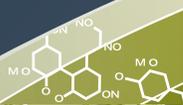


RAPPORT D'ACTIVITÉ

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

2016 2017



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



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Pour renseignements complémentaires, vous devez vous adresser à la :

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

La présente publication est accessible dans le site Web suivant :

www.mffp.gouv.qc.ca/

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2018

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018

ISBN 978-2-550-81845-8 (Imprimé)

ISBN 978-2-550-81846-5 (PDF)

ISSN 1703-8561

ISSN en ligne 1718-0074

TABLE DES MATIÈRES

- 1** MOT DU DIRECTEUR
- 3** LA DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
- 13** LE SERVICE DE LA GÉNÉTIQUE, DE LA REPRODUCTION ET DE L'ÉCOLOGIE
- 19** LE SERVICE DE LA SYLVICULTURE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS
- 27** LE SERVICE DU SOUTIEN SCIENTIFIQUE
- 33** SUBVENTION À LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT
- 35** PUBLICATIONS 2016-2017
- 45** PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2017-2018
- 53** ANNEXE 1
- 61** ANNEXE 2

MOT DU DIRECTEUR



C'est avec fierté que la Direction de la recherche forestière (DRF) présente son rapport d'activité pour l'exercice 2016-2017 à la communauté forestière du Québec, aux employés du ministère des Forêts de la Faune et des Parcs (MFFP) ainsi qu'au personnel de la DRF.

L'acquisition et le développement de savoir-faire sont à la base de nos travaux qui tendent soit à résoudre des problèmes forestiers ou environnementaux ou encore à améliorer nos méthodes sylvicoles ou d'aménagement. Ce rapport d'activité démontre bien les faits saillants des réalisations de nos différentes équipes en vue d'acquiescer et de développer de nouvelles connaissances, ainsi que notre implication dans le transfert de connaissances dans le but de soutenir les décisions de gestion forestière au Québec.

Le rapport de cette année est particulier, car il présente les résultats d'une réflexion stratégique qui a permis à la DRF de réaliser quelles sont ses forces, mais aussi de déterminer des axes d'amélioration afin de mieux répondre aux enjeux de l'heure en matière de recherche scientifique appliquée, d'innovation et de développement en aménagement durable des forêts.

De plus, une section présente les différents besoins de recherche qui ont été colligés par la DRF à la suite d'une enquête menée auprès de nos différentes clientèles. Ces besoins sont une source d'inspiration, non seulement pour nos chercheurs qui peuvent adapter leurs projets en cours ou en développer de nouveaux pour y répondre, mais aussi pour les chercheurs externes qui doivent démontrer que leurs recherches sont utiles à la société. C'est aussi une occasion de développer des collaborations entre organismes afin de réunir les expertises nécessaires pour s'attaquer à des problèmes complexes avec une assurance de succès.

Si la vitalité d'une organisation se mesure à sa capacité de se remettre en question et de se projeter dans l'avenir, le rapport d'activité 2016-2017 de la DRF démontre un dynamisme renouvelé qui augure bien pour les prochaines années.

Je remercie tous les membres de la DRF, 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 les basant sur des hypothèses scientifiques vérifiées et, ainsi, contribuent à l'amélioration des pratiques et de la gestion forestière.

Bonne lecture.

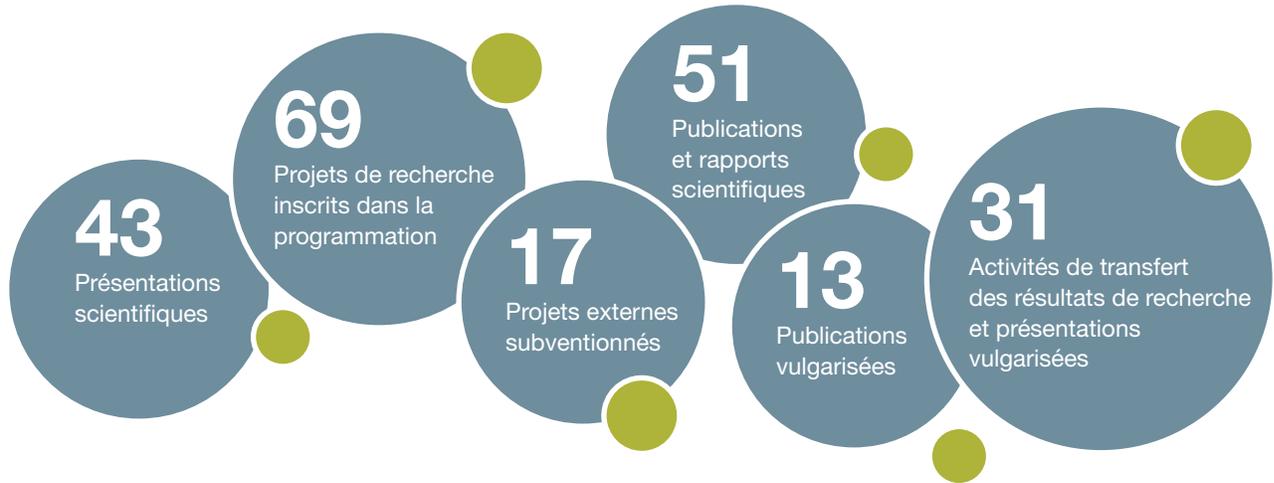
Jean-Pierre Saucier

Directeur par intérim
Direction de la recherche forestière

LA DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE FORESTIÈRE

Les activités de 2016-2017 en bref



Les activités de 2017-2018 en bref



MISSION, VISION ET VALEURS DE L'ORGANISATION

Mission

Produire, intégrer et transférer des connaissances issues de la recherche scientifique relative à l'aménagement durable des forêts afin d'éclairer les décideurs et d'améliorer la pratique forestière au Québec.

La raison d'être de la DRF est de produire des connaissances scientifiques et d'intégrer celles produites par d'autres organismes de recherche, de même que de transmettre cet ensemble de connaissances aux différentes clientèles. Pour la DRF, les clientèles sont les décideurs issus de toutes les sphères de la pratique forestière, depuis les sylviculteurs jusqu'aux gestionnaires, en passant par les aménagistes. L'objet des recherches de la DRF et son champ d'action sont circonscrits par les principes et les critères de l'aménagement durable des forêts, lequel réfère au maintien et à l'amélioration de la santé à long terme des écosystèmes forestiers afin qu'ils puissent prodiguer durablement aux générations présentes et futures leurs services environnementaux, économiques et sociaux.

Rappelons que les critères d'aménagement durable des forêts retenus par le MFFP sont :

- la conservation de la diversité biologique;
- le maintien et l'amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers;
- la conservation des sols et de l'eau;
- le maintien de l'apport des écosystèmes aux grands cycles écologiques;
- le maintien des avantages socioéconomiques multiples que les forêts procurent à la société;
- la prise en compte, dans les choix de développement, des valeurs et des besoins exprimés par les populations concernées.

Vision

Être le leader en recherche sur l'aménagement durable des forêts du Québec.

Cette vision est directement liée à la mission de la DRF quant à son objet, l'aménagement durable des forêts du Québec. Elle démontre aussi un objectif ambitieux, c'est-à-dire celui d'être le chef de file dans ce domaine, un acteur incontournable tant par l'éventail des expertises qu'elle offre que par la qualité des recherches qu'elle mène à bien. Le leadership s'exerce de différentes façons : par l'exemplarité, par le fait d'être à l'écoute des besoins de sa clientèle ainsi que par la capacité à mobiliser les acteurs, à les concerter et à collaborer avec eux pour produire de nouvelles connaissances.

L'ensemble de l'organisation adhère aux valeurs suivantes, lesquelles guident ses actions dans la réalisation de sa mission et l'accomplissement de sa vision :

Valeurs

Expertise

Viser les plus hauts standards de professionnalisme, de compétence et de savoir-faire en matière de production, de diffusion et de transfert des résultats de la recherche dans les créneaux où l'organisation est active afin de soutenir sa capacité à améliorer la pratique forestière.

Rigueur

En toute circonstance, agir avec rigueur intellectuelle, objectivité et diligence pour assurer la neutralité, la pertinence et la qualité scientifique des connaissances issues des travaux de recherche de l'organisation.

Innovation

Agir en pionnier dans le domaine de la recherche forestière en faisant preuve d'audace, de créativité et d'imagination. Bâtir sur les connaissances acquises par la communauté scientifique et améliorer constamment les façons de faire, dans un souci d'amélioration continue de l'efficacité et de la qualité.

Collaboration

Agir avec courtoisie, loyauté et respect, de manière à ce que les contributions individuelles s'inscrivent dans la réalisation d'objectifs communs atteints par la solidarité, le travail d'équipe et l'interdisciplinarité.

Communication

Promouvoir la communication interpersonnelle directe, ouverte, franche et transparente pour favoriser des relations positives basées sur la confiance. Communiquer efficacement et rapidement les résultats des recherches de l'organisation.

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

La DRF a pour mandat de réaliser des travaux de recherche scientifique appliquée afin d'améliorer la pratique forestière au Québec, dans un contexte d'aménagement forestier durable. Elle développe de nouvelles connaissances, du savoir-faire ainsi que du matériel biologique et contribue à leur diffusion ou à leur intégration à la pratique. Elle participe activement à l'orientation de la recherche et peut soutenir, par des contrats, des recherches scientifiques en milieu universitaire dans des domaines prioritaires peu ou pas couverts par elle et 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 :

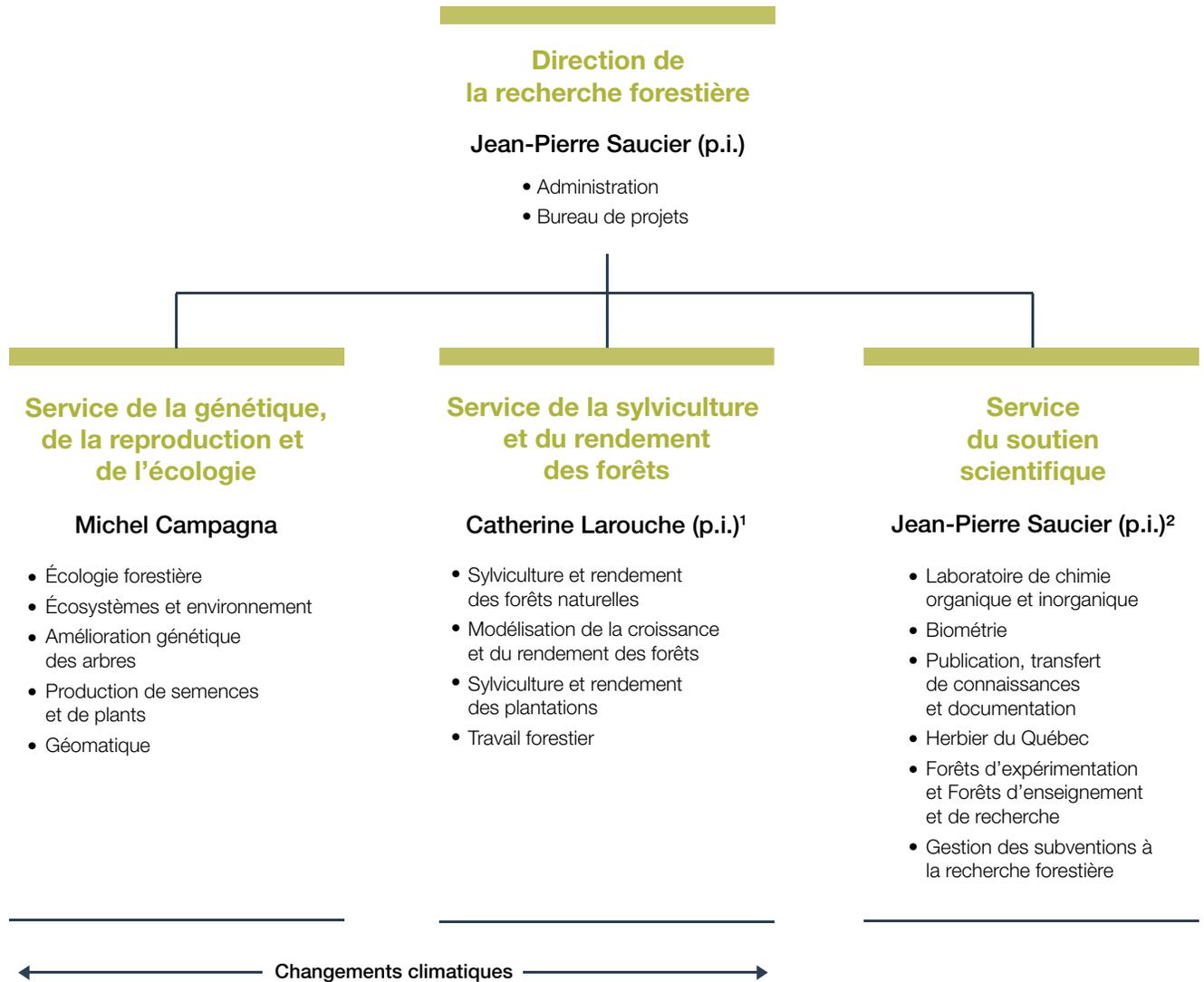
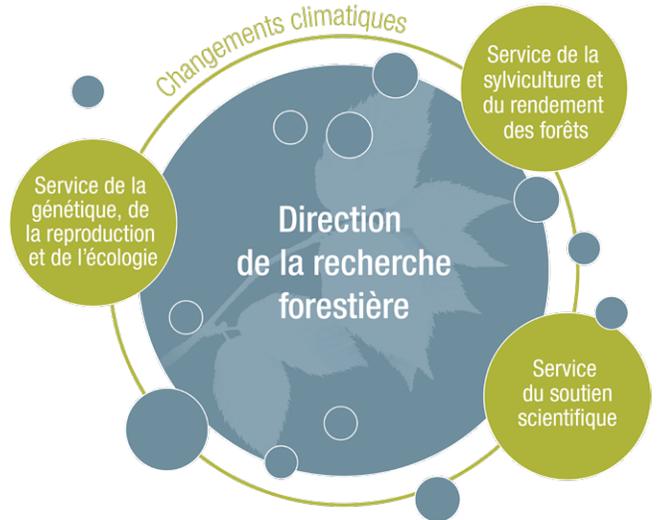
- la génétique, la reproduction et l'écologie;
- la sylviculture et le rendement des forêts;
- le soutien scientifique.

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 **35** chercheurs : **17** travaillent au SGRE et **18** au SSRF. Une équipe de personnel technique, composée de **27** personnes au sein du SGRE et de **32** au sein du SSRF, contribue à réaliser les travaux de recherche.

Le **Service du soutien scientifique (SSS)** assiste les chercheurs et les équipes techniques dans la réalisation de leurs travaux grâce à une équipe de **21** personnes, soit **11** professionnels et **10** techniciens. 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 l'équipe du **Bureau de direction (BDR)**, travaillant au secrétariat, à l'administration et au suivi administratif des projets de recherche, comptant **6** personnes, dont **1** professionnelle en gestion de projets et **5** techniciennes et adjointes administratives.

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, au sein du Secteur des forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.



Notes :

¹ Mme Catherine Larouche a occupé par intérim le poste de chef du SSRF jusqu'au 13 mars 2017, date à laquelle Mme France Marchand a été nommée à ce poste.

² En plus de son poste comme directeur par intérim, M. Jean-Pierre Saucier a occupé celui de chef du SSS par intérim à partir du 18 mai 2016, date à laquelle il a remplacé Mme Claire Filion. Mme Hélène Labbé en est devenue la chef le 13 mars 2017.

LES RÉSULTATS, FAITS SAILLANTS ET BONS COUPS DE LA DRF EN BREF

Parmi les faits saillants de la DRF pour 2016-2017, notons le début de la mise en œuvre de son plan d'action pluri-annuel 2016-2020. Il s'agit d'une source de fierté pour les membres de la Direction. Il permet aux employés comme aux partenaires de la DRF de bien comprendre vers quelles actions seront dirigés nos efforts pour les prochaines années. Le plan d'action ainsi que la réflexion stratégique sous-jacente sont présentés plus loin dans ce rapport.

Une réalisation scientifique digne de mention est la publication d'un article scientifique dans la revue *Science*. Louis Duchesne et Daniel Houle, deux chercheurs experts de la DRF, ont rédigé, en collaboration avec des pairs, un article publié en juin 2016 dans cette prestigieuse revue. L'article intitulé *Northeastern North America as a potential refugium for boreal forests in a warming climate* démontre le lien entre la croissance de l'épinette noire, la température et les précipitations. Les résultats indiquent qu'un climat plus chaud et plus sec défavorise la croissance de l'épinette noire au sud du 49^e parallèle, mais la favorise plus au nord. Cette étude constitue un très bel exemple d'utilisation à des fins scientifiques des données recueillies lors des inventaires décennaux successifs. Une publication dans cette revue prestigieuse est une marque de reconnaissance par les pairs de la qualité scientifique des travaux de la DRF.

La DRF soigne aussi ses collaborations avec des chercheurs étrangers. À ce titre, elle a eu le plaisir d'accueillir, du 24 au 26 août 2016, un groupe de 24 forestiers américains du Silviculture Working Group de la New England Society of American Foresters (NESAF). Le groupe, qui était constitué de chercheurs, de praticiens et d'étudiants, a visité une sélection de dispositifs de recherche en sylviculture des peuplements de feuillus et mixtes des régions de Québec et de la Mauricie. Cette activité était une initiative de 5 chercheurs de la DRF. Les retombées de cette activité sont la publication d'un compte-rendu des dispositifs visités, une manchette dans l'intranet du MFFP, un article sur la sylviculture au Québec dans la revue officielle du NESAF (*The Forestry Source*), un article sur le site de la Délégation du Québec à Boston et une invitation à donner 3 conférences dans le Maine. Une belle visibilité pour l'expertise scientifique de la DRF en forêt mixte et de feuillus.

La tenue du Colloque sur les changements climatiques les 15 et 16 novembre 2016 est aussi un jalon marquant. En collaboration avec la Direction générale de la production de semences et de plants forestiers (DGSPSF), la Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers (DAEF), Ressources naturelles Canada, l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec et le Conseil de l'industrie forestière du Québec (CIFQ), la DRF a organisé le colloque intitulé « Forêts et changements climatiques 2016 — Science et pratiques d'adaptation ».

Les objectifs du colloque étaient :

- de mettre à jour les connaissances sur les changements climatiques relatives à la forêt;
- de partager la compréhension des principaux enjeux auxquels doivent faire face les forestiers;
- de réfléchir aux mesures d'adaptation adoptées ou envisagées pour leurs secteurs d'activité et d'en discuter;
- d'établir un lien fonctionnel entre la recherche et les praticiens.

Quinze conférenciers ont présenté successivement le volet scientifique et ont précisé comment l'adaptation aux changements climatiques s'intègre ou devrait s'intégrer à notre gestion de la forêt. Plus de 140 participants ont discuté, en groupes de travail, des éléments soulevés par les conférenciers et ont souligné des points de vue forts intéressants. Ce colloque constitue une première, lors de laquelle la communauté scientifique et les intervenants forestiers travaillaient de concert à soutenir l'intégration de la science dans les pratiques d'adaptation. Un colloque de cette envergure contribue à la fois au transfert des connaissances scientifiques vers la pratique et à recueillir les préoccupations des praticiens pour, par la suite, orienter les recherches en cours ou à venir.

Afin de bonifier le tome 2 du *Guide sylvicole du Québec* par des aspects pratiques et de favoriser le transfert aux praticiens, la DRF a réalisé, en collaboration avec la DAEF, 18 fiches d'aide à la décision sur les traitements sylvicoles les plus couramment utilisés au Québec. Elles résument la théorie du *Guide* et la complètent avec de l'information sur le cheminement diagnostique et la prescription sylvicole. Ces fiches, accessibles sur le site Internet du MFFP, ont aussi été réunies dans un document, lui aussi offert en ligne. Le document contient également les principales références pour ceux qui désirent en savoir plus sur les traitements sylvicoles. Ce document, publié en novembre 2016, s'adresse particulièrement aux ingénieurs forestiers qui sont responsables du diagnostic sylvicole et de la prescription sylvicole, mais il constitue également un outil pédagogique pour les aménagistes, les étudiants et les praticiens.

RÉFLEXION STRATÉGIQUE ET PLAN D'ACTION PLURIANNUEL 2016-2020

La DRF a engagé une réflexion stratégique afin d'orienter les actions de ses membres pour les années à venir, avec l'objectif d'être encore plus efficace à répondre aux besoins de ses clientèles. Cette réflexion stratégique, amorcée en décembre 2015, a mené à la définition de deux orientations stratégiques qui se déclinent en cinq axes d'intervention pour la période 2016-2020.

Modèle d'affaires de la DRF

Afin de bien comprendre le processus de création de connaissances et d'innovation de la DRF, nous avons analysé son modèle d'affaires actuel. Cela nous a permis de déterminer ses forces et ses faiblesses, de cibler les principaux enjeux qui émergent de ce contexte et, enfin, de trouver de nouvelles perspectives.

Nous avons retenu le schéma d'analyse du modèle d'affaires proposé par Osterwalder et Pigneur (2011) dans leur livre intitulé *Business model – Nouvelle génération*¹. Ce modèle permet de décrire et d'analyser un modèle d'affaires en vue de créer une nouvelle option stratégique. Il repose sur 9 blocs qui décrivent l'environnement de fonctionnement d'une organisation et la façon dont elle réalise des gains pour les produits et les services offerts. Les 9 blocs couvrent 4 grandes dimensions du modèle d'affaires, soit : les clients, l'offre, l'infrastructure et la viabilité financière. Pour plus de détails sur chacun des blocs composant le modèle d'affaires de la DRF, consultez l'annexe 1. La figure 1 présente une synthèse de ce modèle.

Environnement de la recherche au Québec (particularités gouvernementales, figure, interactions)

Plusieurs acteurs provenant de divers organismes réalisent des activités de recherche forestière au Québec. La figure 2 illustre les principaux acteurs de la recherche forestière au Québec avec lesquels la DRF interagit. Des chercheurs de ces organismes sont souvent partenaires dans les projets de la DRF ou encore des chercheurs de la DRF collaborent à leurs divers projets. C'est cet écosystème de recherche forestière qui permet de répondre à un plus large éventail de besoins de connaissances exprimés par les clientèles.

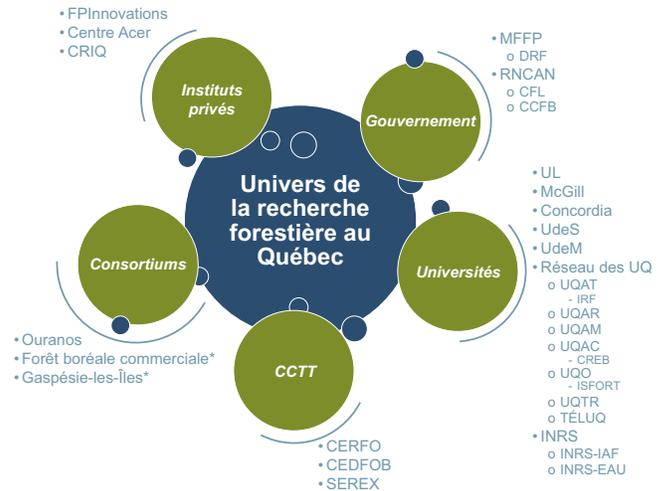


Figure 2. Les différents acteurs de la recherche forestière au Québec. Les organismes marqués d'un astérisque (*) ne sont plus en activité.

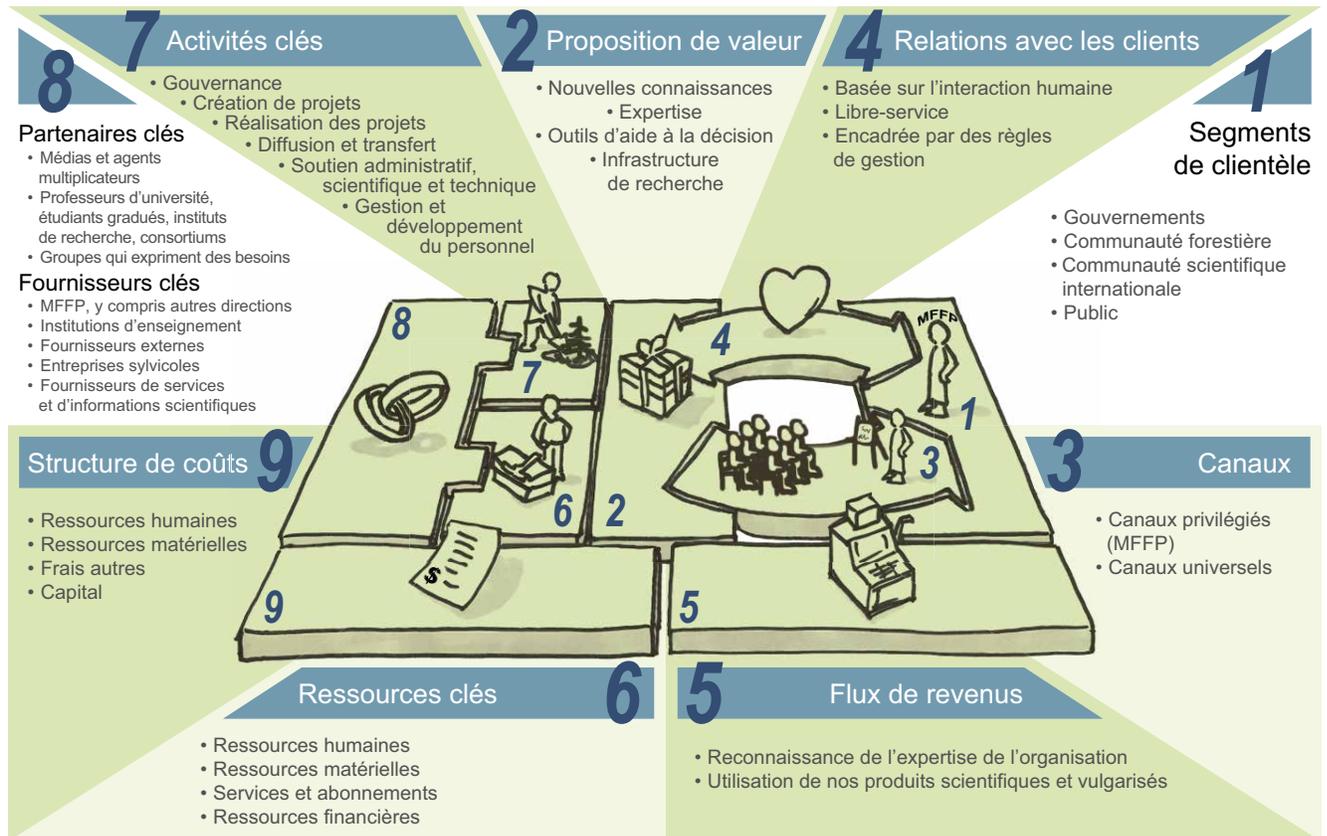


Figure 1. Modèle d'affaires de la DRF

¹ Osterwalder, A. et Y. Pigneur, 2011. *Business model – Nouvelle génération*. Pearson Éducation (ERPI), collection « Village mondial », 288 p.

Les enjeux et les défis de la DRF

Une analyse des forces et des faiblesses de la DRF, au regard de son modèle d'affaires actuel, a permis de définir des enjeux qui ont par la suite été synthétisés en défis pour l'avenir.

Voici les principaux enjeux auxquels fait face la DRF quant aux éléments du modèle d'affaires :

1. Segments de clientèle

Développer une meilleure connaissance de ses clients et de leurs besoins respectifs permettrait à la DRF de mieux répondre à leurs attentes. Bien qu'elle ait une clientèle privilégiée, la DRF doit maintenir des relations avec une clientèle diversifiée.

2. Proposition de valeur

La DRF a une proposition de valeur souvent unique et qui répond aux besoins exprimés par les utilisateurs. Sa capacité d'intégration des connaissances à la pratique (y compris des outils obligatoires) et sa grande proximité avec sa clientèle privilégiée du MFFP sont des atouts pour la DRF. Le maintien du processus de recherche, qui sous-tend une proposition de valeur adaptée à la diversité des besoins de l'aménagement durable des forêts, ainsi que la poursuite des expérimentations à long terme, qui démarquent la DRF de la plupart des autres organismes de recherche, sont cruciaux pour remplir sa mission.

La DRF n'a pas les ressources nécessaires pour développer toutes les expertises requises pour mieux répondre à l'ensemble des besoins exprimés. Cet enjeu est une motivation pour développer des collaborations et des partenariats afin de compléter l'offre de service de la DRF. La baisse récente des budgets de financement de recherche forestière externe n'a cependant pas favorisé la poursuite de certaines collaborations fructueuses.

3. Canaux de distribution

Dans le domaine de la recherche, il est primordial d'organiser des événements de transfert et d'y participer. À ce chapitre, la visibilité des produits et des services de la DRF ainsi que la fréquence des activités de transfert sont à améliorer.

4. Relations avec les clients

La DRF a une stratégie de communication largement basée sur le libre-service par l'entremise du site Internet du Ministère, ce qui ne permet pas beaucoup d'interactions directes avec les praticiens. L'amélioration de la diversité et de la qualité des moyens de rejoindre les différents segments de clientèle contribuerait au développement des relations; ainsi, les clients auraient accès à des services plus personnalisés.

5. Flux de revenus

Les produits de la DRF sont recherchés, bien que le volume de ces demandes ne soit pas mesuré directement. Malgré les difficultés à le faire, il faut quantifier l'utilisation des produits et les retombées des travaux de la DRF afin de faire reconnaître son expertise et l'utilité de ses travaux.

6. Ressources clés

La qualité des infrastructures de recherche et des données à long terme ainsi que la protection dont elles bénéficient sont des atouts. La disponibilité des ressources nécessaires à la réalisation de la mission de la DRF n'est pas toujours suffisante pour répondre à tous les besoins de recherche exprimés. Le maintien de l'expertise par le renouvellement des ressources humaines représente un défi.

7. Activités clés

Le processus de création et de réalisation de projets ainsi que de diffusion des résultats est bien structuré. En effet, pour s'assurer que les recherches et les produits qui en découlent sont adéquats, la DRF a mis en place un processus très rigoureux d'évaluation à toutes les étapes de production, soit de l'évaluation de la pertinence et de la validité scientifique des projets avant leur mise en œuvre, jusqu'à la révision par les pairs des écrits scientifiques qui en sont issus. À cela s'ajoute l'apport d'une équipe de soutien fournissant une expertise de pointe dans des domaines complémentaires à ceux des chercheurs pour enrichir le produit définitif.

La DRF est liée par les orientations gouvernementales, ministérielles et sectorielles, de même que par le cycle budgétaire annuel. Par conséquent, elle n'a pas toute la latitude requise pour allouer ses ressources à des activités clés sur un cycle pluriannuel.

8. Partenaires et fournisseurs clés

Avec le temps, la DRF a développé de nombreux partenariats avec d'autres centres de recherche et des universités. Le programme de recherche en partenariat sur l'aménagement et l'environnement forestiers du Fonds de recherche du Québec — Nature et technologies (FRQNT), qui demandait que les projets soumis servent à développer de telles collaborations, a favorisé le rayonnement de la DRF et de son expertise et renforcé sa position de leader dans le domaine de la recherche en aménagement durable des forêts du Québec. Ces collaborations devront être maintenues malgré la fin récente de ce programme de recherche.

La capacité à générer et à entretenir un environnement favorable aux collaborations contribuerait positivement à l'avancement des travaux de la DRF.

9. Structure de coûts

Le contexte d'incertitude entourant la disponibilité annuelle des ressources humaines et financières peut compliquer la planification des travaux à moyen et à long terme.

De ces enjeux, dont plusieurs se recoupent, découlent trois grands défis pour la DRF :

Défi 1. Visibilité et reconnaissance de l'expertise de l'organisation

La visibilité de la DRF est à améliorer, notamment pour accroître la reconnaissance de son expertise et l'utilisation de ses produits. La participation à des événements de transfert et l'organisation de tels événements contribueraient

grandement à l'atteinte de cet objectif. Toujours dans cette optique, il faudrait aussi que la DRF améliore et diversifie les moyens qu'elle utilise pour rejoindre ses différents clients. Enfin, il faudrait quantifier l'utilisation des produits de la DRF pour mieux mettre en valeur les retombées de ses travaux.

Défi 2. Connaissance des clients et de leurs besoins

Une bonne connaissance des clients de la DRF et le maintien de la diversité de cette clientèle sont nécessaires à la concrétisation de sa vision. Cela passe par l'établissement de relations réciproques avec les clientèles.

Défi 3. Capacité de réaliser des activités de recherche indispensables à la mise en œuvre de l'aménagement durable des forêts du Québec

Le maintien d'un processus de recherche scientifique adapté aux divers besoins de l'aménagement durable des forêts est crucial pour l'atteinte des objectifs du gouvernement québécois. Pour ce faire, la disponibilité et la prévisibilité des ressources nécessaires à la réalisation de la mission de la DRF sont indispensables. De plus, un réinvestissement dans la recherche externe ainsi que de la latitude dans la gouvernance de ses activités propres lui permettraient d'agir plus efficacement tout en créant un environnement favorable aux collaborations et à l'avancement des travaux de recherche.

Plan d'action pluriannuel 2016-2020

Pour relever les défis soulevés et en vue de réaliser sa mission, la DRF s'est donné **2 orientations stratégiques** établissant les grands chantiers et les intentions prioritaires qui marqueront les interventions de la DRF pour la période 2016-2020. Les orientations définissent les priorités d'action de la DRF et les changements qu'elle prévoit et souhaite apporter. De ces orientations découlent **5 axes d'intervention** qui situent chacune des orientations dans un domaine ou un secteur prioritaire d'intervention. Il s'agit en fait de l'angle ou de l'aspect choisi pour déployer les objectifs stratégiques qui permettra d'alimenter l'orientation proposée. Le plan est complété par **12 objectifs** qui constituent les résultats auxquels s'engage la DRF. Ils sont assortis de **24 actions** que l'organisation met de l'avant pour mieux satisfaire ses différents segments de clientèle et mieux remplir sa mission. Ce plan d'action pluriannuel constitue la base de la reddition de comptes de la DRF sur ses orientations stratégiques.

La figure 3 présente les 2 grandes orientations stratégiques, les 5 axes d'intervention, les 12 objectifs de résultats à atteindre à l'intérieur de l'horizon 2016-2020, ainsi que les actions prévues.

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

Processus de détermination des besoins de recherche (condensé de la méthode)

Afin de s'assurer que les recherches menées répondent bien aux besoins de ses clientèles, la DRF mène annuellement

une consultation auprès de plusieurs groupes d'utilisateurs différents. En 2016-2017, ce processus a été renouvelé. Au sein du MFFP, la DRF a sollicité ses clients privilégiés, c'est-à-dire les directions générales du Secteur des forêts, du Secteur des opérations régionales (y compris les pépinières publiques) et du Bureau du forestier en chef (BFEC) du MFFP. Elle a aussi consulté les chercheurs, les cadres et les autres professionnels de sa propre organisation. À l'extérieur du MFFP, la DRF a étendu la consultation à d'autres utilisateurs de la forêt regroupés au sein de plusieurs associations ou de groupes d'intérêt : le CIFQ, la Fédération des producteurs forestiers du Québec, la Fédération québécoise des gestionnaires de zecs et l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec.

La DRF a demandé à ses partenaires de se baser sur des situations qu'ils affrontaient dans l'exercice de leurs mandats respectifs afin de signaler les 5 besoins de recherche qui répondaient le mieux aux enjeux propres à leur domaine de pratique et à leur unité administrative. Aux chercheurs, aux cadres et aux autres professionnels de sa propre organisation, la DRF a demandé de se baser sur les interactions avec des praticiens et d'autres chercheurs ainsi que sur leur veille scientifique pour énoncer les besoins de recherche en aménagement durable des forêts qu'ils jugeaient innovants et utiles à court terme ou dans l'avenir.

La DRF a reçu de ses partenaires 285 énoncés correspondant à des propositions de besoin de recherche. Une première analyse de ceux-ci, réalisée par le comité d'orientation scientifique de la DRF, a confirmé que les 4 grands axes de recherche utilisés par le passé couvraient toujours bien la diversité des sujets abordés. Après recouplement et synthèse des énoncés, 64 besoins ont été établis. Voici les 4 axes de recherche ainsi que le nombre de besoins retenus :

1. Aspects socioéconomiques de l'aménagement durable des forêts (10 besoins);
2. Écologie forestière, changements globaux et biodiversité (comprend les insectes et les maladies en forêt, la dynamique forestière et la modélisation à l'échelle du paysage) (15 besoins);
3. Amélioration et diversité génétique, production de semences et de plants forestiers (comprend les insectes et les maladies en pépinière et en vergers à graines) (20 besoins);
4. Aménagement, sylviculture et rendement des forêts (rendement, croissance, produits et modélisation des peuplements naturels et des plantations) (19 besoins).

Pour voir la liste complète des besoins de recherche forestière, consultez l'annexe 2. Ces besoins de recherche ont été publiés en octobre 2016. Les chercheurs de la DRF s'en servent pour orienter leurs projets et pour en formuler de nouveaux. Ils peuvent aussi inspirer des sujets de recherche aux chercheurs externes au MFFP qui présentent des lettres d'intention à d'autres organismes subventionnaires. Les besoins de recherche sont mis à jour annuellement et peuvent être consultés sur le site Internet du MFFP.

Figure 3 Plan d'action pluriannuel 2016-2020

ORIENTATION	AXES D'INTERVENTION	OBJECTIFS DE RÉSULTATS	
1. Affirmer le rôle de leader	1.1 L'innovation et l'intégration	1.1.1 Demeurer à l'avant-garde des pratiques et du développement d'outils	
		1.1.2 Développer des initiatives intégrées de recherche dans un contexte de changements globaux	
	1.2 La notoriété de l'organisation	1.2.1 Actualiser la stratégie de communication	
		1.2.2 Documenter les retombées des travaux de l'organisation	
	1.3 La clientèle et ses besoins	1.3.1 Maximiser les relations avec les clientèles privilégiées (MFFP et autres ordres de gouvernement)	
		1.3.2 Consolider les relations avec l'ensemble des segments de clientèle	
		1.3.3 Faire progresser le processus de détermination des besoins de recherche	
	2. Consolider la capacité de recherche	2.1 L'infrastructure et l'organisation	2.1.1 Disposer des effectifs et des expertises adéquats pour répondre aux besoins stratégiques
			2.1.2 Actualiser la structure par créneau ou le fonctionnement de l'organisation dans un souci d'efficience
2.2 Les activités de recherche et de transfert		2.2.1 Encourager et développer les collaborations scientifiques qui mettent en valeur le capital de l'organisation	
		2.2.2 Accroître la capacité de réalisation d'activités de transfert grâce au soutien d'une équipe attitrée	
		2.2.3 Maintenir les dispositifs de recherche destinés à un suivi à long terme	

Note : Les objectifs et actions en noir sont de nature publique. Les objectifs et actions en vert relèvent de la gouvernance interne de la Direction de la recherche forestière.

ACTIONS

- A Réviser la programmation de recherche de l'organisation dans un souci d'amélioration continue
- B Assurer la représentation de l'organisation aux occasions de veille scientifique en lien avec ses activités de recherche
- C Organiser au moins une occasion d'échanges internes par année sur des thèmes d'avant-garde
- D Valoriser les bases de données de l'organisation et susciter les collaborations internes et externes
- E Augmenter la présence de l'organisation sur les réseaux sociaux
- F Réaliser au moins un évènement majeur de transfert en région par année
- G Réaliser annuellement au moins un évènement thématique en collaboration avec les parties prenantes de ce thème
- H Actualiser le site Web de l'organisation
- I Quantifier les retombées des travaux sur les pratiques forestières au Québec
- J Produire une synthèse de ces retombées pour le 50^e anniversaire de l'organisation
- K Créer et diffuser un document d'offre de service de l'organisation
- L Assurer une présence régulière des employés de la DRF comme conférenciers aux évènements internes du MFFP
- M Assurer une présence régulière des employés de la DRF comme conférenciers à des évènements organisés par des partenaires externes
- N Mettre à jour et diffuser annuellement les besoins de recherche
- O Organiser, tous les quatre ans, au moins un atelier de refonte globale des besoins de recherche
- P Concevoir un plan de main-d'œuvre
- Q Développer un système de jumelage (coaching ou mentorat) afin de préserver l'expertise interne
- R Mettre en place un groupe de réflexion sur la structure optimale de l'organisation, adaptée au contexte actuel
- S Rendre disponible un répertoire de métadonnées des projets de l'organisation
- T Améliorer la proposition de valeur de l'organisation par le développement de collaborations internes et externes
- U Valoriser les codirections d'étudiants gradués
- V Rebâtir l'équipe de transfert
- W Déterminer les dispositifs à maintenir en priorité et s'assurer qu'ils sont officiellement désignés Forêts d'expérimentation
- X Produire un guide des bonnes pratiques pour assurer le maintien à long terme des dispositifs

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

Les projets de recherche du SGRE 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 de ce service répondent aux besoins les plus essentiels en matière d'acquisition de connaissances sur les arbres, sur les processus ainsi que sur les 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 s'efforcent de mieux comprendre les régimes de perturbations touchant la forêt québécoise, leurs interactions avec les changements globaux et leurs effets sur la dynamique forestière et la biodiversité. Ces connaissances permettent de mieux tenir compte des risques posés par les perturbations futures lors de la planification forestière, d'améliorer la classification et la caractérisation écologique du territoire et de s'assurer que la biodiversité et la résilience des forêts seront maintenues dans un contexte d'aménagement écosystémique.

Équipe

Professionnels :

- Mathieu Bouchard, ing.f., *Ph. D.*
- Yan Boucher, biol., *Ph. D.*
- Pierre Grondin, ing.f., *Ph. D.*

Équipe technique :

- Samuel Lauzon, techn. faune
- Jean Noël, techn. for.
- Véronique Poirier, techn. géomatique
- Nicole Robert, techn. for.
- Linda Veilleux, techn. lab.

Réalisations

- Évaluation de 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. Les

résultats indiquent une importance plus grande des incendies que des coupes afin d'expliquer les changements de composition en forêt boréale méridionale. De plus, d'autres travaux à l'échelle du Québec ont permis d'évaluer que les coupes ont entraîné une augmentation importante des perturbations (+74 %) au sein de la forêt boréale [7, 19, 66].

- Réalisation d'études visant à mieux comprendre l'influence du climat sur les perturbations naturelles et la dynamique forestière dans une perspective à très long terme. Une synthèse des connaissances sur les sédiments lacustres (lacs) échantillonnés dans la forêt boréale de l'ouest du Québec est au stade de la publication.
- Utilisation des communautés d'insectes et des plantes invasives (lichens, bryophytes) comme indicateurs pour vérifier l'atteinte des objectifs de conservation de biodiversité en forêt aménagée. Les résultats indiquent que les organismes dépendant du bois mort constituent de bons indicateurs de biodiversité sensibles à l'aménagement.
- Participation à la définition des orientations du gouvernement en matière d'aménagement forestier écosystémique. Les connaissances scientifiques ont permis de raffiner certaines lignes directrices ou orientations relatives à la conservation des attributs de vieilles forêts et à la répartition spatiale des récoltes.
- Participation à l'organisation d'un colloque de l'International Union of Forest Research Organizations portant sur les épidémies d'insectes, en collaboration avec le gouvernement fédéral et les universités. Le colloque a permis de réunir des scientifiques provenant de différents pays, d'organiser une visite de deux jours en forêt sur la Côte-Nord et de faire le point sur les connaissances associées au développement des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans un contexte de changements climatiques.
- Organisation de rencontres universitaires/MFFP sur la dynamique forestière afin de s'assurer que les connaissances récentes peuvent être intégrées dans les stratégies d'aménagement forestier. Quelques rencontres et un atelier regroupant des paléoécologistes de plusieurs pays ont eu lieu afin notamment de discuter des liens entre les connaissances du passé (Holocène) et l'aménagement forestier.

Perspectives

- Analyse, à partir d'images Landsat, de l'évolution de la forêt boréale, sous l'influence des coupes et des perturbations naturelles (1940-2010).
- Mise en place de projets de recherche visant à examiner l'effet des incendies sur la régénération forestière et la remise en production des peuplements dans un contexte de changements climatiques.

- 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 boréales et tempérées au cours de la période de l'Holocène, sur la base de la classification écologique du Ministère.
- Lancement de travaux de recherche visant à mieux comprendre les facteurs qui influencent le développement de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette qui est en cours au Québec et les stratégies d'aménagement qui pourraient être adoptées pour y répondre.
- 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 espèces 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.

Équipe

Professionnels :

- Louis Duchesne, ing.f., M. Sc.
- Daniel Houle, biol., Ph. D.
- Jean-David Moore, ing.f., M. Sc.
- Rock Ouimet, ing.f., Ph. D.
- Catherine Périé, biol., Ph. D.
- Sylvie Tremblay, ing.f., M. Sc.

Équipe technique :

- Simon Désalliers, techn. for.
- Pascal Desjardins, techn. for.
- Jean Gagné, techn. for.
- Simon Marcouiller, techn. for.
- Jean-Philippe Mottard, techn. for.
- Mario St-Germain, techn. for.
- Benoît Toussaint, techn. for.

Réalisations

- L'effet des changements climatiques sur l'habitat des essences du nord-est de l'Amérique du Nord a été étudié [24]. Au cours des prochaines décennies, la plupart des

essences de la forêt boréale pourraient devenir inadaptées aux nouvelles conditions climatiques, notamment dans le sud de leur aire de répartition. Un outil cartographique interactif de diffusion de ces résultats a été mis en ligne [57].

- Une étude sur le climat et la croissance radiale de 26 000 épinettes noires dans la forêt aménagée (1960 à 2004, Direction des inventaires forestiers [DIF]) a été publiée dans la prestigieuse revue scientifique *Science*, en collaboration avec quatre universités et le consortium Ouranos [11]. Au sud du 49^e parallèle, les températures plus chaudes nuisaient à la croissance de l'épinette noire en raison de la moins grande disponibilité de l'eau. Au nord du 49^e parallèle, où sa disponibilité était plus grande, l'augmentation de la température, la fonte plus hâtive de la neige au printemps et l'allongement de la saison de croissance étaient généralement bénéfiques à la croissance des épinettes. Dans le contexte du réchauffement climatique, le nord-est de l'Amérique du Nord pourrait donc servir de refuge à l'épinette noire, contrairement aux parties centrales et occidentales de la forêt boréale du continent.
- L'effet de la sécheresse sur la nutrition d'une forêt boréale a été étudié d'après les flux d'éléments nutritifs avant, pendant et après la grave sécheresse de juillet 2012 (précipitation mensuelle de 20 mm au lieu de 150 mm) [15]. Pendant et peu de temps après la sécheresse, des pertes importantes de nutriments provenant des pluviollessivats et de la chute de litière ont été observées. Des pertes nettes de potassium ont été particulièrement importantes, représentant près de 20 ans de pertes nettes dans des conditions « normales ». Les pertes de potassium associées à la sécheresse devraient être plus fréquentes et importantes avec les changements climatiques. Elles devraient donc s'ajouter aux pertes provenant de la récolte d'arbres, des incendies de forêt et des épidémies d'insectes et contribuer à réduire la disponibilité du potassium dans les forêts boréales.
- L'application Web CLASS a été développée afin de localiser sur un territoire donné les polygones forestiers qui présentent, en moyenne, le meilleur potentiel de productivité pour chaque essence en utilisant les prédictions d'accroissement potentiel en surface terrière ou d'indices de qualité de stations (IQS) potentiels, ainsi que les valeurs des intervalles de confiance qui leur sont associés [54].
- Une veille scientifique a été réalisée sur la présence de vers de terre d'origine asiatique dans le nord-est des États-Unis [48]. Actuellement, les vers de terre au Québec sont, pour la plupart, d'origine européenne. Toutefois, des espèces d'origine asiatique, beaucoup plus actives et perturbatrices que celles d'origine européenne, ont colonisé certains sols forestiers des États limitrophes du Vermont, de New York et du Maine. Selon toute vraisemblance, ce n'est qu'une question de temps avant qu'ils ne colonisent les forêts du sud du Québec, ce qui pourrait occasionner des changements importants sur la biodiversité et la dynamique forestière.

- Des efforts de transfert des connaissances et de vulgarisation auprès de la communauté scientifique [21, 86, 87] et forestière [49, 97, 117], des propriétaires de boisés privés [107] et du grand public [23, 108] ont été effectués.

Perspectives

- Grâce à ses travaux, l'équipe d'écosystème et environnement devrait rendre disponibles, au cours de la prochaine année, les résultats des études suivantes :
 - Suivi d'une érablière à Duchesnay, 20 ans après le chaulage;
 - Croissance de jeunes érablières éclaircies 5 ans après l'épandage de biosolides;
 - Analyse du phénomène d'envahissement du hêtre à grandes feuilles dans les érablières du Québec;
 - Effet d'un réchauffement sur la respiration de sols boréaux *in situ*.
- Les chercheurs poursuivront l'analyse de la base de données de la DIF, unique au monde, qui contient approximativement 20 millions de mesures de la croissance annuelle de 365 000 arbres, provenant d'une quarantaine d'essences, afin de mieux comprendre les effets du climat sur la forêt québécoise.

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES ARBRES

L'acquisition de connaissances relatives aux paramètres génétiques de caractères d'intérêt chez les espèces forestières commerciales est utile pour sélectionner des variétés destinées au reboisement selon des objectifs précis. Les variétés sont produites 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.

Équipe

Professionnels :

- Mireille Desponts, biol., Ph. D.
- Marie-Josée Mottet, ing.f., M. Sc.
- Pierre Périnet, ing.f., M. Sc.
- Martin Perron, biol., Ph. D.
- André Rainville, ing.f., M. Sc.

Équipe technique :

- Jean-Noël Drouin, techn. for.
- Pier-Luc Faucher, techn. for.
- Alain Fauchon, techn. for.
- Guildo Gagnon, techn. for.
- Patricia Genois, ouvrière sylvicole

- Jean-Sébastien Joannette, techn. for.
- Danielle Lamontagne, techn. lab.
- Patrick Lemay, techn. for.
- Carol Parent, techn. for.

Réalisations

- Les chercheurs du créneau ont contribué à la vulgarisation des méthodes de sélection des arbres performants comme parents pour les vergers à graines, en vue d'obtenir des gains génétiques concernant la croissance, l'adaptation et la qualité de la forme des arbres [129].
- Dans un contexte de changements climatiques, la migration assistée, guidée par des connaissances scientifiques, fait partie des outils d'adaptation possibles. Huit sources génétiques (vergers) d'épinette blanche ont ainsi été plantées entre 2013 et 2015 dans neuf sites représentant un gradient climatique de 5,8 °C, répartis selon trois transects sud-nord situés dans l'est, au centre et dans l'ouest du Québec. À l'âge de deux ans, dans le premier transect situé dans l'est, le classement relatif des vergers, basé sur la hauteur des semis, se maintient, peu importe le site. La hauteur est fortement liée au climat d'origine du verger [35]. La plasticité phénotypique des traits fonctionnels, comme l'efficacité d'utilisation de l'eau et la photosynthèse, pourrait probablement permettre aux populations locales de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques pour un certain temps, mais il serait bénéfique de recourir au déplacement de provenances [81].
- Les modèles de transfert pour l'épinette blanche et l'épinette noire développés en 2014 ont été utilisés de façon opérationnelle dans deux régions témoins (Saguenay-Lac-Saint-Jean et Montréal). Ils ont permis de cibler des vergers à usages multiples qui donneraient de bons rendements à plusieurs endroits dans l'avenir, d'autres à protéger ou à déplacer en priorité et des vergers du sud qui pourraient être utilisés plus au nord.
- Une population de descendance, issue des croisements réalisés en 2012 entre *Populus maximowiczii* (peuplier du Japon) et *P. trichocarpa* (peuplier de l'Ouest), a été mise en terre à Duchesnay pour sélectionner rapidement des clones supérieurs adaptés à la culture en taillis de courte rotation pour la production de biomasse.
- À l'hiver 2017, un plan de croisements intraspécifiques a été finalisé en serre avec des peupliers deltoïdes sélectionnés dans les tests de descendance de Shipshaw et de Platon, ouvrant la voie à une nouvelle génération de cette espèce parentale importante pour le programme d'amélioration.

Perspectives

- Les améliorateurs ont collaboré à deux projets impliquant la sélection par la génomique. Le premier, intitulé « Tests rapides pour l'évaluation et l'amélioration des conifères (FastTRAC) », vise la qualité du bois chez l'épinette blanche et l'épinette de Norvège. Des analyses sont en cours pour évaluer la rentabilité

économique de l'intégration de cette nouvelle approche aux programmes d'amélioration de la DRF. Le deuxième, intitulé « Spruce-Up : génomique améliorée de l'épinette pour des forêts productives et résilientes », est en démarrage. Ces projets sont possibles grâce à la disponibilité des arbres établis dans les dispositifs expérimentaux aménagés par les chercheurs du créneau.

- Les résultats d'une étude récente démontrent que la sélection génomique pour les propriétés du bois (densité et angle des microfibrilles) chez l'épinette noire pourrait s'intégrer efficacement au programme d'amélioration génétique et accélérer notablement les sélections pour ces critères à l'avenir. Entre-temps, les sélections *in situ* pour la densité et le module d'élasticité (MoE) se poursuivent pour l'éclaircie des vergers de clones.
- La DRF poursuivra sa collaboration étroite avec la DGSPF pour préciser les zones de déplacement des variétés issues des vergers à graines dans un contexte de changements climatiques.
- En raison de la rapidité des changements climatiques, il est important de prendre les mesures nécessaires afin de préserver la capacité d'adaptation des essences forestières. Comme cette dernière est fortement liée à leur diversité génétique, une analyse est en cours et vise à déterminer le statut de conservation *in situ* (dans les aires protégées) et *ex situ* (dans les banques de semences) des ressources génétiques pour les 46 essences indigènes du Québec. Les premiers résultats concernant le statut de conservation des essences du Québec ont été présentés [117] et un mémoire de recherche est actuellement en production.
- Des données récentes recueillies dans les plantations d'épinette de Norvège par les chercheurs du créneau permettront de décrire la dynamique d'établissement de la régénération naturelle de cette espèce au Québec.
- Afin de répondre aux besoins en sources améliorées de pin blanc, les chercheurs de la DRF ont fait le bilan des travaux en amélioration génétique réalisés au Québec sur cette espèce. En collaboration avec les partenaires de la DGSPF et du Service canadien des forêts, ils ont déterminé les principaux besoins de recherche à court terme et préciseront les orientations à privilégier pour l'avenir.

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.

Équipe

Professionnels :

- Fabienne Colas, biol., DESS
- Jean Gagnon, ing.f., M. Sc.
- Mohammed Lamhamedi, ing.f., Ph. D.

Équipe technique :

- Daniel Girard, techn. for.
- Mario Renaud, techn. for.

Réalisations

Semences

- Des études ciblées ont été réalisées pour répondre à des préoccupations opérationnelles du Centre de semences forestières de Berthier et du réseau des pépinières du Québec [52, 53, 104, 105, 136].
- Le travail et la diffusion se sont poursuivis sur l'élaboration d'un nouveau contenant de conservation des graines en collaboration avec le Centre de technologie minérale et de plasturgie de Thetford Mines [16, 78].

Production de plants

- L'analyse des mesures obtenues avec un réseau sans fil de balances à la pépinière forestière de Normandin en 2015 a permis de démontrer l'efficacité du système pour détecter et corriger les problèmes des systèmes d'irrigation. Cette analyse a aussi permis de raffiner les paramètres de correction pour l'électronique afin d'obtenir des mesures justes dans toutes les conditions de terrain.
- Le concept de réseau sans fil de balances pour gérer l'irrigation des plants en récipients a été présenté aux pépiniéristes du Québec et publié en 2016 [14].
- Un bilan des résultats de croissance et de survie des 15 plantations de plants mycorhizés établies de 1985 à 1995 dans plusieurs régions écologiques du Québec a été réalisé de 4 à 21 ans après leur reboisement [37]. Les



Les composantes électroniques des balances ont été testées avec succès en pépinières et en laboratoire sous des conditions extrêmes (congélateur à -20°C) avec une alimentation de 3 piles alcalines AA (Photo : D. Girard, MFFP)

résultats des mesures définitives de ces plantations ont montré que l'inoculation artificielle en pépinière forestière avec différentes souches du champignon *Laccaria bicolor* n'a pas notablement amélioré la hauteur, le diamètre ni le taux de survie des plants en récipients par rapport à des plants témoins non inoculés. Parmi les causes possibles de cette absence de gains importants en plantation, les taux de mycorhization relativement faibles à la sortie de la pépinière des plants inoculés avec *L. bicolor*, de même que l'abondante mycorhization naturelle des plants témoins non inoculés, expliqueraient principalement ces résultats.

- Après avoir démontré l'efficacité de la fertilisation foliaire à base d'urée à augmenter rapidement la concentration foliaire d'azote sur des plants en croissance d'épinette noire, d'épinette blanche et de pin gris, deux autres dispositifs ont été mis en place avec des plants en croissance (été : épinette de Norvège) et en dormance (automne : épinette noire) produits en récipients 25-310.
- Les résultats préliminaires de certains travaux réalisés à l'échelle opérationnelle ont bien cerné les symptômes propres à la déficience en bore et ont également élaboré un calendrier de fertilisation pour corriger ces déficiences qui altèrent la qualité morphophysologique des plants [128].
- En étroite collaboration avec l'Université Laval, les variables morphophysologiques des sources génétiques de l'épinette blanche les plus utilisées dans le programme de reboisement au Québec ont été évaluées en pépinière pendant deux saisons de croissance et pendant la phase d'installation dans trois sites de plantation. Les résultats ont démontré l'existence ainsi que la stabilité de la variabilité génétique de leur performance, aussi bien en pépinière qu'en plantation [35].
- En étroite collaboration avec la Chaire de photonique de l'Université Laval, des capteurs électrochimiques de première génération de dosage *in situ* et en temps réel des nitrates et du potassium ont été mis au point et évalués à une échelle opérationnelle [90].
- Des résultats à caractère multidisciplinaire ont été présentés aussi bien en marge que dans le cadre de la 22^e Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Ces travaux ont mis l'accent sur la sélection hâtive, la migration assistée et la plasticité écophysologique par rapport aux changements climatiques [61, 80].
- 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 [1, 2, 6, 9, 13].
- Différentes activités d'accompagnement, de transfert de connaissances, d'expertises et de savoir-faire s'adressant aux pépinières forestières du Québec et aux praticiens du domaine sur les changements climatiques ont été réalisées pour aider les pépiniéristes à trouver des solutions aux différents problèmes à caractère technique liés à la filière de production de semences et de plants [16, 78, 81, 128].

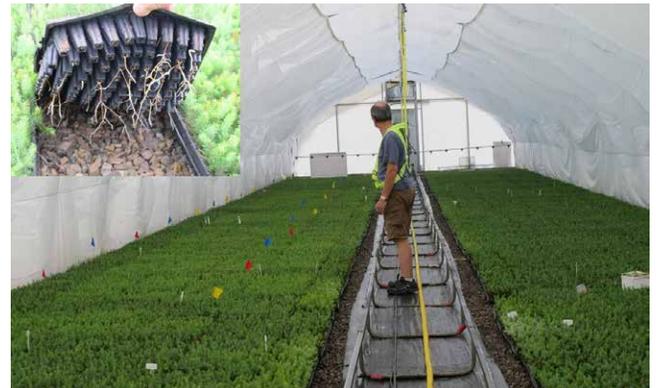
Perspectives

Production de plants

- Des activités de transfert de connaissances sur les balances électroniques seront réalisées. La documentation ainsi qu'un plan de formation sont en préparation.
- Les chercheurs poursuivront les travaux sur les matériaux de recouvrement (silice, calcite, etc.) et l'optimisation de la fertilisation avec le bore.
- D'autres travaux 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 graves épisodes de sécheresse.
- Les chercheurs continueront leur collaboration avec l'Université Laval afin :
 - de mettre au point et d'évaluer une nouvelle génération de fertilisants enrobés à l'aide de polymères pour réduire les émissions gazeuses azotées et le lessivage des minéraux;
 - d'évaluer les processus écophysologiques des sources génétiques relatifs à la migration assistée.



Dispositif expérimental sur l'évaluation des variables morphophysologiques des sources génétiques d'épinette blanche en conditions contrôlées en relation avec leur adaptation aux changements climatiques (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 d'épinette blanche sous une enceinte de bouturage de la pépinière de Grandes-Piles (photo : M. Lamhamedi, MFFP).

LE SERVICE DE LA SYLVICULTURE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

Les projets de recherche du SSRF sont regroupés sous 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, mixtes 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 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 écosystémique des forêts requiert que les aménagistes forestiers réduisent les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle. Pour les aider à relever ce défi, l'équipe développe des modalités de traitements sylvicoles qui concilient les enjeux écologiques et de rendement, dans une synergie qui favorise l'implantation de l'aménagement écosystémique. Les chercheurs étudient également les principaux traitements sylvicoles utilisés au Québec pour en connaître les effets sur les peuplements quant aux caractéristiques, à la production, au rendement de la naturalité et à la rentabilité. L'équipe formule des recommandations pour les décisions sylvicoles afin que l'aménagement des forêts permette une meilleure adéquation entre les objectifs poursuivis, les caractéristiques du peuplement et les conditions de la station.

Équipe

Professionnels :

- Martin Barrette, ing.f., *Ph. D.*
- Catherine Larouche, ing. f., *Ph. D.*
- Stéphane Tremblay, ing. f., *M. Sc.*

Équipe technique :

- Alexandre Dumas, techn. for.
- Louis Faucher, techn. for.
- Merieme Kerchi, techn. for.
- Denys Ladouceur, techn. for.
- Alain Langlois, techn. for.
- Carl Lemieux, techn. for.
- Govinda St-Pierre, techn. for.
- Richard Verret, techn. for.

Réalisations

- Conclusion d'une entente de collaboration avec l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue pour étudier les effets de l'éclaircie précommerciale sur la relation entre les arbres et la strate muscinale/lichénique et afin de déterminer s'il y a une favorisation de cette strate aux dépens des arbres.
- Des résultats surprenants ont été présentés dans un article scientifique [34] et lors de deux conférences [102,103] à propos de l'intensité des scénarios sylvicoles ayant des effets sur la composition, la structure et la production de bois dans le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc
- L'utilisation d'essences exotiques constitue un défi important dans l'aménagement durable des forêts. Les perspectives et les enjeux ont été diffusés dans un article scientifique [28].
- Deux conférences ont été présentées afin de faire état des résultats à moyen terme de la coupe progressive irrégulière [63, 95]. Il s'agit d'un procédé de régénération prometteur dans les sapinières à bouleau jaune et les peuplements de feuillus, car son application est flexible et adaptable aux besoins particuliers des essences à promouvoir.
- La sylviculture et les modèles de croissance développés pour prévoir l'évolution et le rendement des peuplements régénérés naturellement et par plantation ont fait l'objet d'un avis technique [56] et d'une conférence [135].
- Le succès de la régénération est primordial pour maintenir et régénérer les essences résineuses, qu'elles soient en voie de raréfaction ou non dans le peuplement. Deux avis de recherche ont été publiés pour améliorer les chances de réussite [43, 47].

Perspectives

- Un volet permettant d'étudier l'écophysiologie du thuya à l'échelle du semis a été entrepris pour mieux comprendre le développement de la régénération naturelle et artificielle sous couvert. Des plants produits sous des ombrières en pépinière ont également été mis en terre sous des couverts partiels.
- Dans le contexte de la coupe progressive irrégulière, les chercheurs expérimentent le contrôle de la végétation concurrente sous couvert afin d'éduquer la cohorte de régénération des peuplements aménagés par des coupes partielles.
- Un comité scientifique chargé de diffuser des résultats sur les effets réels de l'éclaircie précommerciale produira des recommandations et des mises à jour des modèles Natura et Artémis pour les peuplements résineux régénérés naturellement. Ces résultats seront ensuite étudiés sous l'angle de la dynamique du développement des jeunes peuplements éduqués.
- Les résultats à moyen terme de l'éclaircie précommerciale et commerciale permettront de valider les critères d'application et de les adapter au besoin. Ils serviront également à améliorer la sélection des peuplements et des stations les plus propices.
- L'expérimentation des modalités de traitements, telles que le dépressage, pour augmenter le rendement de sapinières de seconde venue très denses tout en mitigeant les répercussions sur les attributs écologiques du peuplement (c.-à-d. structure, composition).
- 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 la tordeuse des bourgeons de l'épinette, 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 peuplements forestiers fournira un outil aux aménagistes pour quantifier les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle.
- 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 MIXTES

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 leurs modes 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 rendement des peuplements mixtes 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.

Équipe

Professionnels :

- Marcel Prévost, ing.f., *Ph. D.*
- Daniel Dumais, ing.f., *M. Sc.*
- Patricia Raymond, ing.f., *Ph. D.*

Équipe technique :

- Julie Forgues, techn. for.
- Éric Saulnier, techn. for.
- Daniel Guimond, techn. for.
- Serge Williams, techn. for.
- Pascal Lainé, techn. for.
- Étienne Du Berger, techn. for.
- Gabrielle Tremblay-Brassard, techn. for.

Réalisations

- Du 24 au 26 août 2016, l'équipe a organisé la tournée sur le terrain pour les membres de la New England Society of American Foresters, lors de laquelle une trentaine de forestiers américains ont pu visiter différents dispositifs de recherche en sylviculture des forêts mixtes et de feuillus. Les résumés des présentations ont été publiés dans un compte-rendu [73, 82, 90, 92, 93, 95].
- L'équipe de recherche a également présenté plusieurs conférences dans des congrès scientifiques aux États-Unis, ce qui témoigne de son avant-gardisme et de son dynamisme [72, 91, 96].
- La participation au réseau *Mixedwood Initiative*, un groupe nord-américain de chercheurs qui travaillent en forêt mixte, a permis d'analyser la capacité d'adaptation des peuplements au futur climat projeté [17]. D'après cette étude, les peuplements mixtes du nord-est de l'Amérique du Nord auraient une meilleure capacité d'adaptation au climat futur que les peuplements résineux.



Photo : P. Raymond, MFFP

- Une revue de littérature exhaustive sur l'usage des trouées en sylviculture a permis de faire ressortir qu'au-delà de la taille des trouées, de nombreux facteurs tels que la qualité des lits de germination, la végétation concurrente et le broutement peuvent entraver la régénération des essences commerciales dans les forêts tempérées nord-américaines [18]. Outre la manipulation du couvert forestier, celle du sous-bois est aussi importante pour permettre la régénération naturelle. On recommande également d'adapter les procédés de régénération classiques afin de conserver des semenciers et des legs biologiques, tout en favorisant la diversité et l'hétérogénéité tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des trouées. Le recours à la régénération artificielle peut être aussi envisagé pour atteindre les objectifs de production.
- 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) a été étudiée pendant 5 ans dans des bétulaies jaunes résineuses de belle venue [27]. Les résultats démontrent que le sapin a une meilleure capacité que l'épinette à profiter rapidement de la lumière et de l'espace disponibles, et ce, sur une large gamme d'ouvertures du couvert. Par exemple, les croissances quinquennales en hauteur et latérale du sapin ont été, respectivement, de 40 et de 60 % supérieures à celles de l'épinette, en moyenne, pour les 4 intensités de prélèvement.

Perspectives

- Les résultats suivants sont attendus :
 - résultats décennaux d'une éclaircie précommerciale visant à accélérer la succession naturelle de la forêt mixte boréale;
 - résultats décennaux d'acclimatation et de développement de semis d'épinette blanche plantés pour rétablir la composante résineuse dans une bétulaie jaune dégradée;
 - résultats quinquennaux sur les effets de la coupe progressive irrégulière comme solution de rechange à la coupe totale dans la sapinière à bouleau jaune;



Organisation d'une tournée sur le terrain des membres de la New England Society of American Foresters au cours de laquelle des forestiers américains ont pu visiter différents dispositifs de recherche en sylviculture des forêts mixtes et de feuillus (photo : É. Saulnier, MFFP).

- résultats quinquennaux de la survie et du développement de semis d'épinette rouge plantés dans trois dispositifs de coupes progressives irrégulières en peuplements de feuillus, mixtes et de résineux.
- L'établissement d'une nouvelle expérience de mise en œuvre de la migration assistée en forêt mixte pour remettre en production des bétulaies jaunes appauvries par la coupe à diamètre limite [97].

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES – PEUPELEMENTS DE FEUILLUS

Les recherches en sylviculture et rendement des peuplements de feuillus naturels visent à développer des pratiques forestières permettant l'aménagement durable et écosystémique de ces forêts, en particulier pour l'amélioration de la production de bois de feuillus de qualité. Ces recherches sur les effets des traitements sylvicoles s'articulent autour de trois axes principaux :

1. L'étude de la croissance des arbres et du rendement en matière ligneuse des peuplements selon la qualité des bois;
2. La dynamique de la régénération des peuplements et les facteurs qui l'influencent;
3. La caractérisation des attributs écologiques des arbres et des peuplements, en fonction des traitements sylvicoles.

Équipe

Professionnels :

- Steve Bédard, ing.f., M. Sc.
- Martin-Michel Gauthier, ing.f., Ph. D.
- Christian Godbout, ing.f., Ph. D.
- François Guillemette, ing.f., M. Sc.

Professionnels associés :

- Filip Havreljuk, ing.f., Ph. D.
- Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc.

Équipe technique :

- Carlo Gros-Louis, techn. for.
- Jocelyn Hamel, techn. for.
- Pierre Laurent, techn. for.
- William Michaud, techn. for.
- Claudine Plante, techn. for.

Réalisations

- Le transfert des connaissances a occupé une place importante avec 18 activités touchant plusieurs sujets : des présentations sur les traitements sylvicoles en forêt de feuillus selon *Le Guide sylvicole du Québec* [121, 124, 126]; la problématique du hêtre dans les érablières [111, 112, 115]; l'utilisation de la notion de diamètre à maturité financière dans les prescriptions sylvicoles en fonction des recommandations du Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt

de feuillus [122, 123]; des visites de travaux sur le terrain en lien avec les traitements du *Guide* [113, 114, 125]. Les chercheurs ont également accueilli, pour des visites sur le terrain, un groupe de forestiers provenant du nord-est des États-Unis [63, 64, 65, 76] et, par la suite, un des chercheurs participants s'est également rendu dans l'État du Maine pour donner une conférence qui visait à comparer les pratiques sylvicoles du Québec à celle du nord-est des États-Unis [71]. Des présentations ont aussi été faites à propos des outils sylvicoles pour la production acéricole [131, 132, 138]. Ces activités ont permis de rejoindre plus de 250 professionnels du milieu forestier de même qu'environ un millier de producteurs acéricoles.

- Des résultats de 10 ans de croissance à la suite des éclaircies commerciales de différentes intensités dans des pinèdes à pin blanc et des pinèdes à pin rouge de l'Outaouais ont affiché de bons rendements forestiers [38, 44, 45, 46]. La pinède à pin rouge a montré de meilleurs rendements que la pinède à pin blanc. Cependant, la croissance en diamètre des arbres de diamètre à hauteur de poitrine de plus de 35 cm a été plus grande chez le pin blanc que chez le pin rouge. L'éclaircie, qui a laissé une surface terrière résiduelle de 18 à 20 m²/ha, a donné de meilleurs rendements en pins de dimension de bois d'œuvre que celle qui a laissé une surface terrière un peu plus grande (22 à 24 m²/ha).
- Les données de croissance des peuplements échantillonnés pour la mesure des effets réels des coupes de jardinage de 1995 à 1999 ont été utilisées pour valider les évolutions prédites par les modèles de croissance [40]. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que les modèles Artémis-2014 et SaMARE-2006 ont généralement bien simulé l'évolution de la surface terrière marchande pendant 10 ans après la coupe et qu'ils fournissent des prévisions plus plausibles qu'Artémis-2009.
- Une modalité fréquemment mise en avant dans la recherche d'une meilleure rentabilité financière des coupes partielles en forêt de feuillus consiste à récolter davantage de gros arbres de belle qualité dans les essences désirées. À cet effet, l'équipe a évalué à quels diamètres les perspectives d'accroissement du volume net et de la valeur financière de l'érable à sucre et du bouleau jaune devenaient négatives [41].

Perspectives

- Les effets de deux modalités d'éclaircie commerciale pratiquées dans des bétulaies blanches de 70 et de 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 la 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 du hêtre observé dans certaines érablières.
- Les chercheurs collaborent avec le 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 de feuillus et mixte.
- Les effets décennaux 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 expérimentation réalisée en collaboration avec la région de la Mauricie permettra de préciser la possibilité de confier à l'opérateur de l'abatteuse des prises de décisions de récolte 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 la ou les approches pouvant être employées en fonction des objectifs, à savoir la production exclusive de sève ou non.

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 un moyen d'augmenter la productivité des forêts et de consolider la production de matière ligneuse. Toutefois, il importe de réaliser toute la séquence des traitements sylvicoles, notamment en optimisant la gestion de la végétation concurrente, et de cibler les meilleurs investissements en fonction de leur rentabilité économique. Par ailleurs, les plantations permettent d'atteindre des objectifs d'aménagement écosystémique; cela implique de comprendre les effets des traitements sylvicoles en plantations sur la naturalité des écosystèmes.

Équipe

Professionnels :

- Nelson Thiffault, ing.f., *Ph. D.*
- Guy Prigent, ing.f., *M. Sc.*
- Charles Ward, ing.f., *M. Sc.*

Équipe technique :

- Maïté Brémont, techn. for.
- Jacques Carignan, techn. for.
- Évelyne Gaillard, techn. for.
- Guy Chantal, aide sylvicole
- François Lacombe, techn. for.
- Réjean Poliquin, techn. for.

Réalisations

- Publication de plusieurs articles qui traitent des effets du microsite de reboisement sur la survie et la croissance des plants quant à l'intensité de la préparation de terrain.
- Synthèse des perspectives et des enjeux associés à l'utilisation d'essences exotiques à croissance rapide dans un contexte d'aménagement écosystémique.
- Tenue de nombreuses activités de transfert concernant la sylviculture intensive des plantations afin d'en augmenter le rendement.
- Les chercheurs de la DRF ont documenté les effets de l'intensité de la préparation de terrain sur la survie et la croissance de conifères plantés ainsi que sur les caractéristiques des microsites de reboisement. Ils ont notamment démontré que le décapage de la matière organique ne présente pas d'avantages à court terme en regard de la survie, de la nutrition et de la croissance de l'épinette noire et du pin gris par rapport au scarifiage conventionnel à disques sur les stations boréales à humus épais dominées par les plantes éricacées [30, 31]. Leurs travaux ont également confirmé qu'une large gamme de préparation de terrain, depuis le scarifiage à disques jusqu'à l'inversion, engendre une croissance similaire pour le mélèze hybride au terme de six saisons de végétation [32]. Ces résultats ont également démontré que, pour cette essence, une préparation de terrain intense ne permet pas de réduire les besoins en dégagement mécanique.
- L'utilisation d'essences exotiques à croissance rapide soulève de nombreux enjeux. Les chercheurs de la DRF ont dirigé la rédaction d'un texte qui en fait la synthèse et qui présente les perspectives qu'implique leur intégration en aménagement écosystémique [28].
- Les chercheurs de la DRF ont également contribué à de nombreuses recherches en réseau, en participant notamment à la rédaction d'articles. Ces articles font état des enjeux de régénération forestière associés à l'augmentation des densités de grands herbivores à l'échelle de l'Amérique du Nord [5], traitent de la sylviculture nécessaire à la régénération des stations paludifiées [20] ou encore décrivent les effets à moyen terme (20 ans) de l'intensité de la sylviculture sur la croissance, la structure et la diversité des peuplements de la sapinière à bouleau blanc [34].
- Les chercheurs de la DRF ont diffusé, par voie de conférences et de visites sur le terrain, les plus récents résultats issus des travaux en sylviculture intensive des plantations [135].

Perspectives

- Les travaux en cours sur les microsites de reboisement fourniront des connaissances qui pourront directement être utilisées pour la classification et l'évaluation des microsites propices, en plus de connaissances fondamentales sur les mécanismes qui expliquent la réponse des plants mis en terre aux conditions de leur micro-environnement. Ils légueront par ailleurs un réseau de

placettes permanentes pour le suivi à long terme de la croissance des plantations, en fonction des traitements de scarifiage, des espèces, des types de plants, des caractéristiques du microsite et de la station.

- L'étude de plantations expérimentales parvenues au stade juvénile et issues d'un gradient d'intensité sylvicole se traduira par une capacité à ce jour inexistante de prédire la croissance et la mort des conifères mis en terre dans différents contextes écologiques et d'aménagement, depuis des scénarios de sylviculture intensive jusqu'à ceux propres à l'aménagement écosystémique. Le développement des connaissances concernant la notion de « libre de croître » aura pour sa part des retombées directes pour les sylviculteurs qui ont à prescrire les traitements de dégagement et de nettoisement des plantations.
- Les dispositifs expérimentaux de la Forêt d'expérimentation de Madawaska permettent maintenant d'évaluer les effets de la densité de reboisement et des éclaircies des plantations sur le rendement et la qualité du bois sur 30 ans. Des résultats de recherche concernant l'effet de l'élagage sur la croissance, l'architecture et la qualité du bois seront également disponibles.

MODÉLISATION DE LA CROISSANCE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

Les recherches pluridisciplinaires menées par les chercheurs en modélisation, en collaboration avec l'équipe de biométrie, visent à élaborer des modèles de croissance et de rendement de la forêt québécoise. La mise à jour des connaissances sur les facteurs qui ont un effet sur la dynamique des peuplements forestiers, à différentes échelles spatiales et temporelles, fait partie du processus d'amélioration continue de ces modèles. Un des défis actuels en modélisation consiste à intégrer les considérations climatiques dans les modèles existants et dans ceux en développement afin de réduire l'incertitude associée au climat futur dans les prévisions à long terme. Les modèles de croissance et de rendement représentent l'un des fondements de l'aménagement forestier durable et constituent un rouage important du calcul des possibilités forestières. Ces modèles sont couramment utilisés par les ingénieurs et les techniciens forestiers afin de les orienter dans leurs planifications stratégiques et tactiques.

Équipe

Professionnels :

- Guillaume Drolet, biol., M. Sc.
- Filip Havreljuk, ing.f., Ph. D.
- Hugues Power, ing.f., Ph. D.
- Jean-Daniel Sylvain, géographe, M. Sc.

Équipe technique :

- Pierre-Luc Déchêne, techn. for.
- Jolène Lemieux, techn. for.
- Hervé Lortie, techn. for.
- Luc Papillon, techn. for.

Réalisations

- Publication d'un article sur la prévision et l'évolution de la qualité des tiges feuillues [26] et présentation des résultats dans le cadre d'une conférence internationale [89]. Ces équations ont également été intégrées dans le modèle de croissance Artémis. Les nouvelles fonctions du modèle permettent d'estimer la qualité actuelle et future des principales essences feuillues du Québec et pourront aider les aménagistes forestiers dans leur prise de décisions.
- Démarrage d'un comité de travail pancanadien sur la cartographie numérique des sols (Canadian Digital Soil Mapping-Working Group [CDSM-WG]). Le CDSM-WG vise à promouvoir l'utilisation de la cartographie numérique des sols au Canada et à dresser une cartographie complète des propriétés du sol selon les spécifications du projet *GlobalSoilMap*. Dans le cadre de cette collaboration, les chercheurs ont généré une carte des stocks de carbone pour la portion de 0 à 30 cm du sol pour l'ensemble du Canada. La carte résultant de ces travaux a été intégrée dans le projet de cartographie internationale *Global Soil Organic Carbon Map* de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (<http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/4-information-and-data/global-soil-organic-carbon-gsoc-map/en/>).
- Participation de deux chercheurs du créneau de modélisation au comité scientifique chargé d'étudier l'écologie et la sylviculture des peuplements contenant du hêtre et de l'érable [115].
- Publication d'un article sur l'étude de la résistance du bois en fonction des caractéristiques de cimes vivantes de l'épinette noire [25].
- Dépôt d'un nouveau projet de recherche portant sur le « Développement d'une approche de modélisation de la croissance basée sur les bilans énergétique, hydrologique et de carbone dans la sapinière à bouleau blanc de l'Est ». Ce projet permettra d'acquérir des

connaissances sur la dynamique spatiale et temporelle des conditions pédoclimatiques dans une sapinière juvénile et d'intégrer cette information dans un modèle de croissance multiéchelle (de la cellule au peuplement). Le modèle qui découlera de ce projet permettra de vérifier la robustesse des prévisions dans un contexte de changements climatiques simulés et constituerait une avenue potentielle de modélisation pour les futures générations de modèles.

- Parmi les activités de transfert de connaissances réalisées par les chercheurs du créneau, parfois en collaboration avec des partenaires, notons la publication de deux articles scientifiques [25, 26] et d'une note de recherche [40], la présentation de conférences et d'affiches dans des rencontres scientifiques d'envergure internationale [89], la transmission des résultats à des praticiens lors des conférences locales [88, 117] et des visites de travaux sur le terrain ainsi que la rédaction et la diffusion d'avis techniques [50, 51].

Perspectives

- Mettre à jour les modèles du simulateur de croissance SaMARE. Ces mises à jour, réalisées à partir des données recueillies dans les dispositifs du créneau de sylviculture et rendement des forêts naturelles — peuplements de feuillus, permettront de mieux évaluer les effets des coupes partielles en forêt de feuillus 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, en collaboration avec les chercheurs des créneaux de sylviculture et du rendement des forêts naturelles, 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.
- Produire un profil spatial et quantitatif des propriétés physicochimiques des sols forestiers à une résolution spatiale de 100 m. La publication de cartes est prévue pour l'année 2017. Ces cartes permettront de soutenir la mise en place d'orientations stratégiques et la gestion de la ressource forestière.
- Étudier la répartition spatiale de la mortalité des arbres à l'échelle du Québec avec les données provenant de l'inventaire forestier et de la télédétection (aéroportée et satellitaire) dans le but de mieux comprendre les facteurs environnementaux et écologiques impliqués dans ce processus. Les connaissances acquises permettront de suivre la dynamique spatiotemporelle de la mortalité et contribueront à l'amélioration des modèles.
- Quantifier l'effet des conditions pédoclimatiques locales sur la croissance diamétrale et la mortalité de certaines essences commerciales de la forêt mixte dans le but de mieux comprendre leur vulnérabilité aux changements climatiques.



Équipe de modélisation. De gauche à droite : Filip Havreljuk, Jolène Lemieux, Jean-Daniel Sylvain, Hugues Power, Guillaume Drolet et Hervé Lortie. Luc Papillon et Pierre-Luc Déchêne sont absents de la photo (photo : D. Dubeau, MFFP)

- Collaborer avec les chercheurs du créneau d'amélioration génétique des arbres pour analyser le statut de conservation des ressources génétiques forestières arborescentes de la forêt commerciale du Québec.

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 et la charge de travail ressentie. 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.

Équipe

Professionnels :

- Denise Dubeau, ing.f. *Ph. D.*

Réalisations

- Une base de données regroupant toutes les recherches effectuées par la DRF sur le travail forestier est en cours de conception. Une fois construite, cette base de données rendra possible des analyses plus détaillées pour tenter de faire ressortir des variables qui ne s'expriment pas dans les modèles de prédiction de la productivité, mais qui sont jugées importantes par les travailleurs, comme l'abondance d'objets faisant obstacle à leurs déplacements sur le terrain.

Perspectives

- De nouveaux traitements ou des variantes de traitements sylvicoles sont en cours d'essai. Une fois qu'ils seront mis en application sur une base opérationnelle, ils feront l'objet d'une étude de productivité et de charge de travail. Par exemple, des essais de dépressage par bandes ont été amorcés en 2016 et se poursuivront en 2017. D'ici quelques années, il serait pertinent d'étudier ce travail pour définir les facteurs qui influencent la productivité et contribuer au rajustement des taux unitaires (\$/ha) par le Bureau de mise en marché des bois (BMMB).

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 notablement à accroître la valeur scientifique des résultats de recherche publiés.

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

Les forêts d'expérimentation (FE) sont des portions du territoire public réservées exclusivement à des fins de recherche et d'expérimentation en sciences forestières. Elles constituent des sites privilégiés pour ces activités, puisque les dispositifs expérimentaux qui y sont établis jouissent d'une reconnaissance et d'une protection légale. Les FE sont constituées à même les territoires forestiers du domaine de l'État. Les seules activités d'aménagement forestier qui y sont autorisées sont celles liées à la recherche et à l'expérimentation. Les FE sont inscrites au Registre du domaine de l'État (RDE). Le réseau des FE compte actuellement 625 territoires, répartis dans les sous-zones de la forêt décidue, de la forêt mélangée et de la forêt boréale continue du Québec.

Les principaux utilisateurs des FE sont, au MFFP : 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 2016-2017, 25 FE sont arrivées à échéance. En ce moment, 243 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, confier la gestion des FER à un organisme à but non lucratif dont la mission est l'enseignement ou la recherche fondamentale ou appliquée en sciences forestières. Le réseau des FER compte actuellement 17 territoires gérés pour la plupart par des établissements d'enseignement secondaire, collégial ou universitaire.

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 (<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>). Ses collections comptent actuellement 168 817 spécimens de plantes vasculaires, de bryophytes et de lichens. À cela 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 taxinomie, en floristique et en malherbologie, fournit un soutien scientifique et technique aux activités du Gouvernement du Québec et 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 connaissance des espèces de la flore québécoise, de leur écologie, de leur utilisation et, notamment, à la protection de ses éléments menacés ou vulnérables. Le personnel de l'herbier collabore activement avec d'autres unités du MFFP et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) à des projets de conservation des ressources floristiques dans le cadre d'une entente administrative entre ces deux ministères.

Équipe

Professionnels :

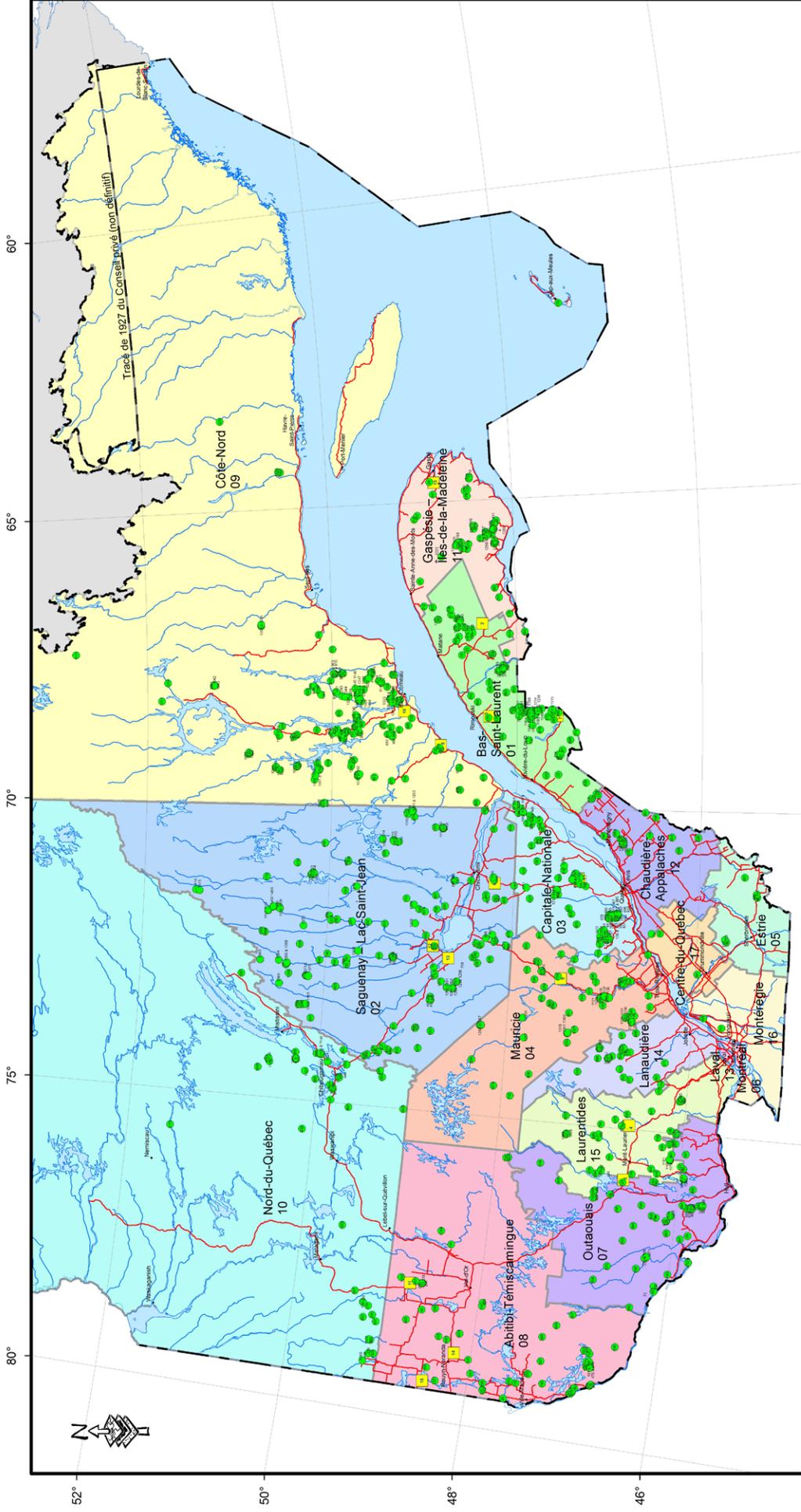
- Norman Dignard, ing.f., botaniste

Équipe technique :

- Andrée Michaud, techn. faune

Réalisations

- Mise en ligne du site Internet de l'Herbier du Québec <http://www.herbierduquebec.gouv.qc.ca>.
- Corrections et remise des textes du volume 3 de la *Flore nordique du Québec et du Labrador* (à paraître).
- Corrections apportées au second jeu de données sur le site Internet du réseau Canadensys, concernant 90 000 spécimens de plantes vasculaires.



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
- 0 100 km

- Forêt d'expérimentation 2018
- Forêt d'enseignement et de recherche

Direction de la recherche forestière
 Note : Le présent document n'a aucune portée légale
 © Gouvernement du Québec, 1^{er} trimestre 2018

Conique de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

- Poursuite de l'intégration et de l'informatisation de l'herbier de l'Institut de technologie agroalimentaire, campus de La Pocatière.
- Production de textes et d'illustrations pour la nouvelle édition revue et augmentée de la *Petite flore forestière du Québec* (à paraître).

Perspectives

- Production d'un outil de reconnaissance des habitats des plantes menacées ou vulnérables, couvrant le territoire forestier attribuable du Québec (collaboration MFFP-MDDELCC).
- Numérisation des collections d'importance scientifique et historique.
- Poursuite de l'informatisation et de la géolocalisation des données de biodiversité de l'herbier afin de rendre les données accessibles sur le portail Canadensys. Les spécimens numérisés seront progressivement ajoutés au portail.
- Implantation progressive du code-barres pour faciliter la gestion courante des collections.
- Bonification du site Internet de l'Herbier du Québec afin d'y augmenter le nombre de spécimens disponibles pour consultation.
- Finalisation du nouveau modèle de convention de gestion des FER et renouvellement des conventions.

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 DIF ainsi que des pépinières privées et des organismes de recherche. S'appuyant sur des ressources humaines qualifiées et spécialisées, le laboratoire effectue la caractérisation chimique et physique de sols, de substrats, de 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.

Équipe

Professionnels :

- Carol Deblois, chim.
- Denis Langlois, chim.

Équipe technique :

- Michel Allard, techn. lab.
- Martine Beaumont, techn. lab. spécialiste
- Marc Bilodeau, techn. lab.
- Nicole Drouin, techn. lab. spécialiste
- Ginette Mainguy, techn. lab.
- Karyne Morin, techn. lab.
- Dominique Savard, techn. lab.

- Liette Simard, auxiliaire de laboratoire
- Karine Thériault, techn. lab.

Réalisations

- Près de 19000 nouveaux échantillons répartis sur plus de 1200 demandes d'analyses ont été confiés au laboratoire durant cette dernière année. Les activités analytiques, de soutien et de conseil scientifique ont été allouées comme suit :
 - environ 80 % à la DRF pour 11 projets de recherche dans les secteurs de la génétique, de la reproduction, de l'écologie, de la sylviculture et du rendement des forêts;
 - environ 14 % (chiffre comprenant la qualification chimique des plants) à la DGSPF et à la DIF;
 - 5 % pour la clientèle externe composée surtout des pépinières privées, principalement pour le suivi de la production des plants destinés au reboisement;
 - un peu plus de 1 % pour la participation à 10 études de programme international d'essais d'aptitude, pour lesquelles le laboratoire performe très bien, et pour quelques autres projets internes.
- L'analyse du strontium a été ajoutée à des méthodes existantes d'analyse des tissus foliaires et des sols.
- Le progiciel de traitement des données et de gestion des dossiers utilisé par le laboratoire a été mis à jour.
- L'historique de l'entretien des instruments a été informatisé pour en faciliter la consultation.
- Un historique des méthodes et des instruments utilisés au laboratoire a été constitué.

Perspectives

- La validation et la finalisation de la mise à jour des documents liés au système de gestion de la qualité de même que le transfert de méthodes sur des instruments plus récents restent à achever.

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 tout au long de 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

Répartition du temps de l'équipe de biométrie (%) par type d'activité en 2016-2017



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.

Équipe

Professionnels :

- Isabelle Auger, stat., M. Sc.
- Lise Charette, stat., B. Sc.
- Josianne DeBlois, stat., M. Sc.
- Marie-Claude Lambert, stat., M. Sc.
- Patrice Tardif, mathém., Ph. D.

Réalisations

- En 2016-2017, l'équipe de biométrie a réalisé 34 projets d'analyse statistique ou mathématique. Au 31 mars 2017, 27 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 2016-2017, l'équipe a accordé 286 consultations se rapportant à 42 projets de la DRF. Il est intéressant de noter que près de 91 % des chercheurs ont consulté au moins une fois l'équipe de biométrie. Par ailleurs, la DIF, le BMMB, le BFEC, ainsi que la DGSPF ont bénéficié des services de l'équipe de biométrie, que ce soit pour un traitement statistique ou pour une consultation. De plus, la sélection des arbres d'avenir dans le programme d'amélioration génétique découle directement des analyses utilisant les modèles de génétique quantitative élaborés par les membres de l'équipe.
- Au chapitre des publications et des activités de transfert de connaissances par les membres de l'équipe de biométrie, notons :
 - la publication d'une note de recherche forestière sur une nouvelle relation hauteur-diamètre pour 27 essences commerciales du Québec [39];
 - la publication, comme auteur principale, de deux avis techniques [50, 51] et d'un guide d'utilisation [42], de même que la présentation d'une conférence lors d'un congrès scientifique [62];

- la participation aux analyses statistiques et à la rédaction de plusieurs articles scientifiques [7, 8, 35] et d'avis techniques [52, 53, 54, 56];
- 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, pour la synthèse des besoins de recherche exprimés par les clients de la DRF et pour les tâches d'éditrice associée pour certaines notes et mémoires de recherche;
- la participation au site Internet « Carte de visualisation des espèces » présentant les effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat des espèces (<http://mffp.gouv.qc.ca/changements-climatiques/outil/carte.html>).

GÉOMATIQUE

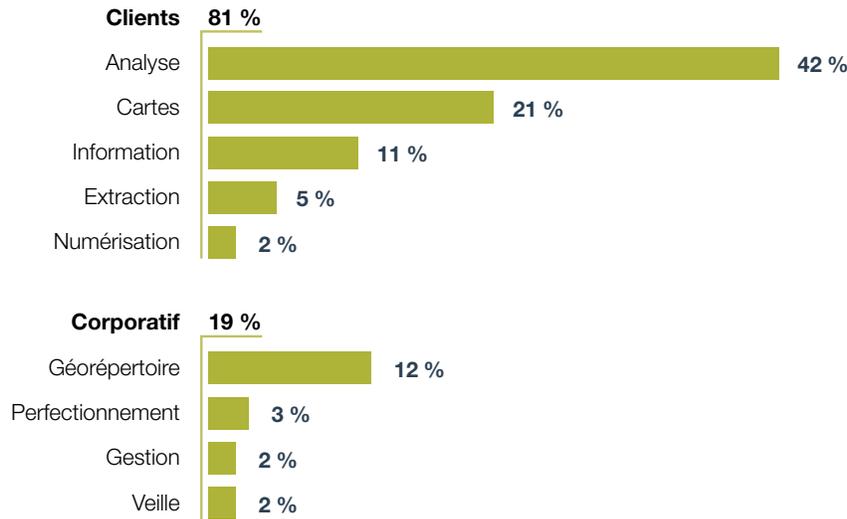
L'équipe de géomatique offre un soutien aux chercheurs de la DRF en ce qui a trait à la cartographie, à l'écologie numérique et à l'analyse des données écoforestières. Elle gère, bonifie et documente un géorépertoire qui rassemble des données concernant les inventaires, la cartographie écoforestière, 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 2016-2017, 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 présentée à la page suivante illustre la répartition de ces demandes.

Équipe

Équipe technique :

- Jean Noël, techn. for.
- Véronique Poirier, techn. géomatique

Répartition des demandes d'analyse et d'information (%) en 2016-2017



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, afin de rendre disponible 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.

Équipe

Professionnelle :

- Denise Tousignant, M. Sc., C. pratiques rédactionnelles

Réalisations

- 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 scientifiques et vulgarisés publiés dans ses propres collections ou ailleurs. Dans les collections scientifiques de la DRF, l'exercice budgétaire 2016-2017 a donné lieu à la publication de 2 mémoires de recherche forestière et de 3 notes de recherche forestière. La DRF remercie chaleureusement tous les réviseurs anonymes qui ont participé au processus d'évaluation scientifique par les pairs pour ces publications.

- Au cours de l'exercice 2016-2017, la DRF a aussi publié 1 guide d'utilisation pour des logiciels, 7 avis de recherche forestière et 7 avis techniques.
- L'équipe de transfert a coordonné l'accueil de trois groupes de visiteurs pour une tournée des laboratoires de la DRF (chimie organique et inorganique, dendrochronologie, semences) ainsi que de l'Herbier du Québec.
- En ce qui a trait à la relation avec sa clientèle, la DRF a traité 42 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 et les autres, par téléphone.

SUBVENTION À LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT

Le MFFP, en partenariat avec le FRQNT, 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 pour 2016-2017. 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 2016-2017

PUBLICATIONS ET PRÉSENTATIONS PAR TYPE

Articles scientifiques	36
Mémoires de recherche forestière	2
Notes de recherche forestière	3
Guides	1
Avis de recherche forestière	7
Avis techniques	7
Logiciels	1
Rapports divers	3
Présentations — Congrès scientifiques	43
Articles de vulgarisation	4
Documents audiovisuels	1
Activités de transfert des résultats de recherche	27
Présentations diverses	3

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

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

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

ARTICLES SCIENTIFIQUES

001 Abidine, A.Z.E., M. Bouderrah, A. Bekkour, **M.S. Lamhamedi** et Y. Abbas, 2016. *Croissance et développement des plants de deux provenances de chêne-liège produits en pépinière dans des conteneurs de différentes profondeurs*. For. méditerran. 2(Juin): 137-150.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Foret-mediterraneenne-juin-2016.pdf>

002 Abidine, A.Z.E., M. Bouderrah, A. Moustahssen et **M.S. Lamhamedi**, 2016. *Relations hydriques et croissance de plants soumis à un déficit hydrique édaphique graduel — Cas du cèdre de l'Atlas, du pin maritime de montagne et du cyprès de l'Atlas*. For. méditerran. 4(décembre): 327-342.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Foret-mediterraneenne-4-dec2016.pdf>

003 Albouchi, A., Z. Béjaoui, **M.S. Lamhamedi**, M. Abassi et M.-H. El Aouni, 2016. *Relations hydriques chez trois clones de peuplier euraméricain soumis à un gradient d'hydromorphie / Water relations in three Euramerican poplar clones subjected to a gradient of waterlogging*. Geo-Eco-Trop 40(4): 345-400.

004 Asselin, M., **P. Grondin**, M. Lavoie et B. Fréchette, 2016. *Fires of the last millennium led to landscapes dominated by early successional species in Québec's clay belt boreal forest, Canada*. Forests 7(9): 205. doi:10.3390/f7090205.

005 Beguin, J., J.-P. Tremblay, **N. Thiffault**, D. Pothier et S.D. Côté, 2016. *Management of forest regeneration in boreal and temperate deer-forest systems: challenges, guidelines, and research gaps*. Ecosphere 7(10): e01488.

006 Béjaoui, Z., K. Mguis, M. Abassi, A. Albouchi et **M.S. Lamhamedi**, 2016. *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.

007 Boucher, Y., I. Auger, J. Noël, **P. Grondin** et D. Arseneault, 2017. *Fire is a stronger driver of forest composition than logging in the boreal forest of eastern Canada*. J. Veg. Sci. 28: 57-68.

008 Boucher, Y., M. Perrault-Hébert, R. Fournier, P. Drapeau et I. Auger, 2017. *Cumulative patterns of logging and fire (1940–2009): consequences on the structure of the eastern Canadian boreal forest*. Landsc. Ecol. 32: 361-375.

009 Caron, W.-O., **M.S. Lamhamedi**, J. Viens et Y. Messaddeq, 2016. *Practical application of electrochemical nitrate sensor under laboratory and forest nursery conditions*. Sensors 16(8): 1190.

010 Correia, D.L.P., F. Raulier, É. Filotas et **M. Bouchard**, 2017. *Stand height and cover type complement forest age structure as a biodiversity indicator in boreal and northern temperate forest management*. Ecol. Indic. 72: 288-296.

011 D'Orangeville, L., **L. Duchesne**, **D. Houle**, D. Kneeshaw, B. Côté et N. Pederson, 2016. *Northeastern North America as a potential refugium for boreal forests in a warming climate*. Science 353(6292): 1452-1455.

- 012** Fontaine, L., **N. Thiffault**, D. Paré, J.A. Fortin et Y. Piché, 2016. *Phosphate-solubilizing bacteria isolated from ectomycorrhizal mycelium of Picea glauca are highly efficient at fluorapatite weathering*. Botany doi: dx.doi.org/10.1139/cjb-2016-00089.
- 013** Gaba-Chahboub, H., **M.S. Lamhamedi** et O. Abrous-Belbachir, 2016. *Effet de l'inoculation ectomycorhizienne en pépinière sur la croissance et la nutrition des plants du cèdre de l'Atlas en Algérie*. Bois For. Trop. 330(4): 57-68. <http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Bois-foret-tropiques-330-4-57-68.pdf>
- 014** Girard, D. et **J. Gagnon**, 2016. *Wireless network of electronic scales to monitor the substrate volumetric water content for managing irrigation of containerized seedlings produced in forest nurseries*. TPN 59(2): 9-19.
- 015** Houle, D., G. Lajoie et **L. Duchesne**, 2016. *Major losses of nutrients following a severe drought in a boreal forest*. Nature Plants 2(Décembre): doi:10.1038/nplants.2016.187.
- 016** Hu, L., É. Leclair, M. Poulin, **F. Colas**, P. Baldet et P.Y. Vuillaume, 2016. *Clay/polyethylene composites with enhanced barrier properties for seed storage*. Polym. Polymer Compos. 24(6): 387-394.
- 017** Kabrick, J.M., K.L. Clark, A.W. D'Amato, D.C. Dey, L.S. Kenefic, C.C. Kern, B.O. Knapp, D.A. MacLean, **P. Raymond** et J.D. Waskiewicz, 2017. *Managing hardwood-softwood mixtures for future forests in eastern North America: Assessing suitability to projected climate change*. J. For. doi: org/10.5849/jof.2016-024.
- 018** Kern, C.C., J.I. Burton, **P. Raymond**, A.W. D'Amato, W.S. Keeton, A.A. Royo, M.B. Walters, C.R. Webster et J.L. Willis, 2017. *Challenges facing gap-based silviculture and possible solutions for mesic northern forests in North America*. Forestry 90: 4-17.
- 019** Laflamme, J., A.D. Munson, **P. Grondin** et D. Arseneault, 2016. *Anthropogenic disturbances create a new vegetation toposequence in the Gatineau River valley, Quebec*. Forests 7(254). doi:10.3390/f7110254.
- 020** Lafleur, B., S. Renard, C. Leroy, N.J. Fenton, M. Simard, S. Gauthier, D. Paré, A. Leduc, **N. Thiffault** et Y. Bergeron, 2016. *Silviculture to sustain productivity in black spruce paludified forests*. For. Ecol. Manage. 375: 172-181.
- 021** Lawrence, G.B., I.J. Fernandez, P.W. Hazlett, S.W. Bailey, D.S. Ross, T.R. Villars, A. Quintana, **R. Ouimet**, M.R. McHale, C.E. Johnson, R.D. Briggs, R.A. Colter, J. Siemion, O.L. Bartlett, O. Vargas, M.R. Antidomi et M.M. Kippers, 2016. *Methods of soil resampling to monitor changes in the chemical concentrations of forest soils*. J. Vis. Exp. 2016 Nov 25; (117): doi: 10.3791/54815.
- 022** Leroy, C., A. Leduc, **N. Thiffault** et Y. Bergeron, 2016. *Forest productivity after careful logging and fire in black spruce stands of the Canadian Clay Belt*. Can. J. For. Res. 46: 783-793.
- 023** Ouellet, M. et **J.-D. Moore**, 2016. *Silver-white variants of the Eastern Red-backed Salamander, Plethodon cinereus, from Eastern Canada*. Can. Field Nat. 130(2): 133-136.
- 024** Périé, C. et S. De Blois, 2016. *Dominant forest tree species are potentially vulnerable to climate change over large portions of their range even at high latitudes*. PeerJ 4(e: 2218).
- 025** Power, H., T. Franceschini, R. Schneider, I. Duchesne et F. Berninger, 2016. *Crown characteristics slightly improve lumber mechanical property models for black spruce (Picea mariana [Mill.] BSP)*. For. Chron. 92(2): 245-253.
- 026** Power, H. et **F. Havreljuk**, 2016. *Predicting hardwood quality and its evolution over time in Quebec's forests*. Forestry. doi: 10.1093/forestry/cpw059.
- 027** Prévost, M., **D. Dumais** et **J. DeBlois**, 2016. *Morphological response of conifer advance growth to canopy opening in mixedwood stands, in Quebec, Canada*. Trees 30(5): 1735-1747.
- 028** Salmon Rivera, B., **M. Barrette** et **N. Thiffault**, 2016. *Issues and perspectives on the use of exotic species in the sustainable management of Canadian forests*. Reforesta 1: 261-280.
- 029** Splawinski, T.B., I. Drobyshev, S. Gauthier, Y. Bergeron, D.F. Greene et **N. Thiffault**, 2016. *Precommercial thinning of Picea mariana and Pinus banksiana: Impact of treatment timing and competitors on growth response*. For. Sci. 62. doi: <http://dx.doi.org/10.5849/forsci.15-178>.
- 030** Thiffault, N., 2016. *Effets à court terme du décapage de la matière organique sur la croissance et la nutrition d'épinettes noires et de pins gris mis en terre en forêt boréale*. For. Chron. 92(2): 210-220. [http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/For-Chron-92-2-210-220\(Fr\).pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/For-Chron-92-2-210-220(Fr).pdf)

031 Thiffault, N., 2016. *Short-term effects of organic matter scalping on the growth and nutrition of black spruce and jack pine seedlings planted in the boreal forest*. For. Chron. 92(2): 221-231.

[http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/For-Chron-92-2-221-231\(Ang\).pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/For-Chron-92-2-221-231(Ang).pdf)

032 Thiffault, N., A. Paquette et C. Messier, 2017. *Early silvicultural guidelines for intensive management of hybrid larch plantations on fertile sub-boreal sites*. Silvæ Fenn. 51(2): article id 1716.

033 Trottier-Picard, A., É. Thiffault, N. Thiffault, A. Desrochers, D. Paré et C. Messier, 2016. *Complex impacts of logging residues on planted hybrid poplar seedlings in boreal ecosystems*. New For. doi: 10.1007/s11056-016-9550-8.

034 Urli, M., N. Thiffault, M. Barrette, L. Bélanger, A. Leduc et D. Chalifour, 2017. *Key ecosystem attributes and productivity of boreal stands 20 years after the onset of silviculture scenarios of increasing intensity*. For. Ecol. Manage. 389: 404-416.

035 Villeneuve, I., M.S. Lamhamedi, L. Benomar, A. Rainville, J. DeBlois, J. Beaulieu, M.-C. Lambert et H. Margolis, 2016. *Morpho-physiological variation of white spruce seedlings from various seed sources and implications for deployment under climate change*. Front. Plant Sci. 7: 1450. doi: 10.3389/fpls.2016.01450.

036 Waldron, K., J.-M. Lussier, N. Thiffault, F. Bujold, J.-C. Ruel et B. St-Onge, 2016. *The Delphi method as an alternative to standard committee meetings to identify ecological issues for forest ecosystem-based management: A case study*. For. Chron. 92(4): 453-464.

MÉMOIRES DE RECHERCHE FORESTIÈRE

037 Gagnon, J., 2016. *Performance de plants mycorhizés après 4 à 21 ans de croissance dans 15 plantations établies dans plusieurs régions écologiques du Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 178. 31 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Gagnon-Jean/Memoire178.pdf>

038 Godbout, C., 2016. *Éclaircie commerciale de la pinède à pin rouge et de la pinède à pin blanc de la forêt d'expérimentation du Ruisseau-de-l'Indien en Outaouais : résultats de 10 ans*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 177. 102 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Godbout-Christian/Memoire177.pdf>

NOTES DE RECHERCHE FORESTIÈRE

039 Auger, I., 2016. *Une nouvelle relation hauteur-diamètre tenant compte de l'influence de la station et du climat pour 27 essences commerciales du Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 146. 31 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Note146.pdf>

040 Gauthier, M.-M., F. Guillemette, H. Power et F. Havreljuk, 2016. *Capacité des modèles SaMARE et Artémis à simuler l'évolution des peuplements après une coupe de jardinage pratiquée dans un contexte opérationnel*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 144. 18 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Gauthier-Martin-Michel/Note144.pdf>

041 Guillemette, F., 2016. *Diamètres à maturité pour l'érable à sucre et le bouleau jaune au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 145, 14 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Note145.pdf>

GUIDES

042 Auger, I., 2017. *Guide d'utilisation du simulateur de croissance forestière Natura-2014 sur Capsis*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Guide Version 1.0. 38 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/GuideUtilisationNatura-2014.pdf>

AVIS DE RECHERCHE FORESTIÈRE

043 Dumais, D., M. Prévost, P. Raymond et C. Larouche, 2016. *Écophysiologie et sylviculture de l'épinette rouge et des autres espèces en raréfaction de la forêt mixte tempérée : Bilan des recherches et perspectives*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 81. 2 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Dumais-Daniel/Avis81.pdf>

044 Godbout, C., 2017. *Éclaircie commerciale d'une pinède à pin blanc de 110 ans en Outaouais : de bons rendements dès 10 ans*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 83, 2 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Godbout-Christian/Avis83.pdf>

045 Godbout, C., 2017. *Éclaircie commerciale d'une pinède à pin rouge de 90 ans en Outaouais : de bons rendements dès 10 ans*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 82, 2 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Godbout-Christian/Avis82.pdf>

046 Godbout, C., 2017. *Éclaircie commerciale d'une pinède à pin rouge et d'une pinède à pin blanc : meilleur rendement de la pinède à pin rouge après 10 ans*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 84, 2 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Godbout-Christian/Avis84.pdf>

047 Larouche, C. et M.-M. Gauthier, 2016. *La recherche d'un compromis entre la libération et la compétition*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 80, 2 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Larouche-Catherine/Avis80.pdf>

048 Moore, J.-D., 2017. *Les vers de terre exotiques au Québec : état de la situation*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 85, 2 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Moore-Jean-David/Avis85.pdf>

049 Ouimet, R., A.-P. Pion et M. Hébert, 2016. *Les biosolides municipaux : une matière résiduelle fertilisante de grand potentiel pour les plantations forestières*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 79, 2 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/Avis79.pdf>

AVIS TECHNIQUES

050 Auger, I., F. Havreljuk et H. Power, 2016. *Estimation de la proportion de volume marchand laissée en forêt en fonction de diamètres d'utilisation, pour les principales essences commerciales de la forêt boréale et mélangée*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSS-03, 11 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Avis-technique-SSS-03.pdf>

051 Auger, I. et H. Power, 2016. *Évaluation des prévisions du modèle NATURA-2014 sur les végétations potentielles MS2, RE2 et RS2 des domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune, de la sapinière à bouleau blanc et de la pessière à mousses*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSS-02, 47 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Avis-technique-SSS-02.pdf>

052 Colas, F., M. Bettez et J. DeBlois, 2016. *Validation de la méthode utilisée au laboratoire du Centre de semences forestières de Berthier pour déterminer la germination des graines de lots de pin blanc*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SGRE-12, 6 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Colas-Fabienne/Avis-tech-SGRE-12.pdf>

053 Colas, F., L. Charette et M. Bettez, 2017. *Effet de la température de conservation avant ensemencement sur la germination de graines stratifiées et stratifiées séchées d'épinette blanche testées en laboratoire*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SGRE-14, 8 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Colas-Fabienne/Avis-tech-SGRE-14.pdf>

054 Périé, C. et M.-C. Lambert, 2017. *Utilisation des données d'accroissement potentiel en surface terrière ou d'IQS potentiel à des fins de classification du potentiel de productivité des polygones forestiers*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SGRE-13, 7 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Perie-Catherine/Avis-technique-SGRE-13.pdf>

055 Thiffault, N. et C. Ward, 2017. *Croissance et rendement à long terme de plants d'épinette blanche et d'épinette noire de moyennes et de fortes dimensions.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-10. 11 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Avis-technique-SSRF-10.pdf>

056 Tremblay, S., I. Auger, G. Prigent et J.-P. Saucier, 2016. *Utilisation des modèles de croissance développés à la Direction de la recherche forestière pour prévoir l'évolution des peuplements résineux régénérés naturellement ou par plantation à la suite d'une éclaircie précommerciale.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-09. 6 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Tremblay-Stephane/Avis-technique-SSRF-09.pdf>

LOGICIELS

057 Périé, C., S. De Blois et M.-C. Lambert, 2017. *Atlas interactif : Changements climatiques et habitats des arbres.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Base de données et site Internet : <http://mffp.gouv.qc.ca/changements-climatiques/outil/carte.html>

RAPPORTS DIVERS

058 Blouin, D., G. Joannisse, F. Grenon, G. Lessard et F. Guillemette, 2016. *Élaboration d'un portrait des peuplements bénéficiant d'un deuxième jardinage dans la région du Bas-Saint-Laurent.* Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy (CERFO) et Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. 66 p.

059 Comité d'experts sur l'aménagement écosystémique des forêts et les changements climatiques, 2017. *L'aménagement écosystémique des forêts dans le contexte des changements climatiques — Rapport du comité d'experts.* 29 p.

060 Couillard, P.-L., M. Frégeau, S. Payette, P. Grondin, M. Lavoie et J. Laflamme, 2016. *Dynamique et variabilité naturelle de la pessière à mousses au nord de la région du Lac-Saint-Jean.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction des inventaires forestiers. 35 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Grondin-Pierre/Rapport-dynamique-nord-Lac-St-Jean.pdf>

PRÉSENTATIONS — CONGRÈS SCIENTIFIQUES

061 Abbas, Y., A.Z.E. Abidine et M.S. Lamhamedi, 2016. *Assisted migration as a climate change adaptation strategy for moroccan's forests.* Affiche présentée lors de la 22^e Conférence des parties à la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP22). 7 au 18 novembre 2016. Marrakech (Maroc). 1 p.

062 Auger, I., 2016. *Forest growth simulators for Quebec, Canada.* Résumé d'une conférence présentée lors de la conférence « Wood QC 2016 : Modelling wood quality, supply and value chain networks ». 13 au 17 juin 2016. Baie-Saint-Paul, QC. 1 p.

063 Bédard, S., 2016. *Introduction to hardwood forest ecology, exploitation and silviculture in Québec.* Dans : « Proceedings — Field tour in Québec ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 9-10.

064 Bédard, S., 2016. *Irregular shelterwood cutting as an adapted silvicultural practice and tool to rehabilitate impoverished hardwood stands.* Dans : « Proceedings — Field tour in Québec ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 11-13.

065 Bédard, S., F. Guillemette, M.-M. Gauthier et F. Havreljuk, 2016. *Rehabilitation of uneven-aged northern hardwood stands using the selection system.* Dans : « Proceedings — Field tour in Québec ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 16-17.

066 Boucher, Y., 2016. *Modelling and mapping post-fire black spruce regeneration in a context of successive disturbances in the eastern Canadian boreal forest.* Conférence présentée lors du « 5th International Ecosummit: Ecological sustainability: Engineering change ». 29 août au 1^{er} septembre 2016. Montpellier (France). 23 p.

067 Boucher, Y., 2016. *Natural and anthropogenic disturbances regimes in the temperate mixedwood forest.* Résumé d'une affiche présentée lors du « Field tour in Québec » organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. 1 p.

- 068 Boucher, Y.**, M. Perrault-Hébert, R. Fournier, **I. Auger** et P. Drapeau, 2016. *Patron cumulatif des coupes et des feux (1940-2009) : impacts sur la structure des paysages de la forêt boréale*. Résumé d'une conférence présentée lors du 10^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 2 p.
[http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Boucher-Yan/Resume-conf-colloque-CEF\(mai2016\).pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Boucher-Yan/Resume-conf-colloque-CEF(mai2016).pdf).
- 069 Boucher, Y.**, M. Perrault-Hébert, R. Fournier, F. Girard et **N. Thiffault**, 2016. *Modelling and mapping post-fire black spruce regeneration in a context of successive disturbances in the eastern Canadian boreal forest*. Résumé d'une conférence présentée lors du « 5th International Ecosummit : Ecological sustainability: Engineering change ». 29 août au 1^{er} septembre 2016. Montpellier (France). 1 p.
- 070 Brousseau, M.**, J.-P. Tremblay et **N. Thiffault**, 2016. *Contributions relatives de la compétition végétale et du broustement par le cerf de Virginie sur la performance du sapin baumier en plantation*. Résumé d'une conférence présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 1 p.
- 071 D'Amato, A.W.** et **S. Bédard**, 2017. *A cross-border examination of the silviculture of northern hardwoods*. Conférence présentée lors du « *New England society of American foresters (NESAF) 97th winter meeting: Adapt, adopt, advance: Resiliency in natural resource management* ». 8 au 10 mars 2017. Bangor, ME (États-Unis). 43 p.
- 072 Dumais, D.**, **M. Prévost** et **P. Raymond**, 2017. *Red spruce regeneration in a managed mixedwood forest: 15-year research overview and future prospects*. Conférence présentée lors du « *New England Society of American Foresters (NESAF) 97th winter meeting: Adapt, adopt, advance: Resiliency in natural resource management* ». 8 au 10 mars 2017. Bangor, ME (États-Unis). 30 p.
- 073 Dumais, D.**, **P. Raymond** et **M. Prévost**, 2016. *Enrichment planting in small groups to sustain the red spruce component in yellow birch-conifer stands: the ecophysiological response*. Dans : « *Proceedings — Field tour in Québec* ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 27-28.
- 074 Fissore, G.**, A. Leduc, **N. Thiffault** et Y. Bergeron, 2016. *Mécanismes impliqués dans la stagnation de croissance de la régénération naturelle d'épinette noire (Picea mariana) après coupe en forêt boréale*. Résumé d'une conférence présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 1 p.
- 075 Fontaine, L.**, **N. Thiffault**, D. Paré, F. Stefani, S. Sokolski, J.A. Fortin et Y. Piché, 2016. *Fertilité et nutrition en forêt boréale : les champignons ectomycorhiziens et leurs bactéries associées assurent la nutrition potassique et phosphatée des arbres*. Résumé d'une conférence présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 24 p.
- 076 Guillemette, F.**, 2016. *Rehabilitation using even-aged management in a "degraded" stand*. Dans : « *Proceedings — Field tour in Québec* ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 14-15.
- 077 Henneb, M.**, O. Valeria, **N. Thiffault** et N. Fenton, 2016. *L'intensité des traitements sylvicoles influence la disponibilité des microsites et la croissance de semis d'épinette noire sur des sites paludifiés*. Résumé d'une affiche présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 1 p.
- 078 Hu, L.**, E. Leclair, M. Poulin, **F. Colas**, P. Baldet et P.Y. Vuillaume, 2016. *Clay/polyethylene nanocomposites with enhanced barrier properties for long-term seed storage*. Résumé d'une affiche présentée au congrès « Nano 2016 ». 7 au 12 août 2016. Québec, QC. 2 p.
- 079 Juge, C.**, A. Azaiez, L. Fontaine, D.P. Khasa, Y. Piché, N. Tollari, **N. Thiffault**, D. Paré, C. Allain et J.A. Fortin, 2016. *La « fertilité verte » avec minerais phosphatés pour séquestrer du carbone en forêt boréale : nourrir les micro-organismes du sol qui nourrissent les arbres*. Conférence présentée au 84^e Congrès de l'ACFAS. 9 au 13 mai 2016. Montréal, QC. 26 p.
- 080 Lamhamedi, M.S.**, A.Z.E. Abidine et Y. Abbas, 2016. *Sélection hâtive, atténuation des extrêmes climatiques et évaluation de la plasticité écophysiological des sources génétiques forestières en réponse aux changements climatiques*. Résumé d'une conférence présentée lors du Forum international sur les changements climatiques « ATLAS COP ». 18 au 19 octobre 2016. Beni Mellal (Maroc). 1 p.
- 081 Lamhamedi, M.S.**, L. Benomar, **A. Rainville**, I. Villeneuve, J. Beaulieu, J. Bousquet et H.A. Margolis, 2016. *La migration assistée : Stratégie de succès des plantations au Québec pour préparer la forêt au climat de demain*. Affiche présentée lors du colloque « Forêts et changements climatiques : science et pratiques d'adaptation ». 15 au 16 novembre 2016. Québec, QC. 1 p.
- 082** Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (ed.), 2016. *Multi-aged silviculture of northern hardwood and mixedwood forests. Proceedings — Field tour in Québec*. Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. 38 p.

- 083** Nichol, C.J., **G. Drolet**, T. Wade, A. Porcar-Castell, E. Nikinmaa, T. Vesala, P. Kolari, J. Levula, E.M. Middleton, P. Cambell et K.F. Huemrich, 2016. *Seasonal and diurnal changes in boreal forest solar induced fluorescence (Fs) for the estimation of canopy physiology*. Conférence présentée lors du « Brown Bag Seminar ». 27 avril 2016. Greenbelt, MD (États-Unis). 22 p.
- 084** **Ouimet, R.** et **L. Duchesne**, 2016. *Rôle des sols dans le phénomène d'invasion du hêtre dans les érablières*. Résumé d'une conférence présentée lors du 30^e Congrès de l'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol (AQSSS). 31 mai au 2 juin 2016. Québec, QC. 1 p.
[http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/Resume-conf-AQSSS\(2016\).pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/Resume-conf-AQSSS(2016).pdf).
- 085** **Périé, C.**, 2017. *Interactive atlas: Impacts of climate change on tree species distribution in Quebec (Canada)*. Conférence présentée lors de l'atelier international « Forêt et changement climatique : initiatives d'adaptation et nouvelles pratiques de gestion ». 8 au 9 mars 2017. Nancy (France). 23 p.
- 086** Piquette, J., M.C. Paré, H. Morin, **D. Houle**, **N. Thiffault** et R.L. Bradley, 2016. *Les effets des changements climatiques sur la minéralisation de l'azote dans les sols boréaux*. Résumé d'une conférence présentée lors du 30^e congrès annuel de l'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol (AQSSS). 31 mai au 2 juin 2016. Québec, QC. 1 p.
- 087** Piquette, J., M.C. Paré, H. Morin, **D. Houle**, **N. Thiffault** et R.L. Bradley, 2016. *Les effets des changements climatiques sur la minéralisation de l'azote et la qualité du carbone organique du sol en forêt boréale*. Résumé d'une affiche présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 1 p.
- 088** **Power, H.** et **I. Auger**, 2016. *Modélisation de la croissance — Artémis 2014 : un modèle de croissance à l'échelle de l'arbre utilisable sur l'ensemble de la forêt commerciale du Québec*. Affiche du stand corporatif du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs présentée lors du colloque « Forêts et changements climatiques ». 15 au 16 novembre 2016. Québec, QC. 1 p.
- 089** **Power, H.** et **F. Havreljuk**, 2016. *Predicting hardwood stem quality and its evolution across Quebec's forests*. Conférence présentée lors de la conférence « Wood QC 2016: Modelling wood quality, supply and value chain networks ». 13 au 17 juin 2016. Baie-Saint-Paul, QC. 29 p.
- 090** **Raymond, P.**, 2016. *Assessing the intermediate disturbance hypothesis with the irregular shelterwood system in yellow birch-conifer stands*. Dans : « *Proceedings — Field tour in Québec* ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 32-33.
- 091** **Raymond, P.**, 2016. *How silviculture can help forests cope with a changing environment: Insights from Quebec's temperate mixedwood forest*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès ECANUSA 2016 « Comprendre et aménager les forêts ECANUSA dans un environnement en changement ». 30 septembre au 1^{er} octobre 2016. Burlington, VT (États-Unis). 4 p.
- 092** **Raymond, P.**, 2016. *Introduction to mixedwood management and silviculture in Québec*. Dans : « *Proceedings — Field tour in Québec* ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 23.
- 093** **Raymond, P.**, 2016. *Irregular shelterwood as an alternative to clearcutting in balsam fir-yellow birch stands*. Dans : « *Proceedings — Field tour in Québec* ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 29-30.
- 094** **Raymond, P.**, 2016. *The SSAM Project: Assessing a gap-based approach to maintain the composition and structure of yellow birch-conifer stands*. Dans : « *Proceedings — Field tour in Québec* ». Organisé par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le New England Society of American Foresters Silviculture Working Group. 24 au 26 août 2016. Québec, QC. p. 25-26.
- 095** **Raymond, P., S. Bédard, S. Tremblay** et **C. Larouche**, 2016. *Irregular shelterwood as an alternative to clearcutting in balsam fir-yellow birch stands*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès ECANUSA 2016 « Comprendre et aménager les forêts ECANUSA dans un environnement en changement ». 30 septembre au 1^{er} octobre 2016. Burlington, VT (États-Unis). 2 p.
- 096** **Raymond, P., M. Prévost, D. Dumais** et A.A. Royo, 2016. *Maintaining the softwood component in yellow birch-conifer stands of Eastern Canada: a great challenge*. Résumé d'une conférence présentée lors du « *2016 Society of American Foresters National Convention* ». 2 au 6 novembre 2016. Madison, WI (États-Unis). 1 p.

097 Raymond, P., A.A. Royo, C.C. Kern, **D. Dumais, C. Périé** et J.-P. Tremblay, 2016. *Aménagement durable des forêts mixtes : développement de scénarios sylvicoles et d'outils pour s'adapter aux changements climatiques*. Affiche du stand corporatif du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs présentée lors du colloque « Forêts et changements climatiques ». 15 au 16 novembre 2016. Québec, QC. 1 p.

098 Royo, A.A. et **P. Raymond**, 2016. *Can gap-based management promote natural regeneration and diversity in mixedwood stands?* Résumé d'une affiche présentée lors du congrès ECANUSA 2016 « Comprendre et aménager les forêts ECANUSA dans un environnement en changement ». 30 septembre au 1^{er} octobre 2016. Burlington, VT (États-Unis). 2 p.

099 Sylvain, J.-D., G. Drolet, R. Ouimet, L. Duchesne, F. Ancil et É. Thiffault, 2016. *Development of a forest soil inference and information system in Quebec Province*. Conférence présentée lors d'une journée d'échanges sur les activités liées aux changements climatiques menées à la Direction de la recherche forestière, en France et à l'UQO (Outaouais). 17 mars 2016. Québec, QC. 32 p.

100 Thiffault, N., 2016. *Décapage de la matière organique en forêt boréale : une solution de rechange au scarifiage sur les stations à humus épais?* Résumé d'une affiche présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 1 p.

101 Thiffault, N., 2016. *Enjeux de régénération forestière en forêt boréale*. Résumé d'une conférence présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 1 p.

102 Urli, M., N. Thiffault, L. Bélanger, A. Leduc et D. Chalifour, 2016. *Impacts de scénarios sylvicoles d'intensité croissante sur la productivité, la structure et la diversité dans la sapinière à bouleau blanc*. Résumé d'une conférence présentée lors du 10^e Colloque annuel du Centre d'étude de la forêt (CEF). 2 au 3 mai 2016. Montréal, QC. 1 p.

103 Urli, M., N. Thiffault, M. Barrette, A. Leduc, L. Bélanger et D. Chalifour, 2016. *Key ecosystem attributes and productivity of boreal stands 20 years after the onset of silviculture scenarios of increasing intensity*. Conférence présentée lors du « 5th International Ecosummit : Ecological sustainability: Engineering change ». 29 août au 1^{er} septembre 2016. Montpellier (France). 40 p.

ARTICLES DE VULGARISATION

104 Colas, F. et M. Bettez, 2017. *Tree seed testing overview*. Tree Seed Working Group — News Bulletin 64(December): 20-21.

105 Colas, F., R. Karrfalt et P. Baldet, 2016. *Influence of temperature on water activity*. Tree Seed Working Group — News Bulletin. 63(June): 13.

106 Dignard, N. et **D. Tousignant**, 2017. *Pierre Masson (1919-2016), botaniste et bryologue*. Nat. Can. 141(1): 24-26. [http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Dignard-Norman/Pierre-Masson\(1919-2016\).pdf](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Dignard-Norman/Pierre-Masson(1919-2016).pdf)

107 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*. Progrès forestier. Été 2016: 10-15. <http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/Progres-forestier-ete-2016.pdf>

DOCUMENTS AUDIOVISUELS

108 Ici Radio-Canada, 2016. *Des érablières envahies*. Entrevue de **Rock Ouimet** lors d'un reportage télé à l'émission La Semaine verte. Diffusé le 1^{er} octobre 2016. Journaliste : Ginette Marceau, réalisateur : Luc Rhéaume.

ACTIVITÉS DE TRANSFERT DES RÉSULTATS DE RECHERCHE

109 Bédard, S., 2016. *Application des procédés de régénération en forêt à dominance de feuillus : coupes de jardinage*. Conférence présentée à deux reprises dans le cadre de l'atelier de transfert de connaissance « Les concepts et l'application de la sylviculture dans les peuplements à dominance de feuillus » : 15 septembre 2016 (Duchesnay, QC), 33 p., et 31 mai au 1^{er} juin 2016 (Windsor, QC). 46 p.

110 Bédard, S., 2016. *Application des procédés de régénération en forêt à dominance de feuillus : coupes progressives*. Conférence présentée à deux reprises dans le cadre de l'atelier de transfert de connaissance « Les concepts et l'application de la sylviculture dans les peuplements à dominance de feuillus » : 15 septembre 2016 (Duchesnay, QC), 26 p., et 31 mai au 1^{er} juin 2016 (Windsor, QC), 32 p.

111 Bédard, S. et **M.-M. Gauthier**, 2016. *Travaux en lien avec la problématique du hêtre*. Conférence présentée lors de l'Atelier sur la maladie corticale et la régénération du hêtre. 14 juin 2016. Mont-Tremblant, QC. 43 p.

112 Bédard, S., M.-M. Gauthier et **F. Guillemette**, 2016. *Dispositif de contrôle du hêtre sous couvert, lac Munich*. Visite sur le terrain présentée lors de l'Atelier sur la maladie corticale et la régénération du hêtre. 14 juin 2016. Mont-Tremblant, QC. 8 p.

- 113 Bédard, S. et F. Guillemette, 2016.** *Présentation du dispositif d'éclaircie commerciale Watopeka*. Visite sur le terrain lors de l'atelier de transfert de connaissance « Les concepts et l'application de la sylviculture dans les peuplements à dominance de feuillus ». 31 mai au 1^{er} juin 2016. Windsor, QC. 8 p.
- 114 Bédard, S. et F. Guillemette, 2016.** *Visite sur le terrain à la forêt d'enseignement et de recherche Mousseau*. Documentation remise lors d'une visite sur le terrain dans le cadre de la tournée régionale en forêt décidue. 4 octobre 2016. Sainte-Véronique, QC. 21 p.
- 115 Bédard, S. et F. Havreljuk, 2016.** *Expansion du hêtre à grandes feuilles et déclin de l'érable à sucre au Québec — Volet 2 : enjeux et mesures d'adaptation et de mitigation*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 7 décembre 2016. Québec, QC. 30 p.
- 116 Brousseau, M., N. Thiffault et J.-P. Tremblay, 2016.** *Sylviculture adaptée aux plantations de sapin baumier à l'île d'Anticosti*. Résumé d'une conférence présentée lors du colloque de clôture de la 3^e phase de la Chaire de recherche industrielle CRSNG en aménagement intégré des ressources de l'île d'Anticosti. 17 au 18 novembre 2016. Québec, QC. 1 p.
- 117 Colas, F., A. Rainville, C. Périé et J.-D. Sylvain, 2017.** *Statut de conservation des ressources génétiques forestières arborescentes de la forêt commerciale du Québec*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 29 mars 2017. Québec, QC. 38 p.
- 118 Drolet, G., 2016.** *Mortalité, dépérissement et changements climatiques en milieu forestier. Portrait contemporain et observations à l'échelle du territoire québécois*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 14 avril 2016. Québec, QC. 26 p.
- 119 Duchesne, L., 2016.** *Expansion du hêtre à grandes feuilles et déclin de l'érable à sucre au Québec — Volet 1 : état de situation*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 9 novembre 2016. Québec, QC. 34 p.
- 120 Duchesne, L., 2017.** *Autécologie du hêtre à grandes feuilles*. Conférence présentée lors d'une soirée-conférence organisée par l'Association forestière des deux rives. 30 mars 2017, Ile d'Orléans, QC. 14 p.
- 121 Guillemette, F., 2016.** *Le nettoyage et les éclaircies*. Conférence présentée à deux reprises dans le cadre de l'atelier de transfert de connaissance « Les concepts et l'application de la sylviculture dans les peuplements à dominance de feuillus » : 15 septembre 2016 (Duchesnay, QC) et 31 mai au 1^{er} juin 2016 (Windsor, QC). 25 p.
- 122 Guillemette, F., 2016.** *Notion de diamètre à maturité financière dans les CJ*. Conférence présentée lors de l'atelier de transfert de connaissance « Notion de diamètre à maturité financière dans les coupes de jardinage ». 20 octobre 2016. Cowansville, QC. 25 p.
- 123 Guillemette, F., 2016.** *Nouvelle méthode d'analyse de la structure et de la qualité d'un peuplement feuillu*. Conférence présentée à deux reprises dans le cadre de l'atelier de transfert de connaissance « Les concepts et l'application de la sylviculture dans les peuplements à dominance de feuillus » : 15 septembre 2016 (Duchesnay, QC) et 31 mai au 1^{er} juin 2016 (Windsor, QC). 14 p.
- 124 Guillemette, F., 2016.** *Principaux traitements sylvicoles et cadre terminologique*. Conférence présentée à deux reprises dans le cadre de l'atelier de transfert de connaissance « Les concepts et l'application de la sylviculture dans les peuplements à dominance de feuillus » : 15 septembre 2016 (Duchesnay, QC) et 31 mai au 1^{er} juin 2016 (Windsor, QC). 12 p.
- 125 Guillemette, F., 2017.** *Essai de coupes avec et sans martelage et évaluation de leur performance*. Visite sur le terrain au Chantier Turcot. Saison 2016-2017. Mauricie, QC. 7 p.
- 126 Guillemette, F. et S. Bédard, 2016.** *Peuplement mature à dominance de feuillus (étude de cas)*. Conférence présentée lors d'une visite sur le terrain lors de l'atelier de transfert de connaissance « Les concepts et l'application de la sylviculture dans les peuplements à dominance de feuillus ». 31 mai au 1^{er} juin 2016. Windsor, QC. 2 p.
- 127 Houde, N., J.-P. Tremblay, S.D. Côté et N. Thiffault, 2016.** *Manipulation des ressources alimentaires et du risque de prédation afin d'augmenter la vulnérabilité du cerf de Virginie à la chasse*. Résumé d'une conférence présentée lors du colloque de clôture de la 3^e phase de la Chaire de recherche industrielle CRSNG en aménagement intégré des ressources de l'île d'Anticosti. 17 au 18 novembre 2016. Québec, QC. 1 p.
- 128 Lamhamedi, M.S. et M. Renaud, 2016.** *Description des principaux symptômes de la carence en bore chez l'épinière blanche en pépinière forestière*. Visite sur le terrain dans le cadre d'une activité de transfert de connaissances, d'accompagnement, d'expertise et de savoir-faire. Juillet 2016. Grandes-Piles, QC. 7 p.

129 Perron, M., 2016. *Sélection génétique : tradition et innovation*. Résumé d'une conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 12 octobre 2016. Québec, QC. 1 p.

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Perron-Martin/Résumé-Con-midi-foret-oct2016.pdf>

130 Saucier, J.-P. et S. Gauthier, 2016. *La limite nordique — Résultats du travail du comité chargé d'examiner la limite nordique*. Conférence présentée au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 20 avril 2016. Québec, QC. 71 p.

131 Tremblay, S. et F. Guillemette, 2016. *L'aménagement des érablières par les outils sylvicoles*. Conférence présentée lors de la 20^e Journée de démonstration forestière de l'érable. 24 septembre 2016. Mont Apic, QC. 24 p.

132 Tremblay, S., F. Guillemette, B. Lapointe et D. Lapointe, 2017. *Les choix sylvicoles pour l'aménagement des érablières*. Conférence présentée à quatre reprises lors des Journées acéricoles du MAPAQ : 13 janvier 2017, (Victoriaville, QC), 14 janvier 2017 (Cap-Santé, QC), 20 janvier 2017 (Sainte-Marie, QC) et 28 janvier 2017 (Montmagny, QC). 48 p.

133 Waldron, K., J.-M. Lussier, N. Thiffault, J.-C. Ruel et B. St-Onge, 2016. *Enjeux écologiques d'aménagement écosystémique associés aux forêts de seconde venue de la Côte-Nord : l'opinion des experts*. Conférence présentée lors du colloque « Vers un aménagement écosystémique des paysages et peuplements boréaux de seconde venue ». 22 avril 2016. Québec, QC. 22 p.

134 Ward, C., 2016. *Growth models used in Quebec and their potential for estimated carbon stocks in forest ecosystems*. Résumé d'une conférence présentée lors d'une visite par des employés du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. 14 juin 2016. Québec, QC. 1 p.

135 Ward, C., G. Prigent, J. Ménérier et C. Larouche, 2017. *Sylviculture intensive en plantations pour un rendement supérieur en quantité et en qualité*. Résumé d'une conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 26 janvier 2017. Québec, QC. 1 p.

PRÉSENTATIONS DIVERSES

136 Colas, F. et D. Boyer Groulx, 2017. *Groupe de travail sur les ensemencements à facteurs réduits. Bilan des données 2016 et recommandations*. Conférence présentée lors des Journées techniques de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 22 février 2017, Québec, QC. 33 p.

137 Périnet, P. et A. Fauchon, 2016. *D'où viennent les peupliers plantés au Québec?* Affiche présentée lors de la journée portes ouvertes de la pépinière de Sainte-Luce, à l'occasion de son 50^e anniversaire. 10 septembre 2016, Sainte-Luce, QC. 1 p.

138 Tremblay, S., F. Guillemette, B. Lapointe et D. Lapointe, 2017. *Les choix sylvicoles pour l'aménagement des érablières*. Conférence présentée lors d'un jeudi DRF. 19 janvier 2017, Québec, QC. 48 p.

PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2017-2018

Un moteur de recherche offrant la possibilité d'accéder directement aux projets de recherche pour lesquels vous avez un intérêt particulier peut être consulté à l'adresse suivante :

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

Vous pouvez naviguer dans ce répertoire par créneau de recherche, par région administrative ou encore par sous-domaine bioclimatique.

PROJETS INTERNES

Liste des projets internes actifs et terminés

La programmation de recherche 2017-2018

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
ÉCOLOGIE FORESTIÈRE		
Projets en cours		
142332085	Évolution de la forêt mélangée et de la forêt boréale en réponse aux perturbations naturelles et anthropiques : une analyse rétrospective	Yan Boucher
142332114	Effet de différents paramètres d'aménagement écosystémique sur les communautés de plantes et d'insectes de la forêt boréale	Mathieu Bouchard
142332129	Variabilité naturelle et aménagement écosystémique de la pessière à mousses dans un contexte de changements climatiques	Pierre Grondin
142332131	Effet à long terme des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette sur les forêts du Québec dans un contexte de changements climatiques et de récoltes forestières du Québec	Mathieu Bouchard
142332132	Sévérité des feux et régénération des écosystèmes boréaux dans un contexte de changements globaux : modélisation et cartographie	Yan Boucher
ÉCOSYSTÈMES ET ENVIRONNEMENT		
Projets en cours		
142332063	Amélioration de la fertilité des écosystèmes forestiers par l'amendement et la fertilisation des sols	Jean-David Moore
142332064	Monitoring de bassins versants : un élément clef d'acquisition de connaissances du fonctionnement des écosystèmes forestiers	Louis Duchesne
142332065	Monitoring du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec (RESEF)	Rock Ouimet
142332069	Cartographie des charges critiques en relation avec les précipitations acides	Rock Ouimet
142332095	Évaluation des premières réactions du sol de la pessière à mousses de l'Est face au réchauffement climatique	Sylvie Tremblay
142332119	Évaluer la vulnérabilité des forêts aux changements climatiques à l'aide de modèles de niche	Catherine Périé
142332122	Interaction entre la récolte de la biomasse forestière, le climat et le type écologique sur la fertilité des sols et la productivité en forêt boréale	Rock Ouimet
AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES ARBRES		
Projets en cours		
142332071	Amélioration génétique des mélèzes : outil d'intensification de la production ligneuse	Martin Perron
142332072	Amélioration génétique du pin gris (4 volets)	Mireille Desponts
142332073	Amélioration génétique de l'épinette noire (7 volets)	Mireille Desponts

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
142332074	Amélioration génétique du peuplier (5 volets)	Pierre Périnet
142332075	Amélioration génétique de l'épinette de Norvège (5 volets)	Marie-Josée Mottet
142332076	Intégration de la résistance aux maladies dans le programme d'amélioration génétique des peupliers hybrides : développement de méthodes de sélection et déploiement des clones	Marie-Josée Mottet
142332077	Amélioration génétique de l'épinette blanche (3 volets)	André Rainville
142332078	Évaluation des gains réels de productivité associés au reboisement de plants génétiquement améliorés	André Rainville
142332090	Amélioration génétique des feuillus nobles (4 volets)	André Rainville
142332120	Conception d'une stratégie québécoise de conservation des ressources génétiques forestières, en lien avec leur vulnérabilité aux changements climatiques	André Rainville
142332140	Migration assistée	André Rainville

PRODUCTION DE SEMENCES ET DE PLANTS

Projets en cours

142332038	Détermination des seuils de tolérance au gel des plants en relation avec les techniques culturales et les extrêmes climatiques	Mohammed S. Lamhamedi
142332084	Identification de mesures en pépinière pour prévenir et réduire la contamination des eaux souterraines par les fertilisants	Jean Gagnon
142332087	Plantations d'évaluation des effets à moyen terme de diverses techniques culturales appliquées en pépinière forestière	Jean Gagnon
142332093	Optimisation des principales pratiques culturales affectant l'insuffisance racinaire et la qualité morpho-physiologique des plants produits en pépinière forestière	Mohammed S. Lamhamedi
142332116	Caractérisation morpho-physiologique et sélection hâtive en pépinière forestière des clones somatiques d'épinette blanche et leur intégration dans la filière de bouturage au Québec	Mohammed S. Lamhamedi

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES – PEUPELEMENTS RÉSINEUX

Projets en cours

142332006	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (résineux)	Stéphane Tremblay
142332010	Scarifiage pour promouvoir la régénération naturelle des peuplements d'épinette noire en présence de semenciers	Marcel Prévost
142332011	Coupes d'éclaircie précommerciale pour la production prioritaire de résineux	Stéphane Tremblay
142332012	Coupes d'éclaircie commerciale pour la production prioritaire de résineux	Stéphane Tremblay
142332044	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe avec protection de la haute régénération et des sols (CPHRS)	Stéphane Tremblay
142332051	Mesure des effets réels du regarni de la régénération naturelle résineuse	Catherine Larouche
142332056	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale pour la production prioritaire de résineux	Stéphane Tremblay
142332057	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe avec protection de la régénération des sols, volet volume	Stéphane Tremblay
142332058	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie commerciale pour la production prioritaire de résineux (2)	Stéphane Tremblay

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
142332107	Expérimentation de procédés de régénération pour le maintien et la croissance du thuya occidental en peuplements résineux	Catherine Larouche
142332110	Évaluation de la naturalité, du rendement et de la productivité des débroussaillers pour différentes modalités d'éclaircie précommerciale	Martin Barrette

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES – PEUPELEMENTS MÉLANGÉS

Projets en cours

142332015	Expérimentation de traitements sylvicoles pour la remise en production des bétulaies jaunes résineuses dégradées	Marcel Prévost
142332016	Coupes partielles en peuplements mélangés : effets de la structure sur la régénération, la croissance, la compétition et les conditions microenvironnementales	Marcel Prévost
142332017	Éclaircie précommerciale dans la régénération de feuillus intolérants et la régénération mélangée à feuillus intolérants	Marcel Prévost
142332018	Effets combinés de trouées et de coupes partielles dans les bétulaies jaunes résineuses (BJR) de belle venue (projet SSAM, Systèmes Sylvicoles Adaptés à la Forêt Mélangée)	Patricia Raymond
142332043	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale dans les peuplements mixtes	Marcel Prévost
142332096	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (peuplements mélangés)	Patricia Raymond
142332111	Optimisation de traitements sylvicoles adaptés à la forêt mixte du Québec par l'étude des processus écophysologiques d'acclimatation et de croissance de la régénération	Daniel Dumais
142332130	Effets réels de bétulaies jaunes résineuses dégradées	Hugues Power
142332136	Aménagement adaptatif face aux changements climatiques : expérimentation de scénarios sylvicoles intégrant la migration assistée en forêt mixte	Patricia Raymond

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES – PEUPELEMENTS FEUILLUS

Projets en cours

142332019	Production de bois d'œuvre et régénération des pinèdes à pin blanc et des pinèdes à pin rouge	Christian Godbout
142332021	Éclaircie commerciale des bétulaies blanches de 70 à 90 ans	Christian Godbout
142332022	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (feuillus)	Steve Bédard
112310023	Développement de traitements sylvicoles alternatifs à la coupe de jardinage par pied d'arbre dans des forêts de la zone feuillue	Steve Bédard
142332025	Comparaison de méthodes d'aménagement des érablières jumelant les productions de sève et de bois d'œuvre	Stéphane Tremblay
142332026	Étude des effets des coupes de jardinage par pied d'arbre dans des forêts inéquiennes de la zone feuillue	Steve Bédard
142332045	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe de jardinage par trouées	Steve Bédard
142332046	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe par parquets	Steve Bédard
142332047	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale en peuplements feuillus	François Guillemette

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
142332048	Effets réels des traitements sylvicoles : coupes partielles	François Guillemette
142332053	Effets réels des traitements sylvicoles : coupe de jardinage	François Guillemette
142332115	Expérimentation de l'éclaircie jardinatoire en forêt feuillue	François Guillemette
142332133	Effets de méthodes de contrôle du hêtre sur la régénération de l'érablière	Martin-Michel Gauthier

MODÉLISATION DE LA CROISSANCE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

Projets en cours

142332001	Mise au point d'approches de modélisation forestière axées sur la croissance d'arbres individuels et sur les aspects spatiaux	Hugues Power
142332118	Développement d'un système d'inférence cartographique pour la caractérisation des propriétés des sols forestiers au Québec	Jean-Daniel Sylvain
142332123	Modélisation stratégique de la croissance forestière	Hugues Power
142332127	Mortalité des arbres dans les forêts du Québec : dynamique spatio-temporelle, principales causes et sensibilité face aux changements climatiques	Guillaume Drolet
142332134	Développement de modèles d'évaluation des produits issus des arbres et des billes pour les principales espèces feuillues	Filip Havreljuk
142332135	Développement d'un modèle tactique spatialement explicite de simulation de la croissance des peuplements mixtes de bouleau jaune et de résineux du Québec	Hugues Power
142332139	Développement d'une approche de modélisation de la croissance basée sur les bilans énergétique, hydrologique et de carbone	Jean-Daniel Sylvain

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES PLANTATIONS

Projets en cours

142332027	Sylviculture intensive des plantations au Québec	Charles Ward
142332029	Expérimentation de la coupe progressive irrégulière comme pratique sylvicole adaptée et outil de restauration des peuplements appauvris (plantation et microclimat)	Catherine Larouche
142332031	Croissance, structure et diversité floristique des plantations de conifères au stade juvénile, dans un contexte d'aménagement écosystémique et de sylviculture intensive	Nelson Thiffault
142332035	L'élagage des résineux en plantation et en régénération naturelle : ses modalités, son rendement et ses effets sur la qualité du bois et la croissance des arbres	Charles Ward
142332037	Croissance et rendement des plantations au Québec	Charles Ward
142332106	Caractérisation du microsite de plantation pour les conifères dans la sapinière boréale et la pessière	Nelson Thiffault

TRAVAIL FORESTIER

Projets en cours

142332102	Performance organisationnelle et productivité des reboiseurs lors de la mise en terre de plants forestiers	Denise Dubeau
-----------	--	---------------

RÉSUMÉ

Les projets internes en cours	Nombre
Écologie forestière	5
Écosystème et environnement	7
Amélioration génétique des arbres	11
Production de semences et de plants	5
Sylviculture et rendement — peuplements résineux	11
Sylviculture et rendement — peuplements mélangés	9
Sylviculture et rendement — peuplements feuillus	13
Modélisation de la croissance et du rendement	7
Sylviculture et rendement des plantations	6
Travail forestier	1
Total	75

Les résumés des projets de recherche internes de la DRF ainsi que de leurs retombées, le cas échéant, sont accessibles à l'adresse suivante : <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/projets/internes.asp>.

PROJETS EXTERNES SOUTENUS FINANCIÈREMENT

Liste des projets externes actifs et terminés

La programmation de recherche 2017-2018

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
BIODIVERSITÉ		
Projets en cours		
2014-FV-177670	États de référence et variabilité naturelle des paysages forestiers de la pessière noire à mousses de l'Ouest	Yves Bergeron (UQAM)
2014-FV-177781	Évaluation panquébécoise des facteurs déterminant la dynamique des populations du caribou forestier	Daniel Fortin (UL)
2015-FV-186342	Résistance de l'épinette noire à la tordeuse des bourgeons de l'épinette sous changements climatiques : phénologie et phytochimie	Emma Despland (U. Concordia)
2015-FV-186400	Sélection de l'habitat du pékan et de la martre en forêt feuillue : effets cumulatifs des perturbations anthropiques et évaluation des perceptions des trappeurs autochtones	Louis Imbeau (UQAT)
AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES ARBRES		
Projets en cours		
2014-FV-177653	Développement d'un système de traçabilité génétique pour les variétés multiclonaux d'épinette blanche et d'épinette noire du programme d'amélioration génétique du MRN	Jean Bousquet (UL)
2015-FV-185886	Bases écophysiologiques de l'adaptation et de l'acclimatation des arbres aux changements climatiques : Cas de la migration assistée des différentes sources génétiques de l'épinette blanche	Jean Beaulieu (UL)
SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES		
Projets en cours		
2014-FV-177700	Relancer la filière feuillue par la production et la transformation optimisée de petites tiges de qualité	Alexis Achim (UL)
2014-FV-177645	Assises scientifiques pour le développement de lignes directrices à la coupe de récupération dans le contexte d'une épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette	Daniel David Kneeshaw (UQAM)
2015-FV-183244	Mise en valeur des inventaires de suivi après coupe pour mieux prédire la distribution de la régénération, la compétition et la composition à partir de l'inventaire écoforestier et du climat régional	Jean Bégin (UL)
2015-FV-182400	Dynamique naturelle des peuplements de thuya et analyse de scénarios de maintien et de restauration de l'espèce	Jean-Claude Ruel (UL)
2015-FV-183935	Quantifier la qualité et la croissance de la forêt québécoise à l'aide de nouvelles technologies	Robert Schneider (UQAR)
ASPECTS SOCIOÉCONOMIQUES DU SECTEUR FORESTIER		
Projets en cours		
2014-FV-177727	La valeur du paysage, un nouvel intrant pour la planification de l'aménagement	Nancy Gélinas (UL)
2015-FV-186444	Outil d'aide à la décision pour évaluer la faisabilité d'un aménagement multi-services de la forêt	Frédéric Raulier (UL)

RÉSUMÉ

Les projets externes en cours	Nombre
Biodiversité	4
Amélioration génétique des arbres	2
Sylviculture et rendement des forêts naturelles	5
Aspects socioéconomiques du secteur forestier	2
Total	13

Les résumés des projets de recherche soutenus financièrement par la DRF ainsi que de leurs retombées, le cas échéant, sont accessibles à l'adresse suivante : <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/activites-recherche/projets/externes.asp>.

Annexe 1

MODÈLE D’AFFAIRES DE LA DRF

1. Segments de clientèle

La DRF dessert une très large clientèle d'utilisateurs pour répondre aux différents enjeux de la foresterie québécoise. Le MFFP, fiduciaire de la forêt publique du Québec, est redevable de ses actions à l'ensemble de la population actuelle et future de la province. Seul centre de recherche en sciences forestières du Gouvernement du Québec, la DRF joue donc un rôle essentiel de soutien aux activités du MFFP en aménagement durable des forêts, comme fournisseur privilégié de produits et de services. Les autres ordres de gouvernement s'appuient aussi sur l'expertise de la DRF pour l'acquisition et l'intégration de nouvelles connaissances et font partie de sa clientèle privilégiée. Grâce à ses recherches, la DRF produit des outils d'aide à la décision adaptés aux spécificités du Québec, dont bénéficie l'ensemble de la communauté forestière. La reconnaissance de la qualité de ses travaux de recherche, de son expertise et de ses infrastructures par la communauté internationale contribue à sa notoriété auprès de ses clients. Finalement, les activités de la DRF s'adressent aussi au grand public, qui compte sur un aménagement durable des forêts basé sur la connaissance. Dans cette optique, la DRF fournit des produits et des services à plusieurs types d'utilisateurs que l'on peut regrouper en quatre grands segments de clientèle (tableau 1).

Tableau 1. Clientèles de la DRF

Segments de clientèle de la DRF	Composition
Gouvernements	MFFP (y compris l'ensemble des directions des secteurs des Forêts, des opérations régionales, de la Faune et des Parcs) Autres ministères (ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques, ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation) Autres ordres de gouvernement (Ressources naturelles Canada – Service canadien des forêts, municipalités régionales de comté et régions forestières)
Communauté forestière québécoise	Agences de mise en valeur des forêts privées Industriels — entreprises et pépinières forestières Propriétaires privés — Syndicats des producteurs de bois du Québec Travailleurs forestiers
Communauté scientifique internationale	Chercheurs en foresterie (universitaires et institutionnels) Chercheurs dans d'autres domaines (biologie, écologie, génétique, etc.)
Général	Grand public Utilisateurs de la forêt

2. Proposition de valeur

La DRF produit de nouvelles connaissances appliquées aux besoins de l'aménagement durable des forêts, à l'aide d'expériences scientifiques à long terme. Ainsi, les résultats obtenus influencent directement la pratique forestière et la mise à jour de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier. Avec près de 50 professionnels affectés à la recherche et une vaste équipe de soutien, l'expertise actuelle est très variée et couvre plusieurs aspects de l'aménagement durable des forêts. D'ailleurs, le personnel participe activement à de nombreux comités de travail du MFFP et à d'autres ordres de gouvernement, de même qu'à de multiples évaluations scientifiques. Plusieurs outils d'aide à la décision émanent des recherches réalisées et sont utilisés par la communauté forestière. Afin de répondre aux défis de l'heure, les infrastructures de recherche sont toujours à parfaire, mais la DRF bénéficie de plusieurs acquis pour assurer la pérennité de ses dispositifs et de ses bases de données. La proposition de valeur de la DRF comporte quatre grandes classes (tableau 2), lesquelles peuvent être associées à des segments de clientèle (tableau 3).

Tableau 2. Proposition de valeur de la DRF

Proposition de valeur	Description
Nouvelles connaissances	Amélioration génétique, production de semences et de plants, écologie, écosystèmes et environnement, sylviculture et rendement des forêts naturelles, sylviculture et rendement des plantations, modélisation de la croissance et du rendement des forêts, travail forestier
Expertise	Connaissances intégrées, méthodes, évaluations (mémoires, thèses, articles scientifiques), édition scientifique
Outils d'aide à la décision	Modèles, grille de décision, guides
Infrastructure de recherche	Bases de données, réseaux de dispositifs et d'unités expérimentales, matériel biologique et logiciels

Tableau 3. Propositions de valeur de la DRF en fonction des priorités des différents segments de clientèle

Proposition de valeur	Clientèle
Expertise et intégration des nouvelles connaissances	Gouvernements, grand public
Outils d'aide à la décision	Communauté forestière
Expertise et infrastructure de recherche	Communauté scientifique internationale

3. Canaux de distribution

Les résultats des recherches que la DRF réalise sont à la base de l'ensemble des produits et des services qu'elle offre. Les déclinaisons des résultats de recherche sous plusieurs formes permettent de répondre aux besoins de différentes clientèles. Puisque la DRF dessert une clientèle d'utilisateurs très variée, elle a développé un vaste réseau de distribution permettant à l'ensemble de sa clientèle, dispersée sur un large territoire, d'accéder de différentes façons aux résultats de ses recherches. Ces canaux de distribution favorisent non seulement la diffusion, mais aussi l'intégration des connaissances par les clients.

La clientèle privilégiée de la DRF que sont le MFFP et les autres ordres de gouvernement profitent de canaux de distribution privilégiés. En effet, les produits et les services distribués tirent souvent leur origine d'un besoin exprimé, notamment par l'entremise de comités de travail ou de demandes émanant directement des autorités gouvernementales. D'autres canaux de distribution universels présentent, quant à eux, un ensemble de produits et de services répondant à des préoccupations exprimées par tous les segments de clientèle de la DRF. Le tableau 4 fournit les détails de ces canaux.

Tableau 4. Canaux de distribution utilisés par la DRF

Canaux de distribution	Description
Canaux privilégiés	Comités de travail ministériels ou gouvernementaux Gestionnaires (porte-paroles de l'organisation) Interactions directes avec les décideurs et le personnel d'autres directions du MFFP ou du Gouvernement du Québec Intranet ministériel Bordereaux de transmission
Canaux universels	Communications scientifiques (avec comité de lecture) Communications techniques et professionnelles (publications sans comité de lecture) Transfert de connaissances et vulgarisation (publications et événements) Comités de travail avec intervenants externes Internet Interactions directes avec des utilisateurs (chercheurs, professeurs et décideurs d'autres organismes)

4. Relations avec les clients

Avec l'ensemble de ses clients, la DRF entretient principalement trois types de relations, soit :

1. L'interaction directe, notamment par l'intermédiaire de comités et de conseils personnalisés;
2. Une panoplie de moyens en libre-service;
3. Des relations encadrées par des règles de gestion (p. ex., contrats et reddition de comptes).

Cette structure permet d'adapter le message selon les segments de clientèle et ainsi de favoriser non seulement la diffusion, mais l'intégration des connaissances par ces derniers. Le tableau 5 détaille les différents types de relations.

Tableau 5. Types de relations de la DRF avec ses clients

Types de relation	Moyens
Basées sur l'interaction directe	Comités, quête de besoins, conseils personnalisés
Libre-service	Internet, affiches, stands d'exposition
Encadrées par des règles de gestion	Contrats, relations d'affaires, reddition de comptes, financement, politique de propriété intellectuelle de la DRF, ententes de partenariat, licences d'utilisation

5. Flux de revenus

Le flux de revenus de la DRF correspond au retour qu'elle reçoit de sa clientèle en échange de sa proposition de valeur. En raison de son statut d'organisme gouvernemental et de la nature de sa proposition de valeur, le flux de revenus de la DRF ne s'exprime pas en argent perçu ni en ventes, comme ce serait le cas, par exemple, d'un institut privé. Il se manifeste plutôt par **la reconnaissance de son expertise** et par **l'utilisation de ses produits scientifiques et vulgarisés**. Le tableau 6 fournit quelques exemples de ces deux grandes catégories de flux.

Tableau 6. Exemples de flux de revenus de la DRF

Reconnaissance de l'expertise	Utilisation de ses produits scientifiques et vulgarisés
Notoriété et reconnaissance par des prix, des primes ou la nomination des chercheurs comme professeurs associés	Amélioration des pratiques forestières (p. ex., nouveaux traitements sylvicoles et leurs modalités, modèles de croissance stratégiques et tactiques, semences et plants génétiquement améliorés, états de référence, santé des écosystèmes)
Citations de ses travaux dans des revues scientifiques ou autres ouvrages	Fréquence de consultation ou de téléchargement des publications et des logiciels
Invitations à évaluer des articles ou des thèses, à diriger des étudiants ou à siéger à des comités éditoriaux de revues scientifiques	
Invitations comme conférenciers ou à donner des formations	
Requêtes pour la participation à des comités ministériels, gouvernementaux ou internationaux	

6. Ressources clés

Les ressources clés de la DRF sont l'**ensemble de son personnel** ainsi que les **équipements**, le **matériel** et les **infrastructures** nécessaires à la réalisation de ses activités clés. La disponibilité du matériel et des **ressources financières** requises permet à la DRF d'offrir sa proposition de valeur. Comme l'essentiel du budget est alloué à la DRF par le MFFP, ce dernier détermine en grande partie la portée des travaux réalisés et des résultats obtenus par la DRF. Des fonds spéciaux peuvent aussi contribuer au financement d'activités associées à des enjeux particuliers.

Plus concrètement, les **ressources humaines** comprennent les gestionnaires, les professionnels spécialisés dans des domaines diversifiés et complémentaires, les fonctionnaires travaillant à tous les niveaux afin de mener à bien les activités clés et les étudiants qui participent à la réalisation de ces activités et qui constituent la relève. La DRF bénéficie d'une grande diversité d'expertises, orientées vers les différentes facettes de l'aménagement durable des forêts, ce qui lui confère une grande capacité d'action et d'adaptation.

Les **ressources matérielles** regroupent les instruments de mesure et les appareils scientifiques de même que les équipements informatiques, motorisés et de sécurité. Cette catégorie comprend également les matériaux, les territoires, les banques de données internes, le matériel biologique des tests génétiques et de ses arboretums, les documents utilisés et les locaux.

Les **services** et les **abonnements** sont aussi essentiels au bon fonctionnement de l'organisation. L'accès à des données ou à de l'expertise externe, à des services de communication, à des logiciels, à des licences et à des outils de recherche bibliographique améliore l'efficacité et la polyvalence des travailleurs de la DRF et contribue à la proposition de valeur de l'organisation.

7. Activités clés

Les activités clés réalisées par la DRF concrétisent sa proposition de valeur et lui permettent d'alimenter ses canaux de distribution et d'entretenir des relations avec ses clients. Ces activités peuvent être regroupées en six catégories :

1. La gouvernance;
2. La création de projets de recherche;
3. La réalisation des projets;
4. La diffusion et le transfert des connaissances;
5. Le soutien administratif, scientifique et technique;
6. La gestion et le développement du personnel.

Sous la **gouvernance**, on trouve, par exemple, les activités de gestion et de réflexion stratégique. Quant à la **création de projets**, elle exige entre autres des idées novatrices, l'élaboration de protocoles de recherche et la planification des activités et des ressources requises. Pour **réaliser ses projets**, la DRF doit notamment établir des unités expérimentales et les maintenir à long terme, prendre des mesures sur le terrain ou en laboratoire et analyser les données obtenues. La **diffusion** et le **transfert** des connaissances ainsi générées ou provenant de la littérature comprennent la rédaction et la présentation orale de contenus scientifiques et vulgarisés. Plusieurs de ces activités sont **soutenues par d'autres ressources**, telles que l'analyse statistique, la géomatique, la mise en page, l'édition ou l'infographie. Enfin, pour maintenir l'expertise au sein de son organisation, la DRF doit recruter et former des travailleurs. Pour ce faire, la **gestion** et le **développement du personnel** sont nécessaires. Le détail des activités clés de la DRF est présenté dans le tableau 7.

Tableau 7. Activités clés de la DRF

Catégorie d'activités	Activités clés
Gouvernance	Réflexion et planification stratégiques Veille scientifique et technologique Définition d'enjeux, de problématiques, de besoins de recherche Planification et gestion de projets
Création de projets	Réflexion et recherche d'idées novatrices Planification : travaux, ressources, collaborations Élaboration et rédaction de protocoles et de devis Évaluation scientifique

Catégorie d'activités	Activités clés
Réalisation de projets	Recherche de sites (terrain) ou de données Établissement d'unités expérimentales (placettes, dispositifs) Mesurage d'unités expérimentales (collecte de données) Récolte, préparation, analyse et conservation d'échantillons Préparation, analyse et conservation de données
Diffusion et transfert	Rédaction scientifique et vulgarisation Conseils scientifiques et techniques Présentations orales (conférences, visites sur le terrain) Participation à des comités, à des groupes de travail
Activités de soutien	Administration, comptabilité Biométrie (analyses statistiques) Informatique (programmation), infographie, géomatique Mise en page, édition, révision linguistique
Gestion et développement du personnel	Maintien et recrutement de travailleurs Formation des travailleurs Transfert de connaissances entre travailleurs (relève)

8. Partenaires et fournisseurs clés

Les partenaires clés de la DRF sont les organismes et les entités qui contribuent de façon importante à ses activités clés, donc à sa proposition de valeur. Les collaborateurs scientifiques aux projets de la DRF ou avec lesquels la DRF collabore à des projets externes sont essentiels pour augmenter la proposition de valeur de la DRF. Ils permettent d'accroître l'expertise consacrée aux projets de recherche de la DRF et d'acquérir des connaissances dans des créneaux peu ou pas couverts par ceux-ci.

Également, la DRF peut compter sur des fournisseurs clés qui permettent l'accès à des ressources dont elle n'a pas forcément la propriété, mais qui sont essentielles pour qu'elle puisse offrir sa proposition de valeur. Les partenaires clés et les fournisseurs clés peuvent être regroupés selon les activités auxquelles ils contribuent et les ressources qu'ils fournissent (tableau 8).

Tableau 8. Partenaires et fournisseurs clés de la DRF

Partenaires clés	Activités auxquelles ils contribuent
Médias et agents multiplicateurs	Transfert vers les clientèles
Professeurs d'université, diplômés, instituts de recherche, consortiums	Production de résultats de recherche
Groupes qui expriment des besoins	Enjeux de recherche

9. Structure de coûts

La structure de coûts résulte directement de ressources mises à contribution afin de concrétiser la proposition de valeur de la DRF. Comme une part importante de cette proposition dépend de la réalisation des activités par le personnel, les **ressources humaines** forment la principale catégorie. Les trois autres catégories qui complètent la structure de coûts sont les **ressources matérielles**, les **frais autres** et les dépenses en **capital**.

Pour chacune de ces catégories, les coûts se divisent en coûts fixes et en coûts variables. Les coûts fixes sont très difficilement compressibles : salaires et avantages sociaux pour les ressources humaines, locaux pour les ressources matérielles, notamment. Pour ces deux catégories de même que pour les frais autres et le capital, tous les autres coûts sont considérés comme variables (tableau 9).

Tableau 9. Structure de coûts de la DRF

Catégorie de coûts	Type de coût	Activités clés
Ressources humaines	Coûts fixes	Horaire de travail (standard ou majoré, aménagement de temps de travail, etc.) Avantages sociaux (congrés, vacances, journées de maladies, etc.)
	Coûts variables	Heures supplémentaires Délais associés à la chaîne de décision Absentéisme et présentéisme Formations
Ressources matérielles	Coûts fixes	Locaux
	Coûts variables	Instruments de mesure (ruban, pied à coulisse, sonde de Pressler, Vertex, etc.) et appareils (LiCOR, stations météo, etc.) Équipements informatiques, motorisés (camions, VTT, scie à chaîne, etc.) et de sécurité (casques, balises SPOT, etc.) Matériaux (peinture, piquets, etc.) Logiciels (suite Office, ArcGIS, etc.) et licences d'utilisation (p. ex., SAS) Documents (livres, cartes, etc.)
Frais autres	Coûts variables	Frais de déplacement et d'hébergement Frais de diffusion et de transfert (publication, organisation d'une activité ou participation à celle-ci, etc.) Essence Contrats
Capital	Coûts variables	Achat et entretien d'appareils

Annexe 2

BESOINS DE RECHERCHE FORESTIÈRE 2016-2018

Axe de recherche 1 : Aspects socioéconomiques de l'aménagement durable des forêts

- 1.1 Intégrer les aspects de la rentabilité financière et économique dans l'évaluation de l'effet des traitements et des scénarios sylvicoles en prenant en considération les notions de valeur des produits et de coûts d'intervention, puis en incorporant ces évaluations dans les modèles de croissance.
- 1.2 Analyser les aspects économiques de la production conjointe de bois et de sirop d'érable selon différents scénarios sylvicoles afin de déterminer les conditions et les combinaisons optimales.
- 1.3 Évaluer l'effet des coûts de récolte sur la possibilité forestière des unités d'aménagement, notamment en considérant leur historique d'aménagement.
- 1.4 Évaluer l'effet des programmes gouvernementaux et du changement de génération de travailleurs sur l'aménagement et le rendement de la forêt privée.
- 1.5 Connaître et quantifier les conséquences des choix d'aménagement (p. ex., coupes partielles ou coupes totales) sur les autres produits et services de la forêt et préciser la nature des effets (perte ou gain réel ou déplacement de valeur), de façon à développer une approche permettant de tenir compte de ces constatations à une échelle provinciale ou régionale.
- 1.6 Étudier l'évolution des facteurs environnementaux, réglementaires et organisationnels (conditions de terrain, pratiques sylvicoles, devis d'intervention, organisation du travail et degré de mécanisation) au regard de la productivité (travailleurs, équipement), des coûts et des contraintes (charge de travail, ergonomie) qui y sont associés.
- 1.7 Déterminer des méthodes de quantification de la valeur des services environnementaux et des attributs forestiers autres que ceux liés à la production de matière ligneuse afin de les intégrer aux analyses de rentabilité économique.
- 1.8 Évaluer et comparer les retombées écologiques et économiques de différents scénarios de récupération des bois après une perturbation naturelle (p. ex., épidémie d'insectes, feu, chablis).
- 1.9 Comparer l'efficacité et la rentabilité de différentes approches de gestion des combustibles et d'atténuation des risques d'incendie pour protéger les valeurs économiques écologiques et sociales à l'échelle d'un territoire.
- 1.10 Définir les critères et les approches favorisant l'acceptabilité sociale des pratiques forestières, de façon générale et, notamment, en ce qui concerne la foresterie clonale, les plantations et l'harmonisation des diverses utilisations du territoire en forêt publique.

Axe de recherche 2 : Écologie forestière, changements globaux et biodiversité

Dynamique forestière et biodiversité

- 2.1 Développer des méthodes permettant d'intégrer des variables environnementales et physiologiques dans la modélisation de la dynamique spatiale et temporelle des écosystèmes forestiers.
- 2.2 Déterminer les seuils critiques de modification des écosystèmes résultant de l'effet cumulatif des perturbations naturelles et d'origine anthropique, au-delà desquels la biodiversité est menacée (p. ex., ceux qui concernent les attributs de vieilles forêts) et développer les connaissances et les outils qui permettent d'intégrer ces seuils à la planification forestière.
- 2.3 Quantifier la variabilité spatiale de la forêt naturelle (superficie, répartition spatiale) et sa dynamique forestière (cycle, régénération, composition, structure interne des peuplements, sévérité des perturbations) en intégrant l'effet des changements globaux, afin d'orienter les cibles d'aménagement écosystémique à l'échelle du peuplement et du paysage.
- 2.4 Mettre au point ou améliorer les méthodes de détection, de mesure et de surveillance par télédétection des stocks ligneux, de la croissance, des attributs du couvert forestier (structure et âge des peuplements) et des perturbations pour évaluer l'effet des conditions environnementales et des perturbations à l'échelle de l'arbre, du peuplement et du paysage et améliorer les systèmes d'inventaire forestier.
- 2.5 Évaluer l'effet des stratégies d'aménagement et des traitements sylvicoles commerciaux et non commerciaux, à différentes échelles spatiales (peuplement, plantation, paysage) et temporelles (stade de développement des peuplements), sur la biodiversité, les habitats fauniques, les espèces fauniques sensibles à l'aménagement et évaluer les effets des espèces fauniques sur la composition forestière et la croissance des essences.
- 2.6 Évaluer l'efficacité des diverses mesures de protection existantes (RNI, RADF, SADP, plan de rétablissement du caribou forestier, etc.) sur la conservation de la biodiversité.

Changements globaux

2.7. Évaluer la vulnérabilité des principales essences en forêt naturelle et en plantation, notamment par l'étude de leur autécologie et la détermination de seuils, au cumul des modifications des conditions environnementales (climat, perturbations naturelles et anthropiques) anticipées dans un contexte de changements globaux, et développer des mesures d'adaptation.

2.8. Accroître les connaissances sur les changements actuels et futurs dans les populations ou l'aire de répartition des principaux ravageurs forestiers et des espèces végétales, ainsi que leurs influences sur les arbres commerciaux, afin de guider les choix sylvicoles.

2.9. Évaluer, dans un cadre d'analyse de cycle de vie, quelles sont les stratégies d'aménagement forestier, les produits forestiers à favoriser, leur utilisation et leur élimination finale qui permettraient d'optimiser la contribution des forêts et du secteur forestier à la lutte contre les changements climatiques.

2.10. Évaluer la fertilité actuelle et future des sols forestiers en étudiant les divers aspects qui la déterminent (altération du sol, dépôts atmosphériques, prélèvement de matière ligneuse ou de biomasse, cycle biogéochimique, cycle du carbone), en intégrant notamment les effets de la pollution atmosphérique ou des changements climatiques, et déterminer l'effet des conditions pédoclimatiques sur la productivité des principales essences forestières à potentiel commercial.

2.11. Déterminer les effets cumulatifs des changements globaux et des interventions forestières sur les produits forestiers non ligneux et leur pérennité.

2.12. Déterminer les effets des perturbations naturelles, des coupes forestières et des traitements sylvicoles sur le stockage du carbone forestier dans les sols et la végétation de sous-bois en forêt, dans un contexte de changements globaux.

Ravageurs forestiers

2.13. Étudier la dynamique des populations de ravageurs forestiers (insectes, agents pathogènes, espèces végétales ou animales envahissantes ou en expansion) et de leurs ennemis naturels dans un contexte de changements globaux, évaluer leurs effets potentiels sur les peuplements naturels et les plantations (composition forestière, régénération, croissance, mortalité, possibilité forestière, etc.) et déterminer les moyens de lutte appropriés.

2.14. Mettre au point des outils de lutte biologique pour protéger le bois en forêt contre les agents de détérioration.

2.15. Développer des outils de détection et d'identification des maladies des arbres courantes et émergentes et acquérir des connaissances sur le cycle de vie et l'épidémiologie de champignons responsables des maladies qui ont une portée économique.

Axe de recherche 3 : Amélioration et diversité génétiques, production de semences et de plants

Amélioration et diversité génétiques

3.1. Évaluer la variabilité et les paramètres génétiques des propriétés du bois et de la résistance aux insectes et aux maladies afin d'orienter les sélections dans les programmes d'amélioration du MFFP et développer des outils indirects de sélection (marqueurs moléculaires, p. ex.).

3.2. Étudier l'adaptation et les processus écophysologiques des principales sources génétiques des essences utilisées dans les programmes de reboisement au Québec, en rapport avec les changements climatiques et l'interaction de stress environnementaux multiples.

3.3. Déterminer les besoins et les paramètres de la migration assistée (distances de transfert sécuritaires, mélanges de sources génétiques, etc.) respectueuse de la diversité génétique des espèces commerciales du Québec afin d'atteindre les objectifs associés au reboisement, notamment la production de bois, l'adaptation et la conservation des ressources génétiques.

3.4. Caractériser la variabilité génétique des essences feuillues à des fins de reboisement, en particulier de l'érable à sucre, du chêne rouge, du noyer noir, du cerisier tardif, du frêne, du bouleau à papier et du bouleau jaune.

3.5. Documenter l'autoécologie des espèces exotiques utilisées pour le reboisement et évaluer leur capacité de régénération dans les plantations et dans les peuplements adjacents ayant subi ou non des perturbations de nature anthropique.

3.6. Évaluer les populations améliorées actuelles de peupliers hybrides pour la culture en taillis de courte rotation pour la production de biomasse. Mettre au point des scénarios de culture adaptés aux caractéristiques des variétés utilisées et des produits visés selon la mécanisation des opérations et la rentabilité économique.

3.7. Évaluer l'introgression génétique chez les populations méridionales d'épinettes noires (gènes d'épinette rouge) dans la perspective d'augmenter la croissance et la productivité des plantations nordiques.

Embryogenèse somatique

- 3.8.** Mettre au point une nouvelle méthode de déshydratation des embryons somatiques d'épinette blanche et estimer les paramètres génétiques, puis répertorier les marqueurs moléculaires propres à la survie des tissus embryogènes des clones somatiques après leur cryoconservation.
- 3.9.** Mettre au point des outils moléculaires permettant l'identification et la traçabilité des clones aux principales étapes de l'embryogenèse somatique chez l'épinette blanche.
- 3.10.** Caractériser les variables morphophysiologiques des clones et des pieds-mères somatiques d'épinette blanche en pépinière forestière dans le but de fournir des critères de sélection hâtive propres à la filière de bouturage et au reboisement de haute productivité.
- 3.11.** Caractériser le comportement morphophysiologique des descendants des plants issus d'embryogenèse somatique (floraison et vergers à graines) dans le but d'intégrer les clones somatiques dans la production d'une nouvelle génération de semences.

Production de semences et de plants forestiers

- 3.12.** Déterminer les techniques de culture optimales de germination des semences de manière à accroître le taux d'occupation des récipients de culture d'épinette noire et de pin gris semés avec des facteurs réduits.
- 3.13.** Évaluer les effets des propriétés physicochimiques des substrats (pH, diffusivité des gaz, etc.) et de la surélévation des récipients sur la croissance et la physiologie des plants des principales essences produites en pépinière forestière.
- 3.14.** Prévenir et réduire la contamination des eaux souterraines par les fertilisants et celle de l'atmosphère par les émissions gazeuses azotées à effet de serre grâce à de nouvelles régies de culture et de nouveaux outils en pépinière (p. ex., balances électroniques, logiciels, fertilisants enrobés de polymères, etc.).
- 3.15.** Mettre au point et calibrer des capteurs électrochimiques pour permettre aux pépiniéristes de suivre en temps réel la fertilité des substrats et d'adapter rapidement les calendriers de fertilisation en pépinière forestière.
- 3.16.** Déterminer les variations des seuils de tolérance au gel en pépinière et les paramètres d'entreposage en chambre froide des diverses productions de plants. Optimiser les techniques culturales et les itinéraires techniques de manière à améliorer la résistance des plants aux extrêmes climatiques (gel racinaire, sécheresse, etc.) et à réduire les pertes de plants en pépinière et après la plantation.
- 3.17.** Optimiser les régies et les techniques de culture à une échelle opérationnelle pour faciliter aux pépiniéristes l'atteinte des normes de qualité morphophysiologique des plants issus de semences et de boutures et, notamment, réduire leur rejet à cause de l'insuffisance racinaire.
- 3.18.** Développer de nouvelles approches de fertilisation (foliaire et autres) pour les plants résineux produits en récipients en fonction de leur stade de croissance afin de respecter les critères de concentration foliaire minimale d'azote et de hauteur maximale à la livraison, sans compromettre leur résistance au gel.
- 3.19.** Préciser la norme d'azote optimale à atteindre et à conserver pour les mélèzes en dormance à l'automne et au moment de la livraison.
- 3.20.** Développer des moyens de lutte biologique et intégrée contre les insectes, les maladies et les mauvaises herbes nuisant aux plants et aux arbres en pépinière, en verger à graines, en plantation et en forêt naturelle.

Axe de recherche 4 : Aménagement, sylviculture et rendement des forêts*Aménagement forestier*

- 4.1.** Développer les concepts et la méthodologie nécessaires pour évaluer la naturalité.
- 4.2.** Dans un contexte d'aménagement écosystémique et de changements globaux, développer une sylviculture qui concilie des enjeux de naturalité (y compris les aspects fauniques et de biodiversité) et de productivité des peuplements.
- 4.3.** Quantifier les interactions entre les traitements sylvicoles et les perturbations naturelles, notamment les insectes et les maladies, en regard des rendements et de la composition forestière.

Régénération

- 4.4.** Développer des stratégies sylvicoles qui tiennent compte des interactions entre les herbivores et les traitements sylvicoles à l'égard de la régénération.
- 4.5.** Évaluer et quantifier, par région écologique, les retards de croissance des essences désirées causés par les éricacées.

4.6. Étudier l'écophysiologie, l'acclimatation, le développement et la croissance de la régénération naturelle et des plantations en interaction avec les traitements sylvicoles (regarni, plantation, traitements d'éducation, procédés de régénération).

4.7. Développer des techniques de remise en production des sols sujets à l'entourbement.

4.8. Définir les seuils de régénération requis en forêt de feuillus et mixte pour une production soutenue de sciage et de déroulage.

Plantation

4.9. Développer des modalités d'établissement, d'entretien, d'éducation et de récolte de plantations mixtes et mélangées et établir les courbes de rendement qui en découlent.

4.10. Étudier les plantations à espacement définitif dès la mise en terre (notamment pour différentes essences, qualités de stations, schémas de répartition).

4.11. Étudier les interactions entre les traitements sylvicoles et le taux d'amélioration génétique des essences utilisées pour le reboisement afin d'en déterminer les rendements.

4.12. Quantifier les effets des produits de pépinière et de la sylviculture en bas âge (préparation de terrain, amendement chimique ou biologique, dégagement, nettoyage) sur les rendements à moyen et long terme des plantations intensives et extensives.

4.13. Définir les périodes limites de reboisement en fonction des essences mises en terre, de la diversité du gabarit des plants produits en pépinière (p. ex., volumétrie du récipient, hauteur), des régions et des caractéristiques biophysiques des stations.

Inventaire, modélisation et produits

4.14. Développer des méthodes d'inventaire qui mettent à profit les nouvelles technologies (p. ex., LiDAR, télédétection, drones) pour mieux reconnaître et caractériser les attributs du couvert forestier à l'échelle de l'arbre, du peuplement et du paysage, en vue d'améliorer les systèmes d'inventaire forestier et la modélisation qui soutiennent la planification forestière.

4.15. Actualiser les modèles de croissance, notamment en ce qui concerne les jeunes peuplements et l'effet des traitements sylvicoles.

4.16. Développer des modèles de croissance permettant de simuler l'effet de nouveaux traitements sylvicoles (p. ex., les coupes à rétention variables) et de mieux simuler la dynamique de la régénération naturelle à la suite des interventions sylvicoles.

4.17. Développer des scénarios sylvicoles en fonction des exigences des essences dans une perspective de production optimale de biomasse forestière pour la filière énergétique ou celle de la chimie du bois.

4.18. Intégrer aux modèles de croissance actuels des fonctions de défilement et de qualité du bois dans un contexte d'intensification des scénarios sylvicoles ou développer des modèles tactiques à l'échelle du peuplement.

4.19. Développer des modèles de croissance basés sur les processus physiologiques et les facteurs environnementaux pour mieux répondre aux enjeux associés aux changements globaux à l'échelle de l'arbre et du peuplement.



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 