEUR** Haché, Denis  
**NUMÉRO DE PROJET** 112310131

**PROBLÉMATIQUE** Le calcul de la possibilité forestière à rendement soutenu tel que spécifié dans la loi sur l'aménagement durable du territoire forestier nécessite de prédire l'évolution des caractéristiques des peuplements forestiers dans le temps. Afin de réaliser ces prédictions, des modèles statistiques permettant entre autre de prédire l'accroissement des arbres, leur taux de mortalité ainsi que le recrutement de nouvelles tiges sont nécessaires.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Paramétrer des modèles d'évolution des peuplements forestiers (ARTÉMIS et NATURA) qui répondent aux besoins du forestier en chef afin de permettre le calcul de la possibilité forestière à rendement soutenu. Développer de nouvelles fonctionnalités pour permettre aux modèles de tenir compte des changements du milieu forestier (intervention humaine, épidémies d'insecte et de maladie, changements climatiques, etc.). Fournir un soutien technique aux utilisateurs des modèles.

---

## Mortalité des arbres dans les forêts du Québec : dynamique spatio-temporelle, principales causes et sensibilité face aux changements climatiques

---

### TITULAIRE DE PROJET

Guillaume Drolet

### COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES

Louis Duchesne, Rock Ouimet, Catherine Périé, Jean-Daniel Sylvain, Frank Müesseberger (MFFP), Caroline Nichol (U. of Edinburgh)

### NUMÉRO DE PROJET

112310135

**PROBLÉMATIQUE** La mortalité des arbres est difficile à prédire et elle engendre donc une incertitude élevée dans les calculs de la possibilité forestière. Par ailleurs, plusieurs études rapportent une augmentation de la mortalité des arbres dans les forêts nord-américaines. Les résultats de certaines d'entre elles suggèrent que cette augmentation serait due à des facteurs associés au réchauffement climatique. Au Québec, des aménagistes ont eux aussi informé le MFFP d'une augmentation du nombre d'arbres morts dont ils ne pouvaient identifier la cause. Les sous-modèles de simulation de la mortalité utilisés pour la planification forestière intègrent plusieurs variables permettant de prédire la probabilité de mortalité d'un arbre selon l'espèce, son diamètre, la densité du peuplement, les perturbations et les normales de température et de précipitations. Il existe toutefois peu de connaissances sur la distribution spatiale, l'évolution temporelle et les facteurs causals de la mortalité à l'échelle de la forêt commerciale du Québec. Il importe donc de combler ce manque de connaissances, particulièrement dans un contexte de changements globaux.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** L'objectif principal du projet est de comprendre, en combinant des données provenant de diverses sources et à différentes échelles spatiales et temporelles, l'effet de plusieurs variables susceptibles d'avoir un effet sur la mortalité des arbres dans les forêts du Québec et sur la dynamique récente de ce processus.

## SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES PLANTATIONS

### Sylviculture intensive des plantations résineuses

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Guy Prigent
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Lucien Pinet, François Lacombe, Guy Chantal, Jean-Yves Montambault, Réjean Poliquin
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310027

**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.

**OBJECTIFS** 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Catherine Larouche
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Steve Bédard, Stéphane Tremblay, Patricia Raymond
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Simon Désalliers, Govinda St-Pierre, Christian Villeneuve
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310029

**PROBLÉMATIQUE** La coupe progressive irrégulière (CPI) est un nouveau procédé de régénération qui est développé 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. Elle peut être utilisée autant dans les forêts boréales, que dans les forêts mixtes et feuillues en remplacement des procédés de régénération traditionnels (p. ex. la coupe avec protection de la régénération et des sols, la coupe progressive régulière, la coupe de jardinage). La CPI génère une multitude de trouées de différentes dimensions et il est nécessaire de connaître précisément les variations des conditions de croissance à l'intérieur et au pourtour de ces trouées.

**OBJECTIFS** L'objectif du volet de plantation et microclimat est d'utiliser les semis plantés comme « phytomètres » afin de caractériser la croissance de la régénération sous un gradient de conditions créées par la CPI et les procédés de régénération traditionnels. Ce volet s'intègre dans trois dispositifs (projets 112310006, 11231002, 112310097). Les objectifs spécifiques sont : 1) d'établir des relations entre la croissance des plants et le pourcentage de lumière pour trois essences (épinette rouge, bouleau jaune et pin blanc) ; 2) de quantifier l'impact de la lumière en sous-couvert sur la compétition et la performance des plants ; 3) d'approfondir nos connaissances du microclimat dans les CPI.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

---

## Croissance, structure et diversité floristique des plantations de conifères au stade juvénile, dans un contexte d'aménagement écosystémique et de sylviculture intensive

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Nelson Thiffault
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Guy Prigent, Mathieu Fortin (LERFoB)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jacques Carignan, Steve Lemay, Dominic Létourneau, Evelyne Gaillard
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310031

**PROBLÉMATIQUE** Le succès et le rendement des plantations sont variables et soumis à l'influence de facteurs tels que la dimension des plants, le microsite, la nature et l'abondance de la végétation de compétition et les traitements sylvicoles appliqués en bas âge. Or, il importe d'être en mesure de modéliser l'effet de ces éléments sur la productivité futur des peuplements. La mise en œuvre de l'aménagement écosystémique favorisera la mise en place de plantations pour l'atteinte d'autres objectifs que la production ligneuse. La prédiction de la croissance des arbres plantés dans de telles conditions, qui s'éloigneront significativement de celles retrouvées en plantations traditionnelles, demandera une modélisation à l'échelle de l'arbre, ce que ne peuvent fournir les modèles actuels.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Étalonner des modèles de mortalité, de croissance en hauteur et en diamètre, pour la phase juvénile de plantations de conifères; évaluer les effets d'un gradient d'intensité de sylviculture sur la diversité floristique et la structure de plantations de conifères, 12 ans après la mise en terre, selon un gradient écologique; étudier les mécanismes de compétition dans des plantations au stade juvénile, selon différents groupes fonctionnels d'espèces compétitives, et évaluer dans quelle mesure la notion « libre de croître » représente le potentiel de croissance des arbres plantés dans différents contextes.

---

## 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

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	François Hébert
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Guy Prigent, Alexis Achim (UL)
<b>AUTRE COLLABORATEUR</b>	Christian Villeneuve
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310035

**PROBLÉMATIQUE** À ce jour, l'élagage artificiel semble être le seul traitement sylvicole permettant d'augmenter significativement la qualité du bois, en produisant du bois sans nœuds, en réduisant le défilement de la tige et en améliorant les propriétés mécaniques et l'apparence de celui-ci. Dans un cadre de sylviculture intensive, l'élagage devrait être combiné à des traitements d'éclaircie pour rentabiliser les opérations sylvicoles. Or, on ignore si l'éclaircie influence de façon positive la réponse des arbres à l'élagage artificiel, ou si, au contraire, elle annule l'effet bénéfique escompté de ce traitement sylvicole. La compréhension de l'interaction entre les deux traitements sur la production et la qualité du bois est primordiale, afin d'évaluer la rentabilité économique des scénarios de sylviculture intensive.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 1) Quantifier l'effet de l'élagage et de l'éclaircie sur la qualité du bois. 2) Quantifier le gain en croissance, après élagage, associé à la pratique d'une éclaircie commerciale concomitante. 3) Modéliser le taux de croissance en hauteur, diamètre et volume après traitement d'élagage et évaluer l'effet de différentes intensités d'élagage sur le défilement des tiges. 4) Définir une plage d'intervention (mois de l'année) d'un traitement d'élagage qui optimise la croissance et la qualité du bois. 5) Évaluer les coûts reliés à l'élagage et élaborer des modèles économiques pour déterminer si ce traitement permet d'augmenter la valeur des produits récoltés.

---

## Éclaircie des espèces résineuses en plantation

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Guy Prigent
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	François Lacombe, Guy Chantal, Jean-Yves Montambault, Réjean Poliquin
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310036

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

## Croissance et rendement des espèces résineuses en plantation

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Guy Prigent
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	François Lacombe, Guy Chantal, Jean-Yves Montambault, Réjean Poliquin
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310037

**PROBLÉMATIQUE** 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

**OBJECTIFS** 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.

---

**Caractérisation du microsite de reboisement pour les conifères dans la sapinière boréale et la pessière**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Nelson Thiffault
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	David Pothier (UL), Christian Messier (UQO), Yves Bergeron (UQAT), Daniel Lord (UQAC)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Jacques Carignan, Steve Lemay, Dominic Létourneau, Evelyne Gaillard
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310113

**PROBLÉMATIQUE** Les caractéristiques précises des microsites de reboisement qui favorisent la reprise de plantation dans la forêt boréale sont difficiles à cerner. Également, l'utilisation de nouvelles espèces et les enjeux associés à l'acceptabilité des pratiques forestières amène le développement de nouvelles techniques de scarifiage pour lesquelles il n'y a pas de connaissance quant à leur capacité à créer de microsites adéquats. Ce projet s'intéresse donc aux caractéristiques précises des microsites de reboisement qui favorisent la reprise de plantation dans la forêt boréale. Il fournira des connaissances qui pourront directement être utilisées dans la classification et l'évaluation des microsites propices au reboisement.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** Évaluer de manière rétrospective l'effet de la profondeur de reboisement et de la position du plant sur la croissance aérienne des conifères; identifier les caractéristiques du microsite qui ont le plus d'influence sur la croissance, la physiologie et la survie, selon un gradient de conditions écologiques; tester un modèle non linéaire asymptotique qui explique la croissance en hauteur des plants en fonction de leur distance aux plants d'éracées; déterminer l'effet de différents modes de scarifiage sur des paramètres clés du microsite, et évaluer comment le niveau des ressources environnementales ainsi créées affecte la croissance et la physiologie des plants; proposer des critères opérationnels d'analyse de la qualité des microsites de reboisement.

---

**L'écologie fonctionnelle comme indicateur de naturalité des plantations sous aménagement intensif dans un contexte d'aménagement écosystémique**

---

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	François Hébert
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Marie-Josée Mottet, Martin Perron, Nelson Thiffault, Martin Barrette
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Gaston Lapointe, Christian Villeneuve, Jean-Sébastien Joannette, Pier-Luc Faucher, Maité Brémont
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310125

**PROBLÉMATIQUE** L'aménagement forestier au Québec se fait sous le principe de l'aménagement écosystémique qui vise à diminuer les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle. Les écosystèmes devant être considérés comme un tout naturel et qu'on ne peut les partitionner, l'aménagement écosystémique devra s'appliquer sur l'ensemble du territoire. Or, en intensifiant la sylviculture, notamment dans les plantations à haut rendement, dans le seul objectif d'accroître la productivité, on risque de réduire à la fois la productivité, primordiale dans ce type de plantation, et le degré de naturalité des écosystèmes, par une simplification de la structure de ceux-ci. Cette simplification risque d'augmenter la probabilité d'envahissement d'espèces végétales, tant indigènes qu'exotiques par l'occupation de niches écologiques normalement accaparées par des espèces indigènes poussant ces écosystèmes à l'extérieur de leurs marges de variabilité naturelles et au-delà de leur seuil de résilience, les faisant ainsi basculer vers des états alternatifs stables ne rendant pas les services écologiques attendus.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIF** L'objectif général de ce projet de recherche est d'évaluer l'effet de la sylviculture intensive de plantation sur la naturalité et la productivité des écosystèmes dans un contexte d'aménagement écosystémique.

## TRAVAIL FORESTIER

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

<b>TITULAIRE DE PROJET</b>	Denise Dubeau
<b>COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES</b>	Luc G. Lebel (UL), Isabelle Auger, Daniel Imbeau (Polytechnique de Mtl)
<b>AUTRES COLLABORATEURS</b>	Steve Lemay, Adam Page, Yessirath Damala, Carlos Alberto Campos Infante
<b>NUMÉRO DE PROJET</b>	112310109

**PROBLÉMATIQUE** 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 MFFP. 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.



Sous-domaines bioclimatiques où les résultats s'appliquent

**OBJECTIFS** 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.





## LES CHAMPS D'EXPERTISE DES CHERCHEURS DE LA DRF

### Écologie forestière

<b>BOUCHARD, MATHIEU</b>	Aménagement écosystémique, dynamique forestière, perturbations
<b>BOUCHER, YAN</b>	Aménagement écosystémique, écologie forestière, écologie du paysage
<b>GRONDIN, PIERRE</b>	Écologie, aménagement écosystémique, rendement sur une base écologique

### Écosystèmes et environnement

<b>DUCHESNE, LOUIS</b>	Écologie, modélisation, cycle biochimique, dendrochronologie, dendroclimatologie, dendrogéochimie
<b>HOULE, DANIEL</b>	Écologie, cycle des éléments nutritifs, biogéochimie, bassins versants, sols forestiers, écologie aquatique
<b>MOORE, JEAN-DAVID</b>	Écologie, fertilisation, biodiversité, biologie du sol, amphibiens forestiers
<b>OUIMET, ROCK</b>	Écologie, sols (chimie et fertilité), précipitations acides (impacts), santé des forêts, monitoring
<b>PÉRIÉ, CATHERINE</b>	Écologie, pédologie forestière, biodiversité, nutrition des forêts
<b>TREMBLAY, SYLVIE</b>	Écologie, carbone dans le sol, biodiversité végétale

### Amélioration génétique des arbres

<b>DESPONTS, MIREILLE</b>	Épinette noire, génétique, régénération artificielle, biodiversité, écologie
<b>MOTTET, MARIE-JOSÉE</b>	Épinette de Norvège, pathologie (peupliers)
<b>PÉRINET, PIERRE</b>	Peuplier, multiplication végétative des arbres, peupliers hybrides
<b>PERRON, MARTIN</b>	Mélèzes, biodiversité, génétique forestière, génétique des populations, marqueurs moléculaires
<b>RAINVILLE, ANDRÉ</b>	Épinette blanche, feuillus nobles, biodiversité

### Production de semences et de plants

<b>COLAS, FABIENNE</b>	Pollinisation, biologie florale, graines, vergers à graines
<b>GAGNON, JEAN</b>	Fertilisation des plants, lessivage des nutriments, contamination des eaux souterraines des pépinières
<b>LAMHAMEDI, MOHAMMED SGHIR</b>	Pépinière, physiologie, irrigation, stress environnementaux, embryogenèse somatique des conifères

---

### Sylviculture et rendement des forêts naturelles

---

<b>BARETTE, MARTIN</b>	Peuplements résineux, dynamique et succession des peuplements après traitements sylvicoles, éclaircies précommerciale et commerciale, coupe avec protection de la régénération et des sols et résilience des peuplements
<b>BÉDARD, STEVE</b>	Peuplements feuillus, sylviculture, croissance, modélisation, régénération, jardinage
<b>DUMAIS, DANIEL</b>	Peuplements mélangés et résineux, coupes partielles, écophysiologie, régénération préétablie, épinette rouge, reboisement, scarifiage, drainage forestier
<b>GAUTHIER, MARTIN-MICHEL</b>	Peuplements feuillus, sylviculture, dynamique, régénération, jardinage, coupe partielle
<b>GODBOUT, CHRISTIAN</b>	Peuplements feuillus, pin blanc, pin rouge, bouleau à papier, forêt ancienne
<b>GUILLEMETTE, FRANÇOIS</b>	Peuplements feuillus, sylviculture, dynamique, régénération, jardinage, pin blanc, coupe partielle
<b>LAROUCHE, CATHERINE</b>	Peuplements de structure complexe, structure irrégulière, peuplements résineux et mélangés, coupe progressive, régénération naturelle, thuya occidental
<b>PRÉVOST, MARCEL</b>	Peuplements mélangés et résineux, éclaircie précommerciale (feuillus de lumière), drainage forestier, hydrologie, scarifiage, régénération, tremble
<b>RAYMOND, PATRICIA</b>	Peuplements mélangés, régénération naturelle, trouées, bouleau jaune, croissance, compétition
<b>TREMBLAY, STÉPHANE</b>	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

---

<b>DROLET, GUILLAUME</b>	Modélisation à l'échelle du paysage, croissance et rendements des forêts, mortalité des arbres, changements climatiques
<b>HAVRELJUK, FILIP</b>	Modèles de croissance, de mortalité et de recrutement de niveau tactique, qualité des tiges et rendement en produits ligneux
<b>POWER, HUGUES</b>	Modèles de croissance, de mortalité et de recrutement de niveaux stratégiques et tactiques, qualité des stations
<b>SYLVAIN, JEAN-DANIEL</b>	Modélisation à l'échelle du paysage, télédétection

---

### Sylviculture et rendement des plantations

---

<b>HÉBERT, FRANÇOIS</b>	Sylviculture des essences à croissance rapide, élagage forestier
<b>PRÉGENT, GUY</b>	Croissance et rendement des plantations, densité, éclaircie, tarifs de cubage
<b>THIFFAULT, NELSON</b>	Peuplements résineux, établissement, sylviculture, régénération des stations à <i>Kalmia</i> , scarifiage, végétation de compétition

---

### Travail forestier

---

<b>DUBEAU, DENISE</b>	Modèles, études de temps et mouvements, exigences physiques du travail en forêt
-----------------------	---------------------------------------------------------------------------------





**Forêts, Faune  
et Parcs**

**Québec** 

