



Rapport d'activité

2009 | 2010

Direction de la recherche forestière



Rapport d'activité

2009 | 2010

Direction de la recherche forestière



Le fichier PDF du Rapport d'activités 2009-2010 est disponible à l'adresse Internet suivante :
www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/impression/index.asp

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

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

www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/projets/moteur-recherche-projets.asp

Direction de la recherche forestière

2700, rue Einstein
Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994
Télécopieur : 418 643-2165
recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca
www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2010
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2010

ISBN 978-2-550-59977-7 (Imprimé)
ISBN 978-2-550-59978-4 (PDF)
ISSN 1708-2927
ISSN en ligne 1923-9432

TABLE DES MATIÈRES

1	Le mot du Directeur	
2	Activités de recherche forestière	
3	La Direction de la recherche forestière	
8	Le Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie	
22	Le Service de la sylviculture et du rendement des forêts	
30	Le Service du soutien scientifique	
38	La programmation de recherche 2010-2011 (projets internes)	
48	La programmation de recherche 2010-2011 (projet externes subventionnés)	
56	Les publications 2009-2010	

The background of the entire page is a close-up photograph of a tree trunk's cross-section. It shows concentric growth rings in shades of brown and tan, with a rough, textured surface. The rings are more distinct in the center and become more compressed towards the outer edge.

LE MOT DU DIRECTEUR

À la communauté forestière du Québec, aux chercheurs, aux employés du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) et au personnel de la Direction de la recherche forestière.

La Direction de la recherche forestière (DRF) est fière de vous présenter son rapport d'activité pour l'exercice 2009-2010 ainsi que la programmation des projets de recherche pour l'année 2010-2011.

À la lecture de ce rapport d'activité, vous serez à même de constater l'engagement de la DRF à répondre aux enjeux de l'heure en matière de recherche scientifique, d'innovation et de développement de solutions pratiques aux problématiques rencontrées par les gestionnaires de la forêt et les praticiens. La DRF consacre l'essentiel de ses travaux au développement de nouvelles connaissances et savoir-faire qui convergent vers l'obtention de solutions originales et validées pour nombre de problématiques forestières ou environnementales, comme autant de contributions directes à la mise en œuvre du nouveau régime forestier. Vous trouverez dans ce rapport, pour chacun des créneaux de recherche de la DRF, les faits saillants, les réalisations et les moyens mis en œuvre pour faciliter l'intégration des nouvelles connaissances acquises et du savoir-faire développé à l'usage des praticiens.

Ce rapport peut être consulté directement en ligne. Le moteur de recherche utilisé dans cette publication en ligne permet à l'internaute d'accéder directement à l'information contenue dans le répertoire de projets, soit l'information relative aux projets de recherche réalisés par la DRF ainsi que celle propre aux projets financés par le Programme de recherche en partenariat avec le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT). Vous pourrez naviguer dans le répertoire par créneau de recherche, par région administrative ou encore par sous-domaine bioclimatique.

Je remercie tous les chercheurs, les équipes techniques, le personnel du soutien scientifique et le personnel administratif qui, ensemble, permettent au Ministère et à toute la communauté forestière québécoise d'accroître notre niveau de connaissances du milieu forestier et de contribuer ainsi à édifier les assises scientifiques sur lesquelles se fonde notre gestion forestière.

Bonne lecture.

Le directeur de la recherche forestière,



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

Activités de recherche forestière

Les activités de 2009-2010

En 2009-2010, 79 projets de recherche étaient inscrits à la programmation de la Direction de la recherche forestière (DRF). L'entente de partenariat avec le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) a permis de subventionner 36 projets de recherche, dont 7 étaient nouveaux.

En matière de diffusion des résultats de recherche, la DRF a produit 65 publications, présentations à des congrès scientifiques et rapports divers. De plus, elle a participé à plus de 100 activités de transfert des résultats de recherche par l'entremise de conférences, de colloques, d'affiches, de documents de vulgarisation, de visites thématiques et de formation.

Les activités de 2010-2011

La programmation des projets de recherche pour l'année 2010-2011 prévoit la réalisation de 78 projets, dont 6 nouveaux. Par ailleurs, 7 projets additionnels, réalisés en milieu universitaire, profitent du partenariat avec le FQRNT grâce au Programme de recherche en partenariat sur l'aménagement et l'environnement forestiers-IV. Le nombre total de projets subventionnés toujours actifs en 2010-2011 s'élève à 33.

Les activités de 2009-2010 en bref

79

projets de recherche étaient inscrits à la programmation de la DRF

36

projets subventionnés par l'entremise de l'entente de partenariat avec le FQRNT

65

publications et rapports produits

105

activités de transfert des résultats de recherche

Les activités de 2010-2011 en bref

78

projets sont inscrits à la programmation de recherche de la DRF, dont 6 nouveaux

33

projets subventionnés par l'entremise de l'entente de partenariat avec le FQRNT, dont 7 nouveaux

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

Structure organisationnelle de la DRF

Une organisation compétente et diversifiée

Pour concrétiser son mandat, la DRF compte sur trois services :

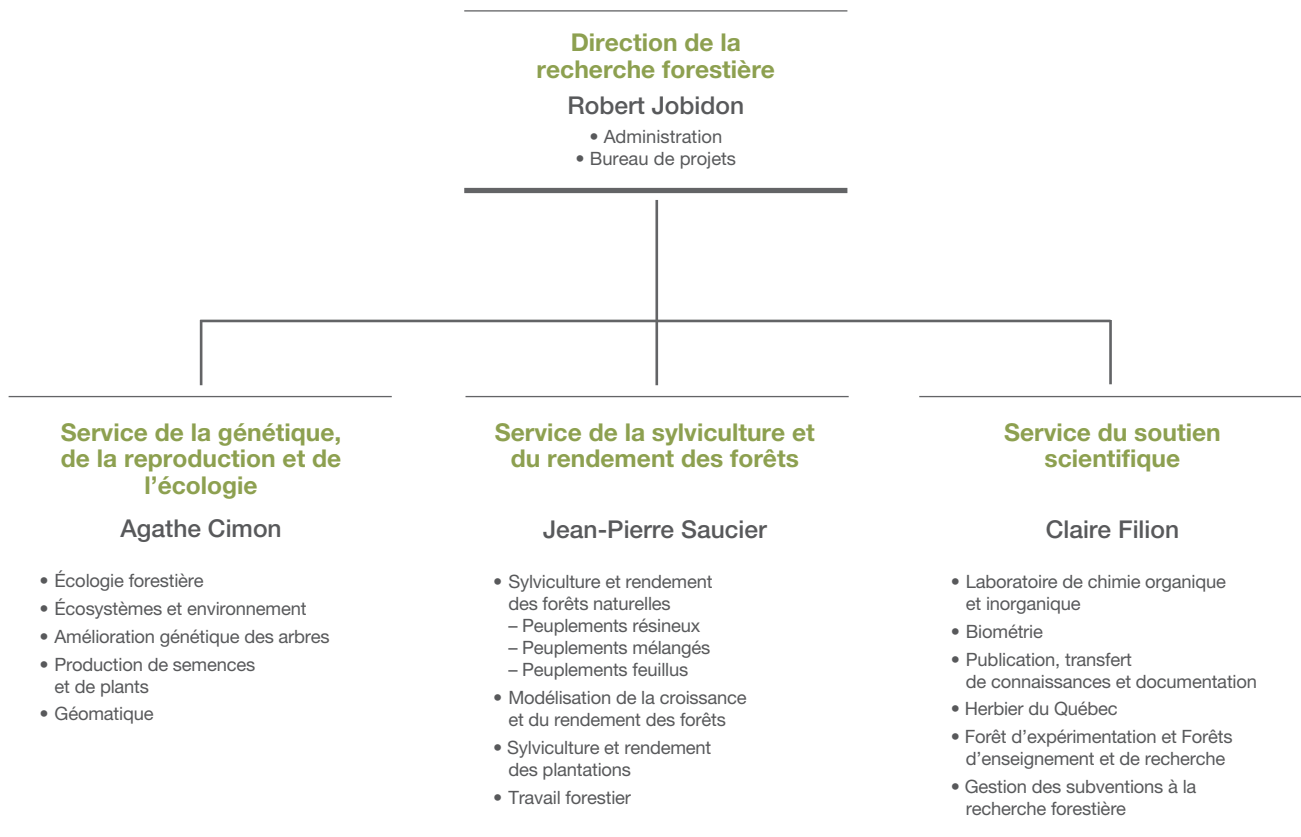
- la génétique, la reproduction et l'écologie ;
- la sylviculture et le rendement des forêts ;
- le soutien scientifique.

Elle est active dans huit créneaux de recherche. Dans le **Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie** se retrouvent les créneaux de l'écologie forestière, des écosystèmes et de l'environnement, de l'amélioration génétique des arbres ainsi que de la production de semences et de plants. Dans le **Service de la sylviculture et du rendement des forêts** se retrouvent les créneaux de la sylviculture et du rendement des forêts naturelles, de la modélisation de la croissance et du rendement des forêts, de la sylviculture et du rendement des plantations et du travail forestier.

La réalisation de ces nombreux projets est rendue possible grâce à une équipe de 34 chercheurs, dont 18 travaillent au **Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie** et 16 au **Service de la sylviculture et du rendement des forêts**. La réalisation des travaux de recherche a exigé la contribution d'équipes techniques composées de 35 personnes au sein du premier service et de 38 au sein du second.

Le **Service du soutien scientifique** a assisté les chercheurs et les équipes techniques dans la réalisation de leurs travaux grâce à une équipe de 32 personnes. Les services offerts se rapportent aux domaines d'expertise tels que la statistique, les mathématiques, la chimie organique et inorganique ainsi que l'édition scientifique et le transfert de connaissances. Les travaux de la DRF sont soutenus par une équipe travaillant au secrétariat, à l'administration, à la documentation et au suivi administratif des projets de recherche.

L'équipe de gestion est composée du directeur et de trois chefs de service. La DRF fait partie de la Direction générale de la connaissance et de l'information forestière (DGCIF), dont le directeur est M. Francis Forcier.



Partage des résultats

Le partage des résultats de la recherche forestière : une préoccupation constante

Le partage des connaissances acquises dans le cadre de la réalisation des projets de recherche constitue l'ultime étape du travail du personnel de la DRF. Les connaissances acquises par la recherche sont diffusées de diverses manières. Dans plusieurs cas, les résultats sont publiés dans des revues scientifiques internationales spécialisées en sciences forestières, par exemple : le *Journal canadien de la recherche forestière*, *Forest Ecology and Management* et *The Forestry Chronicle*. Un article soumis à de telles revues scientifiques est examiné par des pairs avant d'être publié. Seuls les manuscrits en mesure de satisfaire les critères rigoureux de la publication scientifique sont acceptés.

En 2009-2010, les chercheurs de la DRF ont été auteurs ou coauteurs de 27 articles scientifiques, de 2 guides et d'un article professionnel ainsi que de 11 chapitres de livres, sans compter le rôle qu'ils jouent comme réviseurs pour de nombreuses revues scientifiques internationales. En plus, la DRF édite deux collections scientifiques : Mémoires de recherche forestière et Notes de recherche forestière. À ce chapitre, les chercheurs ont produit 7 mémoires et 1 note de recherche forestière. Ces publications font aussi l'objet d'une diffusion internationale et d'un processus de révision par les pairs. Ils ont également produit 5 avis de recherche forestière et une collection de vulgarisation scientifique éditée par la DRF.

Deux chercheurs ont poursuivi leur implication comme éditeurs associés de la *Revue canadienne de la recherche forestière* ainsi qu'à *New Forests*, deux périodiques internationaux en sciences forestières.

D'autre part, les chercheurs de la DRF ont participé à une cinquantaine d'activités de transfert de connaissances auprès des praticiens. Ils ont ainsi présenté des conférences, effectué des visites sur le terrain, participé à des ateliers et offert des cours de formation. Ils ont formulé des avis techniques et des recommandations aux différentes instances du Ministère. Ils ont aussi participé à des comités techniques, à des causeries et à l'accueil de délégations étrangères.

Les faits saillants de 2009-2010 de la Direction de la recherche forestière

La DRF a le souci de réaliser des recherches qui progressent parallèlement aux avancées réalisées ailleurs au Canada ou dans d'autres pays, de sorte que ses contributions scientifiques sont toujours à l'avant-garde pour chacun de ses créneaux. Dans cet esprit, la DRF a accru ses réseaux de collaborations scientifiques, tant avec le réseau universitaire québécois, canadien ou étranger, de sorte que l'on assiste depuis quelques années à un accroissement du nombre de projets réalisés en commun ou de celui des publications scientifiques conjointes.

Le comité scientifique chargé d'examiner la limite nordique des forêts attribuables, formé en décembre 2005, a poursuivi ses travaux. Ce comité multidisciplinaire, constitué de scientifiques et de spécialistes des milieux gouvernementaux et universitaires, oriente les activités d'acquisition de connaissances du territoire au-delà de la limite nordique actuelle et aura à formuler des recommandations sur celle-ci, à la suite des analyses qui seront faites, essentiellement fondées sur des critères d'aménagement forestier durable. Les travaux progressent selon l'échéancier initialement prévu. La phase d'analyse des données obtenues a débuté à l'automne 2009 et se terminera en 2012.

La DRF dirige aussi le comité scientifique chargé d'examiner les intrants relatifs au calcul de la possibilité forestière, également constitué de scientifiques et de spécialistes des milieux gouvernementaux et universitaires. Les travaux réalisés au cours des dernières années ont conduit à l'élaboration de nouveaux modèles de croissance de la forêt qui permettent d'effectuer un calcul de la possibilité forestière qui se traduit en volume de récolte que l'on peut prélever de façon durable. Plus particulièrement, les scientifiques du groupe ont élaboré un modèle de croissance par tiges individuelles, nommé ARTEMIS-2009, un modèle de croissance de peuplements, nommé NATURA, un modèle de croissance de plantations et un premier modèle de succession forestière, nommé SUCCÈS. Chacun de ces modèles a fait l'objet de nombreuses activités de transfert, auprès notamment du Bureau du forestier en chef, afin d'en faciliter l'intégration à la pratique courante.

Plusieurs chercheurs de la DRF ont poursuivi leur implication dans la rédaction des guides sylvicoles, soit comme auteur ou comme réviseur. Cet ambitieux projet du secteur Forêt Québec a pour but de colliger et d'organiser les connaissances les plus à jour sur l'autécologie des espèces forestières, les traitements sylvicoles et leurs modalités d'application ainsi que sur la dynamique des peuplements forestiers et les perturbations naturelles qui les affectent.

Les guides sylvicoles sont l'outil que le MRNF développe pour appuyer les décisions des sylviculteurs qui devront préparer les prescriptions sylvicoles permettant d'assurer l'aménagement forestier durable des forêts en fonction d'objectifs de production ou encore de maintien des propriétés des écosystèmes.

Des chercheurs de la DRF sont aussi impliqués dans l'élaboration du *Manuel d'aménagement forestier durable*, préparé par le Bureau du forestier en chef. Leur mandat est de formuler, en fonction des caractéristiques des peuplements ou des stations, des recommandations sur l'applicabilité des divers traitements sylvicoles et de déterminer l'effet de ces traitements sur le rendement des peuplements forestiers.

Plusieurs chercheurs de la DRF ont été, en 2009-2010, auteurs ou coauteurs de 11 chapitres de livres. Il convient notamment de souligner la contribution à la rédaction de 7 chapitres du *Manuel de foresterie* de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, qui offre à la communauté forestière du Québec, comme à l'étranger, l'état des connaissances les plus actuelles de tout ce secteur d'activité.

Ces projets complémentaires aux activités courantes de recherche sont autant d'occasions pour les chercheurs de réaliser un transfert de connaissances pratiques et appliquées et, ainsi, de mettre en valeur les résultats de leurs travaux au plus grand bénéfice de la communauté forestière du Québec.

Depuis quelques années, des chercheurs de la DRF ont élaboré des projets, en cours de réalisation, qui permettront de comprendre certains des effets qu'auront les changements climatiques sur la forêt. Ces recherches permettront notamment d'estimer dans quelle mesure les changements climatiques seront susceptibles d'influencer la fertilité des stations, la composition forestière et son organisation spatiale ou encore la croissance. Les nouvelles connaissances acquises font l'objet d'attentions particulières qui permettront de mettre en place des mesures d'adaptation adéquates.

Ces travaux sont réalisés soit directement par des chercheurs de la direction, soit encore par l'entremise de collaborations et d'ententes établies avec certaines universités québécoises, et aussi avec le Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, Ouranos. Précisons que la DRF a établi depuis quelques années une collaboration avec le Consortium Ouranos, qui prévoit notamment qu'un chercheur de la DRF est responsable du programme en impacts et adaptation liés aux changements climatiques pour les ressources forestières.

Comme chaque année, la DRF soumet à l'évaluation de la pertinence et à l'évaluation scientifique une gamme de nouveaux projets qui répondent à une diversité de besoins et d'enjeux. Seuls les projets qui franchissent avec succès ces étapes sont ensuite intégrés à la programmation régulière. Au cours de l'année 2009-2010, six propositions de recherche ont été soumises avec succès à ces deux processus d'évaluation. La programmation de recherche 2010-2011 vient donc de s'enrichir de ces six nouveaux projets qui couvrent une vaste gamme de préoccupations, comme en font foi d'ailleurs leurs titres :

1. Optimisation de la nutrition minérale des vergers à graines sous abri de mélèzes pour augmenter le rendement et la qualité des graines de mélèzes hybrides de haute productivité adaptées aux régions écologiques du Québec.
2. 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.
3. Caractérisation du microsite de reboisement pour les conifères dans la sapinière boréale et la pessière.
4. Expérimentation de procédés de régénération pour le maintien et la croissance du thuya occidental en peuplements résineux.
5. États de référence et variabilité naturelle des paysages forestiers du Saguenay-Lac-Saint-Jean (domaine de la sapinière à bouleau blanc).
6. Conception d'une stratégie québécoise de conservation des ressources génétiques forestières, associée à leur vulnérabilité aux changements climatiques.



A close-up photograph of a pine cone bud, showing the intricate pattern of green and reddish-brown scales. The background is blurred, showing more of the pine tree's needles and branches.

LE SERVICE DE LA GÉNÉTIQUE, DE LA REPRODUCTION ET DE L'ÉCOLOGIE

Les projets de recherche du Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie se répartissent dans les créneaux suivants : l'écologie forestière, les écosystèmes et l'environnement, l'amélioration génétique des arbres et la production de semences et de plants. À cela s'ajoute l'expertise offerte, à l'échelle de la Direction, par l'équipe Géomatique.

Les travaux des diverses équipes de recherche du Service répondent aux besoins les plus essentiels en matière d'acquisition de connaissances sur les processus et fonctions des écosystèmes associés à l'aménagement forestier durable ; ils sont aussi liés au développement de nouveau matériel végétal. Certains de ces travaux s'inscrivent à l'agenda du Comité Environnement de la «Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et premiers ministres de l'Est du Canada». D'autres répondent aux préoccupations exprimées dans le Plan d'action québécois 2006-2012 sur les changements climatiques, aux engagements du Ministère en matière d'aménagement forestier durable et d'aménagement écosystémique, d'augmentation du rendement des forêts ou de remise en production de superficies exploitées ou ayant subi des perturbations naturelles.

Pour remplir leurs mandats respectifs, les chercheurs du Service disposent d'équipes techniques qualifiées qui assurent l'application des protocoles de recherche. En plus de l'effort régulier consenti à l'intégration des nouvelles connaissances à la pratique forestière, ils interagissent avec des scientifiques d'autres organisations, tant nationales qu'internationales, afin d'enrichir le secteur forestier québécois d'innovations ou de contribuer au rayonnement de la culture scientifique québécoise.

Écologie forestière

Le créneau Écologie forestière axe principalement ses travaux sur la connaissance des écosystèmes forestiers afin de faciliter la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique et de la Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) pour l'ensemble du territoire québécois. La mise en œuvre de l'aménagement écosystémique repose notamment sur la connaissance de l'évolution naturelle de la forêt, celle qui aurait cours en l'absence des interventions humaines passées. Cette connaissance permet à l'aménagiste d'élaborer

une planification susceptible de faire évoluer la forêt selon une trajectoire qui s'apparente à la dynamique naturelle, essentiellement en ce qui a trait à la composition et à la structure d'âge des peuplements, à l'échelle du paysage.

Les travaux des chercheurs de ce créneau se concentrent plus particulièrement sur la classification écologique ainsi que sur la caractérisation de la structure d'âge, de la composition et du fonctionnement (dynamique des perturbations liées aux incendies, aux épidémies d'insectes et aux chablis) des écosystèmes forestiers. L'ensemble des connaissances acquises permettra d'établir les états de référence de la forêt, qui seront consignés dans le registre des états de référence, et, ultimement, les cibles d'aménagement pour une gestion durable des forêts.



Les paysages forestiers d'altitude (800 m et plus) de la réserve faunique des Laurentides (Y. Boucher)

En 2009-2010 :

- Les chercheurs ont comparé les paysages actuels et les paysages naturels d'unités homogènes de végétation de la partie sud de la forêt boréale (550 000 km²) (33). Les paysages naturels correspondent à ceux que l'on trouvait avant l'exploitation industrielle de la forêt ou ceux encore observés de nos jours sur les territoires n'ayant pas fait l'objet d'aménagement forestier. L'analyse comparative conduit à décrire des écarts entre les paysages actuels et les paysages naturels (états de référence) (23, 37). La connaissance de ces écarts facilitera la détermination d'enjeux écologiques relatifs à l'aménagement écosystémique, notamment l'élaboration de la Stratégie d'aménagement durable des forêts et des plans régionaux de développement intégré des ressources et du territoire (PRDIRT) (54).
- Les chercheurs en écologie forestière ont également apporté une assistance scientifique pour la dernière année du projet pilote d'aménagement écosystémique de la réserve faunique des Laurentides (57).
- Ils ont aussi caractérisé les attributs des écosystèmes forestiers préindustriels du domaine de la sapinière à bouleau jaune à l'aide des techniques de l'écologie historique (2, 3).

En 2010-2011, les chercheurs du créneau vont livrer la première version du registre ministériel des états de référence (37), lequel intègre les connaissances écologiques relatives aux profils régionaux des forêts naturelles pour l'ensemble des sous-domaines bioclimatiques du Québec. Ces connaissances, telles que la structure d'âge et la composition forestière, permettront de définir des cibles d'aménagement écosystémique.

Par ailleurs, les recherches se poursuivront afin de parfaire les connaissances sur les régimes des perturbations naturelles, les profils forestiers préindustriels des sapinières boréales et les stratégies de restauration adaptées à des espèces forestières qui se raréfient, tels le chêne rouge et le pin blanc.

Écosystèmes et environnement

La forêt québécoise évolue sous l'influence des perturbations anthropiques et environnementales telles que les pluies acides, les changements climatiques, les dépôts atmosphériques d'azote et la récolte forestière. Ces perturbations peuvent toutes avoir une incidence sur la fertilité des sols et, par conséquent, sur la productivité des peuplements.

Étudier les effets des changements environnementaux sur la composition, la structure et le fonctionnement des éco-



Vieille forêt d'épinette noire millénaire (Y. Boucher)

systèmes forestiers permet d'élaborer des stratégies d'aménagement qui assurent leur pérennité en maintenant ou en améliorant leur résilience. Ces stratégies doivent favoriser l'adaptation des écosystèmes forestiers aux importants changements à venir. Les principaux objectifs des travaux de recherche effectués par les chercheurs de l'équipe Écosystèmes et environnement sont de comprendre la réaction des forêts aux changements environnementaux et de développer des stratégies d'adaptation ou d'atténuation.

Les résultats obtenus permettront au gouvernement du Québec de répondre aux engagements qu'il a pris dans le cadre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques, qui consiste à mieux comprendre l'effet du climat actuel et futur sur la forêt afin de s'assurer que la gestion forestière s'inscrit dans une démarche de développement durable. Les résultats permettront également de réagir au plan d'action de la Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des premiers ministres de l'Est du Canada, instauré en 1998, qui vise entre autres à cartographier les charges critiques d'acidité des forêts afin d'évaluer l'ampleur des superficies forestières vulnérables aux précipitations acides dans le nord-est de l'Amérique du Nord. Cette même cartographie, associée aux nouvelles connaissances acquises sur l'effet des perturbations environnementales sur le maintien de la fertilité des sols, permettra de veiller à ce que la récolte de biomasse à des fins énergétiques (Vers la valorisation de la biomasse forestière : un plan d'action, MRNF, février 2009) respecte la capacité des stations à soutenir à long terme cette récolte. Les retombées de ces recherches seront intégrées, d'ici 2013, à la Stratégie

d'aménagement durable des forêts du MRNF.

Changements climatiques

- Étant donné la menace d'un réchauffement climatique au cours des prochaines décennies, un modèle provincial de la production annuelle de sirop d'érable a été développé en fonction de la température afin d'estimer la production future des érables sous différents scénarios climatiques (8). Selon ce modèle, il pourrait y avoir une baisse de production de sirop à l'entaille de 15 % en 2050 et de 22 % en 2090, si les érables ne parviennent pas à s'adapter aux nouvelles conditions climatiques.
- D'autre part, le lien entre le potentiel de croissance des principales espèces de la forêt québécoise et les caractéristiques du site, dont le climat actuel, a été établi (84, 85). Ce lien a permis d'estimer le potentiel de productivité de chaque peuplement, en vue de délimiter des aires d'intensification de la production ligneuse.
- Des chercheurs ont étudié, à l'aide d'un modèle, l'influence des changements climatiques sur le cycle biogéochimique des éléments dans un écosystème forestier de feuillus nordiques (4). Les résultats des simulations permettent d'anticiper une augmentation de la production primaire nette, une augmentation du lessivage de NO_3^- et une légère diminution de l'altération des minéraux. Ces résultats permettront de développer des stratégies d'adaptation aux changements climatiques pour ce type d'écosystème afin d'en assurer la pérennité.

Enfin, cinq projets sur l'influence des changements climatiques sur la forêt se poursuivent à la DRF. Les aspects étudiés sont la répartition, l'abondance et la croissance des arbres ainsi que la température, l'humidité, la respiration et la minéralisation du sol. Les résultats de ces projets permettront de mieux connaître les réactions de la forêt aux changements climatiques afin de développer des stratégies d'adaptation et d'atténuation.

- L'étude d'impact sur les changements climatiques quant à la répartition et à l'abondance des arbres de l'est de l'Amérique du Nord permettra d'identifier les espèces les plus vulnérables à un réchauffement du climat.
- L'analyse des résultats de l'étude sur les premières réactions du sol de la pessière à mousses et de la sapinière à bouleau blanc quant à un réchauffement climatique permettra d'évaluer dans quelle mesure la respiration et la minéralisation du sol augmentent avec le réchauffement du sol.

- Des études fines liant la croissance journalière des arbres aux variations climatiques permettront de raffiner notre compréhension de l'influence du climat sur la croissance du sapin et de l'épinette.
- L'étude des effets d'un réchauffement de la température du sol et d'un apport de précipitations azotées sur la croissance du sapin baumier, à partir de dispositifs expérimentaux, se poursuivra en collaboration avec des professeurs et des étudiants de l'Université McGill et de l'Université du Québec à Chicoutimi.
- Les travaux effectués en collaboration avec le Consortium OURANOS permettront de préciser l'effet des changements climatiques sur la température et l'humidité du sol puisqu'un changement de ces deux variables peut avoir des répercussions majeures sur la croissance des forêts et le régime des incendies.

Précipitations acides

- Plusieurs travaux de l'équipe Écosystèmes et environnement ont déjà établi un lien entre les pluies acides et la diminution de la fertilité du sol. D'ailleurs, la sensibilité des forêts aux précipitations acides (charge critique) est maintenant l'un des indicateurs d'aménagement forestier durable du MRNF. Des chercheurs de l'équipe ont donc évalué, pour une deuxième fois, la sensibilité des forêts aux précipitations acides afin d'en suivre l'évolution au cours de la période 1994-2002 (36).
- Une nouvelle station du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF) a été installée dans la région de Fermont en 2009. Afin de répondre aux enjeux du Plan d'action québécois 2006-2012 sur les changements climatiques, l'expansion du réseau se poursuivra en 2010, avec l'ajout de deux nouvelles stations dans la forêt nordique et la forêt mélangée.
- Par ailleurs, une étude sur la salamandre cendrée, reconnue comme une espèce indicatrice de l'acidité et de la fertilité du sol forestier, a démontré qu'une vigoureuse population de cette espèce peut habiter une érablière sur sol très acide (19). Ce résultat contredit plusieurs études rapportant une influence négative de l'acidité du sol sur la présence et la santé de cette espèce, et remet en question son statut comme espèce indicatrice.
- Enfin, une étude a établi un lien entre la baisse de fertilité du sol, due aux pluies acides, et l'expansion contemporaine du hêtre à grandes feuilles dans certaines érablières dépréssantes du Québec (7). Ces résultats sont en accord avec ceux des nombreuses études qui ont docu-

menté la grande sensibilité de l'érable à sucre relativement à la fertilité du sol et qui ont suggéré que le déclin d'une partie de la population d'érable à sucre dans le nord-est de l'Amérique du Nord a favorisé l'expansion du hêtre à grandes feuilles sur de vastes territoires. Ce changement de composition peut avoir des conséquences sur les marchés futurs ainsi que sur les stratégies d'aménagement à mettre en œuvre.

- En 2010-2011, les chercheurs publieront une nouvelle version plus conviviale de DELFES, le système expert qui permet de faire le diagnostic des éléments limitatifs à partir du feuillage et du sol dans les érablières. DELFES est destiné aux conseillers acéricoles et forestiers qui travaillent à l'aménagement durable des érablières.

Récolte forestière

- La récolte forestière peut entraîner une diminution de la fertilité et une acidification du sol. L'évaluation de la sensibilité des forêts aux précipitations acides par la méthode de la charge critique a permis de dresser la liste des types écologiques sensibles à la récolte de biomasse (64). Cette liste s'ajoute aux contraintes actuellement prises en compte dans l'application du programme d'attribution de la biomasse forestière du MRNF (158).

Tordeuse des bourgeons de l'épinette

- Une étude vient de conclure que les épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette peuvent aussi entraîner une diminution de la fertilité des sols (12). Cette étude a été effectuée en comparant les pertes par lessivage des éléments nutritifs au cours d'un épisode d'attaque de la tordeuse des bourgeons de l'épinette à une période non perturbée dans un bassin versant calibré situé dans une forêt de sapin baumier. Les importantes pertes de potassium par lessivage lors des attaques de tordeuse des bourgeons de l'épinette, ajoutées aux pertes dues à la récolte des arbres, au feu et aux dépôts acides, peuvent se traduire par des répercussions sur la fertilité et la productivité de l'écosystème.

Dépôts atmosphériques d'azote

- Des dépôts excessifs d'azote (N) peuvent provoquer le dépérissement d'un peuplement. C'est pourquoi une étude sur les dépôts atmosphériques d'azote a été entreprise dans trois écosystèmes forestiers représentatifs de trois grandes régions forestières québécoises (sapinière et pessière boréales, érablière) (17, 18). Les résultats montrent qu'aux taux actuels de dépositions atmosphériques ces écosystèmes ne sont pas saturés en azote. De plus, après trois années d'ajouts d'azote, représen-

tant jusqu'à 30 ans de dépôts atmosphériques, la forte rétention d'azote dans les sols des deux écosystèmes boréaux indique qu'ils sont peu enclins à être influencés par le phénomène de saturation en azote à court terme. Toutefois, les résultats dans l'érablière montrent qu'une augmentation des dépôts atmosphériques d'azote peut accentuer les problèmes de nutrition relatifs au calcium sur les stations dont les sols sont moins fertiles.

- Les résultats à long terme des effets de l'ajout d'éléments nutritifs limitatifs, tels que l'azote, sur la vitalité des forêts devraient nous aider à préciser l'influence relative des perturbations humaines et anthropiques sur la fertilité et la dynamique de ces écosystèmes et ainsi nous aider à développer des stratégies d'aménagement adaptées.

Transfert et diffusion de connaissances

Les résultats sur le diagnostic de la santé des érablières et les moyens de les revitaliser ont été très demandés en 2009-2010, de sorte que les activités de diffusion de ces résultats ont été importantes cette année (131, 156, 159).

Amélioration génétique des arbres

L'acquisition de connaissances relatives à la variabilité génétique des espèces forestières commerciales, et leur utilisation pour obtenir des variétés améliorées, permettent d'accroître le volume et la valeur des bois produits en plantation, tout en assurant la conservation des ressources génétiques forestières (160). Les variétés à haute productivité issues des programmes d'amélioration génétique permettront de diminuer la pression grandissante exercée sur le territoire forestier naturel, tant pour la mise en valeur des ressources autres



Fertilisation azotée expérimentale au lac Laflamme (J-D Moore)



Installation de tubes de résine au lac Tirasse afin de mesurer la minéralisation de l'azote du sol (S. Marcouiller)

que la matière ligneuse que pour la création d'aires protégées. Elles constituent un élément important du plan stratégique du MRNF visant à optimiser la mise en valeur des ressources naturelles et facilitent la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique. Dans ce sens, les programmes d'amélioration génétique contribuent à l'atteinte d'un des objectifs de la stratégie gouvernementale sur le développement durable, soit d'aménager et de développer le territoire de façon durable et intégrée.

L'influence des changements climatiques sur la productivité forestière représente un défi de taille pour la gestion des forêts du Québec. Les connaissances acquises grâce aux plantations comparatives établies depuis quelques dizaines d'années nous renseignent sur le comportement d'une source de semences donnée en ce qui a trait à une diversité d'environnements. Ces connaissances sont actuellement mises à profit pour développer des mesures d'adaptation quant aux effets anticipés des changements climatiques. Par ailleurs, au cours des dernières années, des travaux ont été entrepris afin de mieux caractériser les propriétés du bois issu de plantation. Les résultats de ces travaux sont d'ailleurs associés aux visées décrites dans la Stratégie ministérielle d'utilisation du bois dans la construction au Québec. Finalement, une attention particulière est accordée au transfert rapide des résultats de la recherche vers les utilisateurs, autant sous forme de variétés améliorées que de recommandations quant à leur utilisation. La coopération à l'échelle tant nationale qu'internationale contribue au rayonnement des compétences du Québec, et les activités scientifiques menées en amélioration génétique des arbres sont bien reconnues hors Québec.

- Les recherches effectuées par l'équipe d'amélioration génétique de la DRF en 2009-2010 ont permis de sélectionner de nouvelles variétés de peuplier hybride pour diversifier davantage celles déjà utilisées pour le reboisement. Ainsi, huit clones ont été transférés dans les pépinières de la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles (DGPSP) pour amorcer leur production à plus grande échelle. Des croisements sont prévus en 2011 avec de nouvelles populations parentales, dont celle du *Populus trichocarpa*. Les résultats attendus devraient concourir à promouvoir la mise en œuvre de projets de recherche en partenariat sur la culture intensive en courtes rotations et à sélectionner de nouvelles variétés de peuplier hybride pour la production de biomasse.
- Afin d'orienter la stratégie de déploiement des variétés de peuplier plus résistantes à la maladie du chancre septorien, des relevés ciblés ont été réalisés en 2009 dans le but de préciser la distribution du champignon au Québec sur le peuplier en plantation et en peuplement naturel (83). Les connaissances acquises pourront générer des retombées à l'échelle nationale sachant que cette maladie est nouvellement rapportée en Colombie-Britannique.
- Le programme d'amélioration génétique des mélèzes introduits au Québec vient de franchir un jalon important, soit la sélection des parents à croiser pour obtenir la prochaine génération. Ainsi, pour les futures décennies, le programme provincial de reboisement bénéficiera d'une nouvelle variété de mélèze hybride désignée «variété 20-20» (35). Cette variété de seconde génération est obtenue à l'aide d'une approche novatrice (38) utilisant plusieurs arbres-parents de mélèze du Japon et de mélèze d'Europe (35). D'ici à l'automne 2011, l'ensemble des résultats de 10 ans des tests de clones de mélèze issus d'embryogenèse somatique (ES) seront disponibles. Ceci permettra de bien évaluer le potentiel de cet outil de multiplication végétative pour le mélèze hybride et d'identifier les meilleures lignées clonales.
- Pour l'épinette de Norvège, les résultats obtenus en 2009 confirment l'identification de nouvelles sources de semences plus résistantes au charançon du pin blanc. Après 10 ans, ces épinettes sont attaquées moins fréquemment par l'insecte ou, si elles le sont, leur croissance en est peu affectée et demeure supérieure aux variétés témoins. Ces sources seront mises en production et seront disponibles d'ici peu.
- En plus du rendement en volume, la qualité du bois est un critère de plus en plus intégré dans les programmes



Sélection de nouvelles variétés de peuplier hybride dans un test clonal en Estrie (P. Périnet)

d'amélioration génétique. Les résultats préliminaires des travaux entrepris en 2009-2010 pour l'épinette noire indiquent qu'il serait possible d'employer une méthode simple et rapide d'estimation de la densité du bois. Cette méthode utilisée à grande échelle permettrait de faciliter l'évaluation de l'ensemble de nos populations d'amélioration et, éventuellement, de sélectionner et de déployer des variétés offrant à la fois un rendement en volume et une qualité de bois supérieurs.

- Chez le chêne rouge, la qualité des tiges est un critère particulièrement important. Des mesures, prises en 2009 dans une série de tests âgés de 17 ans situés dans des régions écologiques différentes, visent à recommander les meilleures sources à utiliser pour le reboisement au Québec. Ce matériel devrait permettre de réduire les efforts de taille de formation et d'améliorer la qualité générale des arbres en plantation.



Évaluation de la densité du bois à l'aide du résistographe dans un test d'épinette noire (G. Lapointe)

- Les chercheurs en amélioration génétique contribuent aux réflexions liées aux enjeux de la certification environnementale, notamment pour la révision de la politique de certification FSC (*Forest Stewardship Council*) sur la conversion des forêts. Ils ont aussi amorcé en 2009 des études sur la régénération naturelle de l'épinette de Norvège afin de documenter davantage cet aspect et ainsi appuyer les organismes impliqués dans ce processus de certification. Ce suivi se poursuivra en 2010-2011.
- Dans le contexte des changements climatiques, les mesures prises dans les tests de provenances ont servi à développer des modèles de transfert pour l'épinette noire et l'épinette blanche. Dans la prochaine année, ces modèles seront utilisés pour produire des cartes de productivité des plantations partout au Québec, qui pourront ensuite être utilisées par la DGPSP afin de recommander les sources de semences les mieux adaptées au climat futur dans le programme de reboisement du Québec. Elles fourniront également au Bureau du forestier en chef, responsable du calcul de possibilité forestière, des prévisions actualisées sur le rendement des plantations.
- Toujours dans le contexte des changements climatiques, un nouveau projet de recherche multidisciplinaire débutera en 2010-2011. Le premier volet de ce projet vise à établir le profil de l'état actuel des ressources génétiques forestières arborescentes au Québec et à concevoir une stratégie de conservation, ce qui aura comme retombée d'améliorer la Stratégie de conservation de la diversité biologique du Québec grâce à une meilleure prise en compte de la diversité génétique des arbres. Les résultats



Inventaire de la régénération naturelle d'épinette de Norvège en bordure d'une plantation (M.J. Mottet)

permettront aussi une meilleure intégration des efforts de conservation à tous les échelons, en apportant entre autres des éclaircissements sur la forme, la grandeur et la localisation des aires protégées pour qu'elles jouent mieux leur rôle de conservation *in situ*. Considérant l'intérêt international grandissant pour la diversité génétique, le second volet du projet vise à mettre au point une méthode de conservation à long terme afin d'optimiser la qualité des semences conservées dans des banques *ex situ* pour les principales essences feuillues et résineuses. Il utilisera des méthodes innovantes et originales dont les retombées pour la conservation de la biodiversité devraient dépasser les frontières du Québec.

Transfert, diffusion et collaborations diverses

Concrètement, dans le travail quotidien, les chercheurs en amélioration génétique demeurent en constante communication avec leur interlocuteur privilégié, la DGPS, et l'appuient. Ceci se traduit par la recommandation de nouveaux

individus ou de nouvelles variétés pour l'établissement des futurs vergers à graines et parcs de croisements (80 arbres sélectionnés d'épinette blanche) ou pour une utilisation directe dans le programme de reboisement (nouveaux croisements et clones) afin de maximiser le rendement des plantations au Québec. Ils ont aussi transféré leur expertise en soutien à des initiatives régionales, entre autres pour sensibiliser les intervenants de la forêt privée au potentiel de croissance que représentent les plants d'épinette blanche issus d'embryogenèse somatique (133). Les chercheurs collaborent à des projets de recherche en réseaux universitaires ou de centres gouvernementaux, dont le Service canadien des forêts (26). Ils contribuent également à définir des enjeux nationaux, tels que la conservation des ressources génétiques au Canada, et internationaux portant sur les risques et les avantages liés aux échanges extraterritoriaux des ressources génétiques.

Production de semences et de plants

Le MRNF utilise différentes stratégies pour augmenter la possibilité et la productivité forestière au Québec. Parmi ces stratégies figure la régénération artificielle de nos forêts à l'aide de plants forestiers génétiquement améliorés et de très haute qualité morpho-physiologique. Ces plants destinés au reboisement appartiennent aux principales essences commerciales (épinette noire, épinette blanche, pin gris) ou sont des essences à croissance rapide plus adaptées à la sylviculture intensive (épinette de Norvège, mélèze hybride, peuplier hybride). Qu'ils soient issus de semences, de boutures ou d'embryons somatiques, ces plants représentent un matériel de qualité génétique élevée. Ils proviennent de la production du réseau provincial des vergers à graines, par pollinisation libre ou par croisements dirigés. Chaque année, plus de 150 millions de plants sont produits dans les 21 pépinières forestières du Québec (6 publiques et 15 privées). L'activité générée par ces pépinières constitue un moteur économique important pour plusieurs régions du Québec.

Afin de répondre aux normes québécoises sur l'eau potable en ce qui a trait aux nitrates (NO_3^-) et aux pesticides (Règlement québécois sur la qualité de l'eau potable), le secteur de la production de plants doit développer des techniques culturales innovantes et respectueuses de l'environnement, tenant compte des différents stades de croissance des plants. Ces nouvelles techniques culturales permettent de réduire de façon notable l'utilisation de fertilisants et de pesticides dans les pépinières forestières du Québec. Elles permettent non seulement d'atteindre les normes de qualité des plants en vigueur au Québec, mais aussi de préserver la qualité des eaux souterraines de ces pépinières.

L'amélioration de la compétitivité dans le secteur de la production de plants au Québec passe par l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques solides qui répondent aux besoins sans cesse croissants des intervenants de ce secteur. De plus, le transfert continu des connaissances aux pépiniéristes du Québec et le soutien technique qui en découle figurent parmi les activités prioritaires de l'équipe de production de semences et de plants. Ceci permet aux pépiniéristes d'intégrer les dernières innovations techniques au fur et à mesure de leur développement.

Production de semences

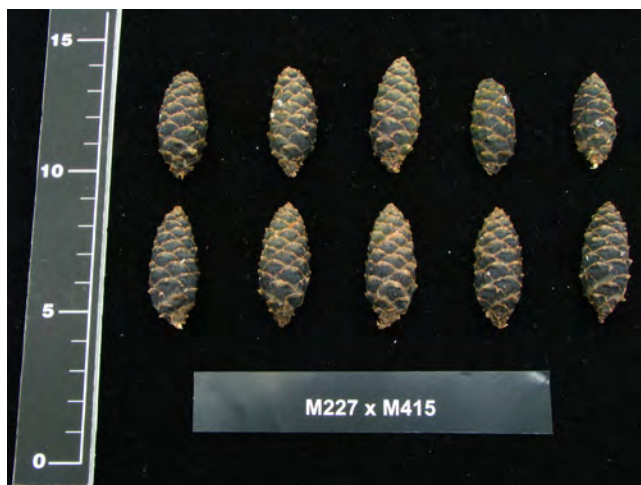
- La mesure de l'activité de l'eau améliore la qualité du suivi de la conservation des lots de semences. Comme cette mesure est non destructive, elle permet d'effectuer des suivis réguliers sans perte de matériel. Son utilisation sera avantageuse pour tous les lots de semences, qu'ils

soient destinés à la production de plants (56) ou à la conservation de la diversité génétique.

- Les résultats obtenus sur la caractérisation hydrique des semences des principales essences forestières utilisées pour le reboisement seront présentés au prochain congrès de l'Association internationale des essais sur les semences (<http://www.seedtest.org/en/home.html>) à Cologne, en Allemagne, en juin 2010. L'objectif est d'intégrer la mesure de l'activité de l'eau dans les normes internationales de qualité des semences.
- Grâce à des échanges soutenus avec notre collaborateur du Cemagref en France (95, 147), les travaux visant à implanter la mesure de l'activité de l'eau dans les activités courantes de gestion des semences se sont poursuivis en 2009-2010 (96). Les modifications apportées dans la chaîne d'extraction au Centre de semences forestières de Berthier se traduiront par des économies d'énergie importantes et une qualité accrue des lots de semences.
- Le Québec possède les tests de variétés somatiques (tests clonaux) parmi les plus âgés au Canada. Une floraison précoce a été observée sur des clones somatiques d'épinette noire et d'épinette blanche. Des graines ont été produites en utilisant des clones somatiques comme mère. Ces graines répondent aux normes internationales de qualité et ont permis de produire des plants de haute qualité morpho-physiologique. Ces derniers ont été mis en terre et leur taux de survie de même que leur croissance après trois ans sont toujours excellents (97, 98).
- Des graines d'épinette noire issues de croisements dirigés entre des variétés somatiques ont été produites en 2009-2010. Elles ont été caractérisées (masse, germination, dimensions) en vue de produire des plants dès le printemps 2010. À notre connaissance, il s'agit de la première expérience du genre à l'échelon international.



Test de démonstration de clones somatiques d'épinette noire établi en 1997 à Duchesnay (M. S. Lamhamedi)



Cônes d'épinette noire produits par croisement dirigé entre deux variétés somatiques (M. S. Lamhamedi)

Embryogenèse somatique

- En 2009-2010, d'importants travaux ont été réalisés sur la production de plants d'épinette blanche par embryogenèse somatique et sur sa mise en exploitation. Ils ont permis de mettre au point divers scénarios de production de plants par embryogenèse somatique, tant en vue des tests clonaux que pour une production à plus grande échelle (100, 144). Durant l'étape d'induction, une corrélation importante a été démontrée entre le pourcentage d'induction et le degré de développement des embryons zygotiques. Des avancées technologiques ont aussi été réalisées quant à la maturation en bioréacteur et l'ensemencement direct des embryons somatiques (93, 143). La maîtrise des techniques permet d'obtenir un taux de succès très élevé à chaque étape du processus.
- Le degré élevé d'acquisition de connaissances en embryogenèse somatique nous permet d'établir différents scénarios de production soit pour les tests de variétés ou pour une production à grande échelle de plants. Ainsi, la possibilité de produire des variétés sélectionnées à partir de familles d'élite est maintenant envisageable grâce aux techniques d'embryogenèse somatique. Le potentiel d'utilisation de cette technique est réel pour ce qui est d'augmenter la productivité forestière et l'intensification de l'aménagement forestier.

Bouturage

- Les techniques de bouturage des résineux évoluent sans cesse. En plus des boutures prélevées en croissance, au début de l'été, une part de la production se fait maintenant à partir de boutures prélevées en dormance, à l'automne ou au printemps. L'utilisation accrue de matériel dormant offre de nombreux avantages pour la production de résineux par bouturage, notamment sur le plan de la qualité des plants livrables, de l'accélération de leur cycle de production, d'une baisse des coûts et d'une meilleure organisation du travail. Les recherches en cours facilitent l'intégration de ce nouveau type de matériel. L'optimisation des scénarios de culture exige de connaître la meilleure date et l'âge maximal des pieds mères pour le prélèvement des boutures ainsi que les ajustements nécessaires aux calendriers de production. À ce jour, les chercheurs ont évalué 76 variétés et ont démontré que les pieds mères somatiques d'épinette blanche peuvent être utilisés dans la filière de bouturage (129).



Dispositif comparant l'enracinement en mottes « Jiffy » de boutures dormantes de mélèze hybride prélevées sur des pieds mères d'âges différents (P. Lemay)



Évaluation de la vitesse de débournement en fonction de la date de prélèvement de boutures dormantes d'épinette blanche (P. Lemay)

- La stratégie en vigueur au MRNF pour intégrer les plants issus d'embryogenèse somatique dans la filière de production prévoit de passer par le bouturage. Une fois sélectionnées et testées, les variétés somatiques seront cultivées en tant que pieds mères pour fournir des boutures. Cette intégration est facilitée par l'utilisation des boutures dormantes qui offrent une plus grande flexibilité dans le temps que les boutures en croissance. En 2010, à la pépinière de Saint-Modeste, les premiers essais visant la production de plants à partir de boutures prélevées sur des pieds mères somatiques d'épinette blanche et de mélèze hybride seront effectués.

Production de plants

- Les travaux de recherche sur l'optimisation de régies d'irrigation pour les plants de fortes dimensions (PFD) d'épinette blanche (2+0) produits en récipients se sont poursuivis en vue d'assurer une protection accrue de la qualité des eaux souterraines en pépinière forestière (75, 99, 116). Grâce à ces travaux, des logiciels sont en cours de développement pour la gestion de l'irrigation et la fertilisation des plants forestiers. Ils constitueront un excellent outil décisionnel pour la gestion des cultures en pépinière.
- Les chercheurs ont démontré que le recours au traitement de jours courts pendant la saison de croissance active des plants d'épinette noire (1+0) a permis d'augmenter la masse des racines de 25 % par rapport aux plants témoins (34). Ce traitement a amélioré de façon significative le taux de conformité des plants (90,8 %) par rapport au traitement témoin (70,5 %), tout en diminuant le taux de rejet des plants engendré par l'insuffisance racinaire. Ceci permettra d'accroître la rentabilité des pépinières.
- D'autres travaux ont permis de trouver des solutions innovantes pour corriger la déficience en fer des plants (47) et comprendre les processus ecophysiologiques de fructifications des champignons ectomycorhiziens (48).
- Dans le cadre des projets en réseau réalisés en étroite collaboration avec les chercheurs de l'Université Laval et du Service canadien des forêts, les chercheurs ont pu mieux cerner la variabilité génétique familiale et celle des vergers quant à leurs effets sur la qualité morpho-physio-



Dispositifs expérimentaux sur le traitement de jours courts — pépinière de Girardville (P. Desjardins).

logique des semences et des plants d'épinette blanche (5, 67). Ces dernières collaborations contribuent de façon notable à la formation de la relève dans le domaine de la production de plants.

- Au cours de la prochaine année, le logiciel IRREC (Système de calcul des besoins en *IR*rigation pour les cultures de plants forestiers en *REC*ipients) sera finalisé et distribué dans le réseau québécois des pépinières publiques et privées.
- Le défi consiste également à trouver des solutions innovantes à la portée des pépiniéristes pour assurer une protection accrue des plants, à l'échelle de l'exploitation, contre les extrêmes climatiques en hiver associés aux changements climatiques qui sont devenus une réalité. En étroite collaboration avec l'Université Laval et le Service canadien des forêts, d'autres travaux seront axés sur la compréhension des processus écophysiologiques des plants des familles d'épinette blanche en réponse aux interactions entre la température et le gaz carbonique et aux variations qui s'ensuivent.

Le transfert continu des connaissances auprès des pépiniéristes privés et publics, des centres de bouturage et de semences et au sein de comités techniques ou scientifiques, demeure une priorité pour l'équipe.

Ces activités de transfert, sous forme d'avis de recherche, de journées de formation ou de participation à des congrès, ont mis particulièrement l'accent sur le bouturage et la foresterie clonale (93, 143), sur les techniques de production de plants somatiques (100, 144, 169), sur la caractérisation des variétés somatiques en pépinière, sur l'intégration des variétés somatiques dans la gestion des vergers à graines (97, 98), sur l'optimisation des techniques de culture en pépinière forestière (71, 75, 76, 99, 116, 125, 126, 127, 128, 129) et sur la production de graines de mélèzes hybrides (38). D'autres travaux de transfert de technologie sur l'adaptation et la mise en application de l'expertise québécoise de production de plants à l'échelle internationale ont fait l'objet d'un chapitre dans une monographie éditée par les Presses scientifiques du Conseil national de recherches du Canada (48).

Des rencontres d'échanges se sont tenues avec plusieurs experts de la filière de reboisement au Québec, en Afrique du Nord et en France (143, 148, 150) ainsi qu'avec les utilisateurs directs de nos travaux. Ces présentations axées sur les plus récentes avancées scientifiques dans le domaine permettent une meilleure intégration des nouvelles connaissances par les responsables des programmes de reboisement.

Transfert et diffusion de connaissances

Génétique, reproduction et écologie

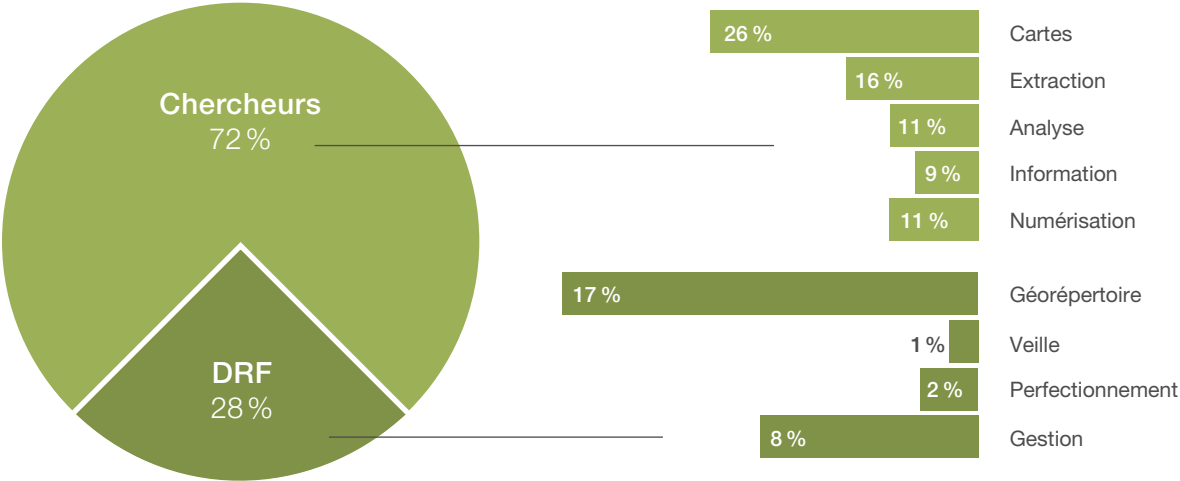
Les résultats de recherche sont par l'entremise d'articles scientifiques, de mémoires de recherche ou d'autres publications révisées par des pairs, ou encore ils sont présentés lors de conférences scientifiques. En 2009-2010, les chercheurs du Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie ont publié 12 articles scientifiques, 3 mémoires de recherche forestière et 21 documents de vulgarisation, chapitres de livre ou rapports divers, ou y ont participé à titre de coauteurs. Ils ont également été très actifs en matière de transfert et de diffusion de connaissances lors de congrès scientifiques ou auprès de leurs interlocuteurs privilégiés (DGPSP, producteurs acéricoles et autres) et du milieu universitaire, à 53 occasions tout au cours de l'année.



Présentation de différents clones d'épinette blanche produits par embryogenèse somatique lors d'une activité de transfert de connaissance à la pépinière de Saint-Modeste (M. S. Lamhamedi)

Géomatique

L'équipe Géomatique offre un soutien aux chercheurs de la DRF en ce qui a trait à la cartographie, à l'écologie numérique et à l'analyse des données écoforestières. Elle gère, bonifie et documente un géorépertoire qui rassemble des données concernant les inventaires, la cartographie écoforestière, le milieu physique, le climat, les perturbations et les forêts d'expérimentation (FE). Le géorépertoire constitue une source de données importante et diversifiée sur l'ensemble de la forêt québécoise. De plus, l'équipe Géomatique perfectionne ses divers atlas, lesquels contribuent à fournir un meilleur état des connaissances du territoire. Au cours de l'année 2009-2010, elle a répondu à de nombreuses demandes d'information, tant internes qu'externes, et a collaboré à plusieurs projets de recherche. La figure ci-dessous illustre cette répartition.







LE SERVICE DE LA SYLVICULTURE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

Les projets de recherche du Service de la sylviculture et du rendement des forêts sont regroupés en quatre créneaux : sylviculture et rendement des forêts naturelles ; modélisation de la croissance et du rendement des forêts ; sylviculture et rendement des plantations ; et travail forestier.

Les principaux objectifs de la recherche en sylviculture consistent à mettre au point des traitements sylvicoles et à accroître les connaissances de leurs effets, tant sur la dynamique et la composition que sur la croissance et la qualité du peuplement traité. Cela nécessite souvent la définition et la compréhension des processus écologiques de la régénération, de la compétition intra- et interspécifique ainsi que des facteurs qui influencent la croissance et la mortalité des arbres dans le peuplement. De plus, les recherches sur le travail forestier visent à établir la valeur des traitements sylvicoles ainsi que les conditions dans lesquelles les travailleurs peuvent les réaliser adéquatement et en sécurité.

Les connaissances acquises par ces recherches, notamment par modélisation, permettent de valider et au besoin de corriger les hypothèses de rendement associées à diverses pratiques sylvicoles. Elles permettent aussi de déterminer les conditions dans lesquelles un traitement doit être employé plutôt qu'un autre ainsi que les modalités d'application. Dans l'ensemble, les savoirs développés contribuent donc à la définition des hypothèses de rendement inscrites dans le *Manuel d'aménagement forestier durable* (MAFD) ainsi qu'à l'établissement des modalités d'application des traitements, lesquelles représentent la substance des guides sylvicoles.

L'atteinte de ces objectifs passe par trois grands enjeux :

- les traitements sylvicoles propres à réaliser l'aménagement durable des forêts ;
- les possibilités d'intensification de la sylviculture et son effet sur le rendement des peuplements ;
- la diffusion des résultats de recherche et le transfert de connaissances aux praticiens de la sylviculture et aux aménagistes.

Sylviculture et rendement des forêts naturelles

L'application du principe d'aménagement durable des forêts nécessite d'acquérir des connaissances sur les effets à long terme des pratiques sylvicoles de manière à assurer la pérennité des ressources naturelles et à réaliser leur plein potentiel écologique et économique. Cet enjeu prend une grande importance dans le contexte où la recherche d'équilibre entre une approche écosystémique et une sylviculture plus intensive guidera les choix d'aménagement.

Sylviculture et rendement des peuplements résineux

L'importance des superficies et la grande diversité des conditions de croissance qu'on y trouve, jumelées à l'application des principes de l'aménagement durable et écosystémique des forêts, constituent les principaux éléments avec lesquels les forestiers doivent composer en peuplements résineux. Afin de leur fournir des connaissances qui les aideront à prendre des décisions toujours plus éclairées, des recherches sont effectuées sur les principaux traitements sylvicoles couramment réalisés dans les peuplements résineux. Ces connaissances permettent notamment d'améliorer l'adéquation entre les conditions de station, de peuplement et d'application des traitements en fonction des objectifs fixés. Parallèlement, des travaux sont aussi effectués pour mettre au point de nouvelles approches adaptées à la dynamique des peuplements complexes dans le but de maintenir ou encore de restaurer leurs attributs lorsqu'ils ont été altérés par les pratiques passées. En plus d'être mis à profit lors de l'élaboration de séquences d'interventions, les savoirs développés servent, en tenant compte des aspects financiers et économiques, à l'évaluation de la rentabilité des investissements réalisés.

- Afin de développer des approches sylvicoles visant à contrer l'importante diminution de la prévalence des sapinières irrégulières, un dispositif de recherche, auquel collaborent les chercheurs de l'Université Laval, a été établi à la Forêt Montmorency. Ce dispositif, qui se superpose à celui installé par le Consortium iFor, permettra de quantifier l'effet de différentes intensités de coupes partielles sur les caractéristiques dendrométriques des peuplements et leur aptitude à recréer une certaine diversité structurale.
- La problématique de la raréfaction et de la méconnaissance de la dynamique du thuya dans les peuplements aménagés continue d'être étudiée. Les travaux ont révélé une diminution de la densité de régénération et de gaules de thuya d'environ 80 % et des taux de broutement pouvant atteindre 90 %, selon les régions (13).

- Les chercheurs en sylviculture des résineux ont collaboré à un avis de recherche (37) et à un guide (53) sur la forêt préindustrielle comme état de référence. Ils ont également rédigé un article scientifique (22) et un avis de recherche (41) permettant de clarifier la terminologie associée à la coupe progressive irrégulière.
- Les chercheurs ont été sollicités en tant qu’auteurs, réviseurs et éditeurs des guides sylvicoles qui seront publiés en 2013. Ils ont rédigé les chapitres portant sur l’éclaircie précommerciale systématique, l’éclaircie commerciale, la coupe progressive irrégulière et régulière ainsi que sur la coupe avec protection des petites tiges marchandes. Ils ont aussi été interpellés dans le cadre de la révision du prochain MAFD et de l’analyse économique de l’éclaircie précommerciale.
- Afin de favoriser la compréhension des traitements, notamment de la coupe progressive irrégulière, et leur intégration à la pratique, les chercheurs ont présenté des conférences à titre d’auteurs principaux ou de collaborateurs (153, 165, 167, 170).

Les chercheurs en sylviculture et rendement des résineux prévoient en 2010 :

- La publication des résultats de 10 ans après différentes intensités d’éclaircie dans un peuplement composé de sapins et d’épinettes (Saint-Camille), dans une sapinière monospécifique (lac Ailloux) et dans une pessière noire (Parent).
- La publication des résultats obtenus dans le réseau de la mesure des effets réels de l’éclaircie commerciale.
- La participation à un nouveau projet, en collaboration avec des chercheurs de l’Université Laval et de l’Université du Québec à Rimouski, portant sur les relations plantes-herbivores dans lequel des traitements sylvicoles adaptés aux fortes densités d’originaux de la réserve faunique de Matane seront développés.

Sylviculture et rendement des peuplements mélangés

Les peuplements de la forêt mixte sont complexes en raison de la diversité des espèces qu’ils renferment et de leurs exigences écologiques différentes. Ainsi, il faut donner aux gestionnaires des outils sylvicoles leur permettant d’appliquer les principes de l’aménagement forestier durable dans le contexte d’une forêt pour laquelle les interventions sylvicoles du passé nous fournissent peu d’enseignements. Les activités de recherche sont donc axées sur la mise au point



Peuplement résineux apte à la coupe progressive irrégulière en Mauricie (S. Tremblay)



Régénération naturelle de thuya occidental en Gaspésie (C. Larouche)

de traitements sylvicoles novateurs et véritablement adaptés à la dynamique unique des peuplements de la forêt mixte.

- Les résultats de 6 ans d’application de coupes par trouées et par parquets combinées au scarifiage dans des bétulaies jaunes résineuses (BjR) de belle venue ont montré que le bouleau jaune s’établit bien dans les trouées de 20 à 40 m de diamètre. Toutefois, le retour des résineux apparaît incertain à long terme, en particulier celui de l’épinette rouge (21).
- Afin de tester l’utilisation de trouées de plus petites dimensions pour régénérer l’épinette rouge dans les BjR, un dispositif de jardinage par groupes d’arbres avait été

établi en 2008. En 2009, une partie des trouées créées par ce type de coupe a été enrichie avec des plants d'épinette rouge dans le but d'évaluer l'efficacité de cette mesure de réintroduction.

- La coupe progressive irrégulière (CPI), bien qu'elle soit peu connue au Québec, est un procédé de régénération qui offre un grand potentiel pour l'atteinte d'objectifs tant écologiques que socioéconomiques. Ainsi, une synthèse de la littérature scientifique a été produite, entre autres, pour clarifier la terminologie utilisée et pour discuter de la place de la CPI dans la sylviculture des forêts du nord-est de l'Amérique du Nord (22, 41).
- Afin de développer le savoir associé à la CPI, un dispositif de recherche a été implanté en 2009 dans une sapinière à bouleau jaune irrégulière du comté de Portneuf. Divers scénarios de coupes progressives régulières et irrégulières y sont testés comme alternative à la coupe avec protection de la régénération et des sols.
- Enfin, des activités de transfert de connaissances ont été effectuées, notamment dans le cadre d'un atelier sur les coupes progressives, organisé par le MRNF (134, 165, 166, 167).

Les chercheurs en sylviculture et rendement des peuplements mélangés prévoient en 2010-2011 :

- La publication des résultats de 10 ans de rendements provenant des arbres résiduels à la suite de l'application de différentes intensités de coupes partielles dans une tremblaie résineuse du comté de Bellechasse dans les Appalaches.
- La publication des résultats de 10 ans de rendements provenant des arbres résiduels à la suite de l'application de différentes intensités de coupes partielles dans deux bétulaies jaunes résineuses des comtés de Bellechasse (Armagh) et Portneuf (Duchesnay).



Inventaires avant la coupe dans un dispositif de coupe progressive irrégulière. (P. Raymond)



Implantation d'un dispositif de coupe progressive irrégulière en forêt mixte (D. Dumais)

Sylviculture et rendement des peuplements feuillus

Pour assurer l'aménagement durable des forêts de feuillus, les recherches se poursuivent en vue d'améliorer les pratiques forestières et aussi pour réhabiliter les forêts de feuillus qui ont été dégradées par le passé. Les recherches sont donc axées tant sur le rendement en matière ligneuse que sur l'effet des traitements sylvicoles, sur la qualité des tiges et aussi sur les produits que l'on peut en tirer.

- Des travaux portent sur la mise au point de traitements sylvicoles destinés à régénérer des peuplements feuillus, et plus particulièrement le bouleau jaune dans les érablières. L'utilisation de coupes progressives irrégulières a été proposée à cet effet (22, 41, 153, 165) et un nouveau dispositif expérimental a été installé dans la région de Québec pour l'étudier (101). De plus, de nouvelles connaissances ont été acquises sur la relation entre la taille des trouées de régénération et la composition de la régénération obtenue par celles-ci (29).
- D'autres travaux portent sur la mise au point de traitements sylvicoles destinés à éduquer les jeunes peuplements feuillus. Un nouveau dispositif expérimental a été installé en Estrie afin d'étudier l'éclaircie commerciale. La pratique tardive de l'éclaircie précommerciale a aussi été proposée selon un mode de sylviculture intensive (61, 118) et un nouveau dispositif expérimental a été installé dans les Laurentides pour l'étudier.
- En vue de calculer la rentabilité de l'élagage pour la production de bois d'œuvre de qualité chez le pin blanc, un modèle a été élaboré dans lequel la qualité de station, la densité de tiges ainsi que l'élagage sont pris en compte pour générer différents scénarios sylvicoles et estimer leur production de bois d'œuvre (59).
- Des mesures du rendement des principaux types de coupes effectuées en forêt de feuillus sont réalisées pour valider ou corriger les hypothèses de rendement inscrites dans le *Manuel d'aménagement forestier*. De nouvelles connaissances ont ainsi été acquises sur les différences régionales de rendement des coupes partielles (de jardinage) pratiquées de 1995 à 1999 dans les érablières (62).
- Les recherches ont aussi approfondi des connaissances propres aux méthodes d'inventaire des peuplements feuillus. Il existe plusieurs systèmes de classement des propriétés d'arbres feuillus, mais ils ne fournissent pas tous la même puissance d'évaluation des produits de bois qu'ils contiennent et de leur valeur (9). De plus, il a été démontré que les différentes méthodes de mesure

du diamètre des arbres ont des effets significatifs sur l'évaluation du volume de ces peuplements (11), notamment à cause de l'abondance des gros arbres (diamètre > 40 cm).

Les chercheurs en sylviculture et rendement des peuplements feuillus prévoient en 2010 :

- La publication de résultats, après 10 ans, de la croissance et du rendement d'éclaircies commerciales de différentes intensités. Ces résultats serviront à déterminer les modalités d'application les plus avantageuses et les rendements associés à l'éclaircie commerciale des pinèdes à pin blanc et des pinèdes à pin rouge de l'Outaouais.
- L'éclaircie commerciale est une alternative prometteuse à la coupe de régénération pour les bétulaies blanches de 70 ans et plus afin d'augmenter la production de bois de déroulage. La publication des premiers résultats d'éclaircie commerciale d'une bétulaie blanche au Témiscamingue, 10 ans après la coupe, devrait le démontrer.
- Les effets de coupes de jardinage pratiquées, il y a 15 ans dans trois régions du Québec, seront publiés de façon à faire ressortir des différences entre les régions et entre les périodes d'accroissements depuis la coupe.
- D'autres résultats quinquennaux traitant de la régénération dans des trouées sylvicoles permettront de quantifier l'installation du bouleau jaune dans des peuplements mixtes.
- Des analyses qui démontrent les effets de la taille des placettes sur la précision de la structure des érablières et des composantes de leur accroissement, tels que l'accroissement net et la mortalité, seront poursuivies.
- Des résultats du jardinage acérico-forestier sur la production de sève au cours des premières années après la coupe seront publiés pour deux érablières.



Récolte dans un projet de coupe progressive irrégulière, variante à couvert permanent, à Duchesnay (E. Boulay)



Récolte dans un projet de coupe progressive irrégulière, variante à régénération lente, à Duchesnay (F. Guillemette)

Modélisation de la croissance et du rendement des forêts

L'aménagement durable des forêts publiques québécoises repose sur le principe que l'exploitation actuelle de la ressource forestière ne doit pas compromettre les besoins des générations futures. Or, pour respecter ce principe, les aménagistes forestiers ont besoin d'outils d'aide à la décision. L'enjeu consiste donc à pourvoir les aménagistes forestiers de modèles de simulation qui leur permettront de prévoir l'état futur des forêts québécoises. L'objectif consiste à suivre, au moyen de placettes permanentes ou de mesures successives de dispositifs expérimentaux, l'évolution de différents types de forêts à la suite de traitements sylvicoles ou de per-

turbations naturelles. Les données de ces placettes sont ensuite analysées et transformées en modèles de croissance. La nature des données d'entrée et de sortie est établie de concert avec les aménagistes forestiers afin de s'assurer que les modèles répondront à leurs besoins.

- Les travaux de modélisation associés au calcul de la possibilité forestière ont conduit à la livraison du modèle ARTÉMIS 2009 (30). Ce modèle de simulation par tiges individuelles, indépendant des distances, permet de prendre en considération l'effet d'une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, permettant ainsi des analyses de sensibilité dans les calculs de possibilité forestière (74, 115, 145, 146). Une autre étude a porté sur la propagation des erreurs prévisionnelles dans le calcul de possibilité forestière (157). D'autre part, les travaux portant plus particulièrement sur les forêts de feuillus ont conduit à l'élaboration de SaMARE, un modèle par tiges individuelles destiné à la prévision de la croissance des érablières de structure inéquienne du Québec méridional (10, 31, 72, 73).
- Par ailleurs, des études de simulation sur le choix des études d'arbres ont permis de mettre au point une méthode visant à améliorer l'estimation de la hauteur dominante des peuplements forestiers (16, 78, 79). D'autres études ont visé l'intégration de l'influence de la station et du climat pour 20 espèces commerciales du Québec aux relations hauteur-diamètre (32) et l'élaboration d'équations de défilement pour l'épinette noire (14). Enfin, des travaux en modélisation forestière ont conduit à une meilleure compréhension de la dynamique de la régénération forestière en forêt boréale (1).
- Des stratégies visant à accroître la précision des prévisions découlant des modèles de simulation forestière ont été élaborées (28), notamment par l'amélioration des méthodes d'acquisition de données et de leur qualité (78) ou en tenant compte de la complexité de la structure des peuplements forestiers (51, 77).

Sylviculture et rendement des plantations

Le succès d'établissement de la régénération forestière après coupe constitue l'assise d'un aménagement forestier durable. Dans un contexte d'intensification de la sylviculture, la plantation représentera le meilleur moyen pour augmenter de façon notable la productivité des forêts. L'atteinte des objectifs de production ligneuse nécessitera toutefois un engagement pour la réalisation de toute la séquence des traitements sylvicoles, notamment en optimisant la gestion de la végétation compétitive. Par ailleurs, les plantations consti-

tueront dans certains cas un outil privilégié dans l'atteinte d'objectifs d'aménagement écosystémique, par exemple, pour la réintroduction ou le maintien d'espèces forestières en déclin.

- Une conférence intitulée «La production de bois et la conservation à l'aide de plantation — exemple de l'épinette blanche» a été présentée à quelques reprises, dont lors du Colloque sur l'intensification de l'aménagement forestier, tenu à Québec en mars 2010 (163). Cette conférence présente les conditions qui permettent à l'aménagiste d'obtenir des rendements largement supérieurs à ceux généralement rencontrés en forêt naturelle. À partir d'un mémoire à paraître prochainement intitulé *Tarif de cubage, tables de rendement et modèles de croissance pour les plantations d'épinette blanche au Québec*, nous y avons montré le rôle important des plantations, non seulement du point de vue de la production de matière ligneuse, mais également du point de vue de ses effets positifs sur l'environnement (86).
- De vastes superficies de la forêt boréale sont envahies par les plantes éricacées, avec des conséquences négatives majeures sur la productivité forestière et la biodiversité (92, 122, 139). Des recherches ont montré comment le retour d'un couvert résineux, comme suite aux travaux sylvicoles, amorce une boucle de rétroaction positive en regard de la fertilité des sols (20). Également, un outil de cartographie des éricacées à l'aide d'images satellitaires a été mis au point (27, 92); il permettra éventuellement de quantifier l'enjeu aux échelles régionale et provinciale.
- Par ailleurs, la recherche a mis en évidence certaines réponses physiologiques des éricacées et de la régénération d'épinette (120, 121, 123, 124) qui permettront le développement d'approches sylvicoles préventives et curatives (130, 141, 142).
- Avec l'abandon de l'utilisation des phytocides, le Québec est à l'avant-garde mondiale en matière d'approches durables de gestion de la végétation forestière. Une recherche à long terme indique comment les dégagements permettent de mitiger certains effets de la compétition, et détermine les limites associées au choix d'approches exclusivement mécaniques (6). Le contexte historique et les travaux de recherche qui ont conduit à la stratégie sans herbicide du Québec ont fait l'objet d'un article synthèse (25), puis ont été présentés au Canada et ailleurs à l'invitation d'organismes intéressés par l'approche du Québec dans ce domaine (91, 137). La situation des plantations au Québec a aussi pu être comparée à celle

d'autres pays à l'occasion de congrès internationaux ou de visites (25, 124, 137, 149).

Travail forestier

Les travaux propres à ce créneau concernent essentiellement la recherche de solutions qui s'appuient sur de solides fondements scientifiques afin de déterminer la valeur financière de divers traitements sylvicoles. Cette valeur tient compte à la fois de l'organisation du travail, des coûts associés aux caractéristiques de la forêt et de la productivité attendue des travailleurs dans un contexte de protection de leur santé et de sécurité.

- Les recherches effectuées par la DRF, en partenariat avec l'Université Laval et l'École Polytechnique de Montréal, contribuent à l'acquisition de connaissances nécessaires à l'atteinte de ces objectifs. Ces recherches ont permis de développer des modèles utiles pour ajuster les prix unitaires à payer pour les travaux sylvicoles comme la coupe de jardinage, la mise en terre de plants, le dégagement de la régénération (111) et l'éclaircie précommerciale.
- En plus d'assurer une communication constante de ses résultats de recherche aux entreprises sylvicoles et aux coopératives forestières, la DRF offre un appui au MRNF dans les travaux du Comité pour l'amélioration des conditions de travail en aménagement forestier mis en place par la ministre. Ainsi, la DRF appuie par ses travaux la mise à jour annuelle des taux unitaires pour les traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits de coupe (non commerciaux) et l'acquisition de connaissances lors de l'élaboration de nouveaux traitements sylvicoles (24, 45).



Photo de l'observateur prise pendant qu'il note les activités du reboiseur. (D. Dubeau)

Transfert et diffusion de connaissances

Sylviculture et rendement des forêts

Les résultats de recherche sont diffusés grâce à des articles scientifiques, des mémoires de recherche ou d'autres publications révisées par des pairs, ou encore présentées lors de conférences scientifiques. En 2009-2010, les chercheurs du Service de la sylviculture et du rendement des forêts ont ainsi publié ou participé à la publication de 15 articles scientifiques et de 4 mémoires de recherche. De plus, pour assurer une bonne compréhension et une intégration des recommandations en découlant, il faut effectuer le transfert vers des praticiens en sylviculture ou d'autres aménagistes du territoire forestier au moyen d'avis de recherche, de guides, de conférences vulgarisées ou d'ateliers. Les chercheurs ont ainsi présenté des résultats de recherche dans des conférences ou des ateliers à 57 occasions et publié 10 documents de vulgarisation. De plus, les utilisateurs d'ARTÉMIS ont bénéficié d'un accompagnement soutenu pour faciliter leur appropriation de ce nouveau modèle et son intégration dans les calculs de la possibilité forestière.

Les chercheurs sont fréquemment sollicités à titre de conseillers ou d'experts dans de grands dossiers ministériels. Ce fut le cas cette année dans le dossier des guides sylvicoles. Relativement à l'objectif ministériel d'assurer l'intégration et la disponibilité des nouvelles connaissances, plusieurs chercheurs de la DRF ont participé à des activités de transfert de connaissances en rédigeant ou en révisant des textes pour ces guides qui paraîtront dans une prochaine année. Leur expertise a aussi été sollicitée pour la révision du prochain *Manuel d'aménagement durable*, document qui soutiendra l'établissement des stratégies sylvicoles en vue des prochains calculs de la possibilité forestière. Les chercheurs en sylviculture et rendement des forêts participent aussi à la diffusion des connaissances de leur domaine d'expertise en participant à la rédaction d'ouvrages de synthèse. Cette année, cinq livres auxquels ils ont collaboré ou dont ils ont dirigé la rédaction d'un chapitre ont été publiés, notamment la deuxième édition du *Manuel de foresterie* (43, 45, 46, 50, 51, 52).

A close-up photograph of several green leaves with serrated edges and prominent veins. A thin white horizontal line is positioned above the text. The background is a blurred forest scene with sunlight filtering through the foliage.

LE SERVICE DU SOUTIEN SCIENTIFIQUE

Le Service du soutien scientifique a pour mandat de fournir une part de l'expertise scientifique requise à l'élaboration et à la réalisation des projets de recherche, à la production scientifique ainsi qu'à la diffusion des nouvelles connaissances vers la pratique forestière.

Plus spécifiquement, le Service du soutien scientifique assure :

- une expertise de pointe dans les domaines de la chimie et de la biométrie, de même que la conception de nouvelles approches, de nouveaux procédés et de nouvelles méthodes dans ces domaines ;
- l'expertise et le soutien technique nécessaires à la diffusion et à l'intégration des résultats de recherche, notamment en matière de veille technologique, d'édition des publications et de transfert des connaissances ;
- la gestion de l'Herbier du Québec et la réalisation de projets d'acquisition et de diffusion de connaissances en matière de flore, plus spécifiquement d'espèces menacées ou vulnérables ;
- la gestion du réseau des Forêts d'expérimentation et des Forêts d'enseignement et de recherche (FER) ;
- la gestion des ententes de collaboration et du Programme de subventions à la recherche en aménagement et en environnement forestiers du Ministère.

Laboratoire de chimie organique et inorganique

Le laboratoire de chimie organique et inorganique procure à sa clientèle le soutien scientifique nécessaire à la réalisation de leurs objectifs de recherche ou d'activités. L'expertise et le savoir-faire du laboratoire sont sollicités non seulement par les chercheurs de la DRF, mais aussi par d'autres unités administratives du Ministère. La prestation de services du laboratoire repose sur une politique « Qualité » qui est d'offrir à ses clients divers services spécialisés, conformément aux exigences préétablies de qualité et de production.

En 2009-2010, le laboratoire a procédé à l'analyse de plus de 25 000 échantillons de sol, de tissus végétaux, de substrats organiques et d'eau. Plus de 80 % des activités du laboratoire appuyaient la réalisation d'une vingtaine de projets. Par exemple, le laboratoire a contribué de façon importante, par

la caractérisation chimique de plusieurs milliers d'échantillons, au projet d'établissement de la limite nordique et au monitoring du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec (RESEF) et de bassins versants. Ces travaux constituent un élément clef d'acquisition de connaissances du fonctionnement des écosystèmes forestiers. Le suivi de croissance et la qualification des plants produits en pépinières publiques et privées constituaient un autre apport important du laboratoire.

En marge des activités d'analyse, le laboratoire a poursuivi l'amélioration de ses services par, entre autres, le renouvellement de sa certification ISO/CEI 17025 à la suite d'un audit externe réalisé par le Bureau de normalisation du Québec, agissant à titre de représentant du Conseil canadien des normes. En plus d'assurer un contrôle de la compétence du personnel et de la qualité des services, la norme se veut un outil d'amélioration des activités. À cet égard, le laboratoire a fait l'acquisition d'un analyseur d'azote par combustion, d'une station automatisée de titration et d'un chromatographe liquide à haute performance. Cette instrumentation permettra de répondre à de nouveaux besoins exprimés par la clientèle et à maintenir, voire augmenter, la capacité analytique du laboratoire. Notons aussi que le laboratoire a participé avec succès à une dizaine d'études d'essais d'aptitude de calibre national et international.

Parallèlement, le laboratoire a peaufiné son nouveau système de gestion de données, implanté au début 2009, en y intégrant de nombreuses améliorations. Enfin, le laboratoire a révisé en profondeur son programme de prévention en santé et sécurité du travail.

Pour 2010-2011, en plus des services d'analyses, d'avis et de conseils scientifiques, le laboratoire consacrera une partie de ses ressources à la mise en fonction des nouveaux instruments, au développement de nouvelles méthodes et à la révision de certains processus et procédures relatives à la gestion documentaire, à la formation, aux audits internes et à la mesure de la satisfaction de sa clientèle.



Analyse des tissus végétaux par spectrométrie d'émission atomique au plasma par Martine Beaumont, technicienne au laboratoire.



Analyse d'échantillons de sol par chromatographie liquide par Ginette Mainguy, technicienne au laboratoire. (C. Deblois)

Biométrie

Les services offerts par l'équipe de biométrie touchent à divers domaines tels que la planification d'expériences et la collecte de données, la détermination des méthodes sta-

tistiques appropriées, l'analyse statistique des données, la modélisation, l'interprétation des résultats, la rédaction de rapports d'analyses ainsi que l'utilisation de logiciels ayant trait à la biométrie.

En 2009-2010, l'équipe de biométrie a traité 10 projets d'analyse statistique ou mathématique parmi lesquels un provenait d'une autre direction de Forêt Québec. Au 31 mars 2010, 14 autres projets étaient en cours de réalisation.

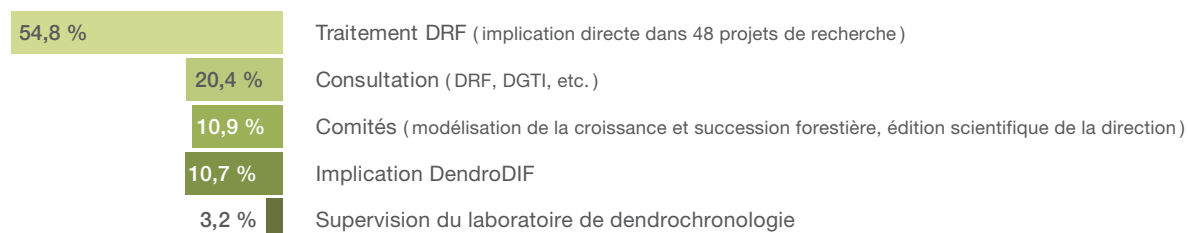
Les statisticiens et mathématiciens de l'équipe de biométrie ont été régulièrement consultés par les chercheurs de la DRF pour différents aspects de leurs recherches. En 2009-2010, l'équipe a accordé 256 consultations se rapportant à 48 projets de la DRF. Il est intéressant de noter que près de 88 % des chercheurs ont consulté au moins une fois l'équipe de biométrie. Par ailleurs, la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, la Direction de l'aménagement des forêts publiques et privées, la Direction de l'environnement et de la protection des forêts, la Direction générale des technologies de l'information, la Direction des inventaires forestiers ainsi que le Bureau du forestier en chef ont bénéficié des services de l'équipe de biométrie, que ce soit pour un traitement statistique ou une consultation.

Parmi les travaux marquants de l'équipe de biométrie en 2009-2010, notons :

- Participation d'une statisticienne à la mise en application du modèle de croissance forestière à l'échelle du peuplement NATURA dans la plateforme de simulation Capsis pour le Bureau du forestier en chef.
- Participation de deux statisticiennes à l'élaboration des tables de rendement de l'épinette blanche et rédaction d'un mémoire de recherche.
- Participation au développement des modèles de niches afin de prédire la répartition potentielle des espèces arborescentes en 2050 et 2080, dans un contexte de changements climatiques.
- Participation de deux statisticiennes au Comité d'édition et de révision des publications scientifiques et des projets de recherche internes de la direction :
 - révision et recommandations pour 13 projets à soumettre au FQRNT pour évaluation de la pertinence ou évaluation scientifique ;
 - révision et recommandations d'un mémoire de recherche forestière.

- Pilotage de la mise en application et de l'utilisation du logiciel DendroDIF à la DRF, qui permet la prise de données informatisées validées directement sur le terrain et prêtes pour les analyses.
- Contribution à la réalisation de la sélection des arbres d'avenir dans le programme d'amélioration génétique des arbres. La sélection des arbres découle directement des analyses utilisant les modèles de génétique quantitative élaborés par l'équipe de biométrie.

La figure ci-dessous illustre la répartition du temps de l'équipe de biométrie dans les divers dossiers ou catégories de dossiers.



Publications et documentation

En matière de publication, la DRF a poursuivi son travail habituel de consultation, de révision et d'édition de documents tels que les mémoires de recherche forestière, les notes de recherche forestière, les rapports hors série et les articles de vulgarisation. Ainsi, l'exercice budgétaire 2009-2010 a donné lieu, entre autres, à la production de sept mémoires et d'une note de recherche forestière, ce qui constitue en soi un sommet en matière d'édition des collections propres à la DRF.

Au chapitre des relations avec la clientèle, la DRF a traité 107 demandes d'information ou de consultation qui relevaient de ses domaines d'expertise. La majorité de ces demandes a été reçue par courrier électronique. À cela s'ajoute aussi l'envoi de nombreux documents, la majorité par courrier électronique.

Herbier du Québec

Avec ses 153 000 spécimens, l'Herbier du Québec (QUE) est le troisième herbier en importance au Québec. Spécialisé en taxonomie végétale, en floristique et en malherbologie, il apporte un soutien scientifique et technique aux activités gouvernementales et aux ministères auxquels sa gestion a été confiée [MRNF et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)]. Il met à la disposition des chercheurs scientifiques ses collections de la flore du Québec et de l'est de l'Amérique du Nord ainsi qu'une documentation spécialisée comptant environ 4 300 titres.

En 2009-2010, 486 nouveaux spécimens ont été intégrés à ses collections, 58 spécimens ont été empruntés à d'autres herbiers à des fins de recherche et 39 prêtés aux mêmes fins. Actuellement, 3 663 monographies et articles scientifiques traitant de la flore de l'Amérique du Nord et de l'hémisphère Nord sont répertoriés dans la banque de données INFOBASE QUE. En 2009, un fonds comprenant près de 6 400 tirés à part traitant surtout des bryophytes a été donné à l'Herbier et sera progressivement intégré et rendu accessible.

Depuis 2005, les données informatiques relatives aux spécimens de l'Herbier du Québec et de l'Herbier Louis-Marie (Université Laval) sont regroupées au sein d'une même banque de données, laquelle peut être utilisée par les chercheurs associés à ces organisations. Il s'agit de la première étape d'une mise en ligne des données sur la flore du Québec sur le Web. À ce jour, près de 162 000 spécimens ont été informatisés, dont 45 000 spécimens de l'Herbier du Québec.

L'Herbier du Québec participe activement au programme conjoint du MRNF et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) concernant la connaissance et la protection de la flore menacée ou vulnérable du milieu forestier. Cette année, des efforts importants ont été déployés pour publier le troisième guide de reconnaissance des habitats des espèces forestières menacées ou vulnérables pour les régions de la Côte-Nord et du Saguenay-Lac Saint Jean (53). Avec les trois guides publiés à ce jour (2007, 2008 et 2009), tout l'est du Québec est

couvert. Un quatrième guide de reconnaissance portant sur les régions de l'Outaouais, des Laurentides et de Lanaudière est en cours de réalisation et paraîtra au printemps 2011.

Le botaniste du MRNF s'est également investi dans la préparation d'éditions révisées et mises à jour de la *Petite flore forestière du Québec*, en collaboration avec la Direction des inventaires forestiers, et d'*Arbres, arbustes et arbrisseaux du Québec* (49), publiée aux Publications du Québec en 2009. Il a corédigé le chapitre de dendrologie de la deuxième édition du Manuel de foresterie (50). D'autres projets sont également en cours de réalisation, dont le plan de conservation du carex des glaces, en collaboration avec le MDDEP, la Société des établissements de plein air du Québec (SEPAQ) et le Jardin botanique de Montréal, et l'inventaire floristique du projet de parc national d'Opémican au Témiscamingue.

Le personnel de l'Herbier contribue par ailleurs à la collecte et à l'intégration de données au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (MDDEP). Depuis 2000, il collabore au projet Flore du Québec-Labrador nordique avec le Centre d'études nordiques de l'Université Laval. Le botaniste du MRNF est responsable du traitement taxonomique et de la rédaction des clés d'identification et des descriptions de 69 espèces et 35 genres compris dans 16 familles (principalement les gymnospermes et les ptéridophytes) et le botaniste du MAPAQ collabore à l'iconographie de l'ouvrage. Le botaniste du MRNF est membre du Comité consultatif sur la flore menacée ou vulnérable du Québec pour un mandat de trois ans, prenant fin en 2011.

Les connaissances acquises dans le cadre des activités de l'Herbier sont diffusées sur une base régulière dans des guides, des rapports, des notes ou des articles scientifiques. Plusieurs de ces documents sont disponibles sur le site Web de la DRF.



Andrée Michaud, technicienne à l'Herbier du Québec, pendant une séance d'identification (N. Dignard)



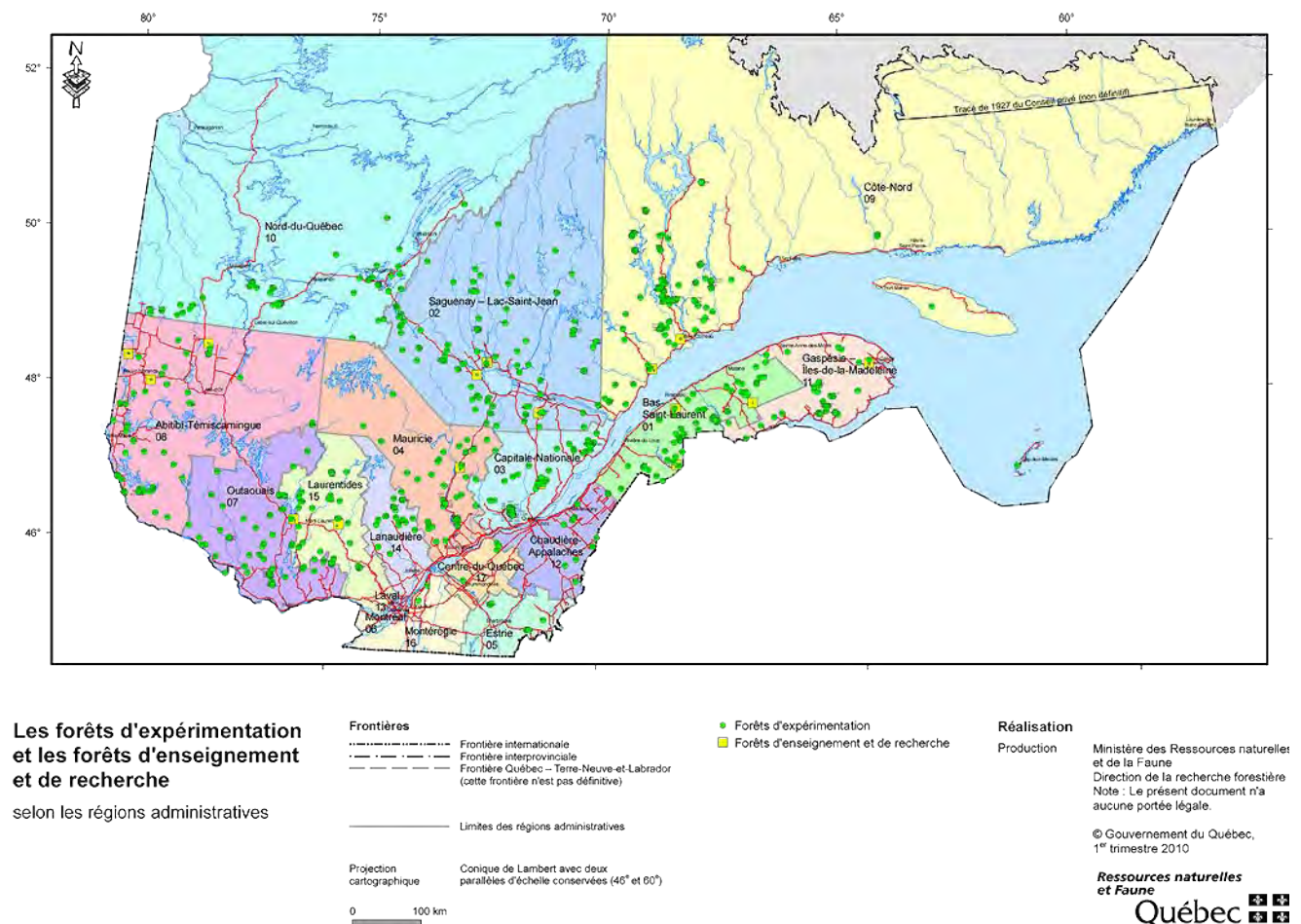
Norman Dignard, conservateur associé de l'Herbier du Québec et botaniste du MRNF, au cours d'une campagne sur le terrain dans les monts Torngat en 2003 (M. Despons)

Forêts d'expérimentation et forêts d'enseignement et de recherche

Les forêts d'expérimentation sont des territoires publics réservés exclusivement à des fins de recherche et d'expérimentation en foresterie. D'une superficie d'au plus 500 ha, elles sont constituées à même les réserves forestières ou les unités d'aménagement par arrêté ministériel, en vertu de l'article 107 de la Loi sur les forêts. Le réseau compte actuellement près de 600 FE.

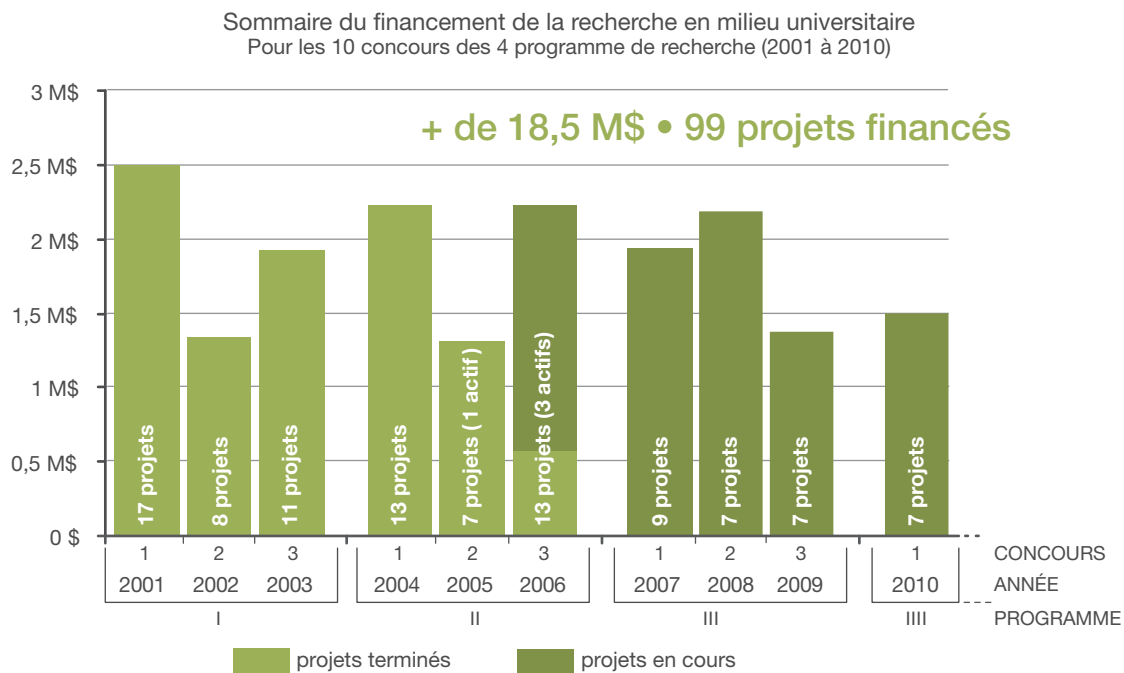
Les principaux bénéficiaires des FE sont, au MRNF, la DRF, la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles et les directions régionales «forêt» du Secteur des opérations régionales. L'Université Laval, les composantes du réseau de l'Université du Québec et le Centre de foresterie des Laurentides comptent également parmi les bénéficiaires des FE. En 2009-2010, 8 nouvelles FE ont été créées, une FE a été annulée, 28 sont arrivées à échéance et 3 ont été modifiées. Actuellement, plus de 80 demandes de FE sont en traitement.

Les forêts d'enseignement et de recherche sont des territoires publics affectés à l'enseignement, à l'expérimentation et à la recherche appliquée en foresterie. Elles sont constituées à même les réserves forestières par arrêté ministériel, en vertu de l'article 112 de la Loi sur les forêts. Leur superficie ne dépasse généralement pas 3 000 ha. Le réseau des FER compte actuellement 16 territoires, gérés pour la plupart par des établissements d'enseignement secondaire, collégial ou universitaire. Aucun changement dans le réseau n'est survenu en 2009-2010.



Programme de subventions à la recherche et au développement

Le MRNF, en partenariat avec le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, accorde des subventions à la recherche universitaire en foresterie par l'entremise du Programme de recherche en partenariat sur l'aménagement et l'environnement forestiers. Depuis 2000, la DRF et le FQRNT ont investi plus de 18,5 millions de dollars dans la recherche universitaire, ce qui a permis la réalisation de 99 projets de recherche répondant à des besoins de recherche identifiés par les utilisateurs et les gestionnaires de la forêt québécoise (voir graphique ci-dessous illustré à la page 45).



En 2009-2010, le processus rigoureux d'appel de propositions et de sélection des projets a permis de sélectionner sept nouveaux projets de recherche qui débiteront au printemps 2010. Les chercheurs responsables des projets sont rattachés à l'Université du Québec à Montréal ainsi qu'à l'Université Laval et se partageront plus de 1,5 million de dollars.

Dans un autre ordre d'idées, l'expérience acquise par la DRF en matière de sélection de nouveaux projets de recherche a été mise à contribution, encore cette année, pour le Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier (PMVRMF). En effet, la DRF offre un soutien aux directions régionales du Ministère, principalement pour la vérification des doublons de propositions et pour la coordination de l'évaluation scientifique des projets de recherche soumis au Volet I du PMVRMF.



LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2010-2011

PROJETS INTERNES



NUMÉRO DE PROJET	TITRE DU PROJET	TITULAIRE DU PROJET
------------------	-----------------	---------------------

Écologie forestière

PROJET(S) EN COURS

112310059	Comment la connaissance des gradients écologiques (climat, milieu physique, perturbations) qui contrôlent le développement de la végétation contribue à définir l'aménagement écosystémique ?	Pierre Grondin
112310086	Aménagement écosystémique des sapinières boréales du Québec : structure, composition et dynamique des forêts préindustrielles	Yan Boucher
112310115	États de référence et variabilité naturelle des paysages forestiers du Saguenay-Lac-Saint-Jean (domaine de la sapinière à bouleau blanc)	Pierre Grondin

PROJET(S) TERMINÉ(S)

0100 3555	Productivité des paysages régionaux de la pessière et de la zone de la forêt mixte	Michel Thibault
-----------	--	-----------------

Écosystèmes et environnement

PROJET(S) EN COURS

112310061	Étude des phénomènes d'altération des sols forestiers, en lien avec l'aménagement forestier durable	Rock Ouimet
112310063	Amélioration de la fertilité des écosystèmes forestiers par l'amendement et la fertilisation des sols	Jean-David Moore
112310065	Monitoring de bassins versants : un élément clef d'acquisition de connaissances du fonctionnement des écosystèmes forestiers	Louis Duchesne
112310066	Monitoring du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec (RESEF)	Rock Ouimet
112310070	Cartographie des charges critiques en relation avec les précipitations acides	Rock Ouimet
112310071	Étude des dépôts atmosphériques de calcium sur les écosystèmes forestiers	Daniel Houle
112310095	Cartographie de la croissance potentielle des peuplements de la forêt tempérée nordique du Québec	Catherine Périé
112310096	Évaluation des premières réactions du sol de la pessière à mousses de l'Est face au réchauffement climatique	Sylvie Tremblay
112959220	Impacts des changements climatiques sur la répartition des arbres au Québec	Catherine Périé

PROJET(S) TERMINÉ(S)

0200 3057	Historique de l'acidification des sols forestiers à l'aide de la dendrogéochimie et de la dendrochronologie	Sylvie Tremblay
112310062	Prélèvement des cations et immobilisation dans la biomasse de trois bassins versants expérimentaux	Sylvie Tremblay
112310067	Évaluation du bilan du carbone des friches boisées et non boisées dans le sud du Québec	Sylvie Tremblay
112310068	Impact de l'éclaircie précommerciale sur la diversité végétale et la fertilité des sols, deux critères associés au développement durable des forêts	Catherine Périé
112310069	Étude de la dynamique des essences commerciales au Québec : récentes tendances (1970-2003)	Louis Duchesne

Amélioration génétique des arbres

PROJET(S) EN COURS

112310072	Amélioration génétique des mélèzes (6 volets)	Martin Perron
112310073	Amélioration génétique du pin gris (4 volets)	Mireille Despons
112310074	Amélioration génétique de l'épinette noire (7 volets)	Mireille Despons
112310075	Amélioration génétique du peuplier (5 volets)	Pierre Périnet
112310076	Amélioration génétique de l'épinette de Norvège (5 volets)	Marie-Josée Mottet
112310077	Intégration de la résistance aux maladies dans le programme d'amélioration génétique des peupliers hybrides : développement de méthodes de sélection et déploiement des clones	Marie-Josée Mottet
112310078	Amélioration génétique de l'épinette blanche (3 volets)	André Rainville
112310079	Évaluation des gains réels de productivité associés au reboisement de plants génétiquement améliorés	André Rainville
112310080	Étude génétique des principaux caractères du bois de jeunesse chez le mélèze laricin	Martin Perron
112310091	Amélioration génétique des feuillus nobles (4 volets)	André Rainville
112959225	Conception d'une stratégie québécoise de conservation des ressources génétiques forestières, en lien avec leur vulnérabilité aux changements climatiques	André Rainville
112959231	Intégration des effets des changements climatiques dans l'élaboration des modèles de transfert de semences	André Rainville

PROJET(S) TERMINÉ(S)

0300 1010	Introduction d'espèces exotiques et indigènes et banque de semences (2 volets)	Martin Perron
-----------	--	---------------

Production de semences et de plants

PROJET(S) EN COURS

112310032	Intégration de l'utilisation des boutures dormantes dans la filière opérationnelle de bouturage des conifères au Québec	Denise Tousignant
112310038	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	Mohammed S. Lamhamedi
112310082	Qualité de la germination des graines d'essences résineuses en pépinière	Fabienne Colas
112310083	Optimisation des techniques de culture pour un meilleur développement du système racinaire des plants résineux issus de boutures et repiqués en pépinière	Denise Tousignant
112310084	Intégration de l'embryogenèse somatique dans l'optimisation de la gestion des vergers à graines d'épinette blanche pour augmenter le rendement ligneux en plantation	Fabienne Colas
112310085	Identification de mesures en pépinière pour prévenir et réduire la contamination des eaux souterraines par les fertilisants	Jean Gagnon
112310088	Plantations d'évaluation des effets à moyen terme de diverses techniques culturales appliquées en pépinière forestière	Denise Tousignant
112310089	Projets de mise à l'échelle opérationnelle de la production de plants par embryogenèse somatique	Laurence Tremblay
112310094	Optimisation des principales pratiques culturales affectant l'insuffisance racinaire et la qualité morpho-physiologique des plants produits en pépinière forestière	Mohammed S. Lamhamedi
112310111	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	Fabienne Colas
112310112	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	Mohammed S. Lamhamedi

PROJET(S) TERMINÉ(S)

0500 3071	Gestion de l'irrigation et de la fertilisation en relation avec l'hétérogénéité microspatiale des teneurs en eau, la croissance et la physiologie des plants à racines nues	Mohammed S. Lamhamedi
112310081	Aménagement des vergers à graines de deuxième génération	Fabienne Colas
112310087	Élaboration des seuils de tolérance au gel des plants d'épinette noire (1+0) selon les régions écologiques	Mohammed S. Lamhamedi

Sylviculture et rendement des forêts naturelles

PROJET(S) EN COURS

112310116	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris	Patricia Raymond
-----------	---	------------------

Sylviculture et rendement des forêts naturelles - peuplements résineux

PROJET(S) EN COURS

112310004	Coupe progressive d'ensemencement dans les forêts résineuses	Marcel Prévost
112310005	Classification et dynamique des stations à éricacées au Québec	Nelson Thiffault
112310006	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (résineux)	Stéphane Tremblay
112310009	Effets de différents traitements d'éclaircie précommerciale sur les caractéristiques dendrométriques des peuplements à dominance résineuse	Stéphane Tremblay
112310010	Scarifiage pour promouvoir la régénération naturelle des peuplements d'épinette noire et de sapin baumier en présence de semenciers	Marcel Prévost
112310011	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale pour la production prioritaire de résineux	Stéphane Tremblay
112310012	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie commerciale pour la production prioritaire de résineux	Stéphane Tremblay
112310013	Régénération de sapinières en présence de fortes concentrations de cerfs de Virginie (Participation de la DRF au projet Anticosti)	Nelson Thiffault
112310044	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe avec protection de la haute régénération et des sols (CPHRS)	Stéphane Tremblay

112310051	Mesure des effets réels du regarni de la régénération naturelle résineuse	Catherine Larouche
112310057	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe avec protection de la régénération et des sols de peuplements résineux, volet volume	Stéphane Tremblay
112310107	Modélisation du défilement des tiges de plusieurs espèces de feuillus intolérants et de résineux	Mathieu Fortin
112310114	Expérimentation de procédés de régénération pour le maintien et la croissance du thuya occidental en peuplements résineux	Catherine Larouche
PROJET(S) TERMINÉ(S)		
112310060	Étalonnage d'un modèle basé sur une approche par tiges individuelles pour les principales végétations potentielles du Québec	Mathieu Fortin

Sylviculture et rendement des forêts naturelles - peuplements mélangés

PROJET(S) EN COURS

112310015	Expérimentation de traitements sylvicoles pour la remise en production des bétulaies jaunes résineuses dégradées	Marcel Prévost
112310016	Coupes partielles en peuplements mélangés : effets de la structure sur la régénération, la croissance, la compétition et les conditions microenvironnementales	Marcel Prévost
112310017	Éclaircie précommerciale dans la régénération de feuillus intolérants à l'ombre et la régénération mélangée à feuillus intolérants à l'ombre	Marcel Prévost
112310018	Effets combinés de trouées et coupes partielles dans les bétulaies jaunes résineuses (BjR) de belle venue (projet SSAM, Systèmes Sylvicoles Adaptés à la Forêt Mélangée)	Patricia Raymond
112310043	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale dans les peuplements mixtes	Marcel Prévost
112310097	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (peuplements mélangés)	Patricia Raymond

Sylviculture et rendement des forêts naturelles - peuplements feuillus

PROJET(S) EN COURS

112310019	Production de bois d'œuvre et régénération des pinèdes à pin blanc et des pinèdes à pin rouge	Christian Godbout
-----------	---	-------------------

112310021	Éclaircie commerciale et potentiel de croissance du bouleau à papier	Christian Godbout
112310022	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (feuillus)	Steve Bédard
112310023	Développement de traitements sylvicoles alternatifs à la coupe de jardinage par pied d'arbre dans des forêts de la zone feuillue	Steve Bédard
112310025	Comparaison de méthodes d'aménagement des érablières jumelant les productions de sève et de bois d'œuvre	Stéphane Tremblay
112310026	Étude des effets des coupes de jardinage par pied d'arbre dans des forêts inéquiennes de la zone feuillue	Steve Bédard
112310045	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe de jardinage par trouées	Steve Bédard
112310046	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe par parquets	Steve Bédard
112310047	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale en peuplements feuillus	François Guillemette
112310048	Effets réels des traitements sylvicoles : coupes partielles	François Guillemette
112310053	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe de jardinage	François Guillemette
PROJET(S) TERMINÉ(S)		
112310024	Étude du développement des tiges d'essences feuillues pour la prévision des rendements forestiers	Steve Bédard

Modélisation de la croissance et du rendement des forêts

PROJET(S) EN COURS

112310001	Mise au point d'approches de modélisation forestière axées sur la croissance d'arbres individuels et sur les aspects spatiaux	Daniel Mailly
112310108	Évaluation et mise au point d'indices de productivité pour les principaux peuplements résineux, mixtes et feuillus au Québec	Daniel Mailly

PROJET(S) TERMINÉ(S)

112310002	Détermination de l'indice de qualité de station pour les jeunes strates forestières par la méthode de croissance internodale	Daniel Mailly
112310003	Mise au point d'une méthode générale pour corriger l'âge des arbres ayant subi une période d'oppression juvénile ou tardive	Daniel Mailly

112310007	Ajustement des tables de production en fonction des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette	Mélanie Gaudreault
112310008	Modélisation de la dynamique et de la production des pessières noires au Québec	Daniel Mailly

Sylviculture et rendement des plantations

PROJET(S) EN COURS

112310027	Sylviculture intensive des plantations résineuses	Jean Ménétrier
112310029	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (plantation et microclimat)	Catherine Larouche
112310030	Évaluation de l'impact des feuillus intolérants à l'ombre, conservés lors du traitement d'éclaircie précommerciale, sur la productivité de la régénération résineuse et la diversité floristique	Nelson Thiffault
112310031	Croissance, structure et diversité floristique des plantations de conifères au stade juvénile, dans un contexte d'aménagement écosystémique et de sylviculture intensive	Nelson Thiffault
112310035	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	Guy Prigent
112310036	Éclaircie des espèces résineuses en plantation	Guy Prigent
112310037	Croissance et rendement des espèces résineuses en plantation	Guy Prigent
112310040	Expérimentation de coupes progressives avec aires de croissance en forêt mixte	Catherine Larouche
112310113	Caractérisation du microsite de reboisement pour les conifères dans la sapinière boréale et la pessière	Nelson Thiffault
112310116	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris	Patricia Raymond

PROJET(S) TERMINÉ(S)

1000 362S	Établissement et entretien de plantations avec des plants de fortes dimensions (PFD)	Jean Ménétrier
112310028	Maîtrise biologique de la végétation compétitive de type feuillus intolérants à l'ombre en plantation résineuse	Vincent Roy
112310033	Scénarios sylvicoles de gestion de la végétation dans les 25 premières années des plantations	Guillaume Cyr

112310034	Recherche et développement sur les modes de dégagement et d'entretien des plantations	Nelson Thiffault
112310039	Étude écophysiological des plantations de plants de fortes dimensions	Nelson Thiffault

Travail forestier

PROJET(S) EN COURS

112310109	Performance organisationnelle et productivité des reboiseurs lors de la mise en terre de plants forestiers	Denise Dubeau
-----------	--	---------------

PROJET(S) TERMINÉ(S)

112310041	Étude de la productivité des travailleurs lors des opérations sylvicoles en fonction des facteurs de station et de peuplement : plantation - résineux	Denise Dubeau
112310042	Étude de la productivité des travailleurs lors des opérations sylvicoles en fonction des facteurs de station et de peuplement : dégagement mécanique des plantations et de la régénération naturelle	Denise Dubeau

RÉSUMÉ

Les projets internes en cours	Nombre
Écologie forestière	3
Écosystème et environnement	9
Amélioration génétique des arbres	12
Production de semences et de plants	11
Sylviculture et rendement des forêts naturelles	1
Sylviculture et rendement des peuplements résineux	13
Sylviculture et rendement des peuplements mélangés	6
Sylviculture et rendement des peuplements feuillus	11
Modélisation de la croissance et du rendement	2
Sylviculture et rendement des plantations	10
Travail forestier	1
TOTAL	79

A low-angle, upward-looking photograph of a forest. A large, dark tree trunk dominates the center of the frame, extending from the bottom towards the top. It is marked with several horizontal bands of tape: a green band near the top, a white band below it, and a red and white striped band further down. The surrounding trees have bright green leaves, and the sky is blue with scattered white clouds. The text is overlaid on the upper left portion of the image.

LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2010-2011

PROJETS EXTERNES SUBVENTIONNÉS

NUMÉRO DE PROJET	TITRE DU PROJET	TITULAIRE DU PROJET
------------------	-----------------	---------------------

Biodiversité

PROJET(S) EN COURS

2007-FO-118031	Faisabilité d'un aménagement écosystémique pour la pessière noire à mousse de l'Est	Louis Bélanger <i>UL</i>
2008-FT-124265	Scénarios sylvicoles dans la sapinière boréale Messier : évaluation de leurs effets sur la conservation de la biodiversité 20 ans après coupe	Louis Bélanger <i>UL</i>
2009-FT-130266	La réponse et le rôle fonctionnel des arthropodes des débris ligneux grossiers et du sol en pessières après la coupe partielle	Timothy Work <i>UQAM</i>
2010-FT-136034	Maintenir le caribou en forêts boréales aménagées malgré la présence du loup gris et de l'ours noir	Daniel Fortin <i>UL</i>
2011-FM-143553	Impacts des perturbations induites par les populations abondantes de grands herbivores sur la régénération des sapinières de l'Est du Québec	Jean-Pierre Tremblay <i>UL</i>
2011-FM-143589	Variabilité naturelle à long terme des paysages forestiers du nord du Saguenay-Lac-Saint-Jean (domaine de la pessière noire)	Serge Payette <i>UL</i>
2011-FM-143609	Contribution des massifs forestiers au maintien de la diversité biologique dans les forêts boréales aménagées du Québec	Pierre Drapeau <i>UQAM</i>

PROJET(S) TERMINÉ(S)

2006-FO-111331	Impacts historiques des interventions forestières en forêt mélangée (Mauricie) sur la possibilité forestière et la dynamique des peuplements et des paysages : des outils pour préciser les simulations	Frédéric Raulier <i>UL</i>
2006-FO-111352	Sylviculture et aménagement écosystémique en forêt boréale mélangée	Suzanne Brais <i>UQAT</i>
2007-FO-118121	Évaluation de l'effet de différents scénarios de récupération des brûlis sur la biodiversité faunique	Jacques Ibarzabal <i>UQAC</i>
2007-FO-118152	Modalités de dispersion des coupes et de rétention d'habitats pour maintenir la diversité biologique en forêt boréale aménagée	Pierre Drapeau <i>UQAM</i>

Écologie forestière

PROJET(S) EN COURS

2008-FT-124374	Évaluation de la sensibilité des stations forestières du Québec au prélèvement accru de biomasse forestière	Suzanne Brais <i>UQAT</i>
----------------	---	------------------------------

2009-FT-130204	Évaluation de l'efficacité de traitements sylvicoles utilisés dans le cadre de l'aménagement écosystémique en réponse aux enjeux liés à la biodiversité et la productivité en haute Mauricie	Daniel Kneeshaw <i>UQAM</i>
2009-FT-138336	Dynamique du chablis et aménagement écosystémique	Jean-Claude Ruel <i>UL</i>

Écosystèmes et environnement

PROJET(S) EN COURS

2008-FT-124266	Enjeux de composition des forêts en vue de l'aménagement écosystémique dans l'Est du Québec	Dominique Arsenault <i>UQAR</i>
2010-FT-135843	Risque de feux, résilience et aménagement forestier à la limite nordique d'attribution des forêts au Québec dans un contexte de changement climatique	Yves Bergeron <i>UQAM</i>

PROJET(S) TERMINÉ(S)

2003-FF-93855	Impacts de différents modèles de dispersion de coupes sur l'utilisation par le caribou forestier de la forêt boréale aménagée	Jean-Pierre Ouellet <i>UQAR</i>
2004-FO-103167	Changements hydrologiques selon les stades de développement après récolte et effet sur le bilan des substances chimiques – Forêt Montmorency	André P. Plamondon <i>UL</i>
2004-FO-103215	Développement de pratiques sylvicoles visant à limiter le phénomène d'enfeuillement après coupes en pessière à mousses de l'Abitibi	Alain Leduc <i>UQAM</i>
2004-FO-103236	Études des facteurs qui expliquent l'envahissement des érablières par le hêtre à grandes feuilles	Christian Messier <i>UQAM</i>

Amélioration génétique des arbres

PROJET(S) EN COURS

2009-FT-130171	Évaluation de la plasticité physiologique des familles d'épinette blanche en vue de maximiser la productivité des plantations en réponse aux changements climatiques	Hank A. Margolis <i>UL</i>
2010-FT-135986	Sélection assistée par la génomique pour l'amélioration génétique de l'épinette noire face aux changements climatiques	Jean Bousquet <i>UL</i>

2011-FM-143590	Marqueurs moléculaires et méthodes d'évaluation rapide de la qualité du bois chez l'épinette : applications aux populations d'amélioration génétique du Québec et analyse des retombées	John Mackay <i>UL</i>
----------------	---	--------------------------

PROJET(S) TERMINÉ(S)

2004-FO-103223	Développement et utilisation de marqueurs phénotypiques et moléculaires pour l'amélioration de la résistance aux maladies chez les peupliers hybrides	Louis Bernier <i>UL</i>
----------------	---	----------------------------

2006-FO-111300	Marqueurs génétiques liés à l'adaptation pour l'aide à la sélection dirigée chez l'épinette noire	Jean Bousquet <i>UL</i>
----------------	---	----------------------------

2006-FO-111330	Caractéristiques du bois de l'épinette blanche en relation avec le développement de la tige et l'architecture du houppier	Alain Cloutier <i>UL</i>
----------------	---	-----------------------------

Production de semences et de plants

PROJET(S) EN COURS

2008-FT-124361	Effets des propriétés physico-chimiques des substrats sur l'insuffisance racinaire des plants produits en récipients dans les pépinières forestières	Steeve Pepin <i>UL</i>
----------------	--	---------------------------

2008-FT-124372	Utilisation de la variabilité génétique familiale de l'épinette blanche pour améliorer l'enracinement et l'architecture du système racinaire des plants issus de boutures	Hank A. Margolis <i>UL</i>
----------------	---	-------------------------------

PROJET(S) TERMINÉ(S)

2004-FO-101761	Utilisation de champignons entomopathogènes comme outil de lutte contre la mouche granivore de l'épinette dans les vergers à graines	Claude Guertin <i>INRS-IAF</i>
----------------	--	-----------------------------------

2004-FO-103181	Qualité morphophysiologique des racines des plants d'épinette blanche en relation avec les pratiques culturales en pépinière forestière	Hank A. Margolis <i>UL</i>
----------------	---	-------------------------------

2007-FO-118003	Développement d'outils biologiques de lutte contre les principaux insectes ravageurs des pépinières	Claude Guertin <i>INRS-IAF</i>
----------------	---	-----------------------------------

2007-FO-118134	Développement d'un procédé industriel de transfert en sol d'embryons somatiques d'épinettes pour la production commerciale de plants de reboisement à haute productivité	Francine Monique Tremblay <i>UL</i>
----------------	--	--

Sylviculture et rendement des forêts naturelles

PROJET(S) EN COURS

2007-FO-118098	Évolution du volume de bois carié et de bois sec et sain : vers des tables de production en volume utilisable	David Pothier <i>UL</i>
----------------	---	----------------------------

2008-FT-124359	Effets de l'éclaircie commerciale et de la fertilisation sur la qualité du bois et la valeur des produits de l'épinette noire et du pin gris	Ahmed Koubaa <i>UQAT</i>
2008-FT-124412	Modélisation des rendements à maturité à partir des inventaires en strates de moins de 7 m dans divers types écologiques	Christian Messier <i>UQAM</i>
2009-FT-130076	Suivi de dispositifs permanents de coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM): Insolation, accroissement, mortalité et qualité du bois, des tiges et des peuplements après 10 ans	Jean Bégin <i>UL</i>
2009-FT-130130	Productivité des vieilles forêts boréales: évolution et stratégies sylvicoles	David Pothier <i>UL</i>
2010-FT-135983	Étude des mécanisme impliqués dans la stagnation de croissance de l'épinette noire après traitements sylvicoles: prévision des délais de croissance selon les conditions du site et le type de traitement	Alain Leduc <i>UQAM</i>
2010-FT-136011	Amélioration de l'exactitude et du contenu en information structurale de l'inventaire forestier	Jean Bégin <i>UL</i>
2010-FT-136016	Évaluation visuelle d'arbres feuillus sur pied et valeur des produits transformés	David Pothier <i>UL</i>
2011-FM-141082	Éclaircie commerciale en peuplements résineux: chablis et rentabilité	Jean-Claude Ruel <i>UL</i>
2011-FM-143205	Stratégie d'aménagement visant la restauration du pin blanc et du chêne rouge dans les forêts feuillues de l'Outaouais	David Pothier <i>UL</i>
2011-FM-143618	Évaluation de l'impact de différents scénarios sylvicoles sur la composition, la structure et le rendement des érablières sous aménagement écosystémique en Estrie	Christian Messier <i>UQAM</i>
PROJET(S) TERMINÉ(S)		
2004-FO-102333	Remise en production de peuplements dégradés de bouleau jaune: facteurs influençant le développement de la régénération	Jean-Claude Ruel <i>UL</i>
2004-FO-103114	Sylviculture du thuya en peuplement mélangé	Jean-Claude Ruel <i>UL</i>
2004-FO-103123	Caractérisation après 5 ans de peuplements traités par une CPPTM (coupe avec protection des petites tiges marchandes)	Jean Bégin <i>UL</i>
2004-FO-103216	Études sur les interactions entre les coupes partielles à diverses densités et les qualités de site sur la TBE: résistance des sapinières et performances des populations entomologiques	Éric Bauce <i>UL</i>

2006-FO-111293	Amélioration des tables de production pour les peuplements d'épinette noire et de sapin baumier	David Pothier <i>UL</i>
2007-FO-118155	Spécificités régionales des régimes de perturbations et de la dynamique forestière naturelle de la pessière à mousses du Québec	Alain Leduc <i>UQAM</i>
2007-FO-118063	L'évaluation de l'impact des éclaircies commerciales sur le volume, la qualité du bois et la rentabilité chez l'épinette noire en forêt boréale	Cornelia Krause <i>UQAC</i>
2007-FO-118108	Influence de l'éclaircie précommerciale, de la compétition et du coefficient de distribution sur la production résineuse dans les peuplements mélangés à feuillus intolérants (MFi)	Jean Bégin <i>UL</i>

Sylviculture et rendement des plantations

PROJET(S) EN COURS

2008-FT-124358	Résistance à la tordeuse des bourgeons de l'épinette sur plusieurs générations d'insectes dans un contexte de ligniculture, de dynamique des populations et d'amélioration d'outil de contrôle	Éric Bauce <i>UL</i>
----------------	--	-------------------------

PROJET(S) TERMINÉ(S)

2004-FO-103246	Le potentiel des peuplements de feuillus intolérants à l'ombre à l'enrichissement en espèces de feuillus nobles	André-Bernard Bouchard <i>UM</i>
2006-FO-111341	Modélisation de la qualité du bois du pin gris	Frank Berninger <i>UQAM</i>
2007-FO-118127	Incidence des propriétés du sol et de son aménagement sur la productivité de jeunes plantations de peupliers hybrides dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc	Christian Messier <i>UQAM</i>
2007-FO-118156	Entourbement des pessières à mousse : développement d'un outil géomatique et expérimentation de méthodes de préparation de terrain pour contrôler le phénomène	Yves Bergeron <i>UQAT</i>

Travail forestier

PROJET(S) TERMINÉ(S)

2004-FO-103180	Opérationnalisation d'un modèle de prédiction de la productivité des débroussailliers qui intègre les principaux facteurs de site et la charge de travail	Luc G. Lebel <i>UL</i>
----------------	---	---------------------------

Aspects socio-économiques du secteur forestier

PROJET(S) EN COURS

2007-FO-118094	Changements des politiques forestières et reconfiguration des acteurs dans l'utilisation et la gestion de la forêt	Jacques L. Boucher <i>UQO</i>
----------------	--	----------------------------------

2008-FT-124420	Perception sociale des paysages résultant de la stratégie d'aménagement écosystémique pour la pessière noire	Gérald Domon <i>UM</i>
2010-FT-134070	Réhabilitation des forêts feuillues dégradées par la valorisation du bois de faible qualité	Alexis Achim <i>UL</i>
PROJET(S) TERMINÉ(S)		
2004-FO-103224	Stratégies de dispersion des aires de coupe en pessière noire nordique : évaluation de l'efficacité de la coupe mosaïque pour le maintien de la biodiversité et du mode de vie des Cris	Louis Imbeau <i>UQAT</i>
2006-FO-111264	Aménagement écosystémique : impact sur la transformation des produits forestiers et sa rentabilité	Jean-Claude Ruel <i>UL</i>
2007-FO-118132	La certification environnementale et la redéfinition de la gestion des forêts publiques au Québec	Luc Bouthillier <i>UL</i>

Calcul de la possibilité forestière

PROJET(S) EN COURS

2009-FT-129351	Gestion des facteurs de risques entourant le calcul de la possibilité forestière afin d'en accroître sa précision et d'en minimiser ses sources d'erreur	Frédéric Raulier <i>UL</i>
----------------	--	-------------------------------

RÉSUMÉ

Les projets externes en cours	Nombre
Biodiversité	7
Écologie forestière	3
Écosystème et environnement	2
Amélioration génétique des arbres	3
Production de semences et de plants	2
Sylviculture et rendement des forêts naturelles	11
Sylviculture et rendement des plantations	1
Aspects socio-économiques du secteur forestier	3
Calcul de possibilité forestière	1
TOTAL	33

LES PUBLICATIONS 2009-2010



Améliorer la régénération de l'érable à

**Avis de
recherche
forestière**

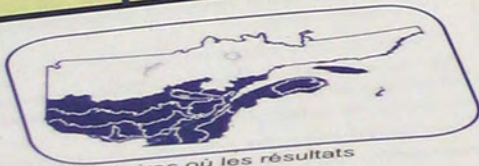
n°13

**Mise à l'échâtif de jours
et l'insuffisance
noir**

**Effets de trouées sylvicole
de la régénération d'une
jaune après**

**recherche
forestière**

n°14
avril 2009



Territoires où les résultats
s'appliquent.

à croissance
de graines
phénologique entre les espèces, leur faible
production de graines n'arrivent pas à
du ministère des Ressources naturelles et de la
hybride en verger sous abri.

durant l'hiver, grâce à la pente élevée des parois,
s'accumule pas sur les structures, limitant ainsi
d'enneigement (figure 2). Au printemps, la toile
net la création d'un « effet de serre » qui accélère
pement des fleurs et permet de devancer la
des fleurs femelles et la dissémination du pollen
mâles par rapport aux arbres situés à l'extérieur.
« phénologique élimine du même coup tout
contamination pollinique avec les arbres extérieurs,
ant ainsi la qualité génétique des graines hybrides
dans ces vergers.



Articles scientifiques

- 001** Blanco, J.A., C. Welham, J.P.H. Kimmins, B. Seely et **D. MAILLY**, 2009. *Guidelines for modeling natural regeneration in boreal forests*. For. Chron. 85(3): 427-439.
- 002** BOUCHER, Y., D. Arseneault et L. Sirois, 2009. *La forêt préindustrielle du Bas-Saint-Laurent et sa transformation (1820-2000): implications pour l'aménagement écosystémique*. Nat. Can. 133(2): 60-69. Document PDF.
- 003** BOUCHER, Y., D. Arseneault et L. Sirois, 2009. *Logging history (1820-2000) of a heavily exploited southern boreal forest landscape: Insights from sunken logs and forestry maps*. For. Ecol. Manage. 258: 1359-1368.
- 004** Campbell, J.L., L.E. Rustad, E.W. Boyer, S.F. Christopher, C.T. Driscoll, I.J. Fernandez, P.M. Groffman, **D. HOULE**, J. Kiebusch, A.H. Magill, M.J. Mitchell et S.V. Ollinger, 2009. *Consequences of climate change for biogeochemical cycling in forests of northeastern North America*. Can. J. For. Res. 39: 264-284.
- 005** Carles, S., **M.S. LAMHAMEDI**, J. Beaulieu, D.C. Stowe, **F. COLAS** et H.A. Margolis, 2009. *Genetic variation in seed size and germination patterns and their effect on white spruce seedling characteristics*. Silvæ Genet. 58(4): 152-161.
- 006** Cyr, G. et **N. THIFFAULT**, 2009. *Long-term black spruce plantation growth and structure after release and juvenile cleaning: A 24-year study*. For. Chron. 85(3): 417-426.
- 007** DUCHESNE, L. et **R. OUMET**, 2009. *Present-day expansion of American beech in northeastern hardwood forests: Does soil base status matter?* Can. J. For. Res. 39: 2273-2282.
- 008** DUCHESNE, L., **D. HOULE**, M.-A. Côté et T. Logan, 2009. *Modelling the effect of climate on maple syrup production in Québec, Canada*. For. Ecol. Manage. 258: 2683-2689.
- 009** FORTIN, M., **F. GUILLEMETTE** et **S. BÉDARD**, 2009. *Predicting volumes by log grades in standing sugar maple and yellow birch trees in southern Québec, Canada*. Can. J. For. Res. 39: 1928-1938.
- 010** FORTIN, M., **S. BÉDARD**, J. DeBlois et S. Meunier, 2009. *Assessing and testing prediction uncertainty for single tree-based models: A case study applied to northern hardwood stands in southern Québec, Canada*. Ecological Modelling 220: 2770-2781.
- 011** GUILLEMETTE, F. et **M.-C. LAMBERT**, 2009. *Relative effects of dendrometers on the estimation of diameter at breast height, stand basal area and stand volume in uneven-aged northern hardwoods*. For. Chron. 85(3): 446-452.
- 012** HOULE, D., **L. DUCHESNE** et R. Boutin, 2009. *Effects of a spruce budworm outbreak on element export below the rooting zone: a case study for a balsam fir forest*. Ann. For. Sci. 66: 707.
- 013** LAROUCHE, C., L.S. Kenefic et J.-C. Ruel, 2010. *Northern White-Cedar regeneration dynamics on the penobscot experimental forest in Maine: 40-year results*. North. J. Appl. For. 27(1): 5-12.
- 014** Lejeune, G., C.-H. Ung, **M. FORTIN**, X.J. Guo, **M.-C. LAMBERT** et J.-C. Ruel, 2009. *A simple stem taper model with mixed effects for boreal black spruce*. Eur J Forest Res 128(5): 505-513.
- 015** Liu, C., J. Beaulieu, **G. PRÉSENT** et S.Y. Zhang, 2009. *Applications and comparison of six methods for predicting parameters of the Weibull function in unthinned Picea glauca plantations*. Scand. J. For. Res. 24(1): 67-75.
- 016** MAILLY, D., **M. GAUDREAU** et L. Blais, 2009. *Ratio estimation to improve estimates of top height from suboptimal samples in forest inventory plots in Québec*. For. Chron. 85(5): 756-761.
- 017** MOORE, J.-D. et **D. HOULE**, 2009. *Simulation d'une augmentation des apports atmosphériques en azote dans trois écosystèmes forestiers du Québec*. Nat. Can. 133(2): 55-59.
- 018** MOORE, J.-D. et **D. HOULE**, 2009. *Soil solution and sugar maple response to NH_4NO_3 additions in a base-poor northern hardwood forest of Québec, Canada*. Environ. Monit. Assess. 155: 177-190.
- 019** MOORE, J.-D. et R.L. Wyman, 2010. *Eastern Red-backed Salamanders (Plethodon cinereus) in a highly acid forest soil*. Amer. Mid. Nat. 163(1): 95-105.
- 020** Moroni, M.T., **N. THIFFAULT**, B.D. Titus, C. Mante et F. Makeschin, 2009. *Controlling Kalmia and reestablishing conifer dominance enhances soil fertility indicators in central Newfoundland, Canada*. Can. J. For. Res. 39: 1270-1279.
- 021** PRÉVOST, M., **P. RAYMOND** et J.-M. Lussier, 2010. *Regeneration dynamics after patch cutting and scarification in yellow birch - conifer stands*. Can. J. For. Res. 40: 357-369.

022 RAYMOND, P., S. BÉDARD, V. ROY, C. LAROUCHE et S. TREMBLAY, 2009. *The irregular shelterwood system: Review, classification, and potential application to forests affected by partial disturbances*. J. For.(December): 405-413.

023 Rheault, H., L. Bélanger, P. GRONDIN, R. OUMET, C. Hébert et C. Dussault, 2009. *Stand composition and structure as indicators of epixylic diversity in old-growth boreal forests*. Ecoscience 16(2): 183-196.

024 ROY, V., D. DUBEAU et I. AUGER, 2010. *Biological control of intolerant hardwood competition: Silvicultural efficacy of Chondrostereum purpureum and worker productivity in conifer plantations*. For. Ecol. Manage. 259: 1571-1579.

025 THIFFAULT, N. et V. ROY, 2010. *Living without herbicides in Québec (Canada): historical context, current strategy, research and challenges in forest vegetation management*. Eur J Forest Res. DOI 10.1007/s10342-010-0373-4.

026 Thompson, S.L., M. Lamothe, P.G. Meirmans, P. PÉRI-NET et N. Isabel, 2010. *Repeated unidirectional introgression towards Populus balsamifera in contact zones of exotic and native poplars*. Molecular Ecology 19: 132-145.

027 Van Lier, O.R., R.A. Fournier, R.L. Bradley et N. THIFFAULT, 2009. *A multi-resolution satellite imagery approach for large area mapping of ericaceous shrubs in Northern Québec, Canada*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 11: 334-343.

Articles professionnels

028 Larocque, G.R., D. MAILLY et M. GAUDREAU, 2009. *La modélisation forestière au Québec: contexte, défis et perspectives*. For. Chron. 85(5): 706-709. Document PDF. Version anglaise aussi publiée.

Mémoires de recherche forestière

029 BÉDARD, S. et J. DEBLOIS, 2010. *Effets de trouées sylvicoles sur l'établissement de la régénération d'une érablière à bouleau jaune après cinq ans*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 159. 28 p. Document PDF.

030 FORTIN, M. et L. Langevin, 2010. *ARTÉMIS-2009: un modèle de croissance basé sur une approche par tiges individuelles pour les forêts du Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 156. 48 p. Document PDF.

031 FORTIN, M., S. BÉDARD et J. DEBLOIS, 2009. *SaMARE: un modèle par tiges individuelles destiné à la prévision de la croissance des érablières de structure inéquienne du Québec méridional*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 155. 44 p. Document PDF.

032 FORTIN, M., S. Bernier, J.-P. SAUCIER et F. Labbé, 2009. *Une relation hauteur-diamètre tenant compte de l'influence de la station et du climat pour 20 espèces commerciales du Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 153. 22 p. Document PDF.

033 GRONDIN, P., D. Hotte, Y. BOUCHER, P. TARDIF et J. Noël, 2010. *Comparaison des paysages forestiers actuels et des paysages forestiers naturels du sud de la forêt boréale du Québec à des fins d'aménagement écosystémique*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 158. 96 p. Document PDF.

034 LAMHAMED, M.S., M. Renaud, P. Desjardins et L. Veilleux, 2009. *Mise à l'échelle opérationnelle du traitement hâtif de jours courts sur la morpho-physiologie et l'insuffisance racinaire des plants d'épinette noire (1+0) produits en tunnel*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 154. 28 p. Document PDF.

035 PERRON, M., 2010. *Résultats de la sélection des parents en vue de la deuxième génération d'amélioration du mélèze hybride (L. x marschlinsii Coaz.) au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 157. 41 p. Document PDF.

Notes de recherche forestière

036 OUMET, R. et L. DUCHESNE, 2010. *Évolution du dépassement de la charge critique d'acidité des écosystèmes forestiers du Québec (période de 1994-1998 à 1999-2002)*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 134. 8 p. Document PDF.

Avis de recherche forestière

037 BOUCHER, Y., P. GRONDIN et M. BARRETTE, 2009. *Les forêts préindustrielles: un état de référence pour l'aménagement durable des forêts*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 17. 2 p. Document PDF.

038 COLAS, F., M. PERRON et D. TOUSIGNANT, 2009. *Une approche novatrice pour la production de graines de mélèze hybride*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 14. 2 p. Document PDF.

039 DUCHESNE, L. et D. HOULE, 2009. *Les éléments nutritifs: un partage entre le sol et les arbres*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 15. 2 p. Document PDF.

040 MOORE, J.-D. et D. HOULE, 2009. *Expérimentation d'une hausse des apports atmosphériques d'azote dans trois écosystèmes forestiers du Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 16. 2 p. Document PDF.

041 RAYMOND, P., S. BÉDARD, S. TREMBLAY et C. LAROUCHE, 2010. *La coupe progressive irrégulière, un outil prometteur pour la mise en oeuvre de l'aménagement écosystémique au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 18. 2 p. Document PDF.

Livres ou chapitres de livre

042 Beaulieu, J., G. Daoust, A. Deshaies, M.S. LAMHAMED, A. RAINVILLE et M. Tourigny, 2009. *Amélioration génétique des arbres, gestion des vergers à graines et de semences, et production de plants forestiers - Chapitre 28*. Dans: Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (éd.). *Manuel de foresterie - Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*. Éditions MultiMondes, Québec, Canada. p. 1093-1146.

043 Blais, G., L. Blais, J.-P. Carpentier, J. Cloutier, B. Del Degan, D. Demers, M. FORTIN, R. Gagnon, J.-P. Létourneau, P. Morin, J.-Y. Perron, Y. Richard et C. H. Ung, 2009. *Dendrométrie et inventaire forestier - Chapitre 13*. Dans: Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (éd.). *Manuel de foresterie - Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*. Éditions MultiMondes, Québec, Canada. p. 567-629.

044 Blais, L. et M.-C. LAMBERT, 2009. *Biostatistique - Chapitre 14*. Dans: Ordre des ingénieurs forestiers du Québec

(éd.). *Manuel de foresterie - Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*. Éditions MultiMondes, Québec, Canada. p. 632-646.

045 Cormier, D., L. Desrochers, D. DUBEAU, J. Dunnigan, J. Favreau, J.-F. Gingras, M. Hamel, L. Lebel, P. Meek, J. Michaelsen, C. Sarthou, N. THIFFAULT et P. S. Tremblay, 2009. *Opérations forestières et transport des bois - Chapitre 31*. Dans: Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (éd.). *Manuel de foresterie - Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*. Éditions MultiMondes, Québec, Canada. p. 1245-1303.

046 Doucet, R., S. Jutras, G. Lessard, M. Pineau, G. PRÉSENT, J.-C. Ruel et N. THIFFAULT, 2009. *Sylviculture appliquée - Chapitre 29*. Dans: Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (éd.). *Manuel de foresterie - Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*. Éditions MultiMondes, Québec, Canada. p. 1147-1186.

047 Fortin, J.A. et M.S. LAMHAMED, 2009. *Ecophysiology of sporocarp development of ectomycorrhizal basidiomycetes associated with boreal forest gymnosperms - Chapter 13*. Dans: Khasa, D., Y. Piché et A.P. Coughlan (éds.). *Advances in mycorrhizal science and technology*. NRC Research Press, Ottawa, Canada. p. 161-173.

048 LAMHAMED, M.S., M. Abourouh et J.A. Fortin, 2009. *Technological transfer: the use of ectomycorrhizal fungi in conventional and modern forest tree nurseries in northern Africa - Chapter 11*. Dans: Khasa, D., Y. Piché et A.P. Coughlan (éds.). *Advances in mycorrhizal science and technology*. NRC Research Press, Ottawa, Canada. p. 139-152.

049 Parrot, L. et N. DIGNARD, 2009. *Arbres, arbustes et arbrisseaux du Québec. Comment les identifier en toutes saisons. 9^e édition*. Les Publications du Québec. 103 p. [2009-3018].

050 Parrot, L. et N. DIGNARD, 2009. *Dendrologie - Chapitre 7*. Dans: Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (éd.). *Manuel de foresterie - Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*. Éditions MultiMondes, Québec, Canada. p. 398-432.

051 SAUCIER, J.-P. et A. Groot, 2009. *Modelling Complex Stands and the Effects of Silvicultural Treatments - Chapter 16*. Dans: Gauthier, S., M.-A. Vaillancourt, A. Leduc, L. De Grandpré, D. Kneeshaw, H. Morin, P. Drapeau et Y. Bergeron (éds.). *Ecosystem - Management in the Boreal Forest*. Presses de l'Université du Québec. Québec, Canada. p. 395-419.

052 SAUCIER, J.-P., P. GRONDIN, A. Robitaille, J. Gosselin, C. Morneau, P.J.H. Richard, J. Brisson, L. Sirois, A. Leduc, H. Morin, É. Thiffault, S. Gauthier, C. Lavoie et S. Payette, 2009. Écologie forestière - Chapitre 4. Dans: Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (éd.). *Manuel de foresterie - Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*. Éditions MultiMondes. Québec, Canada. p. 167-315.

Guides

053 DIGNARD, N., P. Petitclerc, J. Labrecque et L. Couillard, 2009. Guide de reconnaissance des habitats forestiers des plantes menacées ou vulnérables. Côte-Nord et Saguenay-Lac-Saint-Jean. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 144 p. Document PDF.

054 Pinna, S., H. Jacqmain, M. Bouchard, Y. BOUCHER, M. BARRETTE et M. Côté, 2009. Aménagement écosystémique des forêts au Québec - Guide d'élaboration d'un portrait de la forêt préindustrielle comme paysage naturel de référence. Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles et ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 28 p. [DEPF-0310]. Document PDF.

Rapports divers

055 Blondeau, M., 2009. La flore vasculaire des environs de Wemindji, baie James, Québec et Nunavut. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Herbier du Québec, DIGNARD, NORMAN (éd.). 89 p. Document PDF.

056 COLAS, F. et I. AUGER, 2010. Bilan de l'essai sur l'établissement d'une grille de fréquence des tests au Centre de semences forestières de Berthier pour les principales essences utilisées dans le programme de reboisement du Québec. Avis technique SGRE-1. 25 p. Document PDF.

057 COMITÉ D'EXPERTS SUR LES SOLUTIONS, 2009. Projet de développement d'une approche d'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides. Fiches techniques, Québec. 130 p. Document PDF.

058 Faure-Lacroix, J., J.-P. Tremblay, N. THIFFAULT, C. Bédard et V. Roy, 2010. Modalités de reboisement du sapin baumier à l'île d'Anticosti. Rapport d'activités - Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier - Volet 1 (2009-2010). 4 p.

059 GODBOUT, C., 2010. Scénarios de croissance et d'élagage du pin blanc dans un contexte de calcul de rentabilité.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF - 3. 23 p.

060 GUILLEMETTE, F. et S. BÉDARD, 2009. Modélisation simplifiée de l'accroissement net des coupes de jardinage comme outil de transfert de la connaissance. Avis technique SSRF-2. 13 p. Document PDF.

061 GUILLEMETTE, F. et S. Meunier, 2009. La pratique de l'éclaircie précommerciale dans les peuplements de feuillus nobles âgés de 20 à 35 ans. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-1. 12 p. Document PDF.

062 GUILLEMETTE, F., S. Meunier, M.-C. LAMBERT et S. BÉDARD, 2009. Effets réels quinquennaux des coupes partielles pratiquées de 1995 à 1999 dans des érablières. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Rapport hors série. 56 p. Document PDF.

063 Néron, R., N. DIGNARD et A. MICHAUD, 2009. Herbier du Québec - Rapport d'activités 2008-2009. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 10 p.

064 OUMET, R. et L. DUCHESNE, 2009. Évaluation des types écologiques forestiers sensibles à l'appauvrissement des sols en minéraux par la récolte de biomasse. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Rapport hors série. 26 p. Document PDF.

065 Williamson, T., S. Colombo, P. Duinker, P. Gray, R. Hennessey, D. HOULE, M. Johnston, A. Ogden et D. Spittlehouse, 2009. Les changements climatiques et les forêts du Canada: des impacts à l'adaptation. Réseau de gestion durable des forêts et Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord, Edmonton (Alberta). 86 p. Document PDF.

Présentations - Congrès scientifiques

066 AUGER, I., D. MAILLY, J.-P. SAUCIER, M. FORTIN, D. Pothier et F. Raulier, 2009. The development of a new generation of forest simulation models in the context of improving allowable cut calculations in Québec, Canada. Affiche présentée lors du XIII^e Congrès forestier mondial. 18 au 23 octobre 2009. Buenos Aires, Argentine. 1 p.

067 Carles, S., M.S. LAMHAMED, J. Beaulieu, D.C. Stowe et H.A. Margolis, 2009. Do different white spruce seed orchards produce seedlings with similar morpho-physiological characteristics? Résumé d'une affiche présentée lors du Canadian Institute of Forestry 101st Annual General mee-

ting. Stewardship - Energizing forestry through new strategies and partnerships. 21-23 septembre 2009. Nanaïmo, Colombie-Britannique. 1 p.

068 Casajus, N., **M.-C. LAMBERT, C. PÉRIÉ, S. De Blois** et D. Berteaux, 2009. *BIOMOD and S'AMP - two platforms for ensemble forecasting of species distributions and abundances used in the CC-BIO project*. Résumé d'une conférence présentée lors du Colloque de l'International Society for Ecological Modelling (ISEM) intitulé «Ecological Modelling for Enhanced Sustainability in Management». 5 au 9 octobre 2009. Québec, Canada. 1 p.

069 Chambers, D., **C. PÉRIÉ, N. Casajus** et S. De Blois, 2009. *Modeling tree distribution and abundance in Eastern North America in response to climate change*. Résumé d'une conférence présentée lors du Colloque de l'International Society for Ecological Modelling (ISEM) intitulé «Ecological Modelling for Enhanced Sustainability in Management». 5 au 9 octobre 2009. Québec, Canada. 1 p.

070 D'Orangeville, L., B. Côté, **D. HOULE, L. DUCHESNE** et H. Morin, 2009. *Future productivity of the balsam fir boreal forest - Experimental interactions of climate change and nitrogen deposition*. Affiche présentée lors du NADP Annual Meeting and Scientific Symposium. 6-8 octobre 2009. Saratoga Springs, New York. 1 p.

071 Ferradous, A. et **M.S. LAMHAMED**, 2009. *Reconstitution des écosystèmes dégradés et lutte contre la désertification à l'aide d'essences forestières locales à usages multiples: cas de l'arganier*. Résumé inscrit aux actes du XIII Congrès forestier mondial. 18-23 octobre 2009. Buenos Aires, Argentine. 1 p.

072 FORTIN, M. et **S. BÉDARD**, 2009. *How does model prediction uncertainty affect decision making?* Conférence présentée lors du Forest, Wildlife and Wood Sciences for Society Development. 16-17 avril 2009. Prague. République Tchèque. 24 p.

073 FORTIN, M., **S. BÉDARD** et **J. DeBLOIS**, 2009. *Assessing and testing uncertainty for individual-tree models through Monte Carlo simulations*. Conférence présentée lors du Congrès de l'IUFRO Division 4 Meeting: Extending Forest Inventory and Monitoring Over Space and Time. 20 mai 2009. Québec, Canada. 17 p.

074 FORTIN, M. et L. Langevin, 2009. *A general single tree-based growth model for commercial forests in Québec, Canada*. Affiche présentée dans le cadre du Congrès de l'IUFRO. 20 mai 2009. Québec, Canada. 1 p.

075 GAGNON, J. et D. Girard, 2009. *Coupling of two new methods to optimize water and fertilizer uses in view to preserve groundwater quality under forest tree nursery conditions*. Résumé inscrit aux actes du XIII Congrès forestier mondial. 18-23 octobre 2009. Buenos Aires, Argentine. 1 p.

076 LAMHAMED, M.S., 2009. *Adaptation et mise en application de nouvelles percées technologiques développées au Québec dans le cadre des projets de modernisation des pépinières forestières de plusieurs pays en développement*. Résumé inscrit aux actes du XIII Congrès forestier mondial. 18-23 octobre 2009. Buenos Aires, Argentine. 1 p.

077 MAILLY, D., 2010. *Adapting a spatial forest simulation model for new management practices: approach and challenges*. Conférence présentée lors du Colloque de l'International Society for Ecological Modelling (ISEM) intitulé «Ecological Modelling for Enhanced Sustainability in Management». 6 au 9 octobre 2009. Québec, Canada. 24 p.

078 MAILLY, D. et **M. GAUDREAU**, 2009. *Strategies to increase the accuracy of predictions from forest simulation models through improvements in inventory data acquisition and quality*. Affiche présentée lors du XIII Congrès forestier mondial. 18 au 23 octobre 2009. Buenos Aires, Argentine. 1 p.

079 MAILLY, D., **M. GAUDREAU** et L. Blais, 2009. *Ratio estimation to improve estimates of top height from suboptimal samples in forest inventory plots in Québec*. Conférence présentée lors du Colloque de l'IUFRO «Extending forest inventory and monitoring over space and time». 20-22 mai 2009. Québec, Canada. 23 p.

080 Mitchell, M., G. Lovett, S. Bailey, F. Beall, D. Burns, D. Buso, T.A. Clair, F. Courchesne, **L. DUCHESNE, C. Eimers, D. HOULE, D. Jeffries, G. Likens, S. Norton, D. Schwede, K. Weathers** et R. Vet, 2009. *Discrepancies in Watershed S Budgets in Southeast Canada and Northeast U.S.: A Comparative Mass-Balance Approach*. Résumé d'une conférence présentée lors du NADP Annual Meeting and Scientific Symposium. 6-8 octobre 2009. Saratoga Springs, New York. 1 p.

081 Miron, S., V. Laflèche, F. Müssenberger, M. Riopel, J. Bégin et **J.-P. SAUCIER**, 2009. *Zonage forestier: 2-Élaboration d'une méthode d'estimation des indices de qualités de stations (IQS) pour les principales espèces forestières du Québec*. Conférence présentée lors du Congrès de l'ACFAS. 11 mai 2009. Ottawa, Ontario. 50 p.

082 Miron, S., V. Laflèche, F. Müssenberger, M. Riopel, J. Bégin et **J.-P. SAUCIER**, 2009. *Zonage forestier: 3- L'accroissement annuel moyen maximum en volume: Modélisation d'un indice de productivité forestière*. Conférence présentée lors du Congrès de l'ACFAS. 11 mai 2009. Ottawa, Ontario. 35 p.

083 MOTTET, M.-J. et P. PÉRINET, 2009. *Breeding hybrid poplar to improve resistance to Septoria canker in Québec*. Conférence présentée au Congrès annuel de l'American Phytopathology Society. 30 octobre 2009, Québec, Canada. 28 p.

084 PÉRIÉ, C., M.-C. LAMBERT et L. DUCHESNE, 2009. *Forest zoning: 3- Basal area increment models for trees growing in uneven-aged forest stands in Québec: an interesting tool for estimating site productivity*. Résumé d'une conférence présentée lors du Colloque de l'International Society for Ecological Modelling (ISEM) intitulé "Ecological Modelling for Enhanced Sustainability in Management". 5 au 9 octobre 2009. Québec, Canada. 1 p.

085 PÉRIÉ, C., M.-C. LAMBERT, L. DUCHESNE et J. Noël, 2009. *Zonage forestier: 4- L'accroissement en surface terrière des tiges individuelles, un outil nécessaire dans le cas des feuillus tolérants*. Résumé d'une conférence présentée lors du Congrès de l'ACFAS. 11 mai 2009. Ottawa, Ontario. 1 p. Document PDF.

086 PRÉSENT, G., G. PICHÉ et I. AUGER, 2009. *New tools for managing Picea glauca plantations*. Affiche présentée lors du Colloque "Extending Forest Inventory and Monitoring over Space and Time" dans le cadre du Congrès de l'IUFRO. 6 mai 2009. Québec, Canada. 1 p

087 RAINVILLE, A., 2009. *La diversité génétique des arbres: En tirer profit pour nos besoins, la conserver pour demain*. Conférence présentée lors des Séminaires internes Ouranos. 7 décembre 2009, Montréal, Québec. 75 p.

088 SAUCIER, J.-P. et J. Bégin, 2009. *Zonage forestier: 1- Comment déterminer les zones au meilleur potentiel d'intensification de la sylviculture au Québec?* Conférence présentée lors du Congrès de l'ACFAS. 11 mai 2009. Ottawa, Ontario. 21 p.

089 SAUCIER, J.-P. et J. Bégin, 2009. *Zoning the forest productivity and site constraints or where to increase silvicultural efforts in Québec*. Résumé d'une conférence et affiche présentées lors du XIII Congrès forestier mondial. 18- 23 octobre 2009. Buenos Aires, Argentine. 9 p.

090 Smirnova, E., B. Bussière, Y. Bergeron, F. Tremblay, N. THIFFAULT, A. Maqsoud et R. Marcotte, 2009. *Bio-intrusion barrier made of plants with allelopathic effects to improve long term performance of covers with capillary barrier effects*. Résumé d'une conférence présentée lors du Annual General Meeting and Conference of the Canadian Land Reclamation Association (CLRA). 23-25 août 2009. Québec, Canada. 10 p.

091 THIFFAULT, N. et V. ROY, 2009. *Non-chemical forest vegetation management in Québec (Canada): a research perspective*. Dans: Bentsen, N.S. (éd.). Résumé d'une présentation paru dans Proceedings from the final COST E47 Conference: Forest Vegetation Management - Towards Environmental Sustainability - Forest and Landscape Working Papers No. 35-2009. 5-7 mai 2009. Vejle, Danemark. p. 21-23.

092 THIFFAULT, N., R. Fournier, O. Van Lier, V. Dancause, S. Crête-D'Avignon, P. LeBel et R. Bradley, 2009. *Monitoring ericad invasion in northeastern Québec (Canada): From the plot to the region*. Résumé d'une conférence présentée dans le cadre du Congrès de l'IUFRO Division 4 Meeting: Extending Forest Inventory and Monitoring Over Space and Time. 19 au 22 mai 2009. Québec, Canada. p. 76.

093 TOUSIGNANT, D., L. TREMBLAY, M. Rioux, M.S. LAMHAMED, F. COLAS, A. RAINVILLE et P. PÉRINET, 2009. *Integrating research and nursery practices for mass cutting propagation and somatic embryogenesis in Québec seedling production*. Résumé d'une conférence présentée lors de l'Atelier TreeBreedEx: Vegetative propagation and deployment of varieties - the scope for Europe. 21 au 23 avril 2009. Liverpool, Royaume-Uni. 2 p.

094 Tremblay, S.L., C. PÉRIÉ, D. HOULE et D. Paré, 2009. *Méthode pour suivre les premières réactions du sol à la suite d'un réchauffement climatique = Method for tracking the initial reactions of boreal forest soils to global warming*. Affiche présentée lors du Colloque de l'International Society for Ecological Modelling (ISEM) intitulé "Ecological Modelling for Enhanced Sustainability in Management". 5 au 9 octobre 2009. Québec, Canada. 1 p.

Documents de vulgarisation

095 Baldet, P., F. COLAS et M. Bettez, 2009. *Water activity - An efficient tool for seed testing*. Tree Seed Working Group - News Bulletin Canadian forest genetics association 50 (December): 15-17.

096 Brault, N., M. Bettez et **F. COLAS**, 2009. *Overview of the Québec seed testing program. Tree Seed Working Group - News Bulletin* Canadian forest genetics association 50 (December): 7-9.

097 COLAS, F. et **M.S. LAMHAMEDI**, 2009. *Integration and use of somatic clones in seed orchard management and the production of a new generation of seeds with a high genetic value. Tree Seed Working Group - News Bulletin* Canadian forest genetics association 50 (December): 27-31.

098 COLAS, F. et **M.S. LAMHAMEDI**, 2009. *Production de cônes par des clones somatiques: intégration potentielle des meilleurs individus dans des vergers à graines pour la production de graines de très haute qualité génétique. Des gens de culture* 2(3): 35-38. Document PDF.

099 Gingras, B.-M., **M.S. LAMHAMEDI**, J. Gagnon, R. Touchette et D. Girard, 2009. *Journée de formation et de transfert de connaissances sur la nutrition minérale des plants forestiers dédiée aux pépinières forestières du Québec. Des gens de culture* 2(2): 14-16.

100 LAMHAMEDI, **M.S.**, **L. TREMBLAY**, J. Gingras et M. Rioux, 2009. *Transfert de technologie et état actuel de nos connaissances sur la production des variétés d'épinette blanche hautement productives par embryogenèse somatique à la pépinière de Saint-Modeste et modalités de leur intégration dans les zones de sylviculture intensive. Des gens de culture* 2(3): 39-41. Document PDF

Activités de transfert des résultats de recherche

101 BÉDARD, **S.**, 2009. *Application potentielle de la coupe progressive irrégulière dans les peuplements de feuillus tolérants au Québec. Résumé d'une visite sur le terrain dans le cadre de l'Atelier sur les coupes progressives. 3 juin 2009. Duchesnay, Québec. 5 p. Document PDF.*

102 BÉDARD, **S.**, **F. GUILLEMETTE** et Z. Majcen, 2009. *Visite terrain d'une délégation de forestiers Suisses à la forêt de Duchesnay. Résumé d'une visite sur le terrain. 5 octobre 2009. Duchesnay, Québec. 8 p.*

103 BÉDARD, **S.**, **F. GUILLEMETTE** et Z. Majcen, 2009. *Visite terrain d'une délégation de forestiers Suisses à la Forêt d'enseignement et de recherche Mousseau. Résumé d'une visite sur le terrain. 15 octobre 2009. Sainte-Véronique, Québec. 12 p.*

104 Boivin, F., A. Paquette, M. Papaik, **N. THIFFAULT** et C. Messier, 2009. *Sapling growth in the boreal mixedwood. Résumé d'une affiche présentée lors du Colloque du Réseau de*

gestion durable des forêts: Les forêts de demain - on y pense aujourd'hui! 21 au 23 avril 2009. Gatineau, Québec. 1 p.

105 Boivin, F., A. Paquette, M. Papaik, **N. THIFFAULT** et C. Messier, 2010. *Est-ce que la position et l'espèce des voisins comptent? Une comparaison d'indices de compétition dans les jeunes peuplements de la forêt boréale mixte. Résumé d'une conférence présentée lors du 4^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 12-14 mars 2010. Orford, Québec. p. 35. Document PDF.*

106 BOUCHER, **Y.**, M. Bouchard et **P. GRONDIN**, 2010. *Le registre des états de référence: intégration des connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers dans le cadre du nouveau régime. Conférence présentée lors du Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 12 au 14 mars 2010. Orford, Québec. 19 p.*

107 Boudreault, S., S. Pepin, J. Caron et **M.S. LAMHAMEDI**, 2009. *Les propriétés physiques et chimiques des substrats utilisés dans les pépinières forestières du Québec: Effets sur la croissance et le développement des plants d'épinette blanche (1+0). Paru dans 23^e Congrès annuel de l'AQSSS (Association québécoise de spécialistes en sciences du sol) - La rivière reflète de la gestion des terres - Programme scientifique et résumés. 19 - 22 mai 2009. Saint-Paulin (Mauricie), Québec. p. 45.*

108 Chalifour, D., L. Bélanger et **N. THIFFAULT**, 2009. *Régénérer la sapinière boréale dans un contexte d'aménagement écosystémique et de sylviculture intensive. Résumé d'une affiche présentée lors du 15^e Congrès annuel de l'Association québécoise de gestion de la végétation. 20-22 octobre 2009. Lac Beauport, Québec. 1 p. Document PDF.*

109 Chalifour, D., L. Bélanger et **N. THIFFAULT**, 2010. *Préparation de terrain et croissance des plants dans un contexte de regarni de la régénération naturelle en forêt boréale mixte. Résumé d'une affiche présentée lors du 4^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 12-14 mars 2010. Orford, Québec. p. 91. Document PDF.*

110 DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE, 2010. *Les assises de la sylviculture intensive... 40 ans de recherche forestière. Stand présenté au colloque sur l'aménagement forestier intensif au Québec, organisé conjointement par le Réseau Ligniculture Québec, le MRNF, l'Université Laval et Ressources naturelles Canada. 17-18 mars 2010. Québec, Canada. 1 p.*

111 DUBEAU, D. et S. Lebel, 2009. *Étude des travailleurs sylvicoles lors du dégagement de la régénération - Mise en application d'un modèle de prédiction de la productivité*. Conférence présentée lors d'une formation pratique. 8 juillet 2009. L'Annonciation, Québec. 33 p.

112 DUCHESNE, L. et D. HOULE, 2009. *Monitoring de bassins versants pour une meilleure connaissance de l'impact des facteurs de stress environnementaux sur les écosystèmes forestiers = Watershed monitoring to assess the impact of environmental stressors on forest ecosystems*. Résumé d'une visite sur le terrain organisée dans le cadre du Congrès de l'IUFRO. 19 mai 2009. Québec, Canada. 9 p. Document PDF.

113 DUCHESNE, L., D. HOULE et R. OUMET, 2010. *Suivi environnemental du bassin versant du lac Laflamme bientôt 30 ans d'acquisition de connaissance*. Conférence présentée au comité d'aménagement de la forêt Montmorency. 16 février 2010. Québec, Canada. 30 p.

114 Faure-Lacroix, J., J.-P. Tremblay, N. THIFFAULT et V. ROY, 2010. *Régénération du sapin baumier à Anticosti: Se démarquer de la masse ou adopter un profil bas?* Résumé d'une conférence parue dans Résumés des conférences - Chaire de recherche industrielle CRSNG-Produits forestiers Anticosti - 7^e Colloque annuel. 26 février 2010. Québec, Canada. p. 7. Document PDF.

115 FORTIN, M. et L. Langevin, 2009. *Artémis-2009: Un outil de simulation pour prévoir la forêt québécoise de demain*. Conférence présentée lors des Conférences-midi du ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 8 avril 2009. Québec, Canada. 45 p.

116 GAGNON, J., 2009. *Impact des différentes formes d'azote (Urée, NH_4^+ , NO_3^-) sur la croissance des plants et sur le lessivage des engrais*. Dans : Lamhamedi, Mohammed et B.-M. Gingras (éds.) Recueil des conférences - Session de formation sur la nutrition minérale des plants forestiers dédiée aux pépinières forestières du Québec [cd-rom]. ISBN 978-2-550-56289-4. 15 avril 2009. Québec, Canada. 72 p.

117 GRONDIN, P., Y. BOUCHER, J. Noël, D. Hotte et P. TARDIF, 2009. «Les états de référence» pour la mise en oeuvre de l'aménagement durable des forêts. Conférence présentée lors des Conférences-midi du ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 14 mai 2009. Québec, Canada. 28 p.

118 GUILLEMETTE, F., 2009. *Visite de terrain pour la pratique de l'éclaircie dans les jeunes peuplements feuillus âgés de 20 à 35 ans*. Visite sur le terrain avec le personnel des uni-

tés de gestion de Mont-Laurier et de Mont-Tremblant. 5 mai 2009. Notre-Dame-du-Laus, Québec. 2 p.

119 GUILLEMETTE, F., 2009. *Visite terrain secteur Lac Sept-Îles, St-Alban, U.G. 031*. Résumé d'une visite sur le terrain au lac Sept-Îles. 28 août 2009. Saint-Alban, Québec. 4 p.

120 Hébert, F., A.D. Munson, N. THIFFAULT et J.-C. Ruel, 2009. *Comparative physiological responses of Rhododendron groenlandicum and regenerating black spruce following partial canopy removal in northeastern Québec, Canada*. Résumé d'une conférence présentée lors du 3^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 19 avril 2009. Gatineau, Québec. p. 25.

121 Hébert, F., A.D. Munson, N. THIFFAULT et J.-C. Ruel, 2009. *Les éricacées s'acclimatent-elles plus rapidement que l'épinette après une perturbation?* Résumé d'une affiche présentée lors du 15^e Congrès annuel de l'Association québécoise de gestion de la végétation. 20-22 octobre 2009. Lac Beauport, Québec. 1 p. Document PDF.

122 Hébert, F., A.D. Munson, N. THIFFAULT et J.-C. Ruel, 2009. *Les plantes éricacées et la fertilité des stations: L'oeuf ou la poule?* Conférence présentée lors du 15^e Congrès annuel de l'Association québécoise de gestion de la végétation. 20-22 octobre 2009. Lac Beauport, Québec. 19 p. 123.

123 Hébert, F., A.D. Munson, N. THIFFAULT et J.-C. Ruel, 2009. *Réponses physiologiques de l'épinette noire à la compétition d'arbustes éricacées selon un gradient de fertilité de station dans le sous-domaine de la pessière noire à mousses de l'Est du Québec*. Résumé d'une conférence présentée lors du 15^e Congrès annuel de l'Association québécoise de gestion de la végétation. 20-22 octobre 2009. Lac Beauport, Québec. 1 p. Document PDF.

124 Hébert, F., A.D. Munson, N. THIFFAULT et J.-C. Ruel, 2009. *Peut-on contrôler l'envahissement des éricacées dans le sous-domaine de la pessière noire à mousses de l'Est du Québec avec des coupes partielles? Point de vue écophysiologique*. Résumé d'une conférence présentée à l'université du Québec à Chicoutimi. 23 novembre 2009. Saguenay, Québec. 1 p. Document PDF.

125 LAMHAMED, M.S., 2009. *Caractéristiques et propriétés physico-chimiques des substrats*. Dans : Lamhamedi, Mohammed et B.-M. Gingras (éds.) Recueil des conférences - Session de formation sur la nutrition minérale des plants forestiers dédiée aux pépinières forestières du Québec [cd-rom]. ISBN 978-2-550-56289-4. 15 avril 2009. Québec, Canada. 22 p.

126 LAMHAMED, M.S., 2009. *Optimisation de certaines techniques culturales: lumière, jours courts, surélévation, date d'ensemencement et endurcissement*. Dans: Lamhamed, Mohammed et B.-M. Gingras (éds.) Recueil des conférences - Session de formation sur la nutrition minérale des plants forestiers dédiée aux pépinières forestières du Québec [cd-rom]. ISBN 978-2-550-56289-4. 15 avril 2009. Québec, Canada. 29 p.

127 LAMHAMED, M.S., 2009. *Qualité de l'eau et besoins en eau des plants forestiers*. Dans: Lamhamed, Mohammed et B.-M. Gingras (éds.) Recueil des conférences - Session de formation sur la nutrition minérale des plants forestiers dédiée aux pépinières forestières du Québec [cd-rom]. ISBN 978-2-550-56289-4. 15 avril 2009. Québec, Canada. 34 p.

128 LAMHAMED, M.S., 2009. *Rappel des principes généraux sur la fertilisation des plants en pépinière forestière*. Dans: Lamhamed, Mohammed et B.-M. Gingras (éds.) Recueil des conférences - Session de formation sur la nutrition minérale des plants forestiers dédiée aux pépinières forestières du Québec [cd-rom]. ISBN 978-2-550-56289-4. 15 avril 2009. Québec, Canada. 47 p.

129 LAMHAMED, M.S., 2009. *Caractérisation et sélection hâtive multicritères des variétés somatiques d'épinette blanche en pépinière forestière*. Conférence présentée aux gestionnaires de la forêt privée de la Région 01. 10 novembre 2009. Saint-Modeste, Québec. 28 p.

130 LeBel, P., R.L. Bradley et N. THIFFAULT, 2009. *Éricacées et échecs de régénération de l'épinette noire: acclimations physiologiques face aux stress hydriques et nutritionnels*. Résumé d'une conférence présentée lors du 3^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 19 avril 2009. Gatineau, Québec. p. 31. Document PDF.

131 MOORE, J.-D., 2009. *Le chaulage des érablières: effets possibles sur la faune*. Conférence présentée lors du 23^e Atelier sur la biodiversité, Faune Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 10 décembre 2009. Québec, Canada. 36 p.

132 PRÉSENT, G., 2009. *La production de bois et la conservation à l'aide de plantations - exemples avec l'épinette blanche*. Conférences présentées aux gestionnaires de la forêt privée de la Région 01, 10 novembre 2009 à Saint-Modeste et de la Région 04, 3 novembre 2009 à Grandes-Piles. 49 p.

133 RAINVILLE, A. et J. Beaulieu, 2009. *L'amélioration génétique de l'épinette blanche au Québec: Près de 50 années d'efforts intégrés*. Conférence présentée aux gestionnaires de la forêt privée de la Région 01. 10 novembre 2009. Saint-Modeste, Québec. 39 p.

134 RAYMOND, P., M. PRÉVOST, J.-P. Lapointe et É. Saulnier, 2009. *Essais sylvicoles en forêt mixte dans la région de Québec*. Résumé d'une visite sur le terrain du dispositif SSAM Belle venue. 3 juin 2009. Rivière-à-Pierre, Québec. 6 p. Document PDF.

135 SAUCIER, J.-P., 2009. *Productivité et contraintes à l'aménagement doivent-elles servir de bases au zonage forestier?* Conférence présentée lors des Midis de la foresterie. 24 novembre 2009. Rouyn-Noranda, Québec. 29 p.

136 Smirnova, E., B. Bussière, Y. Bergeron, F. Tremblay, N. THIFFAULT, A. Maqsoud et R. Marcotte, 2009. *Les plantes éricacées: une biobarrière potentielle contre la végétation incompatible*. Résumé d'une affiche présentée lors du 15^e Congrès annuel de l'Association québécoise de gestion de la végétation. 20-22 octobre 2009. Lac Beauport, Québec. 1 p. Document PDF.

137 THIFFAULT, N. et V. Roy, 2009. *Living without herbicide: How Québec forestry has adapted to the Forest Protection Strategy*. Conférence présentée lors du Forest Vegetation Management Workshops, Ontario Ministry of Natural Resources. 9 au 11 juin 2009. Dryden et Thunder Bay, Ontario. 25 p.

138 THIFFAULT, N., 2009. *Regard critique sur le Comité scientifique du projet de la réserve faunique des Laurentides*. Résumé d'une conférence présentée lors du 34^e Congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec. Nos ressources naturelles: Par qui? Pour qui? 12 et 13 novembre 2009. Québec, Canada. 1 p. Document PDF.

139 THIFFAULT, N., 2010. *L'envahissement des parterres par les éricacées: un enjeu significatif de biodiversité*. Résumé d'une conférence présentée à la Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire de la Côte-Nord (CRRNT). 31 mars 2010. Baie-Comeau, Québec. 1 p. Document PDF.

140 THIFFAULT, N. et Y. BOUCHER, 2010. *Enjeux de biodiversité de l'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides: Rôle, fonctionnement et livrables du Comité scientifique*. Résumé d'une conférence présentée à la Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire de la Côte-Nord (CRRNT). 31 mars 2010. Baie-Comeau, Québec. 1 p. Document PDF.

141 THIFFAULT, N. et G. PICHER, 2010. *Testing the distance-dependence relationship between Kalmia angustifolia and planted conifers - can scarification create and sustain appropriate planting microsites?* Résumé d'une affiche présentée lors du 4^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 12-14 mars 2010. Orford, Québec. p. 112.

142 THIFFAULT, N., B.D. Titus et M.T. Moroni, 2009. *Silvicultural options to promote planted conifer growth on Kalmia-dominated sites in eastern Canada*. Résumé d'une conférence présentée lors du 3^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 19 avril 2009. Gatineau, Québec. p. 44.

143 TOUSIGNANT, D., M.S. LAMHAMED, F. COLAS, L. TREMBLAY, S. Carles et P. Baldet, 2009. *Recent advances in tree reproduction, seed and seedling production in Québec*. Dans: Simpson, J.D. (éd.). Paru dans Comptes rendus du trente-et-unième Congrès de l'Association canadienne de génétique forestière - L'adaptation, l'amélioration et la conservation à l'ère de la génomique forestière et des changements. 25-28 août 2008. Québec, Canada. Partie 1 : p. 37-42.

144 TREMBLAY, L., 2009. *L'embryogenèse somatique de l'épinette blanche: le pourquoi et le comment*. Conférence présentée aux gestionnaires de la forêt privée de la Région 01. 10 novembre 2009. Saint-Modeste, Québec. 23 p.

Présentations diverses

145 AUGER, I., 2009. *Une nouvelle génération de modèles pour le calcul de la possibilité forestière (CPF) - Un modèle boom?* Conférence présentée lors des Jeudis de la DRF. 30 avril 2009. Québec, Canada. 46 p.

146 AUGER, I., 2010. *Artémis-2009 - An individual tree growth model*. Conférence présentée au Service canadien des forêts, Carbon budget model (CBM), National Forest Carbon Accounting System for Canada. 18 février 2010. Québec, Canada. 16 p.

147 Baldet, P. et F. COLAS, 2009. *Le projet de coopération franco-québécoise - Ressources génétiques forestières et mesure de l'activité de l'eau*. Conférence présentée au Centre de semences forestières de Berthier à la Direction générale du Cemagref (France). 14 octobre 2009. Berthier, Québec. 14 p.

148 Bettez, M. et F. COLAS, 2009. *Le Centre de semences forestières de Berthier et la production de graines de mélèze hybride au Québec*. Conférence présentée au Centre de semences forestières de Berthier à la Direction générale du Cemagref (France). 14 octobre 2009. Berthier, Québec. 108 p.

149 BOUCHER, Y., P. GRONDIN, N. THIFFAULT et M. Leblanc, 2009. *Aménagement écosystémique de la réserve faunique des Laurentides (RFL) = Ecosystem-based management in the Laurentian wildlife reserve (LWR)*. Affiche présentée dans le cadre d'une excursion lors du Congrès de l'IUFRO. 19 mai 2009. Québec, Canada. 1 p.

150 Drolet, C., M. Bettez et F. COLAS, 2009. *La gestion intégrée de la production de semences et de plants pour le reboisement au Québec*. Conférence présentée au Centre de semences forestières de Berthier à la Direction générale du Cemagref (France). 14 octobre 2009. Berthier, Québec. 51 p.

151 Faure-Lacroix, J., V. ROY, J.-P. Tremblay et N. THIFFAULT, 2009. *Régénération du sapin baumier à Anticosti: se démarquer de la masse ou adopter un profil bas?* Affiche présentée lors du 34^e Congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec. Nos ressources naturelles: Par qui? Pour qui? 12-13 novembre 2009. Québec, Canada. 1 p.

152 LAROUCHE, C., 2009. *La régénération du thuya après coupes partielles en peuplements mixtes*. Conférence présentée dans le cadre des Jeudis de la DRF. 12 novembre 2009. Québec, Canada. 61 p.

153 LAROUCHE, C., P. RAYMOND, S. BÉDARD, S. TREMBLAY et V. ROY, 2009. *La coupe progressive irrégulière (CPI) - Les généralités du traitement*. Conférence présentée dans le cadre des Guides sylvicoles - Atelier pour la rédaction des guides par sous-domaine. 22 avril 2009. Québec, Canada. 11 p.

154 MAILLY, D., 2010. *Foresterie à croissance rapide dans les provinces de Corrientes et de Misiones du Nord-Est de l'Argentine*. Conférence présentée lors des Jeudis de la DRF. 18 février 2010. Québec, Canada. 35 p.

155 Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE et Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, 2009. *Un travail en recherche forestière... Est-ce pour moi?* Conférence présentée lors des Ateliers «Viens vivre la forêt - Édition 2009». 29-30 septembre 2009. Duchesnay, Québec. 40 p.

156 MOORE, J.-D., R. OUMET et L. DUCHESNE, 2009. *Le chaulage un traitement pour revigorer l'érable à sucre*. Conférence présentée pour l'Association forestière de la Vallée du Saint-Maurice. 25 novembre 2009. Shawinigan, Québec. 48 p.

157 Ouhimmou, M., **M. FORTIN, D. MAILLY, S. D'Amours et F. Raulier**, 2010. *Propagation des erreurs prévisionnelles dans le calcul de possibilité forestière (CPF) optimisé*. Conférence présentée lors des présentations de l'Expo-Conférence 2010 Forac. 26 janvier 2010. Québec, Canada. 17 p.

158 OUIMET, R. et **L. DUCHESNE**, 2009. *L'évaluation des stations forestières sensibles à la récolte de biomasse - La méthode de la charge critique, en complément du cadre réglementaire actuel*. Conférences présentées à la Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT). 3 décembre 2009 à Trois-Rivières, 8 janvier 2010 à Rouyn-Noranda et 27 février 2010 à Label-sur-Quévillon. 43 p.

159 OUIMET, R., **J.-D. MOORE** et **L. DUCHESNE**, 2009. *La recherche au MRNF sur la santé des érablières*. Conférences présentées lors de la Journée d'information sur « L'avenir des érablières ». 3 novembre 2009 à Saint-Joseph-de-Beauce, 4 novembre 2009 à Saint-Sébastien, 5 novembre 2009 à Lac-Etchemin, 18 novembre 2009 à Mont-Laurier, 19 novembre 2009 à Mirabel, 20 novembre 2009 à L'Assomption, 8 décembre 2009 à Saint-Alexandre, 9 décembre 2009 à Saint-Jean-Port-Joli et 29 janvier 2010 à Notre-Dame-du-Lac. 57 p.

160 PERRON, M., 2009. *La génétique au bénéfice du reboisement*. Conférence présentée dans le cadre du Colloque À la tête de la Bio-Économie Mondiale, commençant chez nous au Québec. 22 septembre 2009. Québec, Canada. 16 p.

161 PRÉSENT, G., 2009. *Quelques renseignements sur l'éclaircie commerciale et le rendement des plantations*. Conférence présentée au personnel du ministère des Ressources naturelles et de la Faune de la Région 04. 4 juin 2009. La Tuque, Québec. 28 p.

162 PRÉSENT, G., 2009. *Quelques notions sur la densité de reboisement et le rendement des plantations*. Conférence présentée à un Comité régional sur le reboisement de la Région 09. 11 novembre 2009. Les Escoumins, Québec. 56 p.

163 PRÉSENT, G., 2010. *La production de bois et la conservation à l'aide de plantation - exemple de l'épinette blanche*. Conférence présentée au colloque sur l'aménagement forestier intensif au Québec, organisé conjointement par le Réseau Ligniculture Québec, le MRNF, l'Université Laval et Ressources naturelles Canada. 18 mars 2010. Québec, Canada. 49 p.

164 RAINVILLE, A., 2010. *L'amélioration génétique: Outil précieux d'adaptation aux changements climatiques*. Conférence présentée lors des Conférences-midi du ministère des

Ressources naturelles et de la Faune. 10 mars 2010, Québec, Canada. 64 p.

165 RAYMOND, P., **C. LAROCHE, S. BÉDARD, S. TREMBLAY** et **V. ROY**, 2009. *La coupe progressive irrégulière et son application potentielle au Québec*. Conférence présentée dans le cadre de l'Atelier sur les coupes progressives. 2 juin 2009. Québec, Canada. 32 p.

166 ROY, V. et **P. RAYMOND**, 2009. *Stratégies d'établissement de la régénération en coupe partielle*. Conférence présentée lors de l'Atelier sur les coupes progressives. 2 juin 2009. Québec, Canada. 41 p.

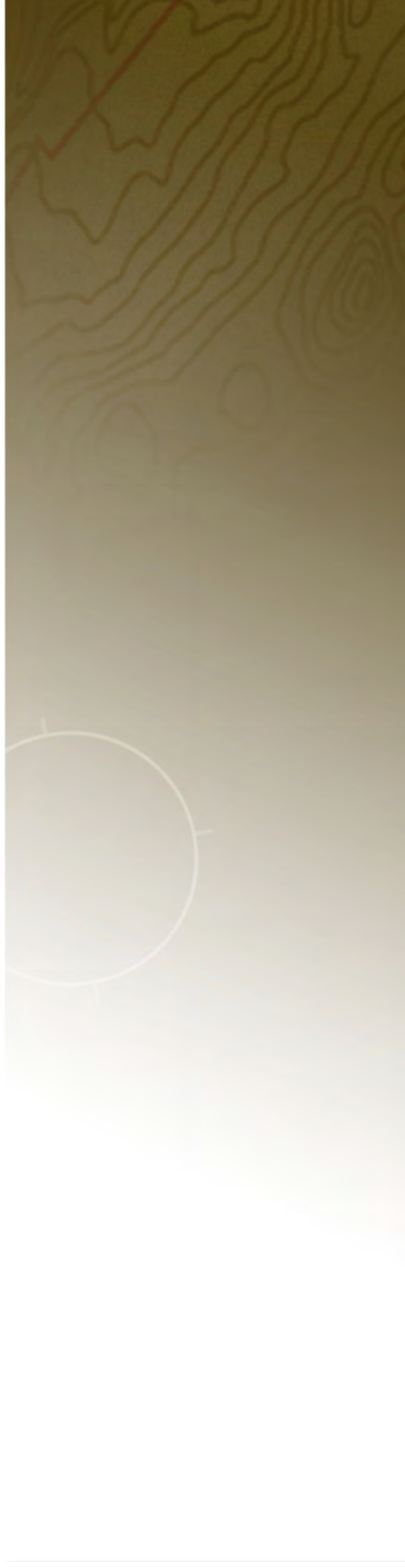
167 THIFFAULT, N. et **V. ROY**, 2009. *La végétation de compétition. Pistes de réflexion dans l'application de la coupe progressive*. Conférence présentée lors de l'Atelier sur les coupes progressives. 2 juin 2009. Québec, Canada. 19 p.

168 TOUSIGNANT, D., 2010. *Plantation de boutures et foresterie clonale, au Québec et dans le monde: bilan d'un colloque en Angleterre*. Conférence présentée lors d'un Jeudi de la DRF. 21 janvier 2010. Québec, Canada. 51 p.

169 TOUSIGNANT, D. et **L. TREMBLAY**, 2009. *Trois méthodes de production d'arbres améliorés, de la graine à la plantation*. Affiche présentée lors des Ateliers « Viens vivre la forêt - Édition 2009 ». 29-30 septembre 2009. Duchesnay, Québec. 1 p.

170 TREMBLAY, S., 2009. *La coupe progressive irrégulière en peuplements résineux: de la théorie à la pratique dans un peuplement situé en Gaspésie*. Conférence présentée lors de l'Atelier sur les coupes progressives irrégulières. 2 juin 2009. Québec, Canada. 23 p.

Articles scientifiques	27
Article professionnel	1
Mémoires de recherche forestière	7
Note de recherche forestière	1
Avis de recherche forestière	5
Livres ou chapitres de livre	11
Guides	2
Rapports divers	11
Présentations – Congrès scientifiques	29
Documents de vulgarisation	6
Activités de transfert des résultats de recherche	44
Présentations diverses	26
TOTAL	170



Ressources naturelles
et Faune

Québec

