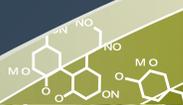


RAPPORT D'ACTIVITÉ

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

2015 2016



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

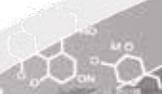


0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

RAPPORT D'ACTIVITÉ

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

2015 2016



$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$
$$V_{AE,ik} = \beta_1 d h p_{ik}^{\beta_2} H_{ik}^{\beta_3} + \varepsilon_{7,ik}$$



Veillez prendre note que le présent document décrit les activités de la Direction de la recherche forestière (DRF) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) pendant l'année financière 2015-2016.

Le fichier PDF du Rapport d'activité 2015-2016 est disponible à l'adresse Internet suivante :
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/impression/index.asp

La consultation en ligne de notre rapport d'activité 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 forestière ainsi que ceux financés par son Programme de recherche en partenariat avec le Fonds de recherche du Québec — Nature et technologies (FRQNT).

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-domaine bioclimatique.

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

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
Québec (Québec) G1P 3W8

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

© Gouvernement du Québec
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2017
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

ISBN 978-2-550-78864-5 (Imprimé)
ISBN 978-2-550-78865-2 (PDF)
ISSN 1703-8561
ISSN en ligne 1718-0074

TABLE DES MATIÈRES

- 1** MOT DU DIRECTEUR
- 3** LA DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
- 7** LE SERVICE DE LA GÉNÉTIQUE, DE LA REPRODUCTION ET DE L'ÉCOLOGIE
- 13** LE SERVICE DE LA SYLVICULTURE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS
- 21** LE SERVICE DU SOUTIEN SCIENTIFIQUE
- 27** PUBLICATIONS 2015-2016
- 39** PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2016-2017

MOT DU DIRECTEUR

La Direction de la recherche forestière (DRF) est fière de présenter à la communauté forestière du Québec, aux chercheurs et aux employés du ministère des Forêts de la Faune et des Parcs (MFFP), son rapport d'activité pour l'exercice 2015-2016 ainsi que la programmation des projets de recherche pour l'année 2016-2017.

Ce rapport d'activité démontre bien l'engagement de la DRF à répondre aux enjeux de l'heure en matière de recherche scientifique appliquée, d'innovation et de développement en aménagement durable des forêts. Les travaux de la DRF sont orientés dans le but de fournir des connaissances et des avancées scientifiques de pointe afin de soutenir les décisions de gestion forestière au Québec. Ils sont orientés vers des solutions pratiques et concrètes aux divers problèmes auxquels font face les gestionnaires de la forêt et les ingénieurs forestiers. L'acquisition de nouvelles connaissances et le développement de savoir-faire sont à la base de nos travaux qui tendent soit à résoudre des problèmes forestiers ou environnementaux, soit à améliorer nos méthodes sylvicoles ou d'aménagement. Le thème de l'adaptation aux changements climatiques s'impose maintenant pour assurer un aménagement durable des forêts.

Vous trouverez dans ce rapport les faits saillants, les principales réalisations et les moyens pris pour faciliter l'intégration à la pratique forestière des nouvelles connaissances développées par chacun des créneaux de recherche de la DRF.

Ce rapport peut aussi être consulté en ligne, ce qui donne accès directement au contenu du répertoire de projets, pour y trouver soit l'information relative aux projets de recherche réalisés par la DRF, soit celle propre aux projets financés par le Ministère, dans le cadre du programme de recherche en partenariat avec le Fonds de recherche du Québec — Nature et technologies (FRQNT). Vous pouvez naviguer dans ce répertoire par créneau de recherche, par région administrative ou encore par sous-domaine bioclimatique.

Je remercie tous les chercheurs, les équipes techniques, le personnel de soutien scientifique et le personnel administratif qui, ensemble, permettent au Ministère et à toute la communauté forestière québécoise d'accroître leurs connaissances du milieu forestier en se fondant sur des assises scientifiques et de contribuer ainsi à l'amélioration des pratiques et de la gestion forestière.

Bonne lecture.

Le directeur de la recherche forestière, p. i.



Jean-Pierre Saucier, ing. f., Dr. Sc.

LA DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

LE MANDAT : PARTICIPER ACTIVEMENT À L'AMÉLIORATION DE LA PRATIQUE FORESTIÈRE

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

STRUCTURE ORGANISATIONNELLE DE LA DRF

Une organisation compétente et diversifiée

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

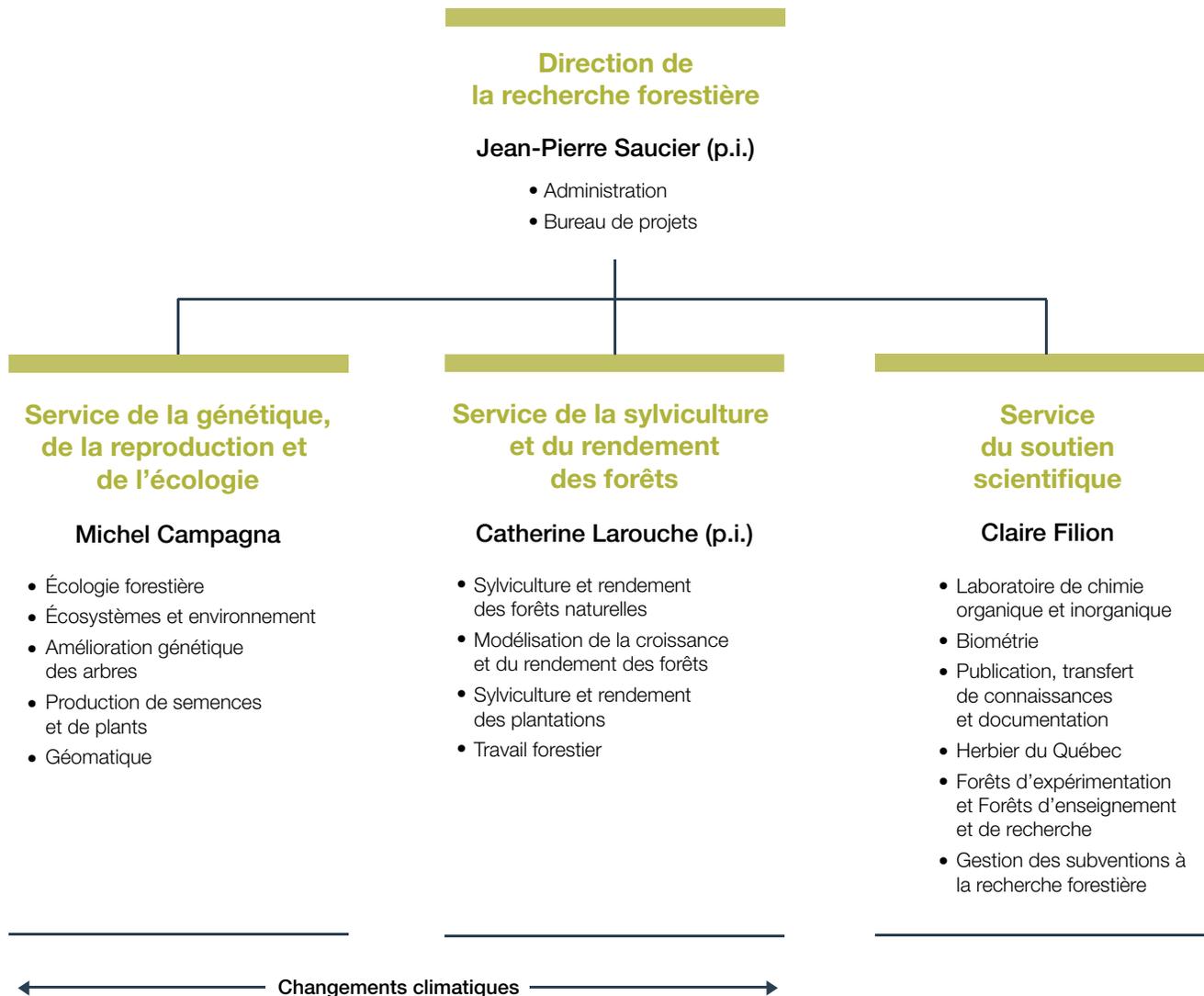
- la génétique, la reproduction et l'écologie;
- la sylviculture et le rendement des forêts;
- le soutien scientifique.

Elle est active dans huit créneaux de recherche. Le **Service de la génétique, de la reproduction et de l'écologie (SGRE)** comprend 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, soutenus par une équipe de géomatique. Le **Service de la sylviculture et du rendement des forêts (SSRF)** inclut 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 **34** chercheurs : **17** 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. Une équipe de personnel technique, composée de **31** personnes au sein du SGRE et de **34** au sein du SSRF, contribue à réaliser les travaux de recherche.

Le **Service du soutien scientifique** assiste les chercheurs et les équipes techniques dans la réalisation de leurs travaux grâce à une équipe de **21** personnes, dont **9** professionnels. Les services offerts se rapportent aux domaines d'expertise tels que la statistique, les mathématiques, la chimie organique et la chimie inorganique, la conservation d'un herbier 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 et au suivi administratif des projets de recherche comptant **6** personnes, dont une professionnelle en gestion de projets.

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'aménagement durable des forêts (DGCDAF), au sein du Secteur des forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.



Note : En plus de son poste comme directeur par intérim, M. Jean-Pierre Saucier a occupé celui de chef du Service de la sylviculture et du rendement des forêts jusqu'au 1^{er} septembre 2015. Mme Catherine Larouche a été nommée chef par intérim du Service de la sylviculture et du rendement des forêts le 2 septembre 2015.

DES RECHERCHES EN PHASE AVEC LES BESOINS DE CONNAISSANCES EN AMÉNAGEMENT DURABLE DES FORÊTS

Les préoccupations de la société quant à l'utilisation durable des écosystèmes forestiers ont changé au fil des années, ce qui a amené à revoir et souvent à modifier les méthodes d'aménagement forestier. Les chercheurs ont pu proposer de nouvelles pratiques sur la base des connaissances acquises par l'expérimentation et de la veille scientifique qui soutient la formulation des hypothèses qui doivent être testées scientifiquement.

Cela met en lumière un certain paradoxe de la recherche forestière qui doit à la fois étudier les pratiques actuelles afin d'en vérifier les effets immédiats et à long terme, puis proposer et tester des pistes d'amélioration pour répondre aux besoins des utilisateurs, et en même temps imaginer et développer de nouvelles pratiques, propres à répondre à des besoins que les utilisateurs n'ont pas encore anticipés.

Les besoins en connaissances sont très diversifiés et la DRF a développé des expertises dans plusieurs créneaux de recherche. Cependant, tous les besoins ne peuvent pas être couverts par celles-ci, faute de moyens. C'est pourquoi nous avons conclu des partenariats avec des chercheurs appartenant à divers organismes, pour créer une synergie des expertises et enrichir notre capacité de résolution de problèmes par l'entremise de collaborations.

Une fois les nouvelles connaissances acquises, l'étape de la diffusion est tout aussi cruciale que la recherche. La diffusion se fait :

1. par des publications ou des activités de partage des connaissances scientifiques;
2. par des publications, des présentations ou des outils vulgarisés.

Les publications scientifiques sont essentielles pour assurer la validité des connaissances acquises. En effet, une fois que des observations sont faites et des hypothèses posées, les données pour en faire la démonstration doivent être complètes, traitées et discutées afin d'en arriver à un résultat qui est soumis à une révision par les pairs. Le jugement par les pairs est un gage de qualité de ces résultats. Si les données ne soutiennent pas les conclusions, que les traitements ne suivent pas les pratiques les plus rigoureuses, ou encore que la discussion néglige quelques facettes du problème, la publication pourrait être rejetée. Une fois celle-ci acceptée, par contre, ses conclusions peuvent être diffusées et servir d'assise à des décisions éclairées par la science. Au cours de 2015-2016, les chercheurs et les professionnels de la DRF ont contribué à **60** publications scientifiques révisées par les pairs (**1** mémoire de recherche forestière, **53** articles scientifiques, **3** notes de recherche forestière et **3** chapitres de livre). Ils ont aussi participé à **43** présentations dans des colloques ou des congrès scientifiques.

Une fois les connaissances scientifiques acquises et validées, il importe de s'assurer qu'elles se rendent aux utilisateurs ou aux décideurs auxquels elles peuvent être utiles. Afin de toucher un plus large auditoire et pour faciliter l'accès aux résultats de recherche, les membres de la DRF ont contribué, en 2015-2016, à **32** publications de vulgarisation, dont **12** avis de recherche forestière, **3** avis techniques, **4** logiciels d'aide à la décision, **2** articles de vulgarisation, **2** rapports, **2** guides, **6** documents audiovisuels et **1** document écrit par un tiers. Ces publications vulgarisées sont la plupart du temps tirées directement des résultats validés par les pairs, ce qui en assure la véracité. Pour la même période, les membres de la DRF ont aussi fait de la diffusion directe aux utilisateurs ou aux représentants des parties prenantes lors de **38** présentations ou autres activités de transfert. Ces présentations sont une occasion pour les chercheurs non seulement de présenter leurs résultats, mais aussi d'en discuter avec les utilisateurs et de recueillir par le fait même les préoccupations de ces derniers, auxquelles ils pourront tenter de répondre par de nouvelles recherches ou analyses.

En plus de ces activités de publication et de transfert, les chercheurs et le personnel du soutien scientifique de la DRF appuient l'ensemble du MFFP et répondent directement à des demandes à titre de conseillers scientifiques. Ils contribuent aussi par leur veille scientifique et leur capacité d'intégration des connaissances à plusieurs dossiers au sein de comités d'experts ou de groupes de travail ministériels.

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 ainsi que la production de semences et de plants. À cela s'ajoute l'expertise offerte à l'ensemble de la DRF par l'équipe de géomatique.

Les travaux des diverses équipes de recherche du Service répondent aux besoins les plus essentiels en matière d'acquisition de connaissances sur les arbres et sur les processus et fonctions des écosystèmes, dans un contexte d'aménagement forestier durable.

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

ÉCOLOGIE FORESTIÈRE

Les chercheurs en écologie forestière axent principalement leurs travaux sur la connaissance des écosystèmes forestiers afin de faciliter la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique pour l'ensemble du territoire québécois, en considérant l'influence des changements globaux. Cette mise en œuvre nécessite la connaissance de la variabilité de la composition et de la structure des écosystèmes forestiers naturels, introduite notamment par les régimes de perturbations naturelles (incendies, épidémies d'insectes, chablis), les caractéristiques du milieu physique ainsi que les variations climatiques. Ces connaissances permettront de produire des états de référence de la forêt qui guideront la planification visant à maintenir la résilience des écosystèmes forestiers, particulièrement au regard du maintien de la diversité des communautés végétales et animales établies dans nos forêts.

Réalisations

- Les chercheurs en écologie forestière ont évalué l'importance relative des incendies de forêt et de l'aménagement forestier réalisé lors du dernier siècle pour expliquer la mosaïque forestière contemporaine dans plusieurs régions du Québec.
- Ils ont effectué des travaux indiquant que les communautés d'insectes saproxyliques sont relativement résilientes quant aux pratiques d'aménagement en forêt boréale. Ces résultats indiquent également que le suivi à long terme de ces organismes peu étudiés pourrait contribuer à assurer que les objectifs de maintien de la biodiversité en milieu forestier seront atteints (8).
- Ils ont poursuivi des travaux visant à mieux comprendre la variabilité naturelle des paysages au regard des incendies et de la composition forestière; ces travaux portent autant sur la forêt boréale que sur la forêt tempérée (6, 18, 23, 50).
- Ils ont participé à la définition des orientations du gouvernement en matière d'aménagement forestier écosystémique, particulièrement en ce qui concerne les objectifs de structure d'âge des forêts.
- Ils ont organisé plusieurs rencontres universités-MFFP sur la dynamique forestière afin de s'assurer que les connaissances récentes peuvent être intégrées dans les stratégies d'aménagement forestier.

Perspectives

- Mise en place d'un projet de recherche multidisciplinaire afin de modéliser et de cartographier la régénération des forêts d'épinette noire dans un contexte de changements globaux et d'augmentation de la gravité des incendies.
- Analyse, à partir d'images Landsat, de l'évolution de la forêt boréale, sous l'influence des coupes et des perturbations naturelles (1940-2010).

- Analyse des changements (1925-2005) de la structure des peuplements forestiers à partir des archives des compagnies forestières dans la forêt boréale méridionale.
- Poursuite des études sur la composition, la structure et la dynamique des forêts boréale et tempérée au cours de l'Holocène, sur la base de la classification écologique du Ministère, afin de bonifier les états de référence (projet de recherche conjoint avec la Direction des inventaires forestiers).
- Poursuite de travaux de recherche visant à mieux comprendre les facteurs qui influencent le développement de l'épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) qui sévit actuellement au Québec, et les stratégies d'aménagement qui pourraient être adoptées pour l'endiguer.
- Poursuite de travaux de recherche visant à mieux comprendre l'effet de la récolte forestière sur la biodiversité dans un contexte de changements climatiques, en particulier chez les insectes, les bryophytes et les lichens.

ÉCOSYSTÈMES ET ENVIRONNEMENT

La forêt québécoise évolue sous l'influence de divers facteurs environnementaux tels que les changements climatiques, les dépôts atmosphériques acidifiants de soufre et d'azote ainsi que la récolte forestière. Ces facteurs peuvent tous avoir une incidence sur la fertilité des sols, la croissance, le taux de mortalité et la répartition géographique des essences et, par conséquent, sur la productivité globale des forêts. Les principaux objectifs des travaux des chercheurs en écosystèmes et environnement sont de comprendre la réaction des forêts aux facteurs environnementaux et de guider le développement des stratégies d'aménagement qui visent le maintien, la résilience et l'adaptation des forêts.

Réalisations

Sols et écosystèmes forestiers

- Le chaulage est un traitement sylvicole efficace pour atténuer les symptômes de dépérissement des érables matures, accroître leur croissance et augmenter l'abondance des semis dans les érablières dont le sol est acide et peu fertile (153). Il est recommandé d'évaluer l'état nutritionnel de son érablière avant d'entreprendre des travaux d'amendement afin de déterminer les besoins en chaux et les produits à utiliser (68).
- L'envahissement des érablières par les fougères est fréquent au Québec. La combinaison du chaulage et de la fauche ou de l'écrasement à répétition des fougères permet de contrer ce problème (41).
- Un dispositif expérimental mis en place en 2004 a démontré jusqu'à maintenant que le dégagement des gaules d'érable accompagné d'un chaulage se révèle le meilleur traitement pour favoriser leur croissance dans les érablières en dépérissement situées sur les stations peu fertiles (64).
- Grâce au Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF), les chercheurs ont pu découvrir un lien entre l'apparition de la maladie corticale du hêtre et la composition en éléments nutritifs de son feuillage (38).
- Grâce au suivi à long terme, on a observé une baisse des teneurs en certains éléments nutritifs dans le feuillage des sapins baumiers au cours des 45 dernières années dans la Forêt Montmorency de l'Université Laval, qui en est à sa troisième révolution (39). La récolte des tiges ligneuses lors d'une coupe peut donner lieu à d'importantes exportations d'éléments nutritifs (74).
- Malgré l'évidence des conséquences des émissions acidifiantes sur la qualité des billes d'érable (24), les sols forestiers ont déjà commencé à montrer des signes de rétablissement avec la diminution des précipitations acides (33, 112, 113, 121). La cartographie (122) et les méthodes d'analyses de laboratoire devront cependant être adaptées pour détecter plus précisément la réaction des sols forestiers (49).

Changements climatiques

- Un très grand nombre de simulations climatiques est requis pour bien représenter l'ensemble des changements futurs possibles, et les considérer tous exige des capacités informatiques impressionnantes. Une méthode objective de sélection des simulations climatiques a été mise au point afin de réduire le nombre de simulations climatiques requises pour couvrir l'ensemble de la variabilité des changements futurs possibles (10). Cette méthode facilitera la réalisation des études d'impact des changements climatiques sur les écosystèmes.
- La fréquence de formation d'un pont de glace sur le fleuve Saint-Laurent de 1620 à 1910 a servi d'indicateur pour évaluer le climat de cette époque (66).
- Les chercheurs ont estimé que le réchauffement anticipé des températures pourrait faire augmenter la capacité de stockage de carbone des forêts sous aménagement au Québec de 20 à 31 % d'ici la fin du siècle (14), si l'on exclut l'influence des perturbations naturelles et les activités d'aménagement forestier.
- Les chercheurs ont réussi à construire un modèle prédictif de la saison de coulée des érablières à partir de variables climatiques. Les projections indiquent que le début de la coulée sera devancé de deux à trois semaines d'ici la fin du siècle, mais que sa durée ne variera pas (29).
- Les chercheurs ont publié les résultats d'un atelier de travail sur les changements climatiques ayant réuni plus d'une centaine de personnes, qui font part des préoccupations du secteur forestier ainsi que des adaptations potentielles (36).
- Une étude a été réalisée sur la phénologie et la croissance de deux peuplements d'épinettes noires exposés à l'ajout expérimental d'azote sur la canopée et au chauffage du sol. Les résultats montrent des différences quant à la phénologie entre les sites situés à différentes

latitudes. Cependant, l'absence de différences entre les traitements expérimentaux suggère une résilience élevée des peuplements à moyen terme (11).

Perspectives

- Les recherches se poursuivent pour mieux comprendre les effets des changements globaux sur la vulnérabilité des forêts, à l'échelle du peuplement, et sur leur répartition et leur croissance au Québec.
- L'analyse des résultats de 20 ans d'une expérience de chaulage est en cours. Les résultats porteront sur la vigueur, la croissance et le statut nutritif de l'érable à sucre.

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES ARBRES

L'acquisition de connaissances relatives à la variabilité génétique des essences forestières commerciales est utile pour sélectionner des variétés destinées au reboisement selon des objectifs précis. Les variétés sont choisies pour accroître le volume, la qualité ou la valeur des bois produits en plantation, tout en maintenant élevée la diversité génétique. La plantation de variétés productives sur des superficies restreintes, à proximité des usines, contribue à diminuer la pression exercée sur la forêt naturelle. Il est également possible de sélectionner des variétés mieux adaptées aux conditions climatiques locales prévues pour les décennies à venir. Les connaissances acquises facilitent la mise en place des mesures adéquates de conservation *in situ* ou *ex situ* des ressources génétiques forestières.

Réalisations

- Les chercheurs ont démontré chez l'épinette noire que la sélection des arbres qui ont la meilleure croissance a peu d'effet sur les propriétés du bois (63), facilitant ainsi l'amélioration génétique des arbres selon ces deux critères.
- Les résultats récents ont démontré que certaines sources d'épinette de Norvège sont résistantes au charançon du pin blanc et que cette résistance peut être transmise d'une génération à l'autre (37). Certaines de ces sources sont maintenant disponibles pour le reboisement.
- Afin de diversifier les sources de semences d'épinette de Norvège adaptées aux conditions bioclimatiques du sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest, trois tests de provenances et de descendance ont été établis en 2015 dans la région du Lac-Saint-Jean. À moyen terme, les résultats de ces tests permettront aussi d'améliorer les connaissances sur les types de stations les plus appropriés pour l'épinette de Norvège ainsi que sur son comportement en période d'épidémie de TBE, et de comparer ces résultats à ceux de l'épinette blanche.
- Les chercheurs ont collaboré à une étude sur l'histoire biogéographique du mélèze laricin en Amérique du Nord à l'aide d'analyses d'ADN et de diagrammes polliniques (53). Les résultats ont permis de préciser les structures génétiques des populations ainsi que la chronologie de

la migration postglaciaire. Contrairement à la situation dans l'ouest du pays, le mélèze a devancé les épinettes dans l'est pour recoloniser le territoire après la dernière glaciation.

- La mise en terre de deux tests de descendance qui représentent les croisements réalisés en 2012 entre *Populus maximowiczii* et *P. trichocarpa* a été achevée afin d'obtenir des clones adaptés à la culture en taillis à courte révolution pour la production de biomasse.
- À l'hiver 2016, des croisements intraspécifiques ont été réalisés en serre avec des peupliers deltoïdes sélectionnés dans les tests de descendance de Shipshaw et de Litchfield, ouvrant la voie à une nouvelle génération de cette espèce parentale importante pour le programme d'amélioration.
- Les chercheurs ont contribué à la mise en place du consortium nord-américain Tree Genes Initiative qui regroupe les forces engagées dans l'adaptation des arbres aux stress liés aux changements climatiques, aux insectes et aux maladies.
- La DRF participe aux activités du Conseil canadien des peupliers et des saules (CCPS) au sein duquel un chercheur dirige le groupe de travail Genetics & Breeding. Le registre des peupliers et des saules a été mis à jour à des fins de consultation sur le site Web du CCPS.

Perspectives

- Des données récentes sur le développement de la régénération naturelle de l'épinette de Norvège en plantation ainsi que dans leur environnement immédiat permettront de documenter la dynamique de cette régénération dans différents écosystèmes du Québec.
- Les améliorateurs ont élaboré divers scénarios d'intégration de la sélection par la génomique basés sur un grand nombre de marqueurs génétiques. Ces scénarios serviront à des analyses économiques dans le cadre du projet « Tests rapides pour l'évaluation et l'amélioration des conifères (FastTRAC) ». Le résultat de ces analyses contribuera à déterminer la faisabilité économique d'appliquer la sélection génomique au programme d'amélioration des épinettes.
- Des travaux en cours permettront de statuer prochainement sur le degré de conservation des ressources génétiques des espèces commerciales du Québec.
- Les populations issues du programme d'amélioration du peuplier permettent de répondre aux besoins actuels des industriels qui le plantent et sont aussi prometteuses pour soutenir l'innovation dans le secteur des produits biosourcés (par exemple, pour la filière de la bioénergie ou celle du bioraffinage).
- La DRF poursuivra sa collaboration étroite avec la Direction générale de la production des semences et des plants forestiers (DGSPF) pour préciser les zones de déplacement des variétés issues des vergers à graines dans un contexte de changements climatiques.

PRODUCTION DE SEMENCES ET DE PLANTS

Chaque année, plus de 130 millions de plants sont produits dans les 19 pépinières forestières du Québec (6 publiques et 13 privées). Ces plants améliorés génétiquement permettent de hausser la productivité des forêts du Québec. Les chercheurs et leurs partenaires doivent innover pour produire des semences et des plants de haute qualité, dans le respect de considérations environnementales et financières. Les recherches visent, entre autres, à optimiser la germination et la conservation des semences, à protéger les plants du gel et à optimiser l'irrigation et la fertilisation afin de mieux préserver la qualité des eaux souterraines, de réduire les coûts de production et de comprendre les effets des différents facteurs environnementaux sur la croissance, la physiologie et la tolérance aux stress des plants.

Réalisations

Semences

- L'intérêt pour la mesure de l'activité de l'eau se développe au Canada (127, 128). La rencontre trisannuelle du Groupe de travail sur les semences forestières de l'Association canadienne de génétique forestière traitait de ce sujet (92, 93).
- Le travail se poursuit sur la faisabilité opérationnelle de réduire l'allocation de semences aux pépinières ayant fait l'acquisition d'un semoir de précision, cela afin de tenir compte du coût des semences et de la rareté de certaines sources de semences (140).

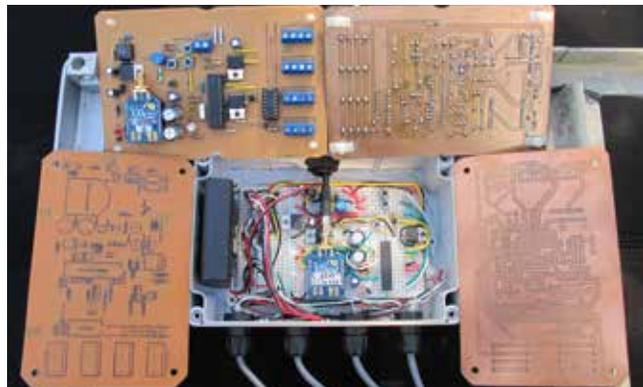
Production de plants

- Après avoir démontré l'efficacité de la fertilisation foliaire à l'urée à augmenter rapidement la concentration foliaire en azote sur des plants d'épinette noire (65) et d'épinette blanche en croissance, deux autres dispositifs ont été mis en place avec des plants en croissance (été : pin gris) et en dormance (automne : épinette blanche) produits en récipients 25-310.



Fertilisation foliaire à l'urée de plants de fortes dimensions de pin gris 2+0 en récipients 25-310 produits à la pépinière de Normandin (Photo : J. Gagnon, MFFP).

- Dans le but d'aider les pépiniéristes à mieux gérer l'irrigation des plants en récipients, un réseau sans fil automatisé (IRRNET) de balances électroniques (pesons) a été installé à la pépinière de Normandin en 2015. Le procédé de fabrication de ces balances électroniques a été optimisé pour en faciliter l'assemblage et en réduire les coûts.
- L'ensemencement hâtif a augmenté de façon significative la croissance des racines (52 %) et la cohésion de la carotte, comparativement à un ensemencement tardif (67), ce qui pourrait réduire le nombre de plants rejetés à cause de l'insuffisance racinaire.
- Des travaux ont démontré que l'utilisation de calcite comme matériel de recouvrement des semences améliore notamment le pH et la fertilité du substrat en calcium, la croissance des racines et des parties aériennes et la concentration foliaire en calcium des plants d'épinette blanche (1+0 et 2+0) ainsi que la colonisation précoce des racines au stade 2+0 par les champignons ectomycorhiziens (146). Cela a engendré une nette amélioration de la cohésion des racines. Finalement, il a été démontré que l'excès d'irrigation nuit à la croissance des racines et des parties aériennes du peuplier hybride (3).
- Un capteur électrochimique de première génération développé par la Chaire sur l'innovation en photonique de l'Université Laval, qui permet de doser les nitrates (NO_3^-) *in situ* et en temps réel, a été testé, en collaboration, en pépinière et au laboratoire (22, 91).
- En étroite collaboration avec la Faculté de foresterie, de géomatique et de géographie de l'Université Laval, les processus éco-physiologiques des principales sources génétiques de l'épinette blanche utilisées dans les programmes de reboisement ont été évalués aussi bien en pépinière que dans plusieurs sites de plantation pour simuler une migration assistée (4, 5, 87, 108, 109).



Boîtier du contrôleur d'une balance électronique (peson). Ce boîtier contient tous les composants électroniques nécessaires au fonctionnement du microcontrôleur et du radio-modem, de même que l'alimentation électrique pour la saison, composée de trois piles alcalines AA. Autour du circuit prototype utilisé en 2015, la photo montre le circuit imprimé de préproduction à différentes étapes de fabrication (Photo : D. Girard, MFFP).

- L'expertise québécoise de production de plants et de bouturage a contribué à des projets de modernisation des pépinières forestières outre-mer, financés par des organismes subventionnaires internationaux (59, 95, 96, 107, 120).
- Plusieurs activités de transfert et visites de pépinières ont été réalisées pour aider les pépiniéristes à trouver des solutions aux différents problèmes à caractère technique liés à la filière de production de plants (146, 147, 148, 149, 150).

Perspectives

Semences

La conception d'un bouchon muni d'un capteur mesurant en continu l'humidité des semences est en cours. Cet outil permettra d'optimiser la qualité de la conservation des lots de semences.

Production de plants

- Des essais de fertilisation foliaire à l'urée seront effectués en 2016 avec l'épinette de Norvège (été) et l'épinette noire (automne) produites à la pépinière de Normandin.
- Une présentation sur les avantages et les coûts de fabrication et d'installation d'un réseau de balances électroniques à transmission de données sans fil sera donnée au personnel des pépinières publiques du Québec afin de réaliser le transfert des connaissances nécessaires à leur utilisation.

- Les chercheurs poursuivront les travaux sur l'optimisation de la fertilisation au bore pour améliorer l'enracinement et la croissance des boutures de différentes familles biparentales d'épinette blanche, de même que sur la caractérisation morphophysique des clones somatiques et leur intégration dans la filière de bouturage de l'épinette blanche.
- D'autres projets auront comme objectif général de trouver des solutions innovantes opérationnelles pour mieux protéger les plants contre les extrêmes de température associés aux changements climatiques, en particulier les gels (hivernal, automnal et printanier) et les intenses épisodes de sécheresse.
- Les chercheurs continueront leur collaboration avec la Chaire sur l'innovation en photonique et la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique de l'Université Laval, qui développe un autre capteur électrochimique propre au dosage *in situ* du potassium.
- D'autres travaux se poursuivront sur le développement d'une nouvelle génération de fertilisants enrobés à l'aide de polymères pour réduire les émissions gazeuses azotées (NH_3 , NO et N_2O) dans l'atmosphère et le lessivage des éléments minéraux, sur la compréhension des processus écophysologiques des sources génétiques quant à la migration assistée ainsi que sur l'adaptation de l'expertise québécoise dans le cadre de la modernisation des pépinières forestières.



Comparaison des effets de 3 traitements de recouvrement de semences d'épinette blanche produite en récipients 25-310. Silice (à gauche) : 29 g/cavité; calcite (au centre) : 24 g/cavité; et calcite+ (à droite) : 31 g/cavité. Par exemple, l'ajout de la calcite a significativement contribué à augmenter la croissance des plants (Photo : M. Lamhamedi, MFFP).

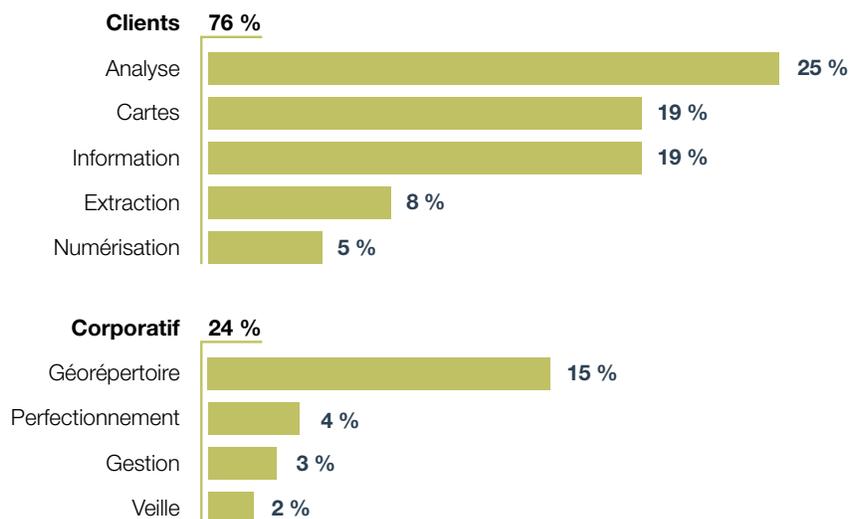


Dispositif expérimental sur l'évaluation de différentes concentrations foliaires de bore sur l'enracinement et la croissance des boutures de différentes familles biparentales de l'épinette blanche sous une enceinte de bouturage de la pépinière de Grandes-Piles (Photo : M. Lamhamedi, MFFP).

GÉOMATIQUE

L'équipe de 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. Le géorépertoire rassemble une variété de données sur l'ensemble de la forêt québécoise et contribue à fournir un meilleur état des connaissances du territoire. Au cours de l'année 2015-2016, l'équipe de géomatique a répondu à de nombreuses demandes d'analyse et d'information, tant internes qu'externes, et a collaboré à plusieurs projets de recherche. La figure ci-dessous illustre la répartition de ces demandes.

Répartition des demandes d'analyse et d'information (%) en 2015-2016



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 : la sylviculture et le rendement des forêts naturelles, la sylviculture et le rendement des plantations, la modélisation de la croissance et du rendement des forêts ainsi que le travail forestier. La sylviculture et le rendement des forêts naturelles sont abordés en fonction des types de peuplements : résineux, mélangés ou feuillus.

Les principaux objectifs de la recherche en sylviculture consistent à mettre au point des traitements sylvicoles et à améliorer les connaissances quant à leurs effets sur la dynamique, la composition, la croissance et la qualité des peuplements traités. Cela nécessite d'étudier les processus écologiques de régénération, de compétition intraspécifique et interspécifique ainsi que les facteurs qui influencent la croissance et la mort des arbres dans les peuplements.

La modélisation de la croissance et du rendement des forêts ou des plantations permet de connaître aujourd'hui les volumes de bois disponibles pour la récolte future, par essence ou par groupe d'essences. L'objectif des recherches pluridisciplinaires en modélisation menées par les chercheurs et les statisticiens est d'élaborer des modèles de croissance et de rendement de la forêt québécoise. Ces modèles représentent l'un des fondements de l'aménagement forestier durable. Ils sont couramment utilisés par les ingénieurs forestiers, les techniciens, les aménagistes forestiers et les responsables des calculs de la possibilité forestière.

Quant aux recherches sur le travail forestier, elles cherchent à établir la valeur des traitements sylvicoles ainsi que les conditions dans lesquelles les travailleurs peuvent les effectuer de façon adéquate et sécuritaire. Elles examinent notamment la charge de travail associée à certains travaux sylvicoles pour les travailleurs forestiers.

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES — PEUPELEMENTS RÉSINEUX

L'aménagement durable des forêts requiert l'acquisition de connaissances relatives à leur variabilité naturelle et à leur fonctionnement. Dans cette perspective, nous développons des modalités de traitements sylvicoles qui concilient les enjeux de rendement et de naturalité afin de favoriser l'implantation de l'aménagement écosystémique. De plus, nous étudions les principaux traitements sylvicoles employés afin de permettre une prise de décision plus éclairée à toutes les étapes de la pratique sylvicole. Plus précisément, les connaissances favoriseront une meilleure adéquation entre les objectifs poursuivis et les caractéristiques du peuplement actuel, et ce, en tenant compte des attributs des peuplements, des conditions de la station et des critères d'application des traitements. Elles permettront aussi de prendre en compte la rentabilité des interventions lors du processus décisionnel.

Réalisations

- Les effets potentiels des changements climatiques sur la relation entre les arbres hôtes et la TBE, les incidences que cela pourrait avoir sur les prochaines épidémies et les répercussions sur la dynamique des écosystèmes ont été publiés (45).
- Les résultats décennaux d'une étude sur une éclaircie précommerciale réalisée dans une sapinière très dense ont permis de démontrer la grande capacité du sapin à réagir favorablement à une intervention, même tardive (2).
- Le transfert des connaissances a été réalisé dans le cadre de trois activités. Une activité a permis de présenter la synthèse des travaux sur la sylviculture intensive des plantations dans un contexte d'aménagement écosystémique (137). Lors de deux autres, ce sont les connaissances relatives au maintien de l'épinette rouge et (142) et du thuya (151) qui ont été présentées.
- La place de la sylviculture comme outil d'aménagement forestier de peuplements résineux, avec ou sans composante de thuya, a été illustrée à l'aide d'une affiche (110) et par l'entremise d'une visite virtuelle (141).
- Les connaissances et les travaux réalisés sur l'éclaircie précommerciale et commerciale ont fait l'objet d'une présentation à des chercheurs externes, permettant ainsi d'orienter la collaboration (173).
- Un dispositif de recherche qui permettra d'améliorer les connaissances sur les approches à utiliser pour assurer le maintien du thuya a été établi, les coupes partielles ont été réalisées et la matière ligneuse récoltée a été quantifiée par produit par un collaborateur du Nouveau-Brunswick.

Perspectives

- Dans le projet sur le thuya, un volet a été ajouté sur l'écophysiologie des semis afin de mieux comprendre le développement de la régénération. De plus, ce projet permet de concrétiser de nombreuses autres collaborations visant à assurer le transfert de connaissances sur cette essence.
- Les traitements sylvicoles élaborés pour le maintien ou le développement d'une structure complexe en sapinière serviront à définir les pratiques appropriées. Pour ce faire, un nouveau dispositif sera établi dans une sapinière de structure régulière.
- L'étude du regarni de la régénération naturelle en coupe totale, ainsi que sous couvert après des coupes partielles, se poursuit. Les essences étudiées sont l'épinette blanche, l'épinette rouge, le pin blanc, le bouleau jaune et le thuya. Des traitements d'éducation seront réalisés lorsqu'ils seront requis.
- Les résultats à moyen terme de l'éclaircie précommerciale et commerciale permettront de valider les critères d'application et de les modifier au besoin. Ils serviront également à améliorer la sélection des peuplements et des stations les plus propices.
- L'expérimentation d'approches sylvicoles comme le dépressage pour favoriser le développement des sapinières de secondes venues très denses permettra d'élaborer des scénarios sylvicoles mieux adaptés.
- Les résultats de coupes partielles dans différents mélanges d'essences orienteront les approches permettant de tirer profit de ces mélanges.
- La compréhension de l'interaction entre les traitements sylvicoles et les perturbations naturelles, notamment les épidémies de TBE, servira à documenter les contextes adéquats de réalisation de ces traitements.
- Le développement d'un programme de recherche sur l'évaluation de la naturalité des forêts aménagées fournira un outil aux aménagistes pour quantifier les écarts par rapport à la forêt naturelle.



La régénération résineuse préétablie doit être protégée lors des coupes partielles pour faciliter le maintien des essences tolérantes à l'ombre dans le futur peuplement (Photo : D. Dumais, MFFP).

- L'analyse des aspects financiers et économiques des traitements sylvicoles permettra de caractériser la rentabilité des traitements sylvicoles étudiés dans différents contextes et, ainsi, de faire un choix plus judicieux des investissements à réaliser.

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES – PEUPELEMENTS MÉLANGÉS

L'aménagement écosystémique dans les forêts mixtes boréales et tempérées du Québec représente un défi de taille, en raison de la diversité des essences et de leur mode de reproduction, de leur taux de croissance et de leur longévité. Pour se régénérer, certaines essences de valeur comme le bouleau jaune, l'épinette rouge et l'épinette blanche ont des exigences physiologiques et écologiques particulières. De plus, l'omniprésence d'une forte concurrence végétale ajoute aux difficultés de régénération. Les activités des chercheurs en sylviculture et en rendement des peuplements mélangés visent donc à mettre au point des traitements sylvicoles novateurs adaptés à la complexité, à la richesse et à la dynamique de ces écosystèmes afin d'en assurer l'intégrité à long terme.

Réalisations

- Dans la bétulaie jaune résineuse (BjR) de belle venue, la réaction des arbres de la matrice de forêt résiduelle entre les trouées a été évaluée 10 ans après une coupe par trouées circulaires de 20, 30 et 40 m de diamètre (respectivement 314, 707 et 1257 m²) récoltant 50 % de la surface terrière (ST). À l'échelle du peuplement, les gains en ST ont été annulés par les pertes par mortalité du sapin et de l'érable rouge, et ce, malgré la récolte préventive du tiers des tiges entre les trouées. Des défauts et certaines caractéristiques de cime ont augmenté le taux de mortalité chez les arbres. Les arbres de petit diamètre et ceux situés autour des trouées ont eu les meilleurs accroissements en diamètre (47).
- Une autre étude réalisée dans une BjR de belle venue visait à évaluer l'établissement de la régénération selon trois variantes de jardinage : 1) par pieds d'arbres avec des ouvertures plus petites que 100 m² de superficie; 2) par petits groupes d'arbres de 100 à 300 m²; et 3) par grandes trouées systématiques de 700 m². Les résultats de 10 ans ont fait ressortir que le jardinage par petits groupes d'arbres était la meilleure option pour régénérer à la fois le bouleau jaune et les résineux, car il crée une diversité d'ouvertures pouvant satisfaire les exigences écologiques de ces espèces (44, 70).
- L'épinette rouge étant difficile à régénérer naturellement, la dynamique des semis établis dans les ouvertures des 3 variantes de jardinage a également été étudiée, sur 10 ans après la coupe, dans le même dispositif expérimental. La plus grande densité de semis a été observée dans les plus petites trouées, et les microsites surélevés (buttes) leur ont été bénéfiques dans cet environnement. Le bois en décomposition a été favorable à leur établissement dans les plus grandes trouées. En raison des

faibles densités de semis naturels qui ont été observées, la mise en terre de plants pourrait permettre de mieux renouveler l'espèce (15, 16).

- L'étude du développement d'épinettes rouges et de sapins préétablis dans des BJR soumises à différentes intensités de coupe (0, 40, 50, 60 et 100 % de la surface terrière) s'est poursuivie. Les résultats de 15 ans ont montré que l'effet positif initial de la coupe partielle s'est atténué, et ce, plus rapidement pour l'épinette. Le sapin a généralement affiché une meilleure croissance en hauteur, surpassant l'épinette de 40 à 120 cm. Ces données confirment l'avantage du sapin à ce stade (56).

Perspectives

- Une analyse détaillée sera entreprise afin de comprendre la réponse morphologique de gaules préétablies de sapin baumier et d'épinette rouge à différentes ouvertures du couvert (prélèvements de 0, 40, 50, 60 et 100 % de la surface terrière) dans des BJR de belle venue de la région de Québec. Les résultats permettront de comparer la capacité du sapin et de l'épinette de profiter de la lumière et de l'espace disponibles, sur une large gamme d'ouvertures du couvert.
- Une nouvelle étude sur la forêt mixte boréale fournira de l'information pratique sur l'effet de l'éclaircie précommerciale dans un mélange stratifié de peuplier faux-tremble et de conifères. Les résultats porteront sur la réponse du peuplier, du sapin et de l'épinette à l'éclaircie du couvert de tremble dans une approche visant à accélérer la succession de la forêt mixte boréale.
- L'analyse des données de régénération à la suite de la coupe progressive irrégulière permettra une première évaluation de cette approche comme alternative à la coupe avec protection de la régénération et des sols dans la sapinière à bouleau jaune de structure irrégulière.



Dans la bétulaie jaune résineuse, le jardinage par petits groupes d'arbres permet de régénérer à la fois le bouleau jaune et les résineux, car il crée une diversité d'ouvertures pouvant satisfaire les exigences écologiques de ces espèces (Photo : M. Prévost, MFFP).

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES — PEUPELEMENTS DE FEUILLUS

Les recherches en sylviculture et rendement des peuplements feuillus naturels visent à développer des pratiques forestières permettant l'aménagement durable et écosystémique de ces forêts, en particulier pour la réhabilitation des forêts appauvries. Ces recherches sur les effets des traitements sylvicoles s'articulent autour de trois axes principaux : l'étude de la croissance des arbres et du rendement en matière ligneuse des peuplements selon la qualité des bois, la dynamique de la régénération des peuplements et les facteurs qui l'influencent et, enfin, la caractérisation des attributs écologiques des arbres et des peuplements, en fonction des traitements sylvicoles.

Réalisations

- Les activités de transfert des connaissances ont porté sur les volumes par qualité de billes et de planches que les arbres feuillus peuvent fournir (panier de produits) (103), sur l'état de la situation relative aux enjeux de régénération, dont la problématique de l'expansion du hêtre (86, 143, 165), ainsi que sur la préparation d'un nouveau projet de recherche à cet effet (166), sur les visites de travaux sur le terrain (163, 164, 172) et sur l'information des clientèles sur les travaux en cours (138).
- L'utilisation accrue d'analyses financières et économiques dans la préparation des prescriptions sylvicoles nécessite une bonne connaissance de la valeur des bois et de l'évolution des peuplements après la coupe partielle. Pour ces raisons, des modèles d'estimation des volumes qu'un arbre feuillu peut fournir par qualité de billes ont été publiés en collaboration avec le créneau de modélisation (25). De même, une nouvelle version du simulateur de croissance SaMARE a été lancée et intégrée à la plus récente version du Module d'évaluation de la rentabilité des investissements sylvicoles (MÉRIS) (79). De plus, les simulations faites avec SaMARE ont été comparées à celles de deux versions du simulateur Artémis (75).
- La publication d'une étude quinquennale, réalisée dans la Forêt d'enseignement et de recherche Mousseau, a démontré qu'il est possible de régénérer le bouleau jaune et l'érable à sucre en optant pour une approche sylvicole qui incluent le jardinage par trouées et le scariage (20).
- Les développements en cours visant à capter des effets spatiaux avec les simulateurs de croissance nécessiteront des algorithmes permettant de simuler la répartition spatiale des arbres à partir des données d'un inventaire d'intervention. Les résultats d'une telle méthode ont été diffusés (55).
- L'allongement de la période d'étude des premières coupes de jardinage au Québec apporte de nouvelles connaissances sur des aspects de changements à plus long terme. À cet effet, des relations entre les gaules établies sous couvert au moment de la coupe et leur arrivée parmi les arbres du peuplement en 10 à 20 ans

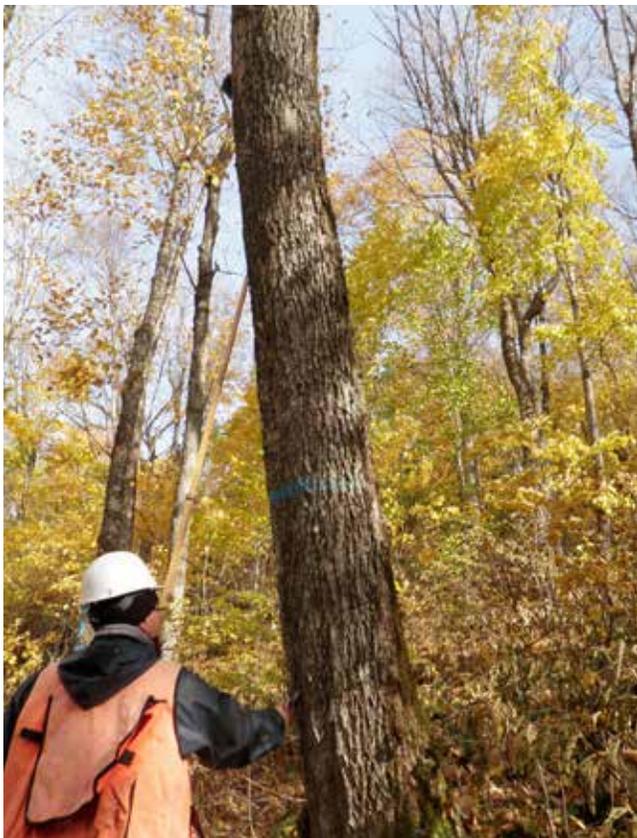
ont été diffusées (19). Ces résultats informent les clientèles intéressées sur l'intégration des données de gaules dans l'aménagement forestier en forêt de feuillus.

Perspectives

- Des résultats de la croissance et du rendement d'éclaircies commerciales de différentes intensités 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 2 modalités d'éclaircie commerciale pratiquées dans des bétulaies blanches de 70 et 90 ans montreront l'influence de celles-ci sur la croissance et la qualité du bouleau à papier et démontreront la pertinence de pratiquer une telle intervention pour la production de bois d'œuvre de qualité.
- Les résultats après cinq ans de gestion mécanique de la régénération de hêtre à grandes feuilles, combinée à des coupes partielles de différentes intensités, permettront de mieux définir les stratégies d'intervention opérationnelles afin de limiter l'envahissement par le hêtre observé dans certaines érablières.
- Les chercheurs en sylviculture des peuplements de feuillus collaborent avec ceux du créneau de modélisation afin de mettre à jour les modèles de croissance, de recrutement, de mortalité, d'évolution de la qualité

et de prévisions du panier de produits dans le simulateur SaMARE. Ces mises à jour, réalisées à partir des données recueillies dans les dispositifs de l'équipe de sylviculture, permettront de mieux évaluer les effets des coupes partielles en forêt feuillue et mixte.

- Les effets après 10 ans de trouées sylvicoles de diverses dimensions permettront de déterminer et de quantifier l'effet de facteurs tels que la grandeur des trouées, la position dans les trouées, les lits de germination et l'abondance des essences concurrentes sur la régénération du bouleau jaune.
- Une expérience réalisée en collaboration avec la région de la Mauricie permettra de préciser la possibilité de confier à l'opérateur de l'abatteuse la prise de décisions de récolte qui sont habituellement confiées à un marteleur lors des coupes partielles.
- Les résultats du jardinage acérico-forestier sur la production de sève au cours des premières années après la coupe permettront de définir les approches pouvant être utilisées en fonction des objectifs de production de sève.



Vérification de la mesure après 20 ans des effets réels des coupes de jardinage 1995-1999 (Photo : F. Guillemette, MFFP).



Mise en place d'un suivi scientifique du plan spécial de récupération du hêtre en Outaouais, avec gestion mécanique des gaules de hêtre (Photo : F. Guillemette, MFFP).



Abondante régénération d'érable à sucre, 15 ans après une 2^e coupe de jardinage dans une érablière de la Forêt d'enseignement et de recherche Mousseau (Photo : F. Guillemette, MFFP).

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES PLANTATIONS

Le succès d'établissement de la régénération forestière après une coupe constitue l'assise d'un aménagement forestier durable. Dans un contexte d'intensification de la sylviculture, la plantation représente le meilleur moyen d'augmenter notablement la productivité des forêts et de consolider la production de matière ligneuse sur certaines portions du territoire forestier. Toutefois, l'atteinte des objectifs de production ligneuse nécessitera l'engagement de réaliser toute la séquence des traitements sylvicoles, notamment en optimisant la gestion de la végétation concurrente. Il faudra aussi cibler les meilleurs investissements sylvicoles en fonction de leur rentabilité économique.

Réalisations

- Les chercheurs de la DRF ont contribué à documenter les effets de la préparation de terrain et de son intensité sur la création de microsites propices au reboisement sur des stations sujettes à la paludification (28). Ils ont également participé à l'étude des effets de la préparation de terrain sur la résilience des paramètres biogéochimiques du sol (42) et de la strate de sous-bois (27) dans un contexte de sylviculture intensive du mélèze et du peuplier hybride.
- Le rôle important que joue la gestion de la végétation dans la croissance juvénile des plantations a été documenté pour l'épinette de Norvège. Les résultats obtenus après 11 saisons de croissance démontrent que l'incidence accrue du charançon du pin blanc sur la croissance des plants dégagés mécaniquement, comparativement aux plants témoins, est plus que compensée par l'augmentation de la disponibilité des ressources environnementales associées à une diminution du couvert de la végétation concurrente (26, 72, 104).
- Les résultats sur la croissance de la forêt expérimentale de Madawaska, une plantation âgée de 30 ans, ont été présentés lors de différents événements (156, 162). Les résultats ont permis de démontrer le fort potentiel de production de plusieurs espèces résineuses sous un régime de sylviculture intensive en plantation. Il s'agit d'une station très fertile où le mélèze d'Europe, le pin rouge, l'épinette de Norvège et l'épinette blanche présentent des rendements remarquables, comme le démontrent respectivement les accroissements annuels moyens en volume marchand de 13,8, 11,4, 10,6 et 10,0 m³/ha·an. De plus, l'analyse préliminaire démontre le lien inverse subsistant entre la densité de reboisement et la croissance en diamètre ainsi que l'effet bénéfique de l'éclaircie commerciale sur la production de tiges de plus grosses dimensions.
- Un mémoire de recherche sur le rendement de l'épinette de Norvège a été publié (54). Les données récoltées depuis plus de 40 ans ont permis de mettre au point un tarif de cubage, des tables de rendement et des modèles de croissance. Ces nouvelles connaissances ont été intégrées dans le modèle CroirePlant (81).

- Une étude a permis de démontrer que la distribution et l'abondance des plantes de la famille des éricacées, d'importantes concurrentes des plantations en forêt boréale, sont déterminées par une combinaison de variables propres au climat, aux perturbations, aux attributs forestiers et à l'environnement physique (50, 71).
- Divers travaux de la DRF sur la gestion de la végétation concurrente en plantation ont été présentés sous la forme de conférences et d'affiches (158, 159, 160).

Perspectives

- L'étude à grande échelle des microsites qui garantissent la survie et la croissance des conifères en forêt boréale permettra de préciser la notion de microsites propices au regard des caractéristiques biophysiques des stations à reboiser.
- Des travaux en cours permettront de mesurer les effets de différents scénarios sylvicoles d'intensité croissante sur la diversité, la productivité et la structure de peuplements naturels et plantés. Cette connaissance



Kalmia à feuilles étroites, une espèce concurrente importante en forêt boréale, dont la distribution et l'abondance sont déterminées par une combinaison de variables environnementales (Photo : N. Thiffault, MFFP).



Plantation d'épinettes noires de 20 ans ayant été soumises à un dégageage mécanique en bas âge et à un traitement de nettoyage à 10 ans (Photo : N. Thiffault, MFFP).



Plantation d'épinettes de Norvège de 30 ans ayant été soumises à une éclaircie commerciale et à l'élagage des tiges d'avenir (Photo : G. Bussièrès, Université Laval).

alimentera directement les aménagistes et les sylviculteurs dans l'élaboration de stratégies et de prescriptions sylvicoles compatibles avec les principes de l'aménagement écosystémique.

- Afin d'acquérir des connaissances sur la sylviculture intensive des plantations, les effets combinés de l'éclaircie commerciale et de l'élagage seront étudiés sur la croissance, l'architecture et la qualité du bois produit en plantation.
- Le simulateur CroirePlant sera actualisé, pour les plantations d'épinette noire, avec le développement d'un nouveau tarif de cubage et l'étalonnage de nouveaux modèles de croissance.

MODÉLISATION DE LA CROISSANCE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

Les recherches pluridisciplinaires en modélisation menées par les chercheurs et les statisticiens visent à élaborer des modèles de croissance et de rendement de la forêt québécoise. La mise à jour des connaissances sur les facteurs qui expliquent la dynamique des peuplements forestiers à différentes échelles spatiales et temporelles fait partie du processus d'amélioration continue de ces modèles. Ceux-ci représentent l'un des fondements de l'aménagement forestier durable et constituent un rouage important des nouveaux calculs des possibilités forestières. Ces modèles sont couramment utilisés par les ingénieurs forestiers, les techniciens et les aménagistes forestiers afin d'orienter les décisions d'aménagement aux échelles stratégiques et tactiques.

Réalisations

- Développement et mise à jour de modèles de prévision de vigueur, de qualité et des produits, ainsi que de nouveaux algorithmes de récolte permettant de bonifier les estimations des simulateurs de croissance Artémis et SaMARE. Les nouvelles connaissances ont été diffusées sous la forme d'un article scientifique (25), d'avis techniques (75, 76, 77), de conférences d'envergure nationale et internationale (84, 85), de conférences locales s'adressant à des praticiens (103, 136, 143, 154, 155) et de logiciels (79, 80).
- Mise à jour, évaluation de la performance et rédaction d'un guide d'utilisation du simulateur de croissance Artémis (57, 58, 80).
- Développement d'un algorithme permettant d'estimer l'effet de la canopée dans les modèles numériques de surface dérivés des données stéréoscopiques, radar et LiDAR (122).
- Étude de la réponse d'un capteur à induction et d'un radar à pénétration de sol pour la cartographie des propriétés du sol en milieu forestier.
- Comparaison d'approches statistiques et étude des facteurs, à l'échelle de l'arbre et du site, afin d'améliorer les prévisions de mortalité de plusieurs essences commerciales du Québec (article soumis).

- Élaboration de deux nouveaux projets de recherche portant sur un modèle de croissance tactique pour les bétulaies jaunes résineuses et sur la modélisation de la qualité des bois d'essences feuillues.
- Collaboration avec des partenaires à la publication d'articles scientifiques sur la variation de la qualité du bois des feuillus à l'échelle régionale (24), sur le lien entre surface d'aubier et surface foliaire (43), sur l'effet de la coupe par trouées sur les arbres résiduels (47), sur la production de sirop d'érable en contexte de changements climatiques (29), sur l'utilisation de la prévision d'ensembles reposant sur diverses architectures de réseaux de neurones pour la prévision des débits journaliers (90) ainsi que sur l'utilisation de la réflectance spectrale et de la fluorescence pour suivre la dynamique temporelle du statut photosynthétique d'un peuplement de pins sylvestres.

Perspectives

- Mettre à jour le simulateur de croissance SaMARE pour inclure les plus récentes données des dispositifs expérimentaux et des mesures de suivi des effets réels des coupes de jardinage. Ces travaux permettront une meilleure évaluation des effets des coupes partielles en forêt feuillue et mixte.
- Développer des modèles prévisionnels de la qualité et de la quantité des produits issus des arbres et des billes en fonction des variables explicatives mesurées aux échelles locale et régionale afin de quantifier l'effet du milieu physique et de l'historique des perturbations sur la qualité des bois de feuillus.
- Développer un modèle de croissance tactique pour les bétulaies jaunes résineuses afin de prédire l'effet de différents traitements sylvicoles sur la croissance des arbres et des peuplements résiduels.
- Quantifier l'effet des conditions pédoclimatiques locales sur la croissance diamétrale des essences commerciales dans un contexte de changements climatiques.
- Produire un profil spatial et quantitatif des propriétés physicochimiques des sols forestiers pour différentes résolutions spatiales et différents supports cartographiques utiles pour la mise en place d'orientations stratégiques et la gestion de la ressource forestière.
- Étudier des facteurs impliqués dans la distribution géographique et la dynamique temporelle de la mortalité à l'échelle du Québec afin de mieux représenter les effets du climat futur dans les modèles de mortalité forestière.
- Développer de méthodes de suivi de la mortalité basées sur les technologies satellitaires permettant de mettre en relation des facteurs environnementaux avec la mortalité passée et future et ainsi orienter la planification forestière.
- Collaborer avec les chercheurs des créneaux de sylviculture et du rendement des forêts naturelles feuillues et mixtes pour le développement des modèles de croissance.



Mesure de la pente d'une placette-échantillon avec un niveau optique (Photo : H. Power, MFFP).



Pins gris morts en Mauricie (Photo : G. Drolet, MFFP).

TRAVAIL FORESTIER

Les sylviculteurs conçoivent et testent de nouveaux traitements sylvicoles adaptés au contexte régional où ils travaillent. L'introduction de nouvelles tâches ou de nouvelles exigences dans un traitement sylvicole en apparence semblable aux traitements traditionnels peut notablement modifier la productivité des travailleurs. Il est nécessaire de mesurer les changements dans les tâches ainsi que leurs conséquences sur la productivité des travailleurs afin de fixer un prix adéquat, toujours avec le souci de protéger la santé et la sécurité des travailleurs.

Réalisations

- Des mesures simultanées de la consommation d'oxygène et de la fréquence cardiaque pendant le travail, obtenues avec la participation de 58 ouvriers sylvicoles (débrousseurs et reboiseurs), ont permis de développer des modèles capables de prédire avec précision la charge de travail physique à l'aide de la fréquence cardiaque uniquement (32). Ces modèles pourraient servir de base au développement d'outils pratiques utiles pour aider les travailleurs à adapter leur organisation du travail, comme la durée et la fréquence des pauses, en fonction des effets de la chaleur simplement en mesurant leur propre fréquence cardiaque. Les entreprises sylvicoles pourraient ainsi maintenir en tout temps un contexte favorable à la santé et à la sécurité des travailleurs.
- Une étude de la productivité des marteleurs a été entamée en 2010 et achevée en 2013 en vue d'identifier les facteurs influençant le plus la productivité des marteleurs. L'exercice a permis de soutenir le rajustement des taux de rémunération forfaitaires qui a été effectué en 2015. Au total, 99 marteleurs répartis dans 7 régions administratives ont participé à l'étude. Le meilleur modèle issu de cette étude montre que la productivité des marteleurs était principalement influencée par deux variables. La première est constituée de deux éléments de la directive de martelage combinés : la classification de vigueur MSCR et l'utilisation prévue de l'arbre (bois d'œuvre ou pâte). La deuxième variable influençant le plus la productivité des marteleurs était le traitement sylvicole qui est prévu pour le territoire (coupe progressive irrégulière ou coupe de jardinage). Étonnamment, trois des quatre meilleurs modèles pour prédire la productivité des marteleurs se basent uniquement sur des variables décrivant la directive de martelage appliquée, et la productivité des marteleurs n'était pas liée aux variables dendrométriques.

Perspectives

- L'éclaircie précommerciale par trouées a posé des problèmes d'orientation aux travailleurs lors de l'étude effectuée en 2013. Des recherches complémentaires devraient être effectuées pour établir une méthode de travail ou d'orientation permettant de garantir la meilleure qualité de traitement tout en favorisant une productivité et des coûts optimaux.
- Les résultats de l'étude sur les facteurs influant sur la productivité des marteleurs indiquent que celle-ci est probablement liée à la complexité de la directive de martelage. Une analyse de la relation entre la complexité de la directive de martelage et la charge de travail cognitif vécue par le marteleur pourrait permettre de déterminer les caractéristiques générales d'une directive de martelage qui s'adapte aux capacités des marteleurs. Une étude de la charge cognitive des marteleurs sera entamée en 2015 pour parfaire les connaissances acquises en comparant la productivité de cinq marteleurs appliquant successivement une directive traditionnelle et une directive simplifiée dans des unités expérimentales situées sur le même site.
- Les résultats des recherches sur la charge de travail physique devraient être utilisés pour développer des outils pratiques permettant aux travailleurs de mieux gérer l'organisation des pauses en fonction des variations de l'ambiance thermique. Cela contribuerait à protéger leur santé et leur sécurité pendant le travail, tout en maximisant leur productivité.

LE SERVICE DU SOUTIEN SCIENTIFIQUE

Le Service du soutien scientifique fournit une expertise et un appui aux équipes de chercheurs et de scientifiques de la DRF pour contribuer à l'élaboration et à la réalisation des projets de recherche ainsi qu'à la diffusion des résultats. Les équipes du réseau provincial des forêts d'expérimentation et des forêts d'enseignement et de recherche, de l'Herbier du Québec, du laboratoire de chimie organique et inorganique, de biométrie et du transfert de connaissances sont composées de techniciens et de professionnels de différentes disciplines propres à ces fonctions. Leur expertise contribue grandement à accroître la valeur scientifique des résultats de recherche publiés.

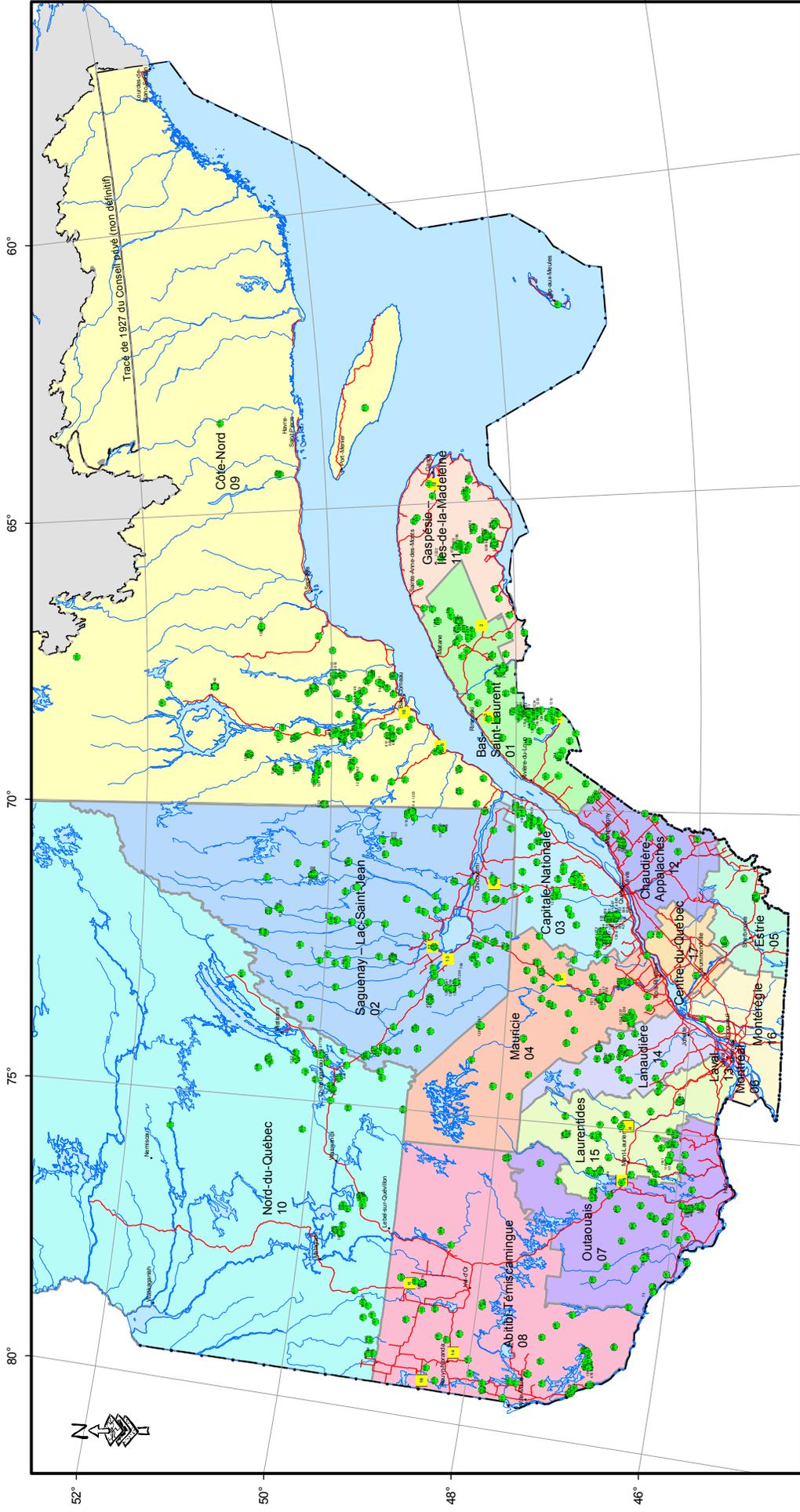
FORÊTS D'EXPÉRIMENTATION ET FORÊTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Une forêt d'expérimentation (FE) est une portion du territoire public réservée exclusivement à des fins de recherche et d'expérimentation. Elle constitue un site privilégié pour ces activités, puisque les dispositifs expérimentaux y jouissent d'une protection légale. D'au plus 500 ha, une FE est constituée à même les réserves forestières ou les unités d'aménagement. Les seules activités d'aménagement forestier qui y sont autorisées sont celles liées à la recherche et à l'expérimentation. Chaque FE est inscrite au Registre du domaine de l'État (RDE). On trouve actuellement 649 FE au Québec, réparties dans les sous-zones de la forêt décidue, de la forêt mélangée et de la forêt boréale continue.

Les principaux utilisateurs des FE sont, au Ministère : la DRF, la Direction de la production des semences et des plants, la Direction de la protection des forêts ainsi que les directions du Secteur des opérations régionales. D'autres utilisateurs incluent l'Université Laval, les instituts membres du réseau de l'Université du Québec et le Centre de foresterie des Laurentides. Au cours de l'année 2015-2016, 5 FE sont venues à échéance. En ce moment, 184 demandes de création de FE sont en traitement.

Les forêts d'enseignement et de recherche (FER) sont destinées à favoriser l'enseignement pratique et la recherche appliquée en foresterie. Elles sont établies à même les réserves forestières. Leur superficie varie, mais elle ne dépasse généralement pas 3 000 ha. Le ministre peut, aux conditions qu'il détermine, en confier la gestion à un organisme à but non lucratif affecté à l'enseignement ou à la recherche, comme une commission scolaire, un cégep ou une université. Le réseau des FER compte actuellement 17 territoires, gérés pour la plupart par des établissements d'enseignement secondaire, collégial ou universitaire.

[Carte et liste des forêts d'expérimentation et des forêts d'enseignement et de recherche à la page suivante.](#)



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 conservée (46° et 60°)

- Forêt d'expérimentation
- Forêt d'enseignement et de recherche

Réalisation

Production

Direction de la recherche forestière
 Note : Le présent document n'a aucune portée légale

© Gouvernement du Québec,
 1^{er} trimestre 2016



HERBIER DU QUÉBEC

L'Herbier du Québec a été fondé en 1942 et constitue aujourd'hui une collection d'envergure nationale. Il est répertorié sous l'acronyme QUE dans l'index mondial des herbiers. Ses collections comptent actuellement 168 000 spécimens de plantes vasculaires, de bryophytes et de lichens. À ceci s'ajoutent les 18 000 spécimens de l'Herbier de l'Institut de technologie agricole (ITA), campus de La Pocatière, incorporé à la fin de 2013. La taille des collections de l'Herbier du Québec en fait le troisième herbier en importance au Québec. Son personnel, spécialisé en taxonomie, en floristique et en malherbologie, fournit un soutien scientifique et technique aux activités du Gouvernement du Québec, en particulier aux deux ministères responsables de sa gestion (le MFFP et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec [MAPAQ]). En plus d'assurer la conservation du patrimoine scientifique que représentent ses collections, l'herbier met à la disposition des chercheurs des spécimens de la flore du Québec et de l'est de l'Amérique du Nord ainsi qu'une documentation spécialisée comptant plus de 3 500 titres. L'Herbier du Québec est maintenant affilié aux réseaux de données sur la biodiversité Canadensys et Global Biodiversity Information Facility.

Toutes les activités et les productions de l'herbier participent aux objectifs et aux engagements du MFFP et du MAPAQ à la conservation de la diversité biologique. Son personnel s'intéresse de près à la flore québécoise, à la connaissance des espèces ainsi que de leur écologie et, notamment, à la protection de ses éléments les plus sensibles.

Réalisations

- Mise en ligne d'un second jeu de données sur le site Web du réseau Canadensys, comportant 90 000 spécimens de plantes vasculaires.
- Intégration et informatisation de l'Herbier de l'ITA, campus de La Pocatière.
- Publication des descriptions de familles botaniques du volume 2 de la *Flore nordique du Québec et du Labrador* et rédaction des dernières familles du volume 3 (à venir).
- Rédaction d'une partie des textes de la réédition de la *Petite flore forestière du Québec* (à venir).

Perspectives

- Créer une application de reconnaissance des habitats des plantes menacées ou vulnérables, couvrant tout le territoire forestier attribuable du Québec (collaboration MFFP-ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques-Publications du Québec).
- Entreprendre la numérisation des collections d'importance scientifique et historique.
- Poursuivre l'informatisation des données de biodiversité de l'herbier et les rendre progressivement accessibles sur le Web par le portail Canadensys. Les spécimens numérisés de l'herbier seront progressivement ajoutés au portail.
- Implanter l'utilisation du code-barres pour faciliter la gestion des collections.

LABORATOIRE DE CHIMIE ORGANIQUE ET INORGANIQUE

Le laboratoire de chimie organique et inorganique offre son soutien et son expertise aux chercheurs de la DRF. Il est également appelé à desservir d'autres partenaires du secteur forestier, notamment la DGSPF et la Direction des inventaires forestiers (DIF) ainsi que des pépinières privées et des organismes de recherche. S'appuyant sur des ressources humaines qualifiées et spécialisées, le laboratoire réalise la caractérisation chimique et physique des sols, des substrats, des tissus végétaux et des eaux. De plus, le laboratoire développe de nouvelles méthodes et procédures analytiques, participe à l'interprétation des résultats et agit à titre d'expert-conseil dans les domaines où son expertise est reconnue.

Réalisations

- En 2015-2016, le laboratoire a analysé plus de 20 000 échantillons provenant des clients, soit près de 35 000 en considérant les échantillons servant au contrôle de la qualité. Les activités analytiques, de soutien et de conseil scientifique ont été allouées comme suit :
 - 82 % à la DRF dans le cadre de 12 projets de recherche dans les secteurs de la génétique, de la reproduction, de l'écologie, de la sylviculture et du rendement des forêts;
 - 12 % à la DGSPF et à la DIF et 5 % à la clientèle externe composée surtout de pépinières privées, principalement pour le suivi de la production et la qualification des plants destinés au reboisement;
 - 1 % pour la réalisation de trois programmes d'essais d'aptitude de classe internationale et autres projets internes.
- Dans un contexte d'amélioration en continu de la qualité, le laboratoire a révisé l'ensemble de sa documentation, puis l'a regroupé dans le *Manuel du laboratoire*. Ce document, inspiré de l'approche ISO, présente les modes de fonctionnement et le système de gestion de la qualité du laboratoire.
- Pour répondre aux nouveaux besoins de sa clientèle, l'équipe du laboratoire a élaboré une méthode de détermination de faible teneur en bore dans le matériel végétal et réalisé une étude de caractérisation de la silice et de la calcite utilisées pour la production de plants en récipients.
- Enfin, le laboratoire a fait l'acquisition d'un nouveau spectromètre d'émission atomique à plasma afin d'assurer le maintien de la qualité des services. Plus de 80 % des échantillons sont soumis à cette technique analytique pour la détermination des métaux.

Perspectives

- Pour l'année 2016-2017, les principaux enjeux sont le remplacement d'un chimiste et le développement de la polyvalence du nouveau personnel technique amorcé depuis quelques années. Ces deux éléments sont essentiels pour assurer la pérennité des services.

- La mise à niveau de documents associés au système de gestion de la qualité, l'achèvement du transfert de méthodes sur les instruments acquis récemment et l'achat du code source du progiciel de traitement des données et de gestion des dossiers contribueront à l'efficacité des activités.



Détermination des sucres dans les tissus végétaux par chromatographie en phase liquide à haute performance. Karyne Morin, technicienne de laboratoire (Photo : B. Boudreault).



Détermination de la granulométrie et de la classe texturale de sols. Nicole Drouin et Martine Beaumont, techniciennes spécialistes (Photo : B. Boudreault).

BIOMÉTRIE

La démarche scientifique générale combine l'expertise du chercheur scientifique et la science de la statistique et des mathématiques. Parce que les arbres et les forêts sont régis par l'interaction de nombreux facteurs biotiques et abiotiques, les sciences forestières exigent que la planification expérimentale et l'analyse des données s'appuient sur une spécialité de la statistique, soit la biométrie. L'élaboration de dispositifs expérimentaux permettant de comparer différentes conditions forestières et d'en tenir compte ainsi que l'analyse et l'interprétation justes et contextuelles des résultats assurent que les chercheurs fournissent une information robuste et de qualité qui permet aux gestionnaires forestiers de faire progresser la pratique en toute confiance. Les membres de l'équipe de biométrie mettent leur expertise au service des chercheurs pendant toutes ces démarches, en participant à la planification d'expériences et à la collecte de données, à la détermination des méthodes statistiques appropriées, à l'utilisation de logiciels ayant trait à la biométrie, à l'analyse statistique des données, à la modélisation, à l'interprétation des résultats ainsi qu'à la rédaction de rapports d'analyses, d'articles scientifiques et de mémoires de recherche forestière.

Réalisations

- En 2015-2016, l'équipe de biométrie a réalisé 31 projets d'analyse statistique ou mathématique. Au 31 mars 2016, 16 autres projets étaient en cours de réalisation.
- L'équipe de biométrie a été régulièrement consultée par les chercheurs de la DRF pour différents aspects de leurs recherches. En 2015-2016, l'équipe a accordé 275 consultations se rapportant à 33 projets de la DRF. Il est intéressant de noter que près de 86 % des chercheurs ont consulté au moins une fois l'équipe de biométrie. Par ailleurs, la Direction des inventaires forestiers, la Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, la Direction de la gestion des forêts de l'Outaouais, le Bureau du forestier en chef ainsi que la Direction générale de la production de semences et de plants forestiers ont bénéficié des services de l'équipe de biométrie, que ce soit pour un traitement statistique ou pour une consultation.
- Parmi les réalisations marquantes de l'équipe de biométrie en 2015-2016, notons :
 - la présentation, par une statisticienne, de l'intégration de la plateforme de modélisation de la croissance forestière CAPSIS dans la gestion forestière québécoise lors de la réunion annuelle du réseau CAQSIG à Nancy en France (85);
 - la participation aux analyses statistiques et à la rédaction d'un mémoire de recherche forestière (54), de plusieurs articles scientifiques (10, 12, 14, 20, 25, 37, 44), d'avis de recherche forestière (65), d'avis techniques (77) et d'articles de vulgarisation (70);
 - la participation d'une statisticienne à l'intégration de modèles de croissance forestière dans la plateforme CAPSIS (78, 81);

Répartition du temps de l'équipe de biométrie (%) par type d'activité en 2015-2016



- la participation de trois statisticiennes au comité d'édition scientifique de la DRF, pour la révision des publications scientifiques et des projets de recherche internes et également à titre d'éditrices associées pour certaines publications internes;
- la contribution à la réalisation de la sélection des arbres d'avenir dans le programme d'amélioration génétique. La sélection des arbres découle directement des analyses utilisant les modèles de génétique quantitative élaborés par l'équipe de biométrie.

La figure ci-dessus illustre la répartition du temps de l'équipe de biométrie consacré aux divers dossiers ou catégories de dossiers.

PUBLICATION, TRANSFERT DE CONNAISSANCES ET DOCUMENTATION

L'équipe de transfert de connaissances fournit aux chercheurs de la DRF l'expertise et le soutien nécessaires à la diffusion et au transfert de leurs résultats de recherche. Elle est responsable de la gestion et de l'édition des collections scientifiques de la DRF et participe avec les chercheurs à l'organisation des événements et à la préparation des outils de communication et de vulgarisation scientifique. Elle conçoit aussi des médias adaptés à la nature des connaissances scientifiques à diffuser, à leur appropriation par les clientèles visées et à leur intégration au domaine de la pratique.

De plus, ayant comme objectif de rendre accessible une grande diversité d'information scientifique et technique aux utilisateurs des résultats de recherche, notamment aux praticiens régionaux, l'équipe effectue plusieurs activités de transfert et anime le stand organisationnel de la DRF lors d'événements destinés tant au grand public qu'à des clientèles spécialisées.

Réalisations

- Au cours de l'année 2015-2016, en plus de réaliser les activités de transfert mentionnées dans les sections précédentes, l'équipe de transfert de connaissances de la DRF a coordonné les présentations faites par des chercheurs lors de quatre conférences-midi du MFFP, en plus de huit présentations de résultats de recherche dans le cadre des Jeudis de la DRF.

- En matière de publications, l'équipe de transfert de connaissances a mis à la disposition des chercheurs son travail de consultation, de révision et d'édition d'ouvrages tels que les mémoires de recherche forestière, les notes de recherche forestière, les avis de recherche forestière, les rapports hors série et les articles de vulgarisation. L'exercice budgétaire 2015-2016 a donné lieu, entre autres, à la publication d'un mémoire de recherche forestière, de 3 notes de recherche forestière, de 12 avis de recherche forestière et de 3 avis techniques.
- La DRF remercie chaleureusement tous les réviseurs anonymes qui ont participé au processus d'évaluation par les pairs de ses collections scientifiques (mémoires et notes de recherche forestière).
- Enfin, en ce qui a trait à la relation avec sa clientèle, la DRF a traité 33 demandes de renseignements qui relevaient de ses domaines d'expertise, notamment par l'envoi de nombreux documents et publications. La majorité de ces demandes ont été reçues par courrier électronique (29) et les autres, par téléphone.

SUBVENTION À LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT

Le MFFP, en partenariat avec le Fonds de recherche du Québec — Nature et technologies, accorde depuis l'année 2000 des subventions à la recherche universitaire en foresterie par l'entremise du Programme de recherche en partenariat sur l'aménagement et l'environnement forestier. Les projets financés sont sélectionnés au terme d'un processus rigoureux au cours duquel sont évaluées la pertinence des projets et la qualité scientifique de ces derniers, et ce, au regard des besoins en recherche forestière colligés par la DRF en fonction de ses différents clients. En raison des orientations de rigueur budgétaire du gouvernement, le 3^e concours du Programme V a été suspendu. Par conséquent, aucun nouveau projet n'a été financé par ce programme en 2015-2016. Les projets acceptés au cours des années précédentes ont continué à recevoir le soutien prévu lors de leur acceptation et se poursuivent jusqu'à leur terme.

PUBLICATIONS 2015-2016

La liste des publications de la DRF est accessible à l'adresse suivante :

<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/publications/index.asp>.

Si vous désirez plus d'information sur la Direction de la recherche forestière du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, vous pouvez consulter notre site Web à l'adresse suivante : mffp.gouv.qc.ca/les-forets/recherche-developpement/. Pour toute question : recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca.

N. B. Les noms indiqués en caractère gras sont ceux des employés de la DRF.

ARTICLES SCIENTIFIQUES

001 Baret, M., S. Pepin, **C. Ward** et D. Pothier, 2015. *Long-term changes in belowground and aboveground resource allocation of boreal forest stands*. For. Ecol. Manage. 350: 62-69. doi: 10.1016/j.foreco.2015-04-019.

002 Barrette, M. et S. Tremblay, 2015. *Réaction convergente du volume marchand 10 ans après l'éclaircie d'une sapinière très dense*. For. Chron. 91(3): 252-259. doi: 10.5558/tfc2015-046.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Barrette-Martin/Forestry-Chronicle-91-3-252-259.pdf

003 Béjaoui, Z., K. Mguis, M. Abassi, A. Albouchi et **M.S. Lamhamedi**, 2015. *Involvement of carbohydrates in response to preconditioning flooding in two clones of Populus deltoides Marsh x P. nigra L.* J. Plant Growth Regul. 35(2): 492-503. doi: 10.1007/s00344-015-9555-0.

004 Benomar, L., **M.S. Lamhamedi**, **A. Rainville**, J. Beaulieu, J. Bousquet et H.A. Margolis, 2016. *Genetic adaptation vs. ecophysiological plasticity of photosynthetic-related traits in young Picea glauca trees along a regional climatic gradient*. Front. Plant Sci. 7(48): doi: 10.3389/fpls.2016.00048.

005 Benomar, L., **M.S. Lamhamedi**, I. Villeneuve, **A. Rainville**, J. Beaulieu, J. Bousquet et H.A. Margolis, 2015. *Fine-scale geographic variation in photosynthetic-related traits of Picea glauca seedlings indicates local adaptation to climate*. Tree Physiol. 35(8): 865-878. doi: 10.1093/treephys/tpv054.

006 Blarquez, O., A.A. Ali, M.P. Girardin, **P. Grondin**, B. Fréchette, Y. Bergeron et C. Hély, 2015. *Regional paleo-fire regimes affected by non-uniform climate, vegetation and human drivers*. Sci. Rep. 5: 13356. doi: 10.1038/srep13356.

007 Bouchard, M. et C. Boudreault, 2016. *Is metapopulation size important for the conservation of understory plants and epiphytic lichens?* Biol. Conserv. 195: 187-195. doi: 10.1016/j.biocon.2015.12.029.

008 Bouchard, M. et C. Hébert, 2016. *Beetle community response to residual forest patch size in managed boreal forest landscapes: Feeding habits matter*. For. Ecol. Manage. 368: 63-70. doi: 10.1016/j.foreco.2016.02.029.

009 Boudreault, C., P. Drapeau, **M. Bouchard**, M.-H. St-Laurent, L. Imbeau et Y. Bergeron, 2015. *Contrasting responses of epiphytic and terricolous lichens to variations in forest characteristics in northern boreal ecosystems*. Can. J. For. Res. 45(5): 595-606. doi: 10.1139/cjfr-2013-0529.

010 Casajus, N., **C. Périé**, T. Logan, **M.-C. Lambert**, S. de Blois et D. Berteaux, 2016. *An objective approach to select climate scenarios when projecting species distribution under climate change*. PLoS ONE 11(3): e0152495. doi: 10.1371/journal.pone.0152495.

011 Dao, M.C.E., S. Rossi, D. Walsh, H. Morin et **D. Houle**, 2015. *A 6-year-long manipulation with soil warming and canopy nitrogen additions does not affect xylem phenology and cell production of mature black spruce*. Front. Plant Sci. 6: 877. doi: 10.3389/fpls.2015.00877.

012 Dubé, P.-A., D. Imbeau, **D. Dubeau**, **I. Auger** et M. Leone, 2015. *Prediction of work metabolism from heart rate measurements in forest work: some practical methodological issues*. Ergonomics 58(12): 2040-2056. doi: 10.1080/00140139.2015.1044920.

013 Dubé, P.-A., D. Imbeau, **D. Dubeau**, L. Lebel et A. Kolus, 2016. *Removing the thermal component from heart rate provides an accurate VO₂ estimation in forest work*. Appl. Ergon. 54: 148-157. doi: 10.1016/j.apergo.2015.12.005.

014 Duchesne, L., **D. Houle**, **R. Ouimet**, **M.-C. Lambert** et T. Logan, 2016. *Aboveground carbon in Quebec forests: stock quantification at the provincial scale and assessment of temperature, precipitation and edaphic properties effects on the potential stand-level stocking*. PeerJ 4: e1767. doi: 10.7717/peerj.1767.

- 015 Dumais, D.** et **M. Prévost**, 2015. *Germination et établissement de semis naturels d'épinette rouge (Picea rubens) dans des trouées sylvicoles de différentes tailles*. For. Chron. 91(5): 573-583. doi: 10.5558/tfc2015-096.
- 016 Dumais, D.** et **M. Prévost**, 2016. *Germination and establishment of natural red spruce (Picea rubens) seedlings in silvicultural gaps of different sizes*. For. Chron. 92(1): 90-100. doi: 10.5558/tfc2016-021.
- 017** Fourrier, A., **M. Bouchard** et D. Pothier, 2015. *Effects of canopy composition and disturbance type on understory plant assembly in boreal forests*. J. Veg. Sci. 26(6): 1225-1237. doi: 10.1111/jvs.12323.
- 018** Frégeau, M., S. Payette et **P. Grondin**, 2015. *Fire history of the central boreal forest in eastern North America reveals stability since the mid-Holocene*. Holocene 25(12): 1912-1922. doi: 10.1177/0959683615591361.
- 019 Gauthier, M.-M.**, **F. Guillemette** et **S. Bédard**, 2015. *On the relationship between saplings and ingrowth in northern hardwood stands*. For. Ecol. Manage. 358: 261-271. doi: 10.1016/j.foreco.2015.09.020.
- 020 Gauthier, M.-M.**, **M.-C. Lambert** et **S. Bédard**, 2016. *Effects of harvest gap size, soil scarification, and vegetation control on regeneration dynamics in sugar maple–yellow birch stands*. For. Sci. 62(2): 237-246. doi: 10.5849/forsci.15-058.
- 021** Gauthier, S., F. Raulier, H. Ouzennou et **J.-P. Saucier**, 2015. *Strategic analysis of forest vulnerability to risk related to fire: an example from the coniferous boreal forest of Québec*. Can. J. For. Res. 45(5): 553-565. doi: 10.1139/cjfr-2014-0125.
- 022** Ghaffari, S.A., W.-O. Caron, M. Loubier, C.-O. Normandeau, J. Viens, **M.S. Lamhamedi**, B. Gosselin et Y. Messaddeq, 2015. *Electrochemical impedance sensors for monitoring trace amounts of NO₃ in selected growing media*. Sensors 15(7): 17715-17727. doi: 10.3390/s150717715.
- 023 Grondin, P.**, S. Gauthier, D. Borcard, Y. Bergeron, **P. Tardif** et D. Hotte, 2014. *Drivers of contemporary landscape vegetation heterogeneity in the canadian boreal forest: Integrating disturbances (natural and human) with climate and physical environment*. Ecoscience 21(3-4): 340-373. doi: 10.2980/21-(3-4)-3696.
- 024** Hassegawa, M., **F. Havreljuk**, **R. Ouimet**, D. Auty, D. Pothier et A. Achim, 2015. *Large-scale variations in lumber value recovery of yellow birch and sugar maple in Quebec, Canada*. PLoS ONE 10(8): e0136674. doi: 10.1371/journal.pone.0136674.
- 025 Havreljuk, F.**, **S. Bédard**, **F. Guillemette** et **J. DeBlois**, 2015. *Predicting log grade volumes in northern hardwood stands of southern Quebec*. Dans : ISCHP 2015: 5th International Scientific Conference on Hardwood Processing. 15 au 17 septembre 2015. Québec, QC. p. 107-114.
- 026 Hébert, F.** et **N. Thiffault**, 2015. *Vegetation management, stock type, and scarification effects on white pine weevil incidence and early Norway spruce growth in Québec, Canada*. For. Sci. 61(5): 966-972. doi: 10.5849/forsci.14-205.
- 027 Hébert, F.**, M. Bachand, **N. Thiffault**, D. Paré et P. Gagné, 2016. *Recovery of plant community functional traits following severe soil perturbation in plantations: a case-study*. Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manage. 12(1-2): 116-127. doi: 10.1080/21513732.2016.1146334.
- 028** Henneb, M., O. Valeria, N.J. Fenton, **N. Thiffault** et Y. Bergeron, 2015. *Mechanical site preparation: Key to micro-site creation success on Clay Belt paludified sites*. For. Chron. 91(2): 187-196. doi: 10.5558/tfc2015-030.
- 029 Houle, D.**, A. Paquette, B. Côté, T. Logan, **H. Power**, I. Charron et **L. Duchesne**, 2015. *Impacts of climate change on the timing of the production season of maple syrup in Eastern Canada*. PLoS ONE 10(12): e0144844. doi: 10.1371/journal.pone.0144844.
- 030 Jobidon, R.**, Y. Bergeron, A. Robitaille, F. Raulier, S. Gauthier, L. Imbeau, **J.-P. Saucier** et C. Boudreault, 2015. *A biophysical approach to delineate a northern limit to commercial forestry: the case of Québec's boreal forest*. Can. J. For. Res. 45(5): 515-528. doi: 10.1139/cjfr-2014-0260.
- 031** Kamorina, G., F. Tremblay, B. Bussière, E. Smirnova et **N. Thiffault**, 2015. *Bluejoint is an effective bio-barrier species on mine covers*. J. Environ. Qual. 44(6): 1791-1799. doi: 10.2134/jeq2015.02.0106.
- 032** Kolus, A., D. Imbeau, P.-A. Dubé et **D. Dubeau**, 2016. *Classifying work rate from heart rate measurements using an adaptive neuro-fuzzy inference system*. Appl. Ergon. 54: 158-168. doi: 10.1016/j.apergo.2015.12.006.
- 033** Lawrence, G.B., P.W. Hazlett, I.J. Fernandez, **R. Ouimet**, S.W. Bailey, W.C. Shortle, K.T. Smith et M.R. Antidormi, 2015. *Declining acidic deposition begins reversal of forest-soil acidification in the Northeastern U.S. and Eastern Canada*. Environ. Sci. Technol. 49(22): 13103-13111. doi: 10.1021/acs.est.5b02904.

- 034 Moore, J.-D., R. Ouimet** et P. Bolhen, 2015. *Effet du chaulage sur la survie et la reproduction de 3 espèces de vers de terre exotiques potentiellement envahissantes dans les érablières du Québec*. Nat. Can. (Que). 139(2): 14-19. doi: 10.7202/1030817ar
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Moore-Jean-David/Nat-Can-139-2-14-19.pdf
- 035 Morin, F., L. Lebel, L.A. de Santa-Eulalia** et **D. Dubeau**, 2015. *Évaluation de la performance de la planification forestière: une approche d'intermédiation collaborative*. Dans : 11^e Congrès international de génie industriel (CIGI2015). 26-28 octobre 2015. Québec, QC. 10 p.
- 036 Morin, M.B., D. Kneeshaw, F. Doyon, H. Le Goff, P. Bernier, V. Yelle, A. Blondlot** et **D. Houle**, 2015. *Climate change and the forest sector: Perception of principal impacts and of potential options for adaptation*. For. Chron. 91(4): 395-406. doi: 10.5558/tfc2015-069.
- 037 Mottet, M.-J., J. DeBlois** et **M. Perron**, 2015. *High genetic variation and moderate to high values for genetic parameters of Picea abies resistance to Pissodes strobi*. Tree Genet. Genomes 11: 58. doi: 10.1007/s11295-015-0878-6.
- 038 Ouimet, R., L. Duchesne** et **J.-D. Moore**, 2015. *Relation entre la composition foliaire et la présence de la maladie corticale du hêtre dans les stations du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec*. Phytoprotection 95(1): 32-37. doi: 10.7202/1031956ar.
- 039 Ouimet, R., J.-D. Moore** et **L. Duchesne**, 2015. *Évolution du statut nutritif des sapinières à la Forêt Montmorency entre 1967 et 2011*. Nat. Can. (Que.) 139(2): 35-41. doi: 10.7202/1030819ar.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/NatCan-139-2-35-41.pdf
- 040 Ouimet, R., A.-P. Pion** et **M. Hébert**, 2015. *Long-term response of forest plantation productivity and soils to a single application of municipal biosolids*. Can. J. Soil Sci. 95: 187-199. doi: 10.4141/CJSS-2014-048.
- 041 Ouimet, R., G. Weiss** et **M.-J. Lepage**, 2016. *Prolifération des fougères dans les érablières du Québec : ampleur du phénomène et moyens de le contrer*. Nat. Can. (Que.) 140(1): 32-41. doi: 10.7202/1034096ar.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/NatCan140-1-32-41.pdf
- 042 Peck, V., L. Quiza, J.-P. Buffet, M. Khdhiri, A.-A. Durand, A. Paquette, N. Thiffault, C. Messier, N. Beaulieu, C. Guertin** et **P. Constant**, 2016. *Towards the development of multifunctional molecular indicators combining soil biogeochemical and microbiological variables to predict the ecological integrity of silvicultural practices*. Microb. Biotechnol. 9(3): 316-329. doi: 10.1111/1751-7915.12348.
- 043 Power, H., V. LeMay, D. Kneeshaw** et **F. Berninger**, 2015. *Pipe-model ratio distributions and branch foliage biomass: differences between two sympatric spruce species*. Scand. J. For. Res. 31(1): 8-18. doi: 10.1080/02827581.2015.1068369.
- 044 Prévost, M.** et **L. Charette**, 2015. *Selection cutting in a yellow birch-conifer stand, in Quebec, Canada: Comparing the single-tree and two hybrid methods using different sizes of canopy opening*. For. Ecol. Manage. 357: 195-205. doi :10.1016/j.foreco.2015.08.003.
- 045 Pureswaran, D.S., L. De Grandpré, D. Paré, A. Taylor, M. Barrette, H. Morin, J. Régnière** et **D.D. Kneeshaw**, 2015. *Climate-induced changes in host tree-insect phenology may drive ecological state-shift in boreal forests*. Ecology 96(6): 1480-1491. doi: 10.1890/13-2366.1.
- 046 Rapanoela, R., F. Raulier, S. Gauthier, H. Ouzennou, J.-P. Saucier** et **Y. Bergeron**, 2015. *Contrasting current and potential productivity and the influence of fire and species composition in the boreal forest: a case study in eastern Canada*. Can. J. For. Res. 45(5): 541-552. doi: 10.1139/cjfr-2014-0124.
- 047 Raymond, P., M. Prévost** et **H. Power**, 2016. *Patch cutting in temperate mixedwood stands: What happens in the between-patch matrix?* For. Sci. 62(2): 227-236. doi: 10.5849/forsci.15-023.
- 048 Robitaille, A., J.-P. Saucier, M. Chabot, D. Côté** et **C. Boudreault**, 2015. *An approach for assessing suitability for forest management based on constraints of the physical environment at a regional scale*. Can. J. For. Res. 45(5): 529-539. doi: 10.1139/cjfr-2014-0338.
- 049 Ross, D.S., S.W. Bailey, R.D. Briggs, J. Curry, I.J. Fernandez, G. Fredriksen, C.L. Goodale, P.W. Hazlett, P.R. Heine, C.E. Johnson, J.T. Larson, G.B. Lawrence, R.K. Kolka, R. Ouimet, D. Paré, D. deB. Richter, C.D. Schirmer** et **R.A. Warby**, 2015. *Inter-laboratory variation in the chemical analysis of acidic forest soil reference samples from eastern North America*. Ecosphere 6(5): 1-22. doi: 10.1890/ES14-00209.1.
- 050 Thiffault, N., P. Grondin, J. Noël** et **V. Poirier**, 2015. *Ecological gradients driving the distribution of four Ericaceae in boreal Quebec, Canada*. Ecol. Evol. 5(9): 1837-1853. doi: 10.1002/ece3.1476.
- 051 Van Bogaert, R., S. Gauthier, F. Raulier, J.-P. Saucier, D. Boucher, A. Robitaille** et **Y. Bergeron**, 2015. *Exploring forest productivity at an early age after fire: a case study at the northern limit of commercial forests in Quebec*. Can. J. For. Res. 45: 579-593. doi: 10.1139/cjfr-2014-0273.

052 Vepakomma, U., D. Cormier et N. Thiffault, 2015. *Potential of UAV based convergent photogrammetry in monitoring regeneration standards*. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XL-1/W4: 281-285. doi: 10.5194/isprsarchives-XL-1-W4-281-2015.

053 Warren, E., G. de Lafontaine, S. Gérardi, S. Senneville, J. Beaulieu, M. Perron, J.P. Jaramillo-Correa et J. Bousquet, 2016. *Joint inferences from cytoplasmic DNA and fossil data provide evidence for glacial vicariance and contrasted post-glacial dynamics in tamarack, a transcontinental conifer*. J. Biogeogr. 43(6): 1227-1241. doi: 10.1111/jbi.12675.

MÉMOIRES DE RECHERCHE FORESTIÈRE

054 Prigent, G., G. Picher et I. Auger, 2016. *Tarif de cubage, tables de rendement et modèles de croissance pour les plantations d'épinette de Norvège au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 176. 95 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Prigent-Guy/Memoire176.pdf

NOTES DE RECHERCHE FORESTIÈRE

055 Blais, L. et F. Guillemette, 2016. *Simulation de la répartition spatiale des arbres en peuplement irrégulier et mélangé*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 142. 15 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Note142.pdf

056 Dumais, D. et M. Prévost, 2015. *Acclimatation de la basse régénération résineuse à la suite de coupes partielles en forêt mixte tempérée : Développement après 15 ans*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 141. 9 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Dumais-Daniel/Note141.pdf

057 Power, H., 2016. *Comparaison des biais et de la précision des estimations des modèles Artémis-2009 et Artémis-2014 pour la surface terrière totale des peuplements forestiers, avec et sans coupe partielle, sur une période de 40 ans*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 143, 21 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Power-Hugues/Note143.pdf

GUIDES

058 Power, H., 2015. *Guide d'utilisation du simulateur de croissance forestière Artémis-2014 sur Capsis (Version préliminaire 3.1)*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. 31 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Power-Hugues/Guide-Artémis-Capsis.pdf

059 Sbay, H. et M.S. Lamhamedi, 2015. *Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agro-forestière — Techniques de valorisation et de conservation des espèces à usages multiples face aux changements climatiques en Afrique du Nord*. Royaume du Maroc, Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Centre de Recherche Forestière. 124 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Guide-pratique-multiplication-végétative.pdf

CHAPITRES DE LIVRE

060 Crépin, D., N. Lavoie, N. Dignard et Y. Desautels, 2015. *Des carex d'exception sur les terrasses marines de Tadoussac*. Dans : Société des établissements de plein air du Québec (éd.). *Bulletin de conservation 2015-2016 — Les parcs nous ont dévoilé*. Québec, QC. p. 10-13.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Dignard-Norman/Des-carex-exception-Tadoussac-2015.pdf

061 Saucier, J.-P., K. Baldwin, P. Krestov et T. Jorgenson, 2015. *Chapter 2 — Boreal forests*. Dans : Peh, K.S.-H., R.T. Corlett et Y. Bergeron (éds.). *Routledge handbook of forest ecology*. Routledge. New York, NY (États-Unis). p. 7-29.

062 Thiffault, N., L. Coll et D.F. Jacobs, 2015. *Chapter 26 — Natural regeneration after harvesting*. Dans : Peh, K.S.-H., R.T. Corlett et Y. Bergeron (éds.). *Routledge handbook of forest ecology*. Routledge. New York, NY (États-Unis). p. 371-384.

AVIS DE RECHERCHE FORESTIÈRE

063 Despots, M. et M. Perron, 2015. *Sélection génétique : quelle conséquence sur la qualité du bois d'arbre de plantation?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 70. 2 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Despots-Mireille/Avis70.pdf

064 Duchesne, L., J.-D. Moore et R. Ouimet, 2015. *Peut-on favoriser le développement des gaules d'érable dans les érablières envahies par le hêtre?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 68. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Duchesne-Louis/Avis68.pdf

065 Gagnon, J. et J. DeBlois, 2015. *La fertilisation foliaire d'urée : un outil pour augmenter rapidement la concentration en azote dans les aiguilles des résineux produits en pépinière forestière.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 69. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Gagnon-Jean/Avis69.pdf

066 Houle, D. et J.-D. Moore, 2015. *L'utilisation des ponts de glace comme indicateur des variations climatiques passées.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 74. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Houle-Daniel/Avis74.pdf

067 Lamhamedi, M.S. et M. Renaud, 2016. *L'ensemencement hâtif augmente la croissance des racines en pépinière forestière.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 78. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Avis78.pdf

068 Moore, J.-D., 2015. *Le chaulage des érablières : mise au point concernant certains types d'amendements.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 76. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Moore-Jean-David/Avis76.pdf

069 Moore, J.-D., R. Ouimet, R.P. Long et P.A. Bukaveckas, 2015. *Synthèse des effets du chaulage sur les composantes écologiques des érablières.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 67. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Moore-Jean-David/Avis67.pdf

070 Prévost, M. et L. Charette, 2016. *Jardinage par pieds d'arbres, par groupes d'arbres et avec des trouées systématiques dans une bétulaie jaune résineuse : quelle est la meilleure option?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 77. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Prevost-Marcel/Avis77.pdf

071 Thiffault, N., P. Grondin, J. Noël et V. Poirier, 2015. *Les gradients écologiques qui déterminent la distribution des éricacées dans la forêt boréale du Québec.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 75. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Avis75.pdf

072 Thiffault, N. et F. Hébert, 2015. *Gestion de la végétation dans les plantations d'épinette de Norvège : un compromis entre la croissance et le risque d'attaque par le charançon du pin blanc?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 71. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Avis71.pdf

073 Tremblay, S.L. et R. Ouimet, 2015. *Plantation ou succession naturelle : laquelle crée le meilleur puits de CO₂ sur les terres agricoles abandonnées?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 72. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Tremblay-Sylvie/Avis72.pdf

074 Tremblay, S.L., R. Ouimet et D. Houle, 2015. *Bien estimer la quantité d'éléments nutritifs des arbres pour évaluer les nutriments exportés lors de la récolte.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 73. 2 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Tremblay-Sylvie/Avis73.pdf

AVIS TECHNIQUES

075 Guillemette, F., P. Gauthier et H. Power, 2015. *Comparaison des résultats des travaux du CIMOTFF obtenus avec le simulateur de croissance SaMARE à ceux obtenus avec Artémis 2009 et Artémis 2014.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-06. 11 p.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Avis-technique-SSRF-6.pdf

076 Havreljuk, F., F. Labbé, G. St-Hilaire et R. Yousfi, 2015. Échantillonnage d'arbres visant à bonifier les modèles et les matrices de répartition par produits des espèces feuillues — Méthode et rapport de réalisation. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-8. 35 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Havreljuk-Filip/Avis-technique-SSRF-8.pdf

077 Power, H. et I. Auger, 2015. Comparaison des traitements de récolte effectués dans les régions 06 et 07 par l'entreprise « Lauzon-Planchers de bois exclusifs inc. » avec les simulations de traitements génériques CP35_40cm et CP45_40cm. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-7. 16 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Power-Hugues/Avis-technique-SSRF-7.pdf

LOGICIELS

078 Auger, I., 2015. Natura-2014 : Simulateur de croissance à l'échelle du peuplement pour les forêts du Québec, mise à jour de la version 2009. Logiciel. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.
<ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Drf/CAPSIS/Natura-2014/>

079 Guillemette, F. et F. Havreljuk, 2015. SaMARE 2014 : Modifications de la version 2006. Logiciel. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.
<ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Drf/CAPSIS/SaMARE/Version2014/>

080 Power, H., 2015. Artémis-2014 : Simulateur de croissance à l'échelle de l'arbre pour les forêts du Québec, mise à jour de la version 2009. Logiciel. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.
<ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/public/Drf/CAPSIS/ARTEMIS-2014/>

081 Prigent, G., G. Picher et I. Auger, 2015. CroirePlant : Tarifs de cubage, tables de rendement et modèles de croissance pour les plantations du Québec sur la plateforme Capsis. Logiciel. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.
<ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Drf/CAPSIS/CroirePlant>

RAPPORTS DIVERS

082 Direction de la recherche forestière, 2016. Rapport d'activité 2014-2015. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Rapport annuel. 39 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/impression/index.asp

083 Direction de la recherche forestière et Bureau du forestier en chef, 2015. Du rendement soutenu au rendement durable — Rapport du Groupe de travail sur la définition du rendement durable. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, Faune et Parcs. 37 p.
[www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Divers/Rapport-Rendement-Durable-\(nov2015\).pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Divers/Rapport-Rendement-Durable-(nov2015).pdf)

PRÉSENTATIONS — CONGRÈS SCIENTIFIQUE

084 Auger, I., 2015. Plateforme pour une vue sur la forêt : de la modélisation au transfert à l'utilisateur. Résumé d'une conférence présentée lors du colloque de l'Association des statisticiennes et statisticiens du Québec. 22 mai 2015. Québec, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Resume-conference-colloque-ASSQ-mai2015.pdf

085 Auger, I., H. Power, F. Guillemette et G. Prigent, 2015. Intégration de CAPSIS dans la gestion forestière au Québec. Conférence présentée lors des Journées CAPSIS. 7 au 9 avril 2015. Nancy (France). 31 p.

086 Bédard, S., 2015. Experimentation of silvicultural treatments in northern hardwood stands affected by beech bark disease with an abundant beech understory. Conférence présentée lors du *Beech bark disease best management practices workshop*. 29 septembre 2015. Huntsville, ON. 33 p.

087 Benomar, L., M.S. Lamhamedi, J. Beaulieu, A. Rainville, J. Bousquet et H.A. Margolis, 2015. Assisted migration of different seed sources of white spruce in Québec: An ecophysiological assessment. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès *Canadian Forest Genetics Association/IUFRO Conference*. 17 au 20 août 2015. Frédéricton, NB. 1 p.

088 Boucher, Y., P. Grondin, I. Auger et J. Noël, 2015. Comment l'aménagement forestier et les perturbations naturelles ont façonné la composition de la forêt boréale méridionale? Résumé d'une conférence présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril au 1^{er} mai 2015. Rimouski, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Boucher-Yan/Resume-conf-annuelle-CEF-avril-mai2015.pdf

089 Boucher, Y., M. Perrault-Hébert, R. Fournier et P. Drapeau, 2015. Spatio-temporal logging and fire patterns (1940-2010) and the structure of northeastern American boreal forest. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès *10th NAFEW conference*. 14 au 18 juin 2015. Veracruz (Mexico). 1 p.

- 090** Brochero, D., I. Hajji, J. Pina, Q. Plana, **J.-D. Sylvain**, J. Vergeynst et F. Ancitil, 2015. *One-day-ahead streamflow forecasting via super-ensembles of several neural network architectures based on the multi-level diversity model*. Résumé d'une conférence paru dans *Geophysical Research Abstracts — EGU general assembly 2015*. 12 au 17 avril 2015. Vienne (Autriche). 17: 1 p.
- 091** Caron, W.-O., C.-O. Normandeau, M. Loubier, A. Tremblay, J.-F. Viens, **M.S. Lamhamedi** et Y. Messaddeq, 2015. *Development of a new nitrate ion selective electrode based on electrochemical impedance spectroscopy and application in forest nursery*. Résumé d'une conférence présentée au congrès *98th Canadian Chemistry conference and exhibition*. 13 au 17 juin 2015. Ottawa, ON. 1 p.
- 092** Colas, F., P. Baldet et M. Bettez, 2015. *The application of water activity to the management of pollen and seeds in Québec*. Résumé d'une conférence présentée lors de l'atelier *Canadian Forest Genetics Association meeting — Tree seed working group workshop*. 17 août 2015. Fredericton, NB. 3 p.
- 093** Colas, F. et M. Bettez, 2015. *Berthier tree seed Centre*. Conférence présentée lors de l'atelier *Forest Genetics 2015 — Tree seed working group workshop*. 17 août 2015. Fredericton, NB. 13 p.
- 094** Durette, M., M. Simard, Y. Bergeron et **P. Grondin**, 2016. *Dynamique contemporaine des peupleraies et des pessières noires sur argile mésique en Abitibi*. Conférence présentée lors du colloque « Variabilité naturelle des paysages forestiers ». 30 au 31 mars 2016. Québec, QC. 35 p.
- 095** Ferradous, A., **M.S. Lamhamedi**, M. Alifriqui, A. Ouhammou et K. Hicham, 2016. *Évaluation des effets combinés de la fertilisation et du substrat sur le développement des plants d'arganier (Argania spinosa, L. Skeels) en pépinière*. Résumé d'une conférence paru dans : *Congrès international de l'arganier — Résumés des communications*. 17 au 19 décembre 2015. Agadir (Maroc). p. 23-24. [www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier\(Ferradous\)dec2015.pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier(Ferradous)dec2015.pdf)
- 096** Ferradous, A., **M.S. Lamhamedi**, M. Alifriqui, A. Ouhammou, K. Hicham, S. Essalhi et P. Dupuis, 2016. *Germination des semences de l'arganier (Argania spinosa, L. Skeels): effets de la provenance et de la durée de stockage*. Résumé d'une conférence paru dans : *Congrès international de l'arganier — Résumés des communications*. 17 au 19 décembre 2015. Agadir (Maroc). p. 28. [www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier\(Ferradous-Germination\)dec2015.pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier(Ferradous-Germination)dec2015.pdf)
- 097** Fontaine, L., D. Paré, **N. Thiffault**, J.A. Fortin et Y. Piché, 2015. *Apatite and orthoclase forest fertilization: Insoluble phosphorus and potassium made available by ectomycorrhizal fungi and associated bacteria*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès *Soil interfaces for sustainable development. Joint meeting of the Commission 2.5 of the International Union of Soil Science, Canadian Society of Soil Science et Association québécoise des spécialistes en sciences du sol*. 5 au 10 juillet 2015. Montréal, QC. 1 p.
- 098** Fontaine, L., D. Paré, **N. Thiffault**, J.A. Fortin et Y. Piché, 2015. *Apatite and orthoclase forest fertilization: Insoluble phosphorus and potassium made available by ectomycorrhizal fungi and associated bacteria*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès *ASA-CSSA-SSSA joint annual meeting: "Synergy in science: Partnering for solutions. Symposium on biological weathering"*. 15 au 18 novembre 2015. Minneapolis, MN (États-Unis). 1 p.
- 099** Fontaine, L., D. Paré, **N. Thiffault**, J.A. Fortin et Y. Piché, 2015. *Microbe-driven fertility of boreal forests: insoluble phosphorus and potassium made available by ectomycorrhizal fungi and associated bacteria*. Résumé d'une affiche présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril au 1^{er} mai 2015. Rimouski, QC. 1 p.
- 100** Fortin, S., C. Allain, B. Gaudreau, V. Beaulieu, S. Gauthier, Y. Bergeron, **P. Grondin** et **C. Ward**, 2016. *Dynamique structurale et arborescente des vieilles forêts de la Côte-Nord*. Résumé d'une conférence présentée lors du colloque « Variabilité naturelle des paysages forestiers ». 30 au 31 mars 2016. Québec, QC. 1 p. www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ward-Charles/Resume-conf-VNPF-Quebec-mars2016.pdf
- 101** Fréchette, B., P. Richard, M. Lavoie et **P. Grondin**, 2016. *Dynamique de la végétation postglaciale de la pessière à mousses et de la pessière à lichens : comparaison entre l'ouest et l'est du Québec*. Conférence présentée lors du colloque « Variabilité naturelle des paysages forestiers ». 30 au 31 mars 2016. Québec, QC. 11 p.
- 102** Frégeau, M., S. Payette, **P. Grondin** et P.-L. Couillard, 2016. *Dynamique et variabilité naturelle de la pessière à mousse au nord de la région du Lac-Saint-Jean*. Conférence présentée lors du colloque « Variabilité naturelle des paysages forestiers ». 30 au 31 mars 2016. Québec, QC. 15 p.
- 103** Guillemette, F., S. Bédard, F. Havreljuk, I. Duchesne et **J. DeBlois**, 2016. *Volumes of hardwood trees by log and lumber grades*. Conférence présentée lors de l'atelier « Optimizing the hardwood value chain: From seedling to end product ». 17 février 2016. Edmundston, NB. 28 p.

- 104 Hébert, F.** et **N. Thiffault**, 2015. *Croissance et dommages par le charançon du pin blanc sur l'épinette de Norvège en fonction du type de plants et de la sylviculture en bas âge*. Résumé d'une affiche présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril au 1^{er} mai 2015. Rimouski, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Resume-affiche-croissance-CEF-avril-mai2015.pdf
- 105 Hennebelle, A., O. Blarquez, J. Aleman, A. Terrier et P. Grondin**, 2016. *Comment réconcilier les données issues de fonctions de transfert pour décrire le passé avec la modélisation future de la végétation. Exemple de l'unité d'aménagement 8551 en Abitibi*. Conférence présentée lors du colloque « Variabilité naturelle des paysages forestiers ». 30 au 31 mars 2016. Québec, QC. 13 p.
- 106 Juge, C., L. Fontaine, N. Thiffault, D. Paré, C. Allain, D.P. Khasa, N. Tollari, Y. Piché et J.A. Fortin**, 2015. *Un nouveau concept de « fertilisation verte » avec minerai phosphaté et son potentiel d'application en forêt boréale de la Côte-Nord du Québec*. Résumé d'une conférence présentée lors des Journées sur les sols vivants : « En appui à la diversité paysagère et biologique des sols » organisées par la Société de géographie de Québec au Domaine Maizerets. 26 au 27 novembre 2015. Québec, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Resume-conf-journees-sols-vivants-26-27nov2015.pdf
- 107 Lamhamedi, M.S.**, 2016. *Adaptation et mise en application de nouvelles innovations techniques, technologiques et biotechnologiques pour la domestication et l'intensification de l'arganier*. Résumé d'une conférence paru dans : *Congrès international de l'arganier — Résumés des communications*. 17 au 19 décembre 2015. Agadir (Maroc). p. 88.
[www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier\(Lamhamedi\)dec2015.pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier(Lamhamedi)dec2015.pdf)
- 108 Lamhamedi, M.S., J. Beaulieu, A. Rainville, J. Bousquet et H.A. Margolis**, 2015. *Variation phénotypique des traits fonctionnels le long d'un gradient climatique chez l'épinette blanche au Québec: Adaptation génétique locale vs plasticité phénotypique*. Résumé d'une conférence présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril au 1^{er} mai 2015. Rimouski, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-CEF-2015.pdf
- 109 Lamhamedi, M.S., L. Benomar, I. Villeneuve, A. Rainville, N. Wahid et J. Gravel-Grenier**, 2015. *Updating advances in research and development in the fields of plant production and somatic embryogenesis in Québec*. Résumé d'un conférence présentée lors du congrès *Canadian Forest Genetics Association/IUFRO Conference*. 17 au 20 août 2015. Frédéricton, NB. 5 p.
- 110 Larouche, C.** et **S. Tremblay**, 2015. *La sylviculture : une science au service de l'aménagement forestier*. Résumé d'une affiche présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la Forêt. 30 avril au 1^{er} mai 2015. Rimouski, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Larouche-Catherine/Résumé-affiche-CEF-Rimouski-avril2015.pdf
- 111 Lavoie, M., M. Asselin, P. Grondin et B. Fréchette**, 2016. *Dynamique holocène de la végétation et des feux d'un paysage contemporain dominé par des espèces de début de succession (Abitibi)*. Conférence présentée lors du colloque « Variabilité naturelle des paysages forestiers ». 30 au 31 mars 2016. Québec, QC. 17 p.
- 112 Lawrence, G.B., Hazlett, P., I. Fernandez, R. Ouimet, S. Bailey, W. Shortle, K. Smith et M. Antidormi**, 2015. *Declining acidic deposition begins reversal of forest-soil acidification in the Northeastern U.S. and Eastern Canada*. Résumé d'une affiche paru dans Burns, D. et D. Gay (éds.). *Proceedings Acid Rain 2015 — 9th international conference on acid deposition: "Successes achieved and the challenges ahead"*. 19 au 23 octobre 2015. Rochester, NY (États-Unis). p. 86.
- 113 Lawrence, G.B., P.W. Hazlett, I.J. Fernandez, R. Ouimet, S. Bailey, W.C. Shortle, K.T. Smith et M.R. Antidormi**, 2015. *Declining acidic deposition begins reversal of forest-soil acidification in the Northeastern U.S. and Eastern Canada*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès *ASA-CSSA-SSSA joint annual meeting: "Synergy in science: Partnering for solutions. Symposium on biological weathering"*. 15 au 18 novembre 2015. Minneapolis, MN (États-Unis). 1 p.
- 114 Power, H.** et **I. Auger**, 2015. *Modélisation de la croissance forestière à la Direction de la recherche forestière*. Affiche présentée lors du 9^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril au 1^{er} mai 2015. Rimouski, QC. 1 p.
- 115 Raymond, P., M. Prévost et D. Dumais**, 2015. *Developing a silviculture adapted to temperate mixedwood forests: A Québécois approach*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès *Advanced silviculture seminar series*. 14 mai 2015. Washington, WA (États-Unis). 1 p.
- 116 Robitaille, A.** et **J.-P. Saucier**, 2015. *Approche pour évaluer les effets des contraintes du milieu physique sur l'aménagement forestier à l'échelle du paysage*. Conférence présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril 2015. Rimouski, QC. 36 p.

- 117 Saucier, J.-P.**, 2015. *Le vocabulaire forestier de la francophonie – Une collaboration unique entre le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec et l'Office québécois de la langue française*. Conférence présentée lors du 3^e Forum Franco-québécois Bois-Forêt-Climat. 2 novembre 2015. Paris (France). 12 p.
- 118 Saucier, J.-P.**, 2015. *Recherche forestière au Québec au sein du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs*. Conférence présentée lors du 3^e Forum Franco-québécois Bois-Forêt-Climat. 2 novembre 2015. Paris (France). 11 p.
- 119 Saucier, J.-P.**, 2015. *Une évaluation scientifique de la limite nordique des forêts attribuables (Jobidon et al. 2015) – Présentation du numéro spécial de la Revue canadienne de recherche forestière sur le sujet*. Conférence présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril 2015. Rimouski, QC. 46 p.
- 120 Sbay, H. et M.S. Lamhamedi**, 2016. *Multiplication végétative : outil pour l'amélioration, la valorisation et la conservation des ressources génétiques de l'arganier face aux changements climatiques*. Résumé d'une conférence paru dans : *Congrès international de l'arganier – Résumés des communications*. 17 au 19 décembre 2015. Agadir (Maroc). p. 15-16.
[www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier\(Sbay\)dec2015.pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Resume-conf-Congres-Int-Arganier(Sbay)dec2015.pdf)
- 121 Scanga, S.E., R.D. Sabo, G.B. Lawrence, A.A. Alinea, G.A. Zabala, C.D. Schirmer, R. Ouimet, D.M. Nelson et K.N. Eshleman**, 2015. *Long-term changes in ecosystem nitrogen availability and nitrate export in two neighboring watersheds in the Adirondack Mountains, New York (USA)*. Résumé d'une affiche paru dans : Burns, D. et D. Gay (éds.). *Proceedings Acid Rain 2015 – 9th International conference on acid deposition: « Successes achieved and the challenges ahead »*. 19 au 23 octobre 2015. Rochester, NY (États-Unis). p. 244.
- 122 Sylvain, J.-D., G. Drolet, R. Ouimet, L. Duchesne, F. Anctil et É. Thiffault**, 2016. *Development of a forest soil inference and information system in Quebec Province*. Conférence présentée lors de l'atelier *Canadian digital soil mapping workshop*. 15 au 16 mars 2016. Québec, QC. 33 p.
- 123 Terrier, A., A. Leduc, D. Cyr, I. Auger, F. Raulier, P. Grondin et Y. Bergeron**, 2016. *Adaptation aux changements climatiques : projections futures des feux et de la végétation dans la pessière à mousses du Québec*. Conférence présentée lors du colloque « Variabilité naturelle des paysages forestiers ». 30 au 31 mars 2016. Québec, QC. 50 p.
- 124 Thiffault, N. et F. Hébert**, 2015. *Forest restoration through facilitation in a subarctic ecosystem*. Résumé d'une affiche présentée lors du 9^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 30 avril au 1^{er} mai 2015. Rimouski, QC. 1 p.
- 125 Thiffault, N., M. Urli, L. Bélanger, A. Leduc et D. Chalifour**, 2015. *Forest vegetation management in boreal stands: Long-term impacts of silviculture intensity on stand productivity, structure and diversity*. Résumé d'une conférence présentée lors du forum *Canadian Weed Science Society forage, industrial and forestry forum*. 25 novembre 2015. Edmonton, AB. 1 p.
- 126 Vepakomma, U., D. Cormier et N. Thiffault**, 2015. *Potential of UAV based convergent photogrammetry in monitoring regeneration standards*. Conférence présentée lors du congrès *International Conference on unmanned aerial vehicles in geomatics*. 30 août au 2 septembre 2015. Toronto, ON. 29 p.

ARTICLES DE VULGARISATION

127 Colas, F., 2015. *Humidity 101*. Association canadienne de génétique forestière. Tree Seed Working Group — News Bulletin. 61(June): 11-13.

128 Colas, F., P. Baldet et M. Bettez, 2015. *The application of water activity to the management of pollen and seeds in Québec*. Association canadienne de génétique forestière. Tree Seed Working Group — News Bulletin. 62(December): 6-8.

DOCUMENTS AUDIOVISUELS

129 Ici Radio-Canada, 2015. *Reboiser avec des clones*. Entrevue d'**André Rainville** lors d'un reportage télé à l'émission *La semaine verte*. Diffusé le 31 octobre 2015. Journaliste : Ginette Marceau, réalisateur : Luc Rhéaume.

ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/2015-2016/segments/reportage/3705/reboisement-foret-clones-genetique

130 Ici Radio-Canada, 2015. *Impacts sur la forêt boréale*. Entrevue d'**André Rainville** lors d'un reportage télé à l'émission *La semaine verte*. Diffusé le 28 novembre 2015. Journaliste : Ginette Marceau, réalisateur : Luc Rhéaume.

ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/2015-2016/segments/reportage/4063/changements-climatique-foret-boreale-arbres

131 Ici Radio-Canada, 2015. *Impacts sur la forêt boréale*. Entrevue de **Louis Duchesne** lors d'un reportage télé à l'émission *La semaine verte*. Diffusé le 28 novembre 2015. Journaliste : Ginette Marceau, réalisateur : Luc Rhéaume.

ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/2015-2016/segments/reportage/4063/changements-climatique-foret-boreale-arbres

132 Ici Radio-Canada, 2016. *Les mycorhizes*. Entrevue de **Nelson Thiffault** lors d'un reportage télé à l'émission *La semaine verte*. Diffusé le 23 janvier 2016. Journaliste : Aubert Tremblay, réalisateur : Michel Sylvestre.

ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/2015-2016/episodes/361648/mycorhizes-revolution-verte-foret-champignons?isAutoPlay=1

133 Ici Radio-Canada, 2016. *Les érables du Nord*. Entrevue de **Louis Duchesne** lors d'un reportage télé à l'émission *La semaine verte*. Diffusé le 30 janvier 2016. Journaliste : Ginette Marceau, réalisateur : Luc Rhéaume.

ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/2015-2016/segments/reportage/4991/erables-acericulture-changements-climatiques

134 Saucier, J.-P., M. Campagna et F. Colas, 2015. *Vitrine virtuelle de la recherche forestière à Québec — Capsules sur la Direction de la recherche forestière*. Visite virtuelle en partenariat avec le Réseau innovation forêt Québec. Québec, QC.

visitesvirtuelles.partenariat.qc.ca/RIFQ/

ÉCRIT PAR UN TIERS

135 Buranyi, S., 2016. *Entrevue d'André Rainville et de Sylvie Carles citée dans un article intitulé « How British Columbia is moving its trees »* paru dans la revue *Motherboard*. 6 p.

ACTIVITÉS DE TRANSFERT DES RÉSULTATS DE RECHERCHE

136 Achim, A. et F. Havreljuk, 2015. *Sylviculture et qualité des approvisionnements issus de la forêt feuillue*. Conférence présentée lors du 70^e Congrès et Salon forestier de l'Association forestière du sud du Québec (AFSQ). 16 octobre 2015. Drummondville, QC. 67 p.

137 Barrette, M. et M. Leblanc, 2015. *Synthèse des travaux du groupe d'experts sur la sylviculture intensive de plantations dans un contexte d'aménagement écosystémique*. Conférence présentée lors de l'Atelier régional sur l'intensification de l'aménagement forestier. 30 avril 2015. Forêt Montmorency, QC. 48 p.

138 Bédard, S. et F. Guillemette, 2015. *Travaux de recherche en sylviculture des feuillus à la DRF et perspectives d'avenir*. Conférence présentée lors du colloque *Recherche appliquée sur les forêts feuillues et mixtes : réalisations et perspectives d'avenir*. 10 juin 2015. Québec, QC. 27 p.

139 Brousseau, M., N. Thiffault, J. Beguin et J.-P. Tremblay, 2015. *Contributions relatives de la compétition interspécifique et du broutement par le cerf de Virginie sur la performance du sapin baumier en plantation*. Résumé d'une conférence paru dans 11^e colloque annuel de la Chaire de recherche industrielle CRSNG en aménagement intégré des ressources de l'Île d'Anticosti — Résumés des conférences. 24 avril 2015. Québec, QC. p. 10.

www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Resume-conf-Chaire-Anticosti-avril2015.pdf

140 Colas, F. et R. Touchette, 2016. *Groupe de travail sur les ensemencements à facteur réduits. Bilan des données 2015*. Conférence présentée à deux reprises : lors des Journées de transfert de connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers (23 février 2016, Québec, QC, 40 p.) et au Groupe technique des pépinières de la Direction générale de la production des semences et des plants forestiers. (15 mars 2016, Québec, QC, 27 p.).

141 Collectif, 2015. *Visite virtuelle sur la sylviculture du thuya occidental*. Outil développé par Partenariat Innovation Forêt et le Centre canadien sur la fibre de bois du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada.

visitesvirtuelles.partenariat.qc.ca/cedre/?lang=fr

142 Dumais, D., M. Prévost, P. Raymond et C. Larouche, 2016. *Recherche sur l'épinette rouge et autres espèces en raréfaction. Bilan et perspectives*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 23 mars 2016. Québec, QC. 51 p.

143 Gauthier, M.-M. et F. Havreljuk, 2016. *Travaux et outils disponibles à la DRF en lien avec la problématique du hêtre*. Conférence présentée lors de l'Atelier RIFQ — CRSNG. 8 mars 2016. Montebello, QC. 43 p.

144 Gauthier, S. et J.-P. Saucier, 2016. *La limite nordique, ou jusqu'où l'aménagement forestier du Nord peut-il être considéré durable?* Conférence présentée lors des Colloques du SCF-CFL — Saison 2015-2016. 10 mars 2016. Québec, QC. 71 p.

145 Guillemette, F., S. Bédard, F. Havreljuk, I. Duchesne et J. DeBlois, 2016. *Volumes of hardwood trees by log and lumber grades*. Conférence présentée lors de l'atelier « *Optimizing the hardwood value chain: From seedling to end product* ». 17 février 2016. Edmundston, NB. 28 p.

- 146 Lamhamedi, M.S.**, 2016. *Comparaison des effets de la silice et de la calcite sur les propriétés physico-chimiques des substrats et les variables morpho-physiologiques et l'épinière blanche (1+0 et 2+0) en pépinière forestière*. Conférence présentée lors de la journée de transfert de connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 23 au 24 février 2016. Québec, QC. 60 p.
- 147 Lamhamedi, M.S.**, 2016. *Mise en application du traitement de jours courts pour contrôler la croissance en hauteur des plants en pépinière forestière*. Conférence présentée lors de la journée de transfert de connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 23 au 24 février 2016. Québec, QC. 11 p.
- 148 Lamhamedi, M.S.**, 2016. *Nouvelle génération de fertilisants intelligents pour atténuer les effets des changements climatiques et assurer la durabilité de l'environnement*. Conférence présentée lors de la journée de transfert de connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 23 au 24 février 2016. Québec, QC. 9 p.
- 149 Lamhamedi, M.S.**, 2016. *Rappel de quelques principes sur la fertilisation azotée en pépinière forestière*. Conférence présentée lors de la journée de transfert de connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 23 au 24 février 2016. Québec, QC. 17 p.
- 150 Lamhamedi, M.S.**, 2016. *Variabilité de la croissance en hauteur des plants en pépinière forestière*. Conférence présentée lors de la journée de transfert de connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 23 au 24 février 2016. Québec, QC. 20 p.
- 151 Larouche, C., S. Tremblay, P. Raymond, D. Dumais et S. Bédard**, 2016. *Irregular shelterwood experiments in Quebec*. Conférence présentée lors du colloque Cedar club organisé conjointement par le Centre de foresterie des Laurentides, l'Université Laval et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 17 février 2016. Québec, QC. 36 p.
- 152 Moore, J.-D.**, 2015. *À la découverte de la salamandre cendrée*. Conférence présentée pour la Société Provancher à l'Université Laval. 1^{er} avril 2015. Québec, QC. 51 p.
- 153 Ouimet, R., J.-D. Moore et L. Duchesne**, 2015. *Régénération des sols d'érablière par le chaulage*. Résumé d'une conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 2 décembre 2015. Québec, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/Resume-Conf-Midi-Foret-dec2015.pdf
- 154 Power, H. et F. Havreljuk**, 2015. *La qualité des arbres feuillus dans les modèles de croissance de la DRF : applications et perspectives à différentes échelles*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 22 octobre 2015. Québec, QC. 43 p.
- 155 Power, H. et F. Havreljuk**, 2015. *Programme de recherche et résultats en modélisation des forêts feuillues et mixtes à la DRF*. Conférence présentée lors du colloque « Recherche appliquée sur les forêts feuillues et mixtes : réalisations et perspectives d'avenir ». 10 juin 2015. Québec, QC. 34 p.
- 156 Prigent, G.**, 2016. *Visite des dispositifs expérimentaux de la forêt d'expérimentation de Madawaska : Résultats à 30 ans*. Document remis lors de trois visites effectuées à la forêt d'expérimentation de Madawaska : à des étudiants de l'Université Laval (Dégelis, QC, 9 octobre 2015); au personnel du Groupement forestier de Témiscouata (Dégelis, QC, 30 octobre 2015) et au personnel de la Région 01 (Dégelis, QC, 26 novembre 2015). 70 p.
- 157 Raymond, P., M. Prévost et D. Dumais**, 2015. *Développer une sylviculture adaptée pour mieux aménager la forêt mixte tempérée*. Résumé d'une conférence présentée lors des midis de la foresterie de la Chaire en Aménagement forestier durable de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. 14 avril 2015. Rouyn-Noranda, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Raymond-Patricia/Resume-conf-Midis-UQAT-14avril2015.pdf
- 158 Thiffault, N.**, 2015. *Living without herbicide in Québec: Context and strategy in forest vegetation management*. Conférence présentée lors du congrès MERC/Tembec – *Herbicide alternatives project*. 15 décembre 2015. Chapleau, ON. 36 p.
- 159 Thiffault, N.**, 2016. *Managing vegetation without herbicide: The Quebec experience*. Résumé d'une conférence présentée lors de l'atelier *Vegetation management workshop, Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry*. 19 janvier 2016. Timmins, ON. 1 p.
- 160 Thiffault, N.**, 2016. *Managing vegetation without herbicide: The Quebec experience*. Résumé d'une conférence présentée lors de l'atelier *Vegetation management workshop, Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry*. 21 janvier 2016. Thunder Bay, ON. 1 p.

161 Tremblay, S.L. et R. Ouimet, 2015. *Plantation ou succession naturelle : laquelle crée le meilleur puits de CO₂ sur les terres agricoles abandonnées?* Résumé d'une conférence présentée lors des Journées sur les sols vivants : « En appui à la diversité paysagère et biologique des sols », organisées par la Société de géographie de Québec au Domaine Maizerets. 26 novembre 2015. Québec, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Tremblay-Sylvie/Resume-conf-Journees-sols-vivants-26nov2015.pdf

162 Ward, C., G. Prigent et N. Thiffault, 2016. *Sylviculture intensive des plantations — Rendements supérieurs en quantité et en qualité.* Résumé d'une conférence présentée lors du dîner-conférence de l'Association forestière de la Vallée du St-Maurice. 9 mars 2016. Shawinigan, QC. 1 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ward-Charles/Resume-conf-AFVSM-mars2015.pdf

PRÉSENTATIONS DIVERSES

163 Bédard, S. et F. Guillemette, 2015. *Visite terrain Duchesnay.* Fiche terrain remise lors de la visite terrain à Duchesnay. 9 juin 2015. Duchesnay, QC. 16 p.

164 Bédard, S., F. Guillemette et M.-M. Gauthier, 2015. *Sortie sur le terrain à Duchesnay.* Visite de terrain faite dans le cadre du cours de sylviculture FOR-4035, FFGG Université Laval. Duchesnay, QC. 17 p.

165 Gauthier, M.-M., 2016. *Abondance des gaules et recrutement des arbres marchands dans les érablières jardinées.* Conférence présentée lors d'un Jeudi DRF. 18 février 2016. Québec, QC. 49 p.

166 Gauthier, M.-M., S. Bédard, D. Dumais, F. Guillemette, D. Jacobs et N. Thiffault, 2016. *Effets de méthodes de contrôle du hêtre sur la régénération de l'érablière.* Conférence présentant les nouveaux projets de recherche 2016-2017. 16 février 2016. Québec, QC. 28 p.

167 Grondin, P., 2015. *Variabilité passée et future des paysages forestiers de la pessière à mousses dans un contexte de bonification des états de référence du MFFP.* Conférence présentée à la Direction de la recherche forestière. 14 septembre 2015. Québec, QC. 61 p.

168 Rainville, A., 2016. *Dans le coffre du MFFP, un outil au potentiel sous-estimé... la génétique!* Conférence présentée en introduction de la table ronde « Comment adapter notre sylviculture aux changements climatiques » lors d'un Jeudi DRF. 16 mars 2016. Québec, QC. 22 p.

169 Saucier, J.-P., 2015. *A biophysical approach to delineate a northern limit to commercial forestry in Quebec's boreal forest.* Conférence présentée au Conseil Cris-Québec sur la foresterie Oujé-Bougoumou. 20 mai 2015. Québec, QC. 45 p.

170 Saucier, J.-P., 2015. *Recherche forestière au Québec au sein du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.* Conférence présentée à AgroParisTech. 30 octobre 2015. Nancy, France. 53 p.

171 Thiffault, N., 2015. *La plantation au Québec. Concepts de base.* Présentation dans le cadre du cours FOR-1010 : Fondements de la foresterie à l'Université Laval. 12 novembre 2015. Québec, QC. 44 p.

172 Tremblay, S., 2015. *Station éclaircie commerciale dans une érablière à bouleau jaune.* Visite sur le terrain à la Station forestière de Duchesnay. 9 juin 2015. Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, QC. 7 p.

173 Tremblay, S. et M. Barrette, 2015. *Travaux de recherche en sylviculture des peuplements naturels résineux réalisés à la DRF. Éclaircie précommerciale et commerciale.* Conférence présentée à l'Université de Sherbrooke. 8 mai 2015. Sherbrooke, QC. 42 p.

PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2016-2017

PROJETS INTERNES

Les résumés des résultats des projets de recherche internes de la DRF sont accessibles à l'adresse suivante :

<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/projets/index.asp>

PROJETS EXTERNES SUBVENTIONNÉS

Les résumés des résultats des projets de recherche subventionnés sont accessibles à l'adresse suivante :

www.frqnt.gouv.qc.ca/fr/parteneriat



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 