



**Estimation de la distribution des essences  
forestières au 19<sup>e</sup> siècle dans l'Outaouais à l'aide  
des carnets d'arpentage des limites des  
concessions forestières**

***Rapport***

Préparé par

Eduard Mauri Ortuno, M.Sc. et Frédéric Doyon, Ph.D.

Remis à la

Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire de l'Outaouais

Conférence régionale des élus de l'Outaouais



Octobre 2010

## ***Équipe de réalisation de l'IQAFF\****

### **Coordonnateurs scientifiques et de rédaction :**

Eduard Mauri-Ortuno, M.Sc.

Frédéric Doyon, ing. f., Ph.D.

### **Équipe technique :**

Danny Jean, ing. f., B.Sc.A.

Pascal Rochon, M.Sc.

Srdjan Ostojic, B.Sc.A.

Mélissa Côté-Farndon, B.A.

Régis Pouliot, B.Sc.

### **\*IQAFF : Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue**

58 Principale, Ripon, Québec, J0V 1V0

Tél : 819-983-6589 ; Fax : 819-983-6588

Courriel : iqaff@iqaff.qc.ca

Site internet : www.iqaff.qc.ca

**Pour citation :** Mauri Ortuno, E., et F. Doyon. 2010. Estimation de la distribution des essences forestières au 19<sup>e</sup> siècle dans l'Outaouais à l'aide des carnets d'arpentage des limites des concessions forestières. Rapport technique de l'Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Québec. 83 p. + Annexes.

## *Table des matières*

Liste des Figures .....	4
Liste des Tableaux .....	5
Remerciements .....	6
Résumé .....	7
Introduction.....	9
Objectifs .....	10
Retombées .....	10
Méthodologie .....	11
Sélection des CALCF.....	11
Saisie et traitement des informations des CALCF avant l'analyse.....	12
Géoréférencement des observations d'arpentage.....	18
Description de la forêt actuelle.....	20
Analyse de données d'arpentage .....	21
Analyse des placettes-échantillons du 4 <sup>e</sup> inventaire forestier décennal et comparaison de la forêt du 19 <sup>e</sup> siècle avec la forêt actuelle.....	24
Résultats.....	26
Distribution des observations des CALCF .....	26
Composition des forêts du 19 <sup>e</sup> siècle selon la position d'énumération.....	29
Composition des forêts du 19 <sup>e</sup> siècle selon l'abondance relative .....	46
Distribution des stades et perturbations des forêts du 19 <sup>e</sup> siècle .....	53
Comparaison des forêts du 19 <sup>e</sup> siècle versus les forêts actuelles selon la fréquence et l'abondance relative .....	58
Force des changements de végétation entre les forêts du 19 <sup>e</sup> siècle et les actuelles.....	71
Discussion .....	73
Composition des forêts en Outaouais au 19 <sup>e</sup> siècle.....	73
Distribution des stades et perturbations des forêts du 19 <sup>e</sup> siècle .....	75
Changements dans la composition des forêts en Outaouais après plus d'un siècle .....	76
Les feuillus durs : un cas spécial .....	78
Conclusion : recommandations pour l'aménagement écosystémique de la forêt de l'Outaouais .....	79
Annexes.....	84
Annexe 1 – Regroupement des appellations utilisées par les arpenteurs.....	84
Annexe 2 – Distribution du bâton brisé .....	87
Annexes numériques .....	88
Références .....	89

## Liste des Figures

Figure 1. Exemple de page de carnet d'arpentage avec des observations ponctuelles de la végétation (W.J. MacDonald 1881). .....	14
Figure 2. Exemple de page de carnet d'arpentage avec des observations linéaires de la végétation (J. McLatchie 1892).....	15
Figure 3. Nombre d'observations ponctuelles par décennie. Le total est inférieur à la somme du nombre de « taxons », de « stades » et de « perturbations » parce qu'une seule observation pouvait contenir des mentions dans plus qu'un de ces trois groupes. ....	27
Figure 4. Nombre d'observations dans l'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle, par canton. ....	28
Figure 5. Distribution du nombre d'observations localisables dans le temps (décennies) et dans l'espace (gradient latitudinal). ....	29
Figure 6. Distribution cantonale des principaux taxons en fonction de leur fréquence à partir des observations d'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle qui ont pu être attribuées à un canton.....	33
Figure 7. Distribution cantonale des principaux taxons en fonction de leur dominance à partir des observations d'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle qui ont pu être attribuées à un canton.....	37
Figure 8. Fréquences des principaux taxons selon leurs positions d'énumération lorsqu'ils étaient présents (FPEP). Seules les positions 1 à 6 sont présentées. ....	41
Figure 9. Abondance relative moyenne par canton (nombre d'observations entre parenthèse) pour les taxons choisis. Dans l'ensemble du territoire, les taxons choisis représentaient 96 % de l'ARM. ....	49
Figure 10. Évolution dans le temps des fréquences des stades des peuplements pouvant être influencés par l'exploitation forestière. ....	54
Figure 11. Évolution dans le temps des fréquences des perturbations. ....	55
Figure 12. Fréquences des perturbations anthropiques ou possiblement anthropiques, par décennie et par position dans le de gradient latitudinal. ....	56
Figure 13. Changement absolu des types de couvert, par canton.....	60
Figure 14. Nombre d'observations d'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle (gauche) et de placettes-échantillon du 4 <sup>e</sup> inventaire forestier décennal (droite), par canton, qui ont été utilisées pour comparer la forêt du 19 <sup>e</sup> siècle à l'actuelle. ....	62
Figure 15. Augmentations et diminutions absolues des fréquences (F), des abondances moyennes relatives (ARM) et des abondances relatives moyennes lorsque le genre est présent (ARMP), pour les 16 genres choisis, entre l'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle et le 4 <sup>e</sup> inventaire forestier décennal.....	66
Figure 16. Distribution des forces des changements dans la fréquence et dans l'abondance relative moyenne mesurées en tant que distances euclidiennes, des 15 genres choisis, par canton, entre l'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle et le 4 <sup>e</sup> inventaire forestier décennal.....	72

## ***Liste des Tableaux***

Tableau 1. Utilisation des CALCF.....	12
Tableau 2. Nombre d'observations ponctuelles par région administrative.....	27
Tableau 3. Nombre d'observations et coordonnées spatiales par classe de latitude.....	29
Tableau 4. Classification du couvert des observations dans l'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle, en proportion (P), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %, basée sur l'abondance relative moyenne par taxon estimée avec la distribution du bâton brisé.....	30
Tableau 5. Fréquences (F) et indices de fréquence par position d'énumération (IFPE), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %, des taxons présents dans plus de 50 observations. ....	31
Tableau 6. Indices de cooccurrence entre les taxons dominants (excluant les associations végétales ; lignes) et ceux listés dans les positions suivantes (colonnes) dans une même observation, pour les 15 taxons les plus fréquents. ....	45
Tableau 7. Abondance relative moyenne (ARM) et Abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent (ARMP), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %, des taxons présents dans plus de 50 observations.....	47
Tableau 8. Proportions (P) du type de couvert des observations de l'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle et des placettes-échantillon (PÉ) du 4 <sup>e</sup> inventaire forestier décennal (IFD), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %.....	59
Tableau 9. Comparaison des fréquences (F), des abondances relatives moyennes (ARM) et des abondances relatives moyennes lorsque le genre est présent (ARMP), avec intervalle de confiance à 95 % (IC), entre les observations d'arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle (19 <sup>e</sup> ; n = 9 272) et les placettes-échantillon du 4 <sup>e</sup> inventaire forestier décennal (IFD ; n = 28 212).....	64
Tableau 10. Résumé des changements de fréquence (F), abondance relative moyenne (ARM) et d'abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent (ARMP) pour les types de couvert et les genres. ....	80
Tableau 11. Regroupements des appellations utilisées par les arpenteurs. ....	85
Tableau 12. Valeurs d'abondance relative (en pourcentage) selon la distribution du bâton brisé, utilisés dans les observations d'arpentage. Le maximum de taxons mentionnés dans une observation de CALCF est de neuf.....	87

## ***Remerciements***

Nous aimerions en tout premier lieu remercier Pascal Rochon et Srdjan Ostojic, de l'IQAFF, pour leur magnifique travail de traitement des bases de données. Ce projet n'aurait pas été accompli dans un aussi bref délai sans la participation dans la saisie numérique des nombreuses données des carnets d'arpentage des membres de l'IQAFF : Mélissa Côté-Farndon, Régis Pouliot, Daniel Charbonneau et Srdjan Ostojic. Nous soulignons aussi la contribution de Dominique Arseneault, professeur à l'Université du Québec à Rimouski, et de Nathalie Magnan, de la Conférence régionale des élus de l'Outaouais, qui nous ont fourni certaines données de cartographie numérique nécessaires à la réalisation de cette étude. Nous remercions la Conférence régionale des élus de l'Outaouais pour le financement de projet.

## **Résumé**

L'application de l'aménagement écosystémique requiert la connaissance de l'état de la forêt avant l'intervention des colons afin de mieux connaître les écarts causés par la récolte passée. Nous avons utilisé 128 carnets d'arpentage des limites de concessions forestières du 19<sup>e</sup> siècle en Outaouais pour décrire la végétation arborescente au niveau du paysage et du peuplement, et cela pour l'ensemble de l'Outaouais et par canton. La forêt outaouaise était principalement résineuse ; les taxons les plus fréquents dans le paysage étant les pins, le sapin baumier, les bouleaux et les épinettes. Ces mêmes taxons étaient les plus abondants et composaient ensemble 68 % de l'abondance relative moyenne de la région. Les pins étaient le taxon le plus souvent noté en premier lieu par les arpenteurs, soit sur 20 % des observations. Ces résultats ont été comparés aux placettes-échantillons du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal. Le couvert forestier de l'Outaouais est passé de résineux à majoritairement feuillu. Les pins sont le taxon résineux qui a subi une plus forte diminution de fréquence (de 47 à 26%) et d'abondance locale (de 43 à 30%), ce qui fait qu'il y aurait 13% moins de pin en Outaouais (de 21 à 8%). Le sapin baumier et les épinettes n'ont pas connu de baisse de fréquence, mais leur abondance a aussi diminué, quoique moins que celle des pins. Les « feuillus durs » (érables et hêtre à grandes feuilles) ont considérablement augmenté, passant de 25,5 % à 80,3 % en fréquence et de 17,1 % à 34,9 % en abondance dans le paysage. Pour les autres feuillus pour lesquels nous obtenons des résultats suffisamment fiables, soit les bouleaux, les frênes et les peupliers, on observe que leurs fréquences augmentent et ils ne présentent de diminution d'abondance que dans certains cantons. L'analyse de la différence entre la végétation actuelle et celle correspondant au temps des CALCF montre que :

1. Bien que l'Outaouais représente le « grenier à pin blanc du Québec », les pins étaient 1,8 fois plus fréquents et 2,6 fois plus abondants dans le paysage au 19<sup>e</sup> siècle. On les trouvait autant en mélange, dans presque tous les types de peuplements, qu'en peuplement pur. Il est important de restaurer leur place dans le paysage, et cela, dans presque toutes les strates d'aménagement.
2. Les peuplements résineux étaient plus importants, avec, en plus des pins, une plus grande abondance du sapin et des épinettes. L'enfeuillage de la région est démontré par la forte augmentation en fréquence et en abondance des « feuillus durs » et des peupliers, ainsi que l'apparition de ces derniers dans 38 % des cantons comparés, où ils n'étaient pas listés par les arpenteurs mais oui par le 4<sup>e</sup> IFD. Il est

important d'utiliser une sylviculture qui favorise le maintien des peuplements résineux et les résineux dans les peuplements mixtes.

3. Les peuplements purs étaient rares et lorsque présents, en majorité composés de pins, de hêtre à grande feuilles ou de pruche de l'Est. Pour ce qui est des érablières, on ne peut pas savoir qu'elle était le niveau de mixité à cause de l'usage généralisé du taxon « feuillus durs » pour les représenter, mais on observe généralement l'érable associé à d'autres essences, donc, entre autres, le sapin. Cela suggère donc que la sylviculture devrait favoriser la mixité des essences, en général.
4. L'analyse par cantons montre aussi que pour certaines espèces, des efforts plus localisés de restauration seraient nécessaires, tel le thuya de l'Est dans le quadrant sud-est, le bouleau jaune dans le sud et le centre, les peupliers dans l'ouest et la pruche de l'Est dans le sud-est.
5. L'analyse de la différence en composition entre la végétation actuelle et celle décrite dans les CALCF montre qu'il serait plus important de prioriser les efforts de restauration écologique dans le sud-est ainsi que le long des rivières Gatineau et Outaouais.

## ***Introduction***

L'aménagement écosystémique est le nouveau paradigme promu dans la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (L.R.Q., c. A-18.1). L'aménagement écosystémique s'inspire des caractéristiques et du fonctionnement des forêts naturelles (non altérées par l'homme) pour maintenir l'ensemble de ses fonctions de façon pérenne. Plusieurs études produites à l'aide de photos aériennes anciennes montrent que la forêt feuillue tempérée québécoise a été fortement modifiée par l'homme durant le dernier siècle (Doyon et Bouffard 2009, Bouffard *et al.* 2003, Brisson et Bouchard 2003, Nolet *et al.* 2001). Cependant, ces études ne permettent pas de remonter en deçà du 20<sup>e</sup> siècle. Or, comme Brisson et Bouchard (2003) le montrent, l'homme était déjà très actif dans la forêt durant le 19<sup>e</sup> siècle, assez pour en influencer la composition actuelle. À ce titre, Gaudreau (1988, 1990, 1999) et Gaffield (1994) démontrent clairement l'importance de l'exploitation forestière qui a eu lieu durant ce siècle en Outaouais. Les résultats de la Phase 1 de ce projet ont permis d'identifier une source d'information encore inexploitée au Québec pour la caractérisation de la végétation forestière précoloniale. Il s'agit des carnets d'arpentage des limites des concessions forestières (CALCF), rédigés lors de la délimitation des concessions pour l'émission des permis de coupe sur les terres publiques. Ces carnets d'arpentage ont été réalisés lors de l'ouverture des premières concessions forestières, au début du 19<sup>e</sup> siècle. Cette dernière caractéristique est très intéressante puisqu'elle situe l'information avant la grande période d'exploitation des pins. Dominique Arseneault (professeur à l'UQAR) utilise les carnets d'arpentage des cantons (CAC) dans un projet de recherche financé par le CRSNG (dont Frédéric Doyon (UQO) est collaborateur). Les résultats préliminaires de M. Arseneault montrent que le sud de la forêt outaouaise était très différent dans sa composition de ce qu'il est maintenant. Cependant, contrairement aux CALCF, les CAC couvrent seulement le sud de l'Outaouais et le long de la Rivière Gatineau, soit près du quart de la superficie de la région administrative.

Ce projet vise donc à exploiter l'information contenue dans les CALCF durant le 19<sup>e</sup> siècle afin d'estimer la distribution et l'abondance des essences forestières pendant le 19<sup>e</sup> siècle dans la partie centrale et septentrionale de l'Outaouais. Cette information est capitale pour cibler des balises écologiques de l'aménagement écosystémique de l'Outaouais car elle nous permettra d'estimer l'écart entre la distribution et l'abondance passées et actuelles pour les espèces arborescentes.

## ***Objectifs***

1. Identifier et numériser les CALCF, et les plans associés, pertinents pour le projet ;
2. Décrire, à l'aide des CALCF, la végétation forestière, par canton, en Outaouais ;
3. Spatialiser l'information pour cartographier la végétation précoloniale de l'Outaouais ;
4. Comparer la végétation décrite par les CALCF à la végétation actuelle décrite par le 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal ;
5. Recommander des balises écologiques pour l'aménagement écosystémique de la forêt de l'Outaouais.

## ***Retombées***

Cette phase utilisera ces données pour démontrer dans quelle mesure le paysage forestier actuel diffère de ses caractéristiques précoloniales et de formuler, entre autres, des recommandations de restauration en termes de composition et de répartition spatiale des espèces et des communautés forestières.

## ***Méthodologie***

### Sélection des CALCF

Les CALCF se trouvent dans au Greffe de l'arpenteur général du Québec, au Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Tous les CALCF répondant aux trois critères suivants ont été requis au Bureau de l'arpenteur général pour une étude détaillée :

- l'arpentage devait se situer, en totalité ou en partie, dans la région administrative de l'Outaouais,
- il devait correspondre à un arpentage des limites de concessions forestières,
- il devait avoir été réalisé avant 1900.

La deuxième condition permettait d'éviter l'utilisation de carnets d'arpentage de cantons (déjà utilisés par l'équipe de Dominique Arseneault) et de carnets d'arpentage du réseau hydrographique, abondants pendant cette époque mais où la végétation y était très peu décrite. La troisième condition visait à éviter l'utilisation d'observations d'arpentage qui seraient trop récentes, dans une période où la forêt aurait déjà été altérée de façon importante avec l'épuisement des gros pins et le début des coupes de résineux destinés à la fabrication de papier (Gaudreau 1999). Les plans associés à ces carnets ont été obtenus afin de faciliter la localisation des observations.

Au total, 179 CALCF répondant aux trois critères de sélection nous ont été fournis par le Greffe de l'arpenteur général du Québec. Ils étaient associés à 186 plans, soit 172 CALCF avec un seul plan associé et sept CALCF avec deux plans associés. Après une étude détaillée de chaque CALCF, nous nous sommes rendus compte que seulement 128 étaient utilisables et que 51 ne répondaient pas au premier ou au deuxième critère de sélection car ils avaient été mal classés (Tableau 1).

Tableau 1. Utilisation des CALCF.

Utilisation des CALCF pour les analyses	Nombre de CALCF	Nombre de pages
<b>Oui</b>		
Les trois critères de sélection sont respectés	103	3 344
Le canton où l'arpentage se trouve chevauche en partie l'Outaouais	13	780
Le canton où l'arpentage se trouve est limitrophe de l'Outaouais ou est limitrophe d'un canton qui chevauche l'Outaouais	12	346
<b>Total de CALCF analysées</b>	<b>128</b>	<b>4 470</b>
<b>Non</b>		
Malgré le respect des trois critères de sélection, le CALCF contient trop peu de végétation décrite (moins d'une observation par page)	4	60
Les observations se situent dans l'Outaouais, mais le CALCF ne contient que le rapport et/ou le journal d'arpentage	20	85
Le canton où l'arpentage se trouve n'est pas limitrophe d'un canton qui chevauche l'Outaouais	4	120
Les observations se situent dans l'Outaouais, mais il s'agit d'un arpentage du réseau hydrographique, avec description de la végétation	11	751
Les observations se situent dans l'Outaouais, mais il s'agit d'un arpentage du réseau hydrographique, sans description de la végétation	12	179
<b>Total de CALCF non analysés</b>	<b>51</b>	<b>1 195</b>
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>5 665</b>

Pour tous les CALCF retenus, et leur plan associé, nous disposons du nom de l'arpenteur, de la date de création des documents et de la liste de cantons où l'arpentage du CALCF a été réalisé. Cette dernière liste était cependant incomplète et n'incluait que les cantons de l'Outaouais.

#### Saisie et traitement des informations des CALCF avant l'analyse

L'objectif principal de l'arpentage des concessions forestières était de délimiter les pourtours des concessions qui seraient attribuées pour la coupe de bois. Ces concessions avaient des formes polygonales, le plus souvent composées de lignes d'arpentage de plusieurs miles de

long, souvent à angle droit. Parfois ces lignes étaient en zigzag (changements d'azimut fréquents à des distances inférieures à un mile) ou suivaient des cours d'eau. L'arpentage commençait toujours à partir d'un point déjà arpenté, que ce soit une concession forestière adjacente, l'arpentage du réseau hydrographique ou l'arpentage de cantons, rangs ou lots. L'arpentage se faisait entre la fin de l'automne et le début du printemps.

Les enregistrements le long de la ligne d'arpentage pouvaient se diviser en deux catégories : les enregistrements ponctuels et les enregistrements linéaires. Les enregistrements ponctuels correspondaient à des observations faites sur des arrêts le long de la ligne d'arpentage, à une distance donnée du point de départ. Ils étaient situés la plupart du temps toutes les dix chaînes (1 chaîne = 20,1168 m), ou aux endroits où la topographie changeait. Les enregistrements linéaires étaient des segments le long de la ligne d'arpentage où l'arpenteur faisait une observation homogène, délimitée par deux distances (initiale et finale) par rapport au point de départ de la ligne d'arpentage (Figure 1 et Figure 2).

47

	4000	Spr. tanw. W. bir. Seat. pine
	3100	} W. bir. bal. Spr. tanw. Alders.
	3000	
	2600	
Rising gently	2400	} Spr. bal. W. bir. Seat. pine
	2250	
	1900	Spruce + hem.
Pretty level	1000	Spr. + hem.
Slight descent	800	Some tamarac
1 mile	8000	Chiefly Spruce.
		o M. B.
		11 M
Foot	7996	3 inch balsam.
Descending again	7600	
Level.	7300	
	7000	Balsam and yellow birch
Descent more rapid	6600	
Quite descent	6000	Bal. yellow and W. birch.
Descending	5600	
	5000	The same
	4000	Bal. yel. bir. maple, pine.
	3150	
	3000	The same - some W. pine
	2000	The same
	1000	Bal. W. birch. some yellow do.

Figure 1. Exemple de page de carnet d'arpentage avec des observations ponctuelles de la végétation (W.J. MacDonald 1881).

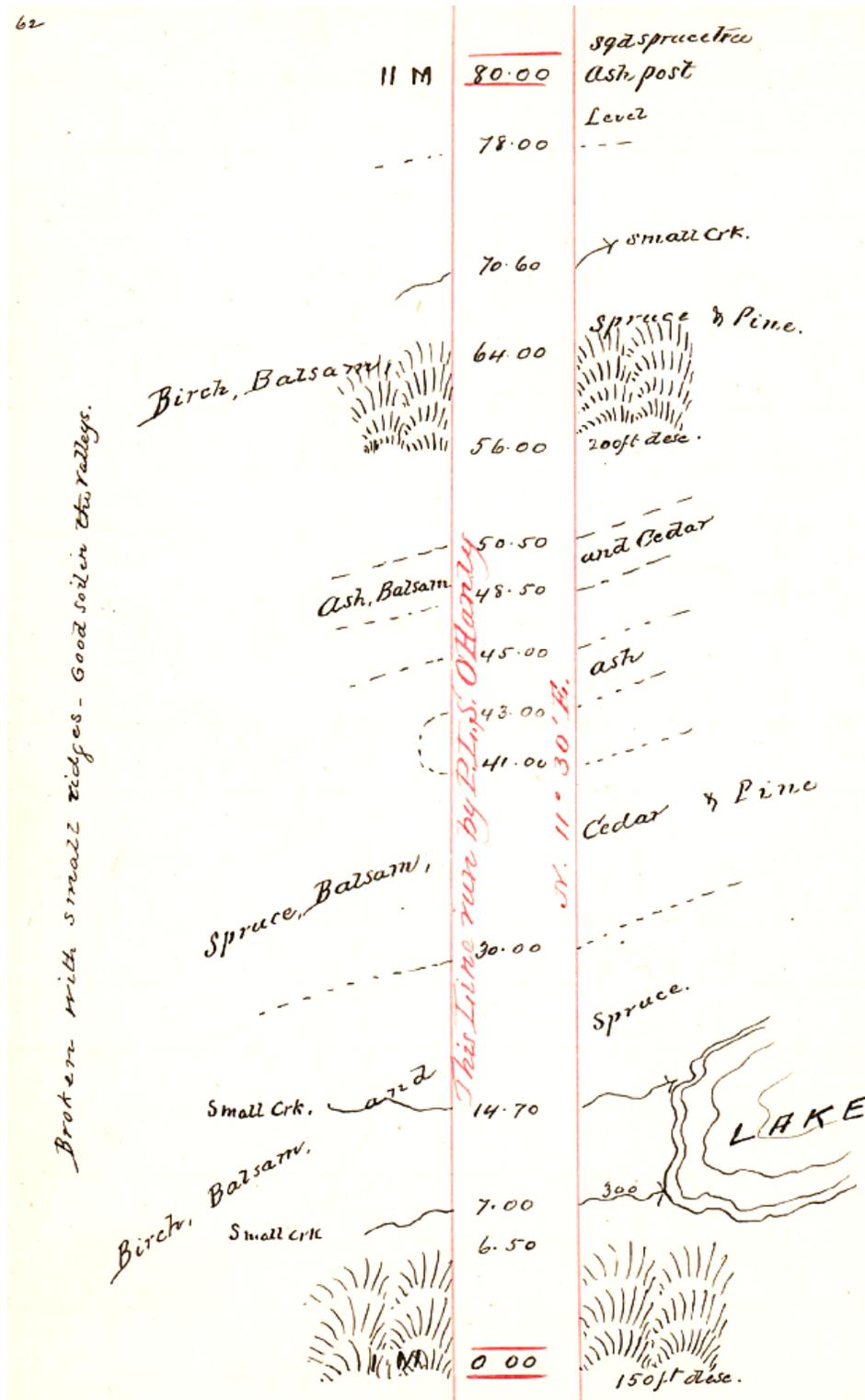


Figure 2. Exemple de page de carnet d'arpentage avec des observations linéaires de la végétation (J. McLatchie 1892).

La saisie des enregistrements des CALCF a été réalisée selon la méthode développée au laboratoire de Dominique Arseneault (UQAR), mais adaptée aux besoins du projet. Chaque CALCF a été saisi sur un chiffrier Excel séparé, avec un enregistrement par ligne de chiffrier. La structure du chiffrier Excel comportait dix groupes de champs : l'identifiant unique de l'enregistrement, le numéro de CALCF, le canton de l'enregistrement, les informations sur la localisation de l'enregistrement dans l'espace, les arbres témoin, l'énumération des taxons arborescents ou arbustifs (genre ou espèce), la description des associations végétales, la description du stade de la végétation, la description des perturbations (ces cinq derniers groupes de champs composent les « observations écologiques ») et finalement les commentaires.

La saisie commençait par le point de départ de la ligne d'arpentage. Le point de départ, ainsi que le point final (lorsque l'arpenteur changeait d'azimut ou se déplaçait ailleurs pour tracer une nouvelle ligne d'arpentage), étaient essentiels pour localiser correctement la totalité de la ligne d'arpentage. Le point de fin de ligne d'arpentage correspondait souvent au point de départ pour la ligne suivante. Dans ce cas les deux points étaient enregistrés séparément mais avec le même identifiant unique et contenaient les mêmes observations écologiques (sauf pour les arbres témoin, qui étaient enregistrés à part et seulement une fois). D'autres points sans observations écologiques ont été également saisis (souvent les rives de cours d'eau ou de lacs) afin de faciliter le géoréférencement, mais ils ont tous reçu comme identifiant unique l'appellation « sans identifiant unique » pour indiquer qu'ils n'avaient pas d'observation écologique. Pour localiser les enregistrements le long de la ligne d'arpentage on notait l'azimut, la distance (en chaînes) du début et de la fin de l'enregistrement à partir du point de départ de la ligne d'arpentage. Si l'enregistrement était ponctuel, ces deux distances étaient identiques.

Les arbres témoin sont des arbres qui, se trouvant à proximité du début ou de la fin de la ligne d'arpentage, ou à proximité des bornes de millage, étaient marqués pour localiser ledit point sur le terrain. Les arpenteurs indiquaient toujours le taxon, souvent le diamètre (en pouces) mais rarement la distance et l'azimut par rapport au point à localiser.

Pour décrire la végétation, les arpenteurs énuméraient les taxons arborescents ou arbustifs par ordre décroissant d'abondance, comme d'autres études similaires au Québec l'ont aussi constaté (Mauri Ortuno 2010, Dupuis 2009). La preuve la plus souvent avancée est le fait que deux observations consécutives pouvaient lister les mêmes taxons mais dans un ordre différent. On ignore les critères utilisés pour juger l'abondance des taxons, mais le volume et la quantité de grosses tiges en font sûrement partie. L'évaluation de l'abondance provenait

toujours d'une estimation sans instruments de mesure. Les taxons étaient principalement des espèces arborescentes, quoique quelques arpenteurs nommaient aussi des espèces arbustives. Certaines mentions faisaient appel à l'espèce (p. ex. « yellow birch » ou « pin blanc »), d'autres seulement au genre (p. ex. « maple » ou « épinette »). Cependant certains genres ne sont représentés que par une seule espèce en Outaouais (p. ex. « hemlock » référait à la pruche de l'Est [*Tsuga canadensis*] ou « sapin » référait au sapin baumier [*Abies balsamea*]). L'ordre d'énumération des taxons était noté, dans le chiffrier Excel, par l'entier représentant la position ordinale des taxons dans l'énumération.

Dans certains cas, la végétation était décrite sous forme d'associations végétales qui regroupaient plusieurs espèces arborescentes (p. ex. « hardwood » ou « mélangé ») ou qui correspondaient à des peuplements purs (p. ex. « pinery » ou « sapinière »). Il s'agissait de champs binaires (présence/absence). Les associations végétales étaient fréquemment mentionnées avec des taxons (p. ex. « feuillus avec pin »), ces deux groupes de champs (taxons et associations) ont donc été traités comme un seul, que nous appellerons désormais « taxon ». Ainsi, l'observation « feuillus avec pin » est interprétée par ordre décroissant d'abondance comme « hardwood » = 1<sup>re</sup> position et « pin » = 2<sup>e</sup> position, tandis que l'observation « pin avec quelques feuillus » est interprétée par ordre décroissant d'abondance comme « pin » = 1<sup>re</sup> position et « hardwood » = 2<sup>e</sup> position. Pour chacune des observations, une seule association pouvait être nommée.

Le stade de la végétation était aussi noté sous forme binaire (présence/absence). Les stades herbacés sont dus à un drainage lent (p. ex. « marsh » ou « swamp ») tandis que les stades avec plantes ligneuses peuvent décrire différents âges du peuplement (p. ex. les observations « brush » pour un peuplement en régénération, « jeune petit bois » pour un peuplement jeune et « grand bois » pour un peuplement mature).

Enfin, les perturbations étaient aussi notées sous forme binaire (présence/absence), et pouvaient être autant d'origine naturelle (p. ex. « chablis ») qu'anthropique (p. ex. « chantier ») ou indéterminée (p. ex. « brûlé »).

Ces quatre groupes de champs n'étaient parfois pas mentionnés par les arpenteurs, mais leur omission n'était pas indicatrice d'absence. Par exemple, le fait que l'arpenteur mentionnait une perturbation, comme un chemin, mais aucun taxon, ne pouvait pas être interprété comme l'absence de végétation à cet endroit. Dans certains cas, les informations des groupes étaient redondantes et l'information la moins détaillée n'était pas saisie (p. ex. dans l'observation « feuillus : érable, hêtre et bouleau », l'information « hardwood » n'était

pas saisie) et dans d'autres cas, elles étaient complémentaires (p. ex. « feuillus avec pin et épinette ») et toutes les mentions étaient retenues.

Une fois toutes les données saisies, les mentions pour lesquelles on avait la certitude qu'elles se référaient à une même entité ont été regroupées afin de réduire le nombre de variables. Ainsi, les champs « sapin », « fir » et « balsam » ont été regroupés dans le taxon « sapin baumier » (*Annexe 1 – Regroupement des appellations utilisées par les arpenteurs*). Une exception à cette règle est la mention « feuillus durs » qui regroupe les mentions : érables, hêtre à grandes feuilles et « hardwood ». Elle a été créée afin que la mention « hardwood », très abondante, puisse être comparée avec les données des inventaires actuels (voyez la *section Analyse des placettes-échantillons du 4e inventaire forestier décennal et comparaison de la forêt du 19e siècle avec la forêt actuelle*).

Le dernier groupe de champs regroupe un ensemble de commentaires, non analysés, qui facilitent la tâche de saisie de données ou de géoréférencement. L'information du canton de l'enregistrement a été obtenue à l'aide du géoréférencement (voyez la *section Géoréférencement des observations d'arpentage*).

#### Géoréférencement des observations d'arpentage

Le géoréférencement des points de début et de fin des lignes d'arpentage et des lignes elles-mêmes a été réalisé avec ArcMap (ESRI Inc., Redlands, CA, USA) en utilisant comme couches de fond le réseau hydrographique (échelle 1 : 250 000) et les cantons (échelle 1 : 20 000). Ces deux couches nous ont permis de localiser les points de début des lignes d'arpentage, auxquels nous avons attribué les identifiants uniques correspondants à ceux du chiffrier. À partir de ces points les lignes d'arpentage étaient tracées selon les distances et les azimuts parcourus, tout en utilisant le réseau hydrographique pour corriger les erreurs de mesure que les arpenteurs pouvaient faire, surtout lors des longs tracés. Finalement nous avons localisé les points de fin de ligne d'arpentage, avec l'identifiant unique correspondant.

Pour attribuer le nom du canton à chaque enregistrement nous mesurons la distance entre le point de début de la ligne d'arpentage et la ligne cantonale pour savoir quels enregistrements correspondaient à chaque canton. Lorsque disponible, nous utilisons la distance entre la ligne cantonale et un élément hydrographique arpenté et visible sur la couche 1 : 250 000 pour assigner le canton aux enregistrements limitrophes afin de réduire l'erreur accumulée le long de la ligne d'arpentage. Lorsque nous avons la certitude qu'une observation coïncidait avec une ligne cantonale, nous lui attribuons le nom du canton qui se

trouvait au sud et/ou à l'est de cette ligne. Ce choix nous a permis d'assigner à un canton en Outaouais tous les points à la limite entre l'Outaouais et l'Abitibi-Témiscamingue. Le nom des régions administratives ont aussi été indiqués afin de pouvoir les distinguer dans les observations qui se trouvaient dans un canton qui chevauchait deux régions administratives. L'erreur maximale de localisation a été estimée à 10 chaînes (environ 200 m), mais elle pouvait être très variable entre les différents CALCF.

Dans de rares cas, des lignes d'arpentage n'ont pas pu être géoréférencées par manque d'information précise. Nous avons observé deux cas : selon si nous pouvions estimer avec certitude le canton où la ligne se trouvait dans sa totalité, ou non. Dans le premier cas nous attribuons le nom du canton à tous les enregistrements sur cette ligne d'arpentage, dans le deuxième, le nom de la région administrative.

Un autre cas particulier était celui des lignes d'arpentage en zigzag. Il s'agissait de lignes pour lesquelles nous étions capables de localiser avec précision les points de début et de fin, mais le géoréférencement des multiples changements d'azimut sur des courtes distances aurait été trop laborieuse. Dans ces cas la ligne d'arpentage a été tracée approximativement et toutes les observations ont été localisées comme si elles étaient sur une seule ligne droite entre les points de début et de fin, tout en utilisant le vrai tracé pour localiser le canton de chaque enregistrement.

Une fois toutes les lignes d'arpentage, avec leurs points de début et de fin, géoréférencées, nous avons procédé à la correction de la topologie. Les deux règles ont été de s'assurer que les points qui devaient se chevaucher étaient à la même position et qu'il n'y avait pas deux lignes qui se chevauchaient, représentant une même ligne d'arpentage. Si la première règle de topologie n'était pas respectée, nous réexaminions les carnets et les plans d'arpentage pour localiser les points aux mêmes coordonnées. Pour la deuxième règle, la ligne la plus courte était effacée. Enfin, une troisième règle nous a permis de vérifier que chaque début et fin de ligne d'arpentage était couvert par un enregistrement de début ou de fin de ligne.

L'avant-dernière étape du géoréférencement a été le calcul des coordonnées pour les enregistrements le long des lignes d'arpentage (seulement pour celles qui avaient pu être localisées). Pour chaque ligne d'arpentage un vecteur a été créé, ayant comme origine le point de départ de la ligne d'arpentage et comme fin le point final de la ligne d'arpentage. Les enregistrements intermédiaires ont été localisés en multipliant le module du vecteur par la division de la distance de l'enregistrement depuis le début de la ligne sur la distance totale de la ligne indiquée par l'arpenteur. Cette méthode nous a permis de distribuer

proportionnellement la différence entre la distance réelle parcourue et la distance de la ligne d'arpentage indiquée par l'arpenteur. On a obtenu une paire de coordonnées XY pour les enregistrements ponctuels et deux paires pour les linéaires (une première paire pour le début et une deuxième pour la fin de l'enregistrement linéaire).

Finalement, afin de rendre les enregistrements ponctuels et linéaires compatibles pour les analyses, les derniers ont été transformés en points selon la règle qui suit. Nous avons calculé, pour chaque carnet d'arpentage, la distance moyenne entre deux observations écologiques ponctuelles adjacentes (*dist*). Pour les carnets qui ne comptaient que des enregistrements linéaires, la moyenne de l'ensemble des données a été utilisée. Si l'enregistrement linéaire avait une longueur plus petite ou égale à 1,5 fois *dist*, il était transformé en un seul enregistrement ponctuel dont les coordonnées étaient celles du centre de la ligne. Si l'enregistrement linéaire avait une longueur supérieure à 1,5 fois *dist*, un premier point été situé à  $\frac{1}{2}$  *dist* du point initial de l'enregistrement linéaire et d'autres points étaient situés successivement à un espacement *dist* du précédent jusqu'à ce que la longueur restante soit inférieure à *dist*. Cela nous évitait de créer des nouveaux points qui auraient pu chevaucher des enregistrements ponctuels se trouvant au début et/ou à la fin de l'enregistrement linéaire. Par exemple, un enregistrement linéaire de 22 chaînes dans un carnet ayant une valeur *dist* de 6 chaînes était transformé en quatre points : un premier à 3 chaînes du début de la ligne, un deuxième à 9 chaînes, un troisième à 15 chaînes et un quatrième à 21 chaînes. À chaque enregistrement ponctuel créé à partir d'un enregistrement linéaire nous avons attribué les valeurs de l'enregistrement linéaire.

L'ensemble des points géoréférencés a été classé en trois groupes selon un gradient latitudinal. Les trois classes, « sud », « centre » et « nord », correspondaient à la division par trois de l'amplitude entre la coordonnée Y du point le plus méridional et la coordonnée Y du point le plus septentrional.

#### Description de la forêt actuelle

La forêt actuelle de l'Outaouais a été décrite à partir du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal (4<sup>e</sup> IFD ; MRNF 2009), réalisé entre 1999 et 2009. Les placettes utilisées ont été les placettes-échantillons permanentes, les placettes-échantillons temporaires et les placettes-échantillons des inventaires d'intervention avant la coupe. Les deux critères qui suivent ont été utilisés pour retenir les placettes. Premièrement, seulement les placettes de 11,28 m de rayon (400 m<sup>2</sup>), de 14,10 m de rayon (625 m<sup>2</sup>) ou tracées au prisme ont été utilisées, car elles dénombrent les tiges de 9 cm et plus de diamètre à hauteur de poitrine (DHP ; 1,3 m

de hauteur). Ces placettes représentent la vision des peuplements la plus similaire à celle des arpenteurs, car ils ne décrivaient pas les tiges de petites dimension et très rarement les arbustes. Deuxièmement, les placettes devaient à la fois être localisées dans l'espace afin d'y attribuer le canton correspondant, et être situées dans les cantons ayant eu des observations d'arpentage des concessions forestières. Ceci a été fait pour éviter de biaiser la description actuelle avec des peuplements forestiers particuliers à une zone géographique qui n'aurait pas été décrite (arpentée) au 19<sup>e</sup> siècle.

### Analyse de données d'arpentage

Les enregistrements retenus pour les analyses étaient ceux qui contenaient au moins une mention sur les taxons (associations comprises), ou sur le stade, ou sur les perturbations, qu'il s'agisse d'un enregistrement ponctuel ou d'un enregistrement linéaire transformé en un ou plusieurs enregistrements ponctuels selon la méthodologie décrite ci-haut. Nous avons exclu des analyses les enregistrements contenant uniquement des arbres témoin. Cet ensemble de points recevra désormais l'appellation « observation ». Un seul des doublons des débuts et fins de lignes d'arpentage qui contenaient des observations a été conservé, tous les doublons d'un même point dans l'espace ayant les mêmes valeurs des observations écologiques (sauf pour les arbres témoin, qui étaient enregistrés séparément).

Par la suite, l'ordre décroissant d'abondance a été transformé en abondance relative en utilisant la distribution du bâton brisé (Frontier 1976). Cette distribution assigne une abondance relative à chaque taxon en fonction du nombre de taxons (*Annexe 2 – Distribution du bâton brisé*), et a déjà été utilisée par Mauri Ortuno (2010) pour estimer l'abondance relative des taxons dans l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle des cantons en Mauricie. Dans l'exemple, « feuillus avec pin », l'abondance relative par taxon lorsque deux taxons sont présents vaut 75 % pour le premier taxon, « feuillus », et 25 % pour le deuxième, « pin ». Nous utiliserons le terme « dominance » pour faire référence au taxon qui occupe la première position ou la plus grande abondance dans les énumérations.

Les résultats des analyses sont fournis par canton et pour l'ensemble des observations (comprenant les cantons de l'Outaouais, ceux qui le chevauchent et ceux qui y sont adjacents) et sont mesurés selon les mesures suivantes :

### **Fréquence (F)**

La fréquence d'un taxon correspond au nombre de mentions dudit taxon divisé par le nombre d'observations comportant au moins un taxon. Elle estime la fréquence du taxon

dans toute la forêt de l'Outaouais (ou du canton) peu importe sa position d'énumération. La somme de toutes les fréquences vaut 1 (ou 100 %). Elle est calculée de façon similaire pour les stades de végétation et les perturbations, mais le dénominateur est le nombre total d'observations afin d'avoir une fréquence sur tout le territoire et pas seulement sur les sites où des stades ou des perturbations sont mentionnés.

### **Fréquence par position d'énumération lorsque présent (FPEP)**

La fréquence d'un taxon par position d'énumération lorsqu'il est présent correspond au nombre de mentions dudit taxon en  $f^e$  position divisé par le nombre d'observations où ledit taxon est présent, peu importe sa position d'énumération. La somme de toutes les FPEP pour un taxon vaut 1 (ou 100 %). Cette mesure s'applique seulement aux taxons et nous indique si, lorsque le taxon était présent, il apparaissait plus souvent dans les premières positions d'énumération (plutôt dominant dans le peuplement) ou dans les dernières (plutôt comme espèce compagne).

### **Indice de fréquence par position d'énumération (IFPE)**

Cet indice, développé par Scull et Richardson (2007), permet de connaître dans quelle proportion chaque taxon occupe les différentes positions d'énumération. Il correspond au nombre d'observations où le taxon occupe la  $f^e$  position divisé par le nombre d'observations où le nombre de taxons listés est égal ou supérieur à  $i$ . Cette mesure s'applique seulement aux taxons et nous indique la fréquence dans laquelle un taxon est présent par rapport aux autres taxons occupant la même position dans autres observations (ce qui ne se reflète pas dans la FPEP). La somme des IFPE de chaque taxon pour une position d'énumération donnée vaut 1 (ou 100 %).

### **Indice de cooccurrence (ICO)**

L'indice de cooccurrence est calculé entre les taxons dominants et ceux notés dans les positions suivantes, ou codominants, selon l'étude de Dupuis (2009). L'ICO du taxon  $a$  (dominant) avec le taxon  $b$  (codominant) correspond au nombre d'observations où le taxon  $b$  est présent quand le taxon  $a$  est dominant divisé par le nombre d'observations de plus d'un taxon où le taxon  $a$  est dominant (peu importe si le taxon  $b$  est présent ou non). Les résultats sont présentés selon les intervalles suivantes : 0 %, ]0 % ; 20 %], ]20 % ; 40 %], ]40 % ; 60 %], ]60 % ; 80 %], ]80 % ; 100 %].

**Abondance relative moyenne (ARM)**

L'abondance relative moyenne correspond à la somme des abondances relatives d'un taxon (obtenues de la distribution du bâton brisé) divisée par le nombre d'observations où au moins un taxon est listé. Elle estime l'abondance relative du taxon sur toute la forêt évaluée (Outaouais ou par canton). La somme de toutes les ARM vaut 1 (ou 100 %).

**Abondance relative moyenne lorsque présent (ARMP)**

L'abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent est similaire à la FPEP. Elle correspond à la somme des abondances relatives d'un taxon divisée par le nombre d'observations où ce taxon est présent. Contrairement à l'indice précédent (ARM), elle informe sur l'importance qu'occupe cette espèce localement lorsque présente.

**Type de couvert**

Le type de couvert est calculé selon l'abondance relative moyenne des taxons résineux et des feuillus, autant pour les taxons désignant une espèce ou un genre comme pour ceux désignant une association végétale. Nous avons utilisé la même classification que les *Normes d'inventaire forestier* (Direction des inventaires forestiers 2008) : couvert résineux si plus de 75 % de l'ARM est en essences résineuses, feuillu si plus de 75 % de l'ARM est en essences feuillues, et mélangé pour les observations intermédiaires.

Néanmoins, étant donné que la distribution du bâton brisé assigne une ARM de 75,00 % au premier taxon, et de 25,00 % au deuxième lorsque seulement deux taxons sont présents, l'utilisation du seuil de 75 % pour déterminer le type de couvert fournissait des proportions significativement différentes selon si nous fixions le seuil à « plus grand que » (tel qu'utilisé dans les *Normes d'inventaire forestier*) ou à « plus grand que ou égal à » 75 % si un des deux taxons été résineux et l'autre, feuillu. Vu que les valeurs d'ARM selon distribution du bâton brisé ne sont que des estimations, aucun des deux seuils n'est meilleur que l'autre. Les résultats seront présentés avec les deux.

Comme valeur de proportion de type de couvert par canton au 19<sup>e</sup> siècle pour évaluer les changements temporels nous avons utilisé la valeur moyenne obtenue par les deux seuils. Ceci est l'équivalent à assigner un couvert résineux (ou feuillu) aux observations avec un taxon résineux (ou feuillu) dominant et un deuxième taxon feuillu (ou résineux) la moitié des cas, et un couvert mélangé l'autre moitié des cas.

## **Distribution des fréquences des stades et des perturbations en fonction du temps**

La fréquence des stades de végétation et des perturbations en fonction du temps correspond au nombre d'observations d'un stade ou d'une perturbation pendant une décennie donnée divisé par le nombre total d'observations de cette même décennie. Dans le cas des stades, cette mesure n'indique pas nécessairement la proportion de superficie qui est affectée par chaque stade car l'absence de mention du stade dans une observation ne veut pas dire que ledit stade était absent, sauf pour les dénudés humides. La preuve en est la grande quantité d'observations qui listent des taxons mais qui ne nommaient aucun stade. Par contre, nous pouvons croire que les perturbations, surtout celles concernant la colonisation, ont été toujours nommées. Les fréquences des perturbations d'origine anthropique (coupes, traces de colonisation, routes et lignes d'arpentages précédents) ou possiblement anthropique (feux) ont aussi été classées selon le gradient latitudinal afin de tenir compte de la progression de la colonisation et de l'exploitation de la forêt du sud vers le nord. Dans ce dernier cas, les fréquences sont calculées sur la base des observations qui ont pu être localisées.

### Analyse des placettes-échantillons du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal et comparaison de la forêt du 19<sup>e</sup> siècle avec la forêt actuelle

Pour les placettes-échantillons (PÉ) retenues, la surface terrière (absolue et relative) par espèce a été calculée. Entre les données d'arpentage et les données du 4<sup>e</sup> IFD, les plus précises taxonomiquement sont celles provenant du 4<sup>e</sup> IFD, ce qui implique que leur précision doit être abaissée afin de correspondre à celle de l'arpentage des CALCF. Cependant, les observations d'arpentage avaient une précision variable selon le taxon. La végétation y pouvait être décrite au niveau de l'espèce (parfois le genre seul était suffisant pour identifier une espèce, comme le « sapin », qui référait forcément au sapin baumier), du genre ou de l'association végétale (soit par le type de couvert, soit par les appellations de peuplements purs, comme « pinède »). Étant donné que les trois niveaux taxonomiques (espèce, genre et association) pouvaient se présenter dans une même observation des arpenteurs, le choix d'un niveau de classification plus précis supposait l'élimination des observations contenant au moins une mention d'un niveau taxonomique moins précis. Par exemple, si le niveau de l'espèce avait été retenu, toutes les observations contenant les mentions « pin » ou « mélangé » n'auraient pas pu être utilisées car il aurait été impossible d'attribuer avec certitude une espèce à ces mentions. Le niveau taxonomique du genre a été utilisé, car il a été jugé celui qui retenait le plus d'information. Ainsi, les observations des arpenteurs contenant des mentions d'associations qui ne pouvaient pas être assignées à un

genre concret n'ont pas été utilisées pour la comparaison. Aux associations pures nous avons attribué la valeur du genre correspondant (p. ex. « pinède » équivaut au genre *Pinus*). L'association « hardwood » a été l'exception à cette règle. Afin de conserver pour les comparaisons la grande quantité d'observations mentionnant « hardwood » au 19<sup>e</sup> siècle, les érables, le hêtre à grandes feuillues et l'appellation « hardwood » ont été regroupés sous l'appellation « feuillus durs », car nous avons eu des indices pour croire que dans la plupart des mentions « hardwood » les érables et le hêtre à grandes feuilles y étaient très abondants. Le regroupement « feuillus durs » a été comparé à son homonyme du 4<sup>e</sup> IDF, composé par les genres *Acer* et *Fagus*. Les espèces listées dans les PÉ ont été réduites au niveau du genre, et les surfaces terrières des espèces ayant le même genre, additionnées pour chaque PÉ. Les genres présents dans les PÉ du 4<sup>e</sup> IDF non mentionnés au 19<sup>e</sup> siècle ont reçu l'appellation « autre ».

Des mesures déjà présentées pour l'analyse des données d'arpentage, nous avons utilisé pour décrire et comparer la forêt actuelle : la fréquence (F), l'abondance relative moyenne (ARM), l'abondance relative moyenne lorsque le genre est présent (ARMP) et le type de couvert ; et cela pour toute l'aire d'étude et par canton. Pour chaque mesure l'intervalle de confiance à 95 % de probabilité a été calculé afin de comparer statistiquement les valeurs passées et actuelles. Si les intervalles de confiance pour une même mesure et un même genre se chevauchent, nous ne considérons pas les deux valeurs comme étant significativement différentes. Les changements absolus de F, d'ARM et d'ARMP ont été calculés en faisant la soustraction de la valeur du 4<sup>e</sup> IDF par la valeur de l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle. Nous avons également distingué entre les cantons où le genre n'a jamais été présent, les cantons où le genre était mentionné au 19<sup>e</sup> siècle mais pas dans le 4<sup>e</sup> IDF et vice-versa.

Afin de comparer l'ampleur du changement de la composition entre les différents cantons, la distance euclidienne a été calculée entre les fréquences (F) et les abondances relatives moyennes (ARM) des genres au 19<sup>e</sup> et 21<sup>e</sup> siècles. Elle correspond au module du vecteur  $\Delta F_{\text{canton}}$  (ou  $\Delta ARM_{\text{canton}}$ ), ayant comme coordonnées initiales les valeurs de fréquence (ou d'ARM) par genre au 19<sup>e</sup> siècle,  $F_{\text{genre } 19}$ , et comme coordonnées finales les valeurs de fréquence (ou d'ARM) par genre au 21<sup>e</sup> siècle selon les PÉ du 4<sup>e</sup> IDF,  $F_{\text{genre } 21}$  (Équation 1), donc un vecteur comportant autant de dimensions que de genres comparés. Plus le module du vecteur est élevé, plus le changement dans la composition aura été fort entre le 19<sup>e</sup> et le 21<sup>e</sup> siècle.

Équation 1. Distance euclidienne pour mesurer le changement de la fréquence des genres entre le 19<sup>e</sup> et le 21<sup>e</sup> siècles.

$$|\Delta F_{canton}| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (F_{genre21_i} - F_{genre19_i})^2}$$

## **Résultats**

### Distribution des observations des CALCF

Des 128 carnets retenus, 16 161 enregistrements ponctuels et linéaires ont été saisis. Le nombre d'observations écologiques uniques, ponctuelles et linéaires, c'est-à-dire en éliminant les enregistrements sans observations écologiques et les doublons, était de 10 350. Ces 10 350 observations écologiques se divisaient entre 1 211 observations d'arbres témoin et 9 139 observations avec taxons et/ou stades et/ou perturbations. De ces 9 139 observations, 6 522 étaient ponctuelles et 2 617, linéaires. La transformation de ces dernières en points a créé 4 980 observations ponctuelles, pour un total de 11 502 observations ponctuelles à analyser, dont 9 764 contiennent des observations sur les taxons, qui se concentraient dans les deux décennies de 1860 et de 1870, et où les mentions de taxons sont majoritaires (Figure 3). La plupart des 11 502 observations ponctuelles se trouvaient en Outaouais (Tableau 2) et se regroupaient principalement dans les cantons de l'ouest de la région, du nord (en excluant l'unité territoriale du Bassin de la Rivière Gatineau) et du centre-sud. Les seules observations à proximité de la Rivière des Outaouais se situaient à l'ouest du canton de Grand-Calumet (Figure 4). Les observations situées dans des endroits présentement inondés par des réservoirs (principalement les réservoirs Baskatong et Cabonga) n'ont pas été rejetées.

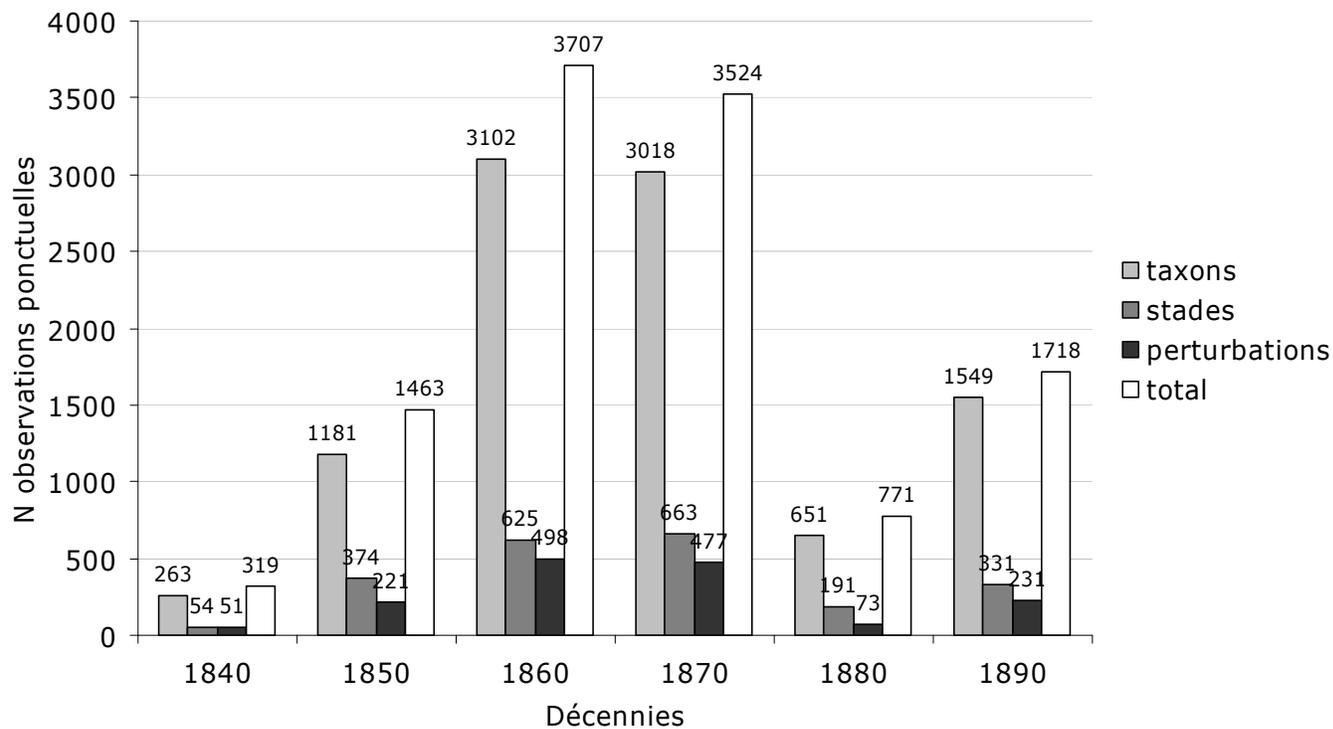


Figure 3. Nombre d'observations ponctuelles par décennie. Le total est inférieur à la somme du nombre de « taxons », de « stades » et de « perturbations » parce qu'une seule observation pouvait contenir des mentions dans plus qu'un de ces trois groupes.

Tableau 2. Nombre d'observations ponctuelles par région administrative.

Région	Nombre d'observations ponctuelles		
	Avec canton identifié	Sans canton identifié	Total
Outaouais	9 447	86	9 533
Abitibi-Témiscamingue	1 259	242	1 501
Laurentides	468	0	468
Total	11 174	328	11 502

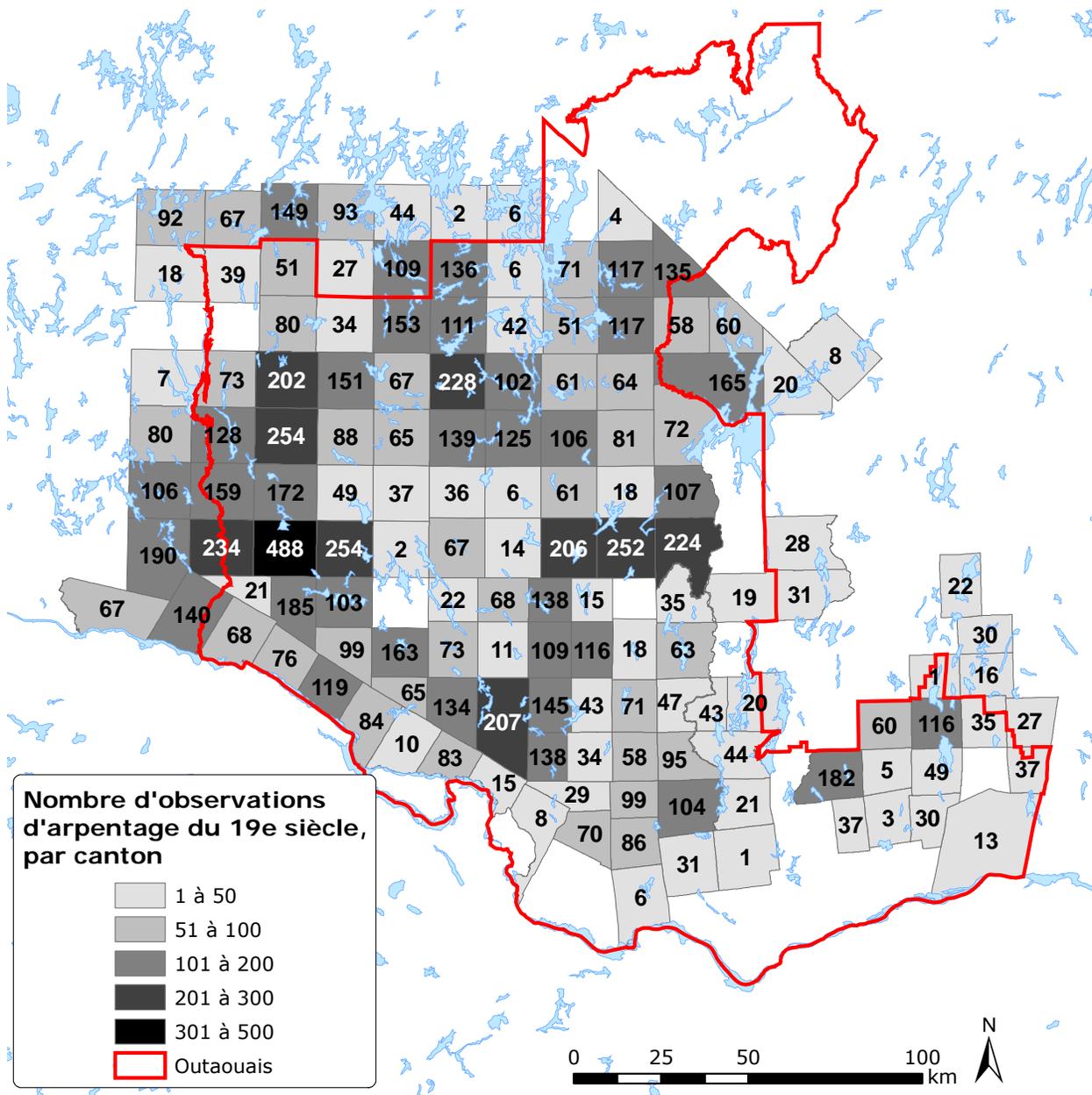


Figure 4. Nombre d'observations dans l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle, par canton.

Des 11 502 observations, 11 255 ont pu être localisées dans l'espace. Les 247 restantes ont été utilisées pour les analyses mais en se référant seulement au canton ou à la région administrative dans lesquels nous avons la certitude qu'elles se trouvaient. La distribution des observations dans le gradient latitudinal est assez bien répartie ; la classe « centre » du gradient concentre la majorité des observations (Tableau 3). Le nombre d'observations dans le tiers méridional et central suit des tendances similaires, tandis qu'elles sont absentes du tiers nord de l'aire d'étude pendant les décennies de 1840 et de 1850 (Figure 5).

Tableau 3. Nombre d'observations et coordonnées spatiales par classe de latitude.

Classe de latitude	Nombre d'observations	Coordonnée Y de la limite septentrionale <sup>a</sup>	Coordonnée Y de la limite méridionale <sup>a</sup>	Équivalent de l'amplitude latitudinale
Nord	3 058	5 260 000	5 191 667	De la rive nord du réservoir Cabonga à la rive nord du réservoir Baskatong, ou de l'extrémité sud du Grand lac Victoria à la rive nord du lac Dix Mille.
Centre	5 167	5 191 666	5 123 334	De la rive nord du réservoir Baskatong à la rive nord du lac Blue Sea, ou de la rive nord du lac Dix Mille au lac de l'Achigan
Sud	3 093	5 123 333	5 055 000	De la rive nord du lac Blue Sea à Wakefiled, ou du lac de l'Achigan à Portage-du-Fort.

<sup>a</sup> En système de coordonnées MTM fuseau 9, North American Datum 1983.

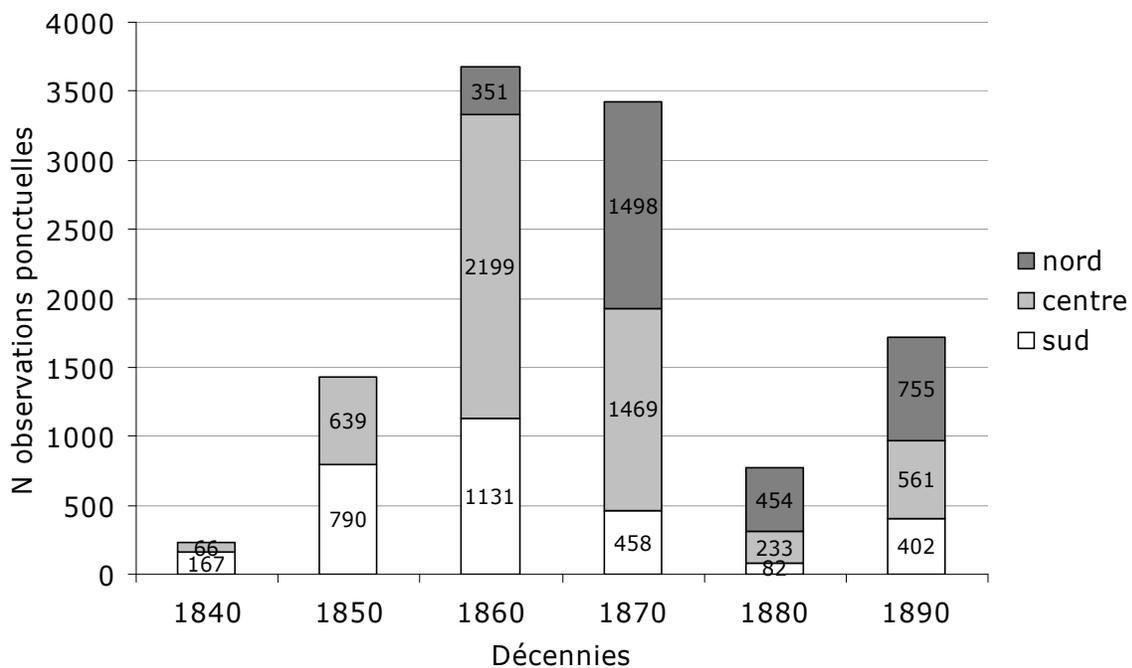


Figure 5. Distribution du nombre d'observations localisables dans le temps (décennies) et dans l'espace (gradient latitudinal).

#### Composition des forêts du 19<sup>e</sup> siècle selon la position d'énumération

La forêt de l'Outaouais était principalement résineuse (Tableau 4). Des 9 764 observations contenant des taxons, 9 736 ont pu être classés par type de couvert. Les 28 observations

sans couvert correspondent à celles ayant les mentions « illisible » ou « bois vert », auxquelles aucun type de couvert n'a pu être assigné.

Tableau 4. Classification du couvert des observations dans l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle, en proportion (P), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %, basée sur l'abondance relative moyenne par taxon estimée avec la distribution du bâton brisé.

couvert	Le seuil pour distinguer les couverts résineux ou feuillus est : ARM > 75 %			Le seuil pour distinguer les couverts résineux ou feuillus est : ARM ≥ 75 %		
	n observations	P (%)	IC (%)	n observations	P (%)	IC (%)
Résineux	3 966	40,7	0,5	4 478	46,0	0,5
Mélangé	3 930	40,4	0,5	2 636	27,1	0,5
Feuillu	1 840	18,9	0,4	2 622	26,9	0,4
total	9 736			9 736		

Les taxons les plus fréquents (approximativement 45 % chacun) étaient les pins (somme des mentions « pin », pin blanc [*Pinus strobus*] et pin rouge [*P. resinosa*]), le sapin baumier et les bouleaux (somme des mentions « bouleau », bouleau à papier [*Betula papyrifera*] et bouleau jaune [*B. alleghaniensis*]). Les épinettes (*Picea* spp. ; aucune distinction entre les espèces par les arpenteurs) suivaient ensuite avec une fréquence de 35 %. L'IFPE révèle que les pins étaient le taxon le plus dominant (20 % des premières positions), mais aussi qu'ils occupaient 35 % de la quatrième position et 37 % de la cinquième position. Le taxon apparaissant le plus souvent en deuxième place était le sapin baumier (28 %), et celui le plus fréquemment mentionné en troisième position était les bouleaux (24 %) (Tableau 5). Tous les autres taxons, à l'exception de la mention « hardwood », avaient une fréquence inférieure à 10 %. Lorsque les érables, le hêtre à grandes feuilles et « hardwood » sont combinés pour former les « feuillus durs », ceux-ci deviennent le cinquième regroupement le plus fréquent (24 %), et le deuxième, après les pins, à être mentionnés le plus souvent en première place (18 % des fois). Les érables (*Acer* spp.) et les peupliers (*Populus* spp.) avaient une fréquence similaire, tandis que le hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*) était trois fois moins fréquent que les érables. Les taxons correspondant à des associations n'avaient pas de valeur d'IFPE pour les positions différentes de la première car ils étaient toujours nommés en premier lieu (Tableau 5).

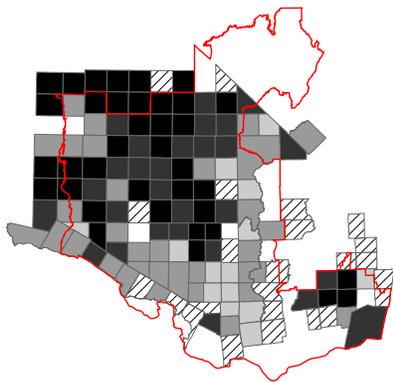
Tableau 5. Fréquences (F) et indices de fréquence par position d'énumération (IFPE), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %, des taxons présents dans plus de 50 observations.

taxons	N	F (%)	IC (%)	IFPE position dans les énumérations (%)				
				1 <sup>re</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>
Sapin baumier	4 422	45,3	1,0	13,0	27,8	22,4	14,1	9,6
Épinettes	3 404	34,9	0,9	14,4	15,8	16,3	11,2	3,9
« Pin »	2 730	28,0	0,9	10,6	8,8	10,7	24,3	28,8
« Bouleau »	2 106	21,6	0,8	6,8	13,3	9,8	6,6	2,8
Bouleau à papier	1 964	20,1	0,8	6,9	7,7	12,9	9,9	7,9
« Hardwood »	1 635	16,7	0,7	16,0				
Pin blanc	1 343	13,8	0,7	7,3	4,1	2,8	8,1	9,6
Thuya de l'Est	917	9,4	0,6	3,4	2,6	5,7	6,4	7,8
Peupliers	785	8,0	0,5	2,4	3,8	4,2	4,6	3,3
Mélèze laricin	765	7,8	0,5	2,5	4,9	2,8	2,7	4,6
Érables	721	7,4	0,5	2,5	2,9	4,7	3,7	1,5
« Mélangé »	496	5,1	0,4	4,9				
Pin rouge	429	4,4	0,4	2,0	2,1	1,4	1,1	1,5
Bouleau jaune	324	3,3	0,4	0,6	2,1	1,3	0,7	10,9
Hêtre à grandes feuilles	219	2,2	0,3	0,3	1,7	1,3	0,9	0,6
Pruche de l'Est	177	1,8	0,3	0,9	0,7	0,7	0,8	0,2
« Aulne »	148	1,5	0,2	0,7	0,3	0,3	2,1	0,9
« Mélangé feuillu »	146	1,5	0,2	1,4				
Chênes	134	1,4	0,2	0,8	0,2	0,5	0,8	0,9
Ostryer de Virginie	113	1,2	0,2	0,0	0,0	1,1	0,5	1,7
Frênes	82	0,8	0,2	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2
Tilleul d'Amérique	71	0,7	0,2	0,0	0,2	0,6	0,8	2,8
Aulnaie	64	0,7	0,2	0,6				
« Bois vert »	57	0,6	0,2	0,6				
regroupements								
Pins	4 359	44,6	0,1	19,5	13,6	17,4	34,7	37,1
Bouleaux	4 131	42,3	0,1	13,5	22,0	24,1	14,5	18,4
« Feuillus durs »	2 395	24,3	0,1	18,4	2,6	5,7	4,2	12,5

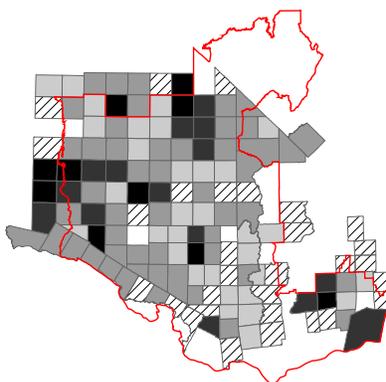
Les distributions des fréquences des taxons dans les cantons de l'Outaouais révélèrent le gradient latitudinal entre l'érablière à tilleul dans le sud et la sapinière à bouleau jaune dans le nord. Les taxons qui marquaient le plus ces différences étaient le bouleau à papier, les épinettes, les peupliers et le sapin baumier, plus fréquents dans le nord ; ainsi que les érables, les « feuillus durs », le hêtre à grandes feuilles et la pruche de l'Est, plus fréquents dans le sud (Figure 6).

Les fréquences des mentions « pin » et « bouleau » se trouvaient bien réparties latitudinalement et longitudinalement. Les fréquences les plus élevées de bouleau jaune et de bouleau à papier se concentraient dans les domaines bioclimatiques de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune (centre et nord de l'Outaouais). Par contre, les fréquences de pin blanc et de pin rouge se trouvaient assez uniformément réparties dans l'Outaouais, le pin blanc étant légèrement plus fréquent dans le sud. Un dernier cas particulier était la pruche de l'Est, qui semblait se concentrer dans l'extrémité sud-est de la région (Figure 6).

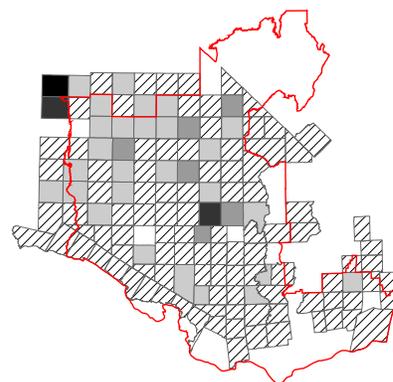
Bouleaux



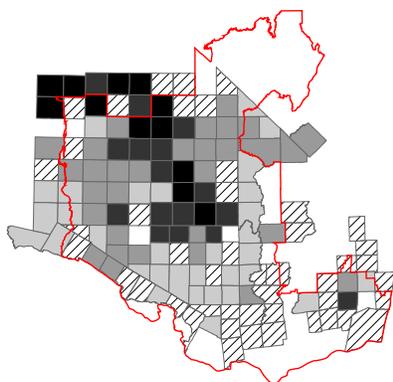
« Bouleau »



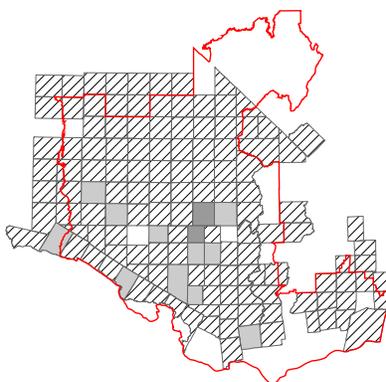
Bouleau jaune



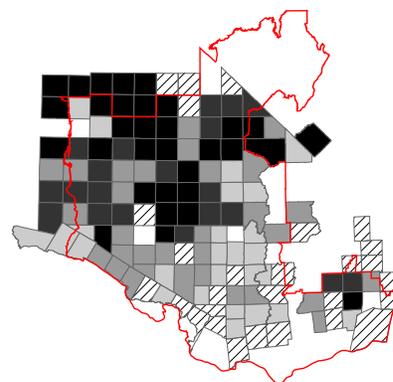
Bouleau à papier



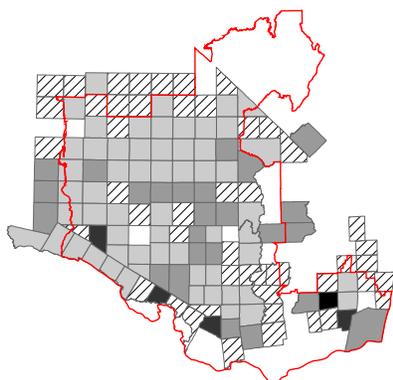
Chênes



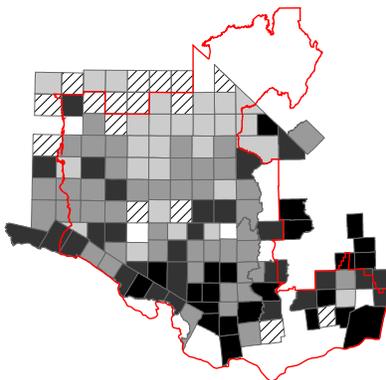
Épinettes



Érables



« Feuillus durs »



« Hardwood »

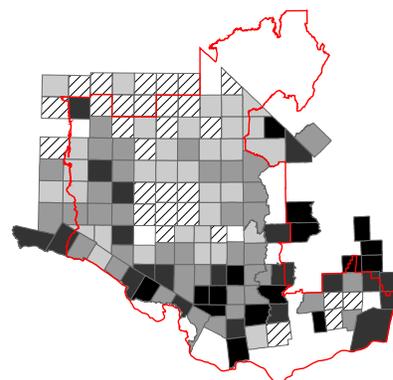
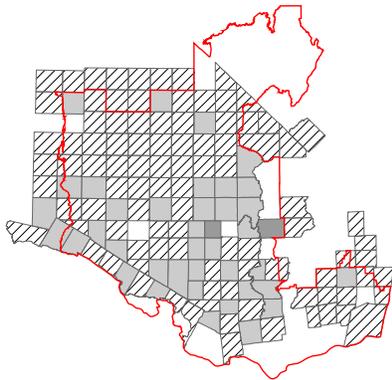


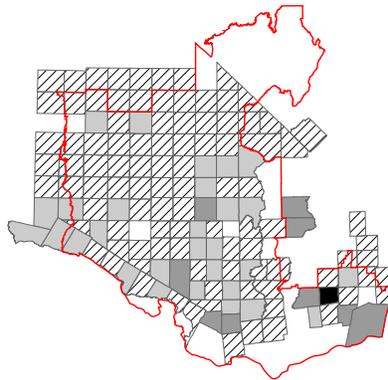
Figure 6. Distribution cantonale des principaux taxons en fonction de leur fréquence à partir des observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle qui ont pu être attribuées à un canton.

Suite de la Figure 6.

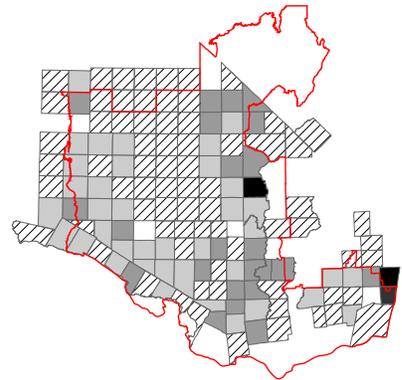
Frênes



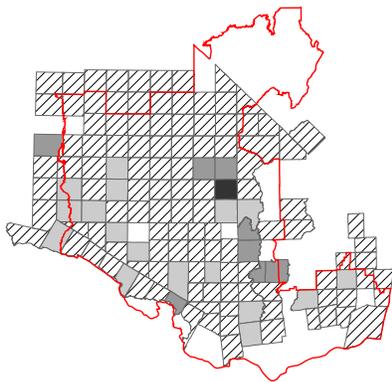
Hêtre à grandes feuilles



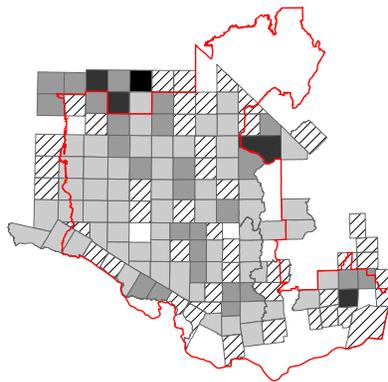
« Mélangé »



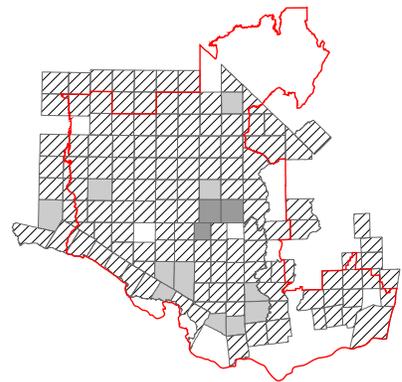
« Mélangé feuillu »



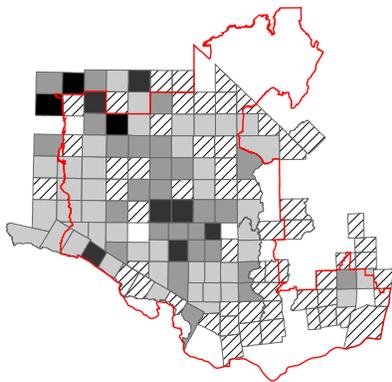
Mélèze laricin



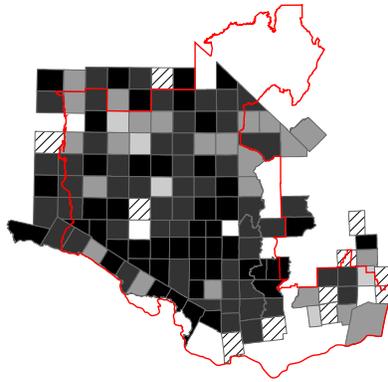
Ostryer de Virginie



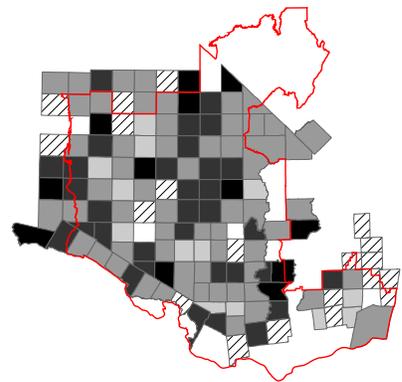
Peupliers



Pins

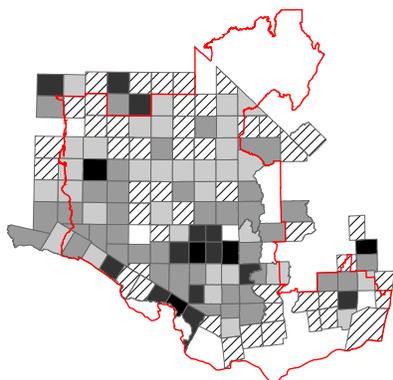


« Pin »

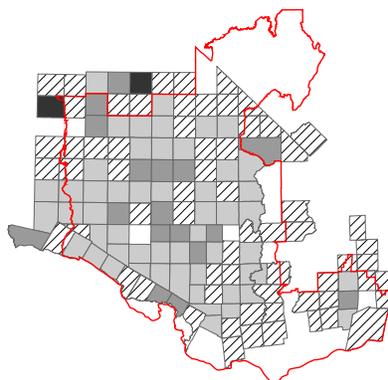


Suite de la Figure 6.

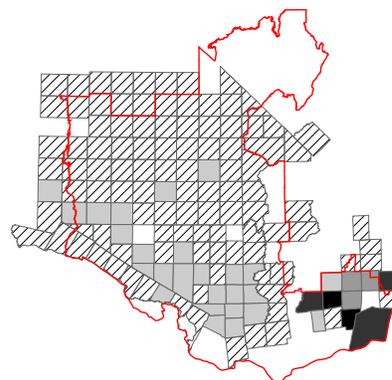
Pin blanc



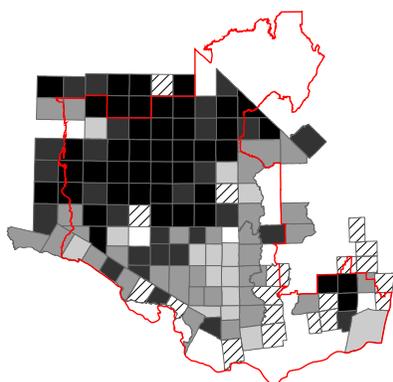
Pin rouge



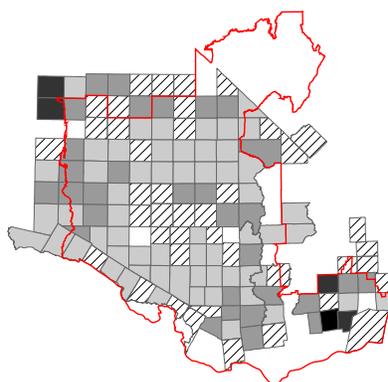
Pruche de l'Est



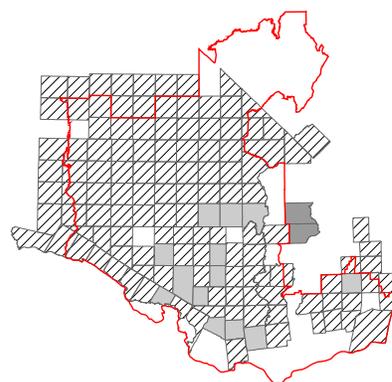
Sapin baumier



Thuya de l'Est



Tilleul d'Amérique



### Régions administratives

 Outaouais

### Valeurs par canton

 Absence

 0 % à 5 %

 5 % à 10 %

 10 % à 30 %

 30 % à 50 %

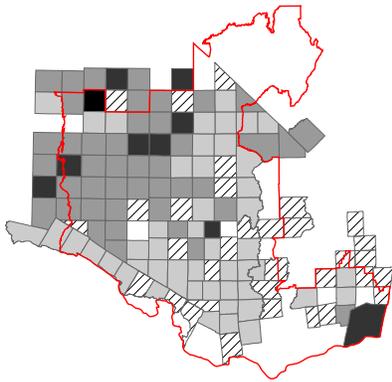
 50 % à 100 %



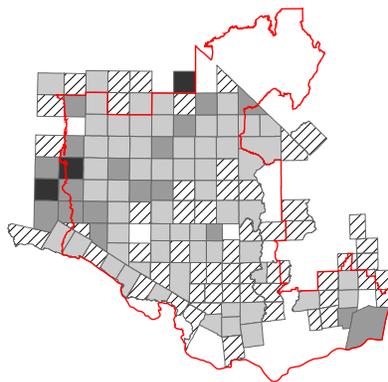
En général, la distribution de la dominance suivait la même tendance que celle de la fréquence ; les taxons les plus fréquents étaient aussi le plus souvent dominants (Figure 7). Dans les cantons où le sapin baumier était fréquent, les épinettes l'étaient également. Cependant les deux taxons présentaient une certaine exclusion quant à leur dominance : un

taxon était plus dominant dans un canton quand l'autre l'était moins. Par ailleurs, les deux taxons affichaient une augmentation de leur dominance du sud vers le nord. Les fréquences de la mention « pin » étaient assez uniformément réparties, mais la dominance des pins ne restait ponctuellement élevée que dans la moitié nord de l'Outaouais, avec une distribution hétérogène, tandis que dans la moitié sud leur dominance était plus faible mais plus uniformément répartie. Concernant le pin blanc, nous observions une diminution de sa dominance du sud vers le nord, tandis que pour le pin rouge, une espèce plus adaptée aux conditions boréales, sa dominance restait uniforme sur tout le territoire. Les bouleaux étaient davantage dominants dans les domaines bioclimatiques de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune. Le thuya de l'Est (*Thuja occidentalis*), qui présentait des fréquences assez uniformément réparties, perdait de la dominance dans le nord-ouest du territoire.

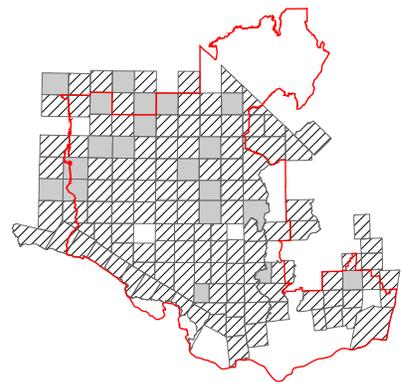
Bouleaux



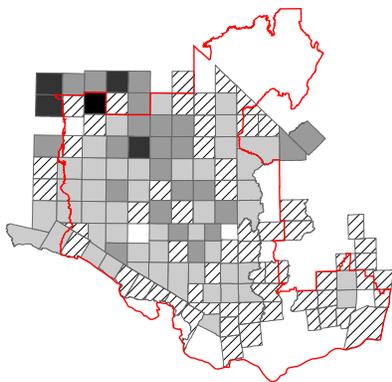
« Bouleau »



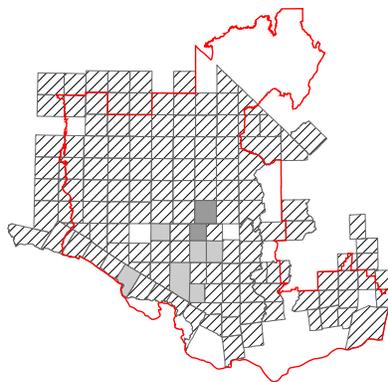
Bouleau jaune



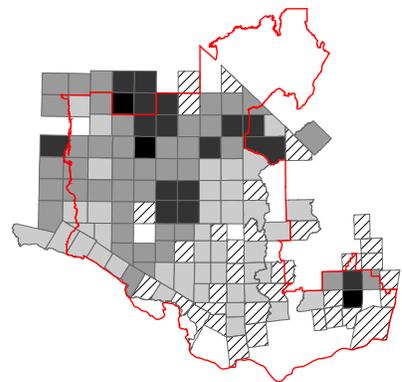
Bouleau à papier



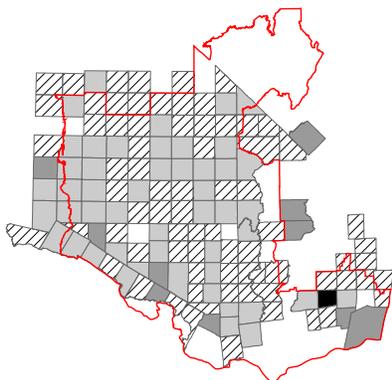
Chênes



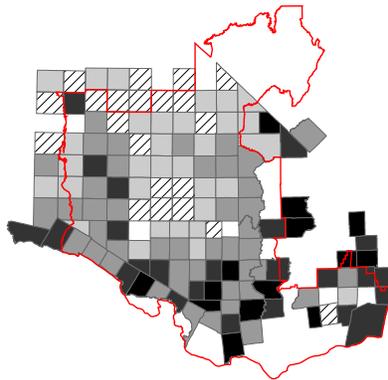
Épinettes



Érables



« Feuillus durs »



« Hardwood »

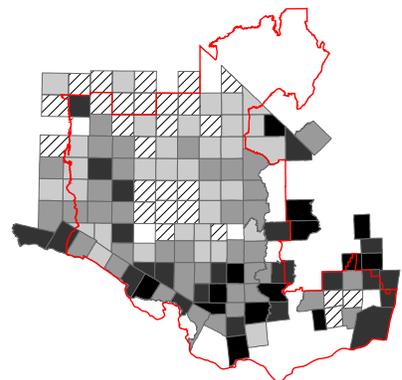
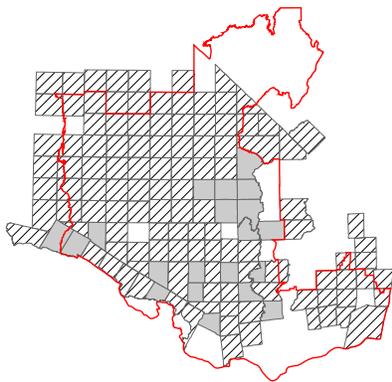


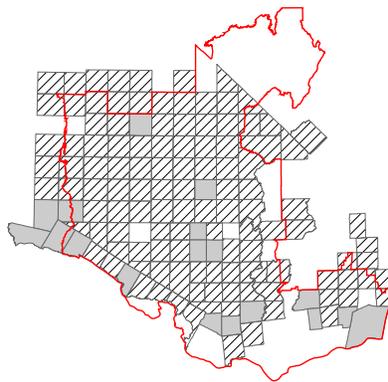
Figure 7. Distribution cantonale des principaux taxons en fonction de leur dominance à partir des observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle qui ont pu être attribuées à un canton.

Suite de la Figure 7.

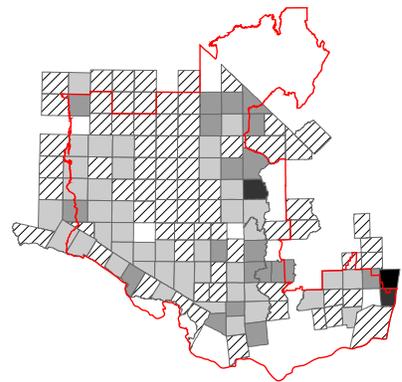
Frênes



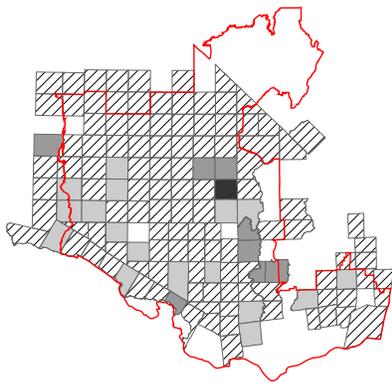
Hêtre à grandes feuilles



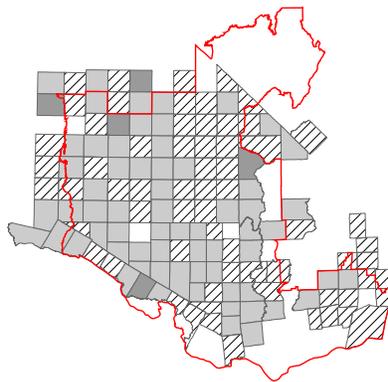
« Mélangé »



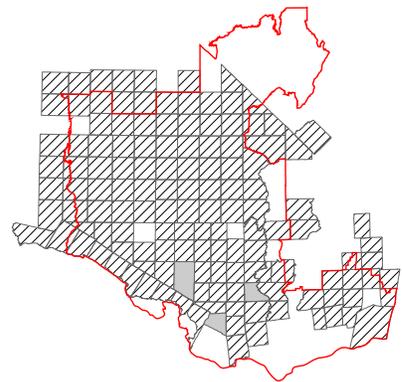
« Mélangé feuillu »



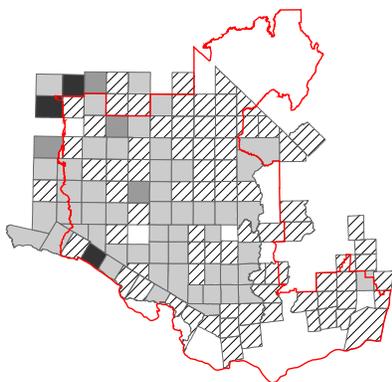
Mélèze laricin



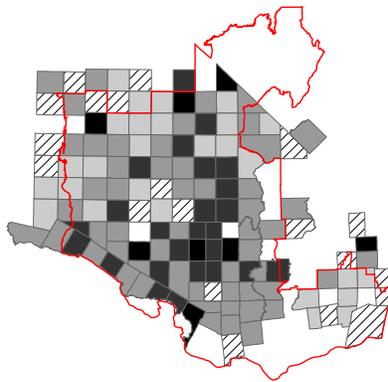
Ostryer de Virginie



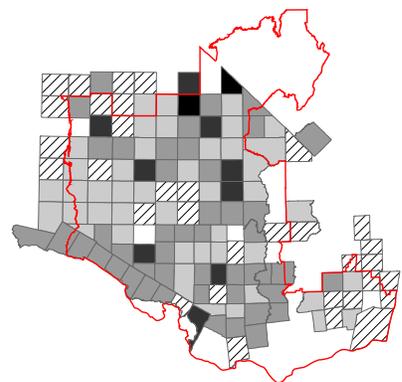
Peupliers



Pins

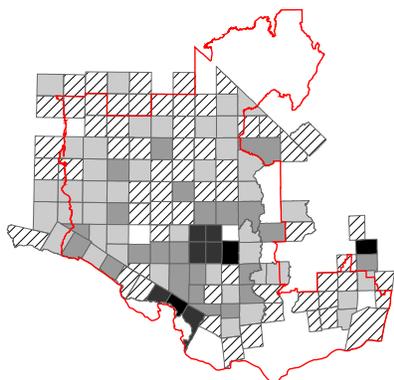


« Pin »

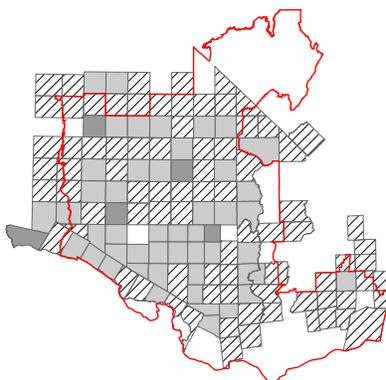


Suite de la Figure 7.

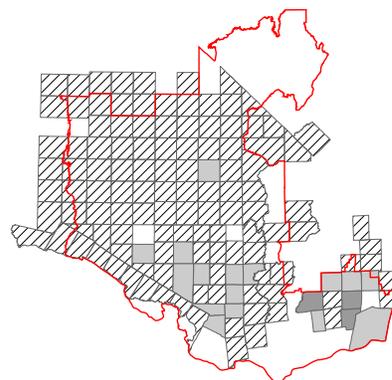
Pin blanc



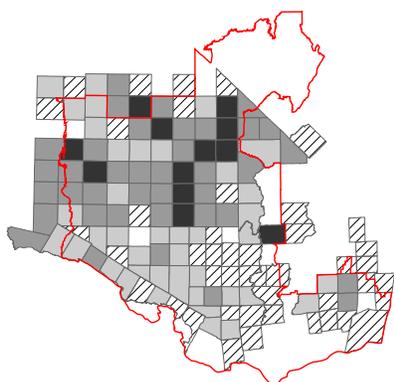
Pin rouge



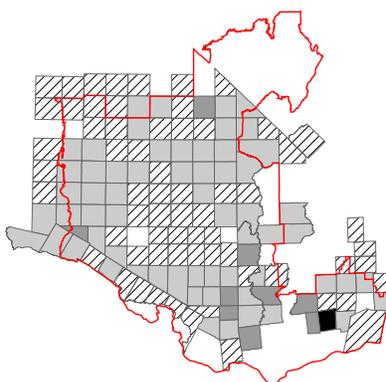
Pruche de l'Est



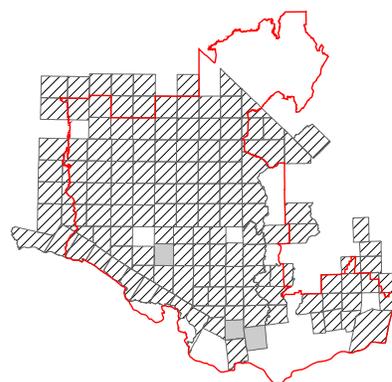
Sapin baumier



Thuya de l'Est



Tilleul d'Amérique



### Régions administratives

 Outaouais

### Valeurs par canton

 Absence

 0 % à 5 %

 5 % à 10 %

 10 % à 30 %

 30 % à 50 %

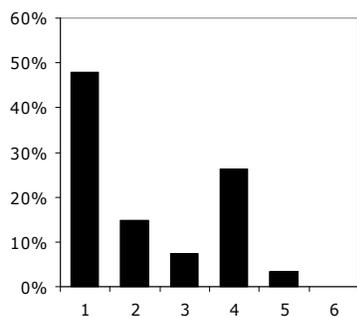
 50 % à 100 %



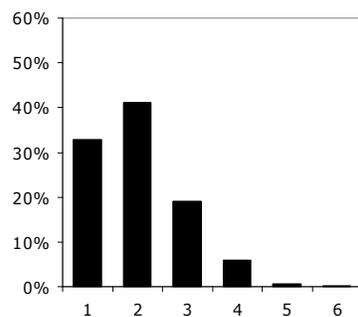
Les taxons les plus fréquents et les dominants à l'échelle du paysage (IFPE ; pins, sapin baumier, bouleaux et épinettes), n'étaient pas tous les plus fréquents à l'échelle du peuplement au 19<sup>e</sup> siècle (FPEP). Ainsi, le sapin baumier et les bouleaux (sauf le bouleau à papier), lorsqu'ils étaient présents apparaissaient plutôt en deuxième position, tandis que

des taxons moins fréquents, comme le thuya de l'Est, les peupliers et les érables, apparaissaient le plus souvent en première place lorsqu'ils étaient présents. En revanche, les pins, compilés séparément, et les épinettes apparaissaient le plus souvent dans la première position dans les peuplements qui en contenaient. Autres taxons dominants dans les peuplements qui en contenaient étaient : l'« aulne » (*Alnus* spp.), les chênes (*Quercus* spp.) et la pruche de l'Est. Les espèces compagnes, c'est-à-dire celles qui étaient souvent listées en deuxième position ou plus, et rarement en première, étaient : la mention « bouleau », le bouleau jaune, les frênes (*Fraxinus* spp.), le hêtre à grandes feuilles, le mélèze laricin (*Larix laricina*), l'ostryer de Virginie (*Ostrya virginiana*), le sapin baumier et le tilleul d'Amérique (*Tilia americana* ; Figure 8).

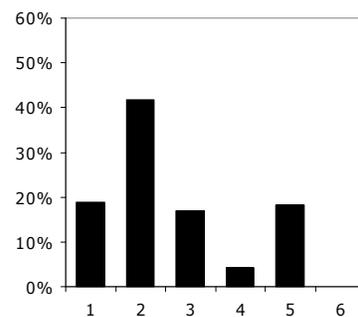
« Aulne »



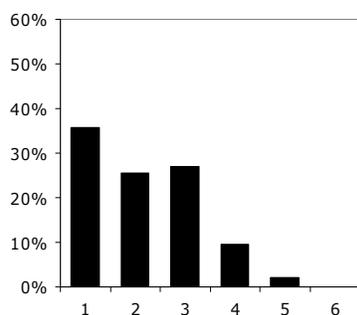
« Bouleau »



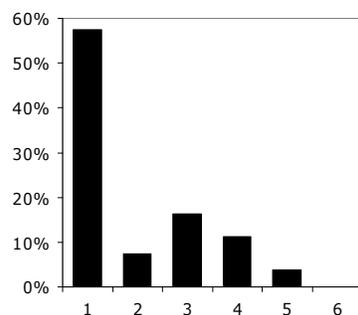
Bouleau jaune



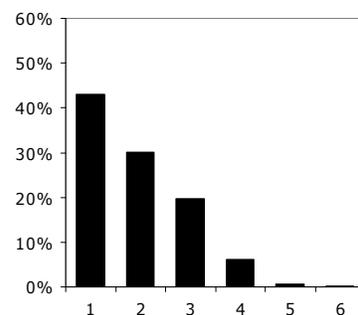
Bouleau à papier



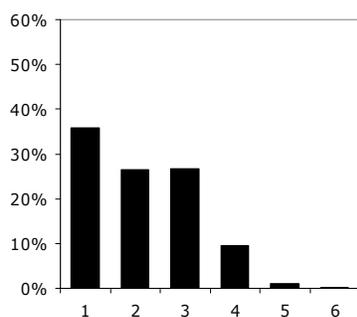
Chênes



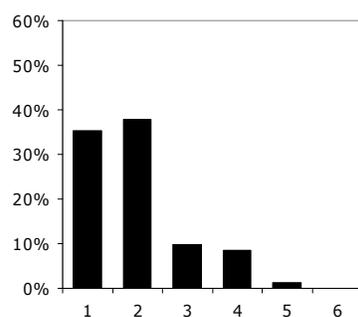
Épinettes



Érables



Frênes



Hêtre à grandes feuilles

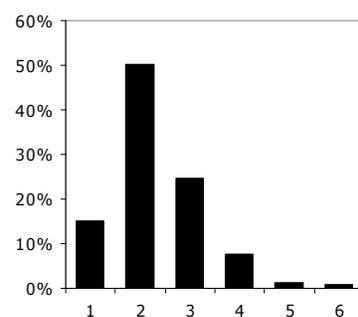
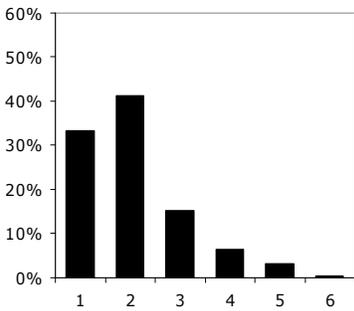


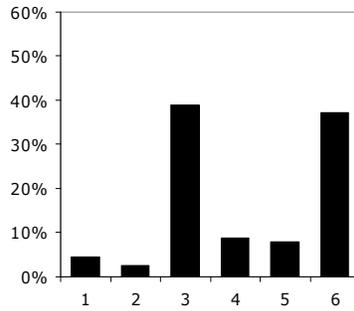
Figure 8. Fréquences des principaux taxons selon leurs positions d'énumération lorsqu'ils étaient présents (FPEP). Seules les positions 1 à 6 sont présentées.

Suite de la Figure 8.

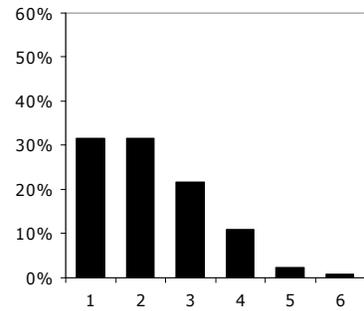
Mélèze laricin



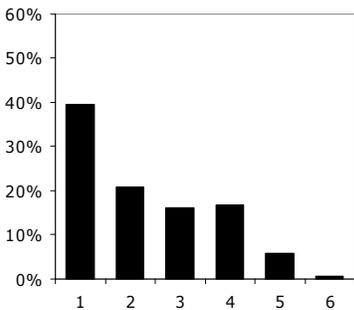
Ostryer de Virginie



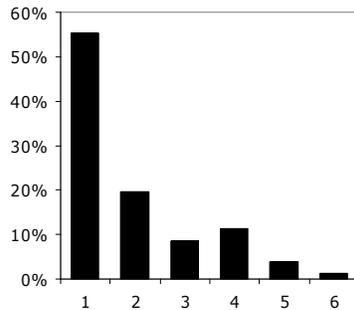
Peupliers



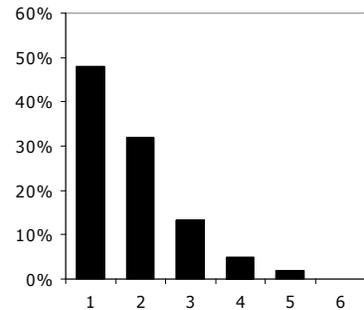
« Pin »



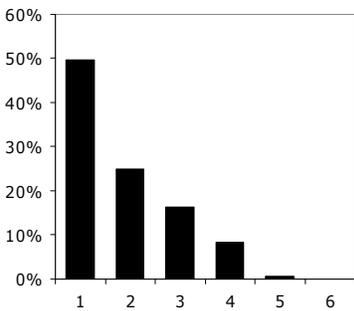
Pin blanc



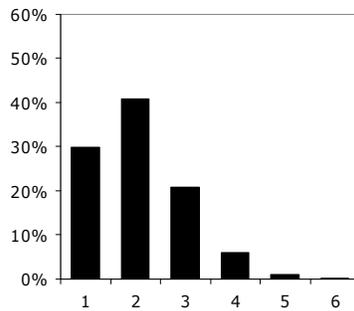
Pin rouge



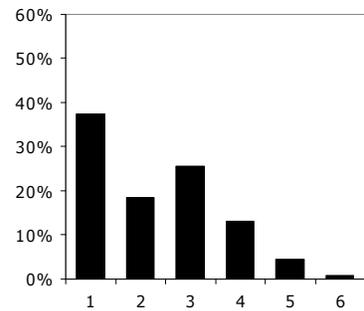
Pruche de l'Est



Sapin baumier

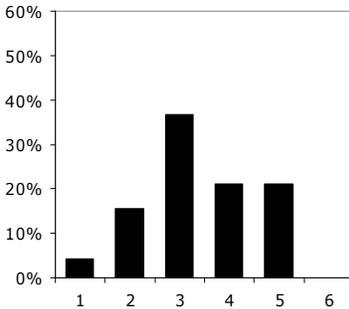


Thuja de l'Est



Suite de la Figure 8.

Tilleul d'Amérique



L'indice de cooccurrence (ICO) a été calculé entre les 15 taxons les plus fréquents et les taxons représentant des associations végétales « feuillus durs » et « mélangé ». Les pins, taxon dominant, ne montraient aucune association marquée avec d'autres taxons, à exception de la mention « pin », qui était associée 56 % des fois avec le sapin baumier comme espèce compagne. Ainsi, on peut voir que les pins (blanc et rouge) se trouvaient avec une gamme très diversifiée d'assemblage d'espèces. En revanche, les pins étaient aussi fréquemment mentionnés seuls, donc en peuplements purs (entre 14 % et 15 % des fois lorsque présents). Les épinettes, comme les pins, ne présentaient pas non plus d'association marquée avec d'autres taxons sauf avec le sapin baumier (50 % des fois). À la différence des pins, elles ne formaient que très rarement des peuplements purs. Le sapin baumier, lorsque dominant, avait plus tendance à être accompagné d'épinettes (51 % des fois) et de la mention « bouleau » (42 % des fois). Le sapin baumier ne formait jamais de peuplements purs. Pour le quatrième taxon en dominance, les bouleaux, les trois mentions (« bouleau », bouleau jaune et bouleau à papier) étaient associées au sapin baumier 76 %, 79 % et 74 % des fois, respectivement. Dans les peuplements dominés par le bouleau jaune la mention « pin » y était présente 51 % des fois, tandis que dans les peuplements dominés par le bouleau à papier, la deuxième espèce compagne la plus fréquente (après le sapin baumier, déjà mentionné) étaient les épinettes, 53 % des fois (Tableau 6).

D'autres associations fréquentes étaient, pour les feuillus, les peuplements dominés par les érables, qui étaient accompagnés 63 % des fois de la mention « bouleau », et 49 % des fois du sapin baumier. Les érables formaient très rarement des peuplements purs. Le hêtre à grandes feuilles était le deuxième taxon le plus souvent mentionné seul (18 % des fois lorsqu'il était présent) après l'aulne. Lorsqu'il n'était pas la seule espèce dans le peuplement,

il était presque toujours associé aux érables (90 % des cas) et en moindre mesure à la mention « bouleau » (55 % des cas). Une autre association courante était celle des peupliers accompagnés du bouleau à papier, 45 % des cas. Chez les résineux, le mélèze laricin était le plus souvent accompagné d'épinettes (47 % des fois) et, comme le hêtre à grandes feuilles, formait souvent des peuplements purs (16 % des fois où il était présent). Le thuya de l'Est était le plus souvent accompagné du sapin baumier (42 % des fois) et, comme ce dernier, il ne formait presque jamais de peuplements purs. Les associations « feuillus durs » et « mélangé » étaient très souvent mentionnées en première place et dans les deux cas, lorsque les taxons accompagnants étaient des taxons feuillus, les fréquences de ces associations étaient toujours inférieures à 2 %. Les deux seules associations importantes étaient celles des « feuillus durs » avec du « pin » (31 % des fois) ou avec du sapin baumier (30 % des fois). L'autre différence était dans le fait que « feuillus durs » n'était presque jamais mentionné seul, tandis que « mélangé » l'était plus de la moitié des fois (Tableau 6). Enfin, le nombre de mentions d'associations monospécifiques était très faible ; dans tous les cas inférieur à dix, sauf pour les sapinières (11 mentions), les pinèdes (37 mentions) et les aulnaies (64 mentions).

Tableau 6. Indices de cooccurrence entre les taxons dominants (excluant les associations végétales ; lignes) et ceux listés dans les positions suivantes (colonnes) dans une même observation, pour les 15 taxons les plus fréquents.

Taxon dominant	Feuillus										Résineux					1 <sup>re</sup> position avec autres taxons (%)	1 <sup>re</sup> position seul (%) <sup>a</sup>
	Aulne	«Bouleau»	Bouleau jaune	Bouleau à papier	Érables	Hêtre à grandes feuilles	Peupliers	Épinettes	Mélèze laricin	«Pin»	Pin blanc	Pin rouge	Pruche de l'Est	Sapin baumier	Thuya de l'Est		
Aulne		1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	25	35
«Bouleau»	0		0	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	4	1	32	0
Bouleau jaune	0	1		2	1	1	1	2	1	3	0	0	0	4	1	16	2
Bouleau papier	1	1	1		1	1	2	3	1	2	1	1	0	4	1	34	1
Érables	0	4	1	1		2	1	1	1	2	1	0	1	3	1	33	3
Hêtre	0	3	0	0	5		1	1	0	1	1	0	0	2	1	14	18
Peupliers	1	2	1	3	1	0		2	1	1	1	1	0	2	1	28	15
Épinettes	1	1	1	2	1	1	1		2	1	1	1	1	3	1	38	1
Mélèze	1	1	0	1	1	0	1	3		1	0	1	0	1	1	31	16
«Pin»	1	2	1	2	1	1	1	2	1		0	0	1	3	1	31	14
Pin blanc	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	2	1	43	15
Pin rouge	1	1	0	1	1	1	2	2	1	1	2		0	2	1	37	14
Pruche	0	2	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1		2	1	47	10
Sapin	1	3	1	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1		1	28	0
Thuya	1	2	0	1	1	1	1	2	1	2	1	0	1	3		34	2
«Feuillus durs»	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	56	1
«Mélangé»	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	48	52

Les codes indiquent les intervalles suivants : 0 = 0 %, 1 = ]0 % ; 20 %], 2 = ]20 % ; 40 %], 3 = ]40 % ; 60 %], 4 = ]60 % ; 80 %], 5 = ]80 % ; 100 %].

<sup>a</sup> Inclut les mentions de peuplements purs. Les mentions « pinède » ont été incluses dans le taxon « pin ».

### Composition des forêts du 19<sup>e</sup> siècle selon l'abondance relative

Les taxons avec une abondance relative moyenne (ARM) importante, qui serait l'équivalent à la surface terrière relative, étaient les mêmes que ceux qui avaient une fréquence élevée (Tableau 7) : les pins, avec 19 % de l'ARM, suivis des « feuillus durs » (16 %, somme des érables [2,4 %], du hêtre à grandes feuilles [0,6 %] et des « hardwood » [13,2 %]), des épinettes (15 %), du sapin baumier (15 %) et des bouleaux (15 %). Ces cinq taxons représentaient 80,6 % de l'ARM dans l'Outaouais. Enfin les taxons restants apparaissaient à peu près dans le même ordre que pour la fréquence (Tableau 7).

Les différences entre taxons sont plus marquées lorsqu'on examine l'abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent (ARMP ; Tableau 7). Rappelons que cet indicateur représente mieux l'abondance à laquelle il est habituellement observé lorsque présent, c'est-à-dire, avec quel niveau de dominance il occupe le peuplement lorsque trouvé. La mention « pin », le pin blanc et le pin rouge avaient des ARMP respectives de 37 %, 48 % et 47 %. Lorsque combinés ensemble, ces trois taxons obtiennent une ARMP de 43 %. Les épinettes étaient aussi abondantes que les pins dans les peuplements qui en contenaient, avec une ARMP de 43 %, tandis que l'ARMP du sapin baumier n'était que de 33 %, bien que ces deux espèces présentaient des fréquences de 45%. La mention « bouleau », le bouleau à papier et le bouleau jaune avaient des ARMP respectives de 35 %, 33 % et 26 %, mais tous les bouleaux combinés présentaient une ARMP de 35 %. Les taxons avec des faibles ARM mais présentant des fortes ARMP étaient : l'aulne (53 %), la pruche de l'Est (43 %), le mélèze laricin (41 %), les frênes (41 %) et le thuya de l'Est (38 %). Ces cinq taxons, peu fréquents dans le paysage, étaient listés très souvent en première ou deuxième place (Figure 8), ce qui explique leur forte ARMP. Les mentions représentant des associations végétales, comme « hardwood » ou « mélangés », avaient des ARMP très élevées dues au fait qu'elles englobaient plusieurs taxons et ainsi, étaient nommées pratiquement toujours en première position avec très peu d'autres taxons (ces deux conditions correspondent à des valeurs d'abondance élevés dans la distribution du bâton brisé). Le regroupement « feuillus durs » présentait une valeur d'ARMP plus faible que « hardwood » (67 % contre 79 %) car les érables et le hêtre à grandes feuilles n'étaient pas toujours listés en premier lieu (Figure 8) et présentaient des ARMP plutôt faibles (33 % et 27 % respectivement).

Tableau 7. Abondance relative moyenne (ARM) et Abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent (ARMP), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %, des taxons présents dans plus de 50 observations.

taxons	ARM (%)	IC (%)	ARMP (%)	IC (%)
Épinettes	15,1	0,5	43,2	1,0
Sapin baumier	15,0	0,4	33,1	0,7
« Hardwood »	13,2	0,6	79,4	1,2
« Pin »	10,3	0,5	37,0	1,2
« Bouleau »	7,4	0,3	34,5	0,9
Bouleau à papier	6,6	0,3	32,9	1,0
Pin blanc	6,6	0,4	48,0	1,8
« Mélangé »	4,5	0,4	90,6	1,9
Thuya de l'Est	3,6	0,3	37,8	2,1
Mélèze laricin	3,2	0,3	40,6	2,2
Peupliers	2,8	0,2	34,2	1,9
Érables	2,4	0,2	32,9	1,7
Pin rouge	2,1	0,2	47,2	3,0
« Mélangé feuillu »	1,2	0,2	74,2	4,5
Bouleau jaune	0,9	0,1	26,2	2,3
« Aulne »	0,8	0,2	52,7	6,8
Pruche de l'Est	0,8	0,1	43,3	4,0
Aulnaie	0,7	0,2	99,2	1,1
Hêtre à grandes feuilles	0,6	0,1	26,7	2,3
Chênes	0,4	0,1	32,7	3,6
« Bois vert »	0,4	0,1	71,1	9,8
Frênes	0,3	0,1	40,5	7,1
Ostryer de Virginie	0,1	0,0	11,2	2,5
Tilleul d'Amérique	0,1	0,0	15,9	3,8
regroupements				
Pins	19,3	0,6	43,3	1,0
Bouleaux	14,9	0,5	35,3	0,7
« Feuillus durs »	16,3	0,7	67,3	1,3

La distribution de l'ARM des taxons par canton reflète la transition de la forêt feuillue du sud vers la forêt boréale, résineuse, au nord. Cette transition est aussi visible avec le nombre de

taxons, plus élevé dans le sud. Nous observons aussi la pénétration des feuillus vers le nord le long de la vallée de la Rivière Gatineau, au sud du réservoir Baskatong, suivant la distribution du domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul (Figure 9).

Les pins étaient plus abondants dans la moitié sud (sauf dans l'extrémité sud-est), où ils représentaient facilement entre un quart et un tiers de l'ARM. Dans la moitié nord du territoire le pin était moins abondant, à l'exception des cantons avec peu de données d'arpentage, comme Émard, Dieskau et Aux. Le sapin baumier et les épinettes présentaient une distribution d'abondance similaire : elle était faible dans le sud (souvent moins d'un quart de l'ARM dans le canton pour les deux taxons confondus), mais à partir de la moitié nord du territoire, les deux taxons représentaient souvent entre la moitié et les deux tiers de l'ARM de la forêt. Les bouleaux, quatrième genre en abondance relative dans le territoire, étaient présents principalement dans le quadrant nord-ouest du territoire, où ils représentaient régulièrement environ le quart de l'ARM, très souvent sous les mentions de « bouleau » et de bouleau à papier (Figure 9).

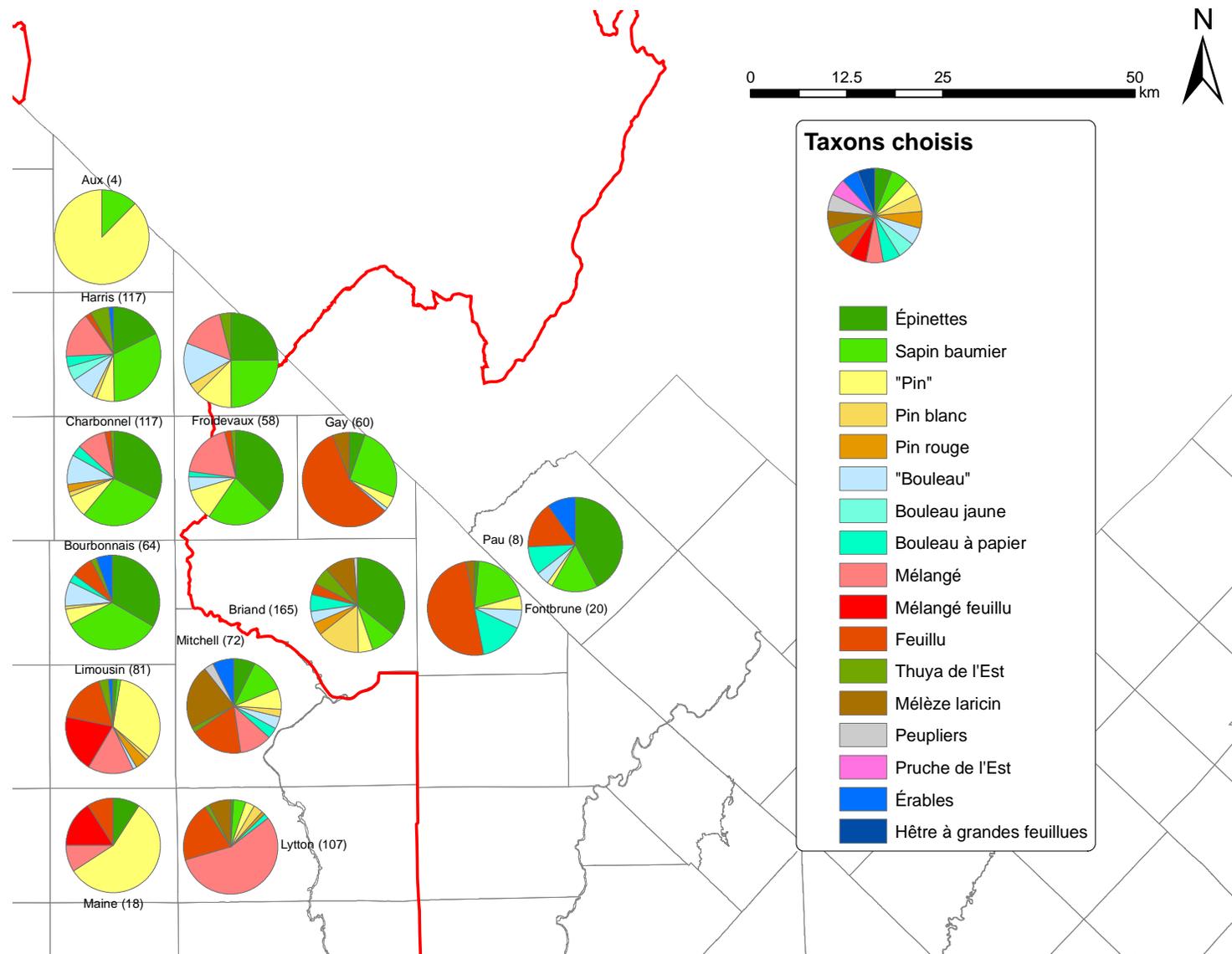
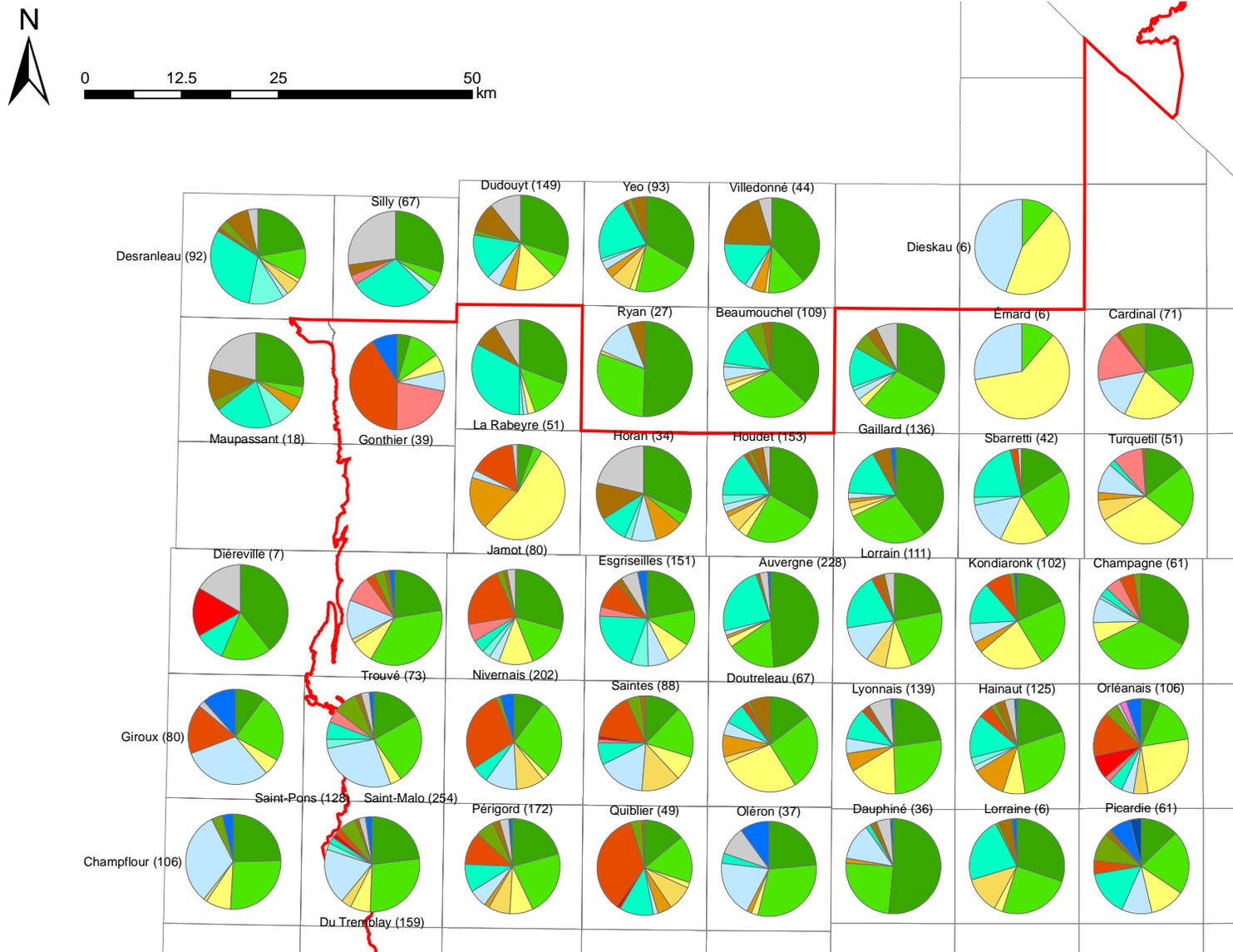
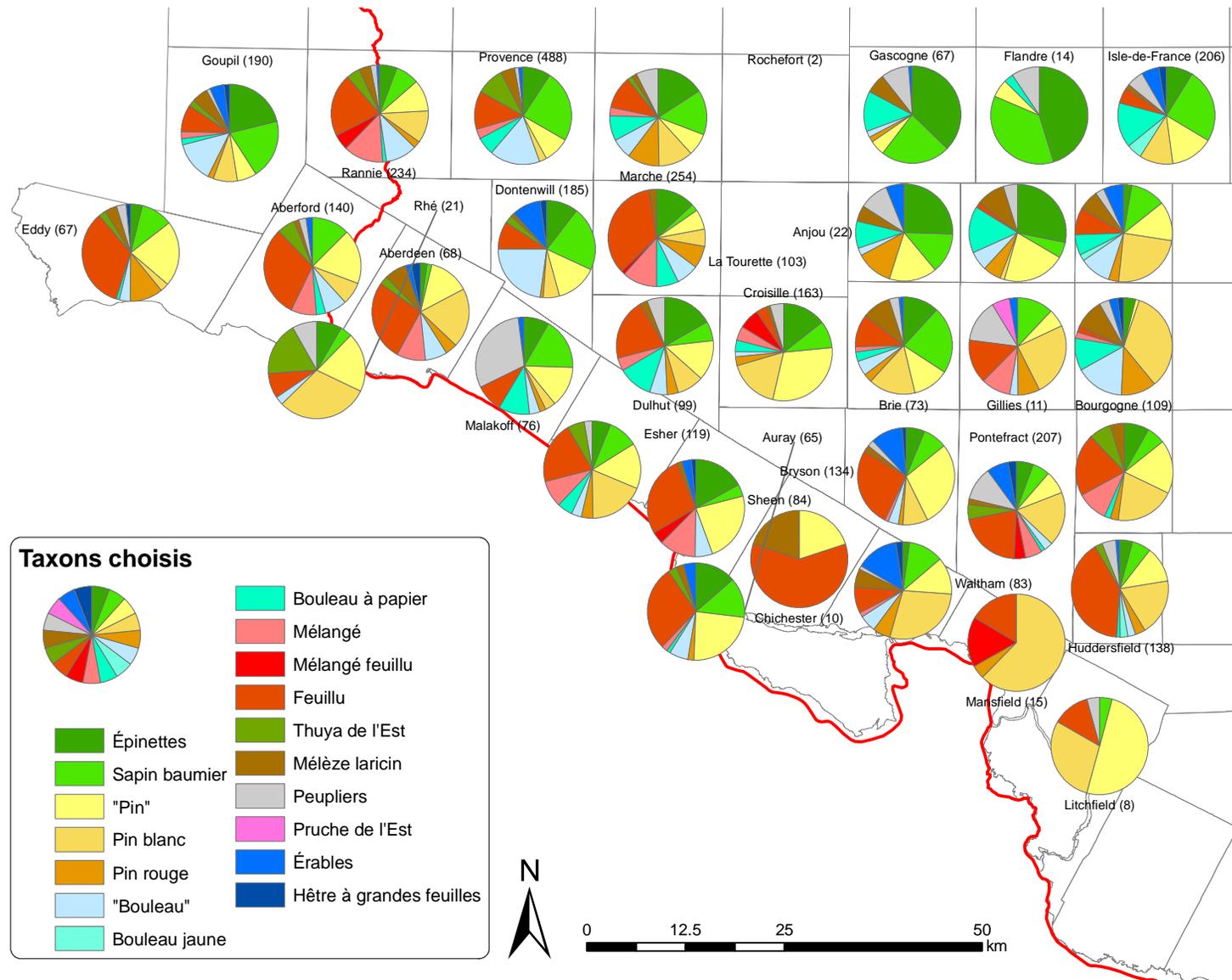


Figure 9. Abondance relative moyenne par canton (nombre d'observations entre parenthèse) pour les taxons choisis. Dans l'ensemble du territoire, les taxons choisis représentaient 96 % de l'ARM.

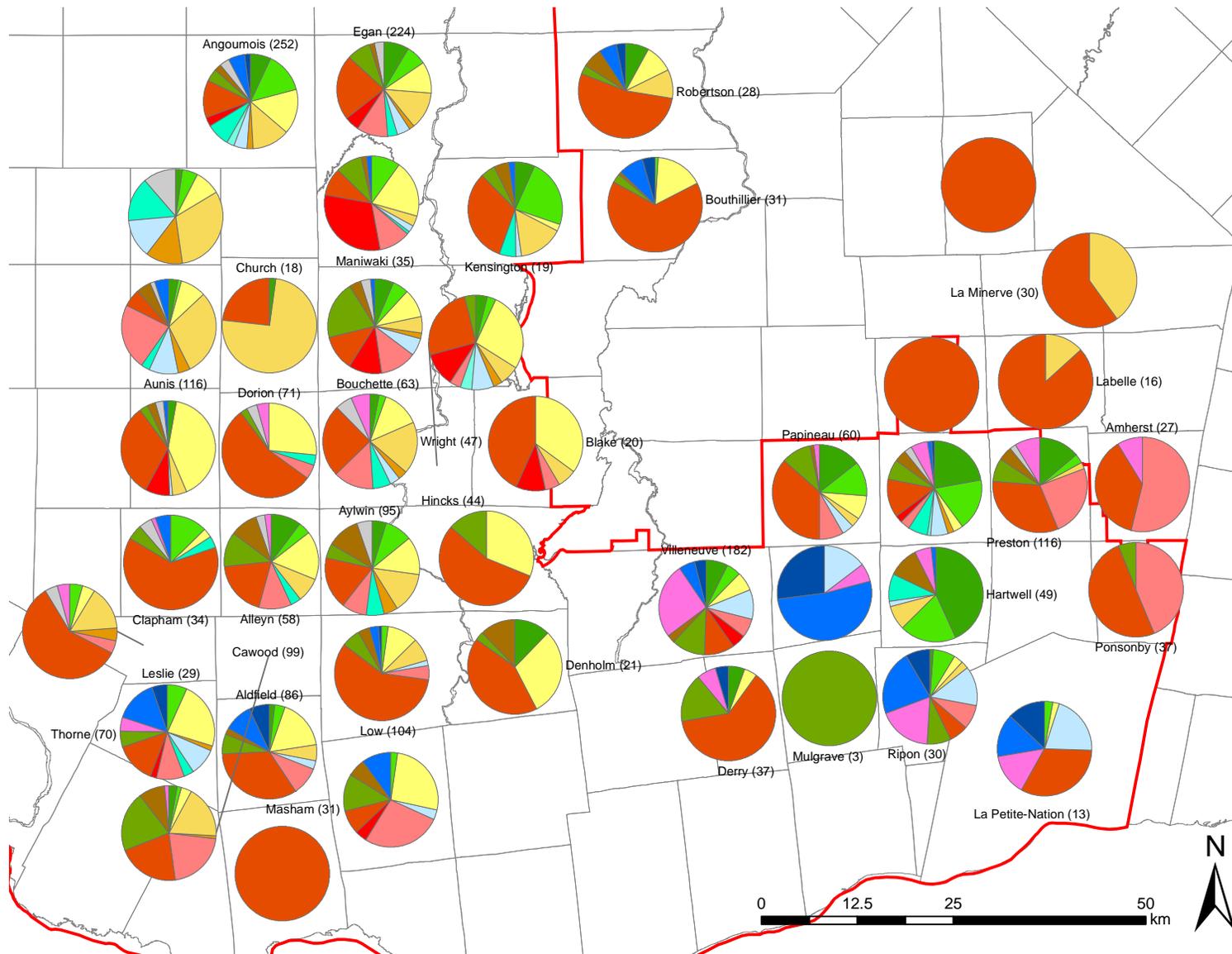
Suite de la Figure 9. Quadrant nord-ouest.



Suite de la Figure 9. Quadrant sud-ouest.



Suite de la Figure 9. Quadrant sud-est.



### Distribution des stades et perturbations des forêts du 19<sup>e</sup> siècle

Les stades de végétation qui peuvent avoir été influencés par l'exploitation forestière sont ceux qui concernent l'âge des peuplements, soit les observations « broussaille », « peu dense », « jeune » et « mature ». Un site dominé par la « broussaille » (arbustes) pourrait signaler que la majorité des arbres ont été coupés, tandis qu'une faible densité de tiges dans un peuplement pourrait être due à une coupe partielle récente, possiblement la récolte sélective des pins marchands. Les causes des deux mentions se référant à l'âge du peuplement pouvaient être naturelles ou anthropiques ; les peuplements jeunes pouvant indiquer la présence d'une coupe récente et les matures, l'absence de coupe. Selon la théorie du *shifting mosaic steady-state* (Bormann et Likens 1979), dans l'ensemble d'une grande masse forestière non perturbée par l'homme les proportions des différents stades devraient se maintenir stables dans le temps. Cependant, nous observons une augmentation de la fréquence des stades pouvant correspondre à un peuplement après coupe (« broussaille », « peu dense » et « jeune ») en même temps que la fréquence des observations de peuplements « matures » diminue (Figure 10).

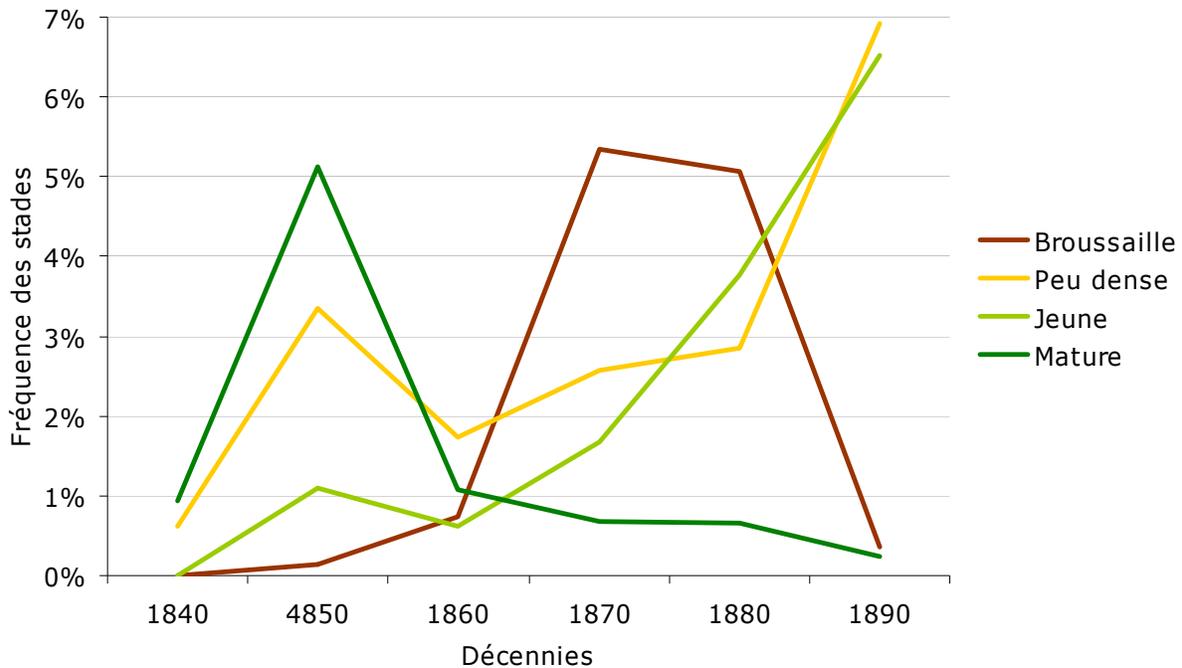


Figure 10. Évolution dans le temps des fréquences des stades des peuplements pouvant être influencés par l'exploitation forestière.

Les perturbations nous informent aussi de l'altération de la forêt par l'homme. Le chablis est la seule perturbation clairement naturelle. La coupe, les traces de colonisation, les routes et les lignes d'arpentage précédentes sont indiscutablement d'origine humaine. Seuls les feux peuvent avoir des causes naturelles ou humaines. Chronologiquement, nous observons une augmentation de la fréquence des feux, une diminution des fréquences des coupes et des routes, et peu de changements dans les fréquences des chablis, des traces de colonisation et des arpentages précédents (Figure 11).

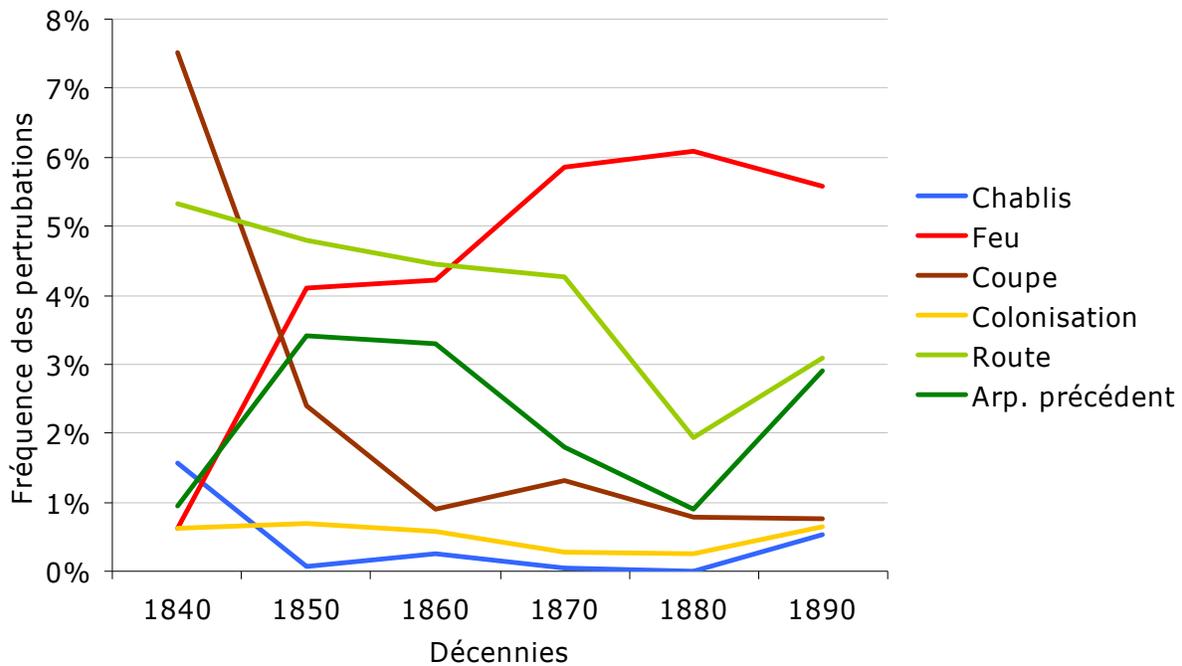
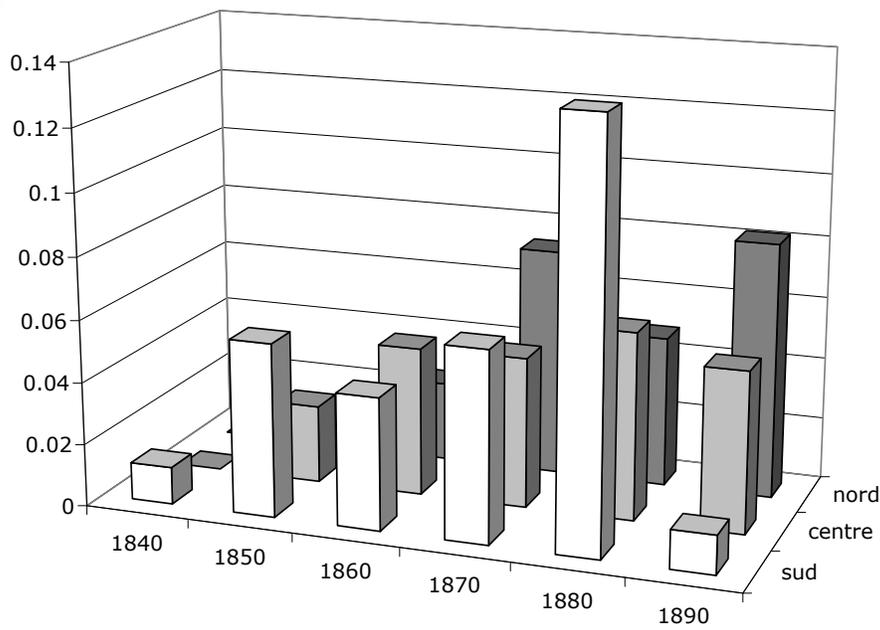


Figure 11. Évolution dans le temps des fréquences des perturbations.

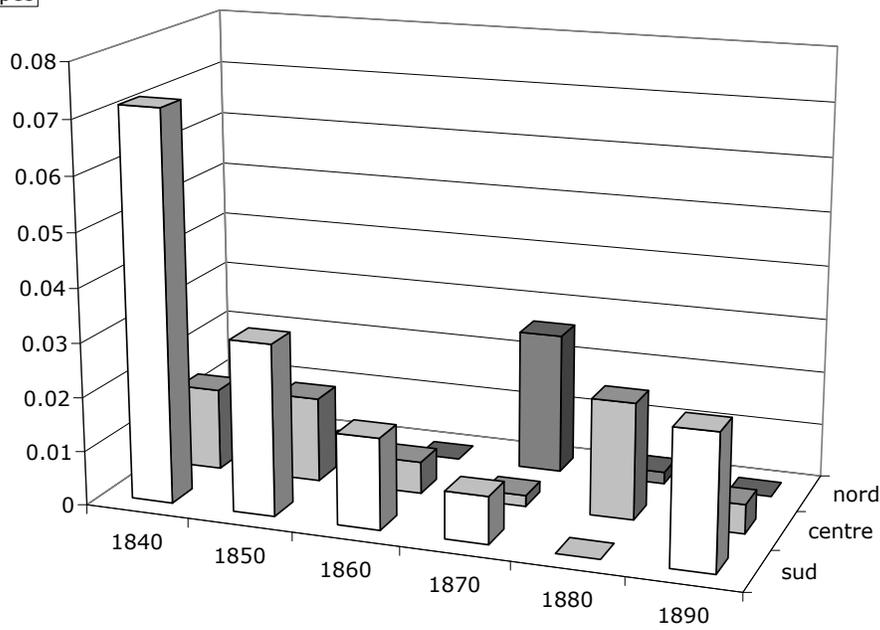
Les distributions des perturbations anthropiques ou possiblement anthropiques étaient liées au gradient de colonisation et d'utilisation du territoire, qui se reflète dans le gradient latitudinal. Les feux commençaient à être plus fréquents dans le sud, mais la situation s'est inversée vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle (Figure 12). Les observations des coupes étaient très fréquentes dans le sud entre 1840 et 1849, ont diminué fortement au sud et au centre pour ensuite apparaître à partir de 1870 dans le nord. Les traces de colonisation, les routes et le croisement avec des lignes d'arpentages précédents suivaient une tendance latitudinale similaire : les observations étaient plus fréquentes dans le sud et diminuaient progressivement vers le nord.

Feu



Décennie

Coupes



Décennie

Figure 12. Fréquences des perturbations anthropiques ou possiblement anthropiques, par décennie et par position dans le de gradient latitudinal.

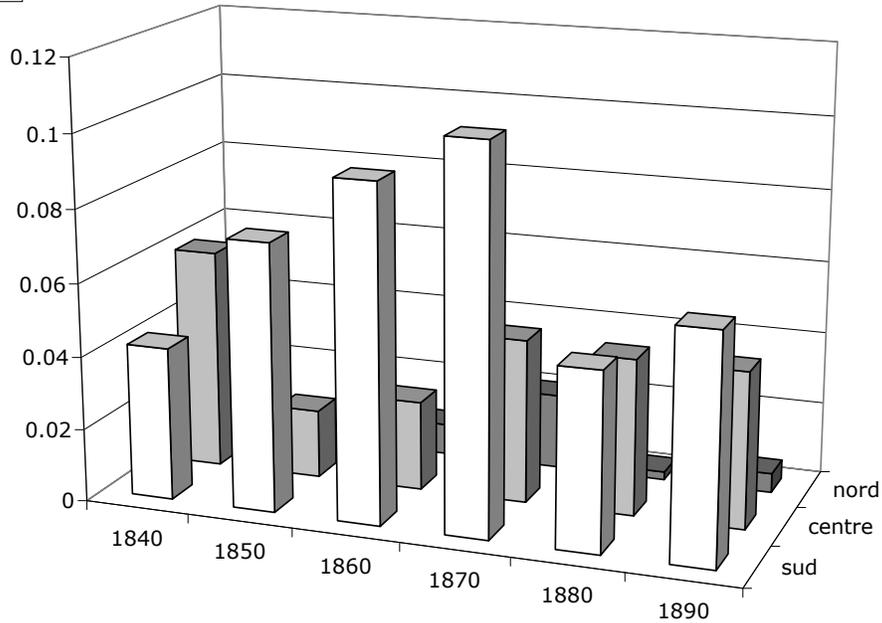
Suite de la Figure 12.

Colonisation



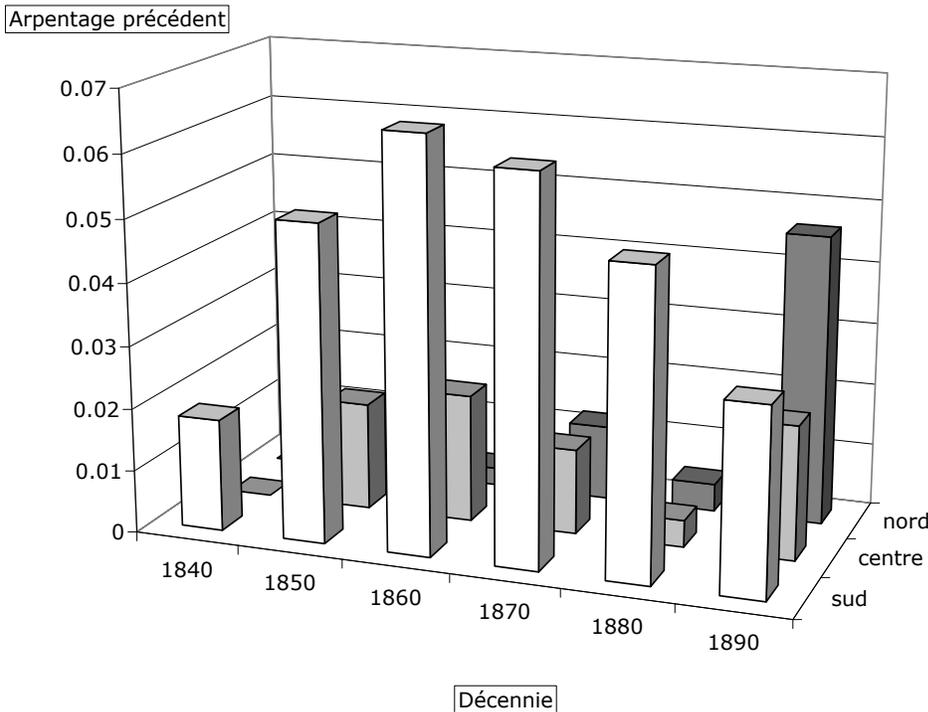
Décennie

Route



Décennie

Suite de la Figure 12.



### Comparaison des forêts du 19<sup>e</sup> siècle versus les forêts actuelles selon la fréquence et l'abondance relative

Par type de couvert, la forêt outaouaise est passée d'être principalement résineuse à être principalement feuillue (Tableau 8). Par canton, la proportion de peuplements feuillus a augmenté de façon généralisée, principalement au détriment des couverts résineux et en moindre mesure, des couverts mélangés (Figure 13). Dans la moitié est de l'Outaouais, le couvert feuillu est passé d'occuper autour du quart du territoire à presque les trois quarts. Dans le quadrant sud-ouest autour de la moitié du territoire a un couvert feuillu alors qu'au 19<sup>e</sup> siècle ce n'était que le quart. Enfin, dans le quadrant nord-ouest, où la proportion de couvert feuillu était assez uniformément répartie et représentait près du quart des observations des arpenteurs, nous y observons aujourd'hui un gradient sud-est – nord-ouest : au sud-est approximativement la moitié du couvert est feuillu et cette proportion diminue vers le nord-ouest, où les valeurs actuelles sont similaires à celles du 19<sup>e</sup> siècle.

Tableau 8. Proportions (P) du type de couvert des observations de l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle et des placettes-échantillon (PÉ) du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal (IFD), avec intervalle de confiance (IC) à 95 %.

couvert	Arpentage du 19 <sup>e</sup> siècle					4 <sup>e</sup> IFD		
	n obs.	Le seuil pour distinguer les couverts résineux ou feuillus est : ARM > 75 % P (%)	n obs.	Le seuil pour distinguer les couverts résineux ou feuillus est : ARM ≥ 75 % P (%)	IC <sup>a</sup> (%)	n PÉ	Le seuil pour distinguer les couverts résineux ou feuillus est : ARM > 75 % <sup>b</sup> P (%)	IC (%)
Résineux	3 966	40,7	4 478	46,0	0,5	4 207	14,9	0,2
Mélangé	3 930	40,4	2 636	27,1	0,5	9 999	35,4	0,3
Feuilleu	1 840	18,9	2 622	26,9	0,4	14 006	49,6	0,3
Total	9 736		9 736			28 212	14,9	0,2

<sup>a</sup> Les IC des proportions du 19<sup>e</sup> siècle sont les mêmes par type de couvert peu importe le seuil utilisé.

<sup>b</sup> Il n'existait aucune différence dans les proportions de type de couvert selon le seuil utilisé car aucune PÉ du 4<sup>e</sup> IFD présentait une abondance relative moyenne pour les résineux ni pour les feuillus égale à 75 %.

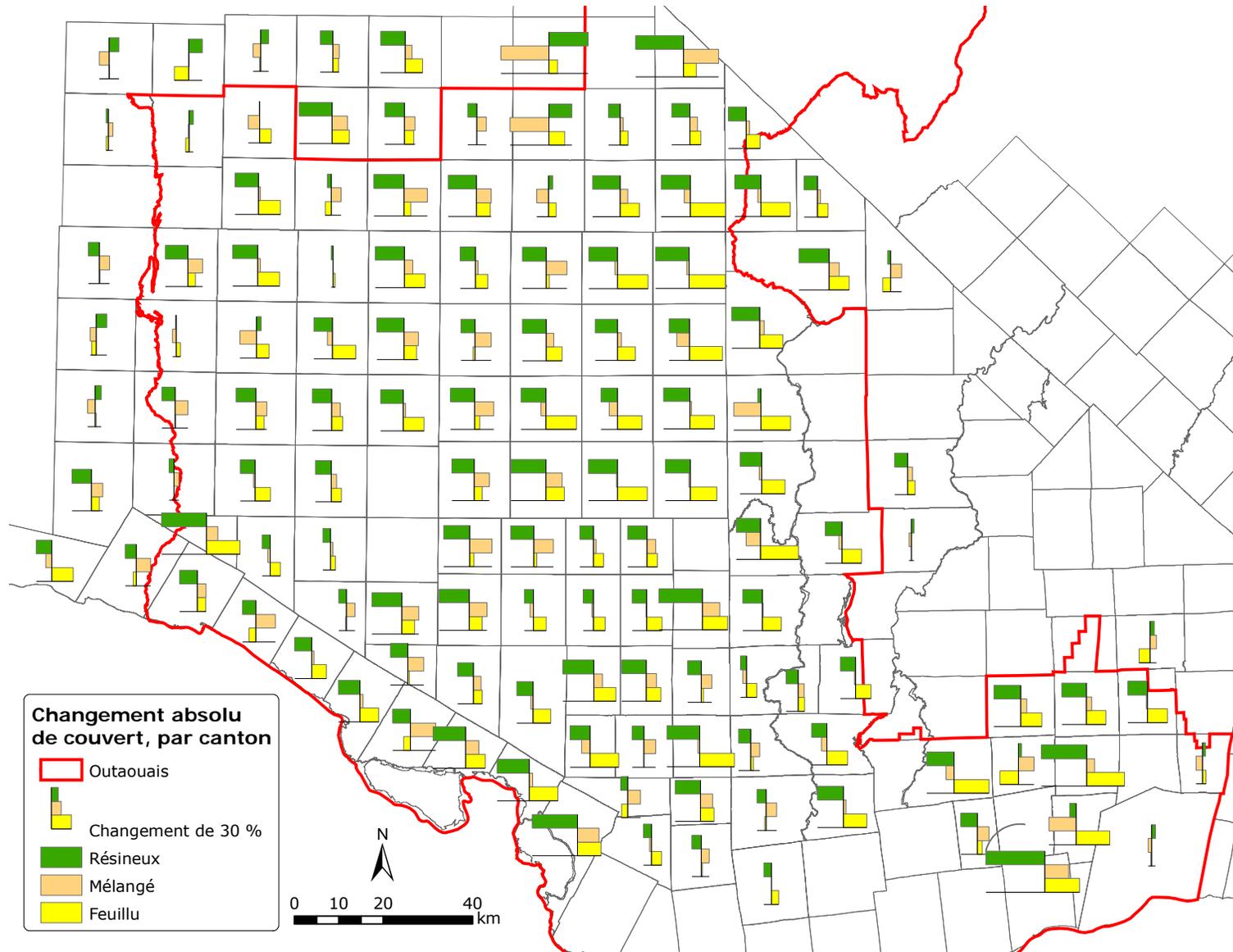


Figure 13. Changement absolu des types de couvert, par canton.

Des 9 764 observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle contenant des taxons, 9 272 contenaient seulement des mentions de taxons auxquels un genre a pu être associé ou contenaient la mention « hardwood », sans présenter d'autres associations sans genre assigné, comme « mélangé » ou « bois vert ». Les genres *Acer* et *Fagus* et la mention « hardwood » ont reçu l'appellation de genre « feuillus durs ». Huit mille huit cent quatre-vingt-dix-huit observations se trouvaient sur 134 cantons (dont trois n'ont pas pu être comparés car ils se trouvaient dans la région de Les Laurentides : La Minerve, Loranger et Pau), 60 dans la région de l'Outaouais (canton non déterminé), 227 dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (canton non déterminé) et 87 dans le Bassin de la Rivière Gatineau (canton non déterminé). Vingt-neuf mille quatre-vingt-quatorze PÉ correspondaient aux critères de sélection pour être comparées aux données du 19<sup>e</sup> siècle au niveau du genre et des « feuillus durs ». Les genres inventoriés mais qui n'avaient pas été observés au 19<sup>e</sup> siècle (ceux qui ont reçu l'appellation « autre ») étaient : *Amelanchier*, *Carya*, *Carpinus*, *Salix*, *Sorbus* et *Malus*. Dans les PÉ retenues, ils ne représentaient que 0,005 % de la surface terrière totale. Des 21 genres, 16 ont été comparés : *Abies*, *Acer* (dans la mention « feuillus durs »), *Betula*, *Fagus* (dans la mention « feuillus durs »), *Fraxinus*, *Larix*, *Ostrya*, *Picea*, *Pinus*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Thuja*, *Tilia*, *Tsuga* et *Ulmus*. Les cinq genres non comparés sont « autre » (car il s'agit de genres non mentionnés au 19<sup>e</sup> siècle), « non disponible » (qui correspond aux mentions « illisible » dans les arpentages et « N/D » dans le 4<sup>e</sup> IFD), *Juglans* et *Corylus* (car ils n'ont été mentionnés qu'une seule fois dans les arpentages), et *Alnus* car il n'y avait que 19 mentions dans le 4<sup>e</sup> IFD. La distribution des 8 898 observations d'arpentage et des 29 094 PÉ n'est pas bien uniforme sur l'aire d'étude, et les comparaisons dans certains cantons ne sont pas représentatives dû au faible nombre d'observations d'arpentage (Figure 14).



d'*Abies* (7,2 %) et de *Picea* (6,1 %). Pour les feuillus, l'ARM a toujours augmenté, doublant chez les « feuillus durs » et les peupliers, et en augmentant seulement de 1,2 fois chez le genre *Betula*. Le genre *Ulmus* est le seul à avoir maintenu son ARM. Finalement, l'ARMP a diminué pour tous les genres, sauf pour *Tilia*, pour lequel elle restée constante (Tableau 9). Dans les 9 272 observations des arpenteurs, en moyenne 2,4 genres étaient mentionnés, tandis que dans les PÉ du 4<sup>e</sup> IFD 3,9 genres différents étaient présents par placette. Cependant, nous croyons que cette différence est surtout due à la différence entre un inventaire semi-quantitatif non-systématique (CALCF) et un inventaire quantitatif systématique (4<sup>e</sup> IFD).

Tableau 9. Comparaison des fréquences (F), des abondances relatives moyennes (ARM) et des abondances relatives moyennes lorsque le genre est présent (ARMP), avec intervalle de confiance à 95 % (IC), entre les observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle (19<sup>e</sup> ; n = 9 272) et les placettes-échantillon du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal (IFD ; n = 28 212).

genre	F (%)				ARM (%)				ARMP (%)			
	19 <sup>e</sup>	IC	4 <sup>e</sup> IFD	IC	19 <sup>e</sup>	IC	4 <sup>e</sup> IFD	IC	19 <sup>e</sup>	IC	4 <sup>e</sup> IFD	IC
<i>Abies</i>	47,8	1,0	56,8	0,6	15,9	0,5	8,7	0,2	33,2	0,7	15,3	0,2
<i>Betula</i>	44,6	1,0	71,9	0,5	15,7	0,5	18,4	0,2	35,3	0,7	25,6	0,3
« Feuillus durs »	25,5	0,9	80,3	0,5	17,1	0,7	34,9	0,4	67,3	1,3	43,5	0,4
<i>Fraxinus</i>	0,9	0,2	8,3	0,3	0,4	0,1	1,2	0,2	40,5	7,1	14,2	0,6
<i>Larix</i>	8,3	0,6	1,6	0,1	3,3	0,3	0,2	0,2	40,6	2,2	13,6	1,4
<i>Ostrya</i>	1,2	0,2	8,9	0,3	0,1	0,0	0,6	0,1	11,2	2,5	6,7	0,3
<i>Picea</i>	36,8	1,0	52,1	0,6	16,0	0,6	9,9	0,2	43,4	1,0	19,0	0,3
<i>Pinus</i>	47,1	1,0	25,9	0,5	20,4	0,7	7,7	0,3	43,3	1,0	29,6	0,6
<i>Populus</i>	8,5	0,6	23,1	0,5	2,9	0,3	6,0	0,2	34,2	1,9	26,2	0,5
<i>Prunus</i>	0,2	0,1	6,2	0,3	0,1	0,0	0,4	0,1	27,4	9,1	5,7	0,3
<i>Quercus</i>	1,4	0,2	18,4	0,4	0,5	0,1	3,7	0,2	32,7	3,6	20,1	0,5
<i>Thuja</i>	9,9	0,6	17,2	0,4	3,8	0,3	5,0	0,3	38,1	2,1	29,4	0,7
<i>Tilia</i>	0,8	0,2	8,6	0,3	0,1	0,0	1,2	0,1	15,9	3,8	13,8	0,4
<i>Tsuga</i>	1,9	0,3	7,5	0,3	0,8	0,1	1,8	0,2	43,9	4,1	23,9	0,9
<i>Ulmus</i>	0,2	0,1	1,6	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	30,2	11,3	6,2	0,8

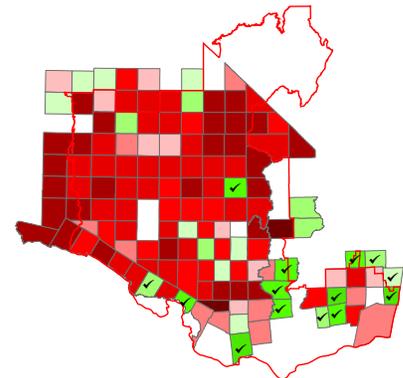
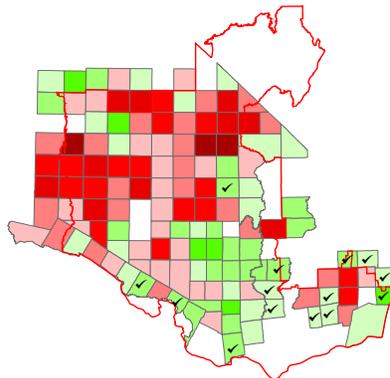
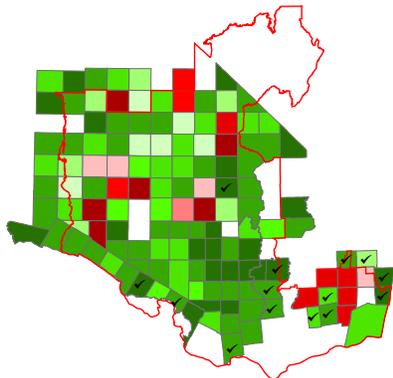
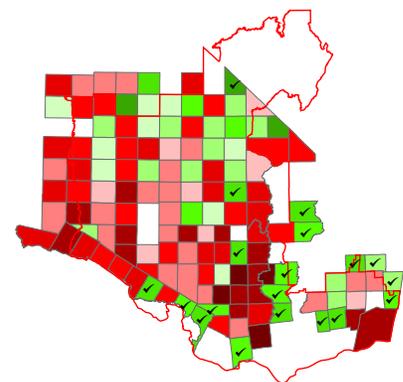
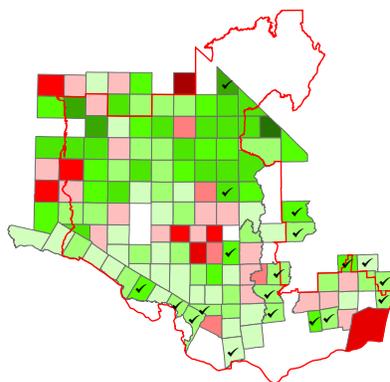
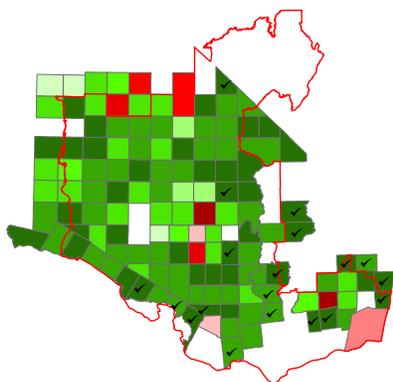
Ces mêmes mesures ont pu être comparées pour 131 cantons. Chez les résineux, les genres *Abies* et *Picea* ont augmenté leur fréquence partout, mais leurs abondances ont diminué partout sauf dans les cantons du sud, où les deux genres n'avaient pas été mentionnés au 19<sup>e</sup> siècle mais l'ont été lors du 4<sup>e</sup> IFD. De façon similaire, les deux genres apparaissent dans les cantons du quadrant sud-est, mais n'y étaient pas mentionnés au 19<sup>e</sup> siècle (Figure 15). Les genres *Larix* et *Pinus* sont les deux qui ont diminué tant en F, en ARM qu'en ARMP, et cela sur toute la région. Le genre *Pinus* présente, cependant, des diminutions plus fortes que *Larix*, mais à différence de ce dernier, il présente très peu d'apparitions ou disparitions dans le territoire. Les diminutions les plus fortes chez les pins ont été le long des vallées de la Rivière des Outaouais et de la Rivière Gatineau. Le genre *Thuja* a diminué en fréquence dans quelques cantons méridionaux et le long de la Rivière Gatineau, mais augmenté dans les septentrionaux. Il est mentionné dans plusieurs cantons du centre et du nord de la région au 4<sup>e</sup> IFD où il était absent lors de l'arpentage. Cette même tendance s'observe dans l'ARM et l'ARMP. Le genre *Tsuga*, restreint dans la moitié sud de la région, présente des réponses variables selon le canton, pouvant augmenter sa fréquence et diminuer ses abondances dans un même canton, et vice-versa. Cependant, les changements absolus les plus forts se sont fait sentir dans l'extrémité sud-est de la région.

Pour les genres feuillus, le genre *Betula* et le regroupement « feuillus durs » présentent des tendances similaires. Leur fréquence a fortement augmenté sur tout le territoire, ainsi qu'en moindre mesure leur ARM. Par contre leur ARMP a diminué dans la majorité des cantons (Figure 15). Le genre *Fraxinus* a eu une réponse similaire, mais mitigée, et la plupart des augmentations d'ARMP sont dues à l'apparition du genre au 4<sup>e</sup> IFD par rapport à l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle. Quant au genre *Populus*, il est apparu dans approximativement un tiers des cantons de l'aire d'étude. Sa fréquence a augmenté partout, moins intensément dans le quadrant nord-ouest, où elle a parfois diminué. Par contre, son ARM et son ARMP ont eu plus de tendance à diminuer dans la moitié ouest mais à augmenter dans la moitié est. Les autres genres de feuillus (*Ostrya*, *Prunus*, *Quercus*, *Tilia* et *Ulmus*) présentaient une distribution méridionale, mais en général leur fréquence et leur ARM ont augmenté dû au fait qu'ils étaient rarement mentionnés lors de l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle mais qu'ils apparaissaient dans les PÉ du 4<sup>e</sup> IFD. Leur ARMP a généralement augmenté.

Variation de la F

Variation de l'ARM

Variation de l'ARMP

*Abies**Betula*

« Feuillus durs »

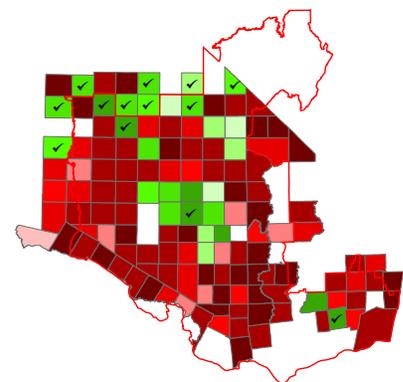
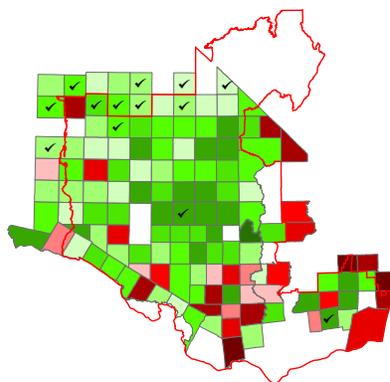
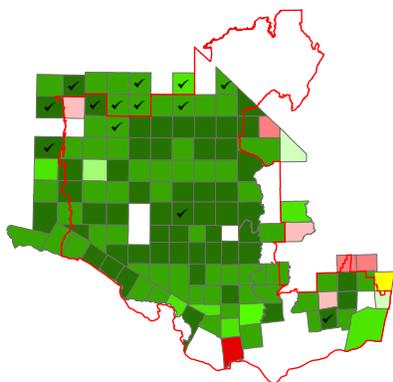


Figure 15. Augmentations et diminutions absolues des fréquences (F), des abondances moyennes relatives (ARM) et des abondances relatives moyennes lorsque le genre est présent (ARMP), pour les 16 genres choisis, entre l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle et le 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal.

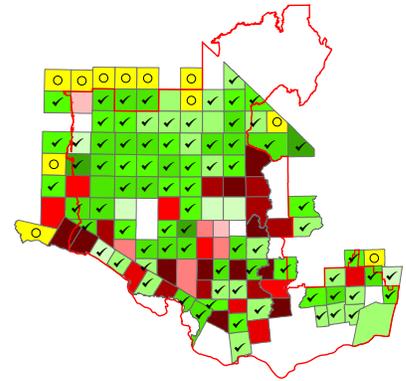
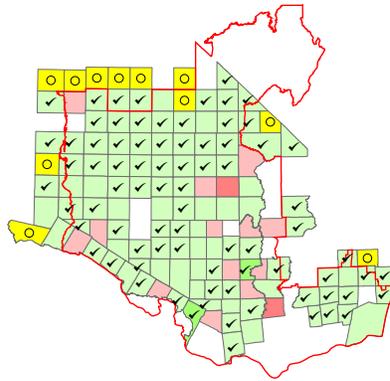
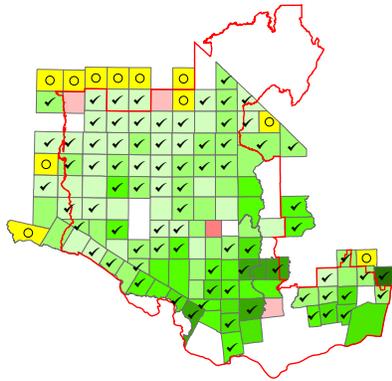
Suite de la Figure 15.

Variation de la F

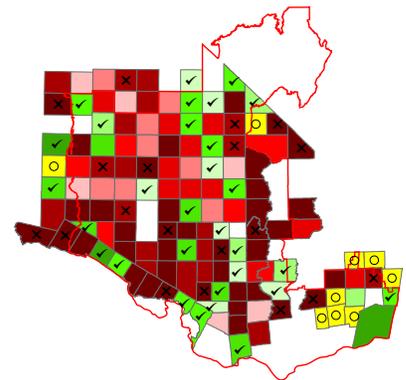
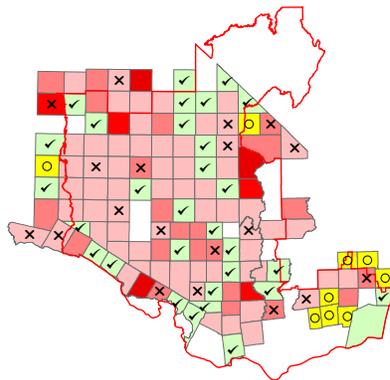
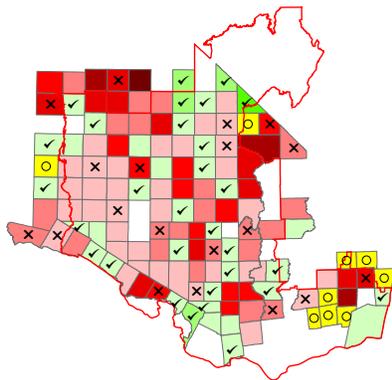
Variation de l'ARM

Variation de l'ARMP

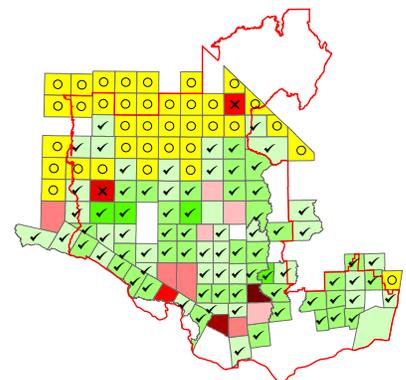
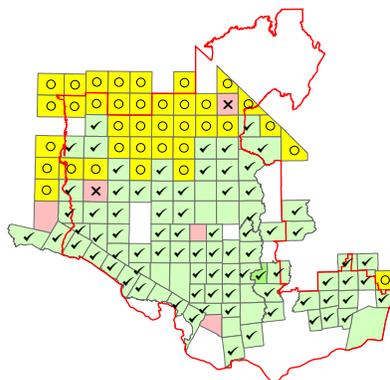
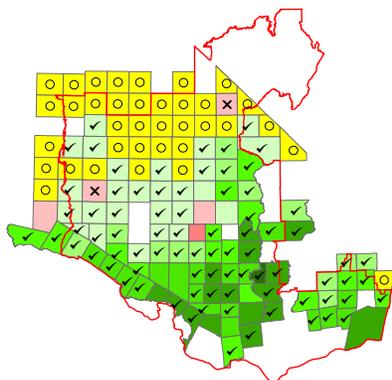
*Fraxinus*



*Larix*



*Ostrya*



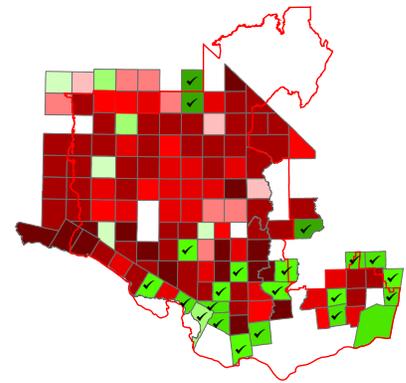
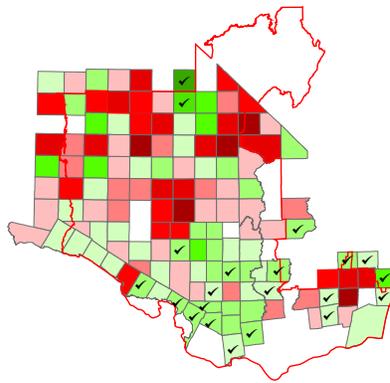
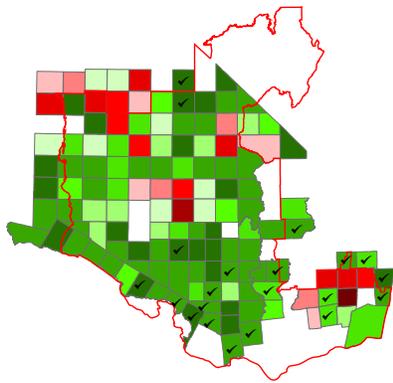
Suite de la Figure 15.

Variation de la F

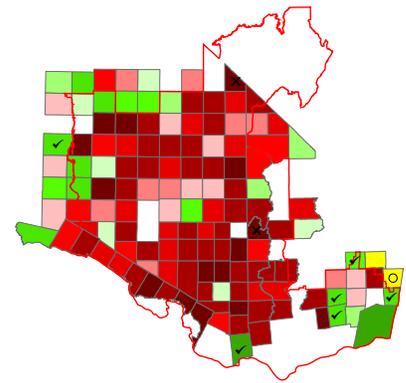
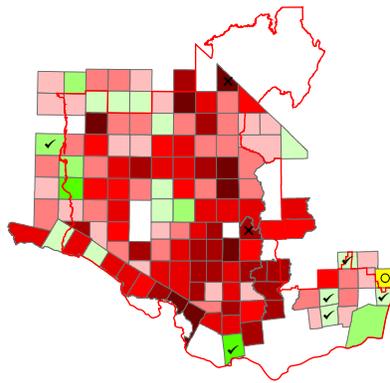
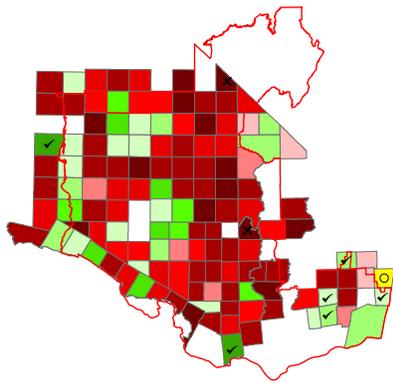
Variation de l'ARM

Variation de l'ARMP

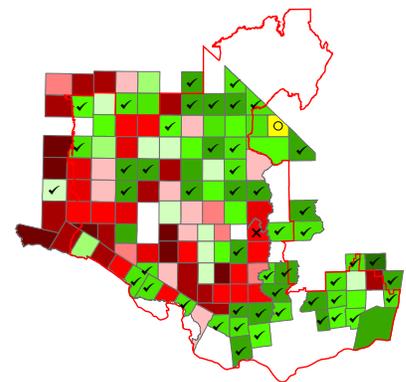
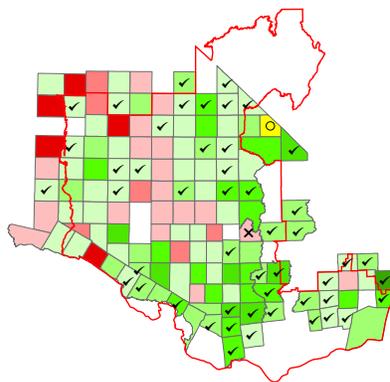
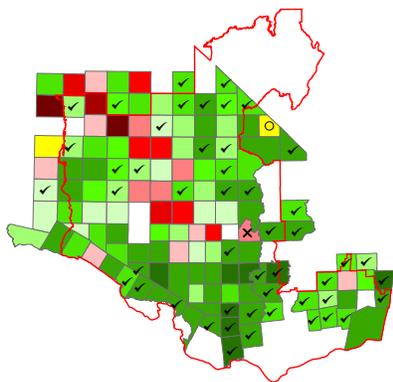
*Picea*



*Pinus*



*Populus*



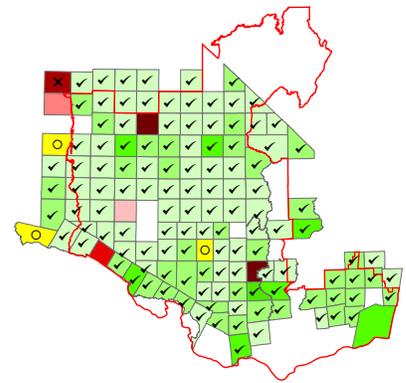
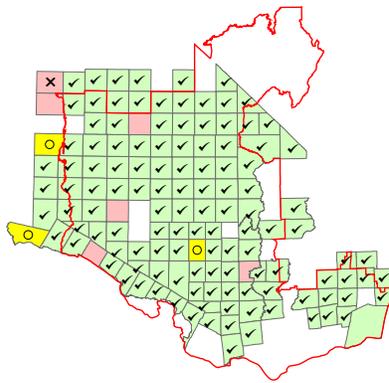
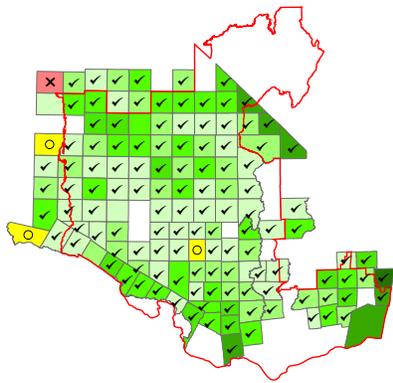
Suite de la Figure 15.

Variation de la F

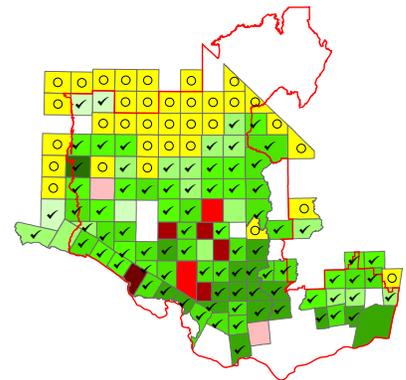
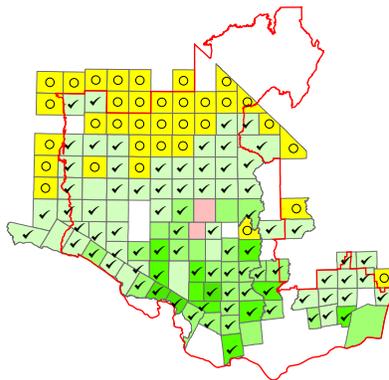
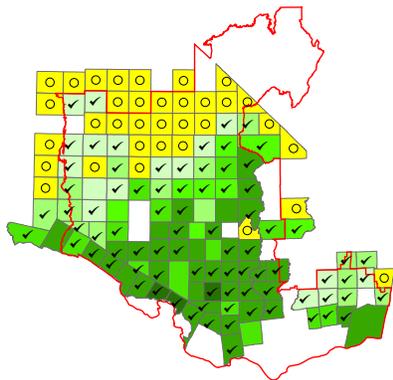
Variation de l'ARM

Variation de l'ARMP

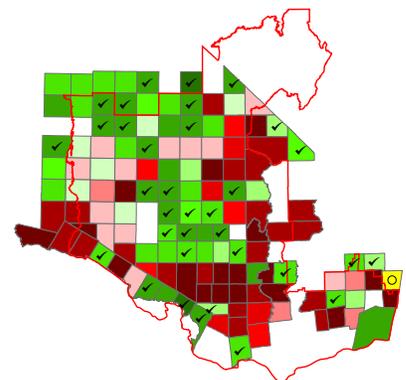
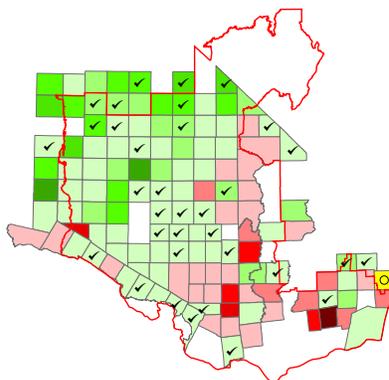
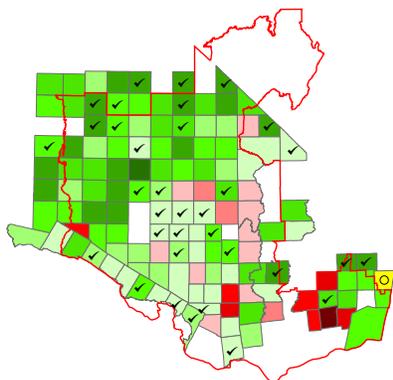
*Prunus*



*Quercus*



*Thuja*



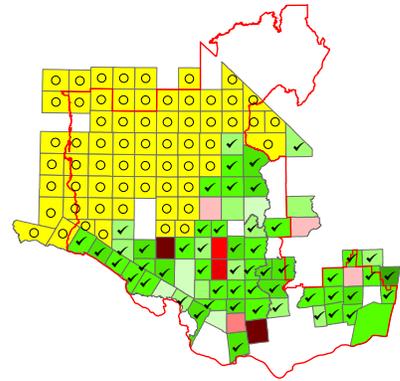
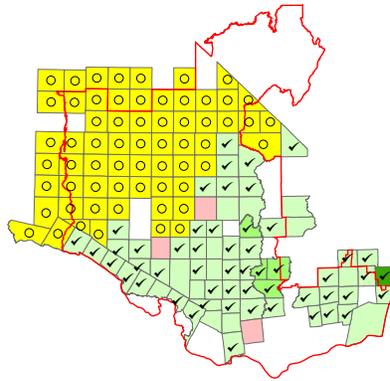
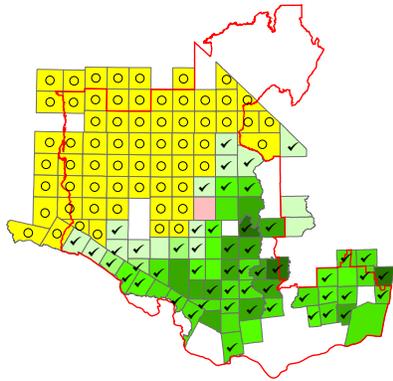
Suite de la Figure 15.

Variation de la F

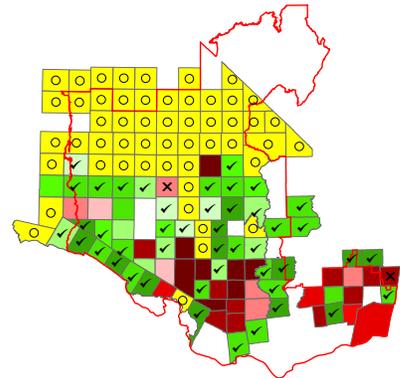
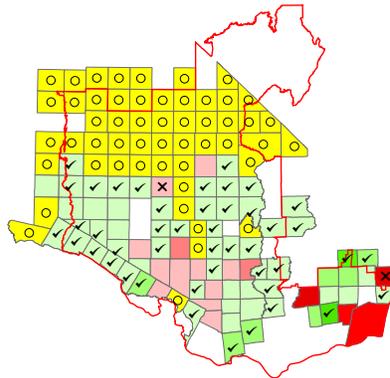
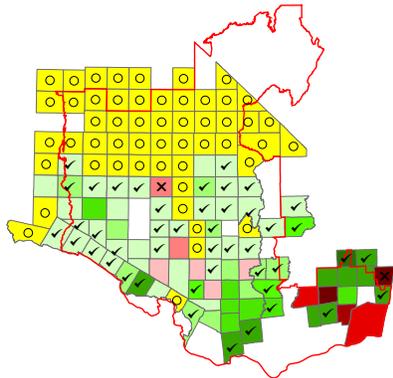
Variation de l'ARM

Variation de l'ARMP

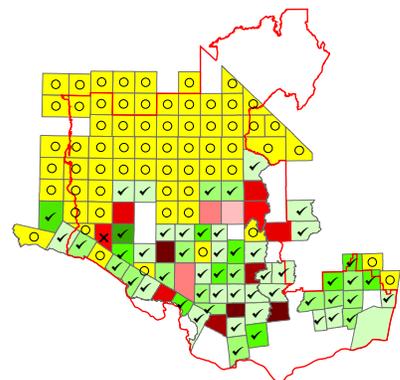
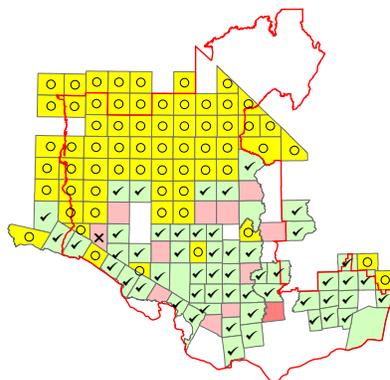
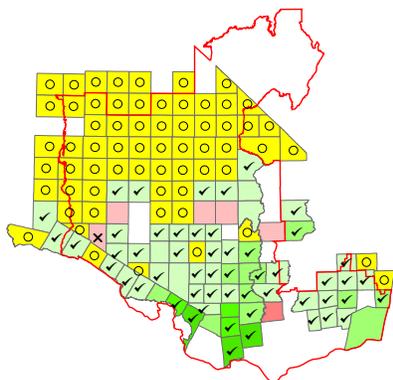
*Tilia*



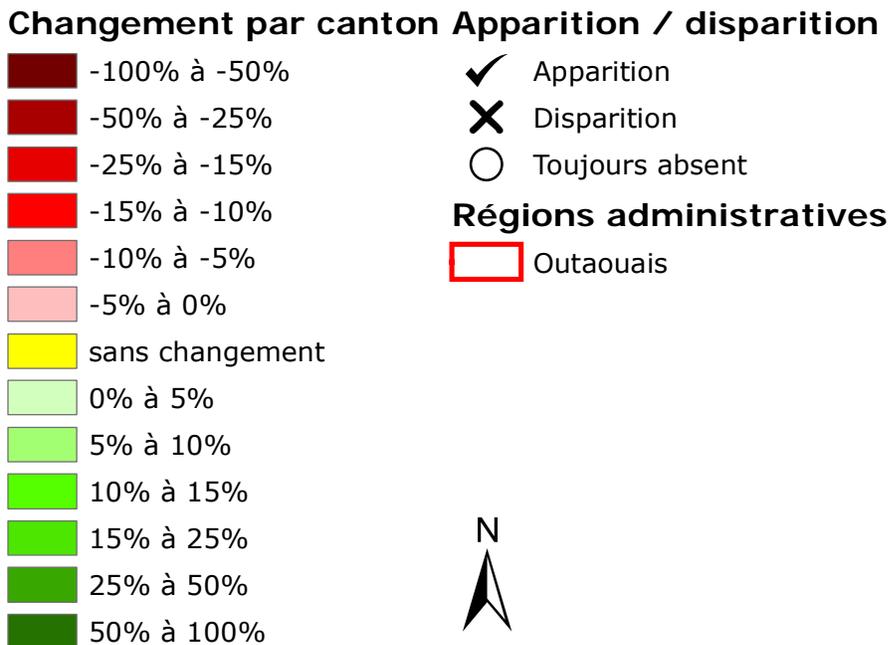
*Tsuga*



*Ulmus*



Suite de la Figure 15.



### Force des changements de végétation entre les forêts du 19<sup>e</sup> siècle et les actuelles

La force de changement en composition des genres est donnée par la distance euclidienne entre les fréquences du 19<sup>e</sup> siècle et les actuelles ( $|\Delta F_{\text{canton}}|$ ), et par la distance euclidienne entre les abondances relatives moyennes du 19<sup>e</sup> siècle et les actuelles ( $|\Delta ARM_{\text{canton}}|$ ). Elles ont été calculées pour les 131 cantons pour lesquels nous avons de l'information autant au 19<sup>e</sup> siècle qu'avec les PÉ du 4<sup>e</sup> IFD, pour les 16 genres comparés dans la section précédente.

$|\Delta F_{\text{canton}}|$  avait des valeurs comprises entre 52 et 275 ;  $|\Delta ARM_{\text{canton}}|$  avait des valeurs comprises entre 8 et 107. La distribution spatiale du degré d'altération pour les deux mesures était très similaire (Figure 16). Ce sont les cantons du quadrant sud-est où la fréquence et l'ARM des genres ont été les plus altérées. Les altérations ont été moyennement fortes le long de la Rivière des Outaouais et dans le bassin versant de la Rivière Gatineau. À l'inverse, les cantons du quadrant nord-ouest, plus éloignés des endroits colonisés, mais aussi ayant une plus faible diversité d'espèces arborescentes, ont été les moins altérés.

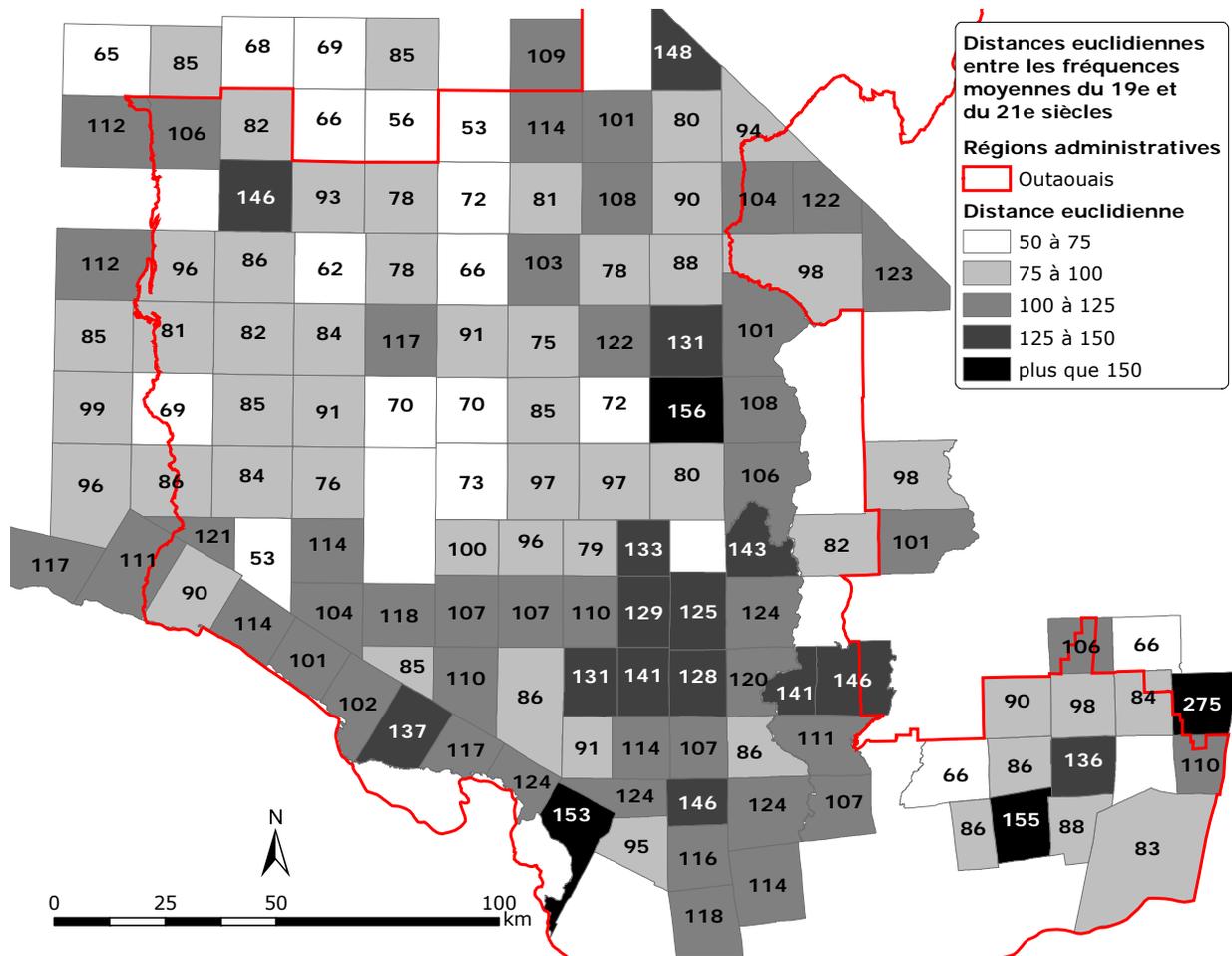
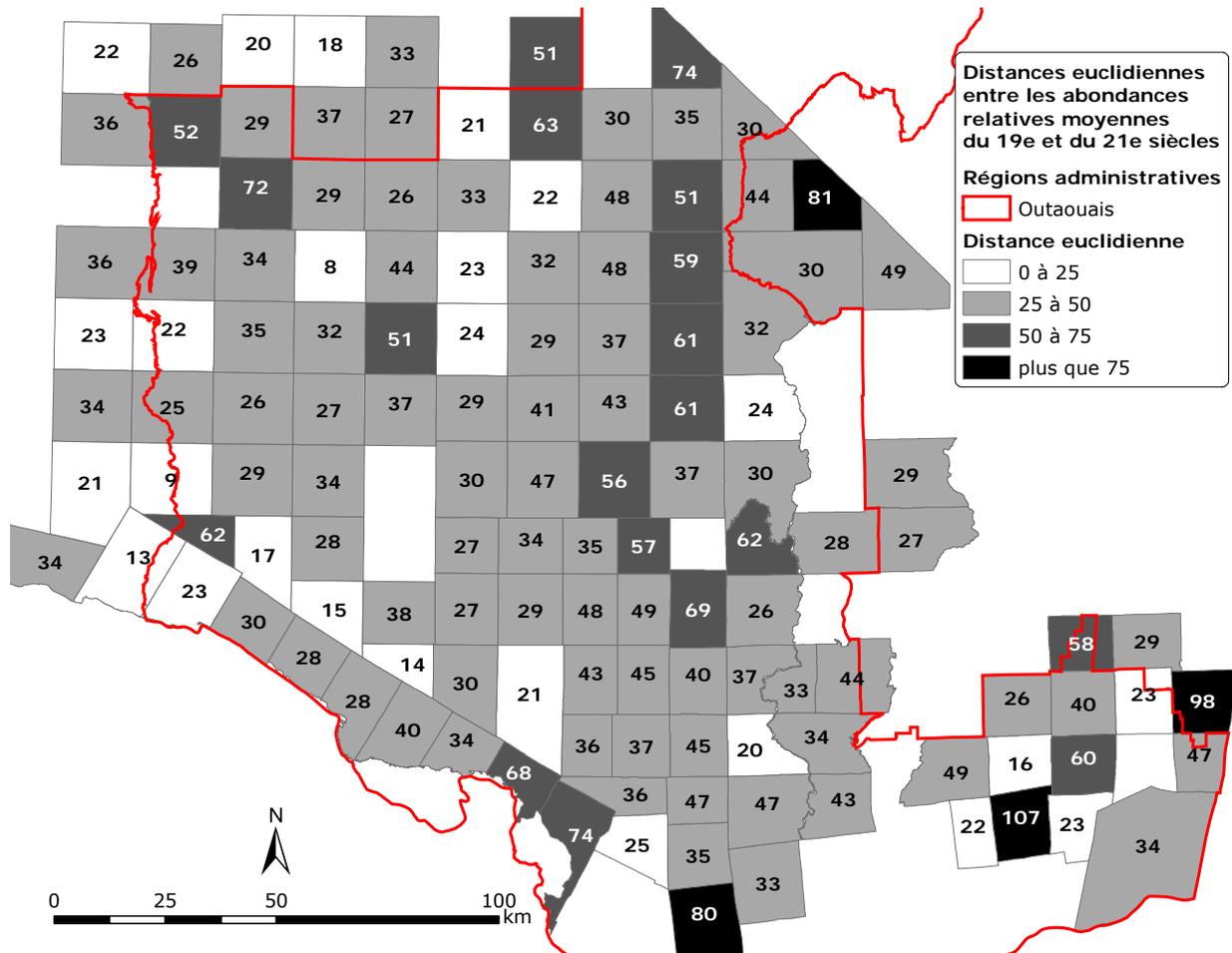


Figure 16. Distribution des forces des changements dans la fréquence et dans l'abondance relative moyenne mesurées en tant que distances euclidiennes, des 15 genres choisis, par canton, entre l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle et le 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal.

Suite de la Figure 16.



## Discussion

### Composition des forêts en Outaouais au 19<sup>e</sup> siècle

La forêt outaouaise était principalement résineuse, ce qui contraste avec l'actuelle distribution des domaines bioclimatiques de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune. Les peuplements résineux les plus fréquents étaient ceux de pins ou d'épinettes mélangés avec du sapin baumier, et les peuplements mélangés les plus fréquents, ceux de sapin baumier accompagné de bouleaux, ceux de bouleaux accompagnés de sapin baumier ou de pins, et ceux de bouleaux à papier accompagnés d'épinettes. Pour les peuplements feuillus nous avons moins d'information à cause de la fréquence élevée des mentions « feuillus durs » et « mélangé », mais une association importante était celle des érables avec le hêtre à grandes feuilles. Nous observons dans la distribution de plusieurs taxons le

gradient latitudinal qui caractérise la distribution floristique du Québec (Robitaille et Saucier 1998).

Le fait de décrire la forêt par canton nous permet de fournir les résultats de façon uniforme dans la région grâce à la nature réticulaire de ces unités territoriales. Cependant, la fiabilité que nous pouvons attribuer à chaque canton pour la description de la forêt est très variable à cause de la dispersion du nombre d'observations par cantons (Figure 4). Les zones avec le moins d'observations sont le centre et le sud-est de l'Outaouais ; les observations sont absentes au sud du réservoir Baskatong et dans l'extrémité sud de la région. L'équipe du laboratoire du professeur D. Arseneault, qui utilise les carnets d'arpentage des limites de cantons du 19<sup>e</sup> siècle, devrait pouvoir fournir, avec ses travaux, des indications précieuses sur ces cantons méridionaux faiblement représentés par l'arpentage des CALCF. En attendant, il existe toujours des cantons proches (même dans les régions administratives adjacentes) où la végétation a été décrite abondamment et qui peuvent être utilisés comme référence.

Les principaux inconvénients des données d'arpentage sont le manque de résolution taxonomique et la diversité d'usage des différents niveaux taxonomiques. Certains genres peuvent regrouper des espèces avec des autoécologies similaires (comme le pin blanc et le pin rouge), tandis que d'autres genres peuvent représenter des espèces écologiquement très différentes (comme le bouleau jaune et le bouleau à papier). La perte de résolution taxonomique est plus accentuée chez les feuillus que chez les résineux, si on compare les 1 635 mentions de « hardwood » contre les 16 uniques mentions de « résineux ». Pour cette raison, les cantons les plus pénalisés sont ceux du sud, où se concentraient les mentions « hardwood ».

Outre le manque de résolution taxonomique, les taxons pour lesquels la description ici fournie peut être moins représentative de l'abondance pré-coloniale sont les pins et la pruche de l'Est, dû à l'historique forestier de la région. Leurs faibles valeurs de fréquence, de dominance et d'abondance relative moyenne dans les cantons méridionaux (Onslow, Masham, Denholm, Villeneuve, Derry, Mulgrave, Ripon et La Petite-Nation) pourraient être dues au fait que la coupe de ces taxons aurait précédé les arpentages. Il serait, alors, nécessaire d'utiliser les cantons adjacents au nord comme balises écologiques moins altérées. Encore une fois, il sera intéressant pour ces cantons de comparer les résultats obtenues avec les CALCF avec ceux obtenus avec les carnets d'arpentage des cantons (Arseneault *et al.*, en cours), puisque ce type d'arpentage a été réalisé au sud avant l'arpentage des limites de concessions forestières.

### Distribution des stades et perturbations des forêts du 19<sup>e</sup> siècle

La distribution chronologique des fréquences des stades montre, comme il a déjà été observé au 20<sup>e</sup> siècle, que l'exploitation forestière conduit à un rajeunissement de la forêt (Fall *et al.* 2004). Cette affirmation est basée sur la supposition que la fréquence dans laquelle les arpenteurs mentionnaient les stades de la forêt était constante dans le temps et d'un arpenteur à un autre. La faible fréquence des observations de forêts matures dans la décennie de 1840, quand elle aurait dû être la plus élevée, pourrait indiquer que les arpenteurs n'auraient pas encore perçu le besoin de signaler que le peuplement était prêt à être récolté car cela représentait la situation la plus courante. Par la suite les fréquences des observations indiquant des jeunes peuplements augmentent progressivement, mais les sites en broussaille diminuent à la fin du siècle, ce qui est peut-être dû au recrutement des jeunes tiges de la régénération.

La distribution des fréquences des observations des coupes explique l'historique de l'exploitation forestière. Elle était élevée dans le sud pendant la décennie de 1840 et a diminué par la suite, tandis qu'elle restait constante dans le centre pendant la décennie de 1850. Les coupes apparaissaient dans le nord dans la décennie de 1870. Nous en déduisons que les pins ont été principalement récoltés dans le sud de l'Outaouais (la zone la plus accessible aux colons) pendant la décennie de 1840 et avant, et ils y ont été épuisés progressivement par la suite. Et ce n'est qu'à partir de 1870 que la coupe de pins a commencé dans le nord de la région, quand dans le sud la fréquence des coupes a diminué progressivement cause de l'épuisement du pin. Cette date est appuyée par le fait que la fréquence des feux dans le nord a atteint des valeurs similaires à celle du sud dans la décennie de 1870, à cause d'une occupation humaine plus homogène du territoire. Enfin, le regain des coupes observé dans le sud dans la décennie 1890-1899 pourrait correspondre aux coupes d'épinette et de sapin pour le bois à pâte, industrie qui s'est développé dans la province à partir de 1890.

Les distributions des fréquences des autres perturbations (feux, traces de colonisation, routes et lignes d'arpentages précédents) sont logiques avec l'historique du territoire. Elles augmentaient de 1840 vers la fin du siècle à cause de l'augmentation de la population. Elles étaient plus fréquentes dans le sud que dans le nord à cause de l'accessibilité du territoire. Et elles présentaient un décalage temporel d'environ 30 ans entre le sud et le nord : les maximums des fréquence apparaissaient dans années 1860 et 1870 dans le sud (sauf pour les traces de colonisation) tandis que les maximums des fréquences étaient atteints à la fin du siècle dans le nord. Donc, *grosso modo*, nous pouvons estimer qu'il n'a fallu que 30 ans

pour que l'exploitation forestière s'étende sur tout l'Outaouais, du sud vers le nord, entre 1870 et la fin du siècle.

### Changements dans la composition des forêts en Outaouais après plus d'un siècle

Le changement que nous pouvons évaluer avec le plus de certitude est le remplacement du couvert feuillu par le résineux, car le fait d'utiliser toutes les observations d'arpentage n'a pas introduit de biais. Les taxons résineux qui ont cédé leur place aux feuillus correspondent à ceux qui ont été les plus récoltés au 19<sup>e</sup> siècle et début du 20<sup>e</sup> : les pins, les épinettes et le sapin baumier. Même si ces deux derniers taxons n'ont pas diminué en fréquence en Outaouais, la diminution en ARM des trois taxons pourrait être suffisamment forte pour que certains peuplements de couvert résineux soient passés à couvert mélangé, et que certains peuplements de couvert mélangé soient passés à couvert feuillu. En effet, les genres *Pinus*, *Abies* et *Picea* sont ceux qui présentent une plus grande diminution absolue de leur ARM. La diminution des résineux a bénéficié plusieurs essences feuillues, tant les tolérantes à l'ombre comme les intolérantes.

À cause des mentions d'associations auxquelles nous ne pouvions pas assigner de genre, seulement 5 % des 9 764 observations n'ont pas pu être utilisées pour la comparaison avec la composition actuelle au niveau du genre. Le retrait de 492 observations contenant des associations autre que « hardwood » ou autre que des associations pures a supposé la « perte » de seulement un canton (Rochefort), qui avait seulement des observations pour lesquelles nous n'avons pas pu assigner un genre à la totalité des taxons listés, en plus de réduire le nombre d'observations dans certains cantons, les rendant moins fiables pour la comparaison.

Le fait d'avoir enlevé les associations nous a permis de comparer les taxons au même niveau de classification taxonomique (le genre). Cette procédure n'aurait pas introduit de biais si la fréquence (ou probabilité) dans laquelle un genre était mentionné dans une association eût été la même pour tous les genres. Cependant, les 1 635 mentions de « hardwood » et les seulement 16 mentions de « résineux » ont introduit un biais, car la fréquence dans laquelle un genre feuillu était mentionné comme une association était supérieure à celle d'un genre résineux. Les genres résineux étaient très souvent listés (il y avait seulement 496 mentions « mélangé » et quatre mentions « mélangé résineux ») sûrement parce qu'ils sont moins nombreux et conservent leurs aiguilles toute l'année, ce qui rend la comparaison entre le 19<sup>e</sup> siècle et la forêt actuelle beaucoup plus fiable.

Le seul écart qui semble démesuré entre le 19<sup>e</sup> siècle et l'actualité pour un genre résineux et celui de *Larix* (six fois moins fréquent et 21 fois moins abondant). Ces différences peuvent néanmoins être causées par un effort d'échantillonnage différent entre l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle et les inventaires forestiers actuels : le mélèze laricin préfère les dépôts organiques, qui avaient les mêmes chances d'être arpentées que n'importe quel autre dépôt, tandis qu'ils sont évités lors des inventaires forestiers décennaux car ils sont classés comme terrains forestiers improductifs. Nous observons cette même réponse pour le genre *Alnus*.

Tous les genres résineux ont souffert une diminution de l'ARM et de l'ARMP, ce qui se traduit par une diminution en surface terrière et cette diminution est souvent plus forte dans le sud (de trois fois et plus) que dans le nord (entre une et deux fois moins). Cependant, ce différentiel latitudinal pourrait être dû au biais que l'association « feuillus durs » a apporté, déjà mentionné plus haut. Les résineux présentant des cas particuliers sont le thuya de l'Est et les pins. Alors que la fréquence du Thuya de l'Est et son abondance ont diminué dans le sud, elles ont augmenté dans le nord. Ceci pourrait être dû au fait qu'il s'agissait d'une essence non récoltée pour les pâtes et papier, mais recherchée dans le sud, à proximité des endroits habités, pour la fabrication de bardeaux et de clôtures. Les pins ont la particularité d'être le seul genre résineux qui présente des diminutions très fortes et généralisées, autant de la fréquence que de l'abondance. Ceci démontre qu'il s'agissait d'une des essences les plus coupées en Outaouais et que cette diminution pourrait être encore plus importante si nous considérons que l'arpentage utilisé pour cette étude a eu lieu lorsque les coupes sélectives de pin blanc et rouge avaient déjà commencé.

Un résultat surprenant a été l'augmentation de l'ARMP pour tous les genres, sauf pour le genre *Acer*. Ceci pourrait être interprété comme une augmentation de la diversité en genres dans les peuplements (la surface terrière du peuplement est répartie entre plus de genres, ce qui fait diminuer la contribution relative de chacun) ou être dû à la différence de méthodologie entre l'arpentage de lignes des concessions forestières et l'inventaire forestier décennal. En effet, dans le 4<sup>e</sup> IDF en moyenne 3,9 genres sont listés par PÉ, tandis que dans l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle, cette moyenne est de 2,4. Le facteur de 1,6 entre ces deux mesures correspond, *grosso modo*, au facteur de diminution de l'ARMP entre le 19<sup>e</sup> et 21<sup>e</sup> siècles pour la plupart des genres. Il est fort probable, donc, que les arpenteurs ne listaient pas tous les genres présents, faisant omission des moins abondants.

Concernant les associations arborescentes, celles qui étaient les plus importantes au 19<sup>e</sup> siècle le sont encore aujourd'hui, ce sont : celles composées de sapin baumier et/ou épinettes et/ou bouleau et les peuplements de feuillus tolérants avec des érables et des

hêtres à grande feuilles. Ces deux derniers taxons devaient composer la grande partie des abondances de la majorité des mentions « feuillus durs », car ce sont les deux seuls genres ayant une distribution régionale qui ont subis des augmentations de fréquence et d'ARM très fortes, même exagérées, supérieures à huit fois. Les genres *Betula*, *Fraxinus* et *Populus* ont connu des augmentations plus modestes, ce qui nous amène à penser qu'ils n'étaient pas inclus dans la mention « feuillus durs », mais peut-être lorsque mélangés avec des résineux, étant le seul genre feuillu présent. Un autre indice est donné par le fait que la mention « feuillus durs » se concentre dans la moitié sud, zone où les érables et les hêtres à grandes feuilles sont plus abondants étant donné les conditions climatiques, tandis que les genres *Betula*, *Fraxinus* et *Populus*, de par leur écologie, ont une distribution plus uniforme dans la région.

Enfin, la force de changement n'a pas été uniforme dans la région. Le gradient d'altération, autant mesuré sur la base de la fréquence des genres que de l'ARM, est au plus fort dans l'extrémité sud-est de la région et s'estompe vers le nord-ouest, suivant les vallées de la Rivière des Outaouais et de la Rivière Gatineau. Ce gradient est visible autant avec les distances euclidiennes (tous genres confondus) qu'avec les facteurs de variation de la fréquence et de l'ARM par genre. Il correspond très bien à la durée de la période d'utilisation du territoire par l'homme, les zones altérées étant celles ayant été les premières à avoir été utilisées.

#### Les feuillus durs : un cas spécial

Comme nous avons discuté plus haut, la présence des certaines espèces ou genres feuillus dans les observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle est masquée par la mention « hardwood », présente dans 1 635 observations. Toutes les mentions « hardwood » proviennent de carnets d'arpentage en anglais et correspondaient aux citations « hardwood » ou « hardwood timber » (*Annexe 1 – Regroupement des appellations utilisées par les arpenteurs*), qui en français serait traduit comme « feuillus durs ». Elle pourrait inclure les érables, le hêtre à grandes feuilles, le bouleau jaune et d'autres feuillus moins fréquents comme les chênes, les frênes et l'ostryer de Virginie. En sachant que les érables et le hêtre à grandes feuilles sont les taxons qui ont expérimenté les croissances en fréquence (neuf fois plus pour les deux taxons) et en ARM (neuf fois plus pour les érables et huit fois plus pour le hêtre à grandes feuilles) les plus fortes lorsque les deux genres sont traités séparément, autant dans l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle que dans le 4<sup>e</sup> IFD, nous pourrions assumer qu'il s'agissait des taxons qui le plus souvent composaient la mention « hardwood », raison pour laquelle ils auraient été sous-estimés au 19<sup>e</sup> siècle.

Grossièrement, nous pouvons estimer la fréquence des érables et du hêtre à grandes feuilles au 19<sup>e</sup> siècle, si on suppose que toutes les mentions « hardwood » contenaient des érables et du hêtre à grande feuilles, en additionnant à leur nombre d'observations (721 et 219 respectivement) le nombre de mentions « hardwood » (1 635). La fréquence des érables serait de 25,4 % ( $\pm 0,4$  %) et celle du hêtre à grandes feuilles, de 20,0 % ( $\pm 0,4$  %).

### ***Conclusion : recommandations pour l'aménagement écosystémique de la forêt de l'Outaouais***

Les carnets d'arpentage sont, à notre avis, la source la plus ancienne d'information objective et systématique sur la composition forestière qui peut servir de balise à l'aménagement écosystémique. Des différentes mesures utilisées pour comparer la forêt du 19<sup>e</sup> siècle avec l'actuelle, celle qui utilise le plus grand nombre d'observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle est la proportion des types de couvert. Les changements des types de couvert en Outaouais sont détaillés (et confirmés) par les mesures de l'abondance relative moyenne par genre : une diminution des genres résineux (à l'exception de *Thuja* et de *Tsuga*) et une augmentation des feuillus (à l'exception d'*Ulmus* ; Tableau 10), mais en intensité différente selon le canton. Faisant l'équivalence entre l'ARM du 19<sup>e</sup> siècle et la surface terrière, la perte absolue la plus importante a été chez le genre *Pinus* (12,7 %), qui passe d'occuper 20,4 % de la surface terrière à seulement 7,7 % aujourd'hui.

Tableau 10. Résumé des changements de fréquence (F), abondance relative moyenne (ARM) et d'abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent (ARMP) pour les types de couvert et les genres.

	Sens du changement du 19 <sup>e</sup> siècle vers le présent <sup>a</sup>		
	F	ARM	ARMP
couvert			
Résineux	-	non évalué	non évalué
Mélangé	+ / - selon le seuil	non évalué	non évalué
Feuilleux	+	non évalué	non évalué
genre <sup>b</sup>			
<i>Abies</i>	+	-	-
<i>Betula</i>	+	+	-
« Feuillus durs »	+	+	-
<i>Fraxinus</i>	+	+	-
<i>Ostrya</i>	+	+	-
<i>Picea</i>	+	-	-
<i>Pinus</i>	-	-	-
<i>Populus</i>	+	+	-
<i>Prunus</i>	+	+	-
<i>Quercus</i>	+	+	-
<i>Thuja</i>	+	+	-
<i>Tilia</i>	+	+	=
<i>Tsuga</i>	+	+	-
<i>Ulmus</i>	+	=	-

<sup>a</sup> Le changement sont indiqués par : +, augmentation ; -, diminution ; =, aucun changement significatif.

<sup>b</sup> Les genres *Alnus* et *Larix* ont été omis à cause de leur sous-échantillonnage dans le 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal.

Les résultats obtenus dans cette étude ne reflètent pas de façon similaire les changements de composition subis par les essences résineuses que par les essences feuillues. Le principal inconvénient des CALCF est le manque de constance dans l'utilisation d'un même niveau taxonomique pour décrire la composition arborescente. Alors que les essences résineuses étaient très souvent listées au niveau du genre ou de l'espèce, les essences feuillues étaient souvent regroupées dans les mentions « hardwood » ou « mélangé ». Pour cette raison, nous considérons 1) plus fiables les résultats concernant les résineux et 2) que les valeurs

de fréquence et d'abondance relative moyenne pour les genres feuillus a 19<sup>e</sup> siècle ont été sous-estimées, principalement pour les genres feuillus peu abondants (*Fraxinus*, *Ostrya*, *Prunus*, *Quercus*, *Tilia* et *Ulmus*) qui pourraient facilement faire partie des mentions « hardwood » ou « mélangé ». Enfin, l'abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent a été aussi sous-estimée, et cela pour tous les genres, car les arpenteurs ne listaient pas tous les taxons présents dans leurs observations.

En général, la variation spatiotemporelle de la composition, des classes d'âge des peuplements (stades) et des perturbations anthropiques concorde avec l'historique forestier de la région : une colonisation commençant par le sud-est est suivant principalement, le long du 19<sup>e</sup> siècle, les vallées de la Rivière des Outaouais et de la Rivière Gatineau. Ce gradient est très similaire à celui détecté pour l'évaluation de la force des changements de végétation.

Nos résultats montrent qu'il est possible de décrire la forêt outaouaise du 19<sup>e</sup> siècle avec les CALCF. Cependant, les CALCF ne sont disponibles qu'à partir de 1840, moment où l'exploitation commerciale du pin blanc dans la région avait déjà commencé depuis quelques décennies. Ainsi, la forêt décrite dans cette étude ne correspond pas à la forêt vierge, mais aux moments du pic de l'exploitation des pins blanc et rouge, pendant les décennies de 1850, 1860 et 1870. Malgré les limitations des CALCF, il s'agit des documents les plus anciens décrivant la forêt de façon systématique et objective, antérieurs aux premiers inventaires forestiers et aux premières photographies aériennes. Les différentes mesures utilisées nous ont permis d'avoir une vision à l'échelle du paysage (fréquence, indice de fréquence par position d'énumération, abondance relative moyenne et type de couvert) et à l'échelle du peuplement (fréquence par position d'énumération lorsque le taxon est présent et abondance relative moyenne lorsque le taxon est présent). De plus, la spatialisation de ces mesures nous a permis d'identifier les cantons qui ont été les plus altérés par les activités forestières et qui devraient être prioritaires lors de la restauration écologique.

Avec cette étude nous avons distingué plusieurs éléments importants pour l'aménagement écosystémique. L'avantage d'avoir comparé la composition forestière du 19<sup>e</sup> siècle avec l'actuelle nous a permis, non seulement d'identifier ces enjeux, mais aussi de les quantifier, ce qui rend possible leur utilisation comme balises écologiques pour la conservation et la restauration des ressources ligneuses. Nous croyons qu'ils devraient faire partie de la liste d'enjeux écologiques à traiter dans le plan régional de développement intégré des ressources naturelles et du territoire de l'Outaouais :

1. Le genre *Pinus* est le genre résineux qui a subi la plus forte diminution autant de fréquence et que d'abondance dans la région. Il devrait être l'objet de restauration écologique dans la totalité de l'Outaouais. Sa fréquence dans le paysage devrait presque doubler et son abondance, augmenter de deux fois et demie.
2. Le sapin baumier et les épinettes n'ont pas connu de baisses de fréquence, mais leur abondance a diminué de façon similaire, quoique moins que celle des pins. Les trois genres se trouvaient souvent en mélange avec d'autres essences, ce qui incite au maintien des peuplements mélangés ou à la création de plantations mélangés ou d'enrichissement sous couvert dans les sites faisant l'objet de la réintroduction de ces essences. Il est donc important d'utiliser une sylviculture qui favorise le maintien des peuplements résineux et les résineux dans les peuplements mixtes. Il est aussi possible que la baisse en épinette soit associée avec une réduction de l'abondance en épinette rouge, une espèce actuellement peu représentée en Outaouais, et qui a été fortement exploitée et a fortement réduit en abondance dans d'autres régions du Québec.
3. L'importance des peuplements purs de pins (blanc ou rouge) et de hêtre à grandes feuilles. Ces essences devraient se présenter en formation pure autour de 14 % et 18 % des cas, respectivement, où elles sont présentes. Suivait la pruche de l'Est, qui était la seule espèce mentionnée dans 10 % des cas où elle était présente. Les autres essences se trouvaient très rarement en formation pure (sauf le mélèze laricin et les aulnes, à cause de leur prédilection pour les dépôts organiques, où la compétition avec d'autres espèces ligneuses est faible).
4. Le thuya de l'Est devrait faire aussi l'objet de restauration écologique, mais seulement dans certains cantons du quadrant sud-est de la région, où sa fréquence et son abondance devraient augmenter entre d'entre 5 % et 15 %, selon les cantons. La pruche de l'Est devrait aussi faire l'objet de restauration écologique mais seulement dans certains cantons, où l'on devrait la trouver en formation pure une fois sur dix.
5. La situation des genres feuillus pour lesquels nous pouvons porter un jugement fiable (*Betula*, *Fraxinus*, *Populus*) ne semble pas préoccupante, sauf pour la diminution ponctuelle en abondance dans certains cantons centraux et méridionaux pour les bouleaux (sûrement le bouleau jaune). Les peupliers sont devenus, en général, plus fréquents et abondants, surtout dans le sud, mais le plus frappant est le fait qu'ils

apparaissent aujourd'hui dans 50 cantons où ils n'étaient pas observés au 19<sup>e</sup> siècle, ce qui peut refléter l'ouverture du couvert causée par les coupes forestières.

6. L'enfeuillage du territoire est aussi constaté par l'augmentation en fréquence et en abondance relative moyenne des « feuillus durs », dans presque tous les cantons. L'apparition des « feuillus durs » dans quelques cantons septentrionaux prouverait que l'enfeuillage a eu également lieu dans les endroits qui n'ont été exploités que plus tardivement.
7. L'analyse de la différence en composition entre la végétation actuelle, telle que décrite par le 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal et celle décrite dans les CALCF montre un gradient d'altération de la composition diminuant du sud-est vers le nord-ouest, soit dans le même sens que le gradient temporel d'exploitation. Il serait donc plus important de prioriser la restauration écologique dans le sud-est ainsi que le long des rivières Gatineau et Outaouais.

## ***Annexes***

### Annexe 1 – Regroupement des appellations utilisées par les arpenteurs

Le besoin de regrouper les mentions des arpenteurs provient du fait que différents arpenteurs pouvaient utiliser des appellations différentes pour décrire une même entité. Le Tableau 11 liste seulement les appellations utilisées par les arpenteurs. Dans le cas des taxons, les équivalents du genre ou de l'espèce ont été attribués selon le recueil de noms vernaculaire des Hageman (1994).

Le long du rapport trois types de mentions de taxons apparaissent selon la précision dans l'identification des taxons par les arpenteurs. Si le nom de l'espèce au complet est donné (p. ex. sapin baumier), il s'agit de taxons pour lesquels les arpenteurs distinguaient l'espèce, ou ils nommaient un genre pour lequel il n'existe qu'une seule espèce en Outaouais. Si le nom du genre est donné au pluriel (p. ex. érables) il s'agit d'un regroupement de taxons du même genre dans lequel les arpenteurs mentionnaient parfois seulement le genre sans possibilité d'en distinguer l'espèce (p. ex. « Maple ») et quelques fois des espèces dudit genre (p.ex. « White maple »), mais où la fréquence dans laquelle l'espèce étaient mentionnée était tellement faible qu'il ne valait pas la peine de créer un regroupement pour elle seule. En troisième lieu, les genres donnés au singulier entre guillemets réfèrent aux taxons où seul le genre était nommé (p. ex. l'orme) ou aux taxons où l'espèce était si souvent distinguée qu'il valait la peine de créer un regroupement à part pour ces espèces (c'est le cas de « Pin » et de « Bouleau » lorsque les arpenteurs ne distinguaient pas les espèces).

Tableau 11. Regroupements des appellations utilisées par les arpenteurs.

	Appellations utilisées par les arpenteurs	Regroupement utilisé pour les analyses <sup>a</sup>
Taxons	Sapin, balsam, fir	Sapin baumier
	Épinette, épinette blanche, épinette noire, spruce, white spruce, black spruce, white wood	Épinettes
	Mélèze, épinette rouge, larch, tamarack	Mélèze laricin
	Cèdre, cedar	Thuya de l'Est
	Pin, pine, culled pine	« Pin »
	Pin blanc, pin jaune, white pine, yellow pine	Pin blanc
	Pin rouge, red pine, pitch pine, Norway pine	Pin rouge
	Cypress	Pin gris
	Pruche, hemlock	Pruche de l'Est
	Bouleau, birch, black birch	« Bouleau »
	Merisier rouge, yellow birch	Bouleau jaune
	White birch	Bouleau à papier
	Érable, maple, white maple, soft maple	Érables
	Hêtre, birch	Hêtre à grandes feuilles
	Tilleul, basswood	Tilleul d'Amérique
	Orme, elm	« Orme »
	Frêne, black ash, white ash	Frênes
	Peuplier, , poplar, white poplar	Peupliers
	Chêne, oak, red oak, black oak	Chênes
	Ironwood	Ostryer de Virginie
	Aulne, alder	« Aulne »
	Cherry	« Cerisier »
	Butternut	« Noyer »
Coudrier	« Noisetier »	
Mentions en anglais où on ne peut pas distinguer entre les graphies anglaises « birch » et « beech ».	« Birch-beech »	
Graphie illisible mais pour laquelle nous avons la certitude qu'il s'agit d'un taxon.	Illisible	
Association	Softwood	Résineux
	Bois vert, green timber, green wood	Bois vert
	Hardwood, hardwood timber	Hardwood
	Mixture, mixed timber, mixed timber, mixed wood, all kinds of wood, all kinds of timber	Mélangé

	Appellations utilisées par les arpenteurs	Regroupement utilisé pour les analyses <sup>a</sup>
	Mixed softwood	Mélangé résineux
	Mixed hardwood	Mélangé feuillu
	Pinède, pinery, pine knoll, pine ridge, pine grove	Pinède
	Cédrière, cedary, cedar swamp	Cédrière
	Epinetière, spruce swamp	Pessière
	Hemlock knoll, hemlock ridge	Prucheraie
	Maple grove, sugar bush	Érablière
	Beech ridge, beech grove	Hêtraie
	Sapinière, balsam grove	Sapinière
	Aulnaie, aulnière, aulnage, alder bush, alder swamp	Aulnaie
Stade	Swamp, swail, swale, boggy, dry swamp, wetland, pond, meadow	Dénudé humide
	Découvert	Dénudé sec
	Rabougris, bush, brush, brush wood, underbrush	Broussaille
	Peu de bois, scattering, open wood, no timber	Peu dense
	Dense, jeune petit bois, savane, scrubly, secondary growth	Jeune
	Grand bois, bois sec, large growth, grove (sans mention de taxon), timber, shanty timber, good timber	Mature
Perturbation	Windfall	Chablis
	Brûlé, vieux brûlé, burnt, old burnt	Brûlé
	Bûché, vieux bûché, souches, chantier, fallen timber, shanty, stumps	Coupe
	Occupé, champ, grange, ferme, étable, maison, camp indien, défriche, house, farm, fence, clearing, cleaning, Indian camp	Colonisation
	Sentier, sentier de portage, path, portage, road, timber road, shanty road, provisions road	Route
	Ligne, line (en excluant les lignes d'arpentage du même CACLF)	Arpentage précédent

<sup>a</sup> Genres et espèces attribués à partir des nom vernaculaires selon Hageman (1994).

Annexe 2 – Distribution du bâton brisé

La distribution du bâton brisé assigne une valeur d'abondance relative à chaque taxon en fonction du nombre de taxons présent dans l'observation et de la position ordinale de chacun (Tableau 12).

Tableau 12. Valeurs d'abondance relative (en pourcentage) selon la distribution du bâton brisé, utilisés dans les observations d'arpentage. Le maximum de taxons mentionnés dans une observation de CALCF est de neuf.

ordre	nombre de taxons								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 <sup>er</sup>	100	75,00	61,11	52,08	45,67	40,83	37,04	33,97	31,43
2 <sup>nd</sup>		25,00	27,78	27,08	25,67	24,17	22,76	21,47	20,32
3 <sup>e</sup>			11,11	14,58	15,67	15,83	15,61	15,22	14,77
4 <sup>e</sup>				6,25	9,00	10,68	10,85	11,06	11,06
5 <sup>e</sup>					4,00	6,11	7,28	7,93	8,28
6 <sup>e</sup>						2,78	4,42	5,43	6,06
7 <sup>e</sup>							2,04	3,35	4,21
8 <sup>e</sup>								1,56	2,62
9 <sup>e</sup>									1,23

Tiré de Frontier (1976).

## Annexes numériques

Base de données de Microsoft Access (version 2003 ; répertoire *MDB*)

1. Annexe3\_CALCFC.mdb

Tableaux décrivant chacun des carnets d'arpentage des limites des concessions forestières consultés.

2. Annexe4\_Description\_foret\_CALCFC.mdb

Tableaux avec les mesures utilisées pour décrire la forêt au 19<sup>e</sup> siècle à partir des carnets d'arpentage des limites des concessions forestières, pour l'Outaouais et par canton.

3. Annexe5\_Description\_foret\_4eIFD\_et\_comparaison.mdb

Tableaux avec les mesures utilisées pour décrire la forêt actuelle à partir du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal, pour l'Outaouais et par canton. Tableaux comparant la forêt du 19<sup>e</sup> siècle versus l'actuelle, pour l'Outaouais et par canton.

Chiffrier Microsoft Excel (version 2003 ; répertoire *XLS*)

1. n stades & perturb par decennie.xls

Tableaux croisés dynamiques pour la création des graphiques affichant les fréquences des stades de végétation et des perturbations, par décennie.

2. couvert CALCFC et 4e IFD.xls

Calcul de la proportion du type de couvert pour la forêt du 19<sup>e</sup> siècle et actuelle.

Shapefile (en projection NAD 83, MTM 9 ; répertoire *SHP*)

1. vertex\_segments\_CALCFC.shp (points)

Vertex des segments des lignes d'arpentage des limites des concessions forestières.

2. segments\_CALCFC.shp (lignes)

Segments des lignes d'arpentage des limites des concessions forestières.

## Références

- Bormann, F.H., Likens, G.E. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer Verlag, New York. 262 p.
- Bouffard, D., Doyon, F., Forget, E. 2003. Historique et dynamisme écologique de la végétation forestière de la réserve faunique Rouge-Matawin de 1930 à nos jours. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Qc. Rapport technique, 75 p + annexes
- Brisson, J., Bouchard, A. 2003. In the past two centuries, human activities have caused major changes in the tree species composition of southern Quebec, Canada. *Ecoscience* **10**(2): 236-246
- Direction des inventaires forestiers. 2008. Normes d'inventaire forestier – Placettes-échantillons permanentes. Forêt Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.
- Doyon, F., Bouffard, D. 2009. Reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier de l'UAF 64-51 au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique, 84 p. + 9 Annexes
- Dupuis, S. 2009. Reconstitution de la composition des forêts préindustrielles du sud-est du Québec à partir des archives d'arpentage (1846-1949). Mémoire M.Sc., Département de biologie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Qc
- Fall, A., Fortin, M.-J., Kneeshaw, D.D., Yamasaki, S.H., Messier, C., Bouthillier, L., Smyth, C. 2004. Consequences of various landscape-scale ecosystem management strategies and fire cycles on age-class structure and harvest in boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research* **34**: 310-322 doi: 10.1139/X03-143
- Frontier, S. 1976. Decrease of eigenvalues in principal component analysis - comparison with broken stick model. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology* **25**(1): 67-75
- Gaudreau, G. 1988. L'exploitation des forêts publiques au Québec (1874-1905) : transition et nouvel essor. *Revue d'histoire de l'Amérique française* **42**(1): 3-26
- Gaudreau, G. 1990. Le développement des activités forestières en Ontario (1855-1900) : une prise de vue quantitative. *Revue du Nouvel-Ontario* **12**: 65-90
- Gaudreau, G. 1999. Les récoltes des forêts publiques au Québec et en Ontario 1840-1900. McGill-Queens University Press. 178 p.
- Gaffield, C. 1994. Histoire de l'Outaouais. (Les régions du Québec ; 6). Institut québécois de la recherche sur la culture. ISBN 2-89224-240-1, 876 p.
- Hageman, C. 1994. Nomenclature des arbres et arbustes du Québec. Mémoire M.Sc. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Qc. 157 p.

- Mauri Ortuno, E. 2010. Modélisation de la distribution précoloniale du pin blanc en Moyenne-Mauricie à partir des carnets d'arpentage. Mémoire M.Sc., Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec, Qc. 89 p.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 2009. 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal. Gouvernement du Québec.
- Nolet, P., Forget, É., Bouffard, D. et Doyon, F. 2001. Reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier du bassin de La Lièvre au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Qc. Rapport technique, 114 p.
- Robitaille, A. et Saucier, J.-P. 1998. Paysages régionaux du Québec méridional. Les publications du Québec, Sainte-Foy, Qc. 213 p.
- Scull, P. et Richardson, J.L. 2007. A method to use ranked timber observations to perform forest composition reconstruction from land survey data. *American Midland Naturalist* **158**(2): 446-460