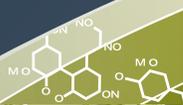


RAPPORT D'ACTIVITÉ

DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

2017 2018



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



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, 2019

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019

ISBN 978-2-550-84538-6 (Imprimé)

ISBN 978-2-550-84539-3 (PDF)

ISSN 1703-8561

ISSN en ligne 1718-0074

TABLE DES MATIÈRES

- 1** MOT DU DIRECTEUR
- 3** LA DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
- 11** LE SERVICE DE LA GÉNÉTIQUE, DE LA REPRODUCTION ET DE L'ÉCOLOGIE
- 17** LE SERVICE DE LA SYLVICULTURE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS
- 25** LE SERVICE DU SOUTIEN SCIENTIFIQUE
- 31** PROJETS EXTERNES SOUTENUS FINANCIÈREMENT
- 33** PUBLICATIONS 2017-2018
- 45** PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2018-2019

MOT DU DIRECTEUR



Les recherches dans le passé et la réflexion sur le développement de la Direction de la recherche forestière (DRF) qui ont mené à la publication présentant ses 50 premières années et aux événements commémoratifs nous ont fait prendre conscience de l'importance de la mémoire organisationnelle, notamment du rapport annuel d'activité. Une telle publication synthétise certes les réalisations de l'année qui vient de s'écouler, mais elle présente aussi la trajectoire d'une institution au travers des événements et du contexte social. Lorsque l'on compare plusieurs rapports successifs, on comprend mieux les influences qui ont façonné l'évolution des projets et des programmes de recherche au fil des années. Les questions de recherche qui intéressent la communauté forestière, ainsi que la société en général, évoluent en fonction des connaissances acquises précédemment, des événements naturels et des courants de pensée en matières économique, écologique et sociale.

En cette année qui a marqué les 50 ans d'existence de la DRF, on constate que sa mission a quelque peu évolué au cours des années, mais que les objectifs sont restés axés sur la réalisation et la coordination de la recherche forestière, de concert avec les différents organismes actifs dans ce domaine au Québec. Qu'elle s'appelle « saine utilisation des richesses forestières » ou « aménagement durable

des forêts », une constante demeure : la pérennité des forêts est au cœur des recherches.

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'acquies 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.

La société québécoise peut être fière de son ambassadrice de l'innovation, d'autant plus que, parmi les différents organismes de recherche au Québec, la DRF est la seule à se consacrer entièrement à l'aménagement durable des forêts.

C'est avec fierté que la Direction de la recherche forestière présente son rapport d'activité pour l'exercice 2017-2018 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.

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.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Saucier', with a large, sweeping flourish at the end.

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 2017-2018 en bref



Les activités de 2018-2019 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 :

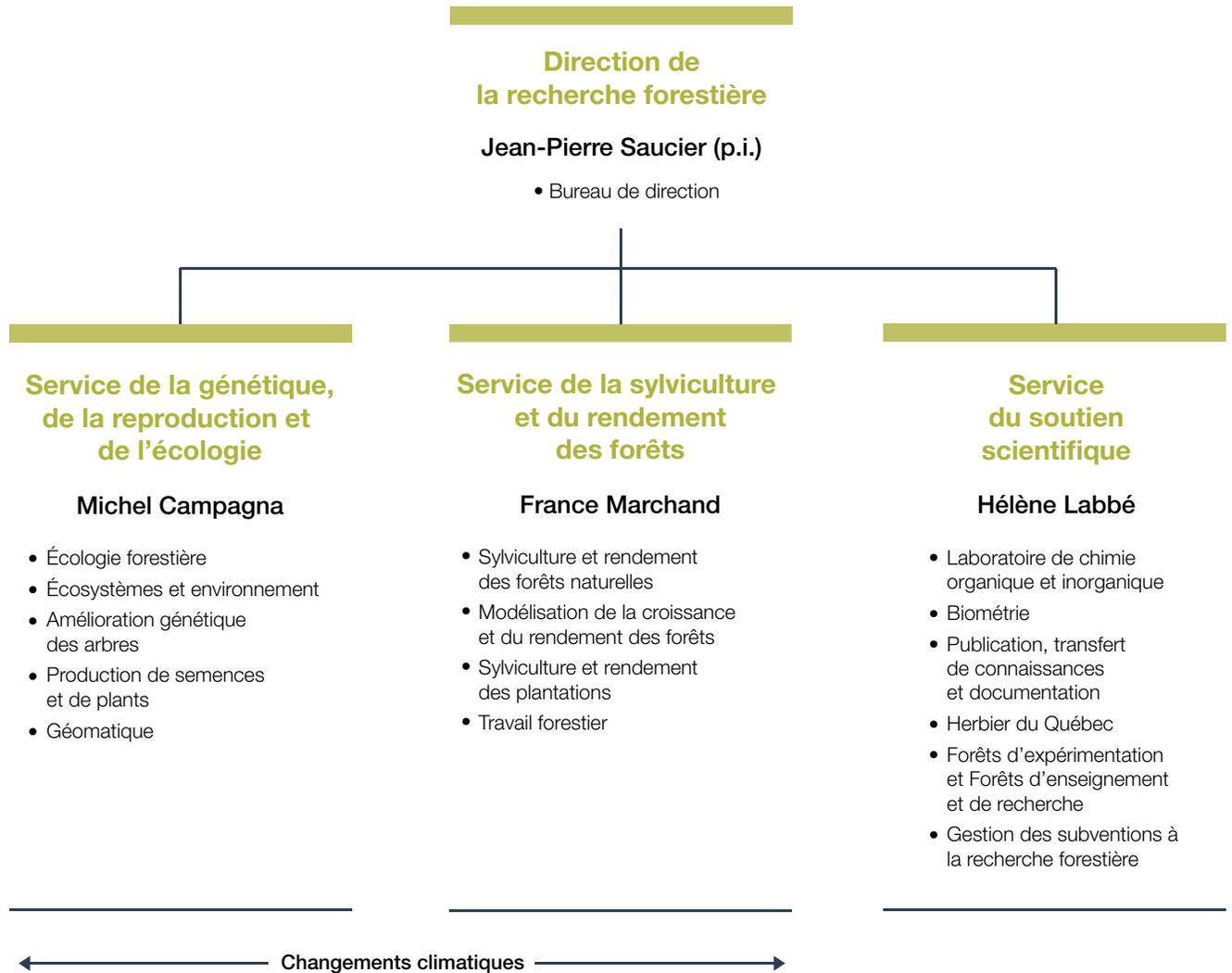
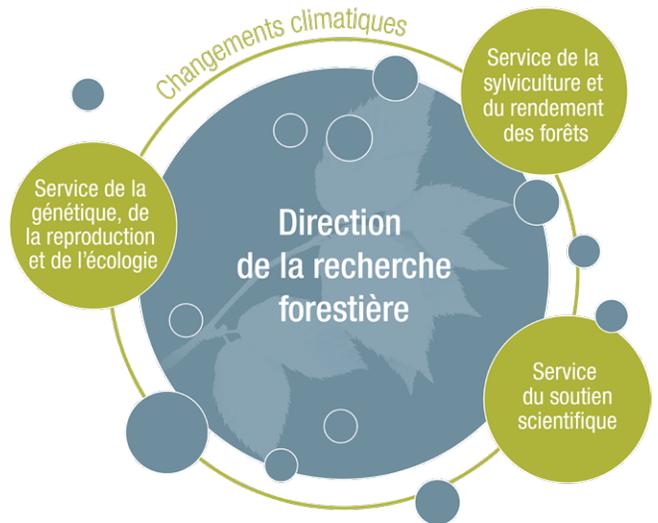
- la génétique, la reproduction et l'écologie;
- la sylviculture et le rendement des forêts;
- le soutien scientifique.

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 **33** chercheurs : **16** travaillent au SGRE et **17** au SSRF. Une équipe de personnel technique, composée de **22** personnes au sein du SGRE et de **27** 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 **7** personnes, dont **1** professionnelle en gestion de projets, **1** professionnelle, conseillère stratégique, 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 (DGCDAF), au sein du Secteur des forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.



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

50^e anniversaire de la DRF

Parmi les faits saillants de cette année, nous ne pouvons bien sûr passer sous silence le 50^e anniversaire de notre direction. Pour l'occasion, une cérémonie a été organisée le 19 octobre 2017 au Complexe scientifique. Plus de 130 convives étaient présents, dont le ministre des Forêts, de la Faune et des Parcs, M. Luc Blanchette, la sous-ministre, M^{me} Line Drouin, le sous-ministre associé aux Forêts, M. Ronald Brizard, et le forestier en chef, M. Louis Pelletier. Pour marquer les 50 ans de la Direction et garder une trace bien vivante de cette cérémonie, un bouleau jaune, arbre emblème du Québec, a symboliquement été planté dans la cour intérieure du Complexe scientifique.

Lors de la même occasion, la Société d'histoire forestière du Québec a consacré un numéro entier de sa revue *Histoires forestières* aux 50 ans d'histoire de la DRF. D'ailleurs, plusieurs employés de la Direction ont collaboré à sa rédaction. On y trouve, entre autres, les principales phases de développement de la Direction ainsi que des entrevues avec quelques-uns de ses piliers.

Plus tard dans l'année, dans le cadre des Prix reconnaissance 2017 du MFFP, la DRF s'est vu décerner le prix Ambassadeur de l'innovation pour sa contribution exceptionnelle à l'avancement de la recherche et à l'amélioration de la pratique forestière au MFFP et pour l'ensemble de la société au cours des 50 dernières années.

Finalement, à l'invitation de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, le directeur de la DRF, M. Jean-Pierre Saucier, a présenté la conférence « La Direction de la recherche forestière : 50 ans d'innovations et d'évolution au service de la forêt du Québec » dans le cadre des « Café conférence forestier » de l'Ordre.

Concertation Forêts 2018 et Carrefour Forêts 2019

La DRF a également mis en place au cours de la dernière année une gouvernance devant mener à l'organisation de deux événements d'envergure : Concertation Forêts 2018 et Carrefour Forêts 2019. Concertation Forêts 2018 constituera une étape charnière de la démarche entreprise par le MFFP à l'hiver 2017 afin de définir, avec les partenaires et les clientèles, les besoins prioritaires de connaissances relatives à l'aménagement durable des forêts. Les étapes préliminaires sont :

1. Une vaste consultation des différents partenaires et clientèles du Ministère ainsi que de ses employés;
2. Des ateliers permettant de poursuivre les échanges avec les différents partenaires et clientèles du Ministère.

Les constatations issues de cette démarche influenceront le contenu de l'activité de transfert de connaissances Carrefour Forêts 2019. Annoncé officiellement par le ministre du MFFP, M. Luc Blanchette, le 20 février dernier, le Carrefour Forêts 2019 « Des connaissances à la création de valeur », est une activité majeure de transfert de connaissances qui se tiendra au Centre des congrès de Québec les 2, 3 et 4 avril 2019.

Autres réalisations

Plusieurs chercheurs ont par ailleurs travaillé à la publication de l'avis scientifique *Expansion du hêtre à grandes feuilles et déclin de l'érable à sucre au Québec : portrait de la situation, défis et pistes de solution*. Leurs efforts ont d'ailleurs été récompensés par un prix Reconnaissance décerné par le Ministère. Cet avis scientifique présente un tableau de la situation depuis les années 1970, l'influence des variables environnementales, les principaux défis pour le secteur forestier et des pistes de solution pour les praticiens en région. L'avis contient des observations qui auront des effets sur la planification forestière, les décisions sylvicoles et les approvisionnements en forêt de feuillus.

Autre dossier chaud au cours de 2017-2018, la rédaction du rapport interne n° 500 faisant le bilan des suivis de validation (mesure des effets réels). Il s'agit d'une des actions entreprises par le Ministère à la suite des recommandations du Vérificateur général du Québec lors de son audit de performance sur les travaux sylvicoles. À partir de ce bilan et d'un profil à produire en 2018-2019 sur les traitements sylvicoles qui sont réalisés dans les forêts du domaine de l'État, des chercheurs déposeront de nouvelles propositions de suivis de validation des traitements sylvicoles. Ces suivis sont destinés à mieux comprendre les effets des principaux traitements sylvicoles et à vérifier les hypothèses émises lors de leur mise en place.

PLAN D'ACTION PLURIANNUEL 2016-2020 : REDDITION DE COMPTES

Sur les 24 actions du plan d'action pluriannuel, des progrès ont été réalisés pour 18 d'entre elles. Les actions suivantes, dont certaines comportent plus d'un indicateur, sont réalisées partiellement et en bonne voie de l'être à l'horizon du plan :

A. Réviser périodiquement la programmation de recherche de l'organisation dans un souci d'amélioration continue

Les chercheurs de la DRF ont présenté cinq nouveaux projets internes à l'évaluation de pertinence, puis à l'évaluation scientifique indépendante, tandis que cinq projets en cours ont été prolongés après une évaluation de pertinence positive;

B. Assurer la représentation de l'organisation aux occasions de veille scientifique en lien avec ses activités de recherche

Les chercheurs et les professionnels de la DRF ont été présentateurs ou collaborateurs à 97 occasions, dans 63 événements différents;

C. Organiser au moins une occasion d'échanges internes par année sur des thèmes d'avant-garde

Une table ronde sur les thèmes à retenir pour le prochain Carrefour Forêt 2019 a été réalisée le 15 février 2018. Regroupant un grand nombre d'employés, cette rencontre a permis de bonifier les propositions de l'équipe organisatrice;

D. Valoriser les bases de données de l'organisation et susciter les collaborations internes et externes

Dans le cadre d'un réinvestissement en recherche externe, la DRF a incité ses chercheurs à collaborer à 29 projets de recherche présentés par quatre universités en région pour la période 2017-2020. Plusieurs de ces collaborations permettront de valoriser des données du MFFP. De plus, les données de la DRF servent régulièrement à des travaux réalisés par des stagiaires ou des étudiants gradués. Enfin, plusieurs ententes de partage de données sont conclues chaque année avec le même objectif;

E. Augmenter la présence de l'organisation sur les réseaux sociaux

Une page institutionnelle pour la DRF a été créée sur ResearchGate en août 2017, sous le chapeau de la page du gouvernement du Québec. Au 31 mars 2018, 95 % de nos chercheurs et professionnels avaient associé leur compte à la page corporative de la DRF;

G. Réaliser annuellement au moins un événement thématique en collaboration avec les parties prenantes de ce thème

Pour 2017-2018, la DRF a réalisé le 19 octobre 2017 une journée portes ouvertes sur le thème des 50 ans de la DRF, en collaboration avec la Société d'histoire forestière du Québec. Sous la présidence d'honneur du ministre Luc Blanchet, une cérémonie a regroupé plus de 160 invités : employés actuels et anciens de la DRF, dont plusieurs retraités; collaborateurs du MFFP, du monde universitaire ou d'autres organismes de recherche. Pour l'occasion, la plantation d'un arbre symbolique a eu lieu dans la cour intérieure du Complexe scientifique;

I. Quantifier les retombées des travaux sur les pratiques forestières au Québec

Des modifications ont été apportées à la structure de Rapport annuel d'activité de la DRF afin de mieux mettre en évidence les retombées de nos travaux. De plus, une section sur les retombées des projets de recherche de la DRF sera ajoutée à son site Web;

J. Produire une synthèse de ces retombées pour le 50^e anniversaire de l'organisation

Afin de souligner le 50^e anniversaire, les employés de la DRF se sont mobilisés pour contribuer à un numéro spécial de la Société d'histoire forestière du Québec. La recherche historique a permis de constater l'ampleur des réalisations de plusieurs générations de chercheurs et d'employés de la DRF et leur impact déterminant sur les pratiques forestières au Québec. Cette publication constitue un legs pour célébrer cet anniversaire;

L. Assurer une présence régulière des employés de la DRF comme conférenciers aux événements internes du MFFP

La DRF a présenté neuf conférences Midi-Forêts de septembre 2017 à mars 2018, assurant ainsi la communication de nos travaux aux collègues du MFFP et aussi aux invités;

M. Assurer une présence régulière des employés de la DRF comme conférenciers à des événements organisés par des partenaires externes

Les membres de la DRF ont collaboré à des présentations lors de 21 congrès ou rencontres scientifiques différentes et sont intervenus lors de 23 événements de transfert de connaissances 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

Pour 2017-2018, la DRF a remplacé son processus annuel par une séquence d'activités visant à déterminer les besoins de recherche des trois à quatre prochaines années. Un sondage Web élargi a été réalisé durant cette année financière. Une série d'ateliers sur quatre thèmes majeurs était en préparation afin de mener à l'événement Concertation 2018. Le résultat devrait être une liste de besoins de recherche, avec une certaine priorisation, entérinés par les partenaires du MFFP. Cette réflexion alimentera la préparation d'un plan d'action de développement des connaissances sur l'aménagement durable des forêts pour les quatre prochaines années;

P. Concevoir un plan de main-d'œuvre

Des propositions aux autorités sur les expertises requises pour mener à bien la mission de la DRF ont permis d'accroître l'effectif professionnel et technique;

R. Mettre en place un groupe de réflexion sur la structure optimale de l'organisation, adaptée au contexte actuel

Des travaux de réflexion ont entraîné une révision de certaines structures de la DRF. Cette réflexion sur les programmes de recherche, relative aux besoins découlant de Concertation Forêts 2018, se poursuivra en 2018-2019;

T. Améliorer la proposition de valeur de l'organisation par le développement de collaborations internes et externes

La majorité des projets de recherche actifs à la DRF sont faits par des équipes de chercheurs et plusieurs incluent des collaborateurs externes à la DRF. Tous les nouveaux projets de recherche doivent associer un collaborateur praticien pour favoriser le transfert aux usagers potentiels. L'attribution de contrats de recherche aux universités a généré plusieurs nouvelles collaborations externes;

U. Valoriser les codirections d'étudiants gradués

Certains chercheurs de la DRF sont professeurs associés dans des universités et codirigent des étudiants gradués. D'autres accueillent des stagiaires au sein de leurs projets de recherche, favorisant ainsi la formation de personnel hautement qualifié pour l'avenir. Ces codirections et accueils de stagiaires sont encouragés par la DRF;

V. Rebâtir l'équipe de transfert

L'année 2017-2018 a permis de reconstituer une équipe complète de transfert de connaissances, ce qui a eu des effets bénéfiques sur les activités de vulgarisation et de transfert. Cette équipe a travaillé intensivement à la préparation des activités menant à Concertation Forêts 2018 et au Carrefour Forêts 2019.

Puisqu'il reste encore deux années à notre plan d'action pluriannuel, les activités qui n'ont pas encore été amorcées ou achevées feront l'objet d'une attention particulière afin de les mener à bien.

Figure 1 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	

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, la génétique forestière ainsi que la production de semences et de plants.

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 aux aménagistes forestiers 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
- Nicole Robert, techn. for.
- Hugo Tremblay, techn. for.
- Linda Veilleux, techn. lab.

Réalisations et avancées scientifiques

- Évaluation de l'importance de la sévérité des feux, de la présence de sphaignes et de la richesse des sites comme déterminants de la régénération forestière après feu de l'épinette noire [35, 55]. Ces travaux ont révélé l'importance de considérer la rétention variable dans les coupes totales afin de maintenir le potentiel reproductif

de l'épinette noire dans un contexte de perturbations rapprochées (p. ex., coupe suivie d'un feu).

- Présentation des travaux de recherche sur la cartographie de la sévérité des feux et de la modélisation de la régénération de l'épinette noire après feu dans un contexte de changements climatiques à l'émission *La semaine verte* diffusée le 31 mars 2018 sur ICI Radio-Canada [<https://ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/site/segments/reportage/65677/epinette-noire-feu-foret-bois>] [73].
- Utilisation des communautés d'insectes et des plantes invasives (lichens, bryophytes) comme indicateurs pour vérifier l'atteinte des objectifs de conservation de la biodiversité en forêt aménagée. Les résultats indiquent que les organismes dépendant du bois mort constituent de bons indicateurs de biodiversité sensibles à l'aménagement [53].
- 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 tant en forêt non perturbée que dans un contexte de forêts brûlées [56].
- Publication d'études sur la dynamique des populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette relativement à l'abondance de nourriture et à ses ennemis naturels (parasitoïdes). Ces études montrent que les parasitoïdes et le climat jouent un rôle majeur dans la gestion des populations de tordeuses [7].
- Réalisation d'une étude visant à mieux comprendre l'influence du climat sur les perturbations naturelles et la dynamique forestière dans une perspective à très long terme (Holocène). 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, alors que la synthèse de la forêt boréale de l'est est au stade de la révision.
- Réalisation d'études visant à reconstituer l'évolution des paysages forestiers dans un contexte d'aménagement forestier [3, 25, 40]. 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 [87].

Perspectives

- Analyse, à partir d'images satellitaires des patrons spatio-temporels de la sévérité des feux au Québec de 1985 à 2016 afin de déterminer son influence sur le potentiel de régénération (résilience) des écosystèmes forestiers boréaux.

- Analyse de la régénération après feu des forêts de la zone circumboréale dans un contexte de changements globaux.
- Utilisation de drones et d'imageries à haute résolution afin d'accélérer la cartographie du patron de sévérité des feux contemporains dans un contexte de récupération des bois brûlés.
- 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 au 20^e siècle de la structure et de la composition des forêts à partir des archives des compagnies forestières et d'arpentage dans les forêts du Québec.
- Poursuite et mise en place d'études sur la composition, la structure et la dynamique des forêts boréales et tempérées au cours de l'Holocène, sur la base de la classification écologique du Ministère.
- Réalisation d'une étude visant à estimer le potentiel d'expansion des peuplements d'érables à sucre à leur limite nord de répartition dans l'ouest du Québec et à présenter des propositions d'aménagement durable dans un contexte de changements climatiques.
- 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, des parasitoïdes qui peuvent mettre fin aux infestations et les stratégies d'aménagement qui pourraient être adoptées pour répondre à cet enjeu majeur.
- 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 mousses et les lichens.
- Lancement de travaux de recherche permettant de mieux comprendre la production de cônes chez les conifères (sapin baumier, épinette noire) afin de prédire la régénération de l'espèce après un incendie.

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.
- Simon Marcouiller, techn. for.
- Jean-Philippe Mottard, techn. for.
- Benoît Toussaint, techn. for.

Réalisations et avancées scientifiques

Sols et écosystèmes forestiers

Le suivi d'une expérience de fertilisation sur 20 ans a démontré que le hêtre à grandes feuilles prend le pas sur l'érable à sucre dans les sols acidifiés des érablières [31]. Par contre, l'ajout de matière résiduelle alcalinisante telles les boues secondaires des papetières augmente la vigueur de l'érable à sucre dans les érablières [51] sans accroître l'émission de méthane [16]. On a aussi trouvé que, dans les sites acidifiés, l'entailage des érables peut influencer sa croissance. Dans un tel peuplement, l'accroissement en surface terrière des érables entaillés depuis 15 ans était de 39 % moindre que celui des érables témoins [50].

Changements climatiques

- Il est maintenant bien connu que les changements climatiques nuisent déjà aux espèces dans de nombreux écosystèmes partout dans le monde. Des données à jour sur les niches climatiques sont nécessaires pour modéliser les distributions futures des espèces [6, 30].
- La possibilité d'extraire un signal climatique cohérent à partir des milliers de mesures de largeur des cernes de croissance, issues des réseaux nationaux d'inventaires forestiers a été explorée. Les analyses ont révélé que ces mesures constituent une occasion extraordinaire d'accroître la couverture spatiale et temporelle des données de croissance et de parfaire les connaissances sur l'influence du climat sur la croissance des arbres [15].
- Nous avons collaboré avec d'autres chercheurs de plusieurs universités et centres de recherche au Canada et aux États-Unis dans le but de documenter la sensibilité des arbres à la sécheresse [14]. Les résultats montrent que le moment où les épisodes de sécheresse surviennent et le climat local sont les principaux déterminants de la réaction des arbres à la sécheresse.
- Des travaux ont déterminé la niche climatique actuelle et prévue de la salamandre cendrée à partir de 400 000 observations provenant de 8 300 localités canadiennes et américaines [30]. Cette espèce est l'un des vertébrés

les plus abondants dans les forêts du nord-est de l'Amérique du Nord et est souvent utilisée comme bio-indicateur de l'intégrité des écosystèmes forestiers, car elle réagit rapidement aux changements de son environnement. Cette étude nous indique qu'une contraction de l'aire de distribution de l'espèce est à prévoir au cours des prochaines décennies. Par ailleurs, les résultats d'une autre étude sur la salamandre cendrée font ressortir l'importance de la couverture forestière dans le paysage quant à la réduction de la force de sélection causée par les changements climatiques [11].

- Contrairement à ce que l'on pense généralement, les sols forestiers peuvent réagir rapidement aux changements du climat. Dans une expérience effectuée sur le terrain, l'augmentation de la température du sol de l'ordre de 2 à 3 °C pendant trois ans a entraîné une augmentation des émissions de CO₂ de 30 à 60 % due à l'augmentation de la respiration des microorganismes du sol dans les sapinières et les pessières au Québec [44]. À l'échelle de la sapinière à bouleau blanc et de la pessière à mousses, on obtiendrait une augmentation de 154 mégatonnes de CO₂ dans l'atmosphère par saison, ce qui correspond à deux fois les émissions anthropiques du Québec en 2016.
- Des efforts importants de l'équipe ont été consacrés à la formation, à la vulgarisation et au transfert des connaissances à la communauté scientifique [113, 98, 107, 102, 97, 83, 95, 96], forestière [153, 179, 99, 184, 110], aux propriétaires de boisés privés [144] et au grand public [61, 60].

Perspectives

- Les résultats des études suivantes devraient être disponibles au cours de la prochaine année :
 1. Suivi d'une expérience de 20 ans sur l'application de différentes doses de chaux dans l'érablière;
 2. Détermination de l'effet de la récolte de biomasse forestière sur la fertilité du sol et ses stocks de carbone;
 3. Analyse financière du traitement de chaulage des érablières aménagées à des fins sylvicoles ou acéricoles;
 4. Étude des biais possibles dans les analyses dendrochronologiques;
 5. Étude de la résistance et de la survie à la sécheresse édaphique ou atmosphérique de plants de cinq essences soumis à différents climats représentatifs des conditions climatiques anticipées pour la fin du 21^e siècle.

GÉNÉTIQUE FORESTIÈRE

L'acquisition de connaissances relatives aux variations génétiques de caractères d'intérêt chez les espèces forestières commerciales est utile pour sélectionner des variétés destinées au reboisement. Les variétés sont conçues pour accroître, notamment, le volume, la qualité et la valeur des

bois produits en plantation, tout en maintenant une grande diversité génétique. La plantation de variétés productives et résistantes aux ravageurs sur des superficies restreintes, à proximité des usines, contribue à réduire la pression exercée sur la forêt naturelle. Il est également possible de sélectionner des variétés 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* et *ex-situ* des ressources génétiques forestières.

Équipe

Professionnels :

- Mireille Despots, 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.
- Jean-Sébastien Joannette, techn. for.
- Patrick Lemay, techn. for.
- Carol Parent, techn. for.

Réalisations et avancées scientifiques

- Les chercheurs du créneau ont démontré l'efficacité d'une méthode de sélection indirecte et non destructive de sélection *in situ* de la densité et du module d'élasticité (MoE) chez l'épinette noire [13]. De plus, le MoE est une propriété du bois qui s'avère très héritable, ce qui laisse présager des gains génétiques importants lors des sélections pour la deuxième génération. Cette propriété, aussi appelée « rigidité », assure une flexibilité sans déformation du bois d'œuvre et son amélioration pourrait accroître la qualité et la valeur de nombreux produits de transformation.
- Une étude réalisée en collaboration avec des chercheurs de l'Université Laval, du Centre de foresterie des Laurentides (CFL) et de la DRF sur l'efficacité de la sélection génomique de propriétés du bois chez l'épinette noire [26] indique que l'intégration de cette méthode est susceptible d'apporter plus rapidement des gains génétiques lors des sélections à venir pour cette espèce.
- Une prescription d'éclaircie de verger à graines clonal d'épinette noire fournissant la Côte-Nord et la réserve faunique des Laurentides, tenant compte de la croissance et de la qualité du bois, a été produite à la suite des mesures de deux tests clonaux [70].
- Une étude menée à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), avec la participation de la DRF, a documenté les corrélations phénotypiques

et génotypiques entre les propriétés anatomiques, physiques et mécaniques du bois chez différents clones de peupliers hybrides [23].

- Des croisements intraspécifiques entre des provenances nipponnes et chinoises de *Populus suaveolens* ont eu lieu en serre, à l'hiver 2018, à partir de rameaux floraux récoltés sur des arbres cultivés et sélectionnés au Québec. Près de 300 descendances obtenues de génération avancée composeront une nouvelle population d'amélioration d'une espèce capitale pour le programme d'amélioration du peuplier et l'obtention de nouveaux hybrides.
- Les généticiens du créneau ont poursuivi leur contribution au projet FastTRAC (tests rapides pour l'évaluation et la sélection des conifères), notamment par leur collaboration à plusieurs activités de transfert relatives aux modèles de sélection génomique pour la croissance, la qualité du bois et la résistance au charançon du pin blanc chez l'épinette de Norvège [86, 92] et la présentation d'une partie du matériel biologique de l'épinette blanche lors d'une visite sur le terrain [180]. De plus, les chercheurs du créneau et d'autres professionnels du MFFP ont contribué à l'analyse coûts-bénéfices de l'utilisation de la génomique forestière dans un contexte de déploiement opérationnel au Québec [82].
- Cette année, le déploiement opérationnel de la variété québécoise MEH 20-20, issue du programme d'amélioration génétique des mélèzes, a fait l'objet d'un reportage grand public à l'émission de télévision *La semaine verte* [72].
- Un texte relatant l'historique de l'amélioration génétique des arbres à la DRF a été produit par les chercheurs du créneau pour la revue *Histoires forestières du Québec* [116] dans le cadre du 50^e anniversaire de la Direction. Une affiche sur le sujet a aussi été présentée lors d'une journée portes-ouvertes soulignant l'événement [165].

Perspectives

- Afin de répondre aux besoins en sources améliorées de pin blanc adaptées aux changements climatiques, les chercheurs de la DRF ont entrepris une étude sur la phénologie et la capacité de reproduction des arbres du verger à graines de deuxième génération (V2) situé à Berthierville. Ce verger représente un premier pas vers la migration assistée du pin blanc au Québec, car il comprend en partie des arbres provenant de territoires situés au sud du Québec. En théorie, cela permet donc des croisements naturels entre des individus du Québec et des provenances des États-Unis. Afin de vérifier cette hypothèse, il devient important d'évaluer la capacité de reproduction de ces dernières et leur contribution à la production de graines du verger à graines de deuxième génération.

- Le programme d'amélioration génétique de qualité du bois d'épinette noire se poursuivra avec des prescriptions d'éclaircie pour les vergers clonaux exclusifs à la pessière à mousses et à la sapinière à bouleau blanc de l'ouest.
- Les croisements entre des arbres sélectionnés d'épinette noire provenant du sud du Québec (érablières à tilleul ou à bouleau jaune) et arbres de la sapinière à bouleau jaune se terminent. Ces deux populations de deuxième génération seront bientôt déployées et serviront notamment à des essais de migration assistée dans des sites localisés plus au nord relativement à leur domaine bioclimatique d'origine.
- Plusieurs populations parentales de peupliers hybrides, y compris les dernières familles à produire, seront plantées au cours des prochaines années, et l'évaluation des populations hybrides en cours sera poursuivie.
- Pour une deuxième année, l'équipe de génétique forestière contribuera au projet pancanadien Spruce-Up (génomique améliorée de l'épinette blanche pour des forêts productives et résilientes). L'accès au matériel biologique et aux dispositifs du MFFP est capital pour un grand nombre d'activités de ce projet en partie financé par Génome Canada et Génome Québec. De plus, les généticiens termineront cette année leurs contributions au projet FastTRAC.
- Afin de répondre aux besoins en sources améliorées de mélèze laricin pour la sapinière à bouleau blanc de l'est et la pessière à mousse de l'est, les chercheurs de la DRF ont amorcé une nouvelle analyse des résultats des tests les plus nordiques de cette espèce.
- La DRF poursuivra sa collaboration étroite avec la Direction générale de la production des semences et des plants forestiers (DGSPSF) pour préciser les zones de déplacement des variétés issues des vergers à graines dans un contexte de changements climatiques.

PRODUCTION DE SEMENCES ET DE PLANTS

Chaque année, plus de 130 millions de plants sont produits dans les 19 pépinières forestières du Québec (6 publiques et 13 privées). Ces plants améliorés génétiquement permettent de hausser la productivité des forêts du Québec. Les chercheurs et leurs partenaires doivent innover pour produire des semences et des plants de haute qualité morphophysiologique 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 en pépinière et pendant la phase juvénile de leur installation en site de reboisement.

Équipe

Professionnels :

- Fabienne Colas¹, biol., D.E.S.S.
- Jean Gagnon, ing.f., M. Sc.
- Mohammed Lamhamedi, ing.f., Ph. D.

Équipe technique :

- Daniel Girard, techn. for.

Réalisations et avancées scientifiques

- Après avoir démontré l'efficacité de la fertilisation foliaire avec de l'urée, dont l'objectif est d'augmenter rapidement la concentration foliaire en azote (N) sur des plants en dormance d'épinette en récipients 25-310, cette approche de fertilisation a été adaptée avec succès pour la production opérationnelle du pin gris 2+0 en croissance [18, 57].
- Les résultats des travaux sur la surélévation indiquent clairement la nécessité de surélever les récipients afin d'améliorer la croissance, la nutrition minérale, la cohésion des carottes et le taux de conformité des plants [49, 142].
- Les travaux axés sur l'évaluation de la variabilité génétique des pieds mères de différents clones d'épinette blanche produits par embryogenèse somatique (ES) ont démontré, pour la première fois, la stabilité et la maîtrise génétique de plusieurs traits associés à l'uniformité de l'architecture des parties aériennes, du rendement et de l'enracinement des boutures prélevées sur des clones d'épinette blanche produits par ES [24].
- Des travaux de synthèse liés aux percées techniques et technologiques à caractère opérationnel propres aux mycorhizes et à la production de plants au Québec ont été réalisés [120, 88].
- 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 montré : i) la supériorité de la performance des sources génétiques du sud comparativement à celles du nord en pépinière et en plantation; ii) les corrélations significatives entre les performances en pépinière et en plantation; et iii) une acclimatation thermique de la photosynthèse et de la respiration quant à la migration assistée de ces mêmes sources génétiques [59, 5, 32, 106, 76, 77].

- Différentes activités d'accompagnement, de transfert de connaissances, d'expertises et du savoir-faire s'adressant à la communauté scientifique, aux pépiniéristes forestiers du Québec et aux praticiens ont été réalisées dans les domaines suivants : la fertilisation [143], les techniques de production de plants [120], l'intégration opérationnelle des ectomycorhizes [88, 4646], la surélévation [142] et l'écophysologie des sources génétiques utilisées dans les reboisements au Québec [94, 89, 106, 176, 76, 77, 182].
- 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 [8, 91, 90]. D'autres collaborations ont mis l'accent sur la mise en application opérationnelle du test universel de prédiction de la viabilité au tétrazolium des semences stockées pendant plusieurs années [17].



Comparaison, à la fin de la saison de croissance, du système racinaire de plants d'épinette noire 1+0 cultivés sous tunnel dans des récipients 67-50 surélevés ou posés au sol (photo : M. Renaud, MFFP).



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

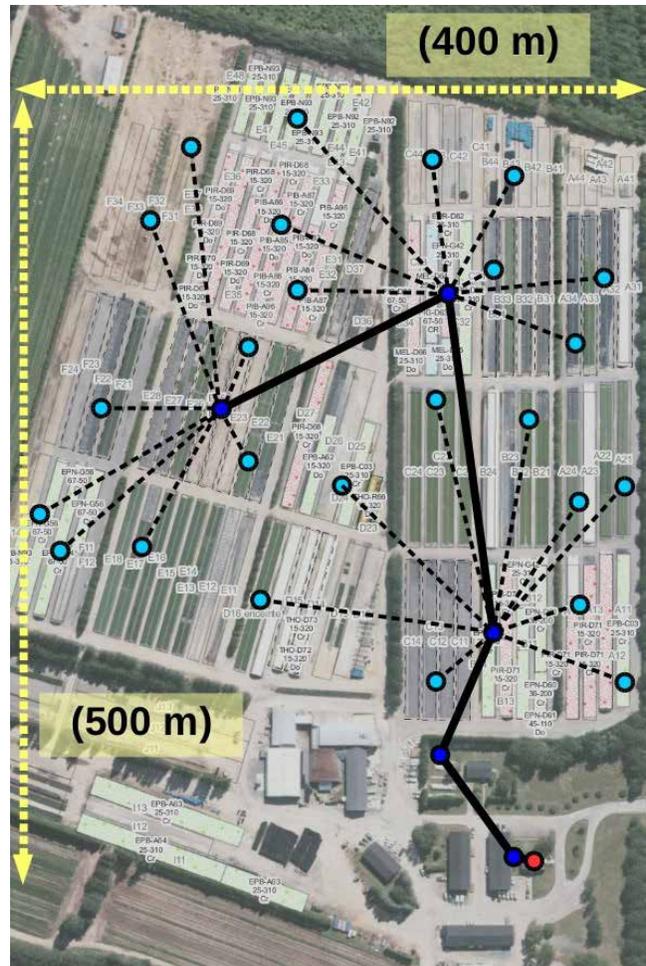


Exemple d'un site de plantation dans le canton de Watford en Beauce (46,30° N., 70,40° O.) constitué de 144 plants × 8 sources génétiques (vergers) × 4 blocs = 4 608 plants (photo : M. S. Lamhamedi, MFFP).

¹ À l'emploi de la Direction de la recherche forestière jusqu'en juin 2017.

Perspectives

- Le transfert d'expertise pour la fabrication et l'utilisation d'un réseau sans fil expérimental de balances autonomes se poursuivra à la pépinière de Normandin, ainsi que le développement du sécheur d'embryons somatiques à la pépinière de Saint-Modeste.
- L'analyse des résultats sur les matériaux de recouvrement (silice, calcite, etc.) et l'optimisation de la fertilisation en bore (familles, vergers) se poursuivra.
- La collaboration avec l'Université Laval pour évaluer les processus écophysologiques des sources génétiques relatifs à la migration assistée et à leur intégration dans les modèles de transfert de semences se poursuivra.
- Les chercheurs continueront leurs activités d'accompagnement, de transfert de connaissances et de savoir-faire auprès des pépinières privées (13) et publiques (6) afin de les sensibiliser à la mise en pratique opérationnelle des acquis scientifiques dans les domaines de la fertilisation en bore, les ectomycorhizes, le préconditionnement aux gels hivernal et automnal dans un contexte de changements climatiques.



Exemple d'un réseau sans fil de balances (portée, autonomie électrique, etc.) dont les paramètres d'utilisation ont été évalués avec succès (extrait d'ArcGIS : C. Pelletier, 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 soutenir dans l'atteinte de ce défi, les chercheurs de ce créneau développent des modalités de traitements sylvicoles qui concilient les enjeux écologiques et économiques, dans une synergie qui favorise l'implantation de l'aménagement écosystémique. Aussi, ils étudient les principaux traitements sylvicoles utilisés au Québec pour en connaître leurs effets sur la productivité, les propriétés du bois et la naturalité. Sur la base de cette connaissance scientifique, ils formulent des recommandations aux aménagistes des forêts de l'État permettant l'atteinte des objectifs socioéconomiques et écologiques de l'aménagement écosystémique.

Équipe

Professionnels :

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

Équipe technique :

- Yannick Dubord, techn. for.
- Alexandre Dumas, techn. For.
- Louis Faucher, techn. for.
- Frédéric Halmaï, techn. for.
- Alain Langlois, techn. for.
- Carl Lemieux, techn. for.
- Govinda St-Pierre, techn. for.

Réalisations et avancées scientifiques

- Mise en œuvre d'une entente de collaboration avec l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue pour développer une sylviculture adaptée aux régions sujettes à la paludification. Déjà, une publication est issue de cette collaboration [33].
- Le broutement chronique par les cervidés est un enjeu de changement global. Un article montrant dans quel contexte il cause une dégradation de la canopée des forêts a été publié [2].
- L'analyse de la capacité des modèles de croissance Natura et Artémis a mis en évidence leur difficulté à prévoir l'évolution des jeunes peuplements aptes à subir une éclaircie précommerciale (EPC) [156].
- La participation aux ateliers du réseau des experts en analyse économique des traitements d'éclaircie précommerciale et commerciale a permis d'aider à orienter les paramètres à utiliser pour l'exécution des travaux [186, 187].
- La mécanisation est une des solutions qui ont été envisagées au cours des années 2000 pour pallier la pénurie de main-d'œuvre pour réaliser l'éclaircie précommerciale. Toutefois, 15 ans après traitement, seule l'éclaircie précommerciale semi-mécanisée, c'est-à-dire réalisée mécaniquement sur une partie du territoire, suivie d'une intervention manuelle dans la partie restante, permet d'obtenir les mêmes bénéfices que dans ceux obtenus avec une éclaircie précommerciale réalisée entièrement manuellement [20].
- Les résultats de 25 ans des effets du scarifiage en forêt boréale ont montré que ce traitement sylvicole a des effets à long terme sur la croissance de la régénération naturelle et artificielle d'épinette noire. Les semis plantés ont réagi positivement et rapidement au traitement, alors que deux décennies se sont écoulées avant que des effets positifs et notables se fassent sentir sur la croissance des semis naturels et des marcottes [38].

Perspectives

- Le comité scientifique responsable d'étudier les effets réels de l'éclaircie précommerciale produira des recommandations et proposera des pistes de solution pour permettre aux modèles Natura et Artémis de mieux prévoir l'évolution des peuplements résineux régénérés naturellement et aptes à subir une EPC. Les résultats servent à orienter les travaux d'analyse de la rentabilité du traitement. De plus, les données serviront à caractériser les effets réellement observés et à établir les meilleures conditions pour réaliser le traitement.
- Les chercheurs travaillent de concert avec ceux du créneau modélisation de la croissance et du rendement des forêts afin d'améliorer la prise en compte des effets de l'éclaircie précommerciale dans les outils de simulation utilisés pour réaliser les calculs des possibilités forestières.
- La compréhension de l'interaction entre les traitements sylvicoles et les perturbations naturelles, notamment l'épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette, servira à documenter les contextes adéquats de réalisation de ces traitements.
- Le développement des outils nécessaires à l'évaluation de la naturalité des peuplements forestiers permettra aux aménagistes de quantifier les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle.
- L'expérimentation de modalités de traitements, telles que le dépressage, contribuera à l'augmentation de la productivité des sapinières de secondes venues très denses en synergie avec le maintien d'attributs clés de la forêt naturelle (c.-à-d. structure, composition).
- L'évaluation des propriétés du bois en forêt naturelle et en plantation permettra, à terme, le développement d'outils de prévision à différentes échelles spatiales (cerne, arbre, peuplement) et d'outils de simulation (modèles de croissance, effets des traitements sylvicoles).
- L'évaluation des différentes modalités de coupes totales en forêt naturelle résineuse sur la succession forestière.
- La caractérisation des effets des coupes partielles, telles que la coupe progressive irrégulière, permettra d'orienter les pratiques.
- Les travaux réalisés en collaboration avec des chercheurs universitaires permettront d'explorer le potentiel des outils technologiques, comme le LiDAR, pour évaluer différents attributs des peuplements.

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, 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, possèdent des exigences physiologiques et écologiques particulières. De plus, l'omniprésence d'une forte concurrence végétale s'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 et le rendement à long terme.

Équipe

Professionnels :

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

Équipe technique :

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

Réalisations et avancées scientifiques

- Une étude du développement d'un mélange intime de trembles, de sapins, d'épinettes noires et d'épinettes blanches à la suite de l'éclaircie précommerciale a démontré que la croissance du tremble et des conifères a augmenté après le traitement, celui-ci ayant favorisé le partage de l'espace entre ces essences. L'étude révèle notamment que l'ouverture du couvert a grandement contribué à la survie des épinettes. Les résultats confirment que l'EPC permet d'accélérer la succession naturelle de la forêt mixte boréale et de conserver la composante résineuse dès le stade initial de développement [37, 62].
- Une étude réalisée dans la sapinière à bouleau jaune de structure irrégulière a montré que la coupe progressive irrégulière (CPI) peut constituer une solution de rechange à la coupe totale pour régénérer l'épinette rouge, le sapin baumier et le bouleau jaune. Avec cinq fois moins de semis résineux que dans la forêt non coupée, la coupe totale augmente le risque que les peuplements mixtes soient convertis en peuplements de feuillus. Les résultats indiquent que la variante de CPI à couvert permanent offre le plus grand potentiel pour ce qui est

d'atteindre les objectifs de composition et de structure [63, 39, 183, 146].

- Un article de synthèse a permis de tracer les grandes lignes de l'historique de la recherche et développement en sylviculture et rendement de la forêt mixte dans le cadre du 50^e anniversaire de la DRF [124].
- La participation à un groupe de travail nord-américain sur la diversité des forêts de feuillus nordiques a fait ressortir que l'altération de la diversité végétale peut causer une réduction de la mémoire écologique et de la résilience. Les pertes de diversité végétale peuvent être causées par plusieurs facteurs, dont l'historique d'utilisation du territoire, la surabondance du cerf de Virginie et l'envahissement par les plantes exotiques [45].

Perspectives

Grâce à ses travaux, l'équipe de sylviculture et rendement des peuplements mixtes devrait obtenir, au cours de la prochaine année, les résultats suivants :

- résultats quinquennaux de la survie et le développement de semis d'épinette rouge plantés dans trois dispositifs de CPI en peuplements feuillu, mixte et résineux;



Photo : M. Prévost, MFFP



Photo : P. Raymond, MFFP

- résultats de huit années des effets de la coupe par pieds d'arbres et groupes d'arbres sur la régénération naturelle et la diversité dans une bétulaie jaune résineuse;
- résultats quinquennaux de la dynamique de la régénération naturelle à la suite de traitements sylvicoles de réhabilitation dans une bétulaie jaune résineuse dégradée de Charlevoix;
- résultats décennaux d'acclimatation et de développement de semis d'épinette blanche plantés pour ramener la composante résineuse dans une bétulaie jaune résineuse dégradée de Charlevoix;
- résultats décennaux d'acclimatation et de développement de semis d'épinette rouge plantés dans de petites trouées sylvicoles;
- résultats de 15 ans de la dynamique de la régénération naturelle à la suite de traitements sylvicoles de réhabilitation dans une bétulaie jaune résineuse dégradée de la Haute-Mauricie.

SYLVICULTURE ET RENDEMENT DES FORÊTS NATURELLES – PEUPELEMENTS DE FEUILLUS

Les recherches en sylviculture et rendement des peuplements feuillus naturels visent à développer des pratiques forestières permettant l'aménagement durable et écosystémique de ces forêts, en particulier pour l'amélioration de la production de bois 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.
- Olivier Larouche, techn. for.
- Pierre Laurent, techn. for.
- William Michaud, techn. for.
- Claudine Plante, techn. for.

Réalisations et avancées scientifiques

- Les chercheurs du créneau, en collaboration avec FP Innovations et le Centre canadien sur la fibre de bois, ont publié les résultats des travaux concernant la prévision du panier de produits de l'érable à sucre, du bouleau jaune et du hêtre à grandes feuilles [4]. Précédemment, des modèles à l'échelle de l'arbre pour prédire les volumes de bois selon les classes de qualité des billes ont été publiés, mais ces nouveaux résultats vont plus loin et visent à prédire la qualité des planches, laquelle est directement liée aux prix publiés sur le marché nord-américain. L'étude a aussi permis de définir des pistes pour simplifier le classement des arbres afin de distinguer ceux ayant un fort potentiel pour la transformation de bois de sciage de ceux en ayant un faible.
- La sylviculture des peuplements à dominance d'érable à sucre et de bouleau jaune mise principalement sur l'utilisation de coupes partielles. Or, un des enjeux de cette sylviculture est de réduire le taux de mortalité des arbres résiduels ayant un potentiel de production de bois d'œuvre. Des résultats récents permettent de mieux cibler les arbres et les conditions de croissance associés à différents risques liés à la mort [22]. Ils permettent aussi de mieux comprendre la variation de la dynamique forestière au Québec.
- Les résultats des effets après cinq années d'éclaircie commerciale et d'amendement du sol dans de jeunes érablières en Estrie ont été publiés et diffusés [48, 51, 98]. Les résultats montrent des effets positifs des éclaircies avec un rendement moyen supérieur à 5 m³/ha/an, soit une augmentation moyenne de 44 % comparativement à un peuplement qui n'a subi aucune intervention. De plus, l'amendement composé de boue de chaux et de biosolides papetiers a permis d'augmenter le statut nutritif de l'érable à sucre, ce qui a contribué à un gain d'accroissement supplémentaire des érables codominants et dominants par rapport aux peuplements éclaircis, mais non amendés.
- Dans le but d'améliorer la classification des arbres afin de déterminer leur potentiel de croissance, une étude a été réalisée sur les types d'écorces comme indicateurs de croissance [19]. Cette étude a montré que les bouleaux jaunes et les érables à sucre dont l'écorce était lisse affichaient des accroissements en diamètre beaucoup plus forts que les arbres dont l'écorce était rugueuse. L'étude propose notamment une description des critères de l'écorce à observer afin d'aider la prise de décision pour le choix des arbres à protéger, à dégager ou à récolter lors de la réalisation de traitements sylvicoles.
- À la demande de l'Outaouais, la DRF a entrepris des suivis de validation de l'efficacité du nettoyage des gaules de hêtre dans les coupes de récupération (généralement des coupes progressives) des arbres morts de la maladie corticale du hêtre. Les résultats à court terme montrent que les gaules coupées ont une forte capacité à produire des rejets et que ces rejets pourraient de

nouveau nuire à la régénération de l'érable à sucre établie après la coupe, puisqu'ils ont une plus forte croissance en hauteur que les jeunes semis d'érable [71].

- Plusieurs activités de transfert de connaissances ont été réalisées au cours de l'année. Ces activités, sous forme de présentations ou de visites sur le terrain, ont traité des sujets suivants :
 - les résultats et les retombées de la mesure des effets réels des coupes de jardinage [139];
 - le bilan des recommandations du Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt feuillue (CIMOTFF) [136, 172, 174];
 - la synthèse des connaissances des traitements sylvicoles tels que le nettoyage et les éclaircies [171, 462, 173];
 - la notion du diamètre à maturité financière [137];
 - les travaux de recherche réalisés au fil des 30 dernières années en sylviculture des forêts de feuillus dans la région des Hautes-Laurentides [132]. Cette visite sur le terrain a été présentée à un groupe de chercheurs de l'Université du Vermont.

Perspectives

- Les effets de deux modalités d'éclaircie commerciale appliquées dans des bétulaies blanches de 70 ans 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 gestion mécanique de la régénération du hêtre à grandes feuilles, combinée à des coupes partielles de différentes intensités, permettront de mieux définir les stratégies d'intervention opérationnelles afin de limiter l'envahissement par le hêtre observé dans certaines érablières.
- Les 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.
- Les effets après 25 ans de deux intensités d'éclaircie commerciale pratiquées dans des pinèdes irrégulières de l'Outaouais montreront l'influence de celles-ci sur la croissance du pin blanc et du pin rouge, de même que sur le rendement de ces pinèdes selon la classe de gros-seur des pins.
- 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 au cours des 15 premières années après la coupe permettront de définir la ou les approches pouvant être adoptées pour atteindre les objectifs.

- Les chercheurs collaborent avec le créneau de modélisation afin de mettre à jour les modèles de croissance, de recrutement, de mort, d'évolution de la qualité et de prévisions du panier de produits dans le simulateur SaMARE. Ces mises à jour, réalisées à partir des données recueillies dans les dispositifs de l'équipe de sylviculture, permettront de mieux évaluer les effets des coupes partielles en forêt feuillue et mixte.

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 dans les plantations sur la naturalité des écosystèmes.

Équipe

Professionnels :

- Nelson Thiffault², ing.f., Ph. D.
- Charles Ward, ing.f., M. Sc.

Professionnels associés :

- Martin Barrette, ing.f., Ph. D.

Équipe technique :

- Maïté Brémont, techn. for.
- Jacques Carignan, techn. for.
- Guy Chantal, ouvrier sylvicole
- Alexandre Dumas, techn. for.
- Évelyne Gaillard, techn. for.
- Réjean Poliquin, techn. for.

Réalisations et avancées scientifiques

- L'envahissement par le nerprun bourdaine constitue un enjeu important pour l'aménagement durable des forêts. Une publication sur la gestion de cette espèce dans les plantations est maintenant disponible [12].
- Les chercheurs de la Direction de la recherche forestière ont démontré que la sylviculture en bas âge peut être utile au maintien de la résilience des forêts nordiques, et que le recours au processus de facilitation écologique pourrait être envisagé dans un tel contexte [42, 68]. Ceux-ci ont également illustré comment la préparation mécanique du sol et le choix de l'essence mise en terre influencent la production des plantations en milieu boréaux dominés par les éricacées [43].

- Les résultats à long terme d'une des plus larges et plus anciennes expériences de sylviculture intensive ont fait l'objet d'une visite sur le terrain à l'intention du ministre des Forêts, de la Faune et des Parcs. Cela a été l'occasion de faire valoir le rôle positif que peut jouer la sylviculture de plantations dans la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique des forêts au Québec [160 et 161].
- Des conférences ont présenté les résultats de recherches portant sur les effets relatifs de la concurrence, du climat et du sol sur la croissance d'épinettes noires et d'épinettes blanches en plantations dans un contexte d'aménagement écosystémique. Ces résultats confirment que, dans un scénario de reboisement hâtif avec des plants d'une taille adaptée comprenant également un traitement de nettoyage au stade gaulis, il n'y a pas d'effet sylvicole bénéfique à retarder l'application d'un dégagement mécanique jusqu'à deux années après le moment requis selon les normes opérationnelles au Québec. Cette marge de manœuvre opérationnelle devrait être utilisée afin d'assurer la réalisation des entretiens nécessaires; les résultats illustrent clairement que l'omission de réaliser un dégagement mécanique nuit à la production forestière, tant à l'échelle de l'arbre que du peuplement. Ces travaux confirment ainsi le besoin d'effectuer des suivis et des entretiens adéquats des plantations en bas âge afin que celles-ci soient productives et génèrent les rendements escomptés [111].
- L'étude en cours portant sur l'analyse de bases de données décrivant l'état de la régénération jusqu'à 10 ans après coupe a permis de mieux comprendre comment les interactions entre les facteurs environnementaux, biophysiques et opérationnels influencent le succès de régénération des peuplements en forêt boréale. Les premiers résultats ont fait ressortir l'importance de la prise en compte du gradient nord-sud dans l'interprétation de ces interactions [93].
- Une étude en milieu contrôlé a permis de démontrer que les racines adventives jouent un rôle équivalent au système racinaire initial pour la croissance de semis d'épinettes noires nouvellement mis en terre, et qu'elles permettent notamment de survivre dans des conditions difficiles [100].
- Divers travaux de la Direction de la recherche forestière portant sur la sylviculture et le rendement en plantations de même que sur les modèles de croissance et le simulateur de croissance CroiRePlant ont été présentés dans le cadre de conférences [188, 158, 159].

Perspectives

- Le suivi de la croissance juvénile réalisé à partir de dispositifs établis dans des plantations d'épinettes noires et d'épinettes blanches permettra d'approfondir la notion de « libre de croître » et d'évaluer le moment opportun pour réaliser des travaux d'éclaircies précommerciales qui maximiseront la croissance, la qualité du bois et le rendement en valeur financière.

2 À l'emploi de la Direction de la recherche forestière jusqu'en septembre 2017.

- L'étude à grande échelle des placettes de microsites permettra d'évaluer l'effet du scarifiage sur la survie et la croissance des plants d'épinette noire, d'épinette blanche et de pin gris aux conditions de leur microenvironnement.
- L'étude de plantations établies selon un gradient d'intensité sylvicole permettra de prédire la croissance et la mort des conifères dans différents contextes écologiques et d'aménagement.
- Des travaux en cours permettront de tester l'effet de l'élagage et de différents types d'éclaircies commerciales (par le haut, par le bas, neutre) sur la croissance et la qualité du bois de mélèze hybride et d'épinette blanche. Ces nouvelles connaissances guideront les aménagistes et les sylviculteurs dans l'élaboration de stratégies et de prescriptions sylvicoles en aménagement intensif des plantations.
- Les données collectées dans les réseaux de suivi des vieilles plantations et de suivi des effets réels seront utilisées afin de produire des cartes d'indices de qualité de station pour l'épinette noire et l'épinette blanche pour l'ensemble du territoire forestier aménagé du Québec.
- Les données compilées des suivis d'inventaires dans la forêt expérimentale de Madawaska seront utilisées afin d'évaluer la rentabilité financière et économique de divers scénarios sylvicoles d'éclaircies (hâtive et tardive) appliquées à des plantations d'épinettes noires, d'épinettes blanches et d'épinettes de Norvège. Ces résultats seront comparés à des résultats obtenus à partir de scénarios de forêts naturelles et de plantations sans éclaircie.
- Les données d'inventaire acquises dans le réseau des effets réels jumelées à des intrants dendrométriques issus de simulations serviront à enrichir la base de données utilisée dans les calculs de la rentabilité économique des plantations résineuses. Ces données seront utilisées pour évaluer la rentabilité économique et financière des traitements d'éclaircie appliqués à diverses essences résineuses établies sur une gamme d'indices de qualité de station. Ces données aideront à orienter la prise de décisions visant à rentabiliser les investissements financiers dans les plantations.
- Les courbes de croissance et de rendement seront actualisées pour l'épinette noire.

MODÉLISATION DE LA CROISSANCE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

Les recherches pluridisciplinaires menées par les chercheurs en modélisation, en collaboration avec les autres chercheurs de la DRF, 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 actuels 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 d'orienter la planification stratégique et tactique de l'aménagement forestier.

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. bioécol.
- Jolène Lemieux, techn. for.
- Hervé Lortie, techn. for.
- Luc Papillon, techn. for.

Réalisations et avancées scientifiques

- L'équipe de modélisation de la croissance et du rendement des forêts a publié un article scientifique permettant de comparer les prévisions à court et à long terme des modèles de croissance Artémis et Natura [36]. L'étude a mis en évidence les conditions d'utilisation optimales de chacun des modèles permettant, notamment, d'orienter leur utilisation par le Bureau du forestier en chef lors du calcul des possibilités forestières. L'équipe a aussi publié un article scientifique portant sur le développement d'une nouvelle métrique qui permet de caractériser et de quantifier l'amplitude et la direction du changement dans les communautés par rapport à un état de référence donné [41]. Les résultats de ces travaux démontrent que cet indice est en mesure de détecter et d'évaluer correctement l'effet de l'évolution des gradients environnementaux sur la structure et la diversité des communautés biologiques dans le contexte des changements climatiques par rapport aux indices actuellement utilisés. Ces travaux ont été synthétisés et vulgarisés sous forme de trois avis de recherche [64, 65, 66] et de conférences s'adressant à des scientifiques pour transmission aux utilisateurs et aux praticiens [154, 155].

- Les chercheurs en modélisation, en collaboration avec l'équipe de biométrie et un chercheur du créneau de sylviculture et rendement des forêts naturelles — peuplements de feuillus, ont fait une présentation conjointe portant sur les modèles de croissance de la DRF lors des ateliers du Réseau d'experts en économie forestière (REEF) sur la réalisation des analyses de rentabilité économique des principaux traitements sylvicoles utilisés au Québec [141]. Cette conférence a permis de décrire le fonctionnement de chacun des modèles, avec ses forces et ses faiblesses, et a servi de référence pour la poursuite des travaux du comité.
- Des travaux portant sur le développement d'un système d'inférence et d'information sur les sols forestiers ont permis de générer un profil spatial et quantitatif des propriétés physico-chimiques des sols forestiers à une résolution spatiale de 250 m pour la texture et le pH du sol pour le Québec. Ces travaux ont été présentés, dans des conférences et des ateliers, aux chercheurs et aux praticiens en foresterie, en hydrologie et en agriculture [109, 110, 153].
- Les chercheurs en modélisation, parfois en collaboration avec des partenaires, ont également réalisé d'autres activités de transfert de connaissances, comme la publication d'un avis de recherche forestière [58] et d'un article professionnel [46], la présentation de conférences scientifiques [103, 135, 140, 145], la transmission des résultats aux praticiens lors des conférences locales [155, 156] et des visites de travaux sur le terrain [175], ainsi que la publication d'un article de vulgarisation destiné au grand public [123].
- Développer une approche de modélisation de la croissance diamétrale du sapin baumier basée sur le principe d'efficacité d'utilisation des ressources. Le développement de cette approche permettra d'acquérir des connaissances en mesure de soutenir la prévision opérationnelle de la productivité des écosystèmes dans le contexte des changements climatiques.
- Continuer, en collaboration avec les chercheurs des créneaux de sylviculture et du rendement des forêts naturelles, à développer un modèle de croissance tactique pour les bétulaies jaunes résineuses afin de prédire l'effet de différents traitements sylvicoles sur la croissance des arbres et des peuplements résiduels.
- Produire un profil spatial et quantitatif des propriétés physico-chimiques des sols forestiers à une résolution spatiale de 100 m. La publication de cartes est prévue au cours de l'année 2018. Ces cartes permettront de soutenir la mise en place d'orientations stratégiques et la gestion de la ressource forestière.
- Poursuivre le développement de méthodes pour l'étude et le suivi de la mort des arbres, basées sur les données de télédétection aéroportée et satellitaire et étendre son application à l'ensemble du territoire sous aménagement. À ce titre, un outil de détection des arbres morts à partir de photographies aériennes a été développé et testé dans deux régions pilotes (Haute-Mauricie et Côte-Nord).
- Étudier la répartition spatiale des arbres morts à l'échelle du Québec avec les données provenant de l'inventaire forestier et de la télédétection dans le but de mieux comprendre les facteurs environnementaux et écologiques impliqués dans ce processus. Les connaissances acquises permettront de suivre la dynamique spatio-temporelle de la mort et contribueront à l'amélioration des modèles.
- Quantifier l'effet des conditions pédoclimatiques locales sur la croissance diamétrale et la mort de certaines essences commerciales de la forêt mixte dans le but de mieux comprendre leur vulnérabilité aux changements climatiques.
- Collaborer avec les chercheurs du créneau d'amélioration génétique des arbres à l'analyse du statut de conservation des ressources génétiques forestières arborescentes de la forêt commerciale du Québec.

Perspectives

- Poursuivre l'amélioration et la mise à jour continue des modèles de croissance Artémis et SaMARE à partir des données les plus récentes afin de répondre aux nouvelles problématiques et aux divers besoins des utilisateurs de ces modèles.
- Développer un modèle de prévision de l'évolution du volume des peuplements traités par éclaircie précommerciale afin de répondre à l'enjeu de croissance des peuplements à la suite des différents traitements sylvicoles.
- Poursuivre le développement des modèles prévisionnels du volume et de la qualité du bois des arbres feuillus. Les travaux futurs viseront, notamment, à répondre aux enjeux de l'effet du milieu physique, des répercussions de la maladie corticale du hêtre et des défauts internes des arbres, comme la coloration de cœur, sur la valeur marchande des arbres feuillus.
- Développer des connaissances sur la dynamique de la régénération et de succession des peuplements forestiers. L'amélioration du modèle de recrutement des arbres marchands du modèle Artémis en considérant notamment le dénombrement de gaules permettra de répondre à cet enjeu.

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

Professionnelle :

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

Collaborateurs externes :

- Daniel Imbeau, ing. Ph. D., Polytechnique Montréal
- Philippe-Antoine Dubé, ing. Ph. D., Polytechnique Montréal
- Luc G. LeBel, ing. f., M.E.A., Ph. D., Université Laval

Réalisations et avancées scientifiques

- Un travail de consolidation des données accumulées depuis 30 ans est en cours afin de permettre de nouvelles analyses et publications sur la productivité et la charge physique de travail des débroussailliers et des reboiseurs.
- La DRF a répondu à six demandes d'information et de conseils provenant du personnel du MFFP concernant les modèles actuels ou des adaptations possibles pour établir les taux dans des traitements sylvicoles évolutifs.
- Un article de vulgarisation et une affiche ont été produits dans le cadre du 50^e anniversaire de la DRF [118, 168].
- Deux articles scientifiques ont été soumis.

Perspectives

- Le travail forestier évolue rapidement. La fréquence des adaptations régionales aux traitements sylvicoles a augmenté depuis l'entrée en vigueur de la Loi sur l'aménagement forestier durable. Un nouveau traitement ou une adaptation notable du traitement requiert des études scientifiques pour permettre l'établissement de taux forfaitaires adéquats. Il existe un décalage entre le moment de l'adoption d'un traitement sylvicole nouveau ou adapté et l'élaboration d'un modèle de prédiction du taux forfaitaire. Ce délai s'explique entre autres par le fait que des initiatives régionales ne sont pas définies dans le processus de planification de la recherche qui s'étale sur un an et qu'il faut d'une à deux années pour élaborer le modèle de prédiction du taux forfaitaire. Ces délais sont susceptibles d'avoir une influence négative sur les travailleurs, particulièrement lorsque le salaire n'est pas rajusté en fonction des nouvelles exigences du travail associées à une adaptation d'un traitement sylvicole.
- Afin d'améliorer l'agilité du processus de recherche en matière de travail forestier, l'équipe propose de resserrer les liens entre les chercheurs et les unités régionales pour permettre une concertation et une planification de la recherche en amont de la mise en application des traitements, et ainsi prévenir les conséquences, sur le travailleur, des changements dans les exigences des tâches ajoutées.

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 et au transfert des résultats. Les équipes du réseau provincial des forêts d'expérimentation (FE) et des forêts d'enseignement et de recherche (FER), de l'Herbier du Québec, du laboratoire de chimie organique et inorganique, de biométrie ainsi que de la diffusion scientifique 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 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. Le réseau des FE compte actuellement 624 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 protection des forêts ainsi que les directions du Secteur des opérations régionales, notamment la Direction générale de la production de semences et de plants forestiers. D'autres utilisateurs incluent l'Université Laval, des établissements du réseau de l'Université du Québec et le Centre de foresterie des Laurentides. Au cours de l'année 2017-2018, 49 FE sont arrivées à échéance. En ce moment, 278 demandes de création de FE sont en traitement.

Les forêts d'enseignement et de recherche sont destinées à favoriser l'enseignement pratique et la recherche appliquée en foresterie. Elles sont établies à même les territoires forestiers du domaine de l'État. 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.

En 2017-2018, un modèle de convention de gestion des FER adapté à la Loi sur l'aménagement durable des territoires forestiers³ a été finalisé et distribué dans les régions administratives du MFFP. Le renouvellement des conventions de gestion de plusieurs FER sera amorcé prochainement.

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 herbiers⁴. Ses collections comptent actuellement 168 850 spécimens de plantes vasculaires, de bryophytes, de lichens et d'algues. 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, et les collections phycologiques Jules-Brunel et Irénée-Marie cédées en 2017 par l'Université de Montréal. 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 ses spécimens de la flore du Québec et de l'est de l'Amérique du Nord ainsi qu'une documentation spécialisée comptant près de 3 600 titres. L'Herbier du Québec est maintenant affilié aux réseaux de données sur la biodiversité Canadensys⁵ et Global Biodiversity Information Facility⁶. De plus, l'herbier possède son propre site Internet, le www.herbierduquebec.gouv.qc.ca, depuis 2017.

Toutes les activités et les productions de l'herbier participent aux objectifs et aux engagements du MFFP et du MAPAQ, et notamment à la conservation de la diversité biologique. Son personnel s'intéresse de près à la connaissance et à l'écologie de la flore indigène ou adventice, à son utilisation, à sa gestion, mais aussi à la protection de ses éléments menacés, vulnérables ou en situation précaire. Le personnel de l'herbier collabore activement avec d'autres unités du MFFP et du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) à des projets de conservation des ressources floristiques dans le cadre d'une entente administrative entre ces deux ministères de même qu'avec le MAPAQ.

Équipe

Professionnel :

- Norman Dignard, ing. f., M. Sc. (conservateur de l'herbier)

Équipe technique :

- Andrée Michaud, techn. faune

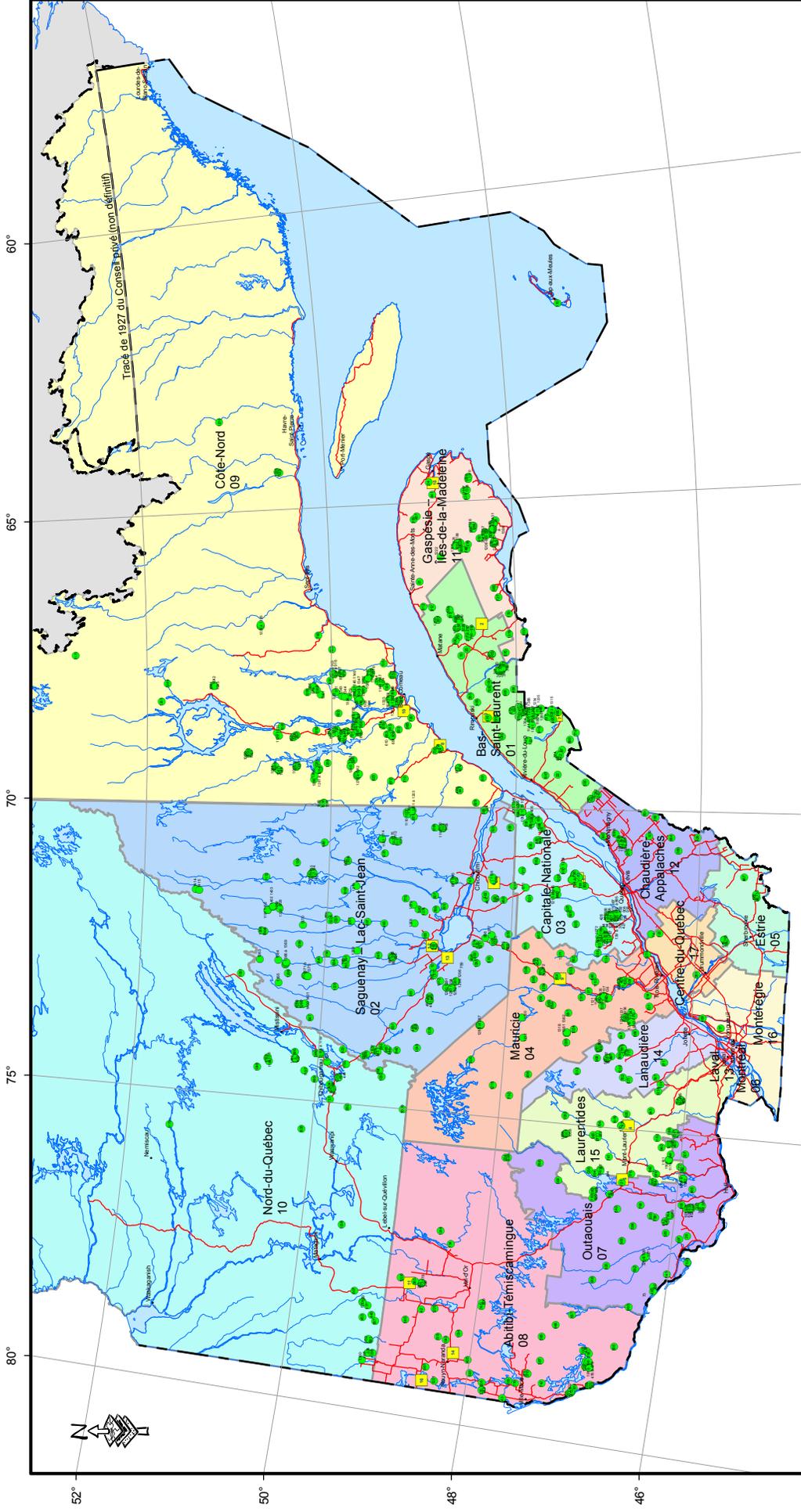
Réalisations et avancées scientifiques

- Ajout de 149 espèces au site Internet de l'Herbier du Québec.

⁴ <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>

⁵ <http://community.canadensys.net/?lang=fr>

⁶ <https://www.gbif.org>



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

selon les régions administratives

Frontières

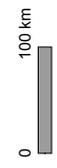
- Frontière internationale
- - - Frontière interprovinciale
- - - Frontière Québec – Terre-Neuve-et-Labrador (cette frontière n'est pas définitive)
- Limites des régions administratives

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

Production

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

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



- 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 et géolocalisation de 14 000 spécimens.
- Poursuite 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).
- Acquisition et inventaire de la collection de photos Gisèle Lamoureux/Fleurbec (30 720 diapositives de plantes et d'habitats naturels).

Perspectives

- Production d'un outil de reconnaissance des habitats des plantes menacées ou vulnérables, couvrant le territoire forestier attribuable du Québec (collaboration MFFP-MELCC).
- Numérisation des collections d'importance scientifique et historique et mise en place d'une gestion des spécimens par code barres.
- 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.
- Ajout d'espèces de la flore forestière et des milieux naturels au site Internet de l'Herbier du Québec.
- Accompagnement des unités régionales du MFFP pour le renouvellement ou le remplacement des conventions de gestion des FER.

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 servir d'autres partenaires du secteur forestier, notamment la DGSPF et la Direction des inventaires forestiers (DIF) ainsi que des pépinières privées et des organismes de recherche. S'appuyant sur des ressources humaines qualifiées et spécialisées, le laboratoire caractérise chimiquement et physiquement des sols, des substrats, des tissus végétaux et des eaux. De plus, le laboratoire développe de nouvelles méthodes et procédures analytiques, participe à l'interprétation des résultats et agit à titre d'expert-conseil dans les domaines où son expertise est reconnue.

Équipe

Professionnels :

- Sébastien Lamarre⁷, chim.
- Denis Langlois, chim.
- Amélie Slegers⁸, chim.

Équipe technique :

- Martine Beaumont, techn. lab.
- Marc Bilodeau, techn. lab.
- Nicole Drouin, techn. lab.
- Ginette Mainguy, techn. lab.
- Karyne Morin, techn. lab.
- Dominique Savard, techn. lab.
- Liette Simard⁹, auxiliaire de laboratoire
- Karine Thériault, techn. lab.

Réalisations et avancées scientifiques

- Plus de 17 000 échantillons ont été analysés.
- Les activités d'analyse, de soutien et de conseil scientifique ont été allouées comme suit :
 - 82 % 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;
 - 13 % à la DGSPF pour le suivi de la production de plants en pépinière publique et la qualification des plants provenant des secteurs public et privé;
 - 4 % pour la clientèle externe (majoritairement des pépinières privées) pour le suivi de la production de plants forestiers destinés au reboisement;
 - 1 % pour la réalisation d'une dizaine d'études de programme international d'essais d'aptitude, pour lequel le laboratoire a fait très bonne figure, et pour quelques petits projets internes de développement.
- Des travaux de développement et d'améliorations sur le plan analytique ont été effectués, dont la révision en profondeur (avec la collaboration de la DGSPF) de l'analyse des débris dans les tourbes servant de substrat de croissance aux plants forestiers et le transfert de quelques méthodes analytiques sur des instruments plus récents.
- Quelques améliorations permettant d'optimiser le travail au laboratoire et de faciliter l'atteinte des objectifs ont été adoptées. Notamment, des indicateurs de performance plus précis que ceux utilisés précédemment ont été créés et des modifications ont été apportées à l'organisation du travail.

Perspectives

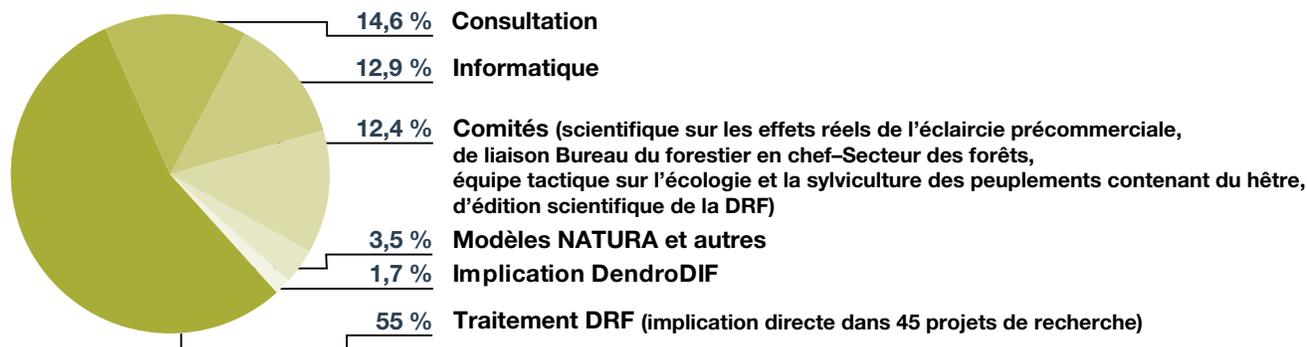
- L'année 2018-2019 s'annonce plus occupée que l'année précédente en ce qui a trait au nombre d'échantillons à analyser. La consolidation de l'équipe d'analyse devra se poursuivre de manière à satisfaire les besoins de la clientèle.
- La validation et la finalisation de la mise à jour des documents associés au système de gestion de la qualité de même que le transfert de méthodes sur des instruments plus récents restent à achever.

7 En poste du 24 juillet 2017 au 31 janvier 2018.

8 Entrée en poste le 12 mars 2018.

9 En poste jusqu'au 26 janvier 2017.

Répartition (%) du temps de l'équipe de biométrie consacré aux divers dossiers ou aux catégories de dossiers en 2017-2018



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 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, math., Ph. D.

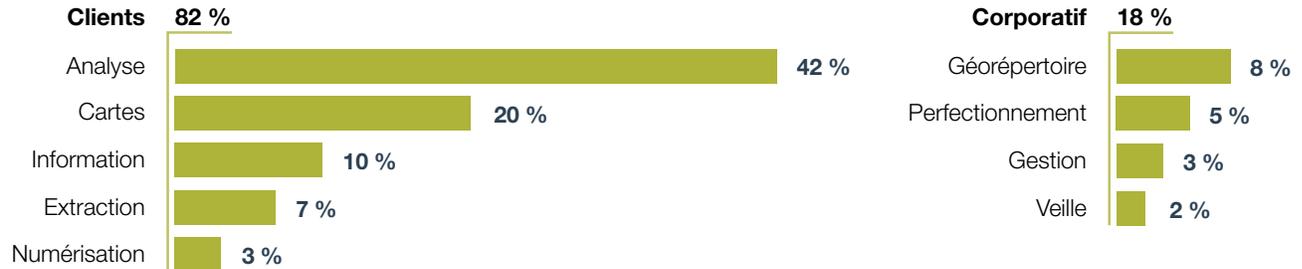
Réalisations et avancées scientifiques

- L'équipe de biométrie a réalisé 24 projets d'analyse statistique ou mathématique. Au 31 mars 2018, 21 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 2017-2018, l'équipe a accordé 243 consultations se rapportant à 32 projets de la DRF. Il est intéressant de noter que près de 94 % des chercheurs

ont consulté au moins une fois l'équipe de biométrie. Par ailleurs, la DIF, la DGPSPF, la Direction de l'aménagement et de l'environnement forestier, la Direction de la planification et de la gestion forestière, le Bureau du forestier en chef, le Secteur des opérations régionales ainsi que le Centre de foresterie des Laurentides ont bénéficié des services de l'équipe de biométrie, que ce soit pour un traitement statistique ou pour une consultation.

- Parmi les réalisations marquantes de l'équipe de biométrie, notons :
 - la publication d'une note de recherche forestière sur la mise à jour et l'évaluation du modèle de croissance Natura-2014 [47] et d'un avis technique sur la comparaison de deux relations hauteur-diamètre [69];
 - la participation aux analyses statistiques et à la rédaction de plusieurs articles scientifiques [4, 5, 13, 18, 24, 30, 32, 35, 36, 37, 44], d'avis de recherche forestière [56, 57, 59, 62] et d'articles de vulgarisation [115];
 - la participation de trois statisticiennes au processus d'édition des publications scientifiques de la DRF, notamment en ce qui a trait à la mise à jour du document Modalités d'édition et de révision des publications scientifiques et des projets de recherche internes, à la révision des publications scientifiques et des projets de recherche internes et également à titre de responsable de la révision scientifique pour certaines publications internes;
 - la contribution à la sélection des arbres d'avenir dans le programme d'amélioration génétique. La sélection des arbres découle directement des analyses utilisant les modèles de génétique quantitative élaborés par l'équipe de biométrie.

Répartition des demandes d'analyse et d'information de l'équipe de géomatique (%) en 2017-2018



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 2017-2018, l'équipe de géomatique a répondu à de nombreuses demandes d'analyse et d'information, tant internes qu'externes, et a collaboré à plusieurs projets de recherche. La figure ci-dessus illustre la répartition de ces demandes.

Équipe

Équipe technique :

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

DIFFUSION SCIENTIFIQUE ET TRANSFERT DE CONNAISSANCES

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

Équipe

Professionnels :

- Luciana Percin¹⁰, B. Comm., chargée de projet en transfert de connaissances scientifiques forestières
- Marie-Eve Roy¹¹, ing. f. MBA, responsable du transfert de connaissances scientifiques forestières
- Denise Tousignant, M. Sc., rév. a., éditrice scientifique

Équipe technique :

- Claude-Andrée Berthiaume¹², B. Comm., technicienne en transfert de connaissances scientifiques forestières
- Laurie Plamondon¹³, M. Sc., technicienne en administration

Réalisations et avancées scientifiques

- En matière de publications, l'équipe de diffusion scientifique et 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 2017-2018 a donné lieu à la publication de cinq notes de recherche forestière. Le travail d'édition se poursuit pour plusieurs autres. 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 2017-2018, la DRF a aussi publié 1 avis scientifique, 3 avis techniques, 13 avis de recherche forestière et 1 rapport interne.
- L'équipe de diffusion scientifique et transfert de connaissances a collaboré au déploiement d'une stratégie de communication pour souligner les 50 ans de la DRF. Parmi les réalisations marquantes de l'équipe dans le cadre des activités entourant cet anniversaire, notons :
 - la collaboration avec le bureau du directeur à l'organisation d'une cérémonie officielle;

¹⁰ Entrée en poste le 26 février 2018.

¹¹ Entrée en poste le 5 septembre 2017.

¹² Entrée en poste le 20 novembre 2017.

¹³ Entrée en poste le 12 mars 2018.

- la production d'affiches présentant tous les créneaux de recherche;
- la rédaction de diverses manchettes relatives au 50^e anniversaire pour les comptes de médias sociaux et les sites Internet et intranet du Ministère. Notamment, six profils d'employés de la Direction ont été publiés sur le site intranet du MFFP afin de faire connaître davantage l'expertise des chercheurs, des professionnels et des techniciens de la DRF.
- L'équipe diffusion scientifique et transfert de connaissances a coordonné l'accueil d'un groupe scolaire pour une tournée des laboratoires de la DRF (chimie organique et inorganique et dendrochronologie) ainsi que de la collection d'insectes.
- En ce qui a trait aux relations avec sa clientèle, la DRF a traité 27 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.
- L'équipe de diffusion scientifique et transfert de connaissances a coordonné l'exercice de détermination et de mise à jour des besoins de recherche en aménagement durable des forêts. Les résultats sont détaillés dans le document Besoins de recherche forestière 2017-2019.
- Afin d'évaluer l'utilité d'acquérir de nouvelles connaissances sur différents sujets du domaine forestier et de recueillir les besoins de connaissances prioritaires relatives à l'aménagement durable des forêts, l'équipe a procédé à une vaste consultation auprès des partenaires et des clientèles ainsi que des employés du Ministère. Cette consultation s'est déroulée du 5 au 25 mars 2018 par voie électronique. Les résultats seront présentés lors

de l'événement Concertation Forêts 2018. La précieuse information recueillie permettra :

1. De s'assurer que la programmation du Carrefour Forêts 2019 répond bien aux besoins exprimés par nos partenaires et clientèles en matière de transfert de connaissance;
 2. De définir un plan d'action à long terme en matière de connaissances.
- L'équipe a collaboré à l'élaboration du Plan d'action 2018-2019 en transfert de connaissances qui s'inscrit dans les suites de la recommandation 2 du Vérificateur général du Québec qui vise à s'assurer que les connaissances issues des travaux de recherche, telles celles sur les effets des changements climatiques, sont transférées aux intervenants et prises en compte lors de la planification des travaux sylvicoles. La DRF est responsable de trois actions.

Perspectives

- L'équipe organisera des ateliers impliquant plusieurs parties prenantes du secteur forestier du 8 au 11 mai 2018 à Québec afin de préparer la tenue de l'événement Concertation Forêts 2018 et, par le fait même, de déterminer le contenu du Carrefour Forêts 2019. L'objectif de ces ateliers est d'échanger sur les résultats de la consultation et de préciser les besoins de connaissances relatives à l'aménagement durable des forêts.
- L'équipe coordonnera par la suite les deux événements de transfert de connaissances qui se tiendront en 2018-2019, soit Concertation Forêts 2018 et Carrefour Forêts 2019.

PROJETS EXTERNES SOUTENUS FINANCIÈREMENT

Le MFFP a changé la façon dont il soutient la recherche externe. Le Programme de recherche en partenariat sur l'aménagement et l'environnement forestiers avec le Fonds de recherche du Québec — Nature et technologies, qui était en vigueur depuis l'année 2000, ne fait plus l'objet de financement additionnel. Cependant, les projets déjà acceptés se poursuivent jusqu'à leur terme.

Le MFFP procède maintenant par contrat de recherche avec certaines universités qui réalisent des projets en sylviculture et en aménagement durable des forêts qui répondent directement aux besoins de recherche exprimés par les praticiens.

Les projets financés font l'objet d'un processus rigoureux au cours duquel la pertinence des projets est évaluée au regard des besoins en recherche forestière colligés par la DRF, et ce, en fonction de ses différents clients et de la qualité scientifique de ces derniers.

PUBLICATIONS 2017-2018

PUBLICATIONS ET PRÉSENTATIONS PAR TYPE

Articles scientifiques	45
Articles professionnels	1
Notes de recherche forestière	5
Avis scientifiques	1
Avis de recherche forestière	16
Avis techniques	3
Documents audiovisuels	2
Rapports internes	1
Présentations — Congrès scientifiques	39
Articles de vulgarisation	17
Activités de transfert des résultats de recherche	31
Présentations diverses	27

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

<http://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/recherche-developpement/>

Pour toute question : recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca.

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

ARTICLES SCIENTIFIQUES

001 Baret, M., S. Pepin, **C. Ward** et D. Pothier, 2017. *Long-term changes in stand growth dominance as related to resource acquisition and utilization in the boreal forest*. For. Ecol. Manage. 400: 408-416.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.026>

002 **Barrette, M.**, L. Bélanger, L. De Grandpré et A.A. Royo, 2017. *Demographic disequilibrium caused by canopy gap expansion and recruitment failure triggers forest cover loss*. For. Ecol. Manage. 401: 117-124.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.012>

003 Bastianelli, C., A.A. Ali, J. Beguin, Y. Bergeron, **P. Grondin**, C. Hély et D. Paré, 2017. *Boreal coniferous forest density leads to significant variations in soil physical and geochemical properties*. Biogeosciences 14(14): 3445-3459.

<https://doi.org/10.5194/bg-14-3445-2017>

004 **Bédard, S.**, I. Duchesne, **F. Guillemette** et **J. DeBlois**, 2017. *Predicting volume distributions of hardwood sawn products by tree grade in eastern Canada*. Forestry 91(3): 341-353.

<https://doi.org/10.1093/forestry/cpx043>

005 Benomar, L., **M.S. Lamhamedi**, S. Pepin, **A. Rainville**, **M.-C. Lambert**, H.A. Margolis, J. Bousquet et J. Beaulieu, 2017. *Thermal acclimation of photosynthesis and respiration of southern and northern white spruce seed sources tested along a regional climatic gradient indicates limited potential to cope with temperature warming*. Ann. Bot. 121(3): 443-457.

<https://doi.org/10.1093/aob/mcx174>

006 Berteaux, D., M. Ricard, M.-H. St-Laurent, N. Casajus, **C. Périé**, F. Beauregard et S. de Blois, 2018. *Northern protected areas will become important refuges for biodiversity tracking suitable climates*. Sci. Rep. 8(1): 4623.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-23050-w>

007 **Bouchard, M.**, J. Régnière et P. Therrien, 2018. *Bottom-up factors contribute to large-scale synchrony in spruce budworm populations*. Can. J. For. Res. 48(3): 277-284.

<https://doi.org/10.1139/cjfr-2017-0051>

008 Bouderrah, M., A. Zine El Abidine, A. Bounakhla, **M.S. Lamhamedi**, A. Zouahri et F. Mounir, 2017. *Qualité morpho-pysiologique des plants de chêne-liège, Quercus suber L., produits dans des pépinières forestières au Maroc*. Bois For. Trop. 333(3): 31-42.

009 Brousseau, M., **N. Thiffault**, J. Beguin, V. Roy et J.-P. Tremblay, 2017. *Deer browsing outweighs the effects of site preparation and mechanical release on balsam fir seedlings performance: Implications to forest management*. For. Ecol. Manage. 405(Supplement C): 360-366.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.024>

010 Schneider, R., T. Franceschini, M. Fortin et **J.-P. Saucier**, 2018. *Climate-induced changes in the stem form of 5 North American tree species*. For. Ecol. Manage. 427: 446-455.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.026>

011 Cosentino, B.J., **J.-D. Moore**, N.E. Karraker, M. Ouellet et J.P. Gibbs, 2017. *Evolutionary response to global change: Climate and land use interact to shape color polymorphism in a woodland salamander*. Ecol. Evol. 7(14): 5426-5434.

<https://doi.org/10.1002/ece3.3118>

012 Debar, S., F. Hébert, **M. Barrette**, M. Brousseau et **N. Thiffault**, 2018. *Effets comparatifs de la préparation mécanique du sol et de l'application répétée d'un phytocide chimique pour maîtriser le nerprun et favoriser la croissance en plantations forestières*. For. Chron. 94(01): 68-74.

<https://doi.org/10.5558/tfc2018-009>

- 013 Desponts, M., M. Perron et J. DeBlois**, 2017. *Rapid assessment of wood traits for large-scale breeding selection in Picea mariana [Mill.] B.S.P. Ann. For. Sci.* 74: 53.
<https://doi.org/10.1007/s13595-017-0646-x>
- 014 D'Orangeville, L., J. Maxwell, D. Kneeshaw, N. Pederson, L. Duchesne, T. Logan, D. Houle, D. Arseneault, C.M. Beier, D.A. Bishop, D. Druckenbrod, S. Fraver, F. Girard, J. Halman, C. Hansen, J.L. Hart, H. Hartmann, M. Kaye, D. Leblanc, S. Manzoni, R. Ouimet, S. Rayback, C.R. Rollinson et R.P. Phillips**, 2018. *Drought timing and local climate determine the sensitivity of eastern temperate forests to drought.* *Glob. Change Biol.* 24(6): 2339-2351.
<https://doi.org/10.1111/gcb.14096>
- 015 Duchesne, L., L. D'Orangeville, R. Ouimet, D. Houle et D. Kneeshaw**, 2017. *Extracting coherent tree-ring climatic signals across spatial scales from extensive forest inventory data.* *PLOS ONE* 12(12): e0189444.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189444>
- 016 Faubert, P., S. Durocher, N. Bertrand, R. Ouimet, P. Rochette, P. Tremblay, J.F. Boucher et C. Villeneuve**, 2017. *Greenhouse gas emissions after application of landfilled paper mill sludge for land reclamation of a nonacidic mine tailings site.* *J. Environ. Qual.* 46: 950-960.
<https://doi.org/10.2134/jeq2017.03.0119>
- 017 Ferradous, A., M.S. Lamhamedi, A. Ouhammou et M. Alifriqui**, 2017. *Mise en application opérationnelle du test de viabilité au tétrazolium chez les semences d'arganier (Argania spinosa) stockées pendant plusieurs années.* *Can. J. For. Res.* 47(9): 1286-1292.
<https://doi.org/10.1139/cjfr-2017-0048>
- 018 Gagnon, J. et J. DeBlois**, 2017. *Effects of foliar urea fertilization on nitrogen concentrations of containerized 2+0 jack pine seedlings produced in forest nurseries.* *TPN* 60(1): 44-50.
- 019 Gauthier, M.-M. et F. Guillemette**, 2018. *Bark type reflects growth potential of yellow birch and sugar maple at the northern limit of their range.* *Plant Ecol.* 219(4): 381-390.
<https://doi.org/10.1007/s11258-018-0802-x>
- 020 Gauthier, M.-M. et S. Tremblay**, 2018. *Precommercial thinning as a silvicultural option for treating very dense conifer stands.* *Scand. J. Forest Res.* 33(5): 446-454.
<https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1418422>
- 021 Godbout, J., L. Tremblay, C. Lévasseur, P. Lavigne, A. Rainville, J. Mackay, J. Bousquet et N. Isabel**, 2017. *Development of a traceability system based on a SNP array for large-scale production of high-value white spruce (Picea glauca).* *Front. Plant Sci.* 8(1264): 13.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01264>
- 022 Guillemette, F., M.-M. Gauthier et R. Ouimet**, 2017. *Partitioning risks of tree mortality by modes of death in managed and unmanaged northern hardwoods and mixed-woods.* *For. Chron.* 93(03): 246-258.
<https://doi.org/10.5558/tfc2017-033>
- 023 Huda, A.S.M.A., A. Koubaa, A. Cloutier, R.E. Hernández, P. Périnet et Y. Fortin**, 2018. *Phenotypic and genotypic correlations for wood properties of hybrid poplar clones of southern Quebec.* *Forests* 9(3): 140.
<https://doi.org/10.3390/f9030140>
- 024 Lamhamedi, M.S., J. DeBlois, M. Renaud et J. Beaulieu**, 2017. *Optimisation de l'intégration opérationnelle des clones somatiques dans la filière de bouturage de l'épinette blanche (Picea glauca) au Québec.* *Rev. For. Fr.* LXIX(2): 121-146.
<https://doi.org/10.4267/2042/64091>
- 025 Larochelle, É., M. Lavoie, P. Grondin et P.-L. Couillard**, 2018. *Vegetation and climate history of Quebec's mixed boreal forest suggests greater abundance of temperate species during the early- and mid-Holocene.* *Botany* 96(7): 437-448.
<https://doi.org/10.1139/cjb-2017-0182>
- 026 Lenz, P.R.N., J. Beaulieu, S.D. Mansfield, S. Clément, M. Desponts et J. Bousquet**, 2017. *Factors affecting the accuracy of genomic selection for growth and wood quality traits in an advanced-breeding population of black spruce (Picea mariana).* *BMC Genomics* 18(1): 335.
<https://doi.org/10.1186/s12864-017-3715-5>
- 027 Melo, L.C., R. Schneider, R. Manso, J.-P. Saucier et M. Fortin**, 2017. *Using survival analysis to predict the harvesting of forest stands in Quebec, Canada.* *Can. J. For. Res.* 47(8): 1066-1074.
<https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0498>
- 028 Méndez-Espinoza, C., G.J. Parent, P. Lenz, A. Rainville, L. Tremblay, G. Adams, A. McCartney, É. Beauce et J. MacKay**, 2018. *Genetic control and evolutionary potential of a constitutive resistance mechanism against the spruce budworm (Choristoneura fumiferana) in white spruce (Picea glauca).* *Heredity* 121: 142-154.
<https://doi.org/10.1038/s41437-018-0061-6>
- 029 Moore, J.-D., J.H. Görres et J.W. Reynolds**, 2018. *Exotic Asian pheretimoid earthworms (Amyntas spp., Metaphire spp.): Potential for colonisation of south-eastern Canada and effects on forest ecosystems.* *Environ. Rev.* 26(2): 113-120.
<https://doi.org/10.1139/er-2017-0066>

- 030 Moore, J.-D., M. Ouellet et M.-C. Lambert**, 2018. *Potential change in the distribution of an abundant and wide-ranging forest salamander in a context of climate change*. *Front. Biogeogr.* 9(4): e33282. <https://doi.org/10.21425/F59433282>
- 031 Ouimet, R., L. Duchesne et J.-D. Moore**, 2017. *Response of northern hardwoods to experimental soil acidification and alkalisation after 20 years*. *For. Ecol. Manage.* 400: 600-606. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.051>
- 032 Otis Prud'homme, G., M.S. Lamhamedi, L. Benomar, A. Rainville, J. DeBlois, J. Bousquet et J. Beaulieu**, 2018. *Ecophysiology and growth of white spruce seedlings from various seed sources along a climatic gradient support the need for assisted migration*. *Front. Plant Sci.* 8: 2214. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02214>
- 033 Pacé, M., M. Barrette, N.J. Fenton, D. Paré et Y. Bergeron**, 2017. *Ground-layer composition May limit the positive impact of precommercial thinning on boreal stand productivity*. *For. Sci.* 63(6): 559-568. <https://doi.org/10.5849/FS-2017-062R2>
- 034 Pernot, C., N. Thiffault et A. DesRochers**, 2018. *Contribution of adventitious vs initial roots to growth and physiology of black spruce seedlings*. *Physiol. Plant.* 2018. <https://doi.org/10.1111/ppl.12735>
- 035 Perrault-Hébert, M., Y. Boucher, R. Fournier, F. Girard, I. Auger, N. Thiffault et F. Grenon**, 2017. *Ecological drivers of post-fire regeneration in a recently managed boreal forest landscape of eastern Canada*. *For. Ecol. Manage.* 399: 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.026>
- 036 Power, H. et I. Auger**, 2018. *Comparaison des prévisions à court et à long terme d'un modèle de croissance à l'échelle du peuplement avec celles d'un modèle à l'échelle de l'arbre*. *For. Chron.* 94(01): 47-60. <https://doi.org/10.5558/tfc2018-007>
- 037 Prévost, M. et L. Charette**, 2017. *Precommercial thinning of overtopping aspen to release coniferous regeneration in a boreal mixedwood stand*. *For. Chron.* 93(03): 259-270. <https://doi.org/10.5558/tfc2017-034>
- 038 Prévost, M. et D. Dumais**, 2018. *Long-term growth response of black spruce advance regeneration (layers), natural seedlings and planted seedlings to scarification: 25th year update*. *Scand. J. For. Res.* 33(6): 583-593. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1430250>
- 039 Raymond, P. et S. Bédard**, 2017. *The irregular shelterwood system as an alternative to clearcutting to achieve compositional and structural objectives in temperate mixed-wood stands*. *For. Ecol. Manage.* 398(Supplement C): 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.042>
- 040 Remy, C.C., M. Lavoie, M.P. Girardin, C. Hély, Y. Bergeron, P. Grondin, F. Oris, H. Asselin et A.A. Ali**, 2017. *Wildfire size alters long-term vegetation trajectories in boreal forests of eastern North America*. *J. Biogeogr.* 44(6): 1268-1279. <https://doi.org/10.1111/jbi.12921>
- 041 Sylvain, J.-D., G. Drolet, N. Thiffault, J. Beguin et F. Hébert**, 2017. *A conditional probability index to quantify the amplitude and the direction of spatiotemporal changes in communities*. *Ecosphere* 8(4): e01782. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1782>
- 042 Thiffault, N. et F. Hébert**, 2017. *Mechanical site preparation and nurse plant facilitation for the restoration of subarctic forest ecosystems*. *Can. J. For. Res.* 47(7): 926-934. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0448>
- 043 Thiffault, N., B.D. Titus et B. English**, 2017. *Twenty-five years post-treatment conifer responses to silviculture on a Kalmia-dominated site in eastern Canada*. *For. Chron.* 93(02): 161-170. <https://doi.org/10.5558/tfc2017-022>
- 044 Tremblay, S.L., L. D'Orangeville, M.-C. Lambert et D. Houle**, 2018. *Transplanting boreal soils to a warmer region increases soil heterotrophic respiration as well as its temperature sensitivity*. *Soil Biol. Biochem.* 116: 203-212. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.10.018>
- 045 Webster, C.R., Y.L. Dickinson, J.I. Burton, L.E. Frelich, M.A. Jenkins, C.C. Kern, P. Raymond, M.R. Saunders, M.B. Walters et J.L. Willis**, 2018. *Promoting and maintaining diversity in contemporary hardwood forests: Confronting contemporary drivers of change and the loss of ecological memory*. *For. Ecol. Manage.* 421: 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.01.010>

ARTICLE PROFESSIONNEL

- 046 Rainville, A., F. Colas, C. Périé et J.-D. Sylvain**, 2017. *Genetic conservation status of Quebec' forest tree species: overview of the project*. *Tree Seed Working Group — News Bulletin.* 65(août): 17-20.

NOTES DE RECHERCHE FORESTIÈRE

047 Auger, I., 2017. *Natura-2014 : Mise à jour et évaluation du modèle de croissance forestière à l'échelle du peuplement*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 147. 31 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Note147.pdf>

048 Bédard, S., M.-M. Gauthier, F. Guillemette et R. Ouimet, 2018. *Effets après 5 ans de l'éclaircie commerciale et de l'amendement du sol sur la production de jeunes érablières en Estrie*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 149. 18 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Note149.pdf>

049 Lamhamedi, M.S. et M. Renaud, 2018. *La surélévation des récipients en pépinière forestière au Québec : Quels sont ses effets sur la morphophysiologie des plants pendant la saison de croissance et sur leur viabilité en hiver?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 151. 16 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Note151.pdf>

050 Ouimet, R., L. Duchesne et J.-D. Moore, 2017. *Effet de l'entaillage sur la croissance de l'érable à sucre (Acer saccharum Marsh.) dans trois stations du RÉSEF dans les Appalaches*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 148. 13 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/Note148.pdf>

051 Ouimet, R., F. Guillemette, S. Bédard et M.-M. Gauthier, 2018. *Effets après 5 ans de l'amendement en matière résiduelle fertilisante sur le sol, le statut nutritif et l'accroissement des arbres dans de jeunes érablières éclaircies en Estrie*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 150. 18 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Note150.pdf>

AVIS SCIENTIFIQUES

052 Direction de la recherche forestière, 2017. *Expansion du hêtre à grandes feuilles et déclin de l'érable à sucre au Québec : portrait de la situation, défis et pistes de solution*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis scientifique. 146 p.

<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/AvisScientHEG-ERS.pdf>

AVIS DE RECHERCHE FORESTIÈRE

053 Bouchard, M., C. Hébert et M. Seto, 2018. *Suivi de la biodiversité dans les forêts résiduelles après coupe : résultats à court terme*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 97. 2 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Avis97.pdf>

054 Boucher, Y., P. Grondin et É. Domaine, 2017. *Les feux sont plus importants que les coupes afin d'expliquer les changements de composition en forêt boréale*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 90. 2 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Boucher-Yan/Avis90.pdf>

055 Boucher, Y., M. Perrault-Hébert, F. Grenon et J. Boucher, 2017. *Qu'est-ce qui influence la résilience après feu des jeunes pessières noires aménagées?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 95. 2 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Boucher-Yan/Avis95.pdf>

056 Boucher, Y., M. Perrault-Hébert, R. Fournier, I. Auger, P. Drapeau et M. Seto, 2017. *Impact cumulatif (1940-2010) des feux et des coupes sur la structure de la forêt boréale*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 86. 2 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Boucher-Yan/Avis86.pdf>

057 Gagnon, J. et J. DeBlois, 2017. *La fertilisation foliaire d'urée : un outil pour augmenter rapidement la concentration en azote dans les aiguilles de pins gris en récipients produits en pépinière forestière*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 92. 2 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Gagnon-Jean/Avis92.pdf>

- 058 Havreljuk, F., S. Bédard, F. Guillemette, Y. Boucher, F. Labbé, A. Achim et I. Duchesne, 2017. *Modélisation du volume et de la qualité du bois des arbres feuillus : une approche multi-échelles pour mieux définir la valeur marchande des arbres.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 87. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Havreljuk-Filip/Avis87.pdf>**
- 059 Lamhamedi, M.S., A. Rainville, L. Benomar, I. Villeneuve, J. Beaulieu, J. Bousquet, H. Margolis, J. DeBlois et M.-C. Lambert, 2017. *L'écophysiole, un atout pour réussir la migration assistée de sources génétiques d'épinière blanche.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 89. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Lamhamedi-Mohammed/Avis89.pdf>**
- 060 Moore, J.-D., 2018. *L'interaction du climat et de la couverture forestière peut-elle modéliser l'évolution de la salamandre cendrée ?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 101. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Avis101.pdf>**
- 061 Ouimet, R., L. Duchesne et J.-D. Moore, 2017. *Le hêtre prend l'avantage sur l'érable dans les sols acidifiés d'érablières.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 94. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Ouimet-Rock/Avis94.pdf>**
- 062 Prévost, M. et L. Charette, 2017. *L'éclaircie précommerciale accélère la succession naturelle de la forêt mixte boréale.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 96. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Avis96.pdf>**
- 063 Raymond, P. et S. Bédard, 2017. *La coupe progressive irrégulière : une solution de rechange à la coupe totale pour régénérer la sapinière à bouleau jaune ?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 93. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Raymond-Patricia/Avis93.pdf>**
- 064 Sylvain, J.-D., G. Drolet et N. Thiffault, 2018. *Comment mesurer les changements engendrés par des perturbations dans une communauté biologique.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 98. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Avis98.pdf>**
- 065 Sylvain, J.-D., G. Drolet et N. Thiffault, 2018. *L'indice de biochangement : un nouvel outil pour quantifier les changements dans les communautés biologiques.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 99. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Avis99.pdf>**
- 066 Sylvain, J.-D., G. Drolet et N. Thiffault, 2018. *Quantifier l'effet d'un changement du bilan hydrique sur la diversité des espèces à l'aide de l'indice de biochangement.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 100. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Avis100.pdf>**
- 067 Thiffault, N. et F. Hébert, 2017. *La sylviculture et la facilitation écologique pour améliorer la résilience des peuplements à la limite nordique des forêts attribuables.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 88. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Avis88.pdf>**
- 068 Thiffault, N., A. Paquette et C. Messier, 2017. *Préparation de terrain, profondeur de mise en terre et gestion de la végétation concurrente dans les plantations de mélèze hybride.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 91. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Thiffault-Nelson/Avis91.pdf>**
- AVIS TECHNIQUES**
- 069 Auger, I., S. Bernier et C. Bergeron, 2017. *Comparaison des estimations de hauteur d'arbres obtenues à partir des relations hauteur-diamètre développées à la DRF et à la DIF.* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSS-04. 12 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Avis-technique-SSS-04.pdf>**

070 Despots, M., 2017. *Sélection de clones d'épinette noire du verger de Sainte-Luce en fonction de la croissance et de la qualité du bois*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SGRE-15. 7 p.

071 Guillemette, F. et S. Bédard, 2017. *Suivi de coupes progressives avec nettoyage des gaules de hêtre*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-11. 13 p.

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Avis-technique-SSRF-11.pdf>

DOCUMENTS AUDIOVISUELS

072 Ici Radio-Canada, 2017. *Mélèzes à croissance rapide*. Entrevue de **Martin Perron** lors d'un reportage télé à l'émission La semaine verte. Diffusé le 18 novembre 2017. Journaliste : Rachel Brillant, réalisateur : Luc Rhéaume.

073 Ici Radio-Canada, 2018. *L'épinette après le feu*. Entrevue de **Yan Boucher** lors d'un reportage télé à l'émission La semaine verte. Diffusé le 31 mars 2018. Journaliste : Aubert Tremblay, réalisateur : Michel Du Montier.

RAPPORTS INTERNES

074 Direction de la recherche forestière, 2018. *Suivi de la mise en œuvre des actions pour l'application des recommandations du Vérificateur général du Québec. Action 36, rapport 1. Bilan des suivis de validation existants*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Rapport interne n° 500. 34 p.

PRÉSENTATIONS – CONGRÈS SCIENTIFIQUE

075 Aubin, I., B.B. Kumordzi, F. Cardou, B. Shipley, C. Violle, J. Joshnstone, M. Anand, A. Arseneault, W. Bell, Y. Bergeron, M. Brousseau, L. de Grandpré, S. Delagrangé, N. Fenton, D. Gravel, E.S. MacDonald, B. Hamel, M. Higelin, F. Hébert, N. Isabel, A. Mallik, A. McIntosh, J. McLaren, C. Messier, D. Morris, **N. Thiffault**, J.-P. Tremblay, I. Boulangeat et A.D. Munson, 2017. *Collaborative science to investigate above- and belowground intraspecific trait variability at continental scale*. Résumé d'une conférence présentée lors du 39th New Phytologist Symposium : « *Trait covariation: Structural and functional relationships in plant ecology* ». 27 au 29 juin 2017. Exeter (Royaume-Uni). p. 25-26.

076 Benomar, L., **M.S. Lamhamedi**, **A. Rainville**, J. Beaulieu, J. Bousquet, S. Pépin et H.A. Margolis, 2017. *Thermal acclimation of photosynthesis in two white spruce seed sources*. Résumé d'une conférence présentée lors du 11e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.

077 Benomar, L., **M.S. Lamhamedi**, J. Beaulieu, **A. Rainville**, J. Bousquet, S. Pépin et H.A. Margolis, 2017. *Lack of thermal acclimation of needle respiration and photosynthesis of two white spruce seed sources tested along a regional climatic gradient*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès « *Forest Genetics 2017: Forest health and productivity under changing environments* ». 26 au 29 juin 2017. Edmonton, AB. p. 45.

078 **Boucher, Y.**, 2017. *How historical fire regime is integrated in forest management in Québec?* Conférence présentée lors de l'atelier « *Paleofire knowledge for current and future ecosystem management* » du Global Paleofire Working Group. 10 au 14 octobre 2017. Saint-Hippolyte, QC. 22 p.

079 **Boucher, Y.**, M. Perrault-Hébert, R. Fournier et P. Drapeau, 2017. *Cumulative patterns of logging and fire (1940–2009): Consequences on the structure of the eastern Canadian boreal forest*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès du U.S. Regional Association of the International Association for Landscape Ecology. 9 au 13 avril 2017. Baltimore, MD (États-Unis). 1 p.

080 **Boucher, Y.**, M. Perrault-Hébert, F. Girard, R. Fournier, O. Valeria, C. Smetanka, L. Guindon, S. Gauthier, M.P. Girardin, **N. Thiffault** et D. Arseneault, 2017. *Résilience de la forêt boréale après feu dans un contexte de changements globaux*. Résumé d'une affiche présentée lors du 11e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.

081 **Boucher, Y.**, R. Fournier, F. Girard et O. Valeria, 2017. *Modelling and mapping post-fire black spruce regeneration in a context of global change in eastern Canada*. Résumé d'une affiche présentée lors du congrès du U.S. Regional Association of the International Association for Landscape Ecology. 9 au 13 avril 2017. Baltimore, MD (États-Unis). 1 p.

082 Chamberland, V., F. Robichaud, **M. Perron**, G. Smith, J. Beaulieu et J. Bousquet, 2017. *Financial and economic assessment of the implementation of GS in conventional tree breeding programs*. Animation d'un atelier présenté lors du congrès « *Forest Genetics 2017: Forest health and productivity under changing environments* ». 26 au 29 juin 2017. Edmonton, AB. p. 71.

- 083** Cosentino, B.J., **J.-D. Moore**, N.E. Karraker, M. Ouellet et J.P. Gibbs, 2017. *Climate and land use interact to shape spatial variation in color polymorphism: Implications for evolutionary response to global change*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès de l'Ecological Society of America. 6 au 11 août 2017. Portland, OR (États-Unis). 1 p.
- 084** Danneyrolles, V., S. Dupuis, D. Arseneault, R. Terrail, M. Leroyer, A. de Römer, G. Fortin, **Y. Boucher** et J.-C. Ruel, 2017. *Dynamiques à long terme des populations de cèdre (Thuja occidentalis L.) dans l'est du Canada : implications pour la restauration écologique et l'aménagement écosystémique*. Résumé d'une conférence présentée lors du 11e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.
- 085** De Vriendt, L., **M. Barrette** et J.P. Tremblay, 2017. *High moose densities change initial floristic composition following logging operations*. Affiche présentée lors du 42^e congrès annuel de la Société québécoise pour l'étude biologique du comportement. Ottawa, ON. 3 au 5 novembre 2017. 1 p.
- 086** Ding, C., P. Lenz, S. Nadeau, G. Adams, S. Millican, **M.-J. Mottet**, J. Beaulieu et J. Bousquet, 2017. *Pedigree-based and genomic predictions of Norway spruce performance in multiclonal forestry in New Brunswick*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès « *Forest Genetics 2017: Forest health and productivity under changing environments* ». 26 au 29 juin 2017. Edmonton, AB. p. 17.
- 087** **Grondin, P.**, **V. Poirier** et **J. Noël**, 2017. *Landscape understanding through the lens of Quebec ecological classification and paleoecology*. Conférence présentée lors de l'atelier « *Paleofire knowledge for current and future ecosystem management* » du Global Paleofire Working Group. 10 au 14 octobre 2017. Saint-Hippolyte, QC. 19 p.
- 088** **Lamhamedi, M.S.** et M. Renaud, 2017. *Les mycorhizes dans les pépinières forestières au Québec : éléments historiques et effets sur la qualité morpho-physiologique des plants*. Résumé d'une conférence présentée lors du Colloque Mycorhizes 2017. 10 au 11 mai 2017. Québec, QC. p. 11.
- 089** **Lamhamedi, M.S.**, L. Benomar, **A. Rainville**, J. Beaulieu, J. Bousquet, **J. DeBlois**, **M.-C. Lambert** et H.A. Margolis, 2017. *Ongoing research on assisted migration in Québec*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès « *Forest Genetics 2017: Forest health and productivity under changing environments* ». 26 au 29 juin 2017. Edmonton, AB. 2 p.
- 090** **Lamhamedi, M.S.**, M. Bakry, H. Sbay et L. Hamrouni, 2017. *Mise en application de nouvelles innovations techniques, technologiques et biotechnologiques pour la restauration, la domestication et l'intensification de la culture de l'arganier*. Dans : Actes du 3^e congrès international de l'arganier. 17 au 19 décembre 2015. Agadir (Maroc). p. 215-226.
- 091** **Lamhamedi, M.S.**, M. Bakry, H. Sbay et L. Hamrouni, 2017. *Multiplication végétative : outil pour l'amélioration, la valorisation et la conservation des ressources génétiques de l'arganier (Argania spinosa (L.) Skeels) face aux changements climatiques*. Dans : Actes du 3e congrès international de l'arganier. 17 au 19 décembre 2015. Agadir (Maroc). p. 54-62.
- 092** Lenz, P., S. Nadeau, **M.-J. Mottet**, **M. Perron**, F. Gagnon, S. Blais, B. Boyle, J. Laroche, M. Deslauriers, N. Isabel, J. Beaulieu et J. Bousquet, 2017. *Genomic selection modelling for weevil resistance, wood quality and growth traits in a non-native tree species, Norway spruce (Picea abies)*. Résumé d'une conférence présentée lors du congrès « *Forest Genetics 2017: Forest health and productivity under changing environments* ». 26 au 29 juin 2017. Edmonton, AB. p. 16.
- 093** Ménard, L.-P., J.-C. Ruel et **N. Thiffault**, 2017. *Interactions entre les espèces concurrentes et le succès d'établissement de la régénération résineuse en forêt boréale*. Résumé d'une conférence présentée lors du 11^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.
- 094** Otis Prud'homme, G., **M.S. Lamhamedi**, L. Benomar, **A. Rainville**, J. Bousquet et J. Beaulieu, 2017. *Écophysiologie et performance de différentes sources génétiques d'épinette blanche le long d'un gradient climatique dans un contexte de migration assistée au Québec*. Résumé d'une affiche présentée lors du 11^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.
- 095** **Ouimet, R.**, 2018. *20-year results of liming northern hardwoods to ameliorate acidification*. Conférence présentée lors du 11th Workshop of the Northeastern Soil Monitoring Cooperative. 27 mars 2018. Troy, NY (États-Unis). 12 p.
- 096** **Ouimet, R.**, 2018. *Des érablières en santé : un gage de rendement soutenu / Healthy sugarbushes: A prerequisite to sustained yield*. Conférence présentée lors du congrès conjoint de l'International Maple Syrup Institute et du North American Maple Syrup Producers. 27 octobre 2017. Lévis, QC. 29 p.
- 097** **Ouimet, R.**, 2017. *Le Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec*. Affiche présentée lors du colloque RENECOFOR. 10 au 13 octobre 2017. Beaune (France). 1 p.
- 098** **Ouimet, R.**, **S. Bédard**, **M.-M. Gauthier** et **F. Guillemette**, 2017. *Effets après cinq ans d'amendement en matière résiduelle fertilisante sur le sol, le statut nutritif et l'accroissement des arbres dans de jeunes érablières éclaircies en Estrie*. Résumé d'une conférence présentée lors du 31e congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol : « *Valorisation des sols et biodiversité, Programme scientifique* ». 30 mai au 1^{er} juin 2017. Trois-Rivières, QC. p. 69.

- 099 Périé, C.**, 2018. *Doit-on considérer les effets des changements climatiques dans nos choix d'essences en plantation ?* Conférence présentée lors du colloque de l'institut de recherche en biologie végétale « La plantation de feuillus : faut-il la raviver dans le sud du Québec ? ». 28 mars 2018. Chateauguay, QC. 30 p.
- 100 Pernot, C.**, A. DesRochers et **N. Thiffault**, 2017. *Racines adventives et initiales : Différencier les contributions de chacune à la croissance et la physiologie de l'épinette noire grâce à un système de double-pots*. Résumé d'une conférence présentée lors du 11^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.
- 101 Perrault-Hébert, M.**, **Y. Boucher**, R. Fournier, F. Girard, **N. Thiffault** et F. Grenon, 2017. *Les successions rapprochées de coupes et de feux : impacts sur la régénération de l'épinette noire en forêt boréale*. Résumé d'une conférence présentée lors du 11^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.
- 102 Piquette, J.**, M.C. Paré, H. Morin, **N. Thiffault**, R.L. Bradley et **D. Houle**, 2017. *Increasing atmospheric nitrogen depositions reduces gross soil nitrogen mineralization rates in two boreal forest stands*. Résumé d'une conférence présentée au congrès annuel de la Société canadienne de la science du sol. 10 au 14 juin 2017. Peterborough, ON. 1 p.
- 103 Power, H.**, **I. Auger** et **F. Havreljuk**, 2018. *Modèles de croissance de la DRF sur Capsis : développements et perspectives*. Conférence présentée lors des Journées Capsis 2018. 28 mars 2018. Clermont-Ferrand (France). 33 p.
- 104 Rainville, A.**, F. Colas, **C. Périé** et **J.-D. Sylvain**, 2018. *Statut de conservation des ressources génétiques arborescentes de la forêt commerciale du Québec*. Conférence présentée lors de l'atelier Ouranos « Génétique et changements climatiques : vers des pistes de recherche pour la conservation et l'adaptation de la biodiversité ». 22 février 2018. Québec, QC. 15 p.
- 105 Rainville, A.**, **M.-C. Lambert**, J. Beaulieu, R. St-Amant, J. Régnière, T. Logan et L. Langevin, 2018. *Développement de modèles de transfert de sources de semences pour les principales espèces forestières du Québec*. Conférence présentée lors de l'atelier Ouranos « Génétique et changements climatiques : vers des pistes de recherche pour la conservation et l'adaptation de la biodiversité ». 22 février 2018. Québec, QC. 7 p.
- 106 Rainville, A.**, **M.S. Lamhamedi**, **J. DeBlois**, **M.-C. Lambert**, H.A. Margolis, J. Beaulieu, J. Bousquet, L. Benomar, I. Villeneuve, S. Pépin et G. Otis-Prud'homme, 2018. *Migration assistée de sources génétiques d'épinette blanche : bases écophysiologicals*. Conférence présentée lors de l'atelier Ouranos « Génétique et changements climatiques : vers des pistes de recherche pour la conservation et l'adaptation de la biodiversité ». 22 février 2018. Québec, QC. 9 p.
- 107 Raymond, P.**, A.A. Royo, C.C. Kern, **D. Dumais**, **C. Périé** et J.-P. Tremblay, 2017. *Aménagement durable des forêts mixtes : développement de scénarios sylvicoles et d'outils pour s'adapter aux changements climatiques*. Résumé d'une affiche présentée lors du 11^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.
- 108 Smetanka, C.**, R. Fournier et **Y. Boucher**, 2017. *Multi-scale fire severity assessment and mapping in a context of salvage logging management — a case study in the boreal forest of Eastern Canada*. Résumé d'une affiche présentée lors du congrès Fire ecology and management. 1^{er} au 2 décembre 2017. Orlando, FL (États-Unis). 1 p.
- 109 Sylvain, J.-D.**, **G. Drolet**, **R. Ouimet**, É. Thiffault et F. Anctil, 2017. *SIIGSOL : cartographie matricielle des propriétés primaires des sols pour le Québec méridional*. Conférence présentée au 31^e congrès annuel de l'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol. 30 mai au 1^{er} juin 2017. Trois-Rivières, QC. 31 p.
- 110 Sylvain, J.-D.**, **G. Drolet**, **R. Ouimet**, **L. Duchesne**, É. Thiffault et F. Anctil, 2017. *Développement d'un système d'inférence et d'information géographique sur les sols forestiers — SIIGSOL*. Conférence présentée lors du colloque RHQ 2017 « La recherche hydrologie au Québec : Gestion et évolution du risque hydrologique ». 15 au 16 mai 2017. Québec, QC. 32 p.
- 111 Urli, M.**, A. Leduc et **N. Thiffault**, 2017. *Effets relatifs de la compétition, du climat et du sol sur la croissance d'épinettes noires et blanches en plantations dans un contexte d'aménagement écosystémique*. Résumé d'une affiche présentée lors du congrès ÉCOVÉG13 : Congrès international francophone en écologie végétale. 10 au 13 septembre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 112 Wei, L.**, **N. Thiffault**, N. Fenton et Y. Bergeron, 2017. *Influence of understory plant effect traits on post-disturbance forest productivity*. Résumé d'une affiche présentée lors du 53rd Annual Meeting of the Canadian Botanical Association. 4 au 8 juillet 2017. Waterloo, ON. 1 p.

113 Wotherspoon, A., R. Bradley, S. Tremblay, M. Barrette, D. Houle, N. Thiffault et J.P. Bellenger, 2017. *Interactions between pre-commercial thinning, geological deposit, and climate in controlling black spruce productivity in Quebec*. Résumé d'une conférence présentée lors du 11^e colloque annuel du Centre d'étude de la forêt. 1^{er} au 2 mai 2017. Montréal, QC. 1 p.

ARTICLES DE VULGARISATION

114 Bédard, S. et C. Godbout, 2017. *Historique de la recherche sur la sylviculture des forêts de feuillus et de pins trois périodes déterminantes*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 58-64.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-58-64-Forets-feuillues.pdf>

115 Charette, L., M.-C. Lambert, I. Auger, J. DeBlois, C. De Blois, M. Carmichael, J. Noël, V. Poirier, D. Hotte, P. Grondin, L. Duchesne et J. De Bellefeuille, 2017. *Soutien à la recherche — une nécessité pour atteindre les objectifs*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 97-105.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-97-105-Soutien-scientifique.pdf>

116 Despots, M., 2017. *Historique de l'amélioration génétique des arbres à la Direction de la recherche forestière*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 11-15.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-11-15-Genetique.pdf>

117 Dignard, N., 2017. *L'Herbier du Québec, 75 ans d'existence*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 116-120.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-116-120-Herbier-du-Quebec.pdf>

118 Dubeau, D., 2017. *Le travailleur sylvicole au cœur de nos recherches depuis 30 ans*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 77-82.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-77-82-travail-forestier.pdf>

119 Grondin, P., Y. Boucher et M. Bouchard, 2017. *L'acquisition de connaissances sur l'écologie des forêts : le point d'ancrage de la Direction de la recherche forestière*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 22-30.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-22-30-Ecologie-forestiere.pdf>

120 Lamhamedi, M.S., 2017. *50 ans de recherche-développement et d'innovations technologiques en production de semences et de plants au service de la forêt de demain*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 16-21.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-16-21-Reproduction.pdf>

121 Michaud, A. et N. Dignard, 2017. *Des forêts pour l'enseignement et la recherche*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 112-115.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-112-115-Forets-enseignement.pdf>

122 Ouimet, R., 2017. *Pollution atmosphérique et changements climatiques*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 31-33.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-31-33-Ecosystemes.pdf>

123 Power, H., 2017. *Modélisation de la croissance et du rendement des forêts : un outil pour mieux prévoir*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 71-76.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-71-76-Modelisation.pdf>

124 Prévost, M., P. Raymond et D. Dumais, 2017. *Historique de la recherche et développement en sylviculture et rendement de la forêt mixte*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 65-70.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-65-70-forets-mixtes.pdf>

125 Saucier, J.-P., 2017. *La recherche forestière au gouvernement du Québec en cinq phases*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 7-10.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-116-120-Rech-for-cinq-phases.pdf>

126 Saucier, J.-P., 2017. *L'avenir de la Direction de la recherche forestière*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 131-133.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-116-120-Avenir-DRF.pdf>

127 Saucier, J.-P. et S. Williams, 2017. *L'apport du personnel technique de la Direction de la recherche forestière*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 94-96.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-94-96-Personnel-technique.pdf>

128 Thiffault, N. et C. Ward, 2017. *Sylviculture et rendement des plantations : créneaux fondateurs des activités de recherche*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 45-50.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-45-50-Plantations.pdf>

129 Tremblay, S., 2017. *Sylviculture des forêts résineuses — pour atteindre les objectifs sylvicoles*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 52-57.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-52-57-forets-resineuses.pdf>

130 Tousignant, D., 2017. *Diffuser les connaissances et les intégrer à la pratique*. *Histoires forestières du Québec* 9(2): 106-111.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/Histoires-forestieres-9-2-106-111-diffusion-connaissances.pdf>

ACTIVITÉS DE TRANSFERT DES RÉSULTATS DE RECHERCHE

131 Auger, I., 2017. *Travaux en modélisation*. Conférence présentée lors de la rencontre de modélisation « Modèle Québec ». 2 novembre 2017. Québec, QC. 15 p.

132 Bédard, S. et F. Guillemette, 2017. *Northern hardwood silviculture field tour*. Visite sur le terrain organisée par la Direction de la recherche forestière. 21 et 22 août 2017. Mont-Tremblant et Forêt Mousseau, QC. 19 p.

133 Boucher, Y., 2017. *Impact cumulatif des feux et des coupes (1940–2009) dans la forêt boréale*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 27 avril 2017. Québec, QC. 26 p.

134 Drolet, G. et J.-D. Sylvain, 2017. *Modélisation de la croissance du sapin baumier basée sur l'efficacité d'utilisation des ressources et les bilans hydrique et énergétique*. Conférence présentée lors de la rencontre des collaborateurs au projet ÉVAP. 11 juin 2017. Forêt Montmorency, QC. 11 p.

135 Drolet, G., 2017. *Mortalité des arbres et changements climatiques*. Conférence présentée lors de la rencontre de modélisation « Modèle Québec ». 2 novembre 2017. Québec, QC. 20 p.

136 Guillemette, F., 2017. *Enjeux dans les coupes partielles en forêt feuillue*. Conférence présentée dans la MRC des Laurentides. 21 novembre 2017. Saint-Faustin-Lac-Carré, QC. 62 p.

137 Guillemette, F., 2017. *Notion de diamètre à maturité financière dans les coupes de jardinage (CJ)*. Conférence présentée lors de l'atelier « Notion de diamètre à maturité financière dans les coupes de jardinage ». 10 octobre 2017. Cowansville, QC. 56 p.

138 Guillemette, F., 2018. *Synthèse des travaux de recherche sur l'EPC-puits en peuplements de feuillus*. Conférence présentée lors d'une visite sur le terrain dans la MRC Côte-de-Beaupré. 16 mars 2018. Québec, QC. 8 p.

139 Guillemette, F. et M.-M. Gauthier, 2018. *Résultats et retombées de la mesure des effets réels des coupes de jardinage pratiquées de 1995 à 1999*. Conférence présentée lors du Colloque Kruger dans le cadre de la Semaine des sciences forestières de l'Université Laval. 14 mars 2017. Québec, QC. 39 p.

140 Havreljuk, F., 2017. *Survol des activités de modélisation*. Conférence présentée lors de la rencontre de modélisation « Modèle Québec ». 2 novembre 2017. Québec, QC. 13 p.

141 Havreljuk, F., H. Power, I. Auger et F. Guillemette, 2017. *Modèles de croissance de la DRF*. Conférence présentée lors des ateliers de travail du Réseau d'experts en économie forestière sur la réalisation des analyses de rentabilité économique des principaux traitements sylvicoles utilisés au Québec. 5 septembre 2017. Québec, QC. 79 p.

142 Lamhamedi, M.S., 2018. *Effets de la surélévation sur la morpho-physiologie des plants pendant la saison de croissance et sur leur viabilité en hiver dans les pépinières forestières au Québec*. Conférence présentée lors des Journées de transfert de connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 20 au 22 février 2018. Québec, QC. 34 p.

143 Lamhamedi, M.S., 2018. *Quelques principales précautions à prendre lors de la fertilisation en automne des plants en pépinière forestière au Québec*. Conférence présentée lors des Journées de transfert connaissances de l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec. 20 au 22 février 2018. Québec, QC. 28 p.

144 Ouimet, R., 2017. *État de la forêt près de 20 ans après le verglas de 1998*. Résumé d'une conférence présentée au Salon forestier de l'Association forestière du sud du Québec. 20 octobre 2017. Saint-Georges, QC. 1 p.

145 Power, H., 2017. *Modélisation empirique de la croissance*. Conférence présentée lors de la rencontre de modélisation « Modèle Québec ». 2 novembre 2017. Québec, QC. 17 p.

146 Raymond, P., 2017. *La coupe progressive irrégulière peut-elle être une solution de rechange à la coupe totale en forêt mixte?* Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 25 octobre 2017. Québec, QC. 36 p.

147 Raymond, P., 2018. *La sylviculture au service de l'aménagement écosystémique : exemples d'application en forêt mixte tempérée*. Conférence présentée lors des Conférences publiques de l'Institut des Sciences de la Forêt Tempérée. 7 février 2018. Ripon, QC. 57 p.

148 Raymond, P., 2018. *La sylviculture au service de l'aménagement écosystémique : Exemples d'applications en forêt mixte tempérée*. Conférence présentée lors des Midis de la foresterie de la Chaire en aménagement forestier durable de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. 13 mars 2018. Rouyn-Noranda, QC. 55 p.

- 149 Saucier, J.-P.**, 2017. *Au sein du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 50 ans d'innovations et d'évolution*. Conférence présentée lors du colloque de l'Institut forestier du Canada. 30 septembre 2017. Montebello, QC. 57 p.
- 150 Saucier, J.-P.**, 2017. *La classification écologique : intégration dans le processus d'aménagement durable des forêts et défis des changements climatiques*. Conférence présentée lors des Conférences publiques de l'Institut des sciences de la forêt tempérée. 15 novembre 2017. Ripon, QC. 51 p.
- 151 Saucier, J.-P.**, 2017. *La Direction de la recherche forestière : 50 ans d'innovations et d'évolution au service de la forêt du Québec*. Conférence présentée lors d'un Café conférence forestier de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, de l'Institut forestier du Canada et de l'Association des étudiants gradués en foresterie de l'Université Laval. 15 mars 2018. Québec, QC. 39 p.
- 152 Saucier, J.-P.**, 2017. *Recherche forestière au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, au Québec : innovation et évolution*. Conférence présentée lors de la Journée de la recherche étudiante. 12 mars 2018. Québec, QC. 28 p.
- 153 Sylvain, J.-D.**, 2017. *Modélisation des sols, de l'eau et de leurs effets sur la croissance et la vulnérabilité des écosystèmes forestiers*. Conférence présentée lors de la rencontre de modélisation « Modèle Québec ». 2 novembre 2017. Québec, QC, 22 p.
- 154 Sylvain, J.-D., G. Drolet, N. Thiffault et F. Hébert**, 2017. *Quantifier l'évolution spatiale et temporelle des communautés à l'aide d'un indice de probabilité conditionnelle : de la théorie à l'application*. Conférence présentée à l'Université Laval au Centre d'étude de la forêt. 21 septembre 2017. Québec, QC. 55 p.
- 155 Sylvain, J.-D., G. Drolet, N. Thiffault et J. Béguin**, 2018. *Quantifier l'effet des changements climatiques sur la diversité des communautés forestières*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 21 mars 2018. Québec, QC. 50 p.
- 156 Tremblay, S., I. Auger et H. Power**, 2017. *Évolution des peuplements traités en éclaircie précommerciale avec les modèles Artémis et Natura*. Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 3 mai 2017. Québec, QC. 38 p.
- 157 Tremblay, S.L., L. D'Orangeville, M.-C. Lambert et D. Houle**, 2017. *Le réchauffement de sols boréaux génère des GES : les impacts ?* Conférence présentée lors des Conférences-midi Forêts du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 1er novembre 2017. Québec, QC. 30 p.
- 158 Ward, C. et R. Poliquin**, 2017. *L'importance de l'éclaircie commerciale en plantation*. Conférence présentée lors de la journée forestière et acéricole du Centre-du-Québec de l'Agence forestière des Bois-Francs. 23 septembre 2017. Saint-Pierre-Baptiste, QC. 13 p.
- 159 Ward, C.**, 2017. *État de développement des modèles de croissance en plantation et du simulateur CroiRePlant*. Conférence présentée lors de la rencontre sur la modélisation forestière « Modèle Québec ». 2 novembre 2017. Québec, QC. 9 p.
- 160 Ward, C., G. Prigent et J. Ménétrier**, 2017. *Visite des dispositifs expérimentaux de la forêt expérimentale de Madawaska : Résultats à 30 ans*. Document remis lors de trois visites sur le terrain effectuées à la forêt d'expérimentation de Madawaska : au personnel du ministère du Nouveau-Brunswick, 24 août 2017; au personnel de l'Unité de gestion 01 du Grand-Portage, 12 octobre 2017 et à des étudiants de l'Université Laval, 13 octobre 2017, Dégédis, QC. 72 p.
- 161 Ward, C., N. Thiffault, G. Prigent, J. Ménétrier, F. Marchand et J.-P. Saucier**, 2017. *La sylviculture intensive des plantations dans le contexte d'aménagement écosystémique de la forêt québécoise*. Visite sur le terrain pour le ministre des Forêts, de la Faune et des Parcs, Luc Blanchette. 11 septembre 2017. Dégédis, QC. 20 p.

PRÉSENTATIONS DIVERSES

162 Bédard, S., 2017. *Effets de la maladie corticale du hêtre sur la dynamique des forêts feuillues*. Conférence présentée dans le cadre de la rencontre printanière de la Direction de la protection des forêts. 26 avril 2017. Québec, QC. 29 p.

163 Bédard, S., M.-M. Gauthier, C. Godbout et F. Guillemette, 2017. *Sylviculture et rendement des forêts naturelles — peuplements de feuillus et pinèdes*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.

164 Boucher, Y., 2017. *Régénération après feu des écosystèmes boréaux dans un contexte de changements globaux*. Conférence présentée lors d'un Jeudi DRF. 15 mars 2018. Québec, QC. 47 p.

165 Despôts, M., 2017. *Amélioration génétique des arbres*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.

166 Dignard, N., 2017. *Herbier du Québec*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.

- 167 Drolet, G.**, 2017. *Mortalité des arbres et changements climatiques*. Conférence présentée lors d'une rencontre entre les chercheurs du Service canadien des forêts et de la Direction de la recherche forestière. 13 novembre 2017. Québec, QC. 13 p.
- 168 Dubeau, D.**, 2017. Étude du travail forestier. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 169 Godbout, C.**, 2018. *Plaidoyer en faveur du bouleau à papier : une espèce méconnue et méprisée*. Conférence présentée lors d'un Jeudi DRF. 18 janvier 2018. Québec, QC. 65 p.
- 170 Grondin, P., M. Bouchard et Y. Boucher**, 2017. Écologie forestière. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 171 Guillemette, F.**, 2018. *Le nettoyage et l'EPC – feuillus*. Conférence présentée lors de l'Atelier 7 d'échanges sur la réalisation des analyses de rentabilité économique. 18 janvier 2018. Québec, QC. 21 p.
- 172 Guillemette, F.**, 2018. *Bilan des traitements sylvicoles en forêt feuillue et de l'application des recommandations du Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt feuillue (CIMOTFF)*. Conférence présentée au Groupe technique feuillu. 25 janvier 2018. Québec, QC. 24 p.
- 173 Guillemette, F.**, 2018. *L'éclaircie commerciale en peuplement feuillu*. Conférence présentée lors de l'atelier 8 d'échanges sur la réalisation des analyses de rentabilité économique. 20 mars 2018. Québec, QC. 17 p.
- 174 Guillemette, F.**, 2017. *Rapport du Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt feuillue (CIMOTFF)*. Vidéoconférence présentée à l'Unité de gestion de Caplan. 7 décembre 2017. Depuis Québec, QC. 46 p.
- 175 Havreljuk, F.**, 2017. *Identification des défauts et classement des arbres*. Visite sur le terrain et participation à titre d'expert au stage Formation pratique en sylviculture des feuillus (FOR-3010) de l'Université Laval. 28 au 29 août 2017. Val-des-Bois, QC. 1 p.
- 176 Lamhamedi, M.S., J. Gagnon et D. Girard**, 2017. *Production de semences et de plants*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 177 Larouche, C.**, 2017. *Bureau du directeur*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 178 Michaud, A. et N. Dignard**, 2017. *Forêts d'expérimentation (FE) et forêts d'enseignement et de recherche (FER)*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 179 Moore, J.-D. et R. Ouimet**, 2017. *Écosystèmes et environnement*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 180 Perron, M. et A. Rainville**, 2017. *Visite sur le terrain du test de descendances d'épinette blanche de Saint-Casimir (SCA36099)*. Visite sur le terrain lors de l'activité avec les participants de la réunion annuelle du projet FastTRAC. 19 octobre 2017. Saint-Casimir, QC, 13 p.
- 181 Prévost, M., P. Raymond et D. Dumais**, 2017. *Sylviculture et rendement des forêts naturelles – Peuplements mixtes*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 182 Rainville, A. et M.S. Lamhamedi**, 2017. *Migration assistée de sources génétiques d'épinette blanche : bases écophysiologicals de l'adaptation et de l'acclimatation pour réussir les programmes de reboisement à long terme dans un contexte de changements climatiques*. Conférence présentée lors d'un Jeudi DRF. 6 avril 2017. Québec, QC. 26 p.
- 183 Raymond, P.**, 2017. *La coupe progressive irrégulière dans les peuplements mixtes à dominance résineuse... et pourquoi pas ?* Conférence présentée lors d'un Jeudi DRF. 20 avril 2017. Québec, QC. 35 p.
- 184 Sylvain, J.-D., G. Drolet, R. Ouimet, N. Thiffault et F. Anctil**, 2018. *Cartographie matricielle des propriétés physiques, chimiques et hydrologiques des sols du Québec*. Conférence présentée lors d'un Jeudi DRF. 1er mars 2018. Québec, QC. 48 p.
- 185 Tousignant, D.**, 2017. *Publications, transfert de connaissances et documentation*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.
- 186 Tremblay, S.**, 2018. *Le nettoyage et l'EPC – peuplement résineux naturel*. Conférence présentée lors de l'Atelier 7 d'échanges sur la réalisation des analyses de rentabilité économique. 18 janvier 2018. Québec, QC. 34 p.
- 187 Tremblay, S.**, 2018. *L'éclaircie commerciale – peuplement résineux naturel*. Conférence présentée lors de l'Atelier 8 d'échanges sur la réalisation des analyses de rentabilité économique. 20 mars 2018. Québec, QC. 21 p.
- 188 Ward, C.**, 2017. *Sylviculture et rendement des plantations*. Affiche présentée lors du 50^e anniversaire de la Direction de la recherche forestière. 19 octobre 2017. Québec, QC. 1 p.

PROGRAMMATION DE RECHERCHE 2018-2019

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 2018-2019

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 d'aménagement forestier	Mathieu Bouchard
142332132	Sévérité des feux et régénération des écosystèmes boréaux dans un contexte de changements globaux : modélisation et cartographie	Yan Boucher
142332159	Potentiel d'expansion des peuplements d'érable à sucre à leur limite nord de répartition dans l'ouest du Québec et propositions d'aménagement durable dans un contexte de changements climatiques	Pierre Grondin
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
142332160	Vulnérabilité de la forêt québécoise à la sécheresse dans un contexte de changements climatiques : Quels rôles jouent les mécanismes de prise en charge de l'eau dans la vulnérabilité des espèces à la sécheresse ?	Daniel Houle

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
142332161	Réponses physiologiques de plants d'essences forestières à l'augmentation anticipée de la sécheresse dans un climat futur au Québec	Catherine Périé

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
142332074	Amélioration génétique du peuplier (5 volets)	Pierre Périnet
142332075	Amélioration génétique de l'épinette de Norvège (5 volets)	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
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)	Guillaume Giroud
142332051	Mesure des effets réels du regarni de la régénération naturelle résineuse	Martin Barrette
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	Guillaume Giroud

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
142332058	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie commerciale pour la production prioritaire de résineux (2)	Stéphane Tremblay
142332107	Expérimentation de procédés de régénération pour le maintien et la croissance du thuya occidental en peuplements résineux	Daniel Dumais
142332110	Évaluation de la naturalité et du rendement pour soutenir l'aménagement écosystémique des forêts	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 dans la régénération mélangée à feuillus intolérants	Marcel Prévost
142332018	Effet combiné de trouées et de coupes partielles dans les bétulaies jaunes résineuses (BJR) de belle venue (projet SSAM, Systèmes Sylvicoles Adaptés à la Forêt Mélangée)	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	Étude des processus écophysologiques d'acclimatation de la régénération forestière à la suite de traitements sylvicoles pour soutenir l'aménagement écosystémique dans le contexte des changements globaux	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

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
142332047	Effets réels des traitements sylvicoles : éclaircie précommerciale dans les peuplements de feuillus	François Guillemette
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 gestion du hêtre sur la régénération de l'érablière	Steve Bédard

MODÉLISATION DE LA CROISSANCE ET DU RENDEMENT DES FORÊTS

Projets en cours

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 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 bouleaux jaunes 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 (Évap-For)	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)	Daniel Dumais
142332031	Croissance, structure et diversité floristique des plantations de conifères au stade juvénile, dans un contexte d'aménagement écosystémique et de sylviculture intensive	Martin Barrette
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	Charles Ward

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	6
Écosystème et environnement	9
Amélioration génétique des arbres	10
Production de semences et de plants	3
Sylviculture et rendement des peuplements résineux	11
Sylviculture et rendement des peuplements mélangés	9
Sylviculture et rendement des peuplements feuillus	13
Modélisation de la croissance et du rendement	6
Sylviculture et rendement des plantations	6
Travail forestier	1
Total	74

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 2018-2019

Numéro du projet	Titre du projet	Titulaire du projet
Projets externes subventionnés en partenariat avec le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies		
Projets en cours		
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-186444	Outil d'aide à la décision pour évaluer la faisabilité d'un aménagement multi-services de la forêt	Frédéric Raulier (UL)
Projets externes subventionnés en partenariat avec l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)		
Projets en cours		
142332152-A	Quantification du taux de broutement par l'orignal sur la régénération forestière en forêt aménagée sous de hautes densités de cervidés	Martin-Hugues St-Laurent et Robert Schneider
142332152-B	Analyse de la composition de la forêt tempérée préindustrielle en intégrant les archives d'arpentage du Saguenay-Lac Saint-Jean	Dominique Arseneault
142332152-C	Amélioration des modèles pour les outils d'aide à la décision visant l'aménagement durable du territoire forestier québécois	Robert Schneider
142332152-D	Inférer la complexité structurelle et du bois mort à partir de la cartographie écoforestière	Robert Schneider et Luc Sirois
Projets externes subventionnés en partenariat avec l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQAT)		
Projets en cours		
142332153-A	Évaluation du mélèze Laricin comme essence améliorante des conditions de croissance sur sol tourbeux	Yves Bergeron
142332153-B	Établissement de liens entre les changements climatiques anticipés et la classification écologique de la forêt boréale et tempérée de l'ouest du Québec	Yves Bergeron
142332153-C	Optimisation du bilan carbone de l'industrie forestière dans un contexte de changements climatiques et d'aménagement de zones sensibles en forêt boréal	Yves Bergeron
142332153-D	Sylviculture de régénération et d'éducation de jeunes peuplements mixtes boréaux	Annie DesRochers
142332153-E	Productivité du peuplier hybride en futaie et en taillis à courte rotation en Abitibi-Témiscamingue et Nord du Québec	Annie DesRochers
142332153-F	Détermination des seuils critiques de perturbation dans la forêt boréale (pessière et forêt mixte) dans l'ouest du Québec	Nicole Fenton
142332153-G	Caractérisation et atténuation des effets du réseau routier sur les hardes de caribou forestier du nord-ouest du Québec	Louis Imbeau
142332153-H	Intégration des besoins en habitat de la faune exploitée sensible à l'aménagement forestier dans la planification forestière de la stratégie d'aménagement durable des forêts : étude de la sélection d'habitat du pékan en forêt feuillue	Louis Imbeau
142332153-I	Interactions entre la livrée des forêts et la composition forestière : rôle de la prédation dans la dynamique des épidémies et effets sur la litière, les sols et la régénération	Benoit Lafleur
142332153-J	Évaluation à moyen terme des impacts de la coupe partielle sur la productivité forestière et la biodiversité en forêt boréale mixte	Benoit Lafleur

142332153-K	Effets des pratiques d'organisation spatiale de la récolte forestière sur la performance financière via une approche de benchmarking – Projet Mitacs	Oswaldo Valeria
142332153-L	Productivité de différentes modalités de plantations sur les terrains paludifiés – Projet RDC	Oswaldo Valeria
142332153-M	Développement d'approches et de stratégies sylvicoles pour des peuplements mixtes en vue accroître la résilience des forêts commerciales de l'est du Canada (MixQuébec)	Igor Drobyshev

Projets externes subventionnés en partenariat avec l'Université du Québec en Outaouais (UQO)

Projets en cours

142332154-A	Analyse du stress hydrique et des facteurs prédisposant la mortalité des arbres dans la forêt tempérée de l'Outaouais	Frédéric Doyon et Audrey Maheu
142332154-B	Capacité d'adaptation des forêts feuillues du Québec aux facteurs abiotiques et biotiques actuels et futurs : Cas de l'érable à sucre, du climat et des insectes ravageurs indigènes et exotiques	Yann Surget-Groba et François Lorenzetti
142332154-C	Importance relative des traitements sylvicoles du cerf de virginie, de la compétition et des facteurs abiotiques sur la réponse à moyen terme de la régénération et la diversité végétale en forêt tempérée (feuille et mixte)	Philippe Nolet

Projets externes subventionnés en partenariat avec l'Université Laval (UL)

Projets en cours

142332156-A	Stratégies d'aménagement forestier et de production de bois pour la lutte et l'adaptation aux changements climatiques : Études de cas en forêts boréale et tempérée	Évelyne Thiffault
142332156-B	Caractérisation de la dynamique de dégradation des arbres morts en forêt feuillue pour mieux évaluer leur potentiel de valorisation.	Alexis Achim
142332156-C	Paramétrage d'un modèle semi-fonctionnel intégrant l'effet des traitements sylvicoles et du climat pour les sapinières et les plantations de peuplier hybride.	David Pothier
142332156-D	Valorisation de l'information structurale du lidar aéroporté des points de vue sylvicole et dendrométrique.	Jean Bégin

Projets externes subventionnés en partenariat avec l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Projets en cours

142332151-A	Planification et optimisation du boisement/reboisement en zone boréale en vue de la lutte aux changements climatiques	Jean-François Boucher
142332151-B	Effets de l'épandage sylvicole d'un fertilisant développé à partir de résidus industriels sur la productivité forestière et la chimie du bois	Claude Villeneuve, André Pichette, Jean Legault et Maxime Paré
142332151-C	Impact des épidémies de la TBE sur l'aménagement forestier	Hubert Morin
142332151-D	Vulnérabilité de <i>A. balsamea</i> , <i>P. mariana</i> et <i>P. glauca</i> à la défoliation par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) : phénologie des bourgeons végétatifs-reproductifs et effet d'une augmentation de la température	Annie Deslauriers
142332151-E	Caractérisation spatiale de la productivité forestière par l'intégration de variables spatialement continues	Sergio Rossi, Hubert Morin et Maxime Paré
142332151-F	La fertilité des sols de la forêt boréale en lien avec la croissance des semis d'épinette et de sapin dans un contexte de changements climatiques	Maxime Paré

142332151-G	Scénarios de récupération des bois morts après feu : maximiser les enjeux de l'industrie et ceux de la conservation	Jacques Ibarzabal
142332151-H	Efficacité des mesures de protection de l'omble chevalier oquassa	Pascal Sirois
142332151-I	Impact de différents traitements sylvicoles d'éducation sur la qualité du bois en forêt boréale	Cornelia Krause

RÉSUMÉ

Les projets externes en cours	Nombre
En partenariat avec le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies	2
En partenariat avec l'UQAR	4
En partenariat avec l'UQAT	13
En partenariat avec l'UQO	3
En partenariat avec l'UL	4
En partenariat avec l'UQAC	9
Total	35

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>.



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 