



**BIOGÉOGRAPHIE ET DYNAMIQUE DE LA FORÊT TEMPÉRÉE NORDIQUE
DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

MÉMOIRE PRÉSENTÉ

dans le cadre du programme de maîtrise en gestion de la faune et de ses habitats
en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences

PAR

©STEVE VISSAULT

Janvier 2016

Composition du jury :

Dominique Berteaux, président du jury, Université du Québec à Rimouski

Dominique Gravel, directeur de recherche, Université du Québec à Rimouski

Matthew Talluto, codirecteur de recherche, Université Joseph Fourier

Isabelle Boulangeat, codirecteur de recherche, Aarhus University

Niklaus Zimmermann, examinateur externe, Swiss Federal Research Institute WSL

Dépôt initial le [date mois année]

Dépôt final le [date mois année]

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

*À mes parents et tous ceux qui
ont été patient...*

REMERCIEMENTS

Je tiens dans un premier temps à remercier mon directeur Dominique Gravel pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser cette maîtrise. Je tiens également à remercier Isabelle Boulangeat et Matthew Talluto pour leurs implications et .

AVANT-PROPOS

[Cette page est facultative ; l'éliminer si elle n'est pas utilisée. L'avant-propos ne doit pas être confondu avec l'introduction. Il n'est pas d'ordre scientifique alors que l'introduction l'est. Il s'agit d'un discours préliminaire qui permet notamment à l'auteur d'exposer les raisons qui l'ont amené à étudier le sujet choisi, le but qu'il veut atteindre, ainsi que les possibilités et les limites de son travail. On peut inclure les remerciements à la fin de ce texte au lieu de les présenter sur une page distincte.]

RÉSUMÉ

[Le résumé en français doit présenter en 350 mots maximum pour un mémoire et en 700 mots pour une thèse : (1) le but de la recherche, (2) les sujets étudiés, (3) les hypothèses de travail et la méthode utilisée, (4) les principaux résultats et (5) les conclusions de l'étude ou de la recherche.]

Mots clés : [Inscrire ici 5 à 10 mots clés]

ABSTRACT

[L'abstract doit être une traduction anglaise fidèle et grammaticalement correcte du résumé en français.]

Keywords : [Inscrire ici 5 à 10 mots clés]

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	vi
AVANT-PROPOS	vii
RÉSUMÉ	viii
ABSTRACT	ix
TABLE DES MATIÈRES	x
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES	xii
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
MISE EN CONTEXTE	1
CADRE CONCEPTUEL	2
CADRE MÉTHODOLOGIQUE	4
ARTICLE 1	
TITRE EN FRANÇAIS DU PREMIER ARTICLE	5
1.1 Résumé en français du premier article	5
1.2 Titre du premier article	7
1.3 Exemple de titre de section	7
1.3.1 Exemple de sous-titre de section	7
1.4 Modalités de présentation des titres de chapitre	7
1.5 Exemple de titre long Exemple de titre long Exemple de titre long Exemple de titre long Exemple de titre long	7
1.5.1 Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long	7
CONCLUSION GÉNÉRALE	8
ANNEXE I	
TITRE DE LA PREMIÈRE ANNEXE	9
RÉFÉRENCES	10

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GÉNÉRALE

MISE EN CONTEXTE

Depuis l'ère industrielle, la forêt du Québec méridionale est en constante évolution (Arsenault) ; le paysage forestier tel que nous le connaissons aujourd'hui pourrait connaître de profondes modifications d'ici la fin du XXI^e siècle. Ce paysage est occupé en grande majorité par la forêt tempérée qui couvre une superficie de 209 700 km² (MFFP, 2015). Cette forêt peut ainsi être désignée comme la forêt habitée du Québec considérant qu'elle se retrouve dans la zone la plus densément peuplée du Québec (Doyon). On y retrouve une multitude et une diversité d'activités socio-économiques tels que le tourisme, la chasse et l'acériculture et le prélèvement sylvicole. Au Québec, l'industrie forestière et l'acériculture génèrent XX et XX de dollars respectivement pour un total de XX millions d'emplois en 2015 (MFFP, Stats). La prospérité de ces activités repose sur l'intégrité écologique de ce biome forestier régionale. Sa gestion est donc primordiale, mais constitue un véritable défi de par la diversité des acteurs socio-économique, certains enjeux écologiques et les attentes de la société. Ce sont ces mêmes attentes qui ont contribué à l'adoption en XXXX d'un plan d'aménagement écosystémique visant à maintenir la diversité biologique et la viabilité de cet écosystème (MFFP,).

Depuis maintenant plusieurs années, la forêt tempérée est confrontée à de nombreux enjeux écologiques tels que les problématiques d'enfeuillement, la raréfaction de certaines essences ou envahissement par d'autres, la simplification des structures internes des peuplements (Varady-Szabo). Aujourd'hui, la forêt tempérée nordique doit faire face à une nouvelle problématique qui est celle des changements climatiques. Plusieurs enjeux écologiques majeurs découlent de cet problématique pour les aménagistes : (1) des modifications dans la composition de la régénération post-perturbation (2) une modulation de la productivité forestière chez certaines espèces, (3) une modification du régime de perturbation (p.ex. épidémies,

verglas, chablis), puis enfin (4) des changements dans la répartition des espèces. Ce mémoire porte sur ce quatrième volet et s'intéresse plus spécifiquement à la biogéographie et la dynamique de la communauté de la forêt tempérée nordique dans ce contexte de changements climatiques.

CADRE CONCEPTUEL

2e. Les outils disponibles et limites pour étudier ce phénomène. Finir avec l'importance d'intégrer la dispersion et la démographie Les outils de prédiction actuelle (modèle prédictif) sont limités. - Certains postulats ne sont pas approprié lorsque l'on tente de modéliser la réponse des arbres. - Conclusion du paragraphe, nécessité de se diriger vers une nouvelle génération de modèle

Les changements d'aire de répartition sont aujourd'hui documenté par des approches corrélatives. Ces outils sont limités pour prédire des changements de répartition pour des espèces possédant une forte longévité, une capacité de dispersion limitée et où la compétition est

Les modèles d'enveloppe bioclimatique possèdent plusieurs limites. Ces outils se basent sur la niche fondamentale d'une espèce et ne tiennent donc pas compte des facteurs biotiques (p. ex. capacité et taux de dispersion, compétition inter-spécifique) influençant l'aire de répartition de cette dernière [Guisan2005, Pearson2003]. Ces facteurs jouent pourtant un rôle prépondérant dans la dynamique d'un écosystème [Guisan2005, Araujo2007, Pearson2003]. De plus, ces modèles statistiques assument que la végétation a atteint partiellement ou complètement son point d'équilibre avec le climat [Austin2002]. Ils sont donc statiques et ne contiennent aucune composante dynamique (p. ex. les processus de dispersion, succession ou encore différents agents de perturbations comme le feu ou le broutage) [Guisan2005, Austin2002].

Limites : - Réponse instantanée - Importance des processus démographique et de dis-

persion (Holt,2005) - Conduit vers

1er. RECENTRER SUR LE PROBLÈME ÉCOLOGIQUES : À quoi est ce que l'on s'intéresse lorsque l'on parle de changement d'aire de répartition chez les espèces arborescentes ? Définir le concept de migration comme un long processus qui repose sur la la démographie (la survie et l'atteinte de la maturité), la dispersion (production et dissémination des graine), l'établissement (le succès de germination, la survie et la croissance des semis) - S'adapter ou changer de place - Migration chez les arbres se traduit par une suite d'évènement de colonisation et d'extinction pour Pour comprendre les mécanismes déclencheurs d'une migration potentielle. On ne parle pas ici d'adaptation mais de résistance et inertie du système aux changements. - Postulat Majeur : évolution - taille de la niche change pas dans le temps

3e. Concilier la théorie de la niche avec celle des métapops : une avenue pour régler ce problème ? Nouvelle génération de modèle plus mécanistiques : Démographie + dispersion - Théorie de la niche - Théorie métapop - Lien le concept la niche d'établissement, peristence (). - Reprendre le schema de Holt et replacer les équation de levins dedans

4e. Description du système et transition vers le cadre méthodologique

Les conditions microclimatiques que l'on retrouve sous les espèces boreales sont différentes de celles présentes au sein de l'érable. Au printemps, la température y est plus froide en raison de l'ombrage et par conséquent la neige y demeure plus longtemps, le sol y est plus humide et la litière est plus acide et plus fibreuse. Ainsi, même si les conditions climatiques à l'échelle de la région sont favorables à l'établissement de la régénération de l'érable à sucre, les conditions particulières retrouvées en forêt boreale pourraient nuire à sa régénération. Si c'est le cas, il est possible que l'érable à sucre ne parvienne pas à s'installer en forêt boreale à la suite d'un réchauffement climatique et que cela affecte la migration vers le nord d'espèces tempérées.

CADRE MÉTHODOLOGIQUE

- Les approches de modélisation - Étude des taux de migration - Objectif

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

- À partir des données disponibles

ARTICLE 1

TITRE EN FRANÇAIS DU PREMIER ARTICLE

1.1 Résumé en français du premier article

[Les articles intégrés au mémoire ou à la thèse peuvent être rédigés dans une langue autre que le français. Le cas échéant, chaque article doit être précédé de son titre et d'un résumé rédigés en français. La mise en page demandée par les éditeurs des articles peut être conservée lors de l'insertion des articles aux chapitres du mémoire ou de la thèse. Toutefois, les directives concernant les marges et la pagination doivent être respectées afin de permettre une lecture facile des articles une fois le document relié.

Tout ce qui est rédigé doit l'être dans un style juste, clair et précis. La phrase doit respecter les structures syntaxiques et les exigences du code grammatical et orthographique.

En plus d'y consigner les grandes lignes de l'article, cette section sert de lieu pour préciser le contexte du projet. On y mentionne le nom de la revue où l'article a été soumis ainsi que le stade d'avancement de l'évaluation par les pairs. Un sommaire de la contribution de chacun des auteurs doit aussi être présenté. Voir l'exemple suivant :

Ce premier article, intitulé “*Combining Apparent Motion and Perspective as Visual Cues for Content-based Camera Motion Indexing*”, fut corédigé par moi-même ainsi que par le professeur Frédéric Deschênes et ma collègue Joanie Pan. Il fut accepté pour publication dans sa version finale en 2009 par les éditeurs de la revue *Pattern Recognition*. En tant que premier auteur, ma contribution à ce travail fut l'essentiel de la recherche sur l'état de l'art, le développement de la méthode, l'exécution des tests de performance et la rédaction de l'article. Le professeur Frédéric Deschênes, second auteur, a fourni l'idée originale. Il a aidé à la recherche sur l'état de l'art, au développement de la méthode ainsi qu'à la révision de

l'article. Joanie Pan, troisième auteure, a contribué à la recherche sur l'état de l'art ainsi qu'à l'exécution des tests de performance. Une version abrégée de cet article a été présentée à la conférence *Canadian Conference on Computer and Robot Vision* à Washington D.C. (É.-U.) à l'automne 2008.]

1.2 Titre du premier article

[Insérer ici le texte du premier article]

1.3 Exemple de titre de section

[Avec 1.3 débute la première **section** du chapitre un.]

1.3.1 Exemple de sous-titre de section

[Avec 1.3.1 débute la première **sous-section** du chapitre un.]

1.4 Modalités de présentation des titres de chapitre

Le titre du chapitre s'écrit sur deux lignes à un interligne et demi : la première ligne présente le chapitre et son numéro (en chiffres arabes) et la deuxième ligne présente le titre du chapitre. Le titre est saisi en caractères majuscules et gras, il est centré par rapport au texte et placé en haut de la page.

1.5 Exemple de titre long Exemple de titre long Exemple de titre long Exemple de titre long Exemple de titre long

Un titre long, c'est-à-dire sur plus d'une ligne, est saisi à interligne simple.

1.5.1 Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long Exemple de sous-titre long

Un sous-titre long, c'est-à-dire sur plus d'une ligne, est saisi à interligne simple.

CONCLUSION GÉNÉRALE

[C'est dans cette section qu'est mise en évidence la portée de l'étude ainsi que les liens entre les articles ou autres textes et une ouverture sur les perspectives de recherche dans le domaine concerné. On y fait état des limites de la recherche et on y propose, le cas échéant, des pistes nouvelles pour de futures recherches ou des façons de développer de nouvelles applications. La conclusion ne doit pas présenter de nouveaux résultats ni de nouvelles interprétations. Elle doit être rédigée de manière à faire ressortir la cohérence de la démarche.]

ANNEXE I

TITRE DE LA PREMIÈRE ANNEXE

[Cette page est facultative ; l'éliminer si elle n'est pas utilisée. Une annexe est jointe lorsqu'une information pertinente (tableau, figure ou autre) risque de nuire à la compréhension du texte principal ou encore de l'alourdir inutilement. Les annexes portent un titre (même mise en page que les chapitres) et sont numérotées en chiffres romains majuscules, s'il y en a plus d'une. On y fait référence dans le texte principal par la mention « voir ». Ex. : (voir annexe I).]

RÉFÉRENCES