

RAPPORT D'ACTIVITÉ

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

2010 2011



$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$
$$V_{AE,ik} = \beta_1 d h p_{ik}^{\beta_2} H_{ik}^{\beta_3} + \varepsilon_{2,ik}$$



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

RAPPORT D'ACTIVITÉ

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

2010 2011



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



$$P'(r) = \frac{r}{k} P(r)(b - P(r))$$
$$V_{AE, \beta} = \beta_1 d h p_k^{\beta_2} H_{\alpha}^{\beta_3} + \varepsilon_{2, \beta}$$

Le fichier PDF du Rapport d'activités 2010-2011 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

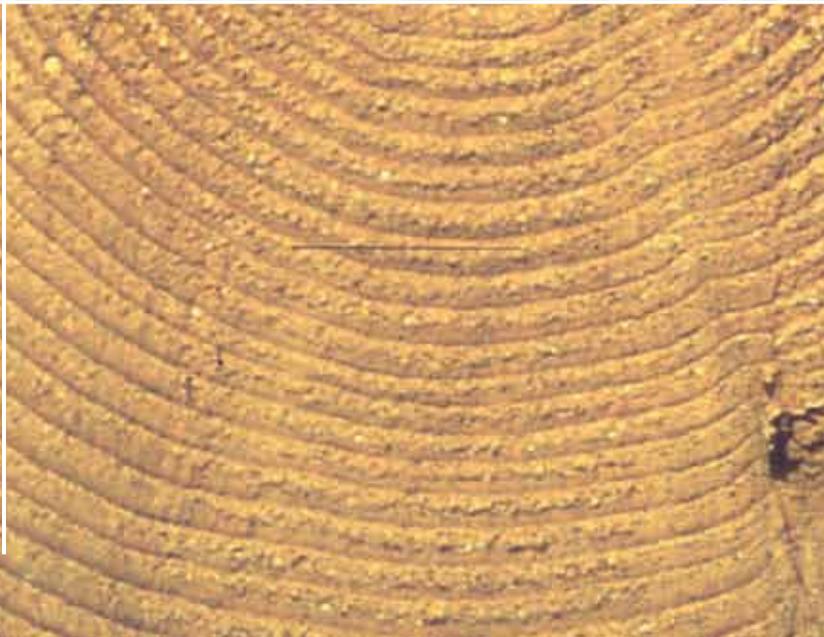
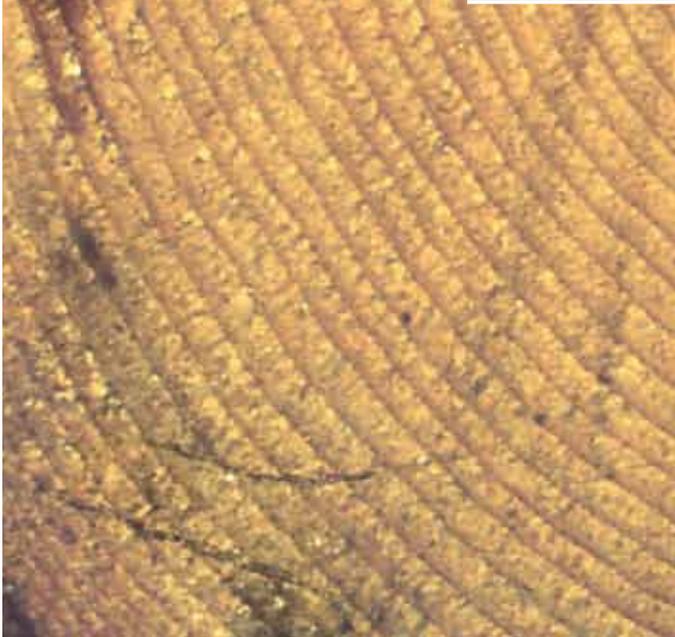
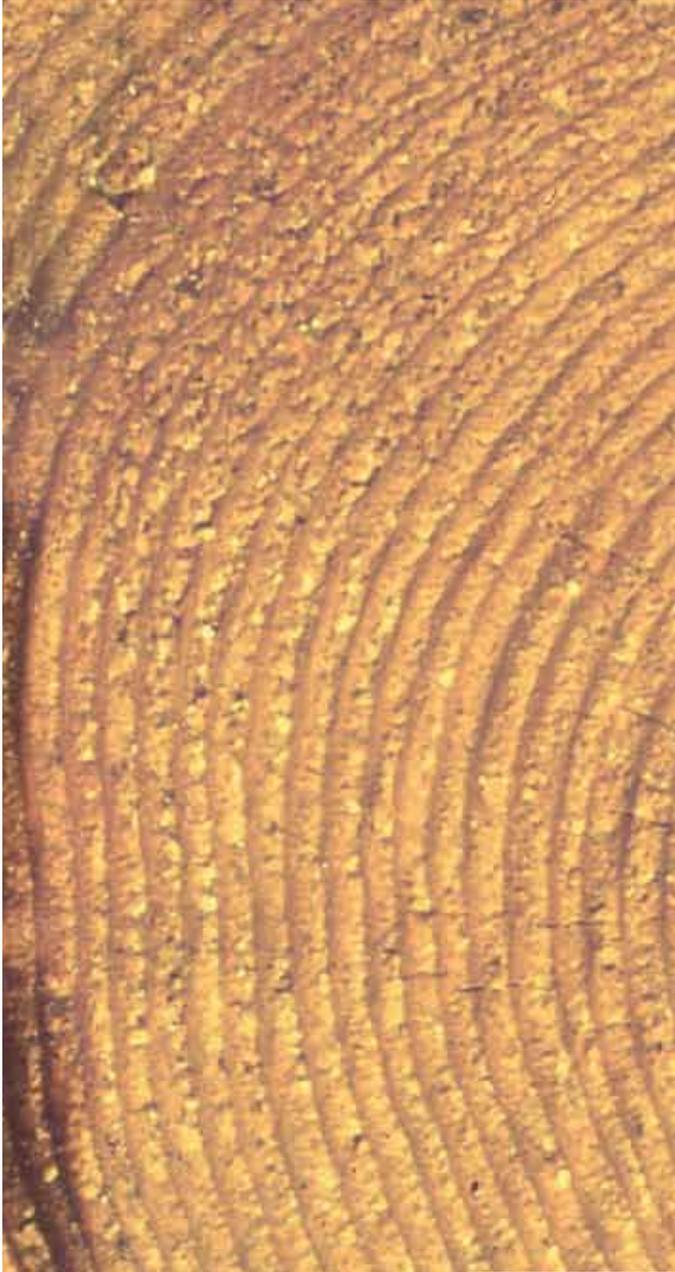
Tél. 418 643-7994
Télec. 418 643-2165
recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca
www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2011
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2011

ISBN 978-2-550-62870-5 (Imprimé)
ISBN 978-2-550-62871-2 (PDF)
ISSN 1703-8561
ISSN en ligne 1718-0074

TABLE DES MATIÈRES

- 1 Le mot du Directeur
- 2 Les activités de recherche forestière
- 3 La Direction de la recherche forestière
- 9 Le Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie
- 21 Le Service de la sylviculture et du rendement des forêts
- 29 Le Service du soutien scientifique
- 37 La programmation de recherche 2011-2012 (projets internes)
- 47 La programmation de recherche 2011-2012 (projets externes subventionnés)
- 55 Les publications 2010-2011



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 2010-2011 ainsi que la programmation des projets de recherche pour l'année 2011-2012.

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 appliquée, d'innovation et de développement de solutions pratiques aux problèmes rencontrés par les gestionnaires de la forêt et les praticiens. La DRF consacre l'essentiel de ses travaux à l'acquisition de nouvelles connaissances et au développement de savoir-faire. Ces travaux convergent vers l'obtention de solutions originales et validées pour nombre de problèmes forestiers ou environnementaux, 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 Ministère, dans le cadre du 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 nos 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.

LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE FORESTIÈRE

LES ACTIVITÉS DE 2010-2011

En 2010-2011, 79 projets de recherche étaient inscrits dans 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 au Ministère de subventionner, en milieu universitaire, 33 projets de recherche, dont 7 étaient nouveaux.

En matière de diffusion des résultats de recherche, la DRF a produit 65 publications, logiciels et rapports divers. De ceux-ci, on compte quelque 31 articles scientifiques publiés dans des revues internationales. De plus, la Direction a participé à plus de 47 activités de transfert des résultats de recherche par des présentations à des congrès scientifiques ou colloques et par la participation à des visites régionales ou à des activités de formation.

LES ACTIVITÉS DE 2011-2012

La programmation des projets de recherche pour l'année 2011-2012 prévoit la réalisation de 77 projets, dont 5 nouveaux. Par ailleurs, 8 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 2011-2012 s'élève à 34.

LES ACTIVITÉS DE 2010-2011 EN BREF

79

projets de recherche
inscrits dans la programmation
de la DRF

33

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

65

publications et rapports
produits

47

activités de transfert
des résultats de recherche

LES ACTIVITÉS DE 2011-2012 EN BREF

77

projets inscrits dans
la programmation de recherche
de la DRF, dont 5 nouveaux

34

projets subventionnés
par l'entremise de l'entente
de partenariat avec le FQRNT,
dont 8 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 effectuant 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 n'est pas active. 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 :

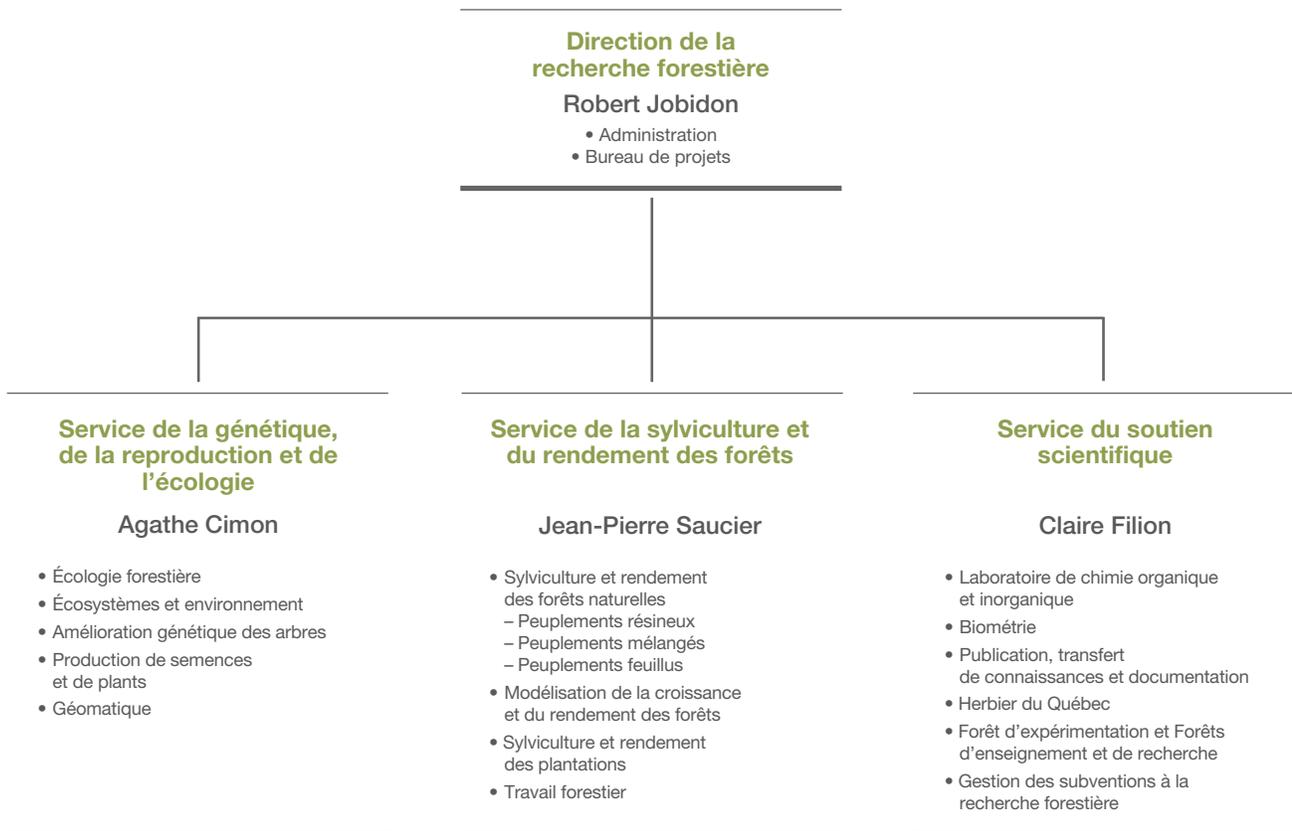
- la génétique, la reproduction et l'écologie;
- la sylviculture et le rendement des forêts;
- le soutien scientifique.

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. Les travaux propres à l'étude des effets des changements climatiques sur la forêt ou au développement de mesures d'adaptation s'effectuent de manière transversale dans les deux services de recherche.

La réalisation des projets est rendue possible grâce à une équipe de 35 chercheurs, dont **18** travaillent au **Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie** et **17** 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 **36** personnes au sein du premier service et de **38** au sein du second.

Le **Service du soutien scientifique** assiste 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), au sein de Forêt Québec.



N. B. M^{me} Agathe Cimon n'est plus le chef du Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie depuis avril 2011.

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 *Canadian Journal of Forest Research*, *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 aux critères rigoureux de la publication scientifique sont acceptés.

En 2010-2011, les chercheurs de la DRF ont été auteurs ou coauteurs de 31 articles scientifiques, de 6 articles de vulgarisation et concepteurs de 2 logiciels, 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 4 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 12 avis de recherche forestière, une collection de vulgarisation scientifique éditée par la DRF.

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

D'autre part, les chercheurs de la DRF ont participé à une quarantaine 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 et les ont présentés 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 2010-2011 DE LA DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

La DRF a le souci de conduire 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 milieu universitaire

québécois que canadien ou étranger, si bien que l'on assiste depuis quelques années à un accroissement du nombre de projets menés en commun ou de celui des publications scientifiques communes.

Le comité scientifique chargé d'examiner la limite nordique des forêts attribuables a poursuivi ses travaux. Ce comité multidisciplinaire, constitué de scientifiques et de spécialistes des milieux gouvernementaux et universitaires, a maintenant terminé le programme d'acquisitions de connaissances du territoire nordique qu'il avait élaboré en début de mandat. En 2010-2011, il a entamé l'étape d'analyse des résultats, fondée essentiellement sur des critères d'aménagement forestier durable. Le comité a aussi soumis avec succès son processus d'analyse à un examen critique par les pairs, dont certaines des recommandations formulées permettront d'enrichir l'étape de l'analyse. Les travaux progressent selon l'échéancier initialement prévu et le comité prévoit terminer son travail au cours de 2012.

Plusieurs chercheurs de la DRF ont poursuivi leur participation dans la rédaction des guides sylvicoles, soit comme auteur ou comme réviseur. Cet ambitieux projet de 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 produit 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, notamment dans le cadre du nouveau régime forestier.

Des chercheurs de la DRF sont aussi engagés dans l'élaboration du calcul de la possibilité forestière sous l'égide du 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.

Ces projets complémentaires aux activités courantes de recherche sont autant d'occasions pour les chercheurs d'effectuer 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 effectués 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 par le FQRNT 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 dans la programmation régulière. Au cours de l'année 2010-2011, cinq propositions de recherche ont été soumises avec succès à ces deux processus d'évaluation. La programmation de recherche 2011-2012 vient donc de s'enrichir de ces cinq nouveaux projets qui touchent à une vaste gamme de préoccupations, comme en font foi d'ailleurs leurs titres :

1. Dynamique (1970-2010) de la forêt boréale du Québec en réponse aux feux et à l'aménagement forestier : une analyse rétrospective à partir d'images Landsat
2. Interaction entre la récolte de la biomasse forestière, le climat et le type écologique sur la fertilité des sols et la productivité en forêt boréale
3. Évaluation de la naturalité, du rendement et de la productivité des débroussailleurs pour différentes modalités d'éclaircie précommerciale
4. Optimisation de traitements sylvicoles adaptés à la forêt mixte du Québec par l'étude des processus écophysologiques d'acclimatation et de croissance de la régénération
5. Adaptation des forêts aux changements climatiques



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 dans l'agenda du Comité Environnement de la « Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des 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.



Le décompte des anneaux de croissance de ces vétérans aidera à préciser la dynamique des feux du territoire et contribuera au registre des états de référence (Y. Boucher, MRNF)

ÉCOLOGIE FORESTIÈRE

Les chercheurs du créneau Écologie forestière axent principalement leurs 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) à long terme des écosystèmes forestiers. L'ensemble des connaissances acquises permet d'établir les états de référence de la forêt, qui sont consignés dans le registre des états de référence, et, ultimement, influenceront les cibles d'aménagement pour une gestion durable des forêts.



La régénération forestière en forêt boréale est influencée par la sévérité des feux comme le démontre l'étude des microsites après le passage d'un feu de faible intensité (Y. Boucher, MRNF)

Réalisations

- Les chercheurs du créneau ont livré la première version du registre ministériel des états de référence (32), 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.
- Ils ont aussi caractérisé les attributs des écosystèmes forestiers préindustriels du domaine de la sapinière à bouleau blanc à l'aide des techniques de l'écologie historique.
- Ils ont également collaboré à mieux définir la dynamique forestière à court et long terme des sapinières de haute altitude (réserve faunique des Laurentides). La méthode sera étendue à d'autres secteurs du Québec au cours des prochaines années.

Perspectives

- Analyse de l'évolution de la forêt boréale entre 1970 et 2010 sous l'influence des coupes et des perturbations naturelles à partir d'images Landsat.
- Dynamique à court et long terme de la forêt boréale et de la forêt tempérée sur la base de la classification écologique en cours au MRNF.
- Analyse des effets de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) en développement au Québec.
- Bonification des états de référence par rapport à certains enjeux écologiques prioritaires.



Les études portant sur la dynamique forestière permettent de constater que la tordeuse des bourgeons de l'épinette épargne plusieurs conifères dont cette épinette blanche qui a survécu à plus d'un événement (Y. Boucher, MRNF)

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 tempérées de même que les stratégies de restauration adaptées à des espèces forestières qui se raréfient, telles que 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 et la récolte forestière. Ces perturbations peuvent toutes avoir une incidence sur la fertilité des sols, la croissance, le recrutement, la mortalité et la répartition géographique des espèces et, par conséquent, sur la productivité des peuplements.

Étudier les effets des changements environnementaux sur la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes 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 d'élaborer des stratégies d'adaptation ou d'atténuation.

Les résultats obtenus permettront au Ministère de répondre aux engagements gouvernementaux pris dans le cadre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques, qui consiste à mieux comprendre l'impact du climat actuel et futur sur la forêt, afin de s'assurer que la gestion forestière s'inscrive dans une démarche de développement durable.

Réalisations

- Les activités de monitoring environnemental de bassins versants forestiers ont permis de documenter l'impact de l'envahissement par le hêtre à grandes feuilles sur la qualité de la litière dans une érablière en dépérissement (11). Les résultats indiquent que la proportion de feuilles d'érable en termes de biomasse est passée de 56 % en 1986 à 36 % en 2006. Cette diminution a été compensée par une augmentation de la biomasse des feuilles de bouleau jaune et de hêtre à grandes feuilles. Ainsi, la biomasse totale de la litière est restée stable au cours de la période. Toutefois, étant donné que la concentration en calcium et en magnésium est de deux à trois fois plus importante dans les feuilles de hêtre et de bouleau que dans les feuilles d'érable, la quantité d'éléments nutritifs (calcium et ma-

gnésium) qui retourne au sol sous forme de litière a augmenté significativement au cours de la période. Contrairement à la croyance populaire, les résultats indiquent aussi que la litière de hêtre est moins acide que celle des deux autres essences. On peut donc conclure que la qualité de la litière qui retourne au sol s'est clairement améliorée à la suite du déclin des érables.

- De plus, la dernière étude sur l'amendement en calcium et en magnésium des érablières dépérissantes montre que la réponse de l'érable à sucre était de plus forte intensité à l'ajout de chaux dolomitique ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, 12 % de magnésium) qu'à l'ajout de calcium uniquement (23). La nutrition en magnésium pour l'érable à sucre dans ce type d'écosystème pourrait donc être plus importante que nous l'avions initialement anticipé.
- D'ailleurs, les chercheurs ont publié 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.
- Enfin, les données issues des activités de monitoring ont été mises en commun avec des données issues de diverses stations de monitoring de l'est de l'Amérique du Nord. Ce partage d'information a permis de documenter la variabilité régionale associée à la réaction des écosystèmes forestiers à la baisse des dépôts acides en Amérique du Nord (21). Les auteurs concluent que la qualité des eaux de surface s'est grandement améliorée à la suite de la baisse des dépôts acides. Toutefois, les sources additionnelles de soufre contenu dans le sol doivent être prises en compte dans l'évaluation de la récupération à long terme de ces écosystèmes.

Perspectives

- Deux nouvelles stations du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF) ont été installées au nord du Québec en 2010. Afin de répondre aux enjeux du Plan d'action québécois 2006-2012 sur les changements climatiques, l'expansion du réseau se poursuivra en 2011, grâce à l'ajout de trois nouvelles stations de monitoring dans la forêt nordique et la forêt mélangée. Il est prévu que huit stations du RESEF au total seront installées au nord du 52^e parallèle d'ici 2013.
- Les nouvelles connaissances acquises sur la charge critique des sols permettront 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 traduites, d'ici 2013, dans la Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) du MRNF.

- Les résultats à long terme des effets de l'ajout d'éléments nutritifs limitatifs, tels que N, 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 également à développer des stratégies d'aménagement adaptées.
- Finalement, cinq projets sur l'impact des changements climatiques sur la forêt sont en cours. 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.
 1. L'étude de l'impact des changements climatiques sur la répartition et l'abondance des arbres de l'est de l'Amérique du Nord permettra de connaître les espèces les plus vulnérables à un réchauffement du climat.
 2. L'étude sur les premières réactions du sol de la pessière à mousses et de la sapinière à bouleau blanc devant un réchauffement climatique suit son cours. Elle a d'ailleurs permis d'évaluer une augmentation de 14 à 50 % de la respiration hétérotrophe du sol à la suite d'un réchauffement du sol de 3-4 °C, selon le taux d'humidité du sol et la météo.
 3. 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.
 4. L'analyse 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.
 5. Enfin, des travaux menés en collaboration avec le Consortium Ouranos permettront de préciser l'impact des changements climatiques sur la température et l'humidité du sol, puisqu'un changement de ces deux variables peut avoir des effets majeurs sur la croissance des forêts et le régime de feu.

Les résultats de ces cinq projets permettront de mieux connaître les réactions de la forêt devant les changements climatiques, afin d'élaborer des stratégies d'adaptation ou d'atténuation.

Transfert et diffusion de connaissances

Les résultats sur le diagnostic de la santé des érablières et les moyens de les revitaliser ont été très en demande encore en 2010-2011. Sept présentations ont eu lieu dans différentes régions du Québec. Les chercheurs de la DRF collaborent avec le Centre ACER à la préparation d'un guide du diagnostic de la santé de l'érablière pour 2011, guide destiné aux conseillers acéricoles et forestiers pour les aider à faire des recommandations justes basées sur un diagnostic précis. Par ailleurs, deux articles vulgarisés ont été publiés afin de répondre aux préoccupations des différents acteurs dans le domaine de l'acériculture par rapport au dépérissement des érablières (88-89).

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 (91). 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 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 faciliter 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 mettre au point 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 plantations. 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 coopé-

ration 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 2010-2011 ont permis de sélectionner de nouveaux arbres-parents de *Populus trichocarpa* et de *P. deltoides* afin de les utiliser dans les programmes de croisements prévus à l'hiver 2012. En prévision de ces croisements, du pollen de *P. trichocarpa* et de *P. maximowiczii* a été récolté après un forçage en serre à l'hiver 2011 et mis en banque pour une conservation à long terme. L'obtention de nouvelles descendance devrait 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.



Récolte de rameaux floraux de peuplier (*Populus trichocarpa*) pour obtenir des descendance hybrides en les croisant en serre avec d'autres espèces (A. Fauchon, MRNF)

- 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 (12).
- Au printemps 2010, les premières descendances biparentales de la seconde génération du programme d'amélioration génétique des mélèzes introduits au Québec ont été ensemencées. Après une saison, les pépiniéristes ont observé une vigueur de croissance jamais vue. D'ici six à dix ans, ce matériel biologique servira à recommander des familles pour le bouturage, de même qu'à mieux comprendre le phénomène de vigueur accrue chez les mélèzes hybrides, en comparaison de celle de chacun des parents.
- Pour l'épinette de Norvège, les résultats d'une étude sur la régénération naturelle en plantation ont permis de conclure que cette espèce ne montre pas de signe d'envahissement dans les écosystèmes naturels (36, 44). C'est là une exigence pour la certification forestière, notamment par le système FSC (*Forest Stewardship Council*). Ainsi, les organismes engagés dans un tel processus de certification peuvent dorénavant s'appuyer sur ces conclusions. Les études se poursuivront afin de documenter davantage la survie et la croissance des semis naturels trouvés surtout à l'intérieur des plantations et en bordure immédiate de celles-ci.
- En plus du rendement en volume, la qualité du bois est un critère de plus en plus intégré dans les programmes d'amélioration génétique. Les travaux de terrain entrepris en 2009-2010 pour l'épinette noire ont été finalisés en 2011 par des analyses en laboratoire d'échantillons de bois, afin d'établir des corrélations avec les mesures *in situ* de la densité du bois et de la résistance mécanique (module d'élasticité). Les résultats démontrent qu'il est possible d'employer des méthodes simples et rapides d'estimation de ces deux paramètres à grande échelle, et d'évaluer l'ensemble de nos populations d'amélioration afin de sélectionner et de déployer des variétés offrant à la fois un rendement en volume et une qualité de bois supérieurs.
- Dans le contexte des changements climatiques, de nouveaux modèles de transfert, développés à compter de 2009 pour simuler l'effet des changements climatiques sur le rendement des plantations, ont finalement été incorporés dans un logiciel de simulation (Biosim) et jumelés à des modèles d'IQS biophysiques en utilisant huit scénarios climatiques. Ainsi pour chacune des sources de semences (verger à graines) et pour les trois principales espèces utilisées dans les reboisements (épinettes noire et blanche, et pin gris), des cartes de productivité des plantations seront produites. Les résultats de ces travaux sont en voie d'être publiés.
- Les clones d'épinette blanche issus d'embryogenèse somatique sont établis en tests clonaux depuis 2007. Dans le but de réduire la durée d'évaluation de ces clones, et éventuellement le nombre de clones plantés, un nouveau projet a été mis sur pied en 2010. Les clones, qui ont été caractérisés au stade de semis en pépinière sur la base de critères morfo-physiologiques, sont par la suite caractérisés dans les tests clonaux. Le projet a pour but d'évaluer les paramètres génétiques clonaux et d'établir les corrélations génétiques entre caractères et à divers âges, ce qui ouvre la porte à la sélection hâtive des meilleurs clones.



Semis 1-0 d'une descendance biparentale (ExJ) de mélèze hybride de la seconde génération dont la croissance en hauteur dépasse d'environ 40 % celle de variétés précédentes (G. Lapointe, MRNF)



Mesure de la vitesse de propagation d'ultrasons sur un échantillon d'épinette noire en vue d'évaluer le module d'élasticité (MOE) du bois (M. Desponts, MRNF)

- La possibilité de sélection hâtive sur des caractéristiques de qualité du bois chez l'épinette blanche a fait l'objet d'une étude menée par l'Université Laval, à laquelle la DRF a participé (19). Les résultats démontrent, entre autres, que la sélection sur des caractéristiques facilement mesurables comme la densité du bois permettrait d'obtenir des gains génétiques supérieurs sur les propriétés mécaniques.
- Les chercheurs ont également été sollicités à titre de conférenciers, entre autres, pour sensibiliser les acteurs de la forêt privée au potentiel de croissance que représentent les plants d'épinette blanche issus d'embryogénèse somatique (101) et comme représentants ministériels pour présenter des enjeux et des mesures d'adaptation liés à l'effet anticipé des changements climatiques (102). Ils ont également agi à titre d'évaluateurs scientifiques, de conseillers ou d'experts dans des comités d'évaluation et de pertinence, pour des activités d'enseignement ou de vulgarisation auprès de la presse écrite.

Transfert, diffusion et collaborations diverses

Concrètement, dans le travail quotidien, les chercheurs en amélioration génétique demeurent en constante communication avec leur interlocuteur privilégié, la DGPSF, et l'appuient. Cela se traduit par la recommandation de nouveaux individus ou de nouvelles variétés pour l'établissement des futurs vergers à graines et parcs de croisements ou pour une utilisation directe dans le programme de reboisement (par exemple, nouveaux croisements d'épinette de Norvège offrant des gains en croissance et une tolérance au charançon du pin blanc) afin de maximiser le rendement des plantations au Québec. Ils ont aussi transmis leur expertise afin de soutenir des initiatives régionales. Ainsi, ils ont présenté le bilan des travaux en amélioration génétique faits dans la région de la Gaspésie et sensibilisé les acteurs forestiers au choix des espèces pour la mise en œuvre de la sylviculture intensive (91, 97 et 98), ou lors d'une visite de terrain en populiculture auprès des conseillers forestiers du Bas-Saint-Laurent où les intervenants ont pu juger des performances des nouvelles variétés en évaluation et discuter des pratiques culturelles recommandées. Les chercheurs collaborent à des projets de recherche en réseaux universitaires ou de centres gouvernementaux, dont le Service canadien des forêts. 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 forestières 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 davantage adaptées à une 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).

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 mettre au point des techniques culturales innovantes et respectueuses de l'environnement qui tiennent 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 acteurs 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. Cela permet aux pépiniéristes d'intégrer les dernières innovations techniques au fur et à mesure de leur développement. Par ailleurs, des activités de vulgarisation scientifique (92, 96, 112) contribuent à l'intégration des nouvelles connaissances par les praticiens.

Production de semences

- L'activité de l'eau est une mesure nouvellement appliquée au contrôle de la qualité des semences. Le tandem formé par le Cemagref (unité écosystèmes forestiers de Nogent sur Vernisson [France]) et la DRF est l'instigateur du développement de la méthode et le leader mondial dans le domaine (62, 69).

- Le tout premier atelier technique sous l'égide de l'Association internationale des essais sur les semences (ISTA), consacré à la mesure de l'activité de l'eau, a été organisé par le Cemagref et la DRF. Lors de cet atelier, le Cemagref et la DRF ont présenté de façon conjointe plusieurs facettes des travaux qui ont eu cours depuis 2007 et de leurs applications dans les activités tant de recherche qu'opérationnelles (60, 61, 67, 68, 84).
- La DRF et le Cemagref sont associés dans le cadre d'un projet de coopération scientifique financé par la Commission permanente de coopération franco-québécoise. Ce projet a été retenu comme projet exemplaire de la 62^e biennale de la commission; il a été sélectionné pour être présenté lors de la rencontre bisannuelle de la commission permanente qui s'est tenue à Québec (92). Une mission en France a eu lieu grâce à ce financement et permis la présentation du volet aménagement des vergers à graines du Québec (93).
- Les premiers résultats du projet de recherche sur le développement d'une banque de conservation *ex situ* de la diversité génétique forestière montrent que l'activité de l'eau est un outil décisionnel très performant pour le contrôle de la qualité de la conservation des semences (70, 85).

Embryogenèse somatique

Les biotechnologies telles que les techniques d'embryogenèse somatique permettent d'obtenir des milliers d'embryons somatiques identiques à partir d'une seule graine, sans manipulation génétique. L'implantation de l'embryogenèse somatique à l'échelle opérationnelle est en cours grâce à

une collaboration scientifique et technique intensive entre la DRF, la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles (DGPSP) et la pépinière de Saint-Modeste. En 2010-2011, la productivité et l'efficacité de certaines étapes en embryogenèse somatique de l'épinette blanche (EPB) ont été améliorées de façon importante en passant par la culture semi-liquide. De nouvelles approches de production ont été mises au point en vue d'établir différents scénarios de production soit pour les tests de variétés ou pour une production à grande échelle de plants avec l'EPB et le mélèze hybride. Ainsi, il est maintenant possible d'envisager de produire des variétés sélectionnées à partir de familles-élites. L'application de cette technologie offre aux aménagistes forestiers un outil performant pour soutenir l'intensification de la production ligneuse et l'aménagement écosystémique des forêts.

- Pour faire connaître les percées technologiques innovatrices liées au domaine de l'embryogenèse somatique, ainsi que leur mise en application à l'échelle opérationnelle, une activité de transfert de connaissances a été organisée sur la production des variétés d'EPB hautement productives à la pépinière de Saint-Modeste, de même que sur les modalités de leur intégration dans les Aires d'intensification de la production ligneuse (AIPL) (95, 96).
- La publication du premier article international sur la production de graines par des variétés somatiques d'épinette noire place la DRF à la fine pointe de l'innovation dans ce domaine très concurrentiel qu'est l'embryogenèse somatique (9, 38). Cet article pose les jalons de l'intégration potentielle des variétés somatiques dans la production de semences dans les vergers à graines.



Fertilisation des plants du dispositif d'irrigation de plants d'épinette blanche 2+0 produits dans le récipient 25-310 à la pépinière de Saint-Modeste en 2010 (Daniel Girard, MRNF)



Les prescriptions d'irrigation pour les trois traitements d'irrigation ont été appliquées à l'aide du système informatique *IRREC*, conçu et mis au point à la DRF (Claude Bérubé, MRNF)

Bouturage

- En matière de bouturage des résineux, les travaux se poursuivent en vue d'intégrer des scénarios de production de boutures prélevées au stade dormant, qui complètent les autres scénarios actuels utilisant des boutures récoltées en croissance. Déjà, toute la production opérationnelle de mélèzes hybrides est faite à partir de boutures dormantes.

Production de plants

- Pour assurer une protection accrue de la qualité des eaux souterraines en pépinières forestières, le système informatisé *IRREC* a été mis au point à la DRF pour aider les pépiniéristes à mieux gérer l'irrigation de leurs cultures en récipients. Ce logiciel, qui a été conçu sur la plateforme *Excel*, calcule les besoins en irrigation des plants en récipients produits dans les pépinières forestières du Québec (33, 51).
- Les chercheurs ont également élaboré à une échelle opérationnelle, dans le cadre d'un projet en réseau, des modèles d'estimation des pertes d'éléments minéraux par lessivage selon les régies d'irrigation (28).
- Pour approfondir nos connaissances sur le développement et la croissance des racines des essences résineuses produites en pépinière forestière, selon leurs spécificités, les chercheurs ont démontré que bien que les racines du mélèze laricin mycorhizées naturellement par certains champignons ectomycorhiziens soient noires, elles ne peuvent être considérées comme étant mortes (50). Ainsi, les plants mycorhizés, qui présentent une bonne cohésion des racines, ne seront plus rejetés à cause de la coloration noire ou foncée de leur système racinaire. Cette contribution majeure, qui est déjà intégrée à l'échelle opérationnelle dans les pépinières forestières du Québec, a permis de réajuster les normes et les critères d'évaluation des racines de cette essence.
- Certains travaux ont mis l'accent sur l'optimisation de différentes techniques culturales à une échelle opérationnelle, lesquels permettent de diminuer le rejet des plants à cause de l'insuffisance racinaire, notamment le traitement de jours courts (40), l'irrigation (42) et les propriétés physico-chimiques des substrats (77). D'autres travaux ont démontré que l'origine génétique des semences issues des principaux vergers à graines de l'EPB ne peut pas être considérée comme un facteur déterminant pour expliquer les taux d'insuffisance racinaire extrêmes observés entre les pépinières forestières du Québec (8).
- Les chercheurs de la DRF ont élaboré, à l'échelle opérationnelle, des chartes de tolérance au gel en automne, grâce auxquelles la survie des plants atteint 100 % sans que ceux-ci ne subissent de dommages, et ce, quelle que soit la région écologique. Ces seuils permettront aux pépiniéristes de mieux cibler les périodes où il y a un risque de gel afin de mettre en place des mesures de protection adéquates (41).
- Afin de contrer les effets négatifs de la végétation de compétition et de stimuler l'extension des racines des plants forestiers après la mise en terre, les chercheurs ont expérimenté une nouvelle technologie de libération lente des fertilisants destinés aux plants forestiers (49, 86). En conditions contrôlées, des godets biodégradables ont permis d'augmenter, de façon importante, la croissance des racines et la concentration foliaire en azote des plants d'épinette blanche.
- Finalement, l'expertise québécoise dans le domaine de la production de plants forestiers est très prisée à l'échelle internationale. À cet égard, certains chercheurs de l'équipe de production de plants et de semences participent à des projets d'échanges d'expertise avec certains centres de recherche reconnus mondialement et à des projets de modernisation des pépinières forestières de pays en développement (1, 31, 64, 76). Ces projets sont financés par des organismes subventionnaires internationaux.
- Depuis plus de 30 ans, les chercheurs assurent un accompagnement et un transfert de connaissances et d'expertise continus destinés à l'ensemble des producteurs de plants forestiers et des centres de semences, de bouturage et d'embryogenèse somatique. Ils formulent des recomman-



Dispositif expérimental installé à la pépinière de Grandes-Piles pour déterminer les seuils de tolérance au gel des plants en hiver, en relation avec les extrêmes climatiques, pour prédire l'évolution de l'état d'endurcissement des plants en pépinière forestière (pépinière de Grandes-Piles) (M.S. Lamhamedi, MRNF)

datations précises sur plusieurs aspects liés à la qualité des semences et à la culture de plants forestiers en pépinière, ce qui permet d'améliorer constamment la qualité des différents types de plants destinés au reboisement.

Perspectives d'avenir

Production de semences

- Une collaboration scientifique a été établie avec le Centre de technologie minérale et de plasturgie inc. (CTMP) afin de mettre au point un contenant de conservation des graines plus performant.



Activité d'accompagnement et de transfert de connaissances et d'expertise auprès des pépinières forestières : cas de la pépinière de Guyenne en Abitibi (MRNF)



Essai réalisé en conditions contrôlées pour évaluer les effets des régies de culture sur la croissance, l'architecture et la physiologie de plants de mélèze hybride issus de différentes sources génétiques utilisées pour la production de pieds-mères pour le bouturage. L'irrigation et la fertilisation sont rigoureusement contrôlées pour chaque plant du dispositif. (P. Desjardins, MRNF)

- Il est actuellement difficile d'obtenir une population de pieds-mères de mélèze hybride suffisamment homogène en matière de croissance en hauteur et de production de boutures. Un important essai est en cours, avec plusieurs sources génétiques de semences utilisées pour la production opérationnelle, afin d'analyser les effets des régies de culture, ainsi que leur impact sur la croissance et la physiologie des pieds-mères de mélèze hybride.

Embryogenèse somatique

- Le défi dans l'avenir en embryogenèse somatique consiste à i) raccourcir la période *in vitro* sans diminuer les rendements obtenus; ii) élaborer un procédé de sélection et d'automatisation de la récolte d'embryons somatiques afin d'éliminer l'intervention humaine; et iii) déterminer l'identité génétique de chaque variété associée à un code-barres à l'aide d'une méthode standard.

Bouturage

- La poursuite des recherches pour intégrer au mieux les scénarios de bouturage à partir de matériel prélevé au stade dormant ou en croissance permettra de maximiser la qualité des plants obtenus, tout en réduisant les coûts de production et en bénéficiant d'une flexibilité accrue pour la réalisation des opérations.

Production de plants

- On évaluera, à une échelle opérationnelle, la faisabilité technique d'utiliser des balances hydropneumatiques qui, grâce à un système de transmission de données « sans fil », permettent d'évaluer en temps réel la teneur en eau du substrat des cultures en récipients. L'utilisation de ces balances facilitera grandement la prise de décision pour



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)

la gestion de l'irrigation de ces cultures, puisqu'elles sont reliées, de façon continue, au système informatique de calcul des besoins en irrigation *IRREC* utilisé par les pépinières du Québec.

- Le défi en production de plants forestiers au Québec consiste également à trouver des solutions innovantes à la portée des pépiniéristes pour assurer, à l'échelle de la pépinière, une protection accrue des plants contre les extrêmes climatiques hivernaux associés aux changements climatiques. Différentes techniques de protection hivernale seront évaluées comme la fabrication de la neige à l'aide de canons à neige. D'autres travaux, menés en étroite collaboration avec l'Université Laval et le Service canadien des forêts, seront axés sur la compréhension des processus écophysiologicals des plants issus des familles et des vergers à graines d'épinette blanche, en réponse aux interactions entre la température et le gaz carbonique et aux variations qui s'ensuivent (65).

TRANSFERT ET DIFFUSION DE CONNAISSANCES

Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie

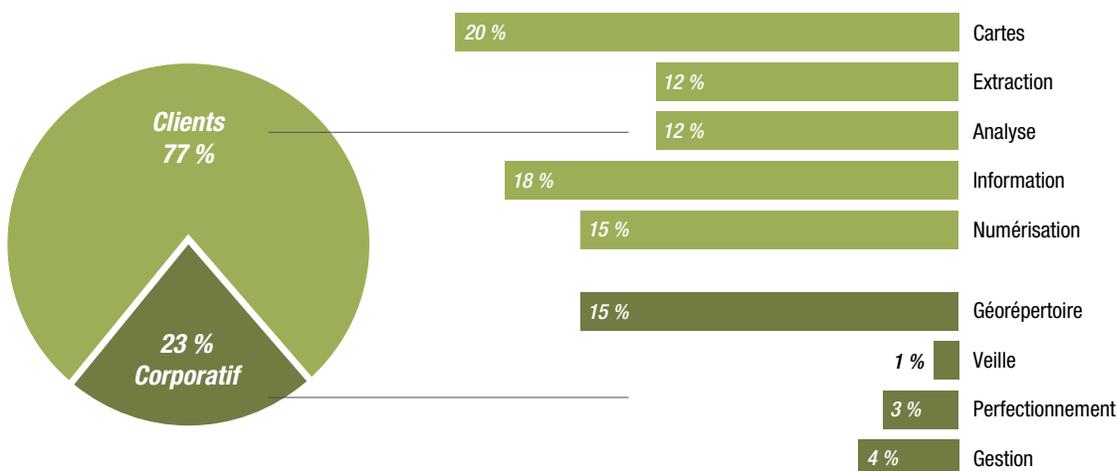
Les résultats de recherche sont diffusés par l'entremise d'articles scientifiques, de mémoires de recherche ou d'autres publications révisées par des pairs, ou encore ils sont présentés lors de conférences scientifiques. En 2010-2011, les chercheurs du Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie ont publié 17 articles scientifiques, 2 mémoires de recherche forestière et 6 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 tout au cours de l'année.

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.

Des rencontres d'échanges se sont tenues avec plusieurs experts de la filière de reboisement au Québec, 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.

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 2010-2011, 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; 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 ont pour but d'établir la valeur des traitements sylvicoles ainsi que les conditions dans lesquelles les travailleurs peuvent les effectuer adéquatement et en sécurité.

Les connaissances acquises par ces recherches, notamment par modélisation, permettent d'émettre, de valider ou 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 acquis contribuent donc à la définition des hypothèses de rendement utilisées dans le calcul de la possibilité forestière ainsi qu'à l'établissement des modalités d'application des traitements, qui représentent la substance du Guide sylvicole du Québec.

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.

Tant les planificateurs, techniciens et aménagistes forestiers que les responsables des calculs de la possibilité forestière ont recours couramment à des modèles de croissance de la forêt ou de plantations, qui leur permettent de connaître aujourd'hui quels seront dans le temps les volumes de bois disponibles pour la récolte, par espèces ou groupes d'espèces. Les recherches pluridisciplinaires en modélisation menées par les chercheurs et les statisticiens conduisent à l'élaboration de modèles de croissance et de rendement de la forêt québécoise et représentent l'un des fondements de l'aménagement forestier durable.

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES

Sylviculture et rendement des peuplements résineux

Étant donné l'importance des superficies qu'ils couvrent, les peuplements résineux naturels présentent une grande variabilité en termes de structure, de composition et de conditions de croissance. L'aménagement écosystémique de ces peuplements nécessite donc l'acquisition d'un grand nombre de connaissances. À cet effet, des travaux sont réalisés pour mettre au point de nouvelles approches adaptées à la dynamique naturelle des peuplements. Des recherches sont également effectuées dans le but de développer une méthode pour mesurer le degré de naturalité des peuplements aménagés. Parallèlement, des travaux sont effectués sur les principaux traitements couramment employés. Toutes les connaissances acquises permettent aux forestiers de prendre des décisions plus éclairées lors de l'élaboration de séquences d'interventions qui s'inscrivent dans une perspective d'aménagement durable des forêts. Par exemple, elles aident à améliorer l'adéquation entre les objectifs visés et les caractéristiques du peuplement actuel, sa variabilité naturelle, les conditions de la station et les critères d'application des traitements. Enfin, en tenant compte des aspects financiers et économiques, les savoirs acquis servent à l'évaluation de la rentabilité des investissements réalisés.

Réalisations

- Les chercheurs ont publié un article scientifique (2) sur la forêt naturelle (c.-à-d. préindustrielle) où ils proposent un nouveau modèle de la dynamique naturelle des sapinières, sous l'influence d'une variété d'intensité de cycles épidémiques. Grâce à ce travail, les chercheurs ont pu définir des marges de variabilité naturelle, en termes de composition et de structure, nécessaires à l'aménagement écosystémique.
- Les chercheurs ont été sollicités en tant qu'auteurs, réviseurs et éditeurs du Guide sylvicole du Québec qui sera publié en 2013. Ils ont rédigé les chapitres portant sur l'éclaircie précommerciale systématique, l'éclaircie précommerciale par puits de lumière, l'éclaircie commerciale, la coupe progressive irrégulière et régulière ainsi que la coupe totale. On a aussi fait appel à eux pour la réalisation du prochain calcul de la possibilité forestière et 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 divers auditoires (80, 81).

Perspectives

- La publication des résultats obtenus 10 ans après différentes intensités d'éclaircie à l'intérieur de peuplements représentant un gradient de composition des principales essences résineuses, soit une sapinière (lac Ailloux), deux sapinières à épinette noire (Saint-Camille et Biencourt), deux pessières noires (Harricana et Parent), une pessière noire à pin gris et une pinède grise (Harricana), ainsi que la publication des résultats obtenus dans le réseau de la mesure des effets réels de l'éclaircie commerciale.
- La publication d'un cadre conceptuel pour la mesure de la naturalité applicable généralement aux différents contextes écologiques et sylvicoles de la forêt. L'applicabilité du concept sera testée par le démarrage d'un nouveau projet portant sur des éclaircies précommerciales différentes visant à générer, à moindre coût, des jeunes peuplements productifs ayant un degré plus élevé de naturalité.
- Le démarrage d'un nouveau projet visant à expérimenter des procédés de régénération permettant de régénérer et de maintenir la croissance du thuya occidental.
- La participation à un projet, avec d'autres chercheurs de la Direction de la recherche forestière, portant sur l'interaction entre la récolte de la biomasse forestière, le climat et le type écologique sur la fertilité des sols et la productivité en forêt boréale.
- La participation à un nouveau projet, en collaboration avec des chercheurs de l'Université Laval et de l'Université du Québec à Montréal, visant à caractériser et à cartographier des attributs structuraux des peuplements forestiers pour effectuer la planification opérationnelle de coupes partielles.
- 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 mis au point.
- La participation à un nouveau projet, en collaboration avec des chercheurs du Service canadien des forêts, de l'Université du Québec à Chicoutimi et de l'Université du Québec à Montréal, portant sur la réduction des impacts de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) sur le rendement des pessières, par une meilleure compréhension des facteurs déterminant la vulnérabilité des peuplements.
- La participation à un nouveau projet multidisciplinaire sur l'adaptation aux changements climatiques du design et de la gestion du réseau d'aires protégées au Québec.

Sylviculture et rendement des peuplements mélangés

Dans les forêts mixtes boréales et tempérées du Québec, le défi de l'aménagement écosystémique est grand puisque les peuplements renferment une diversité d'espèces dont les modes de reproduction, les taux de croissance et les longévités diffèrent. De plus, la diversité structurale de ces peuplements et l'omniprésence d'une forte concurrence végétale s'ajoutent aux difficultés de régénération de certaines essences de valeur aux exigences physiologiques et écologiques particulières, comme le bouleau jaune, l'épinette rouge et l'épinette blanche. Ainsi, la complexité et la richesse de cet écosystème forestier justifient de mettre au point une sylviculture qui lui soit adaptée afin d'en conserver l'intégrité à long terme. Il faut donc donner aux ingénieurs forestiers praticiens des outils sylvicoles leur permettant d'appliquer les principes de l'aménagement écosystémique dans un contexte d'aménagement forestier durable. C'est pourquoi les activités de recherche de ce créneau sont axées sur la mise au point de traitements sylvicoles novateurs bien adaptés à la dynamique unique des peuplements mixtes boréaux et tempérés.

Réalisations

- Un nouveau projet intitulé « Optimisation de traitements sylvicoles adaptés à la forêt mixte du Québec par l'étude des processus écophysiologiques d'acclimatation et de croissance de la régénération » a été mis en place. Il a principalement pour but de caractériser l'acclimatation de la régénération naturelle ou artificielle (semis plantés) sous les conditions créées par des traitements sylvicoles novateurs (ex. coupe progressive irrégulière). Il fournira des pistes de solution pour ajuster les modalités d'application de ces futurs traitements.



Peuplement résineux de composition diversifiée et de structure complexe apte à la coupe progressive irrégulière en Mauricie (S. Tremblay, MRNF)

- Dans le dispositif de remise en production d'une bétulaie jaune résineuse (BjR) dégradée de Charlevoix, un dégagement mécanique a été pratiqué dans les parcelles reboisées (2005) selon deux scénarios : (i) dégagement des plants d'épinette blanche selon un objectif de production résineuse et (ii) dégagement des plants d'épinette avec conservation de semis naturels de bouleau jaune selon un objectif de production mixte. La situation des variables microclimatiques et écophysiologicals mesurées sur le site a dicté ces interventions.
- Les résultats de 10 ans de différentes intensités de coupe partielle dans une tremblaie résineuse des Appalaches ont montré que l'ouverture du couvert a surtout stimulé l'accroissement des conifères des étages intermédiaires et opprimés (24, 46). La coupe partielle apparaît donc comme un moyen de favoriser la fraction résineuse d'un peuplement mixte initialement dominé par le tremble, et ainsi de limiter l'enfeuillage.
- Les résultats de 6 ans de coupes par trouées et par parquets combinées au scarifiage dans des BjR de belle venue ont indiqué que le bouleau jaune s'est bien établi dans des trouées de 20 à 40 m de diamètre, alors que le retour des conifères, en particulier l'épinette rouge, est apparu incertain à long terme (47).
- Des conférences ont été présentées, notamment pour diffuser des résultats portant sur l'écophysologie et la croissance de la régénération préétablie d'épinette rouge (73) et les différentes niches de régénération dans des BjR (79), et pour démystifier la coupe progressive irrégulière (80, 81).



Les recherches démontrent qu'il est essentiel d'assurer le maintien et la croissance du thuya dans les peuplements résineux (C. Larouche, MRNF)

Perspectives

- La publication des résultats de 10 ans de rendements provenant des arbres résiduels à la suite de l'application de différentes intensités de coupe partielle dans deux BjR des comtés de Bellechasse (Armagh) et de Portneuf (Duchess).
- La publication des résultats de 6 ans d'une étude de la variation de l'éclairage et de la température du sol dans des trouées issues de coupe, en fonction de leur taille, de la pente et de l'exposition, dans deux BjR de belle venue du comté de Portneuf.
- L'analyse et la rédaction des résultats de 7 ans de la dynamique de régénération dans une BjR des Appalaches traitée selon différents patrons de coupe partielle (jardinage par pied d'arbre, jardinage par groupes d'arbres, jardinage avec trouées systématiques).
- L'analyse et la rédaction des résultats de 7 ans de l'écophysologie et de la croissance de la régénération préétablie d'épinette rouge et de sapin dans une BjR des Appalaches traitée selon différents patrons de coupe partielle (jardinage par pied d'arbre, jardinage par groupes d'arbres, jardinage avec trouées systématiques).

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 ces forêts 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.

Réalisations

- De nouvelles connaissances ont été acquises sur l'effet de trouées sylvicoles sur la densité et la composition de la régénération obtenue après cinq ans. Ces résultats permettent également d'évaluer les effets du broutement par le cerf de Virginie sur le développement de la régénération du bouleau jaune (37).
- L'éclaircie sélective individuelle a été introduite dans la dernière version du Manuel d'aménagement forestier afin de favoriser notamment la croissance du bouleau jaune. Pour déterminer les effets de ce traitement, les chercheurs ont établi en 2005 un dispositif dans la région des Hautes-Laurentides. Les premiers résultats, cinq ans après la coupe, permettent de quantifier le rendement à court terme de ce traitement (54).

- Les effets de l'éducation de jeunes peuplements feuillus sur la croissance et la qualité des tiges sont peu connus au Québec. De nouveaux blocs expérimentaux ont été installés dans la région des Hautes-Laurentides afin de compléter un dispositif établi en 2009-2010. Ces blocs permettront de quantifier les effets de diverses modalités d'application de ce traitement sur la croissance et la qualité du bouleau jaune.
- Dans l'objectif de mettre au point des interventions sylvicoles visant la réhabilitation des forêts de feuillus dégradées, un nouveau dispositif expérimental a été établi dans la région de la Mauricie. Ce dispositif permettra de quantifier les effets d'une éclaircie précommerciale jumelée à la récupération de rémanents sur la croissance et la qualité des tiges dans un peuplement issu d'une coupe à diamètre limite effectuée il y a 30 ans. Un premier rapport présentant les résultats de l'intervention a été publié (53).
- Des modèles permettant de prédire les volumes par classe de bille à partir de la classification des tiges sur pied ont été présentés à l'occasion d'un colloque scientifique portant sur la qualité des bois (75). Ces modèles, intégrés au simulateur SaMARE, permettent à l'aménagiste et au sylviculteur d'estimer les rendements de différentes modalités d'application de coupes partielles dans les érablières (63).

Perspectives

- 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.
- Les effets de coupes de jardinage expérimentales pratiquées il y a 15 ans dans trois régions du Québec seront publiés de façon à faire ressortir les rendements obtenus selon les régions et les périodes d'accroissement depuis la coupe.
- Les effets réels des coupes de jardinage après 10 ans seront publiés. Ces résultats permettront de valider ou de corriger les hypothèses de rendement utilisées pour ce traitement.
- Les effets réels quinquennaux traitant de la régénération dans des trouées sylvicoles permettront de quantifier l'établissement du bouleau jaune dans des peuplements de feuillus dans plusieurs régions du Québec.
- Des analyses qui démontrent les effets de la dimension 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 publiées.

MODÉLISATION DE LA CROISSANCE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

L'aménagement forestier durable repose notamment sur le principe que l'exploitation actuelle de la forêt ne doit pas compromettre les besoins des générations futures. Pour respecter ce principe, les aménagistes doivent aujourd'hui être en mesure de connaître quels seront les volumes disponibles pour la récolte au cours des prochaines décennies. Pour ainsi prédire l'état futur de la forêt, les aménagistes, gestionnaires et responsables des calculs de la possibilité forestière doivent disposer de modèles mathématiques leur permettant de déterminer le volume de bois sur pied à différentes périodes, pour ensuite déterminer l'approvisionnement annuel des usines de transformation du bois.

En 2004, la DRF déposait un rapport intitulé *Rapport du comité scientifique chargé d'examiner le calcul de la possibilité forestière*. Ce rapport comportait plusieurs recommandations, dont certaines liées aux modèles de rendement ou de croissance en usage. Il s'est avéré que le Québec devait se doter de nouveaux outils plus performants pour prédire l'état de la forêt, tout en mettant à profit les plus récentes informations forestières provenant de l'inventaire. Pour ce faire, la DRF a mis sur pied un « Comité scientifique chargé d'examiner les intrants relatifs au calcul de la possibilité forestière ». Ce comité, de nature pluridisciplinaire, était constitué de scientifiques et de spécialistes des milieux gouvernementaux et universitaires.

Les travaux de ce comité ont conduit à l'élaboration de nouveaux modèles de croissance de la forêt qui permettent d'effectuer le nouveau calcul de la possibilité forestière, qui se traduira en volume de récolte que l'on peut effectuer de



Vue d'un peuplement bien régénéré issu d'une coupe à diamètre limite. À l'avant-plan on peut observer les gaules de bouleau jaune et à l'arrière-plan des rémanents d'érable à sucre et de hêtre (F. Guillemette, MRNF)

façon durable. Le modèle ARTEMIS-2009 est un modèle de croissance par tiges individuelles applicable à l'échelle de la forêt publique du Québec; il a été publié en 2009-2010 sous la forme d'un mémoire de recherche forestière. Un second modèle de prévision de la production forestière, mais celui-là à l'échelle du peuplement, a aussi été conçu et publié sous le nom de NATURA-2009 (34). Ce nouveau modèle présente l'avantage de corriger les lacunes du modèle précédemment utilisé par les aménagistes. L'utilisation de NATURA-2009 pour les futurs calculs de la possibilité forestière devrait accroître leur précision, notamment dans les cas des territoires comportant beaucoup de sapins et d'épinettes. Tant le modèle ARTEMIS-2009 que le modèle NATURA-2009 ont été implantés par les auteurs dans la plateforme CAPSIS, ce qui les rend très conviviaux pour les aménagistes.

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

Réalisations

Les travaux de recherche concernant les interactions compétitives entre les espèces désirées et la végétation accompagnatrice se sont poursuivis. Notamment, ils ont mis en lumière certains effets des plantes éricacées sur la physiologie de l'épinette noire (15) et ont permis de mieux comprendre comment les traits physiologiques et morphologiques de ces espèces influencent leur capacité à rapidement occuper certaines stations après la coupe forestière (14). De plus, les plus récents développements sur les approches sylvicoles qui favorisent l'établissement et la croissance de la régénération forestière, telle l'utilisation de plants de fortes dimensions pour les stations méridionales (29) ou la préparation mécanique du sol pour les stations boréales (30), ont été synthétisés et communiqués lors de conférences scientifiques et techniques (82, 105).

Par ailleurs, les travaux de recherche sur la productivité des plantations ont permis de proposer quatre outils pour modéliser le rendement et la croissance des plantations d'épinette blanche : un tarif de cubage à longueur et diamètre

d'utilisation variables, une relation entre l'âge et la hauteur dominante, des tables de rendement et des modèles de croissance (35). L'utilisation d'un tarif de cubage à diamètre d'utilisation variable permet d'obtenir des tables de rendement et des fonctions de croissance de peuplement non seulement pour l'ensemble des tiges et celles de plus de 9 cm, mais également pour celles de plus de 12 cm et de plus de 15 cm. Les nouvelles tables de rendement permettent d'estimer le rendement jusqu'à 60 ans et corrigent l'importante sous-estimation de rendement des anciennes tables. Les fonctions de croissance, une autre nouveauté, permettent d'estimer de façon plus précise l'évolution d'une plantation à partir de ses caractéristiques à un âge donné.

Perspectives

Les travaux de recherche en cours permettront le développement prochain d'un tarif de cubage, de tables de rendement et de modèles de croissance pour l'épinette de Norvège. De plus, les outils de modélisation de la croissance et du rendement des plantations seront adaptés afin d'être rendus accessibles aux utilisateurs sur Internet. D'autres travaux fourniront sous peu des résultats qui guideront les sylviculteurs dans leurs efforts liés au regarni et à l'enrichissement de la régénération naturelle, notamment en réponse à des problèmes de raréfaction d'espèces telles que l'épinette blanche dans la sapinière à bouleau blanc (66) et le sapin baumier sur l'île d'Anticosti (74). L'utilisation de l'imagerie satellitaire permettra pour sa part de dresser un tableau à grande échelle de la dynamique d'envahissement des stations boréales par les plantes éricacées, et, à terme, de déterminer les facteurs écologiques et historiques qui favorisent le phénomène. De plus, les prochaines années verront l'aboutissement d'importants projets ayant pour but de documenter les interactions entre l'utilisation de plants de fortes dimensions et le dégagement mécanique, deux assises de la stratégie québécoise de gestion de la végétation sans herbicide chimique.

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 leur 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 (58). Ces recherches ont per-

mis 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 et l'éclaircie précommerciale.

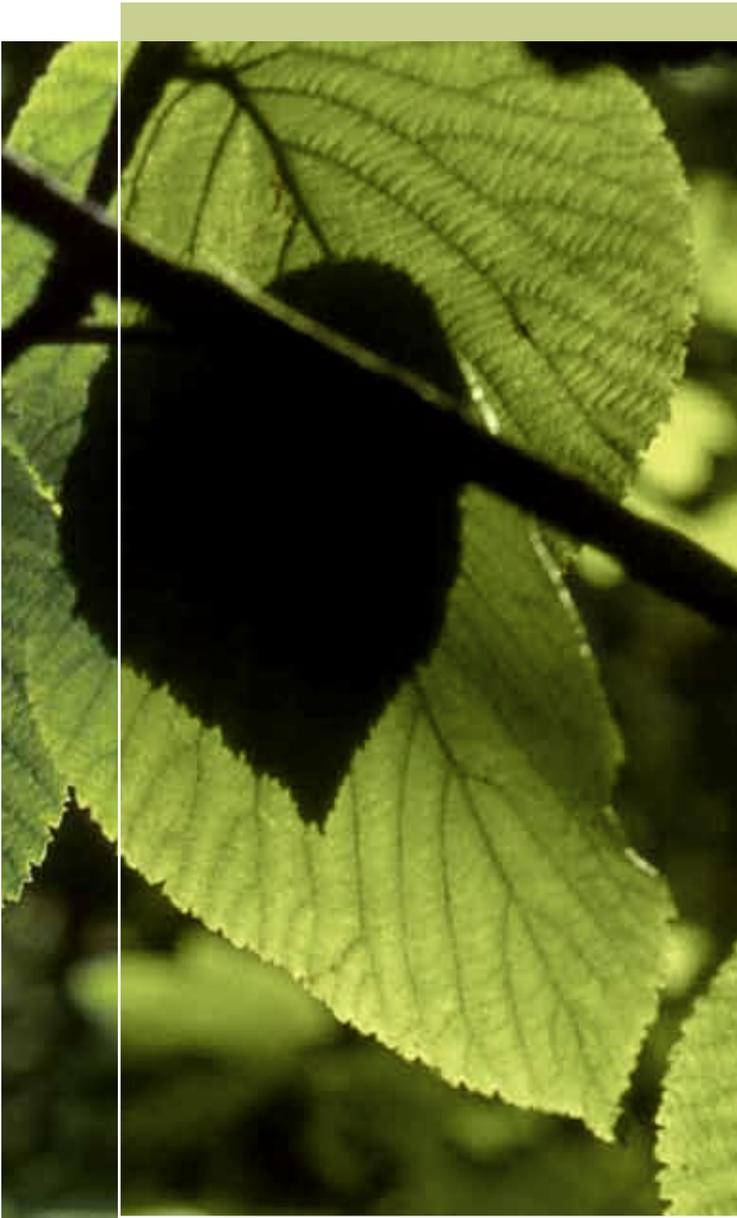
- En plus d'assurer une communication constante de ses résultats de recherche aux entreprises sylvicoles et aux coopératives forestières, la DRF offre un appui au MRNF dans les travaux du Comité pour l'amélioration des conditions de travail en aménagement forestier mis en place par la ministre.
- En 2011-2012, un projet sur la productivité des travailleurs et l'organisation du travail en reboisement se termine. Les résultats relatifs à ce projet seront publiés. Ce sera l'occasion de comprendre comment chacune des opérations contribue à la productivité nette des reboiseurs et de formuler des recommandations d'amélioration du système.

TRANSFERT ET DIFFUSION DE CONNAISSANCES

Service de la 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 2010-2011, les chercheurs du Service de la sylviculture et du rendement des forêts ont ainsi publié ou participé à la publication de 14 articles scientifiques et de 2 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 25 occasions et publié 10 documents de vulgarisation. De plus, les utilisateurs des modèles de croissance (comme ARTEMIS-2009, SUCCÈS-2009 ou NATURA-2009) ont bénéficié d'un accompagnement soutenu pour faciliter leur appropriation de ces nouveaux modèles et l'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 du Guide sylvicole du Québec. 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 les divers tomes et documents de ce guide qui paraîtront dans une prochaine année.



LE SERVICE DU SOUTIEN SCIENTIFIQUE

LE SERVICE DU SOUTIEN SCIENTIFIQUE A POUR MANDAT DE FOURNIR UNE PART DE L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE NÉCESSAIRE À L'ÉLABORATION ET À LA RÉALISATION DES PROJETS DE RECHERCHE AINSI QU'À LA DIFFUSION DES NOUVELLES CONNAISSANCES. 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;
- la gestion des ententes de collaboration et du Programme de subvention à la recherche en aménagement et en environnement forestiers du Ministère.

LABORATOIRE DE CHIMIE ORGANIQUE ET INORGANIQUE

S'appuyant sur une équipe qualifiée et d'expérience, le Laboratoire de chimie organique et inorganique (LCOI) participe activement à l'atteinte des objectifs de nombreux acteurs du secteur forestier au MRNF et à l'externe. À cet effet, il réalise des analyses spécialisées et procure des avis et des conseils scientifiques au regard des besoins exprimés. En 2010-2011, plus de 27 000 échantillons de sols, de tissus végétaux, de substrats organiques et d'eau ont été analysés et au-delà de 300 000 résultats ont été générés. Par ailleurs, le laboratoire est conforme à la norme ISO/CEI 17025, à la suite du renouvellement de son accréditation par le Conseil canadien des normes.

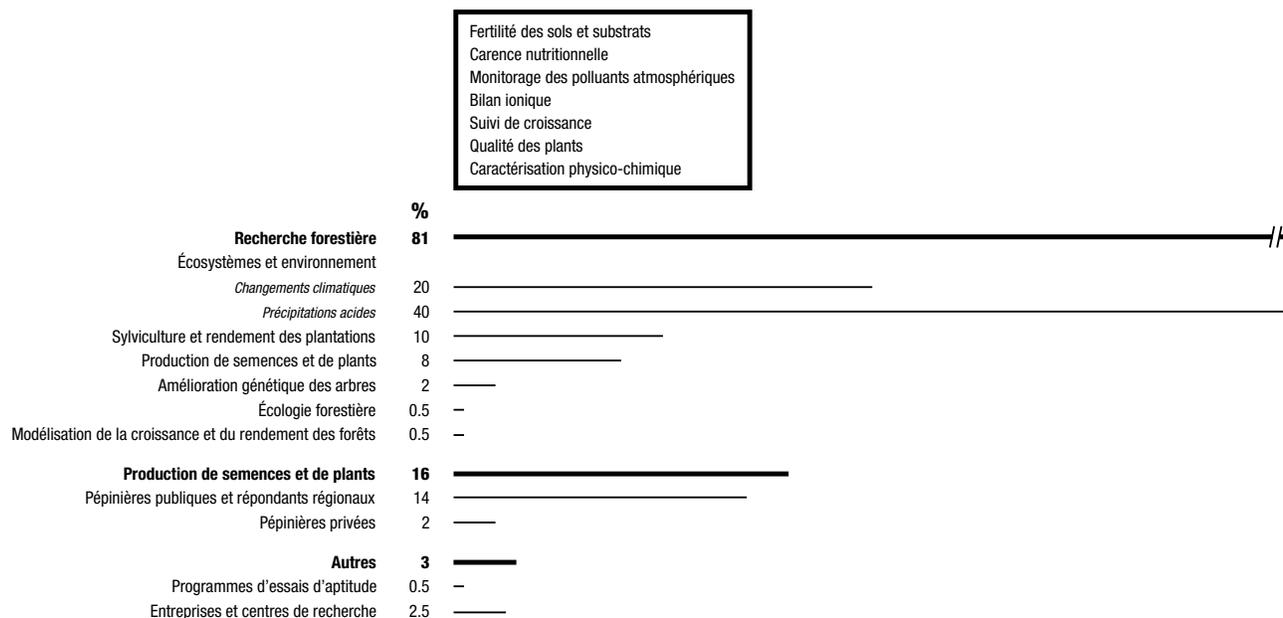
Par ses activités à la Direction de la recherche forestière (DRF), le laboratoire soutient une clientèle diversifiée répartie dans six créneaux de recherche. De plus, il contribue activement au maintien de la qualité des plants en participant, par des travaux analytiques, au suivi de production des pépinières publiques et privées. Enfin, il contribue à la qualification des plants destinés au reboisement. La figure à la page suivante illustre cette répartition.

En parallèle aux activités courantes, le laboratoire a poursuivi l'amélioration de ses services par, entre autres, l'implantation d'une méthode d'analyse de l'azote total. Cette méthode, déjà utilisée par plusieurs clients, offre une plus grande justesse et précision que la méthode traditionnelle de détermination de l'azote Kjeldahl. Elle est aussi beaucoup plus sécuritaire et respectueuse de l'environnement en générant très peu de contaminants.



Reconnu par le Conseil canadien des normes comme laboratoire d'essais accrédité à la norme ISO/CEI 17025, le laboratoire de chimie organique et inorganique procure à sa clientèle des services d'analyses complets, de même que des avis et des conseils scientifiques de haut niveau grâce à une équipe qualifiée et d'expérience.

Répartition et nature des travaux analytiques



Enfin, le laboratoire a revu en profondeur la documentation de son système de management de la qualité. Une attention particulière a été portée au processus de formation continue du personnel et à la réalisation de l'audit interne.

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 statistiques 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 2010-2011, l'équipe de biométrie a traité 21 projets d'analyse statistique ou mathématique parmi lesquels un provenait d'une autre direction de Forêt Québec. Au 31 mars 2011, 15 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 2010-2011, l'équipe a accordé 417 consultations se rapportant à 41 projets de la DRF. Il est intéressant de noter que près de 89 % des chercheurs ont consulté au moins une fois l'équipe de biométrie. Par ailleurs, le Secteur des opérations régionales, 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

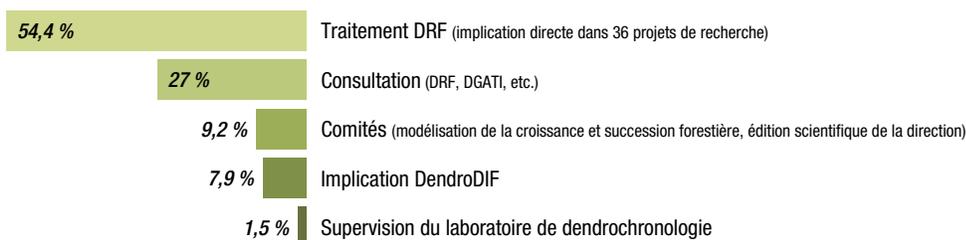
biométrie, que ce soit pour un traitement statistique ou une consultation.

Parmi les travaux marquants de l'équipe de biométrie en 2010-2011, notons :

- la participation d'une statisticienne à la rédaction d'un mémoire de recherche sur le modèle de croissance forestière à l'échelle du peuplement, NATURA-2009 (34, 99);
- la participation de deux statisticiennes à la rédaction d'un mémoire de recherche sur les tables de rendement de l'épinette blanche (35);
- la participation de deux statisticiennes au développement des modèles sur la régénération naturelle de l'épinette de Norvège et à la rédaction d'une note de recherche et d'un avis de recherche à ce sujet; (36, 44);
- la participation à la rédaction d'un mémoire de recherche sur les états de référence de la forêt (32);
- la 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 quinze projets à soumettre au Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) pour évaluation de la pertinence, dont quatre pour évaluation scientifique;
 - révision et recommandations en vue de la publication d'un mémoire de recherche forestière;

- le 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;
- la 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.



HERBIER DU QUÉBEC

Avec ses 155 600 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 2010-2011, 1 489 nouveaux spécimens ont été intégrés à ses collections, 66 spécimens ont été empruntés à d'autres herbiers à des fins de recherche et 39 prêtés aux mêmes fins. Actuellement, 3 682 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.

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, qui 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 212 000 spécimens ont été informatisés, dont 63 000 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 terminer le quatrième guide de reconnaissance des habitats des espèces forestières menacées ou vulnérables pour les régions de l'Outaouais, des Laurentides et de Lanaudière. Sa parution a toutefois dû être repoussée à l'automne 2011. Le botaniste a aussi contribué aux études préalables à la création du parc des Monts-Pyramides (Nunavik) en réalisant l'inventaire de la flore vasculaire du territoire.

Le botaniste du MRNF s'est également investi dans la préparation de l'édition révisée et mise à jour de la *Petite flore forestière du Québec*, en collaboration avec la Direction des inventaires forestiers, et comme coauteur et éditeur d'un important ouvrage collectif sur les bryophytes nouvelles, rares et remarquables du Québec-Labrador (57), publié par la DRF. 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.

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 également au projet Flore du Québec-Labrador nordique avec l'Herbier Louis-Marie et 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'illustration de l'ouvrage. La parution du premier volume est prévue pour décembre 2011. 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 accessibles sur le site Web de la DRF.



L'Herbier du Québec met à la disposition de la communauté scientifique ses collections de la flore du Québec et de l'est de l'Amérique du Nord, ainsi qu'une documentation spécialisée comptant plus de 4 300 titres.



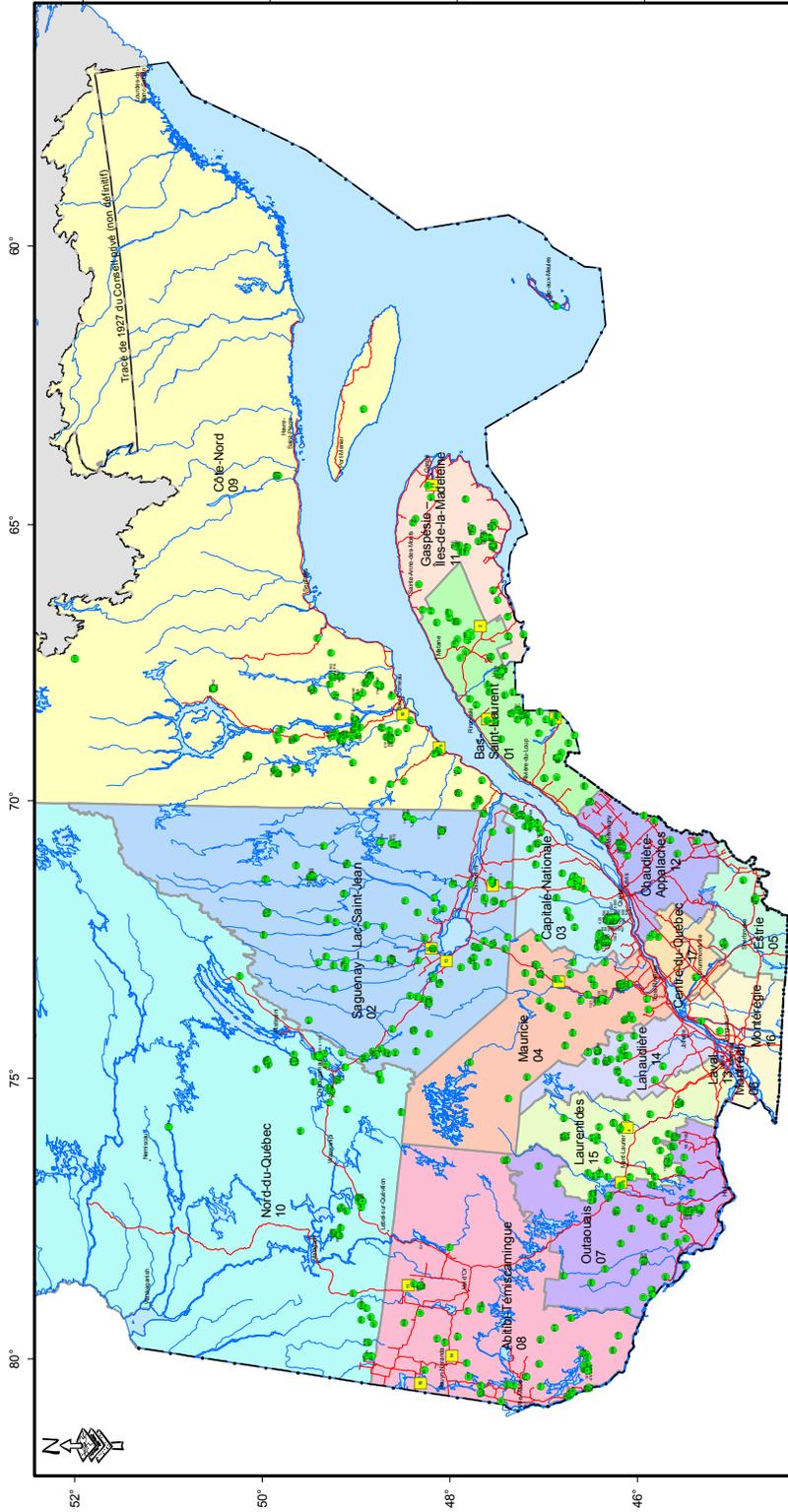
Avec ses 155 600 spécimens, l'Herbier du Québec est le troisième en importance sur le territoire québécois.

FORÊTS D'EXPÉRIMENTATION ET FORÊTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Les forêts d'expérimentation (FE) sont des territoires publics réservés exclusivement à des fins de recherche et d'expérimentation en foresterie. D'une superficie d'au plus 500 hectares, elles sont constituées par arrêté ministériel à même les réserves forestières ou les unités d'aménagement forestier, en vertu de l'article 107 de la Loi sur les forêts. En 2010-2011, le réseau compte près de 633 forêts d'expérimentation.

Les principaux utilisateurs des forêts d'expérimentation 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 utilisateurs des forêts d'expérimentation. En 2010-2011, vingt nouvelles forêts d'expérimentation ont été créées, deux ont été annulées et dix ont été modifiées. Actuellement, plus d'une centaine de demandes de forêts d'expérimentation sont en traitement.

Les forêts d'enseignement et de recherche (FER) sont des territoires publics voués 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 hectares. Le réseau des forêts d'enseignement et de recherche compte actuellement 16 territoires, gérés pour la plupart par des établissements d'enseignement secondaire, collégial ou universitaire offrant une formation générale en sciences forestières. En 2010-2011, le territoire de la FER Harricana a été agrandi.



Les forêts d'expérimentation et les forêts d'enseignement et de recherche

selon les régions administratives

- Frontières**
- Frontière internationale
 - - - Frontière interprovinciale
 - - - Frontière Québec - terre-Neuve-et-Labrador (cette frontière n'est pas définitive)
 - Limites des régions administratives
- Projection cartographique**
- Conique de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservées (46° et 60°)
- 0 100 km

- Forêts d'expérimentation**
- Forêts d'enseignement et de recherche

Réalisation

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
 Direction de la recherche forestière
 Note : Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec,
 2^e trimestre 2011

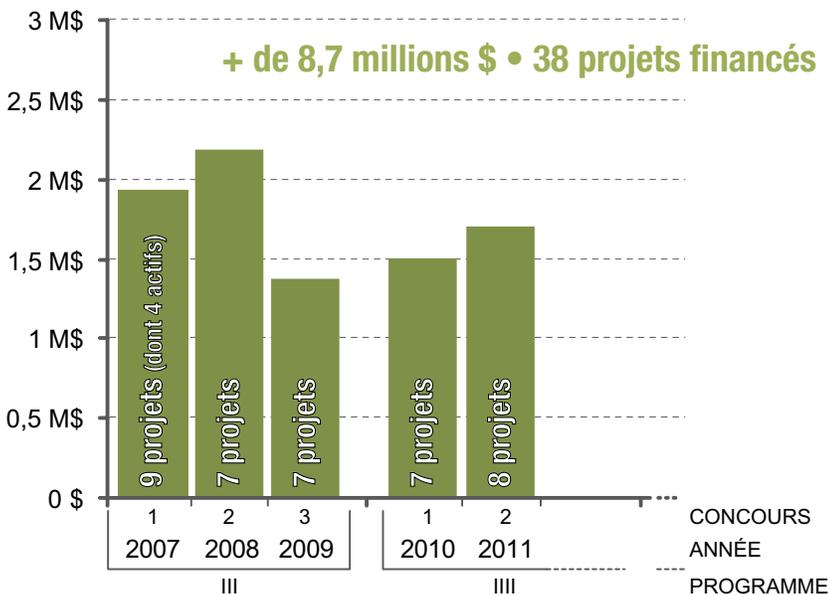
Ressources naturelles et Faune

Québec

PROGRAMME DE SUBVENTION À LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT

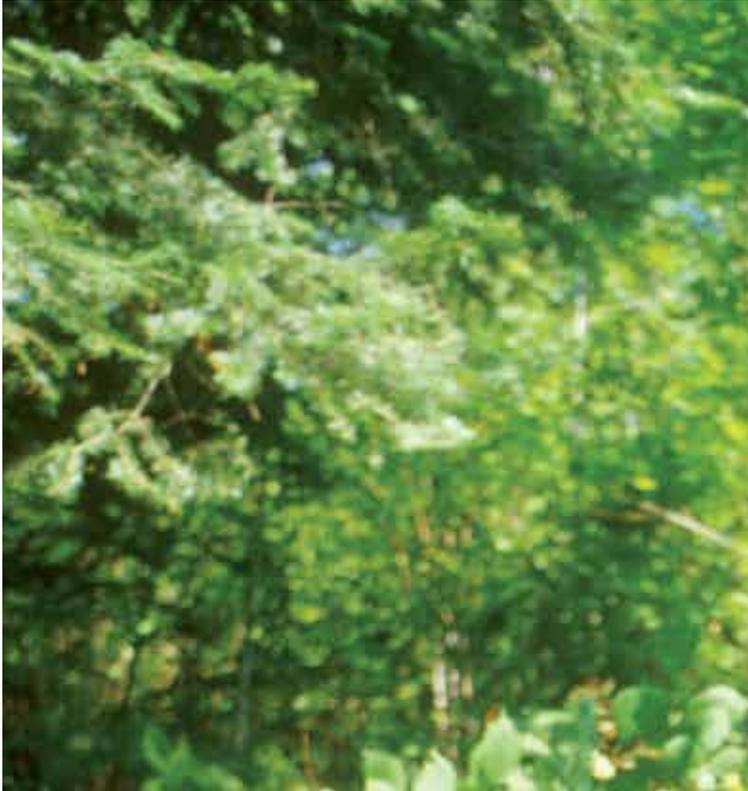
Le MRNF, en partenariat avec le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT), accorde des subventions à la recherche universitaire en foresterie par l'entremise du Programme de recherche en partenariat sur l'aménagement et l'environnement forestiers. Depuis 2007, le Ministère a investi plus de 8,7 M\$ en collaboration avec le FQRNT dans la recherche universitaire, ce qui a permis la réalisation de 38 projets de recherche répondant à des besoins de recherche proposés par les utilisateurs et les gestionnaires de la forêt québécoise.

Sommaire du financement de la recherche en milieu universitaire au cours des trois programmes (2007 à 2011)



En 2010-2011, le processus rigoureux d'appel de propositions et de sélection des projets a permis de sélectionner sept nouveaux projets de recherche qui ont débuté au printemps 2011. Les chercheurs responsables des projets sont rattachés à l'Université du Québec à Montréal, l'Université du Québec à Rimouski et à l'Université Laval et se partageront plus de 1,5 M\$.

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 propositions similaires et pour la coordination de l'évaluation scientifique des projets de recherche soumis au Volet I du PMVRMF.



LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2011-2012

NUMÉRO DE PROJET	TITRE DU PROJET	TITULAIRE DU PROJET
Écologie forestière		
PROJET(S) EN COURS		
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
112310119	Dynamique (1970-2010) de la forêt boréale du Québec en réponse aux feux et à l'aménagement forestier : une analyse rétrospective à partir d'images Landsat	Yan Boucher
PROJET(S) TERMINÉ(S)		
0100 3555	Productivité des paysages régionaux de la pessière et de la zone de la forêt mixte	Michel Thibault
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
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
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

112959237	Interaction entre la récolte de la biomasse forestière, le climat et le type écologique sur la fertilité des sols et la productivité en forêt boréale	Rock ouimet
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
112310071	Étude des dépôts atmosphériques de calcium sur les écosystèmes forestiers	Daniel Houle

Amélioration génétique des arbres

PROJET(S) EN COURS

112310072	Amélioration génétique des mélèzes : outil d'intensification de la production ligneuse	Martin Perron
112310073	Amélioration génétique du pin gris (4 volets)	Mireille Desponts
112310074	Amélioration génétique de l'épinette noire (7 volets)	Mireille Desponts
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	Mohammed S. Lamhamedi
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	Optimisation de la germination et de la conservation des graines des espèces résineuses commerciales destinées à la filière de reboisement du Québec	Fabienne Colas
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	Jean Gagnon
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
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
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
112310114	Expérimentation de procédés de régénération pour le maintien et la croissance du thuya occidental en peuplements résineux	Catherine Larouche
112310117	Évaluation de la naturalité, du rendement et de la productivité des débroussaillers pour différentes modalités d'éclaircie précommerciale	Martin Barrette
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
112310118	Optimisation de traitements sylvicoles adaptés à la forêt mixte du Québec par l'étude des processus écophysologiques d'acclimatation et de croissance de la régénération	Daniel Dumais

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 des bétulaies blanches de 70 à 90 ans	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
112959233	Adaptation des forêts aux changements climatiques	Guillaume Drolet

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
112310107	Modélisation du défilement des tiges de plusieurs espèces de feuillus intolérants et de résineux	Mathieu Fortin

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
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	François Hébert
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

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

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
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	9
Sylviculture et rendement des forêts naturelles	1
Sylviculture et rendement des peuplements résineux	13
Sylviculture et rendement des peuplements mélangés	7
Sylviculture et rendement des peuplements feuillus	11
Modélisation de la croissance et du rendement	3
Sylviculture et rendement des plantations	8
Travail forestier	1
TOTAL	77



LA PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2011-2012 PROJETS EXTERNES SUBVENTIONNÉS



Projets externes subventionnés en partenariat avec le
Fond québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Fond de recherche sur la nature et les technologies
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

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 : 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>
2012-FM-163232	Adaptation et vulnérabilité des chauve-souris aux pratiques forestières québécoises	André Desrochers <i>UL</i>
2012-FM-163397	Évaluation de l'atteinte des objectifs d'aménagement écosystémique pour la productivité et la diversité biologique dans les forêts brûlées soumises aux plans spéciaux d'aménagement	Pierre Drapeau <i>UQAM</i>
2012-FM-163513	Enjeux de structure et de restauration des peuplements dans la sapinière à bouleau jaune	Luc Sirois <i>UQAR</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 UQAC
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------

2007-FO-118152	Modalités de dispersion des coupes et de rétention d'habitats pour maintenir la diversité biologique en forêt boréale aménagée	Pierre Drapeau UQAM
----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------

Écologie forestière

PROJET(S) EN COURS

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 D. Kneeshaw UQAM
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------

2009-FT-138336	Dynamique du chablis et aménagement écosystémique	Jean-Claude Ruel UL
----------------	---------------------------------------------------	------------------------

PROJET(S) TERMINÉ(S)

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

Écosystèmes et environnement

PROJET(S) EN COURS

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 UQAM
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

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 UQAR
---------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

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 UL
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------

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 UQAM
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

2004-FO-103236	Études des facteurs qui expliquent l'envahissement des érablières par le hêtre à grandes feuilles	Christian Messier UQAM
----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------

2008-FT-124266	Enjeux de composition des forêts en vue de l'aménagement écosystémique dans l'Est du Québec	Dominique Arsenault UQAR
----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

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>
2012-FM-163371	Impact des changements climatiques sur les différentes sources génétiques de l'épinette blanche au Québec	Hank A. Margolis <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>
----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------

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 morphophysiological 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>
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>

Sylviculture et rendement des forêts naturelles

PROJET(S) EN COURS

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>
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 mécanismes 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>
2012-FM-163332	Caractérisation, reconnaissance et cartographie des attributs structuraux des peuplements forestiers pour la planification opérationnelle des coupes partielles	Jean-Claude Ruel <i>UL</i>
2012-FM-163481	Évaluation des effets réels des coupes partielles réalisées en pessières à mousses de l'Abitibi	Alain Leduc <i>UQAM</i>
2012-FM-163506	Réduire les impacts de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) sur le rendement des pessières par une meilleure compréhension des facteurs déterminant la vulnérabilité des peuplements	Daniel D. Kneeshaw <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-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-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>
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>
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>
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>

Sylviculture et rendement des plantations**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>

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>
----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------

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

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>
2012-FM-163500	Impact de l'extraction des produits du bois sur le bilan de carbone en forêt : vers une estimation plus précise de leur empreinte environnementale afin d'en améliorer la compétitivité	Frédéric Raulier <i>UL</i>

PROJET(S) TERMINÉ(S)

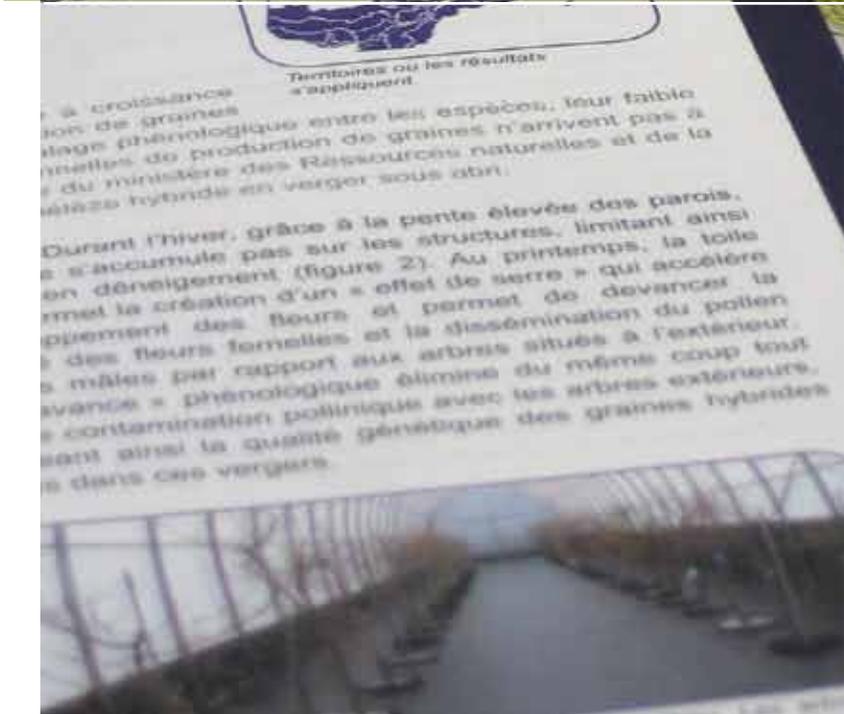
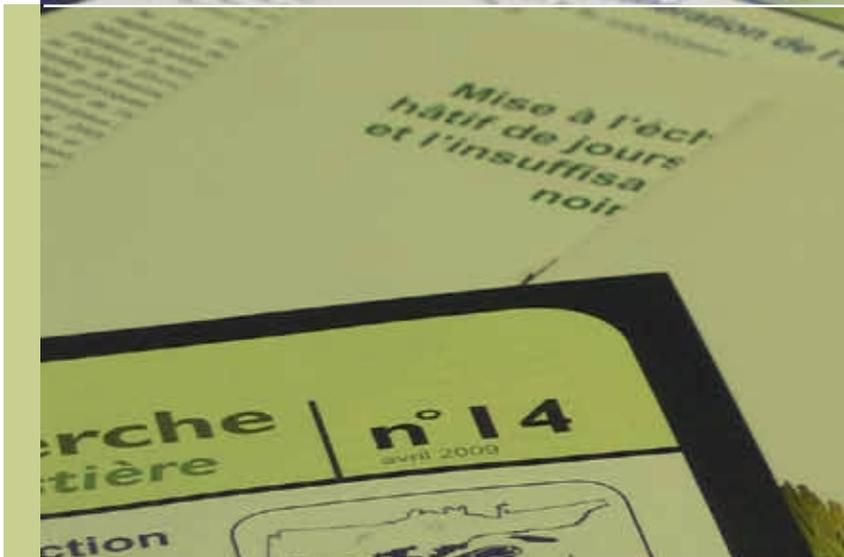
2004-FO-103224	Stratégies de dispersion des aires de coupe en pessière noire nordique: évaluation de l'efficacité de la coupe mosaïque pour le maintien de la biodiversité et du mode de vie des Cris	Louis Imbeau <i>UQAT</i>
2006-FO-111264	Aménagement écosystémique: impact sur la transformation des produits forestiers et sa rentabilité	Jean-Claude Ruel <i>UL</i>
2007-FO-118094	Changements des politiques forestières et reconfiguration des acteurs dans l'utilisation et la gestion de la forêt	Jacques L. Boucher <i>UQO</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	10
Écologie forestière	2
Écosystème et environnement	1
Amélioration génétique des arbres	4
Production de semences et de plants	1
Sylviculture et rendement des forêts naturelles	12
Aspects socio-économiques du secteur forestier	3
Calcul de possibilité forestière	1
TOTAL	34



Mise à l'échelle
hâtif de jours
et l'insuffisance
noir

Effets de trouées sylvicole
de la régénération d'une
jeune forêt après coupe

recherche forestière n°14
avril 2009



Territoires où les résultats s'appliquent

à croissance
de graines
stages 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
en déneigement (figure 2). Au printemps, la neige
permet la création d'un « effet de serre » qui accélère
l'ouverture des fleurs et permet de devancer la
des fleurs femelles et la dissémination du pollen
des mâles par rapport aux arbres situés à l'extérieur.
« avance » phénologique élimine du même coup tout
contamination pollinique avec les arbres extérieurs,
ce qui assure ainsi la qualité génétique des graines hybrides
dans ces vergers.



LES PUBLICATIONS 2010-2011

ARTICLES SCIENTIFIQUES

- 001** Bakry, M., G. Bussièrès, **M.S. Lamhamedi**, H.A. Margolis, D.C. Stowe, M. Abourouh, M. Blais et J.A. Bérubé, 2011. *A first record of Pestalotiopsis clavispora in Argan mass cutting propagation: Prevalence, prevention and conséquences for plant production / Premier signalement de Pestalotiopsis clavispora chez l'arganier en bouturage de masse : prévalence, prévention et conséquences pour la production végétale*. *Phytoprotection* 90 : 117-120.
- 002** Barrette, M., L. Bélanger et L. De Grandpré, 2010. *Preindustrial reconstruction of a perhumid midboreal landscape, Anticosti Island, Québec*. *Can. J. For. Res.* 40 : 928-942.
- 003** Beaudet, M., B.D. Harvey, C. Messier, K.D. Coates, J. Poulin, D.D. Kneeshaw, S. Brais et Y. Bergeron, 2011. *Managing understory light conditions in boreal mixedwoods through variation in the intensity and spatial pattern of harvest: A modelling approach*. *For. Ecol. Manage.* 261 : 84-94.
- 004** Berteaux, D., S. De Blois, J.-F. Angers, J. Bonin, N. Casajus, M. Darveau, F. Fournier, M.M. Humphries, B. McGill, J. Larivée, T. Logan, P. Nantel, **C. Périé**, F. Poisson, D. Rodrigue, S. Rouleau, R. Siron, W. Thuiller et L. Vescovi, 2010. *The CC-Bio project: Studying the effects of climate change on Québec biodiversity*. *Diversity* 2 : 1181-1204.
- 005** Bilodeau-Gauthier, S., **D. Houle**, C. Gagnon, B. Côté et C. Messier, 2011. *Assessment of sugar maple tree growth in relation to the partitioning of elements in xylem along a soil acidity gradient*. *For. Ecol. Manage.* 261 : 95-104.
- 006** Boisvenue, C. et S.W. Running, 2010. *Simulations show decreasing carbon stocks and potential for carbon emissions in Rocky Mountain forests over the next century*. *Ecol. Appl.* 20(5) : 1302-1319.
- 007** Boivin, F., A. Paquette, M.J. Papaik, **N. Thiffault** et C. Messier, 2010. *Do position and species identity of neighbours matter in 8-15-year-old post harvest mesic stands in the boreal mixedwood?* *For. Ecol. Manage.* 260 : 1124-1131.
- 008** Carles, S.A., **M.S. Lamhamedi**, J. Beaulieu, D.C. Stowe et H.A. Margolis, 2011. *Differences in growth and mineral nutrition of seedlings produced from ten white spruce seed orchards*. *New Forests* DOI 10.1007/s11056-011-9247.
- 009** Colas, F. et **M.S. Lamhamedi**, 2010. *Floraison précoce et production de graines par des clones somatiques d'épinette noire (Picea mariana) : intégration potentielle dans le programme d'amélioration génétique et l'aménagement des vergers à graines*. *Rev. can. rech. for.* 40(7) : 1421-1433.
- 010** Duchesne, L. et **R. Ouimet**, 2011. *Reply to comment by Messier et al. on "Present-day expansion of American beech in north-eastern hardwood forests: Does soil base status matter?"* *Can. J. For. Res.* 41 : 654-659.
- 011** Duchesne, L., **R. Ouimet** et **D. Houle**, 2010. *Nutrient transfer by leaf litterfall during a sugar maple decline episode at Lake Clair watershed, Québec, Canada*. *Plant Ecol* 208(2) : 213-221.
- 012** Feau, N., **M.-J. Mottet**, **P. Périnet**, R.C. Hamelin et L. Bernier, 2010. *Recent advances related to poplar leaf spot and canker caused by Septoria musiva*. *Can. J. Plant Path.* 32(2) : 122-134.
- 013** Fortin, M. et **J. DeBlois**, 2010. *A statistical estimator to propagate height prediction errors into a general volume model*. *Can. J. For. Res.* 40 : 1930-1939.
- 014** Hébert, F., **N. Thiffault**, J.-C. Ruel et A.D. Munson, 2010. *Comparative physiological responses of Rhododendron groenlandicum and regenerating Picea mariana following partial canopy removal in northeastern Québec, Canada*. *Can. J. For. Res.* 40 : 1791-1802.
- 015** Hébert, F., **N. Thiffault**, J.-C. Ruel et A.D. Munson, 2010. *Ericaceous shrubs affect black spruce physiology independently from inherent site fertility*. *For. Ecol. Manage.* 260 : 219-228.
- 016** Houle, D., S. Couture et C. Gagnon, 2011. *Relative role of decreasing precipitation sulfate and climate on recent lake recovery*. *Global biogeochemical cycles* 24 : GB4029, doi:10.1029/2009GB003757, 2010.
- 017** Larocque, G.R., J.-S. Bhatti, J.-C. Ascough II, J. Liu, N. Luckai, **D. Maily**, L. Archambault et A.-M. Gordon, 2011. *An analytical framework to assist decision makers in the use of forest ecosystem model predictions*. *Environmental Modelling & Software* 26(3) : 280-288.
- 018** Larouche, C., J.-C. Ruel et J.-M. Lussier, 2011. *Factors affecting northern white-cedar (Thuja occidentalis) seedling establishment and early growth in mixedwood stands*. *Can. J. For. Res.* 41 : 568-582.
- 019** Lenz, P., J. MacKay, **A. Rainville**, A. Cloutier et J. Beaulieu, 2011. *The influence of cambial age on breeding for wood properties in Picea glauca*. *Tree Genetics & Genomes* 7 : 641-653.
- 020** Meirmans, P.G., M. Lamothe, M.-C. Gros-Louis, D. Khasa, **P. Périnet**, J. Bousquet et N. Isabel, 2010. *Complex patterns of hybridization between exotic and native North American poplar species*. *Amer. J. Bot.* 97(10) : 1688-1697.

021 Mitchell, M.J., G. Lovett, S. Bailey, F. Beall, D. Burns, D. Buso, T.A. Clair, F. Courchesne, **L. Duchesne**, C. Eimers, I. Fernandez, D. Houle, D.S. Jeffries, G.E. Likens, M.D. Moran, C. Rogers, D. Schwede, J. Shanley, K.C. Weathers et R. Vet, 2011. *Comparisons of watershed sulfur budgets in southeast Canada and northeast US: new approaches and implications*. Biogeochemistry 103 : 181-207.

022 Moore, J.-D., 2009. *Comparison of a population of Eastern Red-backed Salamanders, Plethodon cinereus, under Native Dominant Wood Coniferboards and Natural Cover Objects*. Canadian Field-Naturalist 123(3) : 210-214.

023 Moore, J.-D. et **R. Ouimet**, 2010. *Effects of two Ca fertilizer types on sugar maple vitality*. Can. J. For. Res. 40 : 1985-1992.

024 Prévost, M., D. Dumais et D. Pothier, 2010. *Growth and mortality following partial cutting in a trembling aspen - conifer stand: results after 10 years*. Can. J. For. Res. 40 : 894-903.

025 Robitaille, A., A. Leboeuf, J.-P. Létourneau, **J.-P. Saucier** et É. Vaillancourt, 2010. *Integrated Ecoforest Mapping of the Northern Portion of the Continuous Boreal Forest, Québec, Canada*. Conservation of Arctic Flora and Fauna. CAFF Technical Report No. 21 : 180-183.

026 Rompré, G., **Y. Boucher**, L. Bélanger, S. Côté et W.D. Robinson, 2010. *Conservation de la biodiversité dans les paysages forestiers aménagés : utilisation des seuils critiques d'habitat*. For. Chron. 86(5) : 572-579.

027 Stinson, G., W.A. Kurz, C.E. Smyth, E.T. Neilson, C.C. Dymond, J.M. Metsaranta, **C. Boisvenue**, G.J. Rampley, Q. Li, T.M. White et D. Blain, 2011. *An inventory-based analysis of Canada's managed forest carbon dynamics, 1990 to 2008*. Global Change Biology doi : 10.1111/j.1365-2486.2010.02369.x.

028 Stowe, D.C., **M.S. Lamhamedi**, S. Carles, B. Fecteau, H.A. Margolis, **M. Renaud** et P.Y. Bernier, 2010. *Managing irrigation to reduce nutrient leaching in containerized white spruce seedling production*. New For. 40(2) : 185-204.

029 Thiffault, N., 2010. *Stabilité mécanique et caractéristiques racinaires de plants de fortes dimensions de Picea mariana produits en récipients ou à racines nues*. For. Chron. 86(4) : 469-476.

030 Thiffault, N., B.D. Titus et M.T. Moroni, 2010. *Silviculture and planted species interact to influence reforestation success on a Kalmia-dominated site - a 15-year study*. For. Chron. 86(2) : 234-242.

031 Wahid, N., H. Joudire, **M.S. Lamhamedi**, A.Z.E. Abidine et A. Boulli, 2010. *Évaluation de la structure et de la variabilité génétiques des populations naturelles du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) au Maroc à l'aide de marqueurs isoenzymatiques*. Acta bot. Gallica 157(3) : 419-431.

MÉMOIRES DE RECHERCHE FORESTIÈRE

032 Boucher, Y., M. Bouchard, **P. Grondin** et **P. Tardif**, 2011. *Le registre des états de référence : intégration des connaissances sur la structure, la composition et la dynamique des paysages forestiers naturels du Québec méridional*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 161. 21 p.

033 Girard, D., J. Gagnon et **M.S. Lamhamedi**, 2011. *IRREC : un système informatisé de calcul des besoins en irrigation pour les plants produits en récipients dans les pépinières forestières du Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 162. 54 p.

034 Pothier, D. et **I. Auger**, 2011. *NATURA-2009 : un modèle de prévision de la croissance à l'échelle du peuplement pour les forêts du Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 163. 56 p.

035 Prigent, G., G. Picher et **I. Auger**, 2010. *Tarif de cubage, tables de rendement et modèles de croissance pour les plantations d'épinette blanche au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 160. 73 p.

NOTES DE RECHERCHE FORESTIÈRE

036 Mottet, M.-J., G. Prigent, M. Perron, J. DeBlois et **M.-C. Lambert**, 2010. *Régénération naturelle de l'épinette de Norvège au Québec : aucun signe d'envahissement*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 135. 12 p.

AVIS DE RECHERCHE FORESTIÈRE

037 Bédard, S. et **J. DeBlois**, 2010. *Effets de trouées sylvo-cales 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. Avis de recherche forestière n° 23. 2 p.

038 Colas, F. et **M.S. Lamhamedi**, 2011. *Vers l'utilisation potentielle de variétés somatiques d'épinette noire dans les vergers à graines pour augmenter la productivité forestière*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 26. 2 p.

039 Duchesne, L., D. Houle, M.-A. Côté et T. Logan, 2010. *L'influence du climat actuel et futur sur la production de sirop d'érable au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 19. 2 p.

040 Lamhamedi, M. S., 2010. *Amélioration tangible de la croissance des racines des plants d'épinette noire par le traitement de jours courts en pépinière forestière*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 24. 2 p.

041 Lamhamedi, M. S., 2011. *Détermination des seuils de tolérance au gel des plants produits dans les pépinières forestières du Québec : intégration dans la prise de décision et l'optimisation des mesures de protection*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 27. 2 p.

042 Lamhamedi, M. S., 2011. *Variabilité spatiale et variations extrêmes des teneurs en eau du substrat en pépinière forestière : facteurs aggravant de l'insuffisance racinaire*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 28. 2 p.

043 Lamhamedi, M. S., S. Carles et **F. Colas**, 2011. *Qualité morpho-physiologique des semences et des plants d'épinette blanche : une affaire de famille*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 29. 2 p.

044 Mottet, M.-J., G. Prigent, M. Perron, J. DeBlois et M.-C. Lambert, 2011. *L'épinette de Norvège au Québec : performante sans être envahissante*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 30. 2 p.

045 Ouimet, R. et **L. Duchesne**, 2010. *La charge critique, un outil essentiel à l'aménagement durable des forêts*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 20. 2 p.

046 Prévost, M. et **D. Dumais**, 2010. *La coupe partielle pour éviter l'enfeuillement et augmenter le volume des conifères*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 25. 2 p.

047 Prévost, M. et **P. Raymond**, 2010. *La coupe par trouées, une option pour régénérer la bétulaie jaune résineuse?* Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 21. 2 p.

048 Thiffault, N., 2010. *Dégagement mécanique et nettoyage de plantation : étude de leurs effets combinés après 24 ans*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 22. 2 p.

AVIS TECHNIQUE

049 Lamhamedi, M.S., P. Desjardins, M. Renaud et L. Veilleux, 2010. *Effets des godets biodégradables à libération lente de fertilisants sur la fertilité du substrat et la morpho-physiologie des plants d'épinette blanche en conditions contrôlées : 1- Principaux résultats préliminaires*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis technique de recherche forestière n° SGRE-2. 14 p.

050 Lamhamedi, M.S., M. Renaud, P. Desjardins et L. Veilleux, 2011. *Évaluation de la qualité morpho-physiologique du système racinaire des plants du mélèze laricin : les racines foncées ou noires peuvent-elles être considérées mortes?* Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis technique de recherche forestière SGRE-3. 33 p.

LOGICIELS

051 Girard, D., 2010. *IRREC - Système de calcul des besoins en Irrigation pour les cultures de plants forestiers en RECipients. Cédérom*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière.

052 Ouimet, R., L. Duchesne, J.-D. Moore et C. Camiré, 2010. *DELFE : diagnostic des éléments limitatifs selon le feuillage de l'érable à sucre et le sol. Version 1.2*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière.

RAPPORTS INTERNE

053 Gauthier, M.-M. et **F. Guillemette**, 2010. *Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale et récupération de rémanents des peuplements de feuillus*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Rapport interne n° 498. 34 p.

054 Guillemette, F., 2011. *Effets réels de l'éclaircie sélective individuelle et de la coupe de jardinage dans des érablières à bouleau jaune nordique*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Rapport interne n° 499. 22 p.

RAPPORTS DIVERS

055 Comité scientifique sur les enjeux de biodiversité, 2010. *Enjeux de biodiversité de l'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Rapport du comité scientifique sous la direction de **Nelson Thiffault**. 147 p.

056 Dignard, N., 2010. *La flore vasculaire du projet de parc national d'Opémican, Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. 64 p.

057 Faubert, J., **J. Gagnon**, P. Boudier, C. Roy, R. Gauthier, **N. Dignard**, D. Bastien, M. Lapointe, N. Dénomée, S. Pellerin et H. Rheault, 2011. *Bryophytes nouvelles, rares et remarquables du Québec-Labrador*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Rapport hors série. 187 p.

058 Imbeau, D., P.-A. Dubé, **D. Dubeau** et L. LeBel, 2010. *Les effets d'un entraînement physique pré-saison sur le travail et la sécurité des débroussaillieurs - Étude de faisabilité d'une approche de mesure*. IRSST - Direction des communications. Études et recherches - Rapport R-664. 61 p.

059 Logan, T., I. Charron, D. Chaumont et **D. Houle**, 2011. *Atlas de scénarios climatiques pour la forêt québécoise*. Ouranos et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de la recherche forestière. 125 p.

PRÉSENTATIONS – CONGRÈS SCIENTIFIQUES

060 Baldet, P. et **F. Colas**, 2010. *Cemagref Seed and Pollen dryer ruled with water activity (a_w)*. Conférence présentée lors de l'atelier Water activity applied to seed testing - ISTA Workshop. 13-15 octobre 2010. Montargis, France. 9 p.

061 Baldet, P. et **F. Colas**, 2010. *Water activity (a_w) and equilibrium relative Humidity (eRH) concepts*. Conférence présentée lors de l'atelier Water activity applied to seed testing - ISTA Workshop. 13-15 octobre 2010. Montargis, France. 27 p.

062 Baldet, P. et **F. Colas**, 2010. *Water activity: a fast and non-destructive method to manage orthodox tree seeds moisture prior to storage in regard of seed moisture behaviour variability*. Résumé d'une conférence présentée lors de l'European Seed Kiln Conference. 9-12 septembre 2010. Verona, Italie. 1 p.

063 Bédard, S., F. Guillemette et M. Fortin, 2010. *Effets de différentes intensités de coupe de jardinage sur la qualité des tiges et des volumes récoltés*. Conférence présentée lors du 78^e Congrès de l'ACFAS, 13 mai 2010. Montréal, Québec. 26 p.

064 Béjaoui, Z., A. Albouchi, M. Abassi, **M.S. Lamhamedi** et M.H. El Aouni, 2010. *Sensibilité à l'hydromorphie de trois clones de Populus deltoides Marsh. x P. nigra L. : Évaluation de la croissance, des formations adaptatives et des glucides*. Résumé d'une conférence présentée lors du 1^{er} Colloque International sur les Ressources Sylvo-Pastorales et Développement Durable en Méditerranée. 19-20 octobre 2010. Tabarka, Tunisie. 14 p.

065 Carles, S., **M.S. Lamhamedi**, J. Beaulieu, D.C. Stowe, H. Margolis, **A. Rainville**, P.-Y. Bernier et J. Bousquet, 2010. *Genetic variation in budbreak and height growth of (2+0) white spruce half-sib families in response to interactions of elevated CO₂ and temperature*. Résumé d'une affiche présentée lors du Congrès ECANUSA - Congrès sur les sciences forestières et publié dans les Actes du congrès. 14 au 16 octobre 2010. Edmundston, Nouveau-Brunswick. p. 79.

066 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 Congrès ECANUSA - Congrès sur les sciences forestières et publié dans les Actes du congrès. 14 au 16 octobre 2010. Edmundston, Nouveau-Brunswick. p. 80.

067 Colas, F. et P. Baldet, 2010. *Hydric characterization of forest orthodox seeds: building and analyzing sorption isotherms*. Conférence présentée lors de l'atelier Water activity applied to seed testing - ISTA Workshop, 13-15 octobre 2010. Montargis, France. 25 p.

068 Colas, F., P. Baldet et M. Bettez, 2010. *Operational implantation of water activity at Berthier Tree Seed Centre (Québec)*. Conférence présentée lors de l'atelier Water activity applied to seed testing - ISTA Workshop, 13-15 octobre 2010. Montargis, France. 13 p.

069 Colas, F., P. Baldet et M. Bettez, 2010. *Water activity measurement: demonstration of a single and non-specific optimal storage value for orthodox forest seeds*. Dans : The International Seed Testing Association (ISTA) (éd.). Résumé d'une conférence présentée lors du 29th ISTA Congress et publié dans Seed Symposium abstracts. 16-22 juin 2010. Cologne, Allemagne. p. 19.

070 Colas, F., A. Rainville, C. Périé, P. Vuillaume et P. Baldet, 2010. *Water activity: a tool to optimize ex situ genetic diversity conservation in Québec*. Conférence présentée lors de l'atelier Water activity applied to seed testing - ISTA Workshop, 13-15 octobre 2010. Montargis, France. 15 p.

- 071** Duchemin, M. et **J. Ménétrier**, 2010. *Croissance de peupliers hybrides utilisés dans un dispositif de bande végétale filtrante*. Affiche présentée lors du 24^e Congrès annuel de l'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol (AQSSS). 1^{er} au 3 juin 2010. Abbaye d'Oka, Québec. 1 p.
- 072** Duchesne, L. et **D. Houle**, 2010. *Predicting day-to-day stem diameter variations and annual growth of balsam fir (Abies balsamea (L.) Mill.) from daily climatic variables*. Dans : Mielikäinen, K., H. Mäkinen et M. Timonen (éds.). Résumé d'une affiche présentée lors The 8th International Conference on Dendrochronology et publié dans WorldDendro 2010 - Abstracts. 13-18 juin 2010. Rovaniemi, Finlande. p. 346.
- 073** Dumais, D. et **M. Prévost**, 2010. *Coupes partielles en forêt mixte : écophysiologie et croissance de la régénération préétablie d'épinette rouge et de sapin*. Résumé d'une conférence présentée lors du 78^e Congrès de l'ACFAS. 10 au 14 mai 2010. Montréal, Québec. 1 p.
- 074** Faure-Lacroix, J., J.-P. Tremblay, **N. Thiffault** et V. Roy, 2010. *Of deer and firs: Detangling initial seedling size, site preparation, and deer browsing effects on plantation success on Anticosti*. Résumé d'une conférence présentée lors du Congrès ECANUSA - Congrès sur les sciences forestières et publié dans les Actes du congrès. 14 au 16 octobre 2010. Edmundston, Nouveau-Brunswick. p. 33.
- 075** Guillemette, F., **S. Bédard** et M. Fortin, 2010. *Modélisation du volume par classe de billes pour l'érable à sucre et le bouleau jaune sur pied*. Conférence présentée lors du 78^e Congrès de l'ACFAS, 13 mai 2010. Montréal, Québec. 31 p.
- 076** Lamhamedi, M.S., 2010. *Transfert de technologie et mise en application de l'expertise québécoise de production de plants forestiers dans le cadre de la modernisation des pépinières forestières et de la lutte contre la désertification*. Conférence présentée lors du Séminaire en foresterie internationale (SemForInt08). 23 octobre 2010. Québec, Québec. 73 p.
- 077** Paiement, I., S. Pepin, **M.S. Lamhamedi** et J. Caron, 2010. *Caractérisation des propriétés physiques et chimiques des substrats de croissance et leurs effets sur le développement racinaire des plants d'épinette blanche en pépinière forestière*. Résumé d'une affiche présentée lors du 24^e Congrès annuel de l'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol (AQSSS) et publié dans Vers des systèmes sol-plante sains et durables. 1^{er} au 3 juin 2010. Abbaye d'Oka, Québec. p. 83.
- 078** Paré, D., É. Thiffault, C. Messier, A. Desrochers et **N. Thiffault**, 2010. *How much slash should remain on site to sustain tree growth*. Résumé d'une conférence présentée lors du Soil Science Society of America International Annual Meeting. Green revolution 2.0: Food, energy and environmental security. 31 octobre au 4 novembre. Long-Beach, Californie. 1 p.
- 079** Raymond, P. et **M. Prévost**, 2010. *L'abondance de la régénération varie selon les niches de régénération dans les bétulaies jaunes résineuses aménagées*. Résumé d'une conférence présentée lors du 78^e Congrès de l'ACFAS. 10 au 14 mai 2010. Montréal, Québec. 1 p.
- 080** Raymond, P., **S. Bédard**, **S. Tremblay** et **C. Larouche**, 2011. *The irregular Shelterwood system. Application in a North American Context*. Conférence présentée lors du 91^e Congrès annuel du New England Society of American Foresters. 30 mars 2011. Fairlee, Vermont. 77 p.
- 081** Raymond, P., **S. Tremblay**, **S. Bédard** et **C. Larouche**, 2010. *The irregular shelterwood system for the maintenance of structurally complex stands attributes*. Résumé d'une conférence présentée lors du Congrès ECANUSA - Congrès sur les sciences forestières et publié dans les Actes du congrès. 14 au 16 octobre 2010. Edmundston, Nouveau-Brunswick. p. 52.
- 082** Thiffault, N., N. Fenton, Y. Bergeron et **P. Grondin**, 2010. *Managing understory vegetation for sustaining productivity in black spruce forests: A synthesis and future developments*. Résumé d'une conférence présentée lors du Congrès ECANUSA - Congrès sur les sciences forestières et publié dans les Actes du congrès. 14 au 16 octobre 2010. Edmundston, Nouveau-Brunswick. p. 63.
- 083** Tremblay, S., **R. Ouimet**, **D. Houle** et **L. Duchesne**, 2010. *Base cation distribution, uptake and cycling in three common forest ecosystems in Eastern Canada*. Résumé d'une conférence présentée lors du Congrès ECANUSA - Congrès sur les sciences forestières et publié dans les Actes du congrès. 14 au 16 octobre 2010. Edmundston, Nouveau-Brunswick. p. 64.

ARTICLES DE VULGARISATION

- 084** Baldet, P. et **F. Colas**, 2010. *Water activity measurement applied to seed testing: assessment of the ISTA workshop*. Tree Seed Working Group - News Bulletin 52(December) : 11-13.
- 085** Colas, F., **A. Rainville**, **C. Périé** et P. Vuillaume, 2010. *How to achieve sustainable conservation of orthodox seeds of forest tree species*. Tree Seed Working Group - News Bulletin 51(July) : 6-7.

086 Lamhamedi, M.S., P. Desjardins, M. Renaud et L. Veilleux, 2010. *Les godets biodégradables : une nouvelle technologie de libération lente des fertilisants destinés aux plants forestiers*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. 6 p.

087 Moore, J.-D. et R.L. Wyman, 2010. *La salamandre cendrée : remise en question de son statut d'espèce indicatrice d'acidité du sol*. Nat. Can. 134(2) : 65-71.

088 Moore, J.-D., R. Ouimet et L. Duchesne, 2011. *Le chaulage : un traitement pour maintenir l'érable à sucre sur les sites peu fertiles*. Progrès forestier Hiver : 8-12.

089 Moore, J.-D., R. Ouimet et L. Duchesne, 2010. *Le chaulage des érablières : une technique pour maintenir la représentativité de l'érable à sucre sur les sites peu fertiles*. Histoires forestières du Québec 2(2) : 20-25.

ACTIVITÉS DE TRANSFERT DES RÉSULTATS DE RECHERCHE

090 Bédard, S., F. Guillemette, M. Fortin, J. DeBlois et M. Beaudet, 2010. *Hardwood silviculture in Québec: experiences gained and perspectives at MRNF-DRF*. Conférence présentée lors de l'Ontario Hardwood Management Tour Evening session. 20 octobre 2010. Huntsville, Ontario. 34 p.

091 Cimon, A., M. Perron et M.-J. Mottet, 2010. *Le choix des espèces et la mise en place des programmes d'amélioration génétique à la DRF*. Conférence présentée lors du Colloque « Choix des espèces pour la mise en oeuvre de la sylviculture intensive en Gaspésie » organisé par le Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles. 23 septembre 2010. Sainte-Anne-des-Monts, Québec. 17 p.

092 Colas, F. et P. Baldet, 2011. *L'activité de l'eau au service des ressources génétiques forestières : une coopération franco-québécoise fructueuse*. Conférence présentée dans le cadre de la séance plénière de la 63^e Commission permanente de coopération franco-québécoise au Cercle de la garnison. 9 mars 2011. Québec, Canada. 9 p.

093 Colas, F., M.S. Lamhamedi, A. Rainville et M. Bettez, 2010. *Aménagement des vergers à graines au Québec*. Conférence présentée lors de la rencontre biannuelle du Comité technique de coordination des vergers à graines de l'État. 24 juin 2010. Pôle du Ségala, France. 54 p.

094 Fortin, M. et L. Langevin, 2010. *ARTÉMIS-2009 : Un modèle de croissance à l'échelle de l'arbre pour les forêts du Québec*. Conférence présentée lors du séminaire sur la détermination de la possibilité forestière, organisé par l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. 30 novembre 2010. Québec, Canada. 53 p.

095 Lamhamedi, M.S., 2010. *Sélection hâtive multi-critères des variétés somatiques d'épinette blanche destinées au reboisement de très haute productivité*. Dans : Lamhamedi, M.S., L. Tremblay, J. Gingras, J. Gravel-Grenier et M. Rioux (éds.). Recueil des conférences - Journée d'information et de transfert de connaissances sur l'embryogenèse somatique à l'intention de la région du Bas-Saint-Laurent et des organismes de gestion en commun des MRC de Témiscouata, Kamouraska, Rivière-du-Loup et des Basques. [cd-rom]. ISBN 978-2-550-60558-4. Saint-Modeste, Québec. 32 p.

096 Lamhamedi, M.S., L. Tremblay, J. Gingras, J. Gravel-Grenier et M. Rioux (éds.), 2010. *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*. Journée d'information et de transfert de connaissances sur l'embryogenèse somatique à l'intention de la région du Bas-Saint-Laurent et des organismes de gestion en commun des MRC de Témiscouata, Kamouraska, Rivière-du-Loup et des Basques. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Pépinière de Saint-Modeste. Recueil des conférences [cd-rom]. ISBN 978-2-550-60558-4. 10 novembre 2009 et 2 juin 2010. Saint-Modeste, Québec.

097 Mottet, M.-J. et **G. Prigent**, 2010. *L'épinette de Norvège : un atout pour l'intensification de la production ligneuse*. Résumé d'une conférence présentée lors du Colloque sur « L'épinette de Norvège en Gaspésie dans un contexte de sylviculture intensive ». organisé par le Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles. 11 novembre 2010. Bonaventure, Québec. 1 p.

098 Perron, M. et **M.-J. Mottet**, 2010. *Les résineux exotiques au Québec choix de Larix et Picea*. Conférence présentée lors du Colloque « Choix des espèces pour la mise en oeuvre de la sylviculture intensive en Gaspésie » organisé par le Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles. 23 septembre 2010. Sainte-Anne-des-Monts, Québec. 20 p.

099 Pothier, D. et **I. Auger**, 2010. *Natura-2009 : Un modèle de production forestière à l'échelle du peuplement pour les forêts du Québec*. Conférence présentée lors du séminaire sur la détermination de la possibilité forestière, organisé par l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. 30 novembre 2010. Québec, Canada. 19 p.

100 Prigent, G., 2010. *Potentiel et productivité des plantations résineuses en Gaspésie*. Conférence présentée au colloque « Choix des espèces pour la mise en oeuvre de la sylviculture intensive en Gaspésie » organisé par le Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles. 23 septembre 2010. Sainte-Anne-des-Monts, Québec. 58 p.

101 Rainville, A., et J. Beaulieu, 2010. *L'amélioration génétique de l'épinette blanche au Québec : Près de 50 années d'efforts intégrés*. Dans : Lamhamedi, M.S., L. Tremblay, J. Gingras, J. Gravel-Grenier et M. Rioux (éds.). Recueil des conférences - Journée d'information et de transfert de connaissances sur l'embryogenèse somatique à l'intention de la région du Bas-Saint-Laurent et des organismes de gestion en commun des MRC de Témiscouata, Kamouraska, Rivière-du-Loup et des Basques. [cd-rom]. ISBN 978-2-550-60558-4. Saint-Modeste, Québec. 2 juin 2010. 43 p.

102 Rainville, A., J. Beaulieu et L. Langevin, 2010. *Le reboisement au Québec : planter aujourd'hui des arbres adaptés au climat de demain!* Résumé d'une affiche présentée lors du 4^e Symposium scientifique d'Ouranos. 17 et 18 novembre 2010. Québec, Canada. 1 p.

103 Saucier, J.-P., 2010. *Modélisation de la succession forestière : SUCCÈS-2009 peut-il remplacer les hypothèses de retour dans les calculs de possibilité forestière?* Conférence présentée dans le cadre du séminaire sur la détermination de la possibilité forestière, organisé par l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. 30 novembre 2010. Québec, Canada. 44 p.

104 Saucier, J.-P. et **G. Prigent**, 2010. *La productivité forestière incluant les méthodes sylvicoles et l'amélioration des arbres*. Conférence présentée lors du colloque « L'industrie forestière au Québec - Un futur qui s'organise ». 27 octobre 2010. Saguenay, Québec. 44 p.

105 Thiffault, N., 2010. *Gestion de la végétation en plantations forestières au Québec : une perspective nord-sud*. Conférence présentée à l'Association québécoise de gestion de la végétation. 25 novembre 2010. Victoriaville, Québec. 23 p.

PRÉSENTATIONS DIVERSES

106 Auger, I. et S. Aid, 2010. *Implantation du modèle de croissance à l'échelle du peuplement dans CAPSIS*. Conférence présentée pour le Bureau du forestier en chef. 4 mai 2010. Québec, Canada. 13 p.

107 Bédard, S. et **F. Guillemette**, 2010. *Sylviculture des forêts de feuillus*. Résumé d'une visite sur le terrain. 15 septembre 2010. Duchesnay, Québec. 8 p.

108 Boucher, Y. et M. Bouchard, 2010. *Le registre des états de référence (Version 1.0 printemps 2010) - Portrait des écosystèmes forestiers naturels - Activité 2.2*. Conférence présentée au ministère des Ressources naturelles et de la Faune en région lors d'une formation pour le processus de planification 2013-2018. 12 et 19 mai 2010. Québec, Canada. 24 p.

109 Boucher, Y., M. Bouchard, **P. Grondin** et **P. Tardif**, 2011. *De la théorie à la pratique. Intégration des connaissances écologiques pour l'établissement de cibles d'aménagement*. Présentation lors d'une conférence du CEF, Université Laval. 3 mars 2011. Québec, Canada. 40 p.

110 Guillemette, F. et **S. Bédard**, 2011. *Classer des arbres feuillus : résultats de recherches et perspectives d'avenir*. Conférence présentée lors de Midi-conférence du ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 22 mars 2011. Québec, Canada. 51 p.

111 Prigent, G., 2010. *La production de bois et la conservation à l'aide de plantations - exemple de l'épinette blanche*. Conférence présentée au personnel forestier du Bas-Saint-Laurent, 2 juin 2010. Saint-Modeste, Québec. 54 p., au personnel du MRNF de la région 02, 21 avril 2010. Saguenay, Québec. 49 p. et au Colloque sur l'intensification de l'aménagement forestier, 18 mars 2010. Québec, Canada. 49 p.

112 Tousignant, D., **L. Tremblay**, **L. Duchesne** et **M. Perron**, 2010. *Un travail en recherche forestière... Est-ce pour moi?* Conférence présentée lors des Ateliers « Viens vivre la forêt », 28-29 septembre 2010. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière et Direction générale des pépinières et des stations piscicoles. Duchesnay, Québec. 49 p.

Les publications 2010-2011

Articles scientifiques	31
Mémoires de recherche forestière	4
Notes de recherche forestière	1
Avis de recherche forestière	12
Avis technique	2
Logiciels	2
Rapports interne	2
Rapports divers	5
Présentations - Congrès scientifiques	24
Articles de vulgarisation	6
Activités de transfert des résultats de recherche	16
Présentations diverses	7
TOTAL	112

