

**La détermination des enjeux écologiques  
régionaux liés à la mise en œuvre de  
l'aménagement écosystémique sur le  
territoire des unités d'aménagement  
forestier (UAF) 62-52 & 62-51**

*Document 2*

Rapport technique  
préparé par

**Marie-Eve Roy, M.Sc.  
Vincent McCullough, ing.f., M.Sc.  
Frédéric Doyon, ing.f., Ph.D.  
Eduard Mauri Ortuno, M.Sc.**



INSTITUT QUÉBÉCOIS D'AMÉNAGEMENT  
DE LA FORÊT FEUILLUE

Pour

TAG

Décembre 2010

## Document 2 : La détermination des enjeux écologiques régionaux liés à la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique sur le territoire des unités d'aménagement forestier (UAF) 62-52 & 62-51 : *enjeux écologiques, évaluation des écarts et pistes de solutions liées à l'aménagement écosystémique du territoire de la forêt Lanaudoise*

### Lexique

UAF = Unité d'aménagement forestier 062-51 et 062-52

Érablière à bouleau jaune de l'Est = 3C

Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest = 4C

**Équipe de rédaction :** Marie-Ève Roy\*, M. Sc.

Vincent McCullough\*, ing.f., M.Sc.

Eduard Mauri Ortuno\*, M.Sc.

**Coordonnateur scientifique :** Frédéric Doyon\* et \*\*, ing.f., Ph.D.

\* 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](mailto:iqaff@iqaff.qc.ca)

Site internet : [www.iqaff.qc.ca](http://www.iqaff.qc.ca)

\*\* Université du Québec en Outaouais

283 boulevard Alexandre-Taché, Gatineau, Québec, J9A 1L8

### Citation suggérée :

Roy, M-È., V. McCullough, E. Mauri Ortuno et F. Doyon. 2010. La détermination des enjeux écologiques régionaux liés à la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique sur le territoire des unités d'aménagement forestier (UAF) 62-52 & 62-51. Rapport technique. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue. 67 p. et annexes.

### À noter

Le présent document découle du Document 1 : *Portrait historique de Lanaudière pour les UAFs 62-51 et 62-52 (Roy et al, en cours)*. Afin de mieux saisir les données historiques

présentes dans le document, il est fortement conseillé de se référer au document énoncé ci-haut.

## **Remerciements**

Les auteurs souhaitent remercier Régis Pouliot et Julie Poirier pour leur contribution dans ce projet. Nous aimerions aussi témoigner notre reconnaissance à tous les intervenants ayant participé aux rencontres pour leur précieuse collaboration, notamment Jean-François Béland, Louis Ménard et David Marmen Vallée.

## Résumé

Le présent rapport fait suite au document intitulé Portrait historique de Lanaudière pour les UAFs 062-51 et 062-52 et vise à identifier les enjeux écologiques en lien avec l'aménagement écosystémique du territoire. Il permet de documenter l'état actuel des forêts quant aux caractéristiques liées aux six enjeux écologiques et l'écart observé entre les valeurs historiques et les données actuelles. Différentes analyses ont permis d'identifier des écarts importants pour chacun des enjeux.

La diminution de la proportion de forêts mûres et surannées dans le paysage a été identifiée comme un enjeu majeur, notamment avec les forêts résineuses. Les analyses ont permis d'estimer entre 19% et 21% la diminution des forêts mûres selon les différents territoires. À noter que les peuplements en régénération ont grandement augmenté dans ces mêmes territoires comparativement à la forêt préindustrielle.

La raréfaction de certaines formes de bois mort n'a pu être analysée adéquatement, vu le manque d'informations actuelles. Mais on estime que plusieurs rotations de coupes partielles successives pourraient avoir un effet négatif sur cet enjeu.

En ce qui a trait à la simplification de la structure des peuplements, on remarque à l'échelle du paysage une diminution de la surface terrière moyenne, notamment pour le couvert résineux (moyenne de 16 m<sup>2</sup>/ha pour un des 2 territoires à l'étude). Le modèle historique laisse quant à lui entrevoir des surfaces terrières beaucoup plus élevées pour la forêt préindustrielle. À l'échelle du peuplement, la courbe de distribution par classe de diamètre des forêts actuelles diverge en comparaison avec celle d'anciennes forêts. En effet, on retrouve plus de tiges de petits diamètres et un déficit dans les gros diamètres (plus de 40 cm au DHP) dans les forêts actuelles. La proportion de parcelles de forêts avec une structure semblable à une forêt ancienne, selon le triangle des structures, est de 4% et 17% selon le territoire à l'étude.

Concernant l'enjeu de la composition au niveau des types de couvert, on observe une baisse importante des résineux (RA et RS) et une augmentation des feuillus (FT et FI). Les essences résineuses longévives (pins, pruches, cèdres et épinettes) ont diminué comparativement aux érables, aux peupliers et aux bouleaux blancs qui ont augmenté. L'historique des changements de compositions a été fait afin de voir à quand remontent ces variations, et quelles sont les tendances des 40 dernières années. On observe d'une part que les peuplements mixtes ont grandement fluctué selon les périodes, mais d'autre part que les peuplements résineux ont constamment diminué dans le temps. De plus, l'évolution de peuplement (parcelles de remesure et comparaison des mêmes peuplements après 40 ans) et l'analyse de cohabitation des essences et groupements d'essences ont permis de constater une diminution de la diversité des groupements d'essences, ainsi que la disparition de pinèdes, cédrières et prûcheraies (ainsi que la diminution de pessières). La comparaison de la végétation sur les différentes classes de pentes, type de dépôts de surface et classes de drainage a permis d'observer quelles sont les principales différences entre les données actuelles et historiques.

La modification de l'organisation spatiale regroupe l'ensemble des problématiques liées à la fragmentation et la connectivité au niveau du paysage. On remarque une baisse importante de forêts d'intérieur dans les 2 territoires. De plus, l'analyse de la répartition et la connectivité

des massifs de forêts mûres et surannées par type de couvert montre que cette problématique est très importante au niveau des résineux. Finalement, une analyse de la faune et de la flore a été réalisée en fonction de leur besoins en termes de caractéristiques forestières précises ainsi que les IQH, afin d'évaluer les situations préoccupantes.

## Table des matières

Lexique.....	ii
Citation suggérée :.....	ii
À noter.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé.....	iv
1. Portrait actuel et identification des écarts selon les enjeux écologiques.....	10
Proportion de forêts mûres et surannées.....	10
1.2. Raréfaction de certaines formes de bois mort.....	13
1.3. Structures internes des peuplements.....	15
1.3.1. <i>Classe de surface terrière</i> .....	16
1.3.2.1 <i>La surface terrière par type de couvert</i> .....	17
1.3.2. <i>Classe de diamètre</i> .....	19
1.3.3. <i>Triangle des structures</i> .....	21
1.4 Composition.....	25
1.4.1 <i>Type de couvert</i> .....	25
1.4.2. <i>Type forestier</i> .....	26
1.4.3. <i>Différentes essences</i> .....	31
1.5. Organisation spatiale des forêts.....	44
Répartition spatiale des massifs mûrs et surannés.....	46
Recommandations.....	49
1.6. Espèces fauniques et floristiques.....	51
1.6.1. <i>En lien avec la diminution des forêts mûres et surannées</i> .....	53
1.6.2. <i>En lien avec la raréfaction de certaines formes de bois mort</i> .....	53
1.6.3. <i>En lien avec la modification des structures internes des peuplements</i> .....	54
1.6.4 <i>En lien avec la composition forestière</i> .....	54
1.6.5. <i>En lien avec l'organisation spatiale des forêts</i> .....	54
1.6.6. <i>Indice de qualité de l'habitat</i> .....	55
1.6.7. <i>Espèces végétales ou animales préoccupantes ; établissement d'un filtre fin</i> .....	56
2. Identification des enjeux prioritaires.....	58
2.1 Première démarche : Consultation préliminaire.....	58
2.2 Deuxième démarche : Priorisation des enjeux selon des barèmes.....	59
2.2.1. <i>Détermination des barèmes</i> .....	59
2.2.2. <i>Détermination des cibles</i> .....	60
2.2.3. <i>Les enjeux à l'échelle du paysage</i> .....	60
2.2.4. <i>Les enjeux à l'échelle du peuplement</i> .....	64
3. Recommandations des pistes de solutions à envisager pour diminuer les écarts.....	67
3.1. Stratégies au niveau du paysage : Stratégie d'aménagement envisagée.....	67
3.2. Les stratégies au niveau du peuplement : Stratégie sylvicole proposée.....	69
4. Discussion générale.....	70
4.1. Pour un aménagement écosystémique.....	70
Conclusion.....	70
Références.....	72

## Liste des tableaux

Tableau 1. Correspondance entre les stades de développement et les classes d'âge du 4 <sup>e</sup> inventaire forestier décennal (IFD). .....	10
Tableau 2. Proportion de la superficie forestière par stade de développement pendant la première moitié du 20 <sup>e</sup> siècle et comparaison avec les données actuelles des UAFs 062-51 et 062-52 . .....	11
Tableau 3. Estimation de la proportion de forêts mûres et surannées selon le type de couvert et évaluation des écarts entre les données historiques et les données actuelles par région écologique pour les 2 UAFs.....	13
Tableau 4 Écarts observés selon les quantités de bois morts de forêts anciennes et de forêts aménagées selon les régions écologiques et les UAFs 062-51 et 062-52. ....	13
Tableau 5 Présentation des écarts entre les valeurs historiques théoriques du pourcentage de la superficie forestière productive par classe de surface terrière et les valeurs actuelles par région écologique selon les UAFs.....	16
Tableau 6 Résumé des écarts entre les valeurs théoriques historiques de la moyenne de la surface terrière et les valeurs actuelles par région écologique selon les UAFs.....	19
Tableau 7 Nombre moyen de tiges/ha par classes de diamètre DHP (cm), pour des forêts anciennes (principalement des peuplements de type érablière avec FT), les valeurs actuelles des deux UAFs et l'écart entre la moyenne pour les forêts anciennes et la moyenne pour les forêts actuelles.....	20
Tableau 8 Évaluation des écarts entre la distribution du nombre de tiges à l'hectare de forêts anciennes et de forêts aménagées selon les classes de DHP. ....	20
Tableau 9 Résumé des résultats et écarts entre les valeurs historiques et les valeurs actuelles pour la distribution des classes de DHP des tiges et l'analyse du triangle des structures par UAF. ....	24
Tableau 10 Proportion de la superficie forestière productive par type de couvert pour la forêt préindustrielle et la forêt actuelle, selon les régions écologiques et les UAFs.....	25
Tableau 11 Évaluation des écarts selon la composition des couverts forestiers entre les études historiques et les valeurs actuelles observées par UAF.....	26
Tableau 12 Proportion de la superficie forestière productive (%) par type forestier selon les régions écologies et les UAFs. ....	27
Tableau 13 Résumé du pourcentage de la superficie forestière occupée par les différents types forestiers pour les valeurs historiques et les valeurs actuelles.....	30
Tableau 14 Fréquence en % et abondance relative moyenne en % de différentes essences (ou genres) dans le paysage au 19 <sup>ième</sup> siècle et au 21 <sup>ième</sup> siècle. ....	33
Tableau 15 Écart (et différence significative) de la fréquence en % et de abondance relative moyenne en % de différentes essences (ou genres) entre le 19 <sup>ième</sup> siècle et le 21 <sup>ième</sup> siècle.....	35
Tableau 16 Pourcentage des 250 placettes (remesure) où l'espèce (genre) fut 1) absente durant toute la période, 2) fut présente (augmentation, diminution ou égal) et 3) si elle est apparue ou 4) disparue, avec les données de remesure des mêmes placettes .....	37
Tableau 17 Comparaison de l'abondance relative dans le paysage des différents groupements d'essences entre les données historiques et les données actuelles.....	40
Tableau 18 Résumé des écarts entre les valeurs historiques et les valeurs actuelles pour les indicateurs de l'organisation spatiale des forêts ; le pourcentage de forêts d'intérieur et la connectivité des peuplements mûrs et surannés, par type de couvert pour les UAFs 062-51 et 062-52.....	51
Tableau 19 Espèces animales clés présentent dans Lanaudière avec leur indice de qualité d'habitat (IQH). ....	56
Tableau 20. Quelques espèces fauniques et floristiques menacées ou vulnérables associées au milieu forestier pour la région de Lanaudière : * Présence certaine dans l'UAF 062-51 : ** Présence certaine dans l'UAF 062-52.....	56
Tableau 21 Priorisation des enjeux selon les barèmes pour chaque indicateur des enjeux à l'échelle du paysage. ....	60
Tableau 22 Priorisation des enjeux selon les barèmes pour chaque indicateur des enjeux à l'échelle du peuplement. ....	64

## Liste des Figures

Figure 1. Moyenne du pourcentage de la superficie productive par stade de développement (régénération, jeune et mature) pour les données actuelles et les données historiques par régions écologiques pour les 2 UAFs à l'étude 062-51 et 062-52. ....	12
Figure 2. Estimation du pourcentage de la superficie productive en forêt mûres et surannées par type de couvert (feuillus, mixtes et résineux) pour les données actuelles et les données historiques par régions écologiques pour les 2 UAFs à l'étude 062-51 et 062-52. ....	13
Figure 3 Comparaison des quantités de bois mort entre des forêts anciennes et des forêts aménagées selon les régions écologiques et les UAFs 062-51 et 062-52. ....	15
Figure 4 Comparaison des quantités de bois morts entre des forêts anciennes et des forêts aménagées selon des études dans le Nord-Est américain. ....	17
Figure 6 Comparaison des distributions des classes de surfaces terrières entre une distribution théorique et une distribution actuelle selon les régions écologiques et les UAFs ....	18
Figure 7 Importance relative de la superficie dans les différences classes de surface terrière dans l'UAF 062-51, pour les différents types de couverts.....	19
Figure 8 Importance relative de la superficie dans les différences classes de surface terrière dans l'UAF 062-52, pour les différents types de couvert. ....	19
Figure 9 Distribution des classes de diamètre DHP (cm) avec en y le nombre moyen de tiges/ha et l'écart type, pour des forêts anciennes (principalement des peuplements de type érablière avec FT) et les valeurs actuelles des 2 UAFs.. ....	21
Figure 10 Comparaison de la distribution moyenne du nombre de tiges à l'hectare selon les classes de DHP de placettes provenant de forêts jardinées et d'anciennes forêts en Outaouais.....	22
Figure 11 Triangle des structures qui représente les différentes placettes : les forêts repères ou anciennes, les placettes de l'UAF 062-51 avant (avc) et après (apc) coupe partielle et les placettes de l'UAF 062-52 avant (avc) et après (apc) coupe partielle. ....	23
Figure 12 Triangle des structures qui représente les différentes placettes : les forêts repères ou anciennes, les placettes de l'UAF 062-52 avant (avc) et après (apc) coupe partielle.....	24
Figure 13 Triangle des structures qui représente les différentes placettes : les forêts repères ou anciennes, les placettes de l'UAF 062-51 avant (avc) et après (apc) coupe partielle.....	24
Figure 14 Estimation de la proportion de la superficie forestière productive par type de couvert pour la forêt préindustrielle (moyenne des différentes études historiques) et la forêt actuelle par UAFs. ....	27
Figure 15 Localisation des différents types forestiers actuels pour le territoire à l'étude. ....	28
Figure 16. Pourcentage de la superficie forestière productive par type forestier pour les valeurs historiques et les valeurs actuelles selon les UAFs ....	30
Figure 17 Proportions des regroupements des dépôts de surface dans les 2 614 observations d'arpentage du 19e siècle en Moyenne-Mauricie (P19, IC de 95 %) et dans les UAF 62-51 et 62-52 (P21). ....	33
Figure 18 Proportions des classes de pente dans les 2 614 observations d'arpentage du 19e siècle en Moyenne-Mauricie (P19, IC de 95 %) et dans les UAF 62-51 et 62-52 (P21). ....	33
Figure 19. Représentation des différents types de dépôts dans le paysage et des groupements d'essences qui les occupent actuellement. ....	43
Figure 20 Représentation des différentes classes de pente dans le paysage et des groupements d'essences qui les occupent actuellement.....	44
Figure 21 Comparaison entre les données actuelles et les données historiques sur les types de dépôt qu'occupe un groupement d'essences (%). ....	45
Figure 22 Comparaison entre les données actuelles et les données historiques sur les classes de pente qu'occupe un groupement d'essences (%). ....	45
Figure 23 Répartition spatiale de la surface terrière dans l'UAF 62-51.....	46
Figure 24 Répartition spatiale de la surface terrière dans l'UAF 62-52.....	47
Figure 25. Répartition spatiale des peuplements mûrs et surannés dans l'UAF 62-51. ....	48

Figure 26. Répartition spatiale des peuplements surannés dans l'UAF 62-51. ....	49
Figure 27 Répartition spatiale des peuplements mûrs et surannés dans l'UAF 62-52. ....	50
Figure 28 Répartition spatiale des peuplements surannés dans l'UAF 62-52. ....	50
Figure 29 Superficie occupée par les forêts d'intérieures (en hectare) selon la taille de ces forêts divisée en différentes classes pour l'UAF 062-51 et pour l'UAF 062-52. ....	51
Figure 30 Comparaison entre les données actuelles et les données historiques (estimés) de la superficie occupée par les forêts d'intérieures (en hectare) par type de couvert pour l'UAF 062-51 et pour l'UAF 062-52. ....	52
Figure 31 Moyenne de la répartition des montants d'argent investi par enjeux écologiques. ....	59
Figure 32. Proportions des classes de drainage dans les 2 614 observations d'arpentage du 19e siècle en Moyenne-Mauricie (P19, IC de 95 %) et dans les UAF 62-51 et 62-52 (P21). ....	75

## 1. Portrait actuel et identification des écarts selon les enjeux écologiques

Afin d'identifier les écarts observés entre les études historiques et l'état actuel des UAFs divisées selon les régions écologiques, les figures utilisées dans le document 1 du Portrait historique de Lanaudière pour les UAFs 62-51 et 62-52 (Roy *et al.* 2010) seront reprises et modifiées en ajoutant les valeurs associées à l'état actuel propre à chaque enjeu. Les valeurs actuelles ont donc été ajoutées aux figures selon les données disponibles divisées selon la région écologique et l'UAF. Les données proviennent majoritairement des plans généraux d'aménagement forestier 2008-2013 des UAFs 62-51 et 62-52 (PGAF) ainsi que de l'inventaire écoforestier du quatrième décennal (MRNF2008a, MRNF2008b) qui ont été analysés selon les deux régions écologiques. La caractérisation actuelle de certains enjeux n'étant pas décrite dans les PGAFs et l'inventaire forestier, elle a été tirée de documents scientifiques provenant de sources variées qui ne proviennent pas nécessairement de la région étudiée.

La majorité des figures présentées permettent d'observer la variation selon les différentes études historiques. Pour chaque indicateur, on identifiera une valeur critique faisant référence à une étude historique spécifique qui détermine la valeur avec laquelle la comparaison actuelle sera réalisée. D'autres seuils sont présents dans les indicateurs qui font références aux valeurs actuelles selon les UAFs et selon la région écologique. Un tableau sera intégré pour chaque enjeu, permettant d'identifier les valeurs historiques, actuelles et l'écart observé.

### Proportion de forêts mûres et surannées

Le stade de développement de certaines études historiques n'était probablement pas représentatif du niveau précolonial puisque plusieurs perturbations anthropiques avaient déjà altéré le paysage. Ces informations se trouvent à la section 5.1 du document 1 (Roy *et al.* 2010). Ainsi, les études ayant sélectionné les paysages moins perturbés par l'homme sont représentées au tableau 2. Cette analyse théorique basée sur la récurrence des différents éléments du régime de perturbations naturelles indique que la proportion de peuplements « Vieux » dans le paysage préindustriel devait être d'environ 74 %. Pour décrire la forêt actuelle, les mêmes stades de développement ont été attribués aux classes d'âges des polygones écoforestiers (Tableau 1) du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal.

**Tableau 1. Correspondance entre les stades de développement et les classes d'âge du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal (IFD).**

Stades de développement	Classes d'âge du 4 <sup>e</sup> IFD
En régénération (0 à 20 ans)	Nul, 10
Jeune (21 à 60 ans)	30, 3030, 3050, 3070, 3090, 30120, 50, 5030, 5050, 5070, 5090, 50120
Mature et suranné (61 ans et plus)	JIN, 70, 7030, 7050, 7070, 7090, 70120, 90, 9030, 9050, 9070, VIN, 120, 12030, 12050, 12070, 12090
Pour le calcul de la proportion de 90ans et plus	90, 9030, 9050, 9070, VIN, 120, 12030, 12050, 12070, 12090

En somme, la proportion des peuplements mûrs et surannés était toujours plus importante dans le passé qu'aujourd'hui (section 5.1 du document 1 et Tableau 2). Aussi, peu importe la

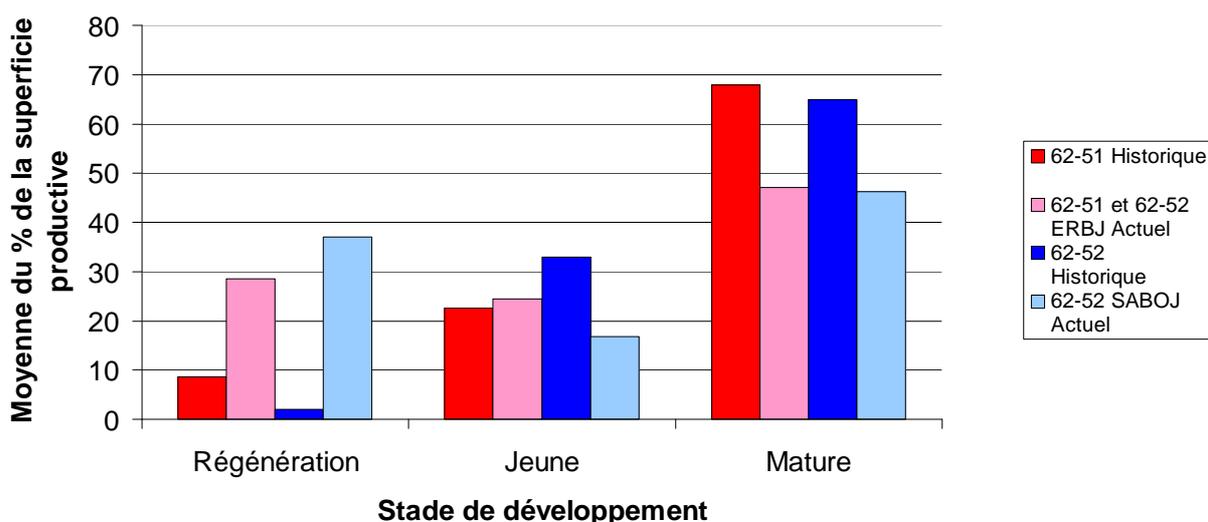
source d'information, les peuplements en régénération étaient moins abondants qu'aujourd'hui (section 5.1 du document 1 et Tableau 2).

**Tableau 2. Proportion de la superficie forestière par stade de développement pendant la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle et comparaison avec les données actuelles des UAFs 062-51 et 062-52 .**

Le stade suranné est absent dans certaines études, le stade mature regroupe les deux sans distinction sauf quand la distinction était possible. Sources : 1 : IFH 3c (1921-1930) : Barrette et Bélanger (2007) ; 2 : IFH 4c (1946-1957) : Alvarez (2009) ; Analyse théorique basée sur la récurrence : Forget 2009. ERBJ : érablière à bouleau jaune. SABOJ : sapinière à bouleau jaune. Les écarts correspondent à la différence entre la valeur moyenne des références historiques et la valeur actuelle par régions écologiques.

# Référence	Région écologique	Régénératio n (%)	Jeune (%)	Mûr et suranné (%)	90 ans et plus ou Vin (%) (aussi inclus dans mûr et suranné)	
Forget 2009 1	ERBJ	7.1	18.3	74.6		
	ERBJ est	10	27	62		
	<b>Moyenne</b>	8.6	22.6	68		
062-51	ERBJ est	26.8	23.3	49.9	18.3	
062-52	ERBJ est	41.4	31.9	26.7	12.7	
<b>Total (ha)</b>	ERBJ est	28.6	24.4	47		
<b>Écart</b>		20	1.8	<b>-21</b>		
2	SABOJ	2	33	65	34	
	062-52	SABOJ	37	16.8	46.2	16.6
	<b>Écart</b>	35	<b>-16.2</b>	<b>-18.8</b>	<b>-17.4</b>	

Dans la sapinière à bouleau jaune (région écologique 4c), les peuplements en régénération étaient beaucoup moins abondants qu'aujourd'hui (de 2 à 37%), tout comme dans l'érablière à bouleau jaune (région écologique 3c) (de 8.6 à 28.6%) (Figure 1). Par contre, les peuplements mûrs et surannés, beaucoup moins présents aujourd'hui, ont subi une baisse de 19 et 21 % respectivement pour les deux UAFs, par rapport au pourcentage de superficie productive dans cette classe d'âge (Figure 1). En général, la forêt actuelle présente une surabondance de peuplements en régénération, et les peuplements surannés y sont beaucoup moins présents (Figure 1).



**Figure 1. Moyenne du pourcentage de la superficie productive par stade de développement (régénération, jeune et mature) pour les données actuelles et les données historiques par régions écologiques pour les 2 UAFs à l'étude 062-51 et 062-52. ERBJ : érablière à bouleau jaune. SABOJ : sapinière à bouleau jaune. Les critères de classification par stade de développement sont les mêmes qu'au tableau 1.**

Il est important de mentionner que l'indicateur de stade de développement ne peut pas être utilisé seul afin de décrire la proportion de forêts mûres et surannées. D'autres facteurs autres que l'âge moyen doivent être considérés afin de déterminer la vraie proportion de forêts anciennes. Plusieurs caractéristiques comme la distribution des classes de diamètre (section 1.3), la quantité et la grosseur des bois morts (section 1.2), la variété d'essences d'arbres dans le couvert (1.4) sont tous des aspects permettant de définir une forêt mûre et surannée.

La télédétection pourrait être une avenue prometteuse afin d'identifier plusieurs caractéristiques de vieilles forêts (McCullough *et al.* 2008; Gadallah, non-publié).

Les forêts mûres et surannées ne sont pas réparties aléatoirement selon les types de couvert (Figure 2). La comparaison entre les valeurs dites historiques et les valeurs actuelles montre une diminution très importante de forêt mûres et surannées résineuses dans le paysage pour les deux UAFs à l'étude (de 27 à 5% et de 24 à 6%) (Tableau 3). Ainsi, au niveau du paysage, il ne reste qu'environ le cinquième de ce qu'étaient historiquement comme forêts mûres et surannées résineuses. Cette situation est encore plus critique si l'on considère les forêts surannées. Une perte importante de biodiversité et d'habitats fauniques et floristiques (ex. Martre d'Amérique ; Section 1.6) risque d'être associée à cette diminution. Bien que moins dramatique, les peuplements mûrs et surannés mixtes ont aussi diminué d'environ 7 % dans le paysage (Figure 2 et Tableau 3).

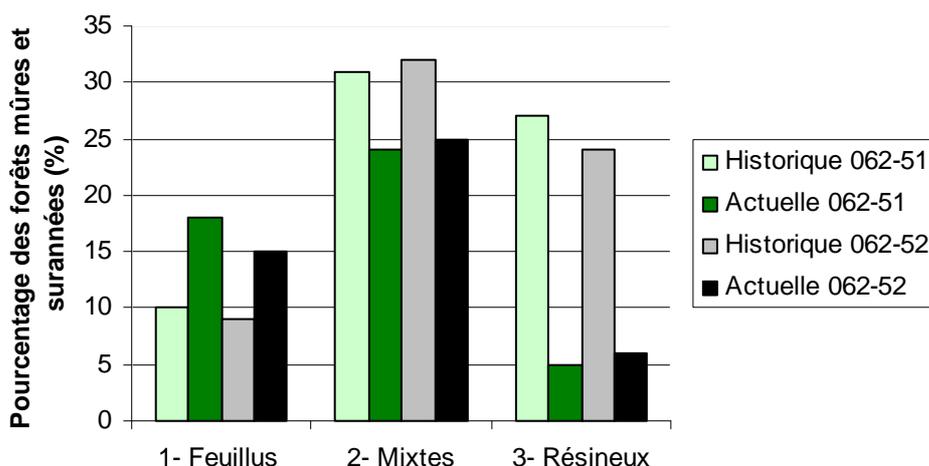


Figure 2. Estimation du pourcentage de la superficie productive en forêt mûres et surannées par type de couvert (feuillus, mixtes et résineux) pour les données actuelles et les données historiques par régions écologiques pour les 2 UAFs à l'étude 062-51 et 062-52.

À noter que l'UAF 062-51 et environ 10% de l'UAF 062-52 sont dans l'érablière à bouleau jaune, tandis que le reste de l'UAF 062-52 fait partie de la sapinière à bouleau jaune. Cette estimation ne tient pas compte des différences de classe d'âge selon les types de couverts pour les données historiques (simplement le taux de forêt mûre et surannée répartie selon le pourcentage du type de couvert de la forêt historique dans Lanaudière).

**Tableau 3. Estimation de la proportion de forêts mûres et surannées selon le type de couvert et évaluation des écarts entre les données historiques et les données actuelles par région écologique pour les 2 UAFs.**  
 À noter que l'UAF 062-51 et environ 10% de l'UAF 062-52 sont dans l'érablière à bouleau jaune, tandis que le reste de l'UAF 062-52 fait partie de la sapinière à bouleau jaune. Cette estimation ne tient pas compte des différences de classe d'âge selon les types de couverts pour les données historiques (simplement le taux de forêt mûre et surannée répartie selon le pourcentage du type de couvert de la forêt historique dans Lanaudière).

Indicateurs	Valeurs historiques (moyenne) 062-51			Valeurs historiques (moyenne) 062-52		
	Valeurs historiques (moyenne) 062-51	Valeurs actuelles 062-51	Écart	Valeurs historiques (moyenne) 062-52	Valeurs actuelles 062-52	Écart
<b>Total</b>	68%	47%	- 21%	65%	46%	- 19%
<b>1- Feuillus</b>	10%	18%	+ 8%	9%	15%	+ 6%
<b>2- Mixtes</b>	31%	24%	- 7%	32%	25%	- 7%
<b>3- Résineux</b>	27%	5%	- 22%	24%	6%	- 18%

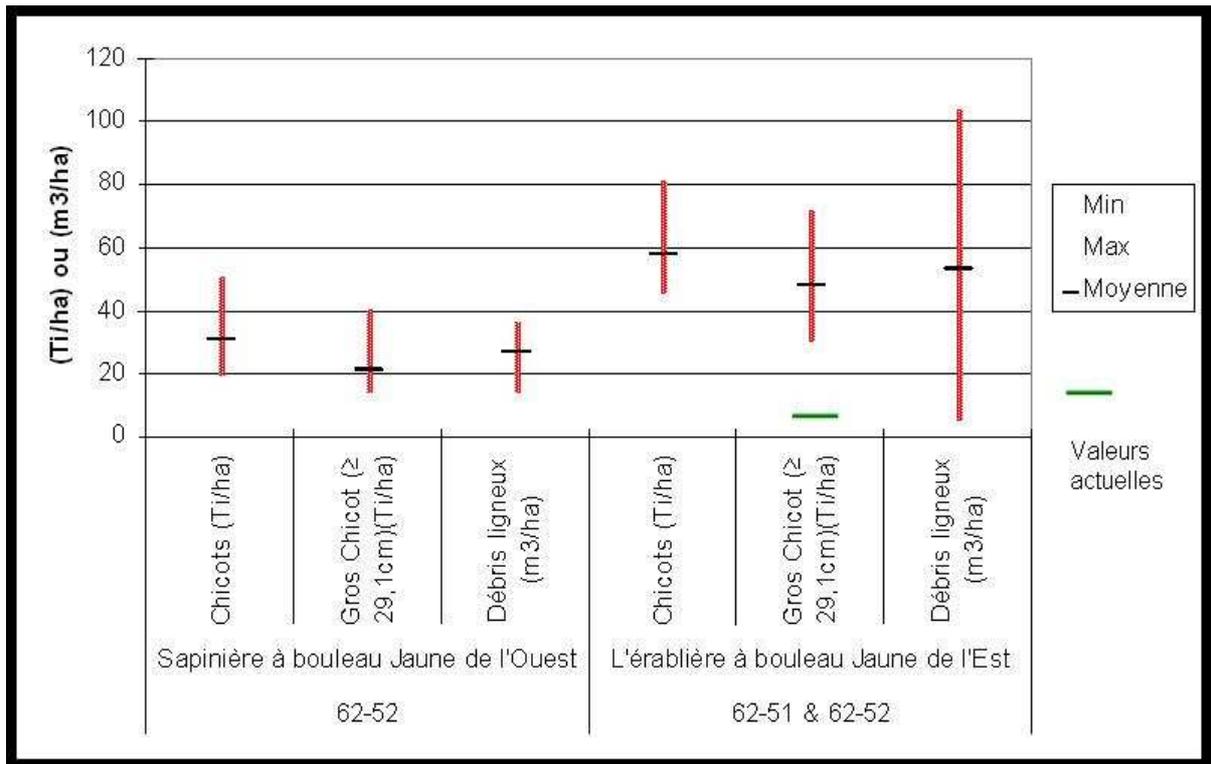
## 1.2. Raréfaction de certaines formes de bois mort

*La majorité des données utilisées dans cette section proviennent du document du MRNF (2009) sur L'enjeu écologique du bois mort - Complément au Guide pour la description des principaux enjeux écologiques dans les plans régionaux de développement intégré des ressources du territoire (Angers 2009). Seule une sélection d'études provenant des régions écologiques ciblées ont été retenues.*

Trois types de bois morts ont été sélectionnés selon les données disponibles afin d'évaluer les écarts : la quantité de chicots à l'hectare, la quantité de gros chicots et la quantité de débris ligneux au sol. Aucune données actuelles de bois morts associée aux peuplements jardinées n'ont été inscrites du côté de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest, ces données étant limitées à l'érablière à bouleau jaune de l'est (Tableau 4). On observe une diminution importante des gros chicots dans l'érablière à bouleau jaune (3c) (Figure 3).

**Tableau 4 Écarts observés selon les quantités de bois morts de forêts anciennes et de forêts aménagées selon les régions écologiques et les UAFs 062-51 et 062-52.**

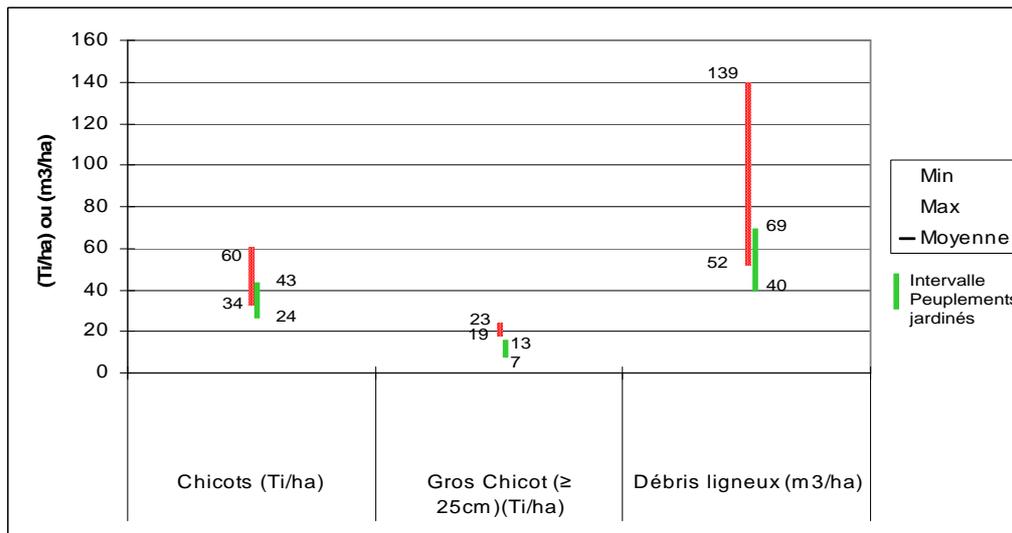
Région écologique	Valeurs moyennes pour les forêts anciennes			Valeurs actuelles			Écart
	Densité de chicots (tiges / ha)	Densité de gros chicots (tiges / ha)	Volume de débris ligneux au sol (m³/ha)	Densité de chicots (tiges / ha)	Densité de gros chicots (tiges / ha)	Volume de débris ligneux au sol (m³/ha)	
<b>SABOJ 4c</b>	31(20-50)	21(15-40) (≥ 29 cm)	15(10-20) (≥ 29 cm) 102(66-138) (≥ 20 cm)				
<b>ERBJ 3c</b>	58 (46-81)	40 (≥ 20 cm) 30 (11-71) (≥ 30 cm)	53 (6-103) (≥ 20 cm)		5 (≥ 30 cm)		-25 Pas dans l'intervalle



**Figure 3 Comparaison des quantités de bois mort entre des forêts anciennes et des forêts aménagées selon les régions écologiques et les UAFs 062-51 et 062-52. Trois indicateurs sont illustrés, soit le nombre de chicots à l'hectare, le nombre de gros chicots  $\geq 29,1$  cm à l'hectare et le nombre de débris ligneux retrouvés sur le parterre de coupe.**

Ainsi, afin de pouvoir plus documenter cet enjeu, des études comparant la quantité de bois morts entre des forêts anciennes et des forêts jardinées ont été utilisées. La Figure 4 présente les quantités de bois morts observés dans des forêts anciennes et dans des forêts aménagées. Les données du jardinage permettent d'identifier le nombre de chicots à l'hectare, se situant en moyenne à 44 tiges/ha (variant de 19-60 tiges/ha). Les débris ligneux de cette même étude varient de 62 -134 tiges/ha avec une moyenne de 101 tiges/ha.

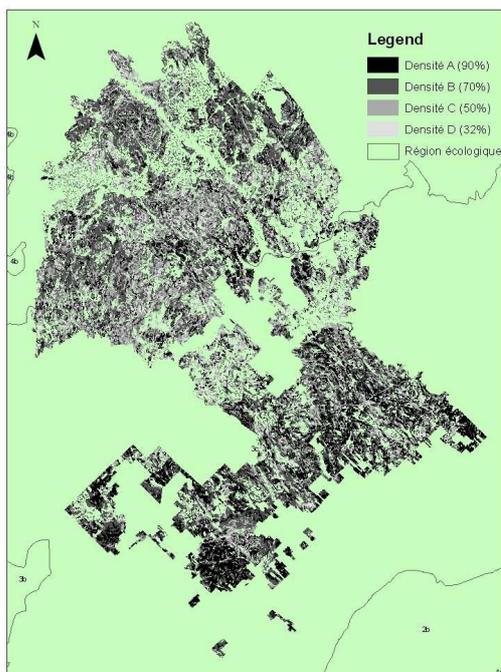
Les résultats de cette comparaison montrent des baisses significatives au niveau des gros chicots ( $\geq 25$ cm) en comparaison avec des forêts anciennes. D'un autre côté, le nombre de chicots à l'hectare d'une forêt jardinée se situe dans l'intervalle des valeurs observées des forêts anciennes. Il y a une légère différence entre les débris ligneux, mais au profit des forêts aménagées. L'auteur de cette étude fait une mise en garde par rapport aux peuplements où il y a eu des rotations successives de coupes partielles. En effet, certaines problématiques peuvent s'aggraver à la suite de plusieurs rotations successives de coupes partielles, notamment la diminution du recrutement de chicots qui se transforme ensuite en débris ligneux à forte valeur écologique (gros diamètres et avec une représentation dans tous les stades de décomposition).



**Figure 4** Comparaison des quantités de bois morts entre des forêts anciennes et des forêts aménagées selon des études dans le Nord-Est américain. Trois indicateurs sont illustrés, soit le nombre de chicots à l'hectare, le nombre de gros chicots  $\geq 25$  cm à l'hectare et le nombre de débris ligneux au sol.

### 1.3. Structures internes des peuplements

La structure interne a été évaluée à l'échelle du paysage avec comme indicateurs les classes de surface terrière (1.3.1) ainsi qu'à l'échelle du peuplement avec comme indicateurs la classe et diamètre (1.3.2) et le triangle des structures (1.3.3). Une plus grande proportion de peuplements de densité A est présente dans l'UAF 062-51 tandis qu'une plus grande proportion de peuplements de densité D est présente dans l'UAF 062-52 (Figure 5). On observe plusieurs zones avec des données manquantes (couleur verte) ; ceci est probablement dû aux nombreux peuplements en régénération.



**Figure 5.** Représentation des différentes classes de densité pour les 2 UAFs selon les données actuelles (2009). Densité moyenne pour A : 90%, B : 70%, C : 50%, D : 32%.

### 1.3.1. Classe de surface terrière

Augmentation très importante de la classe de surface terrière 0-4 m<sup>2</sup>/ha au détriment des autres classes

Cet indicateur examine les écarts observés dans la distribution des classes de surfaces terrières selon une distribution théorique et les distributions établies selon les régions écologiques par UAF. La figure 6 permet d'établir un comparatif entre la distribution théorique expliquée dans le document 1 (Roy *et al.* 2010) et les données actuelles des surfaces terrières. On observe avec les données actuelles que la distribution des classes de surfaces terrières est très différente puisque la classe de surface terrière 0-12 occupe 30% de l'UAF 062-51 et 45% de l'UAF 062-52, comparativement à 4% pour le niveau historique (Tableau 5). La classe de surfaces terrières entre 16 et 20 m<sup>2</sup>/ha est semblable au niveau historique (environ 6%) pour les deux UAFs. En somme cependant, la moyenne pour les classes de surfaces terrières fortes de 24 m<sup>2</sup>/ha et plus représente un pourcentage beaucoup plus faible de la superficie forestière productive actuellement, pour les deux UAFs (Tableau 5).

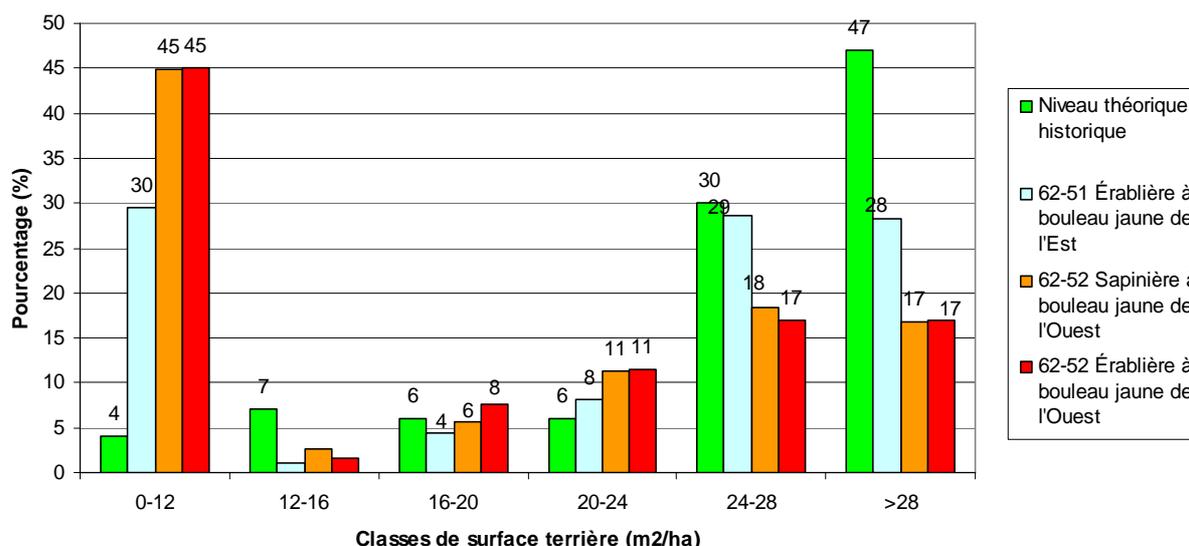
*Problème encore plus préoccupant dans l'UAF 062-52*

On peut noter cependant que les écarts entre le niveau actuel et le niveau historique sont plus importants pour l'UAF 062-52 que pour l'UAF 062-51. En comparant la situation historique théorique avec la situation actuelle, on s'aperçoit que la classe de surface terrière 0-12 m<sup>2</sup>/ha est beaucoup plus importante actuellement, ce qui change considérablement le mode de la distribution des surfaces terrières. En effet, la distribution historique est fortement asymétrique vers la classe supérieure à 28m<sup>2</sup>/ha, contrairement à la distribution actuelle (Figure 6).

**Tableau 5** Présentation des écarts entre les valeurs historiques théoriques du pourcentage de la superficie forestière productive par classe de surface terrière et les valeurs actuelles par région écologique selon les UAFs.

Les données historiques théoriques ont été générées pour un peuplement de type érablière; les données théoriques d'un peuplement de type mixte seraient probablement différentes. Pour les écarts, une valeur négative représente une diminution et une valeur positive représente une augmentation face au niveau théorique historique.

Classe de surface terrière	Niveau théorique historique (%)	Valeurs actuelles 062-51 ERBJ		Écart (%)	Valeurs actuelles 062-52 SABOJ 4c		Écart (%)
		3c (%)	3c (%)		3c (%)	3c (%)	
0-12	4	30	26	45	45	41	
12-16	7	1	-6	3	2	-4	
16-20	6	4	-2	6	8	0	
20-24	6	8	2	11	11	5	
24-28	30	29	-1	18	17	-12	
>28	47	28	-19	17	17	-30	



**Figure 6** Comparaison des distributions des classes de surfaces terrières entre une distribution théorique et une distribution actuelle selon les régions écologiques et les UAFs avec en y, le pourcentage des superficies occupées par classes de surfaces terrières.

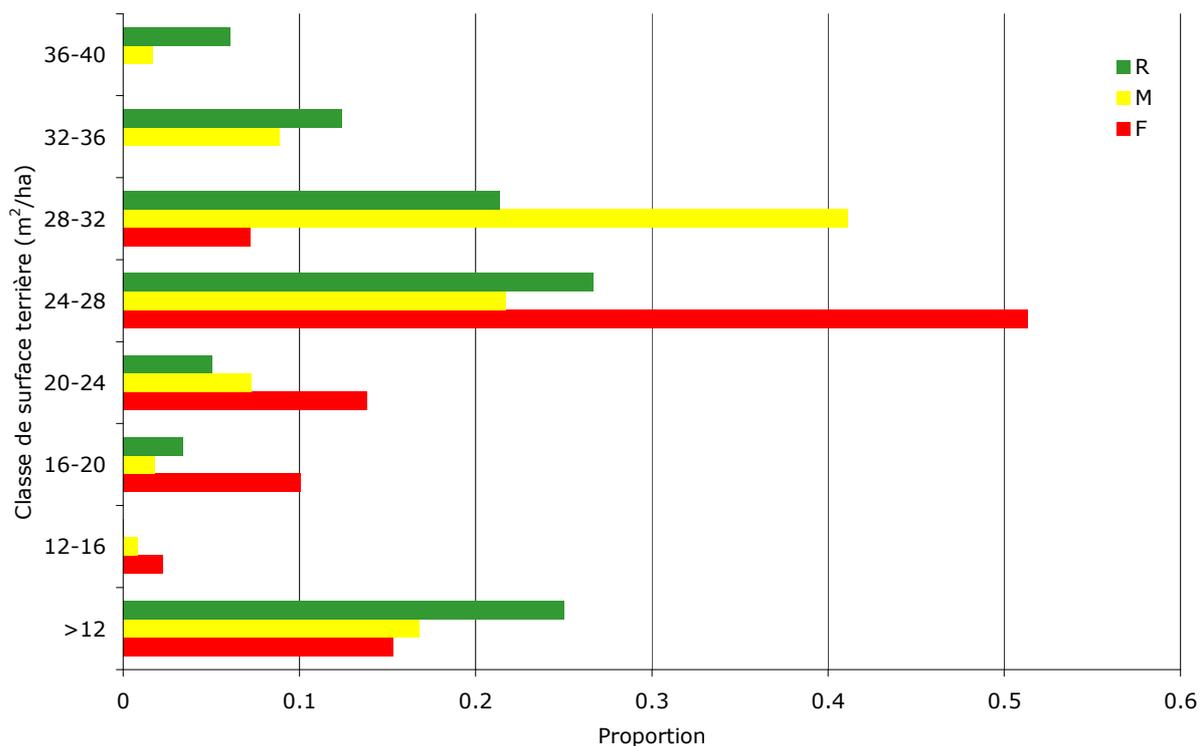
**Note :** Les données actuelles sont comparées avec les données théoriques historiques (ces données ont été générées pour un peuplement de type érablière; la courbe théorique d'un peuplement de type mixte aurait probablement une allure différente).

### 1.3.2.1 La surface terrière par type de couvert

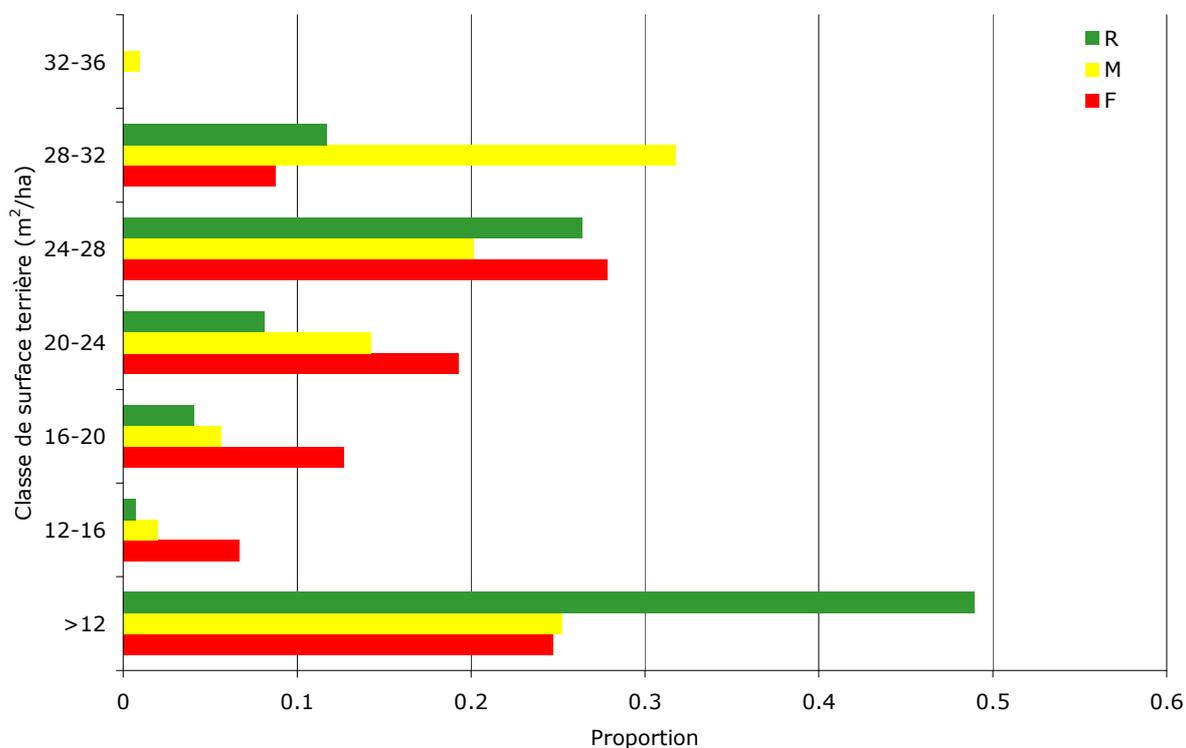
Les deux UAF se distinguent fortement quant à la distribution des classes de surface terrière sur le territoire, et cela en fonction du type de couvert. La différence majeure entre les deux UAFs réside dans la quantité de superficies en faible surface terrière. Dans la 062-51, on observe 15% des superficie des peuplements feuillus et mixtes et 25% des peuplements résineux dans la plus faible classe de surface terrière (<12 m<sup>2</sup>/ha) (Figure 7) alors que dans l'UAF 062-52, cette classe occupe près de 25% des peuplements feuillus et mixtes et 50% des peuplements résineux (Figure 8). Dans la 062-51, on observe un mode très important pour les feuillus dans la classe 24-28 m<sup>2</sup>/ha, avec plus de 50% des peuplements se trouvant dans cette classe de surface terrière. Le mode est aussi dans cette classe pour l'UAF 062-52 mais il est beaucoup moins prononcé (27%). Un mode bien prononcé apparaît aussi pour les peuplements mixtes mais celui se trouve dans la même classe (28-32 m<sup>2</sup>/ha) pour les deux UAFs, avec des proportions similaires (32% et 42%).

Si l'on compare les moyennes de la surface terrière selon les types de couvert, on voit que les peuplements mixtes (entre 20 et 23 m<sup>2</sup>/ha) sont en meilleurs positions que les peuplements résineux (16 et 20 m<sup>2</sup>/ha) pour les 2 UAFs (Tableau 6). En, plus, il est possible que la surface terrière soit actuellement plus faible que celle estimée ci-dessous. Les peuplements feuillus des 2 UAFs ont également une moyenne de surface terrière actuelle (18 et 20 m<sup>2</sup>/ha) beaucoup plus faible que la moyenne historique théorique (environ 26 m<sup>2</sup>/ha) (Tableau 6).

L'UAF 062-52 a un important déficit pour l'ensemble des types de couvert avec une moyenne totale de 18 m<sup>2</sup>/ha comparativement à une moyenne historique probablement située entre 24 et 28 m<sup>2</sup>/ha (Tableau 6).



**Figure 7** Importance relative de la superficie dans les différences classes de surface terrière dans l’UAF 062-51, pour les différents types de couverts.



**Figure 8** Importance relative de la superficie dans les différences classes de surface terrière dans l’UAF 062-52, pour les différents types de couverts.

**Tableau 6 Résumé des écarts entre les valeurs théoriques historiques de la moyenne de la surface terrière et les valeurs actuelles par région écologique selon les UAFs. La moyenne de la surface terrière a aussi été calculée par type de couvert. Les données historiques théoriques ont été générées pour un peuplement de type érablière; un peuplement de type mixte aurait probablement une moyenne un peu différente (possiblement entre 24 et 28 m<sup>2</sup>/ha). La moyenne par type de couvert a été estimée en additionnant le produit du pourcentage de chaque classe de surface terrière par la valeur moyenne de la classe. Il est possible que la surface terrière soit actuellement plus faible que celle estimée ci-dessous.**

Superficie forestière productive	Valeurs historiques (moyenne) 062-51	Valeurs Actuelles 062-51	Écart m <sup>2</sup> /ha	Valeurs historiques (moyenne) 062-52	Valeurs Actuelles 062-52	Écart m <sup>2</sup> /ha
		m <sup>2</sup> /ha		m <sup>2</sup> /ha	m <sup>2</sup> /ha	
<b>Total</b>		22	-4		18	-8
<b>1- Feuillus</b>		20	-6		18	-8
<b>2- Mixtes</b>	26m <sup>2</sup> /ha	23	-3	26m <sup>2</sup> /ha	20	-6
<b>3- Résineux</b>		21	-5		16	-10

### 1.3.2. Classe de diamètre

Cet indicateur exploré pour comprendre la structure interne forestière est décrit selon l'échelle du peuplement. La distribution des classes de diamètre est un indicateur fort utile afin de discriminer les différences entre l'état historique et l'état actuel de la structure interne des peuplements. Afin d'avoir les niveaux historiques diamétraux, les données d'anciennes forêts ont été utilisées. Le type de peuplements utilisé pour cette analyse est une érablière à feuillus tolérants (ERFT) selon l'appellation cartographique du troisième décennal.

Le Tableau 7 permet, selon chaque classe de diamètre, d'évaluer les écarts observés entre les valeurs de forêts anciennes et de forêts actuelles des 2 UAFs. Les valeurs négatives dans la section *Écart historique* identifient les sections où les forêts actuelles possèdent moins de tiges à l'hectare que les forêts anciennes. Ces informations sur la distribution du nombre de tiges à l'hectare sont comparables à celles obtenues avec les 9 placettes de ¼ ha après courbe jardinée (Tableau 8). La comparaison de la courbe jardinée avec la courbe d'anciennes forêts (n= 9) permet de faire les mêmes conclusions sur la différence entre le portrait historique et le portrait actuel de la structure diamétrale (Tableau 7 et 8). Dans la forêt ancienne, la quantité de petites tiges (<30cm) est inférieure à celle observée dans des UAFs à l'étude et les peuplements aménagés. L'effet inverse se fait sentir dans les classes supérieures à 30 cm où il y a un nombre supérieur de tiges de forts diamètres.

**Tableau 7 Nombre moyen de tiges/ha par classes de diamètre DHP (cm), pour des forêts anciennes (principalement des peuplements de type érablière avec FT), les valeurs actuelles des deux UAFs et l'écart entre la moyenne pour les forêts anciennes et la moyenne pour les forêts actuelles.**

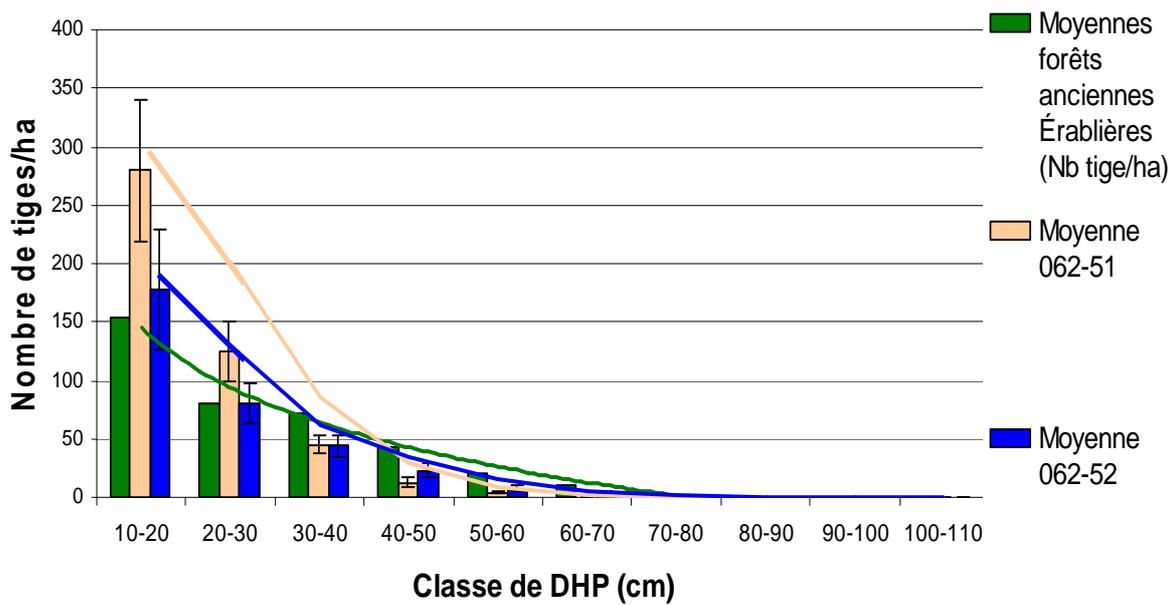
**On note que les valeurs de forêts anciennes mixtes seraient différentes de forêts de type érablière.**

Classe de DHP (cm)	Moyennes forêts anciennes (Nb tige/ha)	Moyenne Actuelle		Moyenne Actuelle 062-52 (Nb tige/ha)	Écart
		062-51 (Nb tige/ha)	Écart		
10-20	153	280	127	178.1	25
20-30	80	125	45	80.05	0
30-40	71	45	-26	44.3	-27
40-50	42	13	-29	22.94	-19
50-60	20	4	-16	7.541	-12
60-70	10	1	-9	3.018	-7
70-80	1	0	-1	0.737	0
80-90	0	0	0	0.078	0
90-100	0	0	0	0.072	0
100-110	0	0	0	0.001	0

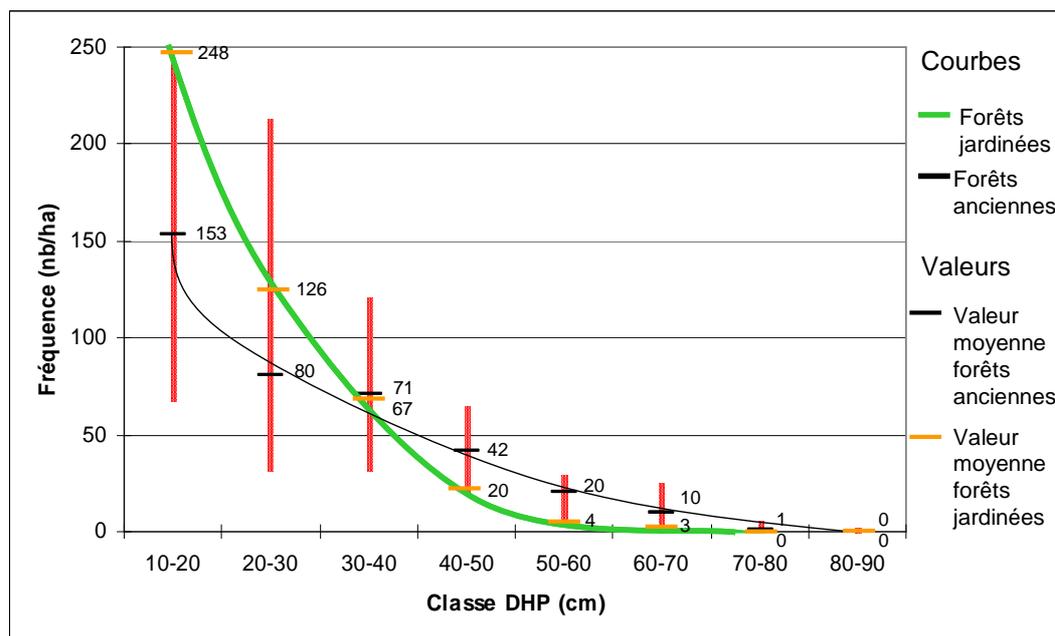
**Tableau 8 Évaluation des écarts entre la distribution du nombre de tiges à l'hectare de forêts anciennes et de forêts aménagées selon les classes de DHP.**

Classe de DHP (cm)	Fréquence moyenne forêts anciennes (Nb tiges/ha)	Fréquence Moyenne Forêts jardinées (Nb tiges/ha)	Écarts observés (Nb tiges/ha)
10-20	153	248	+95
20-30	80	126	+46
30-40	71	67	-4
40-50	42	20	-22
50-60	20	4	-16
60-70	10	3	-7
70-80	1	0	-1
80-90	0	0	0

À la Figure 9 des courbes sont présentées : les courbes pêche et bleue font référence à la distribution de peuplements des UAFs 062-51 et 062-52 respectivement, tandis que la courbe verte est liée à la distribution des peuplements de forêts anciennes. Au premier coup d'œil, on remarque la fréquence élevée dans la classe de petits diamètres (10-20 cm) de l'UAF 062-51 avec en moyenne 280 tiges à l'hectare, et 125 tiges à l'hectare pour la classe 20-30 cm. Le cas de l'UAF 062-52 est moins différent des valeurs historiques théoriques pour les petites tiges (moins de 30cm). Cependant, dans les deux UAFs, un déficit dans les classes de moyen et gros diamètre est observable ; leur courbe décroît rapidement selon les classes de diamètres pour terminer dans la classe 60-70cm. De plus, la pente de la courbe d'anciennes forêts est beaucoup plus faible à celle de la courbe des deux UAFs et des peuplements jardinés (Figure 9 et 10). Le type de courbe d'une forêt ancienne s'apparenterait à une courbe sigmoïde retournée plutôt qu'une exponentielle négative telle que retrouvée dans les deux UAFs et les forêts aménagées (Figure 9 et 10).



**Figure 9** Distribution des classes de diamètre DHP (cm) avec en y le nombre moyen de tiges/ha et l'écart type, pour des forêts anciennes (principalement des peuplements de type érablière avec FT) et les valeurs actuelles des 2 UAFs. Des courbes de tendances ont été tracées. On note que les valeurs de forêts anciennes mixtes seraient différentes de forêts de type érablière.



**Figure 10** Comparaison de la distribution moyenne du nombre de tiges à l'hectare selon les classes de DHP de placettes provenant de forêts jardinées et d'anciennes forêts en Outaouais.

### 1.3.3. Triangle des structures

L'approche du triangle des structures peut aussi être utilisée afin de comparer les peuplements issus de forêts anciennes (Doyon & Nolet 2006). Cette approche consiste à diviser les

diamètres des arbres d'une placette en trois classes : les petits bois (PB entre 9 et 24 cm), les moyens bois (MB entre 24,1 et 40 cm) et les gros bois (GB >40 cm). Le positionnement de chaque placette est fait dans un triangle permettant d'identifier, selon trois axes, les différentes classes énumérées. Plus une placette se situe proche d'une arrête, plus la surface terrière de la classe identifiée au côté opposé de l'arrête est grande.

*Les tiges gros diamètres représentent un plus petit pourcentage de la surface terrière*

Les forêts représentées par les triangles rouges réfèrent à des forêts anciennes (Figure 11) de Lanaudière, où les gros diamètres représentent la majorité de la surface terrière (environ 65%). Pour les placettes avant coupe de l'UAF 062-51, les gros diamètres représentent seulement 20% la surface terrière, et pour les placettes après coupe, environ 18% (Figure 13). Dans l'UAF 062-52, la différence est un peu moins grande; les gros diamètres représentent environ 35% de la surface terrière des placettes avant coupe et environ 30% de la surface terrière des placettes après coupe (Figure 12).

*Les tiges de petits diamètres représentent un plus grand pourcentage de la surface terrière*

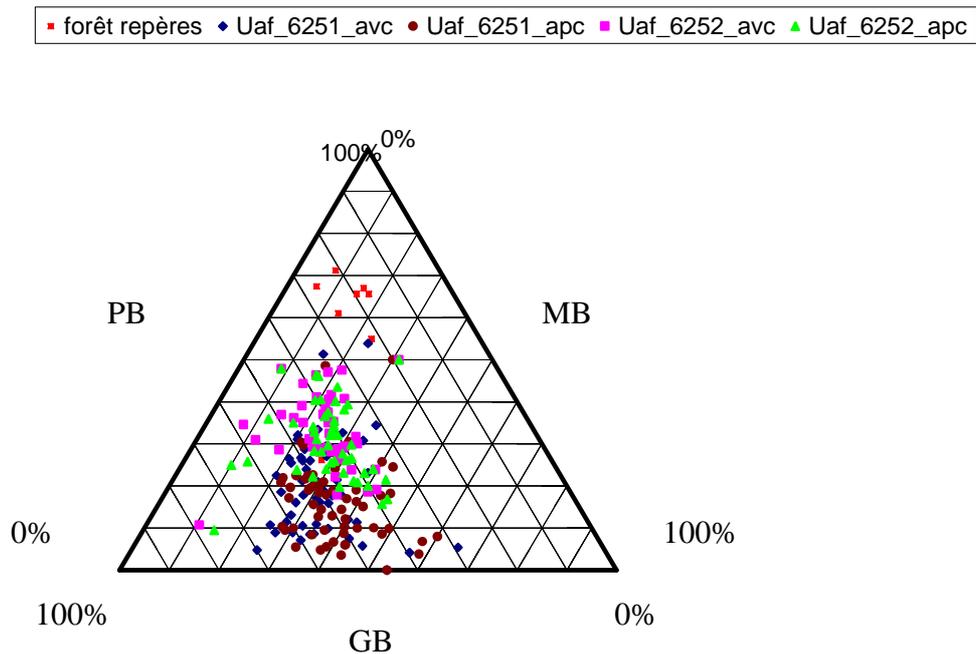
Les tiges de petits diamètres représentent en moyenne 15 % de la surface terrière des forêts anciennes de Lanaudière (Figure 11). Ce chiffre est beaucoup plus élevé pour les placettes avant et après coupe de l'UAF 062-51, soit en moyenne environ 30 et 36% respectivement (Figure 13). Encore une fois, cette différence est un peu moins marquée dans l'UAF 062-52, avec les tiges de petits diamètres qui représentent en moyenne environ 25 % de la surface terrière des placettes avant et après coupe (Figure 12).

*Les tiges de moyen diamètres représentent un plus grand pourcentage de la surface terrière*

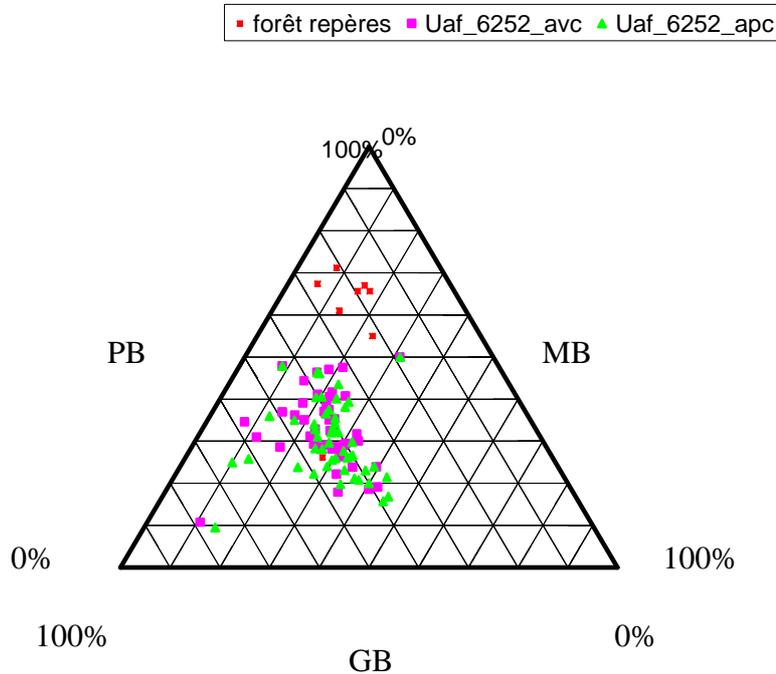
Finalement les tiges moyennes représentent environ 20% de la surface terrière des forêts anciennes de Lanaudière. Ce chiffre est beaucoup plus élevé pour les placettes avant et après coupe de l'UAF 062-51, soit environ 50% avant coupe et 46% après coupe (Figure 13). La différence avec les forêts anciennes est moins importante dans l'UAF 062-52 où les tiges moyennes représentent environ 40% de la surface terrière des placettes avant coupe et 45% des placettes après coupe (Figure 12).

*Les structures des placettes de l'UAF 062-52 sont plus proches de celles des forêts anciennes que les structures des placettes de l'UAF 062-51.*

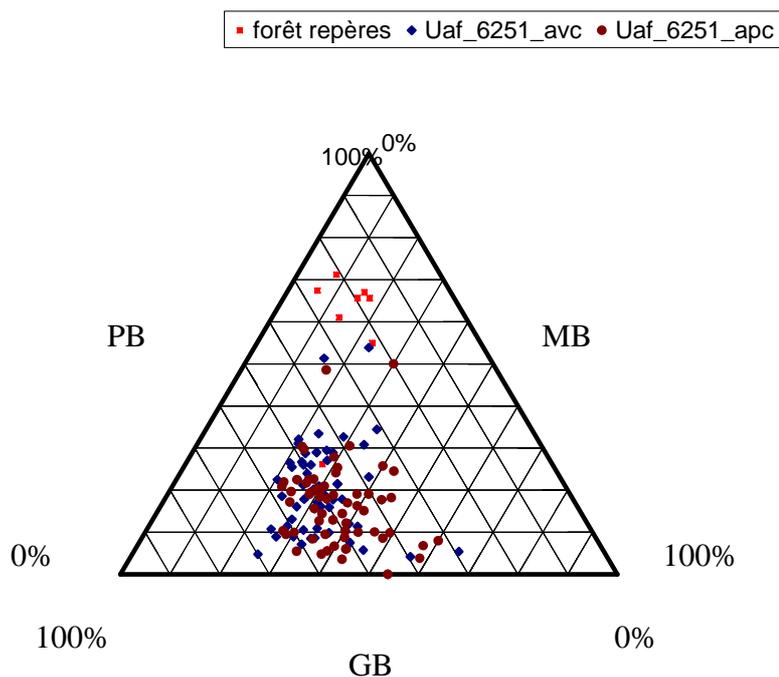
Un autre constat intéressant est soulevé en analysant l'évolution de la structure des placettes avant et après traitement. La proportion de grosses tiges diminue après la coupe de jardinage alors que la proportion de petites tiges augmente. La réglementation en vigueur, qui limite la coupe aux arbres ayant plus de 22 cm, fait en sorte d'augmenter la proportion de ces petites tiges qui sont laissées sur pied lors du traitement. La diminution des grosses tiges s'explique en partie par le régime de martelage, qui a tendance à favoriser le marquage des arbres de gros diamètres. En effet, ces tiges ont plus de chance d'être sélectionnées, car le choix est réalisé en fonction des défauts présents sur l'individu. Ce constat permet d'affirmer que le jardinage a tendance à éloigner les peuplements de la structure des forêts anciennes, et que cet effet pourrait être accentué au fil des rotations.



**Figure 11** Triangle des structures qui représente les différentes placettes : les forêts repères ou anciennes, les placettes de l'UAF 062-51 avant (avc) et après (apc) coupe partielle et les placettes de l'UAF 062-52 avant (avc) et après (apc) coupe partielle. Les diamètres des arbres d'une placette sont représentés en pourcentage selon trois classes : les petits bois (PB entre 9 et 24 cm), les moyens bois (MB entre 24,1 et 40 cm) et les gros bois (GB >40 cm).



**Figure 12** Triangle des structures qui représente les différentes placettes : les forêts repères ou anciennes, les placettes de l'UAF 062-52 avant (avc) et après (apc) coupe partielle. Les diamètres des arbres d'une placette sont représentés en pourcentage selon trois classes : les petits bois (PB entre 9 et 24 cm), les moyens bois (MB entre 24,1 et 40 cm) et les gros bois (GB >40 cm).



**Figure 13 Triangle des structures qui représente les différentes placettes : les forêts repères ou anciennes, les placettes de l'UAF 062-51 avant (avc) et après (apc) coupe partielle. Les diamètres des arbres d'une placette sont représentés en pourcentage selon trois classes : les petits bois (PB entre 9 et 24 cm), les moyens bois (MB entre 24,1 et 40 cm) et les gros bois (GB >40 cm).**

Le nombre de placettes avec des caractéristiques de structures ancienne (les points qui s'approchent des forêts repères) a été estimé dans les deux UAFs (Tableau 9). Nous avons pris en compte la variabilité naturelle des forêts historiques ; c'est pourquoi la proportion de forêt historique avec une structure ancienne (basée sur des forêts repères) est de plus de 50% (et non 100%). On voit que 17% des placettes de l'UAF 062-52 s'approchent des forêts repères, comparativement à uniquement 4% pour l'UAF 062-51. Ainsi, des efforts de conservation devraient être faits dans l'UAF 062-52 afin de préserver ces placettes. Pour la 062-51 ce sont plutôt des efforts de conservation à plus long terme.

**Tableau 9 Résumé des résultats et écarts entre les valeurs historiques et les valeurs actuelles pour la distribution des classes de DHP des tiges et l'analyse du triangle des structures par UAF.**

	Valeurs historiques moyenne 062-51	Valeur Actuelle 062-51	Écart	Valeurs historiques moyenne 062-52	Valeur Actuelle 062-52	Écart
1- Classe de DHP 10-20 (cm)	153 tiges/ha**	280 tiges/ha	127	153 tiges/ha**	178 tiges/ha	25
2- Classe de DHP 20-30 (cm)	80 tiges/ha**	125 tiges/ha	45	80 tiges/ha**	80 tiges/ha	0
3- Classe de DHP 30 et + (cm)	144 tiges/ha**	63 tiges/ha	-81	144 tiges/ha**	76 tiges/ha	-68
% de forêts avec une structure ancienne	Plus de 50%	4%	Diminution de plus de 46%	Plus de 50%	17%	Diminution de plus de 33%

## 1.4 Composition

### 1.4.1 Type de couvert

Pour décrire la forêt actuelle, les mêmes types de couvert ont été obtenus, par polygone écoforestier, du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal (MRNF 2009). Nous observons des importants changements dans les types de couvert entre le 19<sup>e</sup> siècle et l'actualité. Il semble exister une bonne variation entre les valeurs des différentes études (Tableau 10) en ce qui concerne le type de couvert. Ainsi, il est difficile de conclure au sujet du type de couvert mixte. Cependant, l'augmentation des peuplements feuillus et la diminution des peuplements résineux sont bien perceptibles.

**Tableau 10 Proportion de la superficie forestière productive par type de couvert pour la forêt préindustrielle et la forêt actuelle, selon les régions écologiques et les UAFs.**

**Note :** environ 10% de l'UAF 062-52 est dans la région 3c. Sources : CA 3c (1795-1882) : Mauri Ortuno (2010) ; IFH 3c (1921-1930) : Barrette et Bélanger (2007) ; IFH 4c (1946-1957) : Alvarez (2009) ; UAF 62-51 et UAF 62-52 : MRNF (2009).

Localisation	Inventaire	Période	Type de couvert (% de la superficie forestière)			Source
			Feuillu	Mixte	Résineux	
3c	CA	1795-1882	23.3	26.4	50.3	Mauri Ortuno (2010)
	IFH	1921-1930				Barrette et Bélanger (2007)
3c			4	66	30	
4c	IFH	1946-1957	14	49	37	Alvarez (2009)
062-51 3c	4 <sup>e</sup> IFD	Période du 4 <sup>e</sup> IFD	38.6	52.8	8.6	MRNF (2009)
	4 <sup>e</sup> IFD	Période du 4 <sup>e</sup> IFD	31.2	51.8	17	MRNF (2009)
062-52 4c						

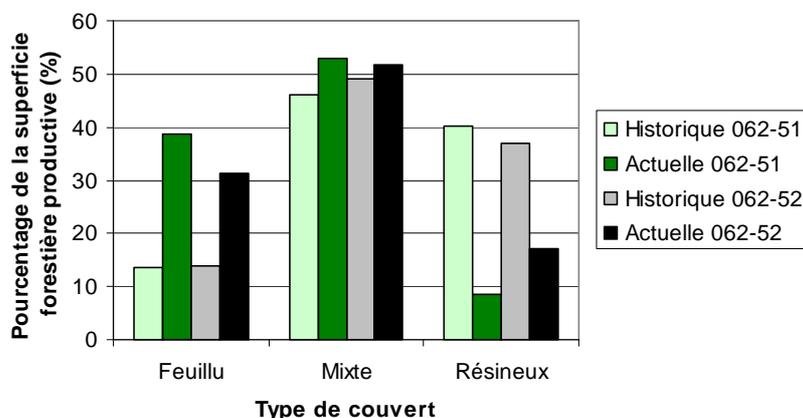
#### *Diminution du couvert résineux*

Progressivement, le couvert résineux a diminué, passant de près de 40% d'occupation de la superficie à seulement entre 8 et 17% selon l'UAF (Figure 14). L'historique du changement de composition (Document 1 ; Roy *et al.* 2010) démontre que déjà vers 1949, bien qu'étant plus abondants qu'aujourd'hui, les résineux avaient déjà subi une diminution importante et représentaient à peine 20% du territoire dans l'étude de Bouffard *et al.* 2003. De plus, durant les 40 dernières années, la proportion de résineux a continué de diminué passant de 22 à moins de 10% dans la 062-51 et de 21 à environ 17% dans la 062-52 (Document 1 ; Roy *et al.* 2010). La première diminution en résineux (de 40 à 20%) peut être attribuable en partie à l'historique de coupe favorisant les résineux. Pour la deuxième diminution qui a eu lieu durant les 40 dernières années, les coupes (avec le phénomène d'enfeuillage) et les problèmes de régénération sont aussi des causes potentielles (Document 1 ; Roy *et al.* 2010).

#### *Augmentation du couvert feuillu*

En même temps, les peuplements feuillus gagnaient de l'importance, et selon les sources, ils arrivaient à doubler leur proportion par rapport aux observations du 19<sup>e</sup> siècle. Cette

augmentation des feuillus était déjà perceptible dans les PA de 1949, qui observaient une forêt avec un type de couvert très similaire à l'actuel (Bouffard *et al.* 2003, Document 1 ; Roy *et al.* 2010). Le pourcentage du couvert en feuillus n'a pas beaucoup changé non plus dans les 40 dernières années. Ainsi, l'augmentation des feuillus remonte à une période antérieure à 1949.



**Figure 14** Estimation de la proportion de la superficie forestière productive par type de couvert pour la forêt préindustrielle (moyenne des différentes études historiques) et la forêt actuelle par UAFs.

En somme, l'évaluation des écarts entre les valeurs historiques et les valeurs actuelles montre une augmentation des feuillues entre 16 et 35% du paysage, et une diminution des résineux entre 20 et 41% du paysage (Tableau 11).

**Tableau 11** Évaluation des écarts selon la composition des couverts forestiers entre les études historiques et les valeurs actuelles observées par UAF.

UAF	Valeurs selon les études historiques (%)			Valeurs actuelles selon les valeurs des UAFs (%)			Écart (p/r valeur historique) (%)		
	F	M	R	F	M	R	F	M	R
<b>062-51</b>	Entre 4 et 23	Entre 26 et 66	Entre 30 et 50	38.6	52.8	8.6	Entre +16 et +35	-	Entre -21 et -41
<b>062-52</b>	14	49	37	31.2	51.8	17	+17	+3	-20

#### 1.4.2. Type forestier

Pour décrire la forêt actuelle, les types forestiers ont été obtenus, par polygone écoforestier, du 4<sup>e</sup> inventaire forestier décennal (MRNF 2009). La Figure 15 montre la localisation des différents types forestiers. L'utilisation des types forestiers nous permet de distinguer plus précisément à quel groupe d'essences sont dus les changements observés.

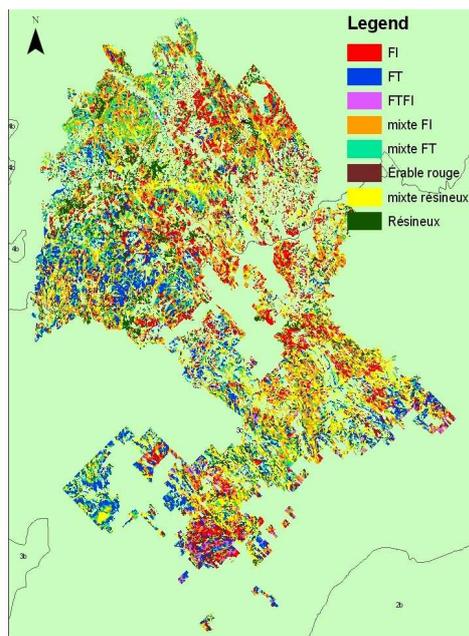


Figure 15 Localisation des différents types forestiers actuels pour le territoire à l'étude.

#### Augmentation des peuplements feuillus (FFI et FFT)

Pour les peuplements à couvert feuillus, les valeurs historiques montrent que les feuillus intolérants (FFI) et les feuillus tolérants (FFT) ont augmenté dans le paysage pour les deux UAFs (Tableau 12). Aujourd'hui, nous observons que l'augmentation du couvert feuillu est autant due à l'augmentation des feuillus tolérants que des feuillus intolérants, quoique ces derniers ont gagné en importance.

Tableau 12 Proportion de la superficie forestière productive (%) par type forestier selon les régions écologies et les UAFs.

L'IFH 3c (1921-1930) ne distinguait pas entre FFI et FFT ni entre RA et RS. L'IFH 4c (1946-1957) ne distinguait pas le type forestier RA, seulement les « pinèdes grises » (RS), les pessières (RA) et les « peuplements résineux » (notés ici comme RA et qui composaient 11 % de la superficie forestière). Sources : CA 3c (1795-1882) : Mauri Ortuno (2010) ; IFH 3c (1921-1930) : Barrette et Bélanger (2007) ; IFH 4c (1946-1957) : Alvarez (2009) ; PA 3c (1949) : Bouffard *et al.* (2003) ; UAF 62-51 et UAF 62-52 : MRNF (2009).

Localisation	Inventaire	Période	Type forestier (% de la superficie forestière)						Source
			FFI	FFT	MF	MR	RA	RS	
3c	CA	1795-1882	5,9	15,5	16,2	14,4	23,2	24,8	Mauri Ortuno (2010) Barrette et Bélanger (2007)
	IFH	1921-1930	3,9 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	19,8	45,9	30,4 <sup>b</sup>	30,4 <sup>b</sup>	
4c	IFH	1946-1957	14,9	3,0	22,8	17,8	0,0 <sup>c</sup>	41,6	Alvarez (2009)
	4 <sup>e</sup> IFD	Période du 4 <sup>e</sup>							
062-51 3c	IFD	IFD	13,5	23,5	30,4	23,5	0,9	8,3	MRNF (2009)
	4 <sup>e</sup> IFD	Période du 4 <sup>e</sup>							
062-52 4c	IFD	IFD	16,4	14,4	38,1	14,1	1,3	15,7	MRNF (2009)

<sup>a</sup> L'IFH 3c (1921-1930) ne distinguait pas entre FFI et FFT, la valeur de FFI et FFT correspond au total du couvert feuillu. <sup>b</sup> L'IFH 3c (1921-1930) ne distinguait pas entre RA et RS, la valeur de RA et RS correspond au total du couvert résineux. <sup>c</sup> L'IFH 4c (1946-1957) ne distinguait pas le type forestier RA. Il aurait pu avoir une valeur maximale de 11 %, qui correspond à la proportion en peuplements « résineux », inclus dans le type forestier RS.

L'analyse de l'évolution de la végétation des 40 dernières années (Document 1; Roy *et al.* 2010) démontre que les feuillus tolérants (FT) n'ont pas beaucoup changé; ainsi l'augmentation des FT est probablement antérieure à cette période. De plus, on observe que les FT sont les peuplements les plus stables depuis les 40 dernières années, c'est-à-dire que plus de 50% des peuplements FT vers 1970 étaient encore des peuplements FT en 2009. Selon les photographies aériennes, au milieu du 19<sup>e</sup> siècle les feuillus tolérants occupaient déjà une superficie importante (Bouffard *et al.* 2003, Document 1; Roy *et al.* 2010). Ainsi, l'augmentation des FT a probablement eu cours entre 1840 et 1949.

D'un autre côté, l'analyse de l'évolution de la végétation des 40 dernières années démontre que les feuillus intolérants (FI) ont légèrement diminués (diminution de 1 et 6% pour la 062-51 et 062-52 respectivement) (Document 1; Roy *et al.* 2010). Ainsi, l'augmentation des FI fût probablement forte entre 1840 et 1970. L'historique des perturbations naturelles, notamment les feux dont l'évolution de la végétation favorisent les FI (Document 1; Roy *et al.* 2010), concorde bien avec ce résultat. En effet, les feux étaient beaucoup plus présents entre 1840-1940, qu'après 1940 (Document 1; Roy *et al.* 2010).

#### *Diminution des peuplements résineux RA et RS*

Ainsi, dans l'érablière à bouleau jaune, les peuplements résineux étaient composés à proportion égale par des RA et des RS, mais leur diminution a affecté beaucoup plus fortement ceux de type forestier RA (Figure 16), ce qui suppose une perte des peuplements dominés par le pin blanc, le pin rouge, le thuya de l'Est et la pruche de l'Est. Ces espèces perdent alors de l'importance face au sapin baumier. Nous observons les mêmes tendances pour la sapinière à bouleau jaune de l'ouest dans les changements des types forestiers pour les couverts résineux (Figure 16), sauf que nous ne pouvons pas porter de jugement sur le type forestier RA, car il n'était pas décrit au par les IFH (Tableau 12).

Selon les PA de 1949, les RA avaient déjà grandement diminué à cette date, ainsi la diminution de RA étaient probablement antérieure à cette époque (Bouffard *et al.* 2003, Document 1; Roy *et al.* 2010), ce qui concorde avec l'historique de coupe (quasi disparition des pins blancs géants vers 1900). Les peuplements résineux ont subi des perturbations importantes au cours des 40 dernières années (épidémies de TBE, coupes). De plus, aujourd'hui, près de 35% et 45% des peuplements qui étaient résineux vers 1970 dans l'UAF 062-51 et l'UAF 062-52 respectivement, n'ont plus d'appellation cartographique et de surface terrière associée. Ces peuplements sont probablement en régénération, ou grandement dégradés. Aussi, une bonne proportion (entre 8 et 26% selon l'UAF) des peuplements résineux en 1970 sont actuellement des MR; ce qui laisse voir le phénomène d'enfeuillement.

On observe aussi avec l'évolution de la végétation des 40 dernières années qu'une très faible proportion des autres types forestiers sont devenus des peuplements résineux 40 ans plus tard. Le plus fort changement en peuplement résineux sont les MR avec moins de 10%, suivies des MFI avec moins de 6% (Document 1; Roy *et al.* 2010). Les perturbations naturelles, notamment les feux mais aussi les chablis, peuvent augmenter le pourcentage de résineux dans le paysage (Document 1; Roy *et al.* 2010). Il est cependant reconnu que les feux sont en décroissance dans nos UAFs depuis 1930.

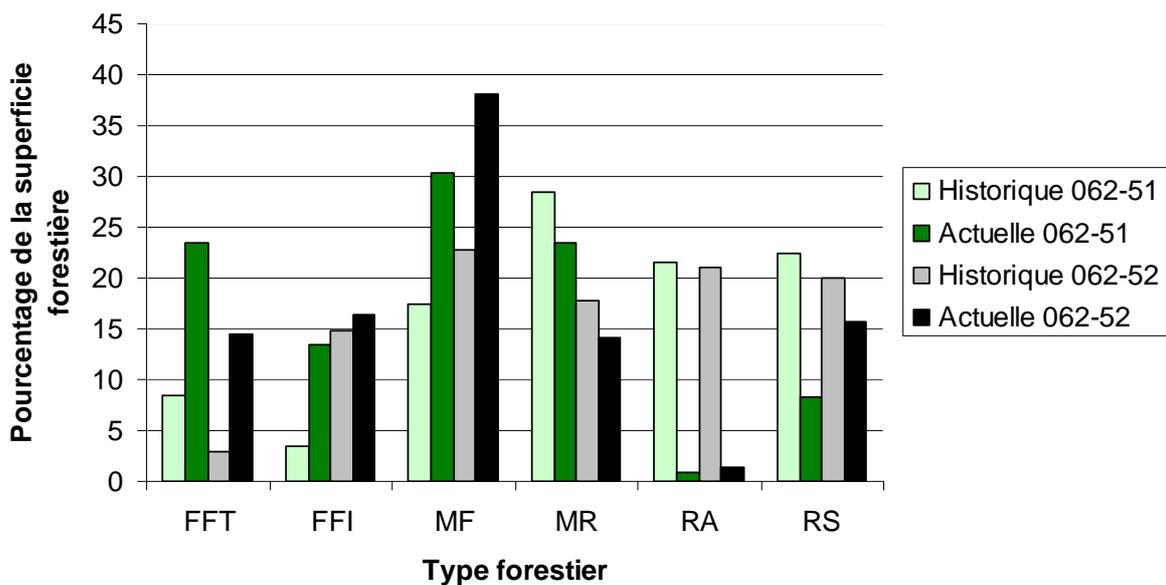


Figure 16. Pourcentage de la superficie forestière productive par type forestier pour les valeurs historiques et les valeurs actuelles selon les UAFs (informations extraites du Tableau 12).

#### Augmentation des MF

Finalement, parmi les peuplements mixtes, qui, à moins grande échelle que les feuillus, ont gagné en superficie dans le paysage, ce sont les peuplements mixtes à dominance feuillue qui ont augmenté (Figure 16). Les peuplements mixtes à dominance résineuse n'ont pas augmenté. Les mêmes conclusions sont valides pour la sapinière à bouleau jaune et l'érablière à bouleau jaune (Figure 16).

Comparativement à une forêt dite historique, les peuplements mixtes feuillus ont augmenté de 17 à 30% et de 23 à 38% dans la 062-51 et la 062-52 respectivement (Tableau 13). Les MF ont donc presque doublé. D'après les données des PA de 1949, à cette époque, les MF occupaient déjà près de 28% de la superficie de l'étude de Bouffard *et al.* 2003 dans l'érablière à bouleau jaune (Document 1; Roy *et al.* 2010). L'augmentation a probablement continué jusqu'en 1970, car l'historique des 40 dernières années nous montre que la proportion des MF (MFT et MFI) était très élevée vers 1970, environ 42% et 35% pour les UAFs 062-51 et 062-52 respectivement. Cependant, durant les 40 dernières années, une diminution des MF d'environ 12% (diminution de 4% pour les MFT et 8% pour les MFI) a eu lieu dans la 062-51, comparativement à une augmentation de 3% (augmentation de 4% pour les MFT, diminution de 1% pour les MFI) dans la 062-52 (Document 1; Roy *et al.* 2010). On voit ainsi une variation un peu oscillante des MF. Ce sont majoritairement les peuplements MFI qui ont diminué au cours des 40 dernières années. La diminution des feux durant cette période, favorisant les MFI, pourrait expliquer en partie ce changement. L'analyse de l'évolution de la végétation montre aussi que 19% et 10% des peuplements MFI en 1970 sont devenus MR en 2009 dans la 062-51 et la 062-52 respectivement (Document 1; Roy *et al.* 2010). L'augmentation de la proportion de sapins après l'épidémie de TBE des années 1970, ainsi que le vieillissement des FI issus des feux de 1923 pourraient être une cause naturelle de ces changements, les peuplements de BBS devenant des peuplements de SBB.

**Tableau 13 Résumé du pourcentage de la superficie forestière occupée par les différents types forestiers pour les valeurs historiques et les valeurs actuelles, et les estimations écarts selon les UAFs.**

Type forestier	Valeurs historiques 062-51	Valeurs actuelles 062-51	Écarts	Valeurs historiques 062-52	Valeurs actuelles 062-52	Écarts
1- FFI	3%	14%	11%	15%	16%	1%
2- FFT	8%	24%	16%	3%	14%	11%
1- MF	17%	30%	13%	23%	38%	15%
2- MR	28%	23%	- 5%	18%	14%	- 4%
1- RA	21%	1%	- 20%	N.D. (21*)	1%	- 20%
2- RS	22%	8%	- 14%	N.D. (20*)	16%	- 4%

#### *Variation importante et rapide des MR*

Pour les peuplements MR, de grandes variations se sont produites, témoignant aussi du caractère oscillant de ce type forestier. Entre le portrait historique et le portrait actuel, les MR sont passées de 28 à 23% et de 18 à 14% dans les UAFs 062-51 et 062-52 respectivement (Tableau 13). Cette variation n'est pas très importante comparativement à l'historique des 40 dernières années où la proportion de MR est passée de 1 à 23% et de 0,5 à 14% selon les UAFs 062-51 et 062-52 respectivement (Document 1; Roy *et al.* 2010). Déjà avec les PA de 1949, on observe une diminution des MR qui n'occupent qu'environ 10% de certains secteurs d'étude à cette époque. L'augmentation des MR (majoritairement le groupe SBB) durant les 40 dernières années peut être attribuable à plusieurs facteurs, notamment l'augmentation des sapins après l'épidémie de TBE, l'enfeuillement des peuplements résineux (ex : près de 26% des R en 1970 sont devenus MR actuellement dans la 062-51) et la perte de vieux FI issus des feux dans les peuplements MFI.

#### *Constat général pour les types forestiers*

Les perturbations naturelles ont un effet considérable sur le changement de type forestier, et des variations importantes peuvent s'observer dans les peuplements mixtes (MFI, MFT, MR), notamment avec l'augmentation du sapin après TBE. Les peuplements FT semblent moins rapidement influencés par les perturbations naturelles, comparativement aux FI et aux peuplements mixtes. Ainsi, une diminution des perturbations naturelles pourrait favoriser les peuplements FT.

Les grands perdants sont définitivement les peuplements résineux, notamment ceux avec des essences longévives (pins, épinette, pruche...) qui ont été coupées sur une longue période, et dont aucun signe par rapport à l'historique des 40 dernières années et l'évolution de la végétation de cette période, ne laisse croire en une amélioration.

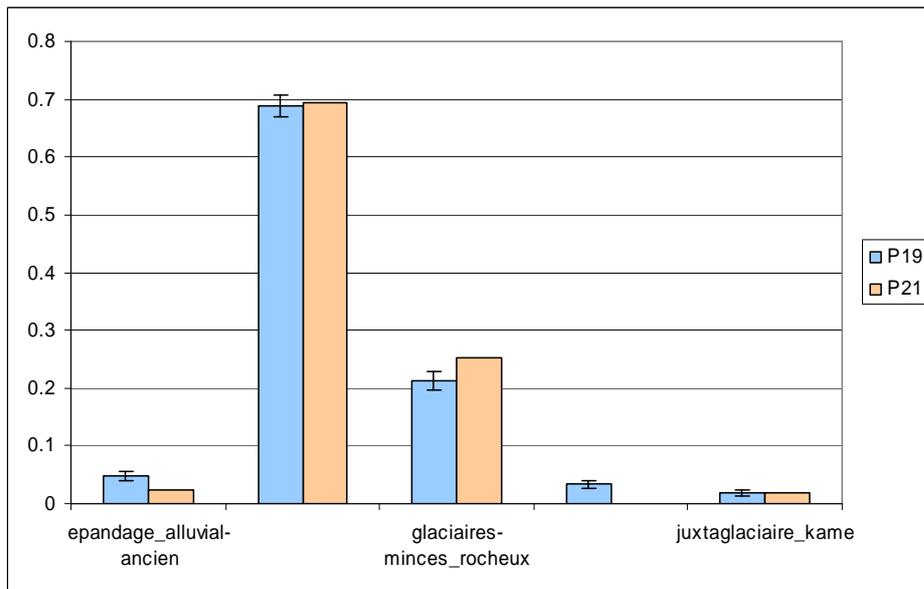
### ***1.4.3. Différentes essences***

#### *Méthodologie de la comparaison des essences/genres, groupements d'essences ou variable environnementale au 19<sup>e</sup> siècle vs. 4<sup>e</sup> IFD*

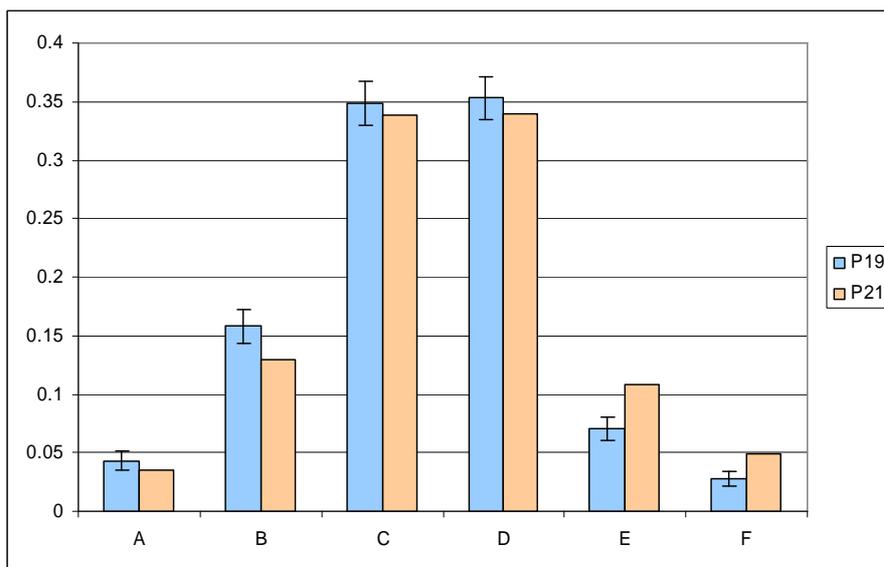
La source d'information la plus ancienne sur la composition forestière qui soit prête à être utilisée pour la comparaison avec la composition actuelle, pour la région écologique 3c, sont les carnets d'arpentage des cantons utilisés pour décrire la forêt précoloniale par Mauri Ortuno (2010) en Moyenne-Mauricie. La comparaison entre la Moyenne-Mauricie (intersection entre la région administrative de La Mauricie et la région écologique 3c) et les UAF 62-51 et 62-52 a été possible parce que les conditions climatiques et physiques sont très similaires. En effet, les deux unités territoriales partagent la même région écologique (10 % de la superficie de l'UAF 62-52 se trouve dans la région écologique), qui se caractérise par un climat homogène, et des fréquences similaires pour les valeurs de trois variables environnementales : le dépôt de surface (Figure 17), la classe de drainage (Figure 1 ; en Annexe) et la classe de pente (Figure 18). Pour faciliter la comparaison, les valeurs des dépôts de surface et des classes de drainage ont été regroupées.

Les fréquences pour les informations de l'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle ont été calculées en divisant le nombre de points d'observation d'arpentage d'un certain groupement, d'une certaine essence ou avec une certaine valeur de variable environnementale par la totalité de points d'observation. Les placettes historiques ne trouvant pas d'équivalence avec les placettes actuelles (notamment les zones humides avec mélèze et aulne) ont été exclues des analyses. Les fréquences pour les informations du 4<sup>e</sup> IFD proviennent de la superficie des polygones écoforestiers avec un certain groupement ou avec une certaine valeur de variable environnementale, divisée par la totalité de la superficie forestière productive avec des peuplements de 7 mètres et plus.

Seulement les peuplements matures dans les terrains forestiers productifs ont été comparés. Au 19<sup>e</sup> siècle, nous les avons identifiés comme ceux sans indication de peuplement jeune ou en régénération, et en retirant de la comparaison les aulnaies et les peuplements avec le mélèze comme espèce dominante, ou portant des mentions faisant référence à un dénué humide. Pour le 4<sup>e</sup> IFD, les peuplements retenus pour la comparaison sont ceux de 7 mètres et plus dans un terrain forestier productif et ayant une valeur de surface terrière non nulle, ce qui retire de la sélection les dénués humides.



**Figure 17 Proportions des regroupements des dépôts de surface dans les 2 614 observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle en Moyenne-Mauricie (P19, IC de 95 %) et dans les UAFs 62-51 et 62-52 (P21).**



**Figure 18 Proportions des classes de pente dans les 2 614 observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle en Moyenne-Mauricie (P19, IC de 95 %) et dans les UAFs 62-51 et 62-52 (P21).**

#### 1.4.3.1 Fréquence et abondance relative moyenne des essences

Ces informations proviennent de l'analyse des 2614 placettes, principalement dans l'érablière à bouleau jaune de l'est. Ces résultats devraient être interprétés comme des tendances importantes, non pas comme des chiffres précis pour le 2 UAFs à l'étude, ceux-ci permettant quand même de faire un comparatif entre deux époques.

La fréquence, qui représente le pourcentage de placettes où une essence est présente, est un indicateur qui démontre que certaines essences, notamment le sapin baumier, le bois franc

(érables), le bouleau à papier et les peupliers ont une meilleure répartition dans le paysage (Tableau 14). Pour le bouleau à papier par exemple, cette essence était présente historiquement dans près de 37% des placettes, et aujourd'hui, dans plus de 61% des placettes. Cette différence est encore plus grande pour le sapin baumier (de 50% à 80%) et le bois franc (érables) (de 20% à 67%) (Tableau 14).

Pour les essences ayant une faible fréquence dans le paysage (frêne, pruche) au 19<sup>ième</sup> siècle, cette fréquence s'est vue diminuée au 21<sup>ième</sup> siècle (Tableau 14). Ainsi, certains groupements d'essences et certaines caractéristiques de biodiversité du paysage ont probablement été perdus. De plus, parmi les essences assez fréquentes au 19<sup>ième</sup> siècle, celles qui ont vu leur fréquence diminuée au 21<sup>ième</sup> siècle sont l'épinette et le pin, 2 essences fortement exploitées selon l'historique de coupe (Document 1; Roy *et al.* 2010).

**Tableau 14** Fréquence en % et abondance relative moyenne en % de différentes essences (ou genres) dans le paysage au 19<sup>ième</sup> siècle et au 21<sup>ième</sup> siècle. L'intervalle de confiance à 95% est aussi représenté. Ces informations proviennent de l'analyse de 2614 placettes à l'aide des carnets d'arpentages historiques en Mauricie (principalement dans l'ERBJ 3c, mais aussi un peu dans la SABOJ 4c). Les données du 21<sup>ième</sup> siècle proviennent des informations des inventaires forestiers du MRNF de ces mêmes placettes. Bien que les régions soient avoisinantes et dans la même région écologique 3c et 4c, nous avons validé la similitude entre ces placettes de la Mauricie et les 2 UAFs.

	19ième siècle				21ième siècle			
	Fréquence (%)	IC95	Abondance relative moyenne	IC95	Fréquence (%)	IC95	Abondance relative moyenne	IC95
Sapin	49.54	1.92	13.14	0.73	80.08	4.85	24.06	2.72
Bouleau jaune	24.48	1.65	8.51	0.74	39.08	5.92	8.79	1.77
Bouleau à papier	36.88	1.85	9.96	0.72	61.69	5.90	10.31	1.63
Bois franc	19.32	1.51	12.38	1.11	67.05	5.70	20.15	2.88
Frêne	4.51	0.80	1.70	0.39	2.68	1.96	0.40	0.38
Mélèze	6.01	0.91	2.96	0.54	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Épinette	58.72	1.89	21.60	0.99	52.49	6.06	12.78	2.46
Pin	29.27	1.74	14.31	1.06	16.09	4.46	3.85	1.55
Peuplier	8.61	1.08	2.61	0.46	36.02	5.82	12.47	2.62
Cèdre	22.07	1.59	8.13	0.75	31.42	5.63	7.68	2.07
Pruche	3.83	0.74	1.16	0.28	1.92	1.66	0.31	0.34

L'abondance relative moyenne est un autre indicateur qui représente le pourcentage de la surface terrière du paysage occupé par une essence. Ce calcul utilise la méthode du bâton brisé qui se sert de la position dans l'énumération des essences comme indicateur de la surface terrière qu'elle occupe dans une placette. Bien qu'hypothétique, cette méthode a été démontrée comme assez précise. Ainsi, ce n'est pas la présence ou l'absence d'une essence, mais plutôt une approximation de la proportion de la surface terrière qu'elle occupe dans le paysage.

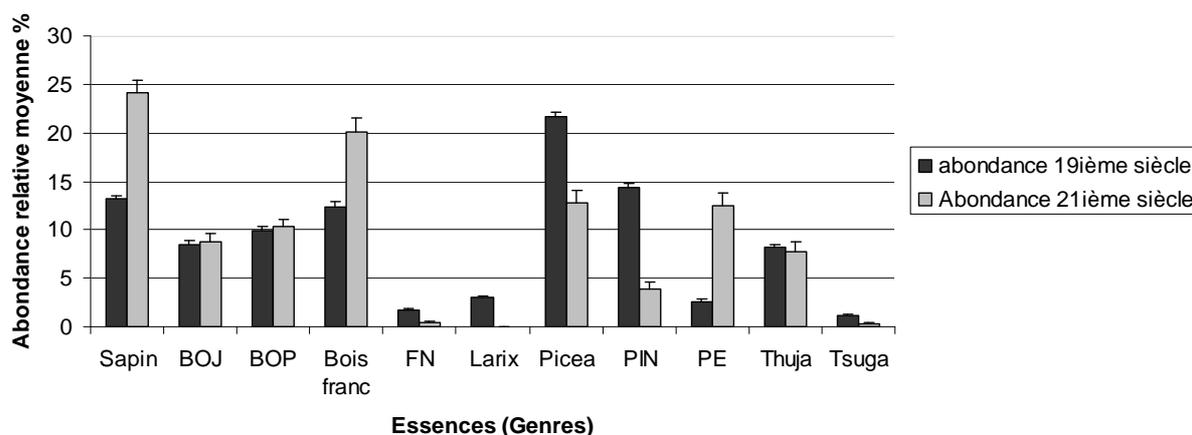
### Augmentation du sapin, du bois franc et des peupliers

L'augmentation de l'abondance relative moyenne du sapin, du bois franc (érable) et des peupliers est importante dans le paysage. On voit que le sapin (24%) et le bois franc (20%) occupent actuellement ensemble plus de 44% de la surface terrière du paysage, comparativement à 25% dans la première moitié du 19<sup>ième</sup> siècle (Tableau 14). La surface terrière des peupliers a aussi grandement augmenté.

### Diminution de l'épinette et du pin

D'un autre côté, la diminution de l'épinette et du pin semble avoir grandement altéré la répartition de la surface terrière dans le paysage. Encore une fois, les essences ayant une abondance relative moyenne faible (Frêne, Pruche) ainsi que les essences fortement exploitées (pin et épinette) ont aujourd'hui une abondance relative moyenne plus faible; c'est-à-dire qu'ils ne représentent que 17% de la surface terrière, comparativement à 42% historiquement (Tableau 14).

La figure 19 permet de visualiser les changements de l'abondance relative moyenne des différentes essences (genres) dans le paysage entre la première moitié du 19<sup>ième</sup> siècle et le 21<sup>ième</sup> siècle (les données actuelles). L'intervalle de confiance à 95% nous permet aussi de constater que plusieurs des différences observées sont probablement significatives.



**Figure 19** Comparaison entre l'abondance relative moyenne en % de différentes essences (ou genres) dans le paysage au 19<sup>ième</sup> siècle et au 21<sup>ième</sup> siècle. Les barres d'erreurs permettent de voir les différences significatives.

Ces informations proviennent de l'analyse de 2614 placettes à l'aide des carnets d'arpentages historiques en Mauricie (principalement dans l'ERBJ 3c, mais aussi un peu dans la SABOJ 4c). Les données du 21<sup>ième</sup> siècle proviennent des inventaires forestiers du MRNF de ces mêmes placettes. Bien que les régions soient avoisinantes et dans la même région écologique 3c et 4c, nous avons validé la similitude entre ces placettes de la Mauricie et les 2 UAFs.

### Convergence de différentes études

Le tableau 15 démontre qu'avec l'indice de fréquence et d'abondance relative, certaines essences ont eu une variation significative entre les valeurs actuelles et les valeurs historiques, peu importe la méthode utilisée: (méthode A) comparaison totale des 2614 placettes,

(méthode B) remesure terrain de 250 placette. De plus, une étude utilisant une méthodologie différente (méthode C), mais dans la même région ( Arseneault *et al.* 2010) optient les mêmes tendances<sup>1</sup>. Dans le tableau 15, on observe en vert les essences avec une augmentation importante ou significative et en rouge, les essences avec une diminution importante ou significative. La diminution du pin blanc a été documentée dans plusieurs régions (Latremouille *et al.* 2008) ; selon deux études ontariennes, il y aurait une diminution de l'abondance du pin blanc de 9,61 % et de 2,1 % selon Pinto *et al.* (2008) et (Jackson *et al.* 2000) respectivement.

**Tableau 15 Écart (et différence significative) de la fréquence en % et de abondance relative moyenne en % de différentes essences (ou genres) entre le 19<sup>ième</sup> siècle et le 21<sup>ième</sup> siècle.**

Selon 3 différentes méthodes ; A) Comparaison totale : comparaison de 2614 placettes à l'aide des carnets d'arpentages historiques en Mauricie (principalement dans l'ERBJ 3c, mais aussi un peu dans la SABOJ 4c) et les données du 21<sup>ième</sup> siècle proviennent des informations des inventaires forestiers du MRNF de ces mêmes placettes ; B) Comparaison de 250 placettes (remesures) : comparaison entre 250 placettes provenant des carnets d'arpentages historiques en Mauricie (principalement dans l'ERBJ 3c, mais aussi un peu dans la SABOJ 4c) et les données de la remesure exacte sur le terrain de ces mêmes 250 placettes au 21<sup>ième</sup> siècle ; C) Informations : Explications en bas de pages <sup>1</sup>

	A) Comparaison totale				B) Comparaison de 250 placettes (remesure)			C) Information <sup>1</sup>
	Fréquence	Différence significative	Abondance	Différence significative	Différence de l'abondance moyenne par parcelle	IC95	Différence significative	
Sapin	30.5	↑	10.9	↑	8.8	3.7	↑	↑
Bouleau jaune	14.6	↑	0.3		4.4	2.3		↓
Bouleau à papier	24.8	↑	0.3		-1.6	3.1		↑
Bois franc	47.7	↑	7.8	↑	15.1	3.3	↑	↑↑
Frêne	-1.8		-1.3		-0.5	1		
Épinette	-6.2		-8.8	↓	-6.5	3.9	↓	↓
Pin	-13.2	↓	-10.5	↓	-21.4	4.1	↓	↓
Peuplier	27.4	↑	9.9	↑	7.9	3.4	↑	↑
Cèdre	9.3		-0.4		-0.5	2.7		↓
Pruche	-1.9		-0.9	↓	-0.3	0.7		↓

Dans les régions avoisinante de Lanaudière, en comparant les données des placettes jardinées et les données des placettes de forêts anciennes de peuplements de feuillus tolérants, il semble

<sup>1</sup> Ces informations concernent la dominance des taxons dans les observations des arpenteurs (1801-1882) dans des cellules de 5km x 5km dans Lanaudière; c'est-à-dire le nombre d'énumérations pour lesquelles un taxon est énuméré en premier, divisé par le nombre total d'énumérations (données d'un étude de Dominique Arseneault *et al.* 2010). Ces informations sont comparées aux placettes du MRNF (1980-2009) afin de voir la différence entre les époques. Pour le respect des auteurs, nous utilisons ces information présentement qu'à titre d'informations préliminaires.

y avoir plus d'érables dans les placettes jardinées. La répartition des surfaces terrières selon les essences montre que la présence de l'érable se situe à 77% dans les placettes jardinées, comparativement à 65% dans les placettes de forêts anciennes de peuplements de feuillus tolérants. Ce constat vient accentuer l'enjeu de l'augmentation des peuplements à feuillus tolérant où même à l'intérieur des peuplements d'érablières, on constate une augmentation de la quantité d'érable à sucre. Cette conclusion est aussi relatée par Bouchard *et al.* (1989).

En observant les données actuelles, la pruche semble être disparue des peuplements à feuillus tolérants, passant de près de 12% de la surface terrière des placettes de forêts anciennes de peuplements de feuillus tolérants à près de 0% dans les placettes jardinées ; la baisse a aussi été signalée par Bouchard *et al.* (1989).

#### 1.4.3.2. Évolution des différentes essences dans les mêmes placettes

##### *Les difficultés du pin et de l'épinette (Disparition et diminution dans les placettes)*

Au niveau des essences, on perçoit des tendances claires en ce qui concerne la diminution et la disparition de l'épinette et du pin dans les placettes de remesure (Tableau 16). Ces essences étaient donc présentes dans un plus grand nombre de placettes et aussi dans une plus forte proportion de surface terrière dans ces placettes.

Le pin est apparu dans très peu de placettes (environ 3%) tout au cours de la période, mais est disparu dans environ 40% des placettes, ce qui rend cette essence plus vulnérable aux changements (Tableau 16). L'épinette, d'un autre côté, est apparue dans 19% des placettes comparativement à une disparition dans 28% des placettes, ce qui rend sa situation moins alarmante.

##### *Apparition du bouleau blanc et des peupliers dans les placettes*

Le sapin, le bois franc, le bouleau à papier et les peupliers sont des essences/genres qui apparaissent dans plus de 30% des placettes entre le 19<sup>ième</sup> et le 21<sup>ième</sup> siècle (Tableau 16). Les feuillus intolérants comme le bouleau blanc et les peupliers ont probablement profité des perturbations naturelles importantes, notamment le feu, qui ont eu lieu le milieu du 19<sup>ième</sup> siècle et 1930 (Document 1 ; Roy *et al.* 2010) pour coloniser de nouveaux sites (ils apparaissent dans près de 30% des placettes).

##### *Apparition du bois franc (érable) dans les placettes*

Le phénomène d'enfeuillage est facilement visible avec l'apparition des bois franc (érable) dans près de 61% des placettes (Tableau 16). Les coupes ont probablement un rôle important à jouer dans cette apparition. Ainsi, nous retrouvons aujourd'hui beaucoup de peuplements avec des érables (soit comme essence principale ou comme essence compagne) à des endroits où historiquement ce genre était absent.

##### *Omniprésence du sapin dans les placettes*

Ce qui est notable avec le sapin c'est qu'historiquement, cette essence était présente dans plus de 50% des placettes (deuxième essence la plus fréquente) et qu'elle est quand même apparue

dans 36% des placettes, ce qui fait qu'aujourd'hui cette essence est omniprésente dans la forêt sous étude (moins de 8% de placettes avec absence de sapins sur toute la période d'étude). Le sapin est une essence généraliste qui peut profiter des ouvertures, des perturbations (ex :TBE), mais qui peut aussi tolérer l'ombre.

**Tableau 16 Pourcentage des 250 placettes (remesure) où l'espèce (genre) fut 1) absente durant toute la période, 2) fut présente (augmentation, diminution ou égal) et 3) si elle est apparue ou 4) disparue, entre les données des carnets d'arpentages de la Mauricie du 19<sup>ème</sup> siècle et les données de remesure des mêmes placettes au 21<sup>ème</sup> siècle.**

Essence/Genre	1) Absent	2) Présente			3) Disparue	4) Apparue
		Augmentation	Diminution	Égal		
Sapin	7.6	24.4	17.6	0.8	13.2	36.4
Bouleau jaune	57.6	5.6	5.6	0.0	4.0	27.2
Bouleau à papier	24.8	9.2	18.0	1.2	14.0	32.8
Bois franc	31.2	2.8	3.6	0.4	1.2	60.8
Frêne	94.8	0.0	0.0	0.0	2.4	2.8
Mélèze	95.2	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0
Épinette	20.8	10.0	21.6	0.8	27.6	19.2
Pin	46.0	2.4	8.8	0.0	39.6	3.2
Peuplier	55.6	4.0	2.0	0.0	8.4	30.0
Cèdre	58.0	2.4	8.8	0.0	12.0	18.8
Pruche	97.2	0.0	0.4	0.0	0.8	1.6

#### 1.4.3.3. Changement dans les différents groupements d'essences

L'utilisation des actuels groupements d'essences des polygones écoforestiers comme valeur de comparaison avec les données d'arpentage était non souhaitable pour plusieurs raisons :

- Les arpenteurs décrivaient les peuplements vus de l'intérieur comme les actuelles placettes-échantillon, à la différence des valeurs des groupements d'essences qui sont photointerprétées et peuvent rater certaines essences de dimension commerciale dans le sous-couvert.
- Les groupements d'essences sont trop nombreux (151) pour être utilisés pour une comparaison visuellement agile.

Pour ces raisons, nous avons créé des normes (Document 1 ; Roy *et al.* 2010) pour classifier les observations d'arpentage et les polygones écoforestiers en groupements d'essences sur la base de l'abondance relative des taxons et sur la base de la proportion de la surface terrière, respectivement. Nous avons utilisé les mêmes critères de classifications afin de pouvoir comparer et regrouper les données actuelles et les données historiques. À noter que les critères de classification des groupements d'essences occasionnent un biais et que ces informations doivent être perçues plutôt comme des tendances que comme des nombres exacts. Ces informations nous permettent quand même de constater le changement (augmentation/diminution/disparition) de certains groupements dans le paysage.

### *Cohabitation des essences/genres*

Une figure dans le document 1 (Roy *et al.* 2010), représente la matrice de cohabitation des différentes essences en terme de surface terrière selon les données des carnets d'arpentage (notre référence historique).

#### *Cas 1: Présence de l'épinette dans les peuplements de feuillus tolérants*

On voit que pour les peuplements dont l'essence principale en terme de surface terrière est l'épinette (20% des placettes), les 4 essences compagnes les plus fréquentes selon les données historiques sont, dans l'ordre, SAB, BOP, BOJ et PIN, les bois francs (érable) étant long derrière. Il est donc probable que la diminution et la disparition de peuplement avec l'épinette aient laissé la place à des peuplements de sapin et de bouleau à papier.

D'un autre côté, dans les peuplements dont l'essence principale en terme de surface terrière est le bois franc (14% des placettes), l'essence compagne la plus fréquente selon les données historique est l'épinette. Le fait qu'historiquement seulement 0,8% des placettes avaient une appellation FTRS (bois franc avec sapin ou épinette) (Tableau 17, Figure 20) nous indique que l'épinette était rarement suffisamment abondante au sein de ces peuplements pour qu'on utilise l'appellation FTRS. Ce phénomène est encore perceptible aujourd'hui, puisque parmi les peuplements dont l'essence principale en terme de surface terrière est le bois franc (plus de 25%), les peuplements FTRS ne représentent que 2,4% (Tableau 17). Les épinettes et les sapins sont cependant présents dans les peuplements mixtes dominés par FT, mais rarement assez abondants en terme de surface terrière au sein de ces peuplements pour qu'on parle de peuplements FTRS (ces peuplements sont classés dans FT ou MFAUT) (Tableau 17, Figure 20).

Dans les placettes historiques où l'essence principale en terme de surface terrière est le bouleau jaune (10% des placettes), le sapin et l'épinette sont les essences compagnes les plus fréquentes. En effet, dans 61% des placettes dominées par le bouleau jaune, on retrouve aussi du sapin ; et dans 49% des placettes dominées par le bouleau jaune, on retrouve aussi de l'épinette. Ces essences compagnes occupent un assez grand pourcentage de la surface terrière, puisque les peuplements BOJRS représentaient 4% des placettes historiques (Tableau 17), cette proportion étant conservée aujourd'hui. Il semble donc naturel pour l'épinette d'être présente dans des peuplements de feuillus tolérants, notamment d'érable et de bouleau jaune. Cependant, l'abondance en terme de surface terrière de l'épinette est probablement plus élevée avec les bouleaux jaunes qu'avec les érables.

#### *Augmentation des érablières et des peuplements composés principalement de bouleau blanc ou de peupliers*

Les érablières (ERS) ont presque doublé si l'on compare les données historiques (7.5%) aux données actuelles (14.1%) (Tableau 17). Les peuplements composés principalement de peuplier (POP) ou de bouleau blanc (BOP) ont aussi vu leur proportion plus que doubler dans le paysage. Cependant, les peuplements mixtes composés majoritairement de BOP ou de POP n'ont pas augmenté dans le paysage (Tableau 17). Ainsi, l'importante augmentation des

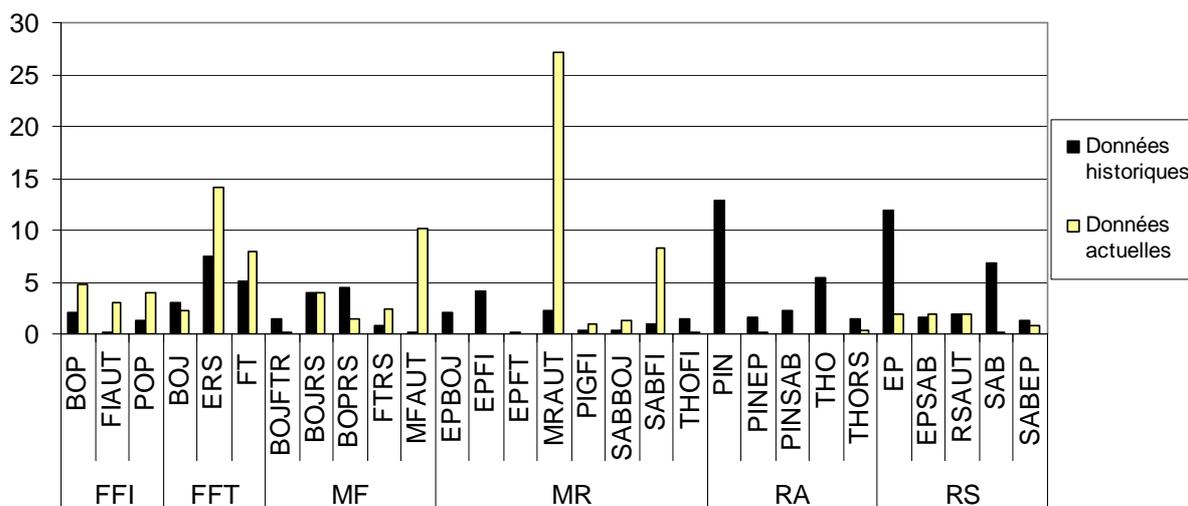
bouleaux blancs et des peupliers n'est pas autant perçue au sein de peuplements mélangés (MFI) qu'au sein de peuplements feuillus (FFI).

### *Disparition des pinèdes, des prucherais et des cédrières*

Plusieurs essences ou regroupement d'essences présentes au 19<sup>ième</sup> siècle ont disparu, comme celles avec le frêne (0,8%), le hêtre (0,6%) ou la pruche (1,1%) comme essence dominante (en jaune dans le tableau 17). À noter que ces peuplements étaient quand même peu abondant dans le paysage. Les pinèdes (12,8%), les prucherais (0,8%) et les cédrières (5,3%) pures, ainsi que plusieurs mélanges dont ces essences étaient dominants ont aussi disparu (en jaune dans le tableau 17, Figure 20).

### *Diminution des pessières et des groupements d'essences avec comme essence dominante le pin, le cèdre, l'épinette et la pruche*

En plus des autres essences résineuses longévives dont les peuplements purs sont disparues, les pessières ont grandement diminué dans le paysage (de 12% à 2%) (Tableau 17). Les groupements d'essences dont l'essence principale en terme de surface terrière est une essence résineuse longévive (pin, cèdre, pruche, épinette) ont aussi vu leur proportion diminuer dans le paysage (Tableau 17), à l'exception du pin gris avec feuillu intolérant (PIGFI) et de l'épinette avec sapin (EPSAB).



**Figure 20 Comparaison du pourcentage de la superficie forestière productive des deux UAFs à l'étude (avec des données valides) occupées par chaque groupements d'essences entre les données actuelles et les données historiques (carnets d'arpentages). Voir méthodologie pour plus de détails.**

### *Perte de diversité dans les essences /groupements*

Il est difficile de conclure sur le changement des groupements mixtes, vu l'importance de la catégorie autre (MFAUT et MRAUT) au 21<sup>ième</sup> siècle. Cependant, en regardant la quantité d'essences ou groupements qui ont disparu (en jaune dans le tableau 17, Figure 20), on peut

conclure en une perte de diversité (nombre de groupement (richesse) et abondance relative des groupements).

**Tableau 17 Comparaison de l'abondance relative dans le paysage des différents groupements d'essences entre les données historiques (provenant de carnet d'arpentage) et les données actuelles pour l'UAF 062-51 et pour le total des informations disponibles pour les 2 UAFs.**

Les placettes historiques ne trouvant pas d'équivalence avec les placettes actuelles (notamment les zones-humides avec mélèze et aulne) ont été exclues des analyses. La méthodologie est expliquée ci-dessus. Les données actuelles n'étaient pas disponibles pour la grande majorité de l'UAF 062-52. En jaune, ce sont les groupements qui sont disparus dans le paysage.

Type Forestier	Essences/Groupes	% du total des placettes anciennes	% de l'UAF 062-51	% total forestier actuel	Écart données historiques et actuelles 062-51	Écart données historiques et actuelles totales
FFI	BOP	2.1	4.9	4.8	2.8	2.7
	FIAUT	0.1	3.3	3.0	3.2	2.9
	FRE	0.8	0.0	0.0	-0.8	-0.8
	POP	1.3	4.3	3.9	3.0	2.6
	<b>Total FFI</b>	<b>4.3</b>	<b>12.5</b>	<b>11.7</b>	<b>8.2</b>	<b>7.4</b>
FFT	BOJ	3.1	0.2	2.3	-2.9	-0.8
	ERS	7.5	12.7	14.1	5.2	6.6
	FT	5.1	7.9	8.0	2.8	2.9
	HEG	0.6	0.0	0.0	-0.6	-0.6
	<b>Total FFT</b>	<b>16.2</b>	<b>20.8</b>	<b>24.3</b>	<b>4.6</b>	<b>8.1</b>
MF	BOJFTR	1.4	0.2	0.1	-1.3	-1.3
	BOJRA(pin et/ou tho)	0.9	0.1	0.1	-0.9	-0.9
	BOJRS(sab et ep)	4.0	2.3	4.0	-1.7	0.0
	BOPRA(pin ou tho)	1.7	0.0	0.0	-1.7	-1.7
	BOPRS(sab ou ep)	4.5	1.2	1.5	-3.3	-3.0
	FTRA(pin et/ou pru)	0.9	0.0	0.0	-0.9	-0.9
	FTRS(sab ou ep)	0.8	2.6	2.4	1.7	1.5
	MFAUT	0.1	10.4	10.1	10.3	10.0
	POPFREERA(pin ou tho)	0.8	0.0	0.0	-0.8	-0.8
	POPFREERS(sab et/ou ep)	1.7	0.2	0.2	-1.5	-1.5
	<b>Total MF</b>	<b>17.0</b>	<b>17.0</b>	<b>18.5</b>	<b>-0.1</b>	<b>1.4</b>
MR	EPBOJ	2.0	0.0	0.0	-2.0	-2.0
	EPFI	4.1	0.0	0.0	-4.1	-4.1
	EPFT	0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.2
	MRAUT	2.2	30.1	27.2	27.9	25.1
	PIGFI	0.4	1.1	1.0	0.7	0.6
	PINFI	0.9	0.5	0.4	-0.4	-0.5
	PINFT	0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.2
	PRUFT	0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.2
	SABBOJ	0.4	1.4	1.3	1.0	1.0
	SABFI	1.0	9.0	8.2	8.0	7.2
	THOFI	1.5	0.2	0.2	-1.3	-1.3
	THOFT	1.6	0.0	0.0	-1.6	-1.6
	<b>Total MR</b>	<b>14.6</b>	<b>42.3</b>	<b>38.4</b>	<b>27.7</b>	<b>23.7</b>
RA	PIN	12.8	0.0	0.0	-12.8	-12.8

	PINEP	1.6	0.2	0.2	-1.4	-1.5
	PINSAB	2.3	0.0	0.0	-2.3	-2.3
	PRU	0.8	0.0	0.0	-0.8	-0.8
	PRUEP	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1
	THO	5.3	0.0	0.0	-5.3	-5.3
	THORS	1.4	0.4	0.4	-1.0	-1.1
<b>Total RA</b>		<b>24.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.5</b>	<b>-23.8</b>	<b>-23.9</b>
<b>RS</b>	<b>EP</b>	11.9	1.6	1.8	-10.3	-10.0
	EPSAB	1.6	2.1	1.9	0.4	0.3
	RSAUT	1.9	2.1	1.9	0.2	0.0
	SAB	6.8	0.2	0.2	-6.6	-6.6
	SABEP	1.3	1.0	0.9	-0.3	-0.4
<b>Total RS</b>		<b>23.4</b>	<b>6.9</b>	<b>6.6</b>	<b>-16.5</b>	<b>-16.8</b>
<b>Total (nb de placettes)</b>		<b>2488.0</b>				
<b>Total (nb d'hectares)</b>			<b>127334.0</b>	<b>144096.7</b>		

#### 1.4.3.5. Variation de la composition forestière dans l'espace en utilisant les données de drainage, de pente et de dépôt de surface

Nous avons comparé les fréquences d'un groupement d'essences par valeur de variable environnementale entre le 19<sup>e</sup> siècle et l'actualité. Ceci permet d'observer si la distribution d'un groupement d'essences est encore la même dans tous les sites ou plus forte lorsque certaines conditions environnementales sont présentes. Étant donné l'importante quantité de données, nous avons présenté seulement certaines essences d'intérêts. Les informations pour les autres essences se retrouvent en comparant les figures historiques (Annexe Document 1 ; Roy *et al.* 2010) et les figures actuelles (Annexe Figure 2, 3, 4).

Pour les essences ou les groupements d'essences qui on subi une disparition entre les données historiques d'arpentages et les données actuelles (en jaune dans le tableau 17), nous avons fait une analyse des différents type de dépôts (Annexe, Figure 5), des classes de drainage (Annexe, Figure 6) et des classes de pentes (Annexe, Figure 7) qu'ils occupaient.

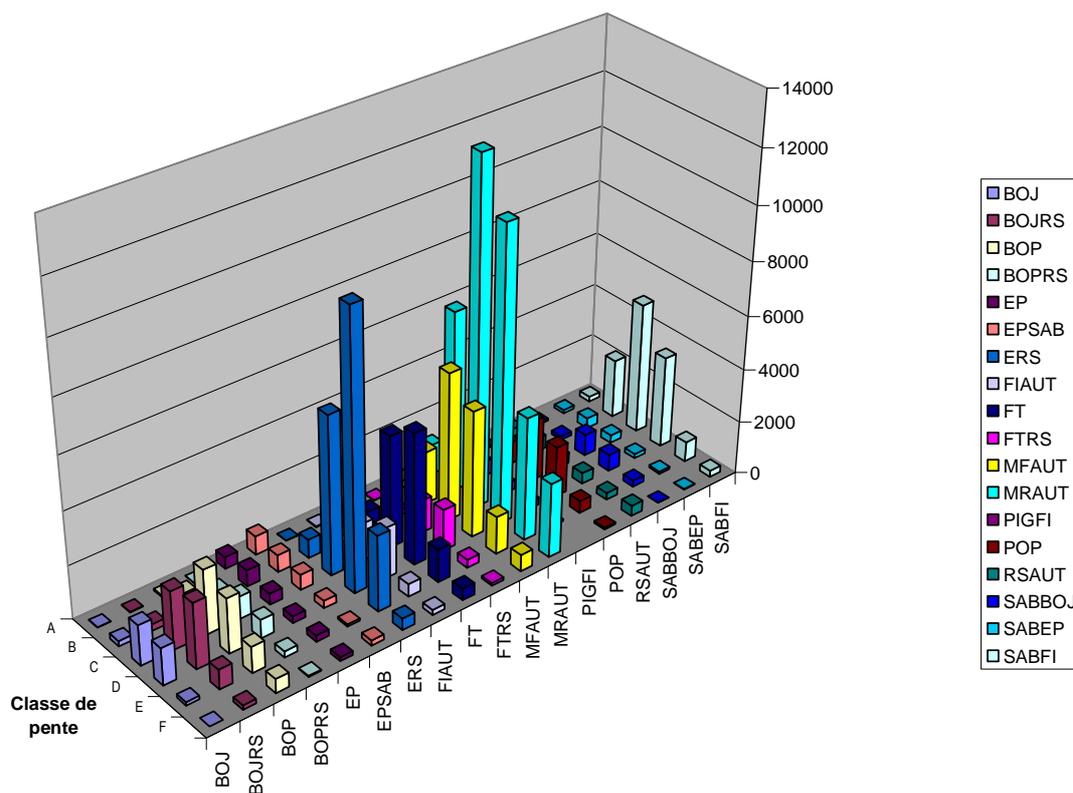
La répartition de la superficie forestière des UAFs 062-51 et 062-52 dans les différents types de dépôt de surface (Figure 20), classes de pente (Figure 21) ou classes de drainage (Annexe, Figure 8) fut représentée en tenant compte des différentes essences ou groupements d'essences.

#### *État actuel*

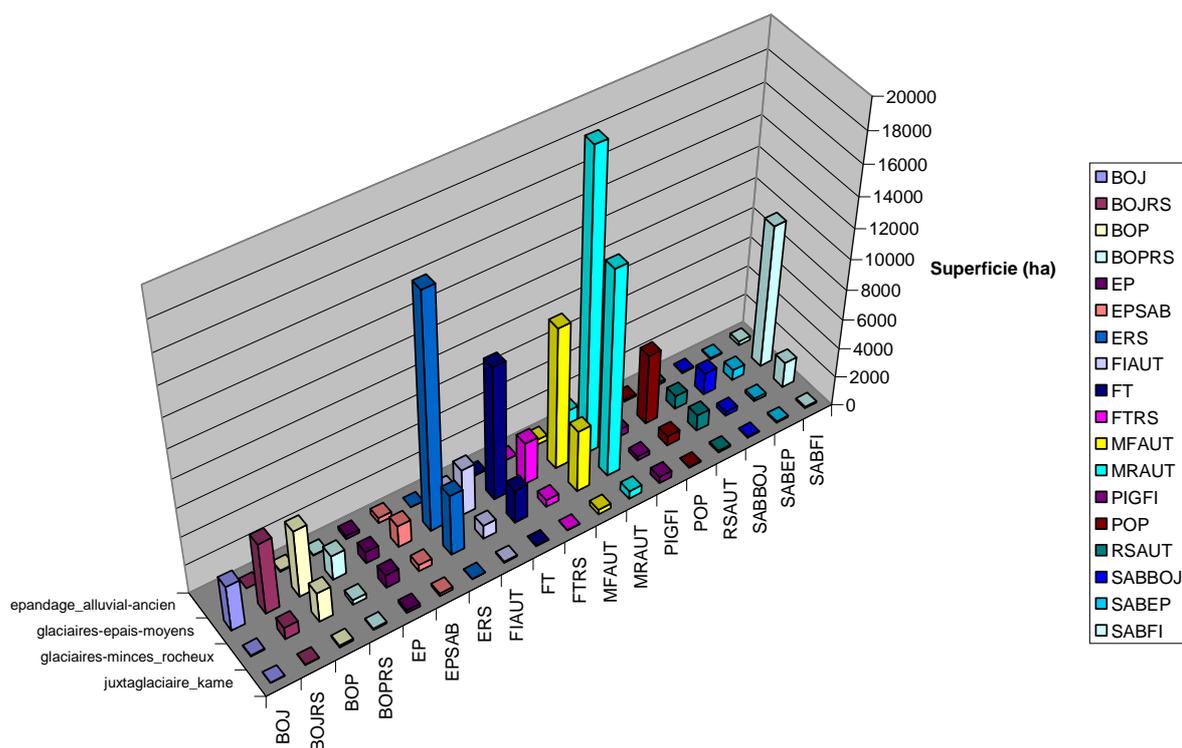
On observe que le groupement mixte avec dominance de résineux (type autre), les érables et le groupement sapin avec feuillus intolérants sur le type de dépôt glaciers épais ou moyens représentent une bonne proportion de la superficie des UAFs de Lanaudière (Figure 20).

Par rapport aux classes de pente, on observe que les classes moyennes C et D sont les plus importantes en terme de superficie pour plusieurs essences dont le bouleau jaune, le bouleau à papier, l'érable à sucre, les peupliers, ainsi que les mixtes de sapin avec bouleau jaune, sapin avec feuillus intolérant, mixte à dominance de feuillus (autres) et mixte à dominance de résineux (autres) (Figure 21). Ainsi, les classes de pentes moyennes C et D semblent propices aux peuplements feuillus ainsi qu'aux mélanges entre feuillus et résineux.

Par ailleurs, certaines essences ou groupement d'essences plus résineuses comme l'épinette, le mixte d'épinette et de sapin (ou sapin épinette), ont des répartitions importantes sur les classes de pentes faibles A et B (Figure 21). Pour les classes de pente forte, les groupements résineux (autres) ou mixte résineux (autres), sont bien représentés. On note aussi la présence de feuillus tolérant, d'érable à sucre et de bouleau à papier sur les pentes plus fortes.



**Figure 19. Représentation des différents types de dépôts dans le paysage et des groupements d'essences qui les occupent actuellement.**



**Figure 20 Représentation des différentes classes de pente dans le paysage et des groupements d'essences qui les occupent actuellement.**

*Comparaison entre les données actuelles et les données historiques*

La comparaison des types de dépôt, les classes de pente et le type de drainage, entre les données du 19<sup>ième</sup> siècle et les données actuelles démontrent que pour plusieurs essences/groupements, la variation n'est pas très importante. Les groupements avec les variations les plus importantes sont représentés au Tableau 1 en Annexe, ainsi qu'à la figure 22 et 23 ci-dessous. Nous pouvons observer une augmentation de peuplement MF et de BOJ sur les dépôts glaciaires-épais-moyens, comparativement à une diminution de EP et MR sur les dépôts glaciaires-épais-moyens (Figure 22). Pour les classes de pentes, on note que les peuplements d'épinette et d'épinette avec sapin (EPSAB) sont aujourd'hui moins présents sur les pentes moyennes (classe de pente C et D) (Figure 23) et se retrouvent probablement davantage dans les endroits difficiles pour l'exploitation.

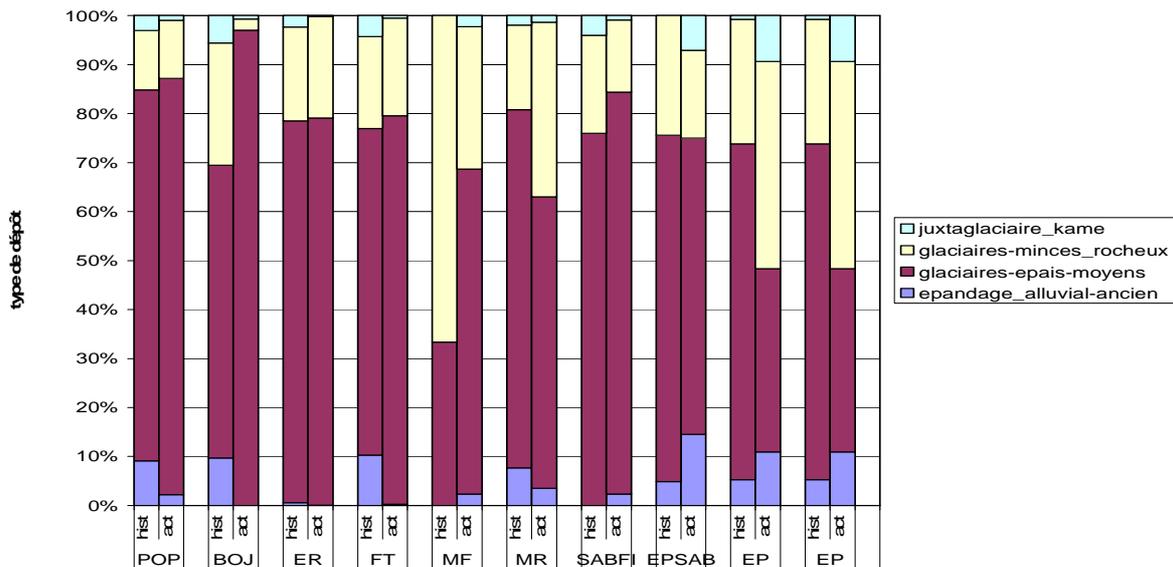


Figure 21 Comparaison entre les données actuelles et les données historiques sur les types de dépôt qu'occupe un groupement d'essences (%).

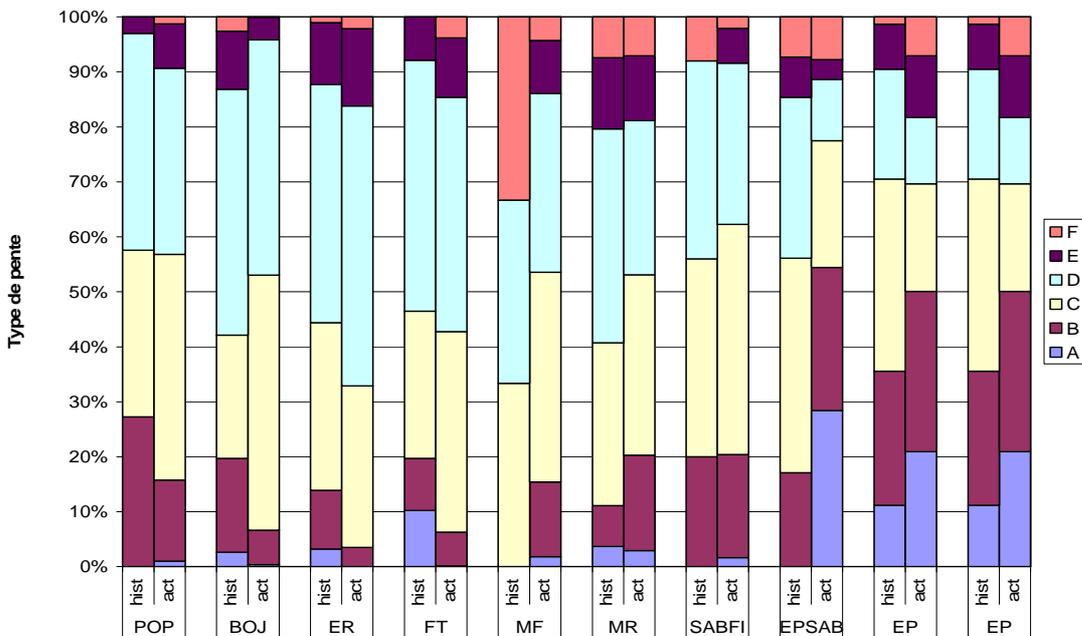
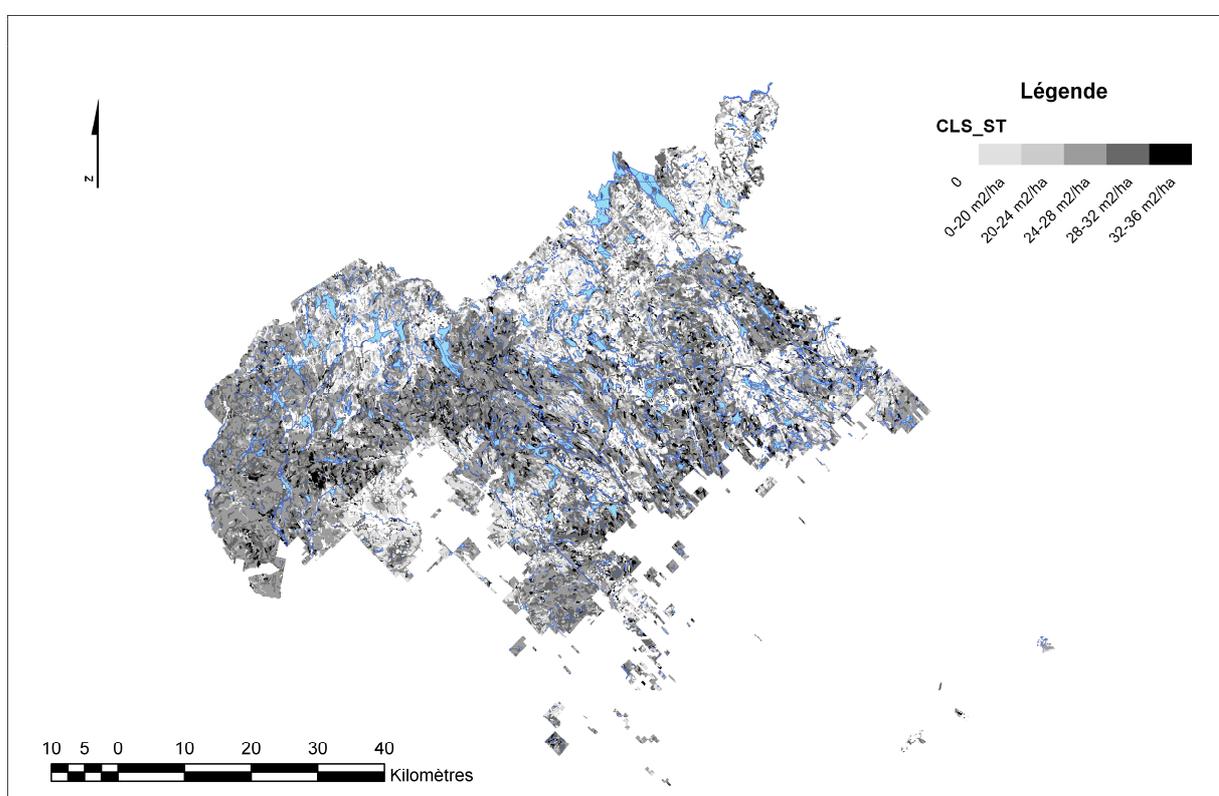


Figure 22 Comparaison entre les données actuelles et les données historiques sur les classes de pente qu'occupe un groupement d'essences (%).

### 1.5. Organisation spatiale des forêts

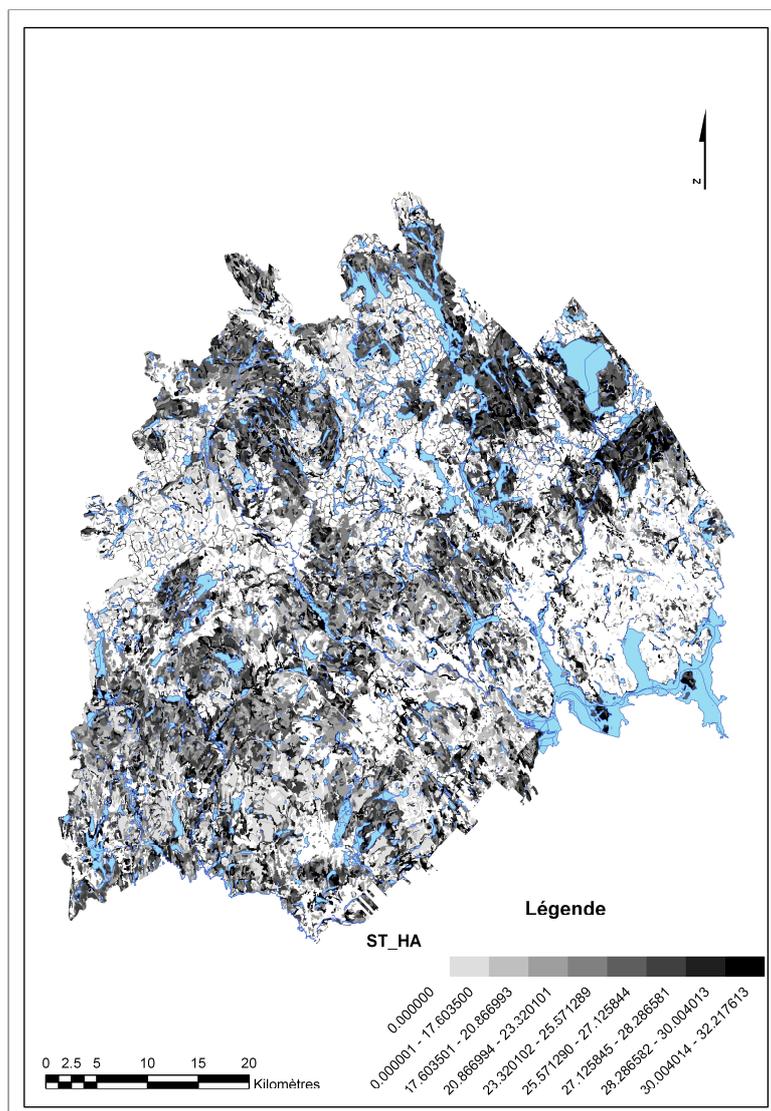
La distribution spatiale de la surface terrière dans le paysage des deux UAFs n'est pas homogène. On peut voir qu'il y a des zones clairement moins bien stockées que d'autres. En effet, on note de zones plus faiblement stockées en surface terrière dans le nord de l'UAF 62-51 (Figure 23) et au sud-est, nord-ouest et centre nord dans l'UAF 62-52 (Figure 24). Les informations sur les classes d'âge, l'organisation spatiale et la structure des peuplements sont complémentaires à la compréhension des différentes UAFs.

Dans l'UAF 062-51, moins de peuplements sont en régénération (Tableau 2), ce qui fait que la moyenne de la surface terrière de la superficie forestière productive est plus élevée que pour la 062-52, soit 22 m<sup>2</sup>/ha comparativement à 18 m<sup>2</sup>/ha (Tableau 6). Cependant, au niveau du peuplement, le nombre de tiges par hectare selon les classes de diamètre démontre que les forêts actuelles de la 062-51 divergent plus des forêts anciennes que celles de l'UAF 062-52 (Tableau 7). En effet, les forêts de l'UAF 062-51 s'apparentent drôlement à des forêts jardinées (Tableau 8). Les placettes de l'UAF 062-51 semblent plus loin en terme de structure, d'une structure de vieille forêt, que les placettes de l'UAF 062-52 (Figure 13) et très peu de ces placettes s'approchent d'une structure de vieille forêt (Tableau 9). À la figure 23, on voit notamment que pour l'UAF 062-51, peu de zones ont une surface terrière très élevée (gris foncé et noir) et que moins de zones ont une surface terrière très faible (blanc et gris pâle) que l'UAF 062-52 (Figure 24).



**Figure 23 Répartition spatiale de la surface terrière dans l'UAF 62-51.**

L'UAF 062-52 contraste avec l'UAF 062-51 par la grande répartition en terme de structure de ces peuplements. La majorité de ces placettes sont plus près des caractéristiques de forêts repères que celles de l'UAF 062-51 (Figure 12). Cependant, un certain pourcentage des forêts de l'UAF 062-52 ont des caractéristiques structurelles similaires aux forêts repères (Tableau 9), ce qui n'est pas le cas pour l'UAF 062-51. La figure 24 montre aussi que certaines zones de l'UAF 062-52 ont une forte surface terrière (gris foncé et noir). Cependant, cette UAF possède d'énormes quantités de peuplements en régénération ou avec une faible surface terrière (blanc et gris pâle) (Figure 24).

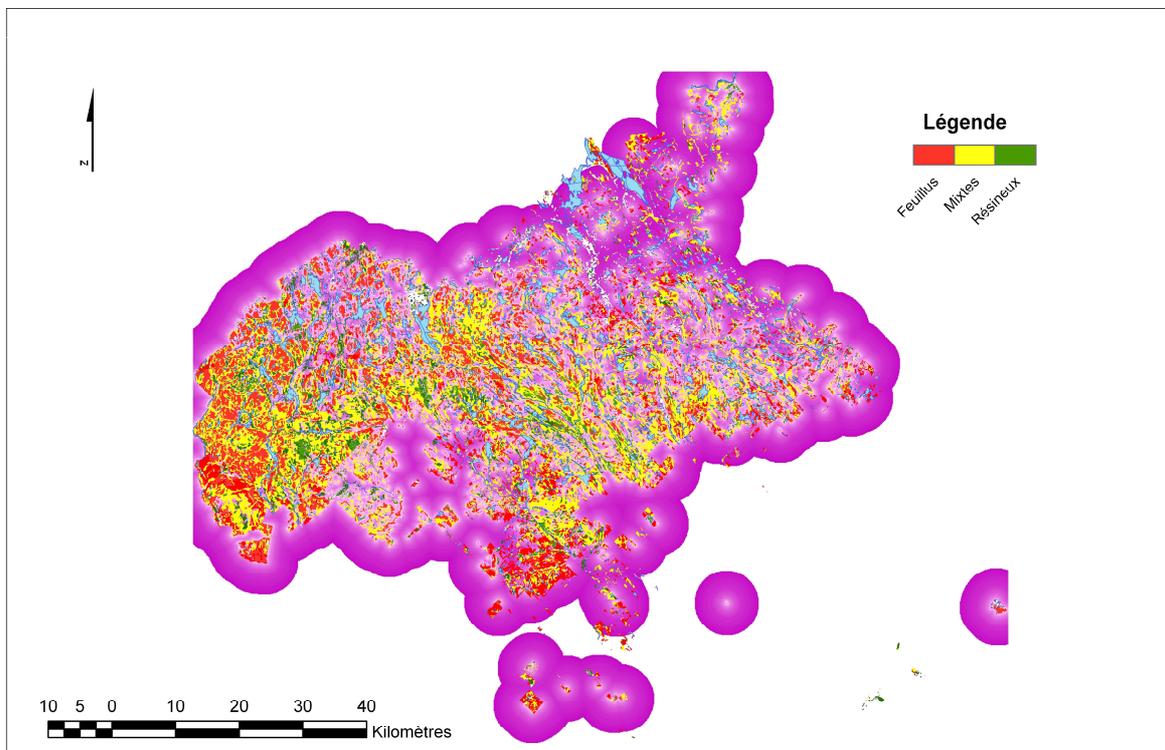


**Figure 24 Répartition spatiale de la surface terrière dans l’UAF 62-52.**

### ***Répartition spatiale des massifs mûrs et surannés***

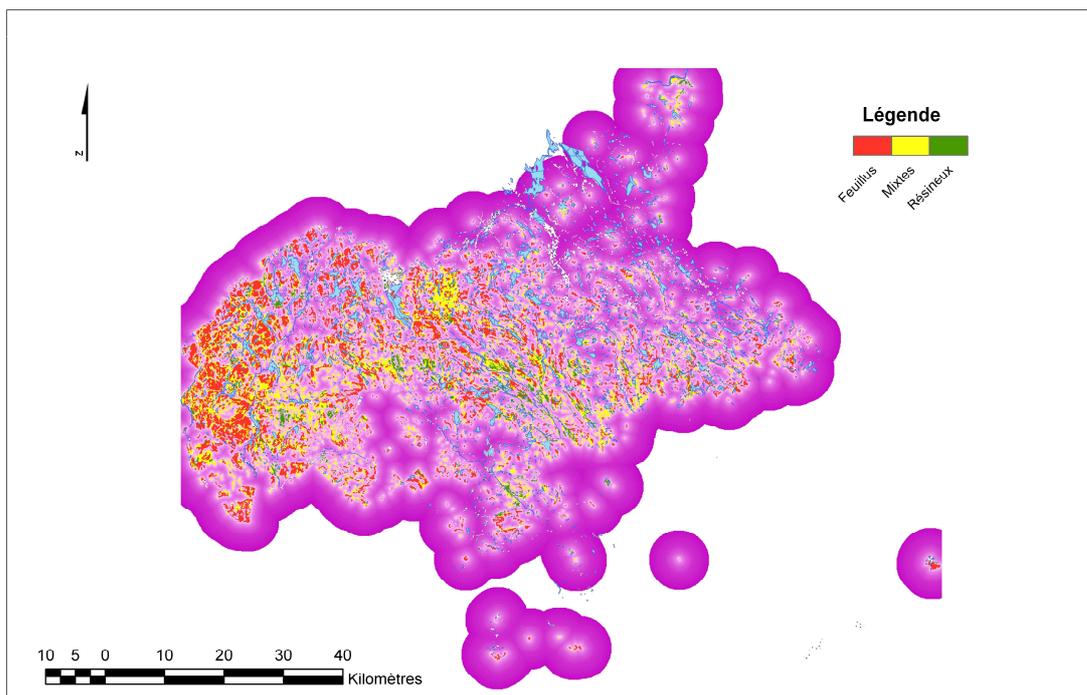
Les deux UAFs se distinguent aussi de par 1) l’importance de leurs massifs de forêts mûres et surannées et 2) de par la connectivité entre ceux-ci. Dans l’UAF 62-51, on note une grande abondance de forêts mûres et surannées, surtout en ce qui concerne les couverts feuillus (29 172 ha de mûrs et 44 807 ha de surannés) et mixtes (58 088 de mûrs et 23 066 ha de surannés). Les peuplements surannés de résineux sont plus rares (7 276 ha), bien que plusieurs peuplements matures soient présents (15 635). En ce qui concerne la répartition spatiale des forêts mûres et surannées dans cette UAF, on note que ceux-ci sont bien distribués en ce qui concerne les peuplements feuillus et mixtes, avec une concentration importante à l’ouest et au centre (Figure 25). Cependant, les résineux ne sont bien représentés que dans le centre-ouest, formant une bande connectée d’environ 5 km de large par 60 km de

long. On note donc un problème de connectivité des peuplements résineux ailleurs dans cette UAF.



**Figure 25. Répartition spatiale des peuplements mûrs et surannés dans l'UAF 62-51. Les zones en magenta plus foncé indiquent une connectivité plus faible entre les peuplements surannés.**

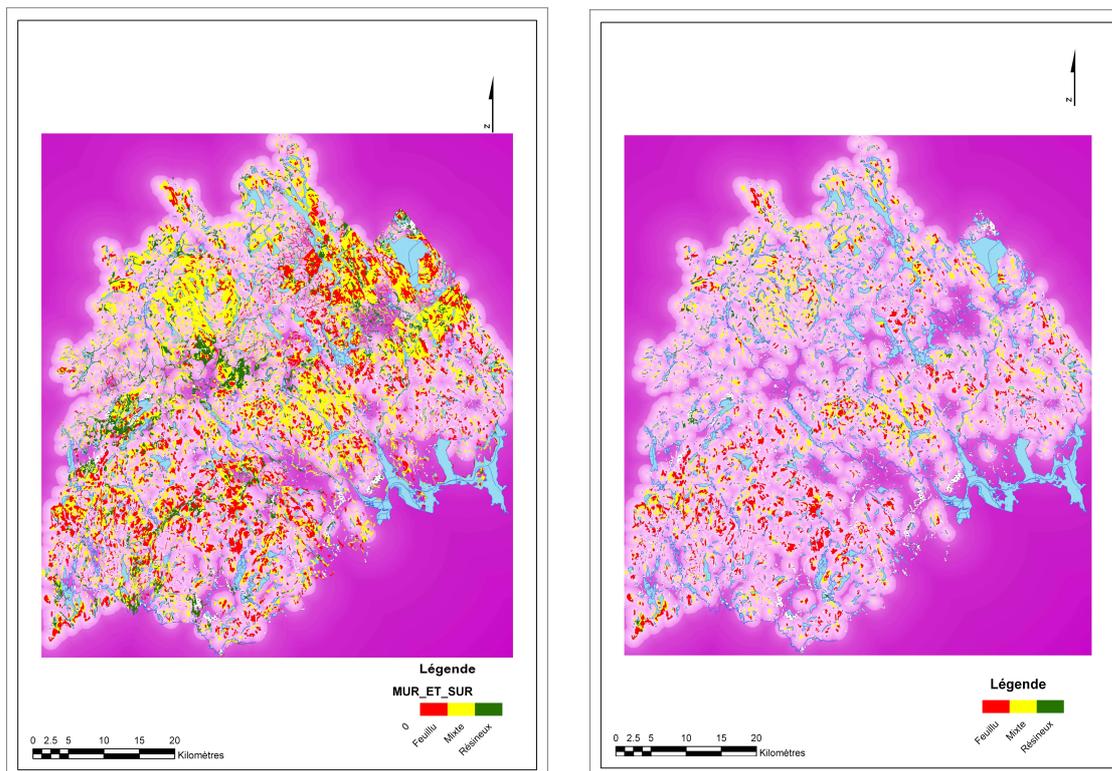
Ce portrait de problème de connectivité est plus évident lorsqu'on ne fait apparaître que les peuplements surannés (Figure 26). On y note clairement un déficit en peuplement surannés dans la partie est de l'UAF et il apparaît clairement que les problèmes de connectivité y sont concentrés.



**Figure 26. Répartition spatiale des peuplements surannés dans l’UAF 62-51.**  
**Les zones en magenta plus foncé indiquent une connectivité plus faible entre les peuplements surannés.**

Dans l’UAF 62-52, le problème des massifs mûrs et surannés est encore plus criant que dans l’UAF 62-51. On y note seulement 2232 ha de forêt surannée résineuse, auxquels s’ajoutent 11548 ha de forêt mature résineuse. On peut observer qu’il n’existe que très peu de grands massifs mûrs et surannés résineux restants dans cette UAF, ce qui pose aussi un problème très important de connectivité pour toutes les espèces qui sont dépendantes de cet habitat comme corridor de déplacement. Le problème est encore plus important si on limite notre regard aux peuplements surannés de résineux (Figure 28). En effet, il n’existe plus de vieux massifs résineux dans cette UAF.

En ce qui concerne les couverts feuillus (17 399 ha de mûrs et 13 436 ha de surannés) et mixtes (39 343 ha de mûrs et 15 425 ha de surannés), le problème est moins important. Cependant, à cause de leur répartition spatiale inégale sur le territoire, il existe des zones présentant des problèmes de connectivité en peuplements mûrs et surannés même pour ces deux types de couverts (Figure 28). En effet, on note plusieurs zones qui ne sont pas connectées par de vieux peuplements (zone en magenta foncé sur la Figure 28), particulièrement le long du corridor riverain reliant l’UAF du sud au nord, au nord du Lac Taureau, et le long d’une large bande entre le centre-ouest et le nord-est de cette UAF.



**Figure 27 Répartition spatiale des peuplements mûrs et surannés dans l’UAF 62-52. Les zones en magenta plus foncé indiquent une connectivité plus faible entre les peuplements surannés.**

**Figure 28 Répartition spatiale des peuplements surannés dans l’UAF 62-52. Les zones en magenta plus foncé indiquent une connectivité plus faible entre les peuplements surannés.**

### ***Recommandations***

Il est clair que des efforts de restauration en vieux peuplements doivent être apportés dans les zones identifiées, particulièrement dans l’UAF 62-52, pour améliorer la représentation des vieilles forêts et leur connectivité. Il est aussi important de préserver le peu de vieilles forêts résineuses qu’il y a dans cette UAF tout en utilisant les peuplements matures existants pour permettre le recrutement de forêts surannées.

Tel qu mentionné dans le document sur le portrait historique (Section 5.5, Roy *et al.* 2010) l’organisation spatiale sera aussi étudiée selon des données actuelles en fonction de la réduction des forêts d’intérieur et des refuges sauvages segmentés par le réseau routier.

## Les forêts d'intérieur

Le paysage préindustriel n'étant pas affecté par le réseau de chemins, l'analyse portera sur un constat de l'état actuel de la situation. On suppose donc le pourcentage de forêt d'intérieur pour la période préindustrielle dans les zones forestières à 100%.

L'état actuel du pourcentage et de la grandeur des forêts d'intérieur selon les UAFs et les sous-domaines bioclimatiques sont présentés ci-dessous. Les forêts d'intérieurs sont définies ici comme des forêts à plus de 500 mètres d'un chemin. Dans l'érablière à bouleau jaune de l'est de l'UAF 62-51, les forêts d'intérieur totalisent 58 443 ha sur un total de surface forestière productive de 166 397 ha, donc elles occupent environ 35 % de l'espace forestier productif. On peut observer avec la Figure 29 que toutes les forêts d'intérieur (entre 0 et 250 ha) occupent moins de 25% de la superficie totale des forêts d'intérieur et que plus de 75% de cette superficie se retrouvent dans de plus grandes forêts d'intérieurs (plus de 250 ha) dans la 062-51.

Dans l'UAF 62-52, les forêts d'intérieur totalisent 63 831 ha sur un total de surface forestière productive de 223 047 ha donc elles occupent environ 29 % de l'espace forestier productif. La majorité de la superficie de ces forêts se situe dans les classes de superficie de plus de 250 hectares. On peut observer avec la Figure 29 que toutes les forêts d'intérieur (entre 0 et 250 ha) occupent moins de 31 % de la superficie totale des forêts d'intérieur et que près de 69% de cette superficie se retrouvent dans de plus grandes forêts d'intérieur (plus de 250 ha).

*La problématique des forêts d'intérieur semble plus grave dans l'UAF 062-52, occupant moins de 30% de l'espace forestier productif.*

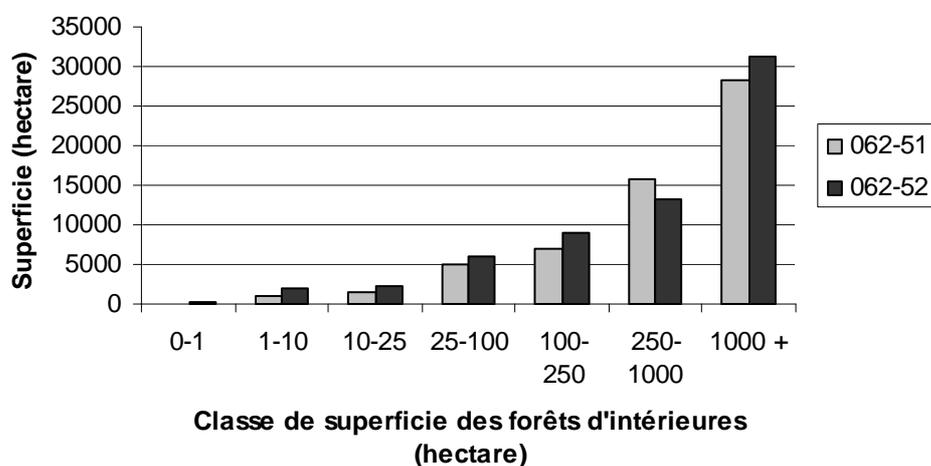


Figure 29 Superficie occupée par les forêts d'intérieures (en hectare) selon la taille de ces forêts divisée en différentes classes pour l'UAF 062-51 et pour l'UAF 062-52.

## Le pourcentage de forêt d'intérieur par type de couvert

Les forêts d'intérieurs mixtes et surtout résineuses ont grandement diminué comparativement au portrait historique (Figure 30). D'un autre côté, les forêts d'intérieur feuillues n'ont pas trop diminué. Une grande proportion des forêts d'intérieur sont en fait des forêts mixtes et

feuillues (Figure 30, Tableau 18). Moins de 2% de l'UAF 062-51 et 4% de l'UAF 062-52 sont des forêts d'intérieur résineuses.

Le Tableau 18 est un résumé des informations sur l'organisation spatiale des peuplements. On observe un écart entre les forêts d'intérieurs actuelles et celles du paysage préindustriel de l'ordre de 65% dans l'érablière à bouleau jaune de l'est de l'UAF 62-51 et de 71% dans l'UAF 062-52. Ces changements sont dus majoritairement à l'augmentation de la densité des chemins et aux coupes totales.

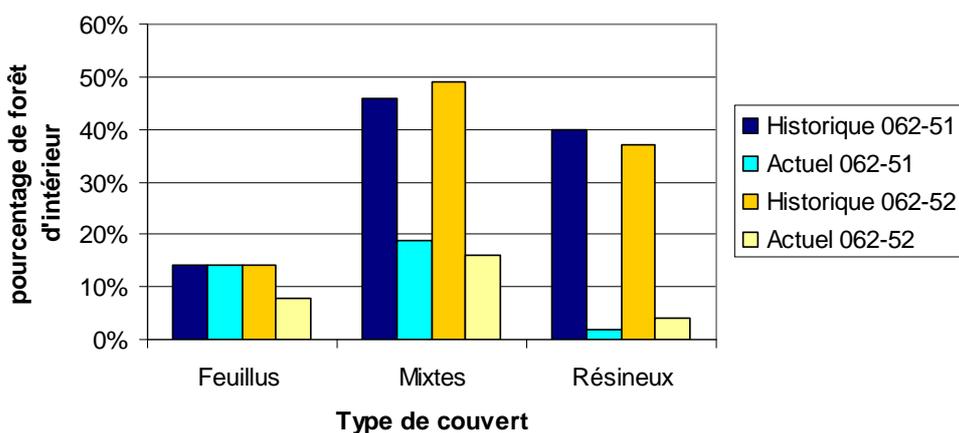


Figure 30 Comparaison entre les données actuelles et les données historiques (estimés) de la superficie occupée par les forêts d'intérieur (en hectare) par type de couvert pour l'UAF 062-51 et pour l'UAF 062-52.

Tableau 18 Résumé des écarts entre les valeurs historiques et les valeurs actuelles pour les indicateurs de l'organisation spatiale des forêts ; le pourcentage de forêts d'intérieur et la connectivité des peuplements mûrs et surannés, par type de couvert pour les UAFs 062-51 et 062-52.

I		État 062-51			État 062-52		
		historique	État actuel	Écart	historique	État actuel	Écart
% de forêts d'intérieur	Total	100%	35%	-65%	100%	29%	-71%
	Feuillus	14%	14%	0%	14%	8%	+ 6%
	Mixtes	46%	19%	-27%	49%	16%	-33%
	Résineux	40%	2%	-38%	37%	4%	-33%
Connectivité des peuplements mûrs et surannés	Feuillus	Bonne répartition et bonne connection	Bonne répartition et bonne connection	Bonne répartition et bonne connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection
	Mixtes	Bonne répartition et connection	Bonne répartition et connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection
	Résineux	Bonne répartition et connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection	Bonne répartition et mauvaise connection

## 1.6. Espèces fauniques et floristiques

### *Le portrait actuel des espèces fauniques et floristiques*

La région de Lanaudière, de par ses caractéristiques géographiques, renferme une faune à la fois nombreuse et diversifiée. Actuellement, pour l'UAF 062-51 et l'UAF 062-52, on note la présence de nombreuses espèces mentionnées dans l'historique (section 4.6 du document 1).

Les trois espèces présentes de la grande faune sont l'orignal, l'ours noir et le cerf de Virginie. L'orignal représente le principal grand gibier recherché par les chasseurs notamment dans les territoires fauniques (MRNF 2008a et b). La petite faune est quant à elle diversifiée, avec des espèces comme le tétras du Canada, le lièvre, la gélinotte huppée, la martre d'Amérique, le castor, le rat musqué, le vison, la loutre, le pékan ainsi que des espèces prédatrices telles le loup, le coyote et le lynx. Le territoire lanauchois offre refuge à plus de 300 espèces d'oiseaux, notamment des oiseaux aquatiques (la sauvagine, le canard, le héron), des oiseaux forestiers (le grand pic, la bécasse, des bruants) et des oiseaux de proie (la chouette lapone, l'aigle à tête blanche et le pygargue à tête blanche). On retrouve plus de 80 espèces différentes de poissons permettant la pratique de la pêche : le doré jaune, le grand brochet, l'omble de fontaine, l'omble chevalier, la truite moulac, la perchaude, l'achigan à petite bouche, l'ouananiche et le touladi. On retrouve plus des deux tiers des 37 espèces d'amphibiens et de reptiles connues au Québec. On a répertorié des observations de tortues des bois et de couleuvres vertes dans l'UAF 062-51 (Bider et Matte, 1994).

### Le cas du cerf de Virginie

Le cerf de Virginie se retrouve davantage au sud et au centre de la région, caractérisée par la plaine et les petits boisés agricoles, où se concentre d'ailleurs son exploitation par la chasse. Les coupes forestières et les hivers doux ont entraîné une extension de son aire de répartition de plus en plus vers le nord de la région. On note dans l'UAF 062-51 l'absence de ravages de cerf de Virginie (MRNF 2008a).

### Réserves écologiques, réserves fauniques et pourvoiries

Deux réserves fauniques se retrouvent sur le territoire et offrent un milieu forestier propice à des activités de récréation et/ou de villégiature. Une partie de la réserve faunique Mastigouche se trouve sur l'UAF 062-51 (MRNF 2008a) et presque la moitié de la réserve faunique Rouge-Matawin se trouve sur l'UAF 062-52 (MRNF 2008b). Sur les quatre zones d'exploitation contrôlée (ZECs) répertoriées dans la région de Lanaudière, deux sont situées sur l'UAF 062-51 : les ZECs Lavigne et des Nymphes ; et deux sont situées sur l'UAF 062-52 : les ZECs Boullé et Collin. Les principales espèces à quotas pouvant y être pêchées sont l'omble chevalier, l'omble de fontaine, l'omble de fontaine indigène, le touladi, la perchaude et la truite moulac. Quant aux espèces pouvant y être chassées, on retrouve l'orignal, l'ours noir, la gélinotte huppée, le tétras du Canada, la bécasse et le lièvre d'Amérique. Quinze pourvoiries à droits exclusifs se retrouvent aussi sur le territoire, et offrent des activités de pêche et de chasse aux petits et grands gibiers. Le piégeage s'exerce sur l'ensemble du territoire. Les ZECs des Nymphes et Lavigne offrent respectivement 12 et 9 terrains de piégeage où une quarantaine de trappeurs exercent leurs activités. Quant aux ZECs Boullé et Collin et à la réserve faunique Rouge-Matawin, elles ont alloué quelque 30 baux de piégeage à plus d'une cinquantaine de trappeurs, exploitant quatorze espèces d'animaux à fourrure, dont la martre d'Amérique, le castor, le rat musqué et le pékan (MRNF 2008b).

### Évaluation des écarts

Pour ce qui est de la faune et la flore, il existe malheureusement très peu d'information concernant le changement de leur statut dans ces UAF. Il est donc difficile d'évaluer les écarts

entre la période précoloniale et celle d'aujourd'hui. Par ailleurs, il est aussi très difficile de caractériser l'état d'une espèce selon les caractéristiques forestières qui lui sont propre. Cependant, plusieurs des écarts mentionnés précédemment, en ce qui concerne les caractéristiques forestières, risquent d'avoir des impacts sur les espèces fauniques et floristiques. Ainsi, en se servant du concept de filtre brut, on peut lier les écarts observés dans les enjeux abordés dans les autres sections et celui des espèces fauniques et floristiques. La notion de filtre brut consiste à maintenir, dans les paysages aménagés, la diversité des écosystèmes présents naturellement afin de pouvoir répondre aux besoins de la vaste majorité des espèces (Hunter 1999). Pour les espèces qui échappent à ce premier filtre, par exemple, des espèces en situation précaire, une attention particulière leur est portée afin de répondre spécifiquement à leurs besoins, d'où la notion de filtre fin (section 1.6.7).

### ***1.6.1. En lien avec la diminution des forêts mûres et surannées***

Certaines espèces fauniques et floristiques présentes dans nos UAF sont associées aux forêts matures à surannées. Le grimpeur brun en est un exemple (Blanchette et Ostiguy, 1996; Drapeau *et al.*, 2000). On note aussi que les arbres vivants ou récemment morts et de forts diamètres sont particulièrement importants pour certaines espèces, telles le grand pic, la chouette rayée et l'autour des palombes. Ces forêts ont un rôle important dans le maintien de certaines populations animales, dont certaines sont menacées ou vulnérables, notamment trois espèces de chauves-souris, le petit polatouche et le pic à tête rouge (MRNF 2009, Tableau 20). Certaines espèces floristiques, ainsi que des eumycètes, peuvent aussi avoir besoin des attributs écologiques et biophysiques des forêts mûres et surannées.

Les forêts plus âgées sont plus susceptibles aux perturbations naturelles de type chablis (Runkle 1990), et de type micro-trouées (Dahir et Lorimer 1996). Les creux et monticules créés par ces perturbations peuvent être utilisés comme promontoires d'observation (repérage et alimentation, ex : écureuil roux), sites d'appel au pairage (ex : gélinoite huppée), ainsi que de zone d'alimentation (trappes à graines dans les creux, ex : campagnols) et de milieux humides (micro-cuvettes) (Long *et al.* 1998). Ces perturbations, par la création de micro-cuvettes, servent d'habitats humides de reproduction de prédilection pour plusieurs espèces d'amphibiens (grenouilles et salamandres, notamment la salamandre tachetée) et d'invertébrés adaptés à un environnement dépourvu de poissons (DiMauro et Hunter 2002, Baldwin 2005, Burne et Griffin 2005).

### ***1.6.2. En lien avec la raréfaction de certaines formes de bois mort***

Bien qu'en lien avec le point 1.6.1, le bois mort joue un rôle dans le maintien de certaines espèces fauniques et floristiques, dont les mammifères et les oiseaux qui ont besoin de cavités pour nicher (grimpeur brun, grand pic, chouette rayée et autour des palombes) (Gauthier et Aubry 1995). D'une façon générale, les chicots à conserver doivent avoir un diamètre minimal de 10 centimètres à hauteur de poitrine et une hauteur minimale de 1,8 mètre. Toutefois, plus les chicots sont hauts et gros, plus leurs fonctions sont nombreuses et plus leur utilisation par la faune est diversifiée. Par exemple, pour nicher, le grand pic choisira habituellement des chicots dont le diamètre à hauteur de poitrine est assez fort (supérieur à 35 cm) (Doyon et Bouffard 2008). La perte d'habitats causée par la coupe des arbres morts est

une cause mentionnée pour expliquer le statut de certaines espèces menacées ou vulnérables, dont le petit polatouche (MRNF 2009, Tableau 20).

Les informations provenant de la littérature illustre aussi l'importance pour l'herpétofaune des débris ligneux (troncs au sol et souches) en forêt (Bonin *et al.* 1999, Demaynadier et Hunter 1995). Ces débris sont également importants pour les petits mammifères, particulièrement selon leur état de décomposition (Doyon et Bouffard 2008).

### ***1.6.3. En lien avec la modification des structures internes des peuplements***

La modification de la structure des peuplements risque d'homogénéiser les conditions d'habitats pour la faune aviaire, qui se traduit généralement par une diminution de la diversité des passereaux forestiers (Angers *et al.* 2005, Doyon et Bouffard 2009a). De plus, la structure émanant du jardinage pourrait réduire considérablement la qualité de l'habitat de reproduction et jouer le rôle d'une trappe écologique pour la paruline bleue à gorge noire (*Dendroica caerulescens*) et de la paruline couronnée (*Seiurus aurocapillus*) (Bourque et Villard 2001).

### ***1.6.4 En lien avec la composition forestière***

Certaines espèces fauniques et floristiques sont associées à des essences d'arbres dont la diminution entre l'état actuel et la forêt précoloniale est connue (pin blanc chêne, pruche...). Pour le pin blanc, par exemple, on recense une vaste gamme d'animaux qui nécessite ou préfère les forêts de pins pour habitat, comme les chauves-souris mâles (myotis sp.) (Latremouille *et al.* 2008, Van Zyll de Jong 1985). Les pins blancs de gros diamètres sont aussi particulièrement prisés par les pygargues à tête blanche, les autres gros oiseaux de proie et les hérons bleus, pour leur forme et leur capacité à supporter de gros nids (Latremouille *et al.* 2008). Les graines et les aiguilles de pins sont aussi une importante source de nourriture pour des espèces comme le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus* Zimm.), le porc-épic (*Erethizon dorsatum* L.), l'orignal (*Alces alces* L.) et le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus* Erxleben) (Latremouille *et al.* 2008).

On peut voir au Tableau 20 que la diminution de d'autres essences forestières, dont le chêne, le hêtre et des essences résineuses, est associée au déclin de certaines espèces menacées ou vulnérables.

### ***1.6.5. En lien avec l'organisation spatiale des forêts***

L'augmentation de la quantité des chemins peut entraîner plusieurs conséquences directes et indirectes sur la faune et la flore, causées par le dérangement dû à la proximité et l'accessibilité de l'homme aux forêts (bruit, perturbation du milieu, bris mécanique), ainsi qu'à la modification du milieu (ouverture du couvert, morcellement, perte de connectivité, apport de sédiments dans les cours d'eaux). Dans nos UAF, on note la présence de nombreuses espèces pouvant être affectées par l'augmentation de la quantité des chemins, la diminution du nombre et de la taille des forêts d'intérieur et la diminution du nombre de refuges sauvages observés depuis la période précoloniale, dont des espèces menacées ou vulnérables (Tableau 20). Pour les espèces floristiques, les bris mécaniques dus à la présence de l'homme sont une cause de diminution de la présence de certaines espèces, tandis que pour

les espèces fauniques aquatiques, c'est plutôt la modification intensive des rives et du niveau de l'eau et l'apport de sédiments dû au réseau routier qui est problématique (MRNF 2009).

À cause de leur comportement d'évitement de contact avec l'homme, certaines espèces animales ont besoin de forêts d'intérieur. Par exemple, selon Mladenoff *et al.* (1995), les meutes de grands loups gris évitent les paysages avec une densité routière supérieure à 0,45km/km<sup>2</sup> (Doyon et Bouffard 2009a). Afin de convenir aux espèces ayant besoin d'un grand domaine vital (plus de 1 000 ha), comme l'ours noir, le lynx du Canada et le loup gris, les forêts d'intérieur doivent être de taille considérable. Les forêts d'intérieur n'occupent que moins de 30% de l'UAF 062-52.

La perte de connectivité entre différents peuplements isolés sur le territoire ainsi que la fragmentation de l'habitat entre la période actuelle et préindustrielle peut aussi nuire à plusieurs espèces, dont la paruline verte à gorge noire (*Dendroica virens*) (connectivité des prucheraies) (Doyon et Bouffard 2009a). De plus, on retrouve dans nos UAFs certaines espèces d'insectes, d'amphibiens, de reptiles et de petits mammifères qui sont limitées dans leur capacité à se déplacer de fragments en fragments et qui requièrent des îlots près les uns des autres (campagnol à dos roux de Gapper, grand polatouche, salamandre tachetée (déplacement de l'ordre de 150 m)) (Prescott et Richard 1996, Stabb 1988).

#### **1.6.6. Indice de qualité de l'habitat**

Le tableau 19 représente certaines certaine espèces animales clés présentent dans Lanaudière avec leur indice de qualité d'habitat (IQH). Ce tableau permet de constater que la qualité de l'habitat du lièvre d'Amérique a probablement augmenté, puisque plus un peuplement sera en régénération de feuillus ou de résineux (nourriture pour le lièvre), plus sa surface terrière sera petite et plus le DHP sera faible, plus le peuplement sera un couvert intéressant pour le lièvre. D'un autre côté des espèces comme la martre d'Amérique risque d'être très désavantagé par rapport aux portraits des forêts historiques. La diminution très importante de forêts matures résineuses en est en partie la cause. La grande sensibilité au froid de la martre d'Amérique fait qu'elle nécessite un très bon couvert thermique du peuplement. On sait entre autre que la martre se retranche durant les périodes froides dans les peuplements de résineux matures avec un couvert fermé, une forte surface terrière et un grand DHP. De plus, les débris ligneux et le bois mort sont très importants pour permettre à la martre de chasser et de se nourrir de petits mammifères notamment en période hivernale.

**Tableau 19** Espèces animales clés présentes dans Lanaudière avec leur indice de qualité d'habitat (IQH). Les cases avec une couleur et un \* représente les caractéristiques associées à l'habitat de chaque espèce. Un code de couleur est appliqué pour chacun des descriptifs de la qualité de l'habitat des différentes espèces. Vert = Augmentation par rapport aux niveaux historiques, Orange = Diminution par rapport aux niveaux historiques, Rouge = Diminution très importante par rapport aux niveaux historiques.

IQH	Forêt mature feuillus	Forêt mature mixtes	Forêt mature résineuse	Forêt régénération feuillus ou résineux	Pruche mature	Grande surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	Faible surface terrière	Gros DHP (plus de 30 cm)	Faible DHP	Beaucoup de débris ligneux	Grand territoire (plus de 700 ha)
Moucherolle Tchébec	*					*					
Paruline verte		*			*	*		*			
Lièvre d'Amérique				*			*		*		
Martre d'Amérique			*			*		*		*	*

### 1.6.7. Espèces végétales ou animales préoccupantes ; établissement d'un filtre fin

Le Tableau 20 montre quelques espèces fauniques et floristiques sensibles (S), menacées (M) ou vulnérables (V) associées au milieu forestier pour la région de Lanaudière. Certaines de ces espèces ont été détectées dans les UAF à l'étude. La liste des causes de leur statut est très diversifiée.

La diminution du pH dans les érablières est un phénomène connu depuis plusieurs années, tout comme l'effet de l'utilisation des pesticides (Tableau 20). Il est à noter que l'interdiction de l'utilisation des pesticides en forêt, dont le DDT, a permis à certaines populations d'améliorer leur statut. Finalement, nous ne disposons pas d'informations afin d'évaluer l'historique des tourbières et des sphaignes, bien que celles-ci soient associées à des espèces en situation précaire (Tableau 20).

**Tableau 20.** Quelques espèces fauniques et floristiques menacées ou vulnérables associées au milieu forestier pour la région de Lanaudière : \* Présence certaine dans l'UAF 062-51 ; \*\* Présence certaine dans l'UAF 062-52

Causes potentielles de leur déclin	Floristiques	Mammifères	Oiseaux	Reptiles et amphibiens	Poissons
Diminution de forêt mûres et surannées et raréfaction des bois morts de qualité		Petit polatouche (S) Chauve-souris argentée (S) Chauve-souris cendrée (S) Chauve-souris rousse (S)	Pic à tête rouge (S)		
Modification de la composition forestière : Diminution du chêne et du hêtre	Conopholis americana **				
Diminution des	Calypso			Salamandre à	

tourbes, sphaignes et cédrières	bulbosa var. Americana ** Cypripedium reginae **			quatre doigts (S)	
Diminution des pessières		Campagnol-lemming de Cooper (S) Campagnol des rochers (V) **			
Diminution des sapins à plus de 600 m d'altitude			Grive de Bicknell (S)		
Modification de l'organisation spatiale (augmentation de la densité du réseau routier): perturbation, bris mécanique, modification des rives, apport de sédiments...	Asplenium rhizophyllum** Carex hitchcockiana **			Couleuvre brune (S) Couleuvre d'eau (S) Couleuvre verte (V)* Tortue mouchetée (S)	Chevalier cuivré (M)* Alose savoureuse (V)* Fouille-roche-gris (V)* Barbotte des rapides (S) Cisco de lac (S) Esturgeon jaune (S) Méné laiton (S) Méné d'herbe (S) Omble chevalier (V)*
Diminution des terres agricoles			Bruant sauterelle (S) Pie-grièche migratrice (M)	Couleuvre tachetée (S)	
Diminution des bois clairs et des aulnaies			Paruline à ailes dorées (S)	Tortue des bois (V)*	
Changement de pH dans les érablières	Panax quinquefolius **				
Utilisation de pesticides dans le passé			Pygargue à tête blanche (V)* et **		
Autres		Belette pygmée (S)	Faucon pèlerin (V)*	Tortue géographique (V) Grenouille des marais (S)	

Outre les espèces menacées ou vulnérables, d'autres espèces sont aussi préoccupantes pour d'autres raisons, comme le cerf de Virginie (broutage) et le lombric exotique (envahissement). Ces problématiques sont traitées dans un document sur les enjeux de la forêt feuillue (Doyon et Bouffard 2009a) et nous ne possédons pas d'informations régionales ou supplémentaires face à ceux-ci.

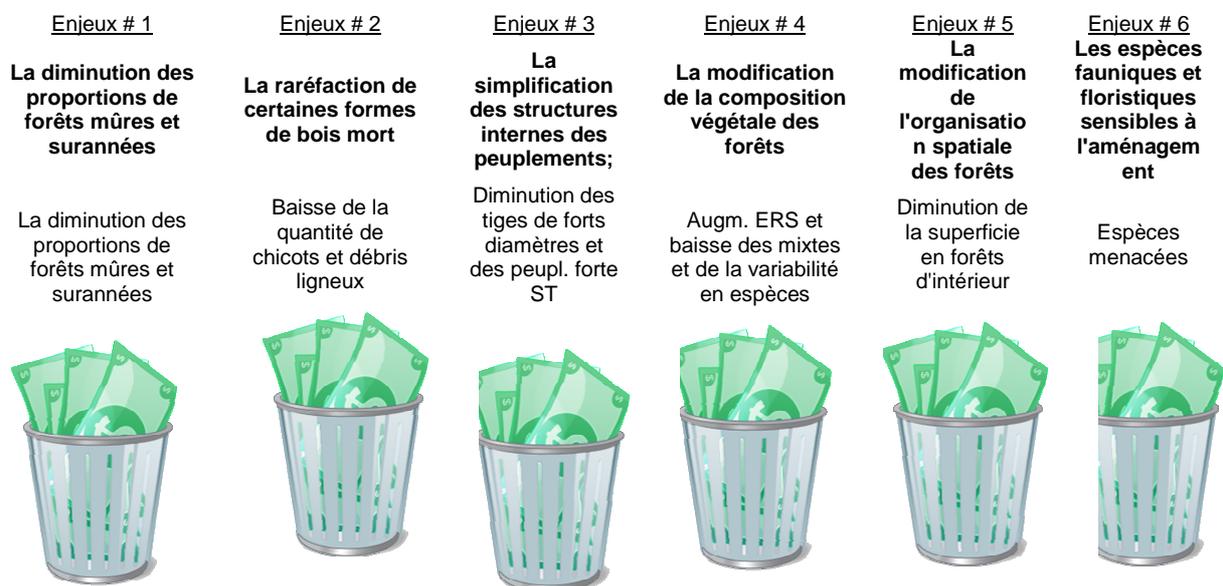
## 2. Identification des enjeux prioritaires

Deux démarches conjointes ont été réalisées afin d'identifier la priorité des enjeux pour les différentes UAFs et les régions écologiques. La première démarche consistait en une rencontre regroupant les principaux acteurs du milieu forestier régional de Lanaudière afin d'évaluer les enjeux orienté par le guide des *Enjeux écologiques de la forêt feuillue tempérée québécoise* (Doyon & Bouffard 2009a). La deuxième démarche était la comparaison de la forêt actuelle de Lanaudière par UAF avec une forêt dite historique afin de voir les écarts et la classification de ces écarts.

### 2.1 Première démarche : Consultation préliminaire

Un premier exercice de priorisation des enjeux avec les acteurs locaux en lien avec la forêt publique de Lanaudière a eu lieu lors d'une rencontre organisé par la Commission ayant le mandat de réaliser le premier plan régional de développement intégré des ressources et du territoire de Lanaudière. Ce plan permet, entre autre de déterminer les enjeux critiques propres à chaque région. La rencontre a permis, entre autre, à sensibiliser les différents partis et à réaliser un premier exercice de priorisation des enjeux écosystémiques.

Une mise en situation fictive a été utilisée afin de définir la priorisation des enjeux locaux. Chaque participant avait à sa disposition un montant de 100\$ qu'il devait répartir selon les six enjeux écosystémiques présentés au courant de la journée. Le participant devait donc inscrire sur un formulaire anonyme les montants investis selon chacune des six catégories selon son jugement et son expérience. Une justification pour chaque enjeu devait apparaître sur le formulaire. Une compilation des différents formulaires a été réalisé afin d'établir la moyenne d'argent investi par enjeu. La Figure 34 permet de visualiser les résultats de cet exercice. Les montants investis suggèrent que l'enjeu prioritaire serait la diminution des forêts mûres et surannées avec 23 \$ suivi par la modification de la composition végétale des forêts avec 21\$. La modification de l'organisation spatiale des forêts a récolté 19\$ tandis les espèces fauniques et floristiques sensibles à l'aménagement ont récolté 16\$. Les deux derniers enjeux ont récolté 13 \$ pour la simplification des structures internes des peuplements et 8\$ pour la raréfaction de certaines formes de bois mort.



23\$	8\$	13\$	21\$	19\$	16\$
<b>Exemples de motivations:</b>					
Rebâtir patrimoine perdu					
Biodiversité	Biodiversité	Biodiversité	Biodiversité	Biodiversité	Biodiversité
Faunique	Faunique	Faunique	Faunique	Faunique	Économique
Conservation	Utilisation optimale ML	Rendement des forêts	Matière ligneuse	Accès au territoire	
Emplois	Bon ratio coût/bénéfices		Économique		

**Figure 31 Moyenne de la répartition des montants d'argent investi par enjeux écologiques.**

Cet exercice n'est pas scientifiquement valable mais démontre les tendances générales extraites d'un groupe dans leur milieu respectif. D'autres réunions seraient nécessaires afin de valider la priorisation régionale des enjeux.

## 2.2 Deuxième démarche : Priorisation des enjeux selon des barèmes

La présente section permet de mettre en lumière certains enjeux en utilisant les critères préétablis du guide des *Enjeux écologiques de la forêt feuillue tempérée québécoise* (Doyon & Bouffard 2009a).

### 2.2.1. Détermination des barèmes

Il est important de mentionner que la détermination des barèmes est faite au point de vue écologique seulement. Comme il n'existe pas toujours d'informations précises sur les seuils écologiques permettant d'avoir des barèmes, une rencontre/atelier avec des chercheurs de l'IQAF fut organisée. Cette rencontre avait comme objectif de déterminer aux meilleurs de nos connaissances des barèmes écologiques dans les cas où ces informations ne se trouvaient pas dans le guide des *Enjeux écologiques de la forêt feuillue tempérée québécoise* (Doyon & Bouffard 2009a). Ces informations se retrouvent aux Tableaux 21 et 22.

Un barème de couleur est appliqué pour chaque indicateur sélectionné afin de décrire la sévérité de l'écart entre les données actuelles et préindustrielles. Il faut cependant garder en tête que le barème s'applique à un ou des indicateurs par enjeu et qualifie donc les enjeux globaux à une échelle plus fine, mais non intégrale. En somme, la couleur VERT signifie que la problématique est signalée pour cet enjeu ou que la valeur actuelle attribuée à un indicateur est mieux, égal ou assez près de l'intervalle observé pour la forêt préindustrielle. La notion de variabilité naturelle a été prise en compte. La couleur JAUNE indique que la problématique est modérée ou que la valeur actuelle attribuée à un indicateur est inférieure (mais de façon intermédiaire) à l'intervalle observé pour la forêt préindustrielle tandis que le ROUGE signifie que la problématique est sévère pour cet enjeu ou que la valeur actuelle attribuée à un indicateur est très inférieure à l'intervalle pour la forêt préindustrielle.

Un niveau critique (ROUGE) est un niveau où l'écosystème risque d'avoir de graves répercussions ou que plusieurs espèces risquent de disparaître. On note par exemple que la perte de plus de 70 % de leur habitat est critique à la survie de la majorité des espèces (Price *et al.*, 2007 ; Andrén, 1994). Un niveau JAUNE, signifie aussi une perte ; par exemple, la perte entre 30% et 70% de leur habitat serait critique pour un grand pourcentage des espèces (Price *et al.*, 2007 ; Andrén, 1994). Il est difficile dans le contexte de cette étude d'utiliser ces chiffres, bien que l'on tente de s'en inspirer.

### **2.2.2. Détermination des cibles**

Les cibles sont aussi déterminées du point de vue écologique. Ces cibles visent à réduire l'écart entre les forêts actuelles et les forêts dites historiques. Les cibles visent à prendre les enjeux prioritaires au niveau écologique (en rouge selon les barèmes préétablis) et les amener vers une valeur qui est plus écologiquement acceptable (en jaune selon les barèmes préétablis).

Ainsi, ces cibles découlent directement des barèmes écologiques. Pour les enjeux où l'information n'est pas disponible, les cibles sont plutôt orientées vers la documentation de ces enjeux. La présence de ces biais potentiels nous invite à une interprétation prudente et indique que les données présentées dans cette étude devraient être utilisées à titre de tendance, et non comme des chiffres absolus.

### **2.2.3. Les enjeux à l'échelle du paysage**

**Tableau 21** Priorisation des enjeux selon les barèmes pour chaque indicateur des enjeux à l'échelle du paysage.

La ↑ signifie augmentation et la ↓ signifie diminution. Les astérisques servent à préciser certaines informations : \* Valeurs estimées si toutes les classes de compositions (feuillus, mixtes et résineux) sont représentées également selon les classes d'âges. \*\* Valeurs provenant d'une distribution de classe de surface terrière théorique pour un peuplement de type érablière. En raison de ce biais, nous avons ajusté les valeurs pour le choix des écarts. \*\*\* Information sur la proportion de la superficie forestière productive en régénération. Cette information témoigne du fait qu'il est important de savoir la composition de la régénération et que cette information n'est pas disponible (étude en cours dans la sapinière à bouleau jaune). \*\*\*\* Les informations historiques proviennent de forêt majoritairement dans l'érablière à bouleau jaune de l'est et un peu de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest de la Mauricie. N.D. : Non-Disponible.

Enjeux	Indicateurs	Valeurs historiques (moyenne) 062-51	Valeurs historiques (moyenne) 062-52	Écart faible	Écart moyen	Écart important	Actuel 62-51	Cibles	Actuel 62-52	Cibles
		<b>Diminution des proportions de forêts mûres et surannées :</b>	Total	68%	65%	60 % et plus	Entre 50 et 60%	Moins de 50%	47%	↑ 6%
Pourcentage de la superficie en peuplements mûres et surannées	1- Feuillus	10%*	9%*	Entre 20% et 25%	Entre 20 et 25%	Moins de 20%	18%		15%	
	2- Mixtes	31%*	32%*	Plus de 25%	Entre 20 et 25%	Moins de 20%	24%		25%	
	3- Résineux	27%*	24%*	Plus de 20%	Entre 15 et 20%	Moins de 15%	5%	↑ 10%	6%	↑ 9%
<b>La simplification des structures internes de peuplements :</b>	Total						22m2/ha		18m2/ha	↑ 2m2/ha
Distribution des classes de surface terrière (moyenne)	1- Feuillus		26m2/ha**			Entre 15 et 20m2/ha	20		18	↑ 2m2/ha
	2- Mixtes		26m2/ha**	Entre 24 et 28 m2/ha	Entre 20 et 24 m2/ha		23		20	
	3- Résineux		26m2/ha**				21		16	↑ 4m2/ha
<b>La modification de la composition végétale des forêts :</b>	État de la régénération	8%***	2%***	Moins de 15%	Entre 20% et 15%	Plus de 20%	29%***		37%***	
Pourcentage de la superficie en feuillus	Total	14%	14%			Écart de plus de 20%	39%	↓ 5%	31%	
	1- FFI	5%	15%				14%		16%	
	2- FFT	10%	3%				24%		14%	
Pourcentage de la superficie en mixtes	Total	46%	49%				53%		52%	
	1- MF	18%	23%				30%		38%	
	2- MR	30%	18%				23%		14%	
Pourcentage de la superficie en résineux	Total	40%	37%	Écart moins de 10%	Écart entre 10-20%		9%	↑ 12%	17%	↑ 1%
	1- RA	23%	N.D.				1%	↑ 3%	1%	↑ 3%
	2- RS	24%	N.D.				8%		16%	
Pourcentage de	1- ER	7.5%****		Écart de	Écart entre	Écart de	12.7%		N.D.	

divers groupements d'essences dans le paysage	2- BOPRS	4.5%****		moins de 5%	5-10%	plus de 10%	1.2%		N.D.
	3- EPFI	4.1%****					0.0%		N.D.
	4- SABFI	1%****					9.0%		N.D.
	5- PIN	12.8%****					0.0%	↑2.8% du paysage	N.D.
	6- THO	5.3%****					0.0%	↑	N.D.
	7- EP	11.9%****					1.6%	↑0.3% du paysage	N.D.
	8- SAB	6.8%****					0.2%		N.D.
	<b>La modification de l'organisation spatiale des forêts :</b>								
Total	100%	100%	Écart de moins de 25%	Écart entre 25 et 50%	Écart de plus de 50%	35%	↑ 15%	29%	↑ 21%
1- Feuillus	14%	14%			Écart de plus de 20%	14%		8%	
2- Mixtes	46%	49%	Écart de moins de 10%	Écart entre 10-20%		19%	↑ 7%	16%	↑ 13%
3- Résineux	40%	37%				2%	18%	4%	↑ 13%
1- Feuillus			Bonne répartition et connexion	Bonne répartition	Problème de répartition et de connexion	Bonne		Mauvaise connexion	
2- Mixtes	Bonne répartition et connexion	Bonne répartition et connexion		Bonne répartition ou connexion		Bonne		Mauvaise connexion	
3- Résineux						Mauvaise connexion		Problème de répartition et connexion	Amélioration

**À noter que ce tableau est un résumé et que l'information pour plusieurs autres groupements d'essences, par exemple, se trouvent dans la section 1.4.**

Pour les enjeux à l'échelle du paysage, on décèle une problématique sévère pour presque tous les indicateurs. La problématique étant moins sévère pour l'UAF 062-51 que pour la 062-52.

#### 2.2.3.1 Proportion de forêts mûres et surannées

**Enjeux :** Une diminution majeure des forêts mûres et surannées dans le paysage forestier actuel a été remarquée lorsqu'on compare ce dernier au paysage forestier préindustriel. Les attributs des forêts mûres et surannées favorisent les espèces rares et spécialisées dépendant de ces caractéristiques.

**Indicateurs :** Un indicateur a été ciblé pour décrire la quantité de forêts mûres et surannées dans les paysages étudiés. Les stades de développements permettent d'identifier grossièrement la proportion de forêts mûres et surannées au niveau de chaque UAF et par région écologique. Nous avons ensuite regardé la proportion de forêt mûres et surannées par type de couvert afin d'approfondir cette analyse.

Selon le type de couvert, on remarque que les peuplements résineux mûrs et surannées ont été particulièrement touchés. Cet effet est peut-être relié à la diminution de plusieurs essences résineuses longévives comme le pin, la pruche, l'épinette et le thuya (cèdre).

#### 2.2.3.2 Structure

**Enjeux :** Les caractéristiques structurales des forêts se sont simplifiées avec l'aménagement forestier. La coupe de jardinage a grandement influencé cette simplification, où les prélèvements sont sensiblement les mêmes et où la distribution spatiale des tiges récoltées est très homogène. Une structure interne diversifiée soutient généralement une plus grande biodiversité (MRNF 2008).

**Indicateur :** Un indicateur est évalué permettant d'identifier une priorisation : la distribution des classes de surface terrière des paysages sous étude. Nous avons ensuite regardé la distribution des classes de surface terrière par type de couvert afin d'approfondir cette analyse.

La problématique est particulièrement importante dans l'UAF 062-52 où les peuplements résineux ont une faible surface terrière. La quantité importante de peuplement en régénération peuvent expliquer en partie cet écart, ainsi que la diminution ou la disparition de la *super-canopy* (composée de gros pins/épinettes) dans les deux UAFs.

#### 2.2.3.3. Composition

**Enjeux :** L'aménagement forestier a contribué à modifier la composition forestière des peuplements. À l'échelle du paysage, la modification des compositions constitue une menace

pour la survie d'espèce ou le maintien des processus écologiques (MRNF 2008). Une diminution des couverts mixtes et une augmentation de la proportion de la forêt feuillue intolérante constituent les deux enjeux reliés à cette échelle.

**Indicateur :** Trois indicateurs seront évalués pour déterminer leur priorisation : La proportion par type de couvert, la proportion par type forestier et la proportion (d'essences ou groupement d'essence) dans le paysage.

On constate selon ces trois indicateurs une augmentation de peuplements feuillus ainsi qu'une diminution de peuplements résineux, les RA étant particulièrement touchés, et les pinèdes et les pessières ayant nettement diminué dans le paysage. Il serait aussi important de connaître la composition de la végétation en régénération.

#### 2.2.3.4. La modification de l'organisation spatiale des forêts

**Enjeux :** L'aménagement et l'exploitation du territoire diminuent grandement les forêts d'intérieur et ne laissent presque plus de forêt non-perturbée. De plus, le développement d'un réseau routier forestier très dense favorise une colonisation forestière par l'homme et augmente les risques écologiques (bris mécanique, dérangement, altération des cours d'eau, etc.).

**Indicateur :** L'évaluation de l'organisation spatiale des forêts se fait au niveau du paysage à l'aide des 2 indicateurs suivants : le pourcentage des forêts d'intérieur et la connectivité des massifs forestiers. Nous avons ensuite observé ces 2 indicateurs par type de couvert afin d'approfondir cette analyse.

Les forêts d'intérieur et la connectivité des massifs de peuplements résineux de l'UAF 062-52 sont très préoccupantes. En effet, dans les 2 UAFs, les forêts d'intérieur sont problématiques en raison de la densité élevée du réseau routier.

#### 2.2.4. Les enjeux à l'échelle du peuplement

Tableau 22 Priorisation des enjeux selon les barèmes pour chaque indicateur des enjeux à l'échelle du peuplement.

La ↑ signifie augmentation et la ↓ signifie diminution. Les astérisques servent à préciser certaines informations : \* Valeurs provenant d'étude dans l'érablière à bouleau jaune de l'est. \*\*Valeurs provenant d'une distribution du nombre de tiges/ha pour chaque classe de diamètre pour un peuplement de type érablière (forêt ancienne) de l'Outaouais. En raison de ce biais, nous avons ajusté les valeurs pour le choix des écarts. \*\*\*Les informations historiques proviennent de forêts situées majoritairement dans l'érablière à bouleau jaune de l'est et un peu de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest de la Mauricie, et les valeurs actuelles proviennent de la visite de ces mêmes placettes en 2009. Il est possible que ses données soient aussi applicables pour la 062-52. N.D. : Non-Disponible.

Enjeux	Indicateurs	Valeurs historiques moyenne 62-51	Valeurs historiques moyenne 62-52	Écart faible	Écart moyen	Écart important	Actuel 62-51	Cibles	Actuel 62-52	Cibles
La raréfaction de certaines formes de bois mort	1-Volume de débris ligneux	53 m3/ha	102 m3/ha	Plus de 40 m3/ha	Entre 26 et 40 m3/ha	Moins de 26 m3/ha	N.D.		N.D.	
	2- Quantité de chicot /ha	58 tiges/ha	31 tiges/ha	Plus de 23 tiges/ha	Entre 15 et 23 tiges/ha	Moins de 15 tiges/ha	N.D.		N.D.	
	3- Quantité de gros chicot /ha	30 tiges/ha	21 tiges/ha	Plus de 16 tiges/ha	Entre 10 et 16 tiges/ha	Moins de 10 tiges/ha	5 tiges/ha*	↑ 5 tiges/ha	N.D.	
La simplification des structures internes de peuplements : Distribution des classes de DHP des tiges	1- Classe de DHP 10-20 (cm)	153 tiges/ha**	153 tiges/ha**	153±26	Entre 153±26 et 153±51	Écart plus grand	280 tiges/ha	↓ 76 tiges/ha	178 tiges/ha	
	2- Classe de DHP 20-30 (cm)	80 tiges/ha**	80 tiges/ha**	80±13	Entre 80±13 et 80± 26	Écart plus grand	125 tiges/ha	↓ 19 tiges/ha	80 tiges/ha	
	3- Classe de DHP 30 et + (cm)	144 tiges/ha**	144 tiges/ha**	144±24	Entre 144±24 et 144±48	Écart plus grand	63 tiges/ha	↑ 33 tiges/ha	76 tiges/ha	↑ 20 tiges/ha
Modification de la composition végétale :abondance relative par essences	% de forêts avec une structure ancienne	Plus de 50%	Plus de 50%	Au moins 25%	Entre 15 et 25%	Moins de 15%	4%	↑ 11%	17%	
	1- Bois franc (érables)	12%***					20%***	↓ 3%		
	2- Peuplier	3%***					13%***	↓ 8%		
	3- Sapin	13%***		75-125% de la valeur historique	60-75% ou 125-140% de la valeur historique		24%***	↓ 6%		
	4- Épinette	22%***					13%***	↑ 1%		
	5- Pins	14%***					4%***	↑ 4%		

**À noter que ce tableau est un résumé. L'information pour plusieurs autres essences comme la pruche, le cèdre, le bouleau jaune, le bouleau blanc, etc. se retrouve à la section 1.4.**

Pour les enjeux à l'échelle du peuplement, on décèle une problématique sévère pour presque tous les indicateurs, cette problématique étant moins sévère pour l'UAF 062-52 que pour la 062-51 en terme de structure interne des peuplements.

#### 2.2.4.1 Raréfaction de certaines formes de bois mort

**Enjeux** : Le bois mort tels les chicots et les débris ligneux est essentiel au maintien de la diversité biologique. Plusieurs espèces fauniques et floristiques sont directement dépendantes de la présence de gros chicots ou de débris ligneux. Certains processus écologiques sont aussi grandement dépendants des bois morts. Certaines études tendent à démontrer que l'aménagement forestier actuel diminue la quantité de bois morts sous différentes formes.

**Indicateur** : Trois indicateurs sont analysés afin de déterminer leur priorité au niveau des enjeux : la quantité de chicot, la quantité de gros chicots et la quantité de débris ligneux.

Le manque d'informations sur le portrait actuel ne nous permet pas de conclure adéquatement sur cet enjeu.

#### 2.2.4.2 Structure

**Enjeux** : Au niveau du peuplement, la dimension des arbres permet de caractériser la structure forestière. L'aménagement forestier semble avoir une grande influence sur la distribution de la grosseur des arbres comparativement à une forêt naturelle sans aménagement. L'homogénéisation du couvert, la perte de caractéristique de forêt ancienne et la perte de diversité découlent de cet enjeu.

**Indicateur** : Deux indicateurs, soit la distribution des classes de diamètre (comparé à un peuplement d'érablière à feuillus tolérants) et le triangle des structures (comparativement à des forêts anciennes) ont permis de quantifier cet enjeu.

On observe une diminution du nombre de grosses tiges/ha et un pourcentage très faible de forêts ayant des caractéristiques structurelles de forêts anciennes.

#### 2.2.4.3 Composition

**Enjeux** : À l'échelle du peuplement, l'abondance de certaines essences a diminué en fonction de la priorisation de récolte selon le contexte historique particulier. Cette diminution de l'abondance entraîne nécessairement une diminution de la biodiversité.

**Indicateur** : La modification de la composition végétale a été évaluée en comparant l'abondance relative des espèces.

Certaines essences sont surabondantes dans les peuplements, notamment le peuplier, le bois franc (ex. érable) et les sapins. D'un autre côté, le pin et les épinettes ont nettement diminué

en terme d'abondance relative des espèces. Les informations sur les autres essences, ainsi que sur les groupements d'essences sont disponibles dans le texte (Section 1.4).

### **3. Recommandations des pistes de solutions à envisager pour diminuer les écarts**

Ce dernier chapitre vise à présenter des pistes de solutions qui pourront être employées pour réduire les écarts entre les niveaux historiques et actuels des enjeux préalablement identifiés. Les pistes de solutions présentées ici le sont à titre de suggestion seulement et la liste n'est certainement pas exhaustive. De plus, certaines suggestions pourraient ne pas être réalisables dans le contexte socio-économique actuel. Des analyses de compromis entre les différents objectifs d'aménagement, développées grâce à un outil d'aide à la décision, seraient grandement utiles afin d'identifier les pistes de solutions qui répondent le mieux aux objectifs d'aménagement.

Les différentes stratégies peuvent répondre à plusieurs enjeux à la fois.

#### **3.1. Stratégies au niveau du paysage : Stratégie d'aménagement envisagée**

Enjeu : Diminution des proportions de forêts mûres et surannées

Enjeu : Structures internes au niveau du paysage

*Moyen : Exclure des superficies forestières du territoire sous aménagement*

*Option : Exclure des superficies forestières résineuses du territoire sous aménagement*

Plusieurs mesures distinctes mises en place au cours des dernières années ont mené à une augmentation des superficies forestières exclues du territoire forestier sous aménagement. On peut penser aux écosystèmes forestiers exceptionnels (EFE), aux réserves écologiques, aux îlots de vieillissement, aux bandes riveraines soustraites à l'aménagement forestier et aux refuges biologiques. Ces superficies devraient éventuellement contribuer à augmenter la proportion de forêts mûres et surannées dans le paysage puisque les interventions de prélèvement ligneux y sont interdites. Dans le cas de cet enjeu, il sera important de s'assurer que le calcul de la proportion de forêts mûres et surannées se fasse en tenant compte de l'ensemble des superficies associées à l'UAF, et ce, même si certaines superficies, comme les aires protégées, sont techniquement exclues de l'UAF. En plus de contribuer à augmenter la proportion de forêts mûres et surannées, les superficies exclues du territoire forestier sous aménagement permettraient d'augmenter la proportion des peuplements avec une forte surface terrière, contribuant ainsi à l'enjeu de la structure interne des peuplements.

Option : L'âge et la structure des forêts résineuses sont un problème important, notamment dans la 062-52, ainsi il serait important d'avoir une bonne proportion des forêts résineuses parmi les superficies forestières exclues du territoire forestier sous aménagement.

Il serait simple d'inclure un indicateur pour cet enjeu dans un modèle forestier d'aide à la décision de type Patchworks qui permettrait 1) d'évaluer les bénéfices qu'engendreront à moyen et long termes les superficies récemment soustraites du territoire sous aménagement et 2) d'évaluer les impacts économiques et sociaux des nouvelles stratégies. Par exemple,

l'impact sur la possibilité forestière et le nombre d'emploi de l'augmentation des superficies de forêts mûres et surannées par le biais de l'augmentation de la superficie en îlots de vieillissement pourrait être comparée à un scénario favorisant plutôt la mise en place d'aires protégées.

Enjeu : La modification de l'organisation spatiale des forêts

*Moyen : Modalités spéciales d'intervention dans les massifs forestiers et en bordure des aires protégées*

Le réseau routier forestier dans Lanaudière, notamment l'UAF 062-52 est bien développé. Cette situation a pour avantage de permettre aux utilisateurs d'avoir accès à une grande proportion du territoire. Par contre, cet accès amélioré au territoire détruit des habitats, provoque la fragmentation du territoire et réduit la superficie en forêt d'intérieur. Indirectement, la construction des chemins forestiers nécessaires à l'extraction de la matière ligneuse mène aussi à une utilisation plus intensive du territoire par une large gamme d'utilisateurs, ce qui favorise la propagation d'espèces exotiques, le dérangement sonore, la cueillette de plantes rares, le braconnage et l'utilisation de véhicules hors route. Une manière de réduire ce problème serait d'identifier des massifs forestiers à l'intérieur desquels des modalités spécifiques seraient utilisées.

La première étape consisterait à identifier les massifs forestiers, c'est-à-dire les territoires forestiers les moins fragmentés sur le territoire. Les critères de sélection pourraient être les suivants : territoires forestiers à faible densité de réseau routier, dont la proportion de peuplements matures est relativement élevée et avec une faible proportion de feuillus intolérants et une forte proportion de résineux. Afin de préserver ces territoires moins fragmentés, différents moyens pourraient être envisagés : réduction de la largeur moyenne des chemins, favoriser la construction de chemins d'hiver (non gravelés), utiliser une approche plus globale de la planification des chemins de manière à en réduire la quantité, restreindre l'accès à ce territoire, etc. Des modalités semblables pourraient être développées pour des zones tampon au pourtour des aires protégées.

Encore une fois, il serait important de réduire la fragmentation et d'améliorer la connectivité des peuplements résineux, et dans une moindre importance des peuplements mixtes.

Enjeu : La modification de la composition végétale des forêts

*Moyen : Mettre en place une stratégie de revalorisation des essences résineuses longévives*

Comme on l'a vu au chapitre 1, le pin et l'épinette ont fait l'objet d'une récolte intensive pendant plusieurs décennies et divers indices laissent croire que ces essences étaient beaucoup plus présentes historiquement.

*Le cas du pin :* Considérant le fort potentiel de croissance et sa valeur économique intéressante du pin, il ne fait aucun doute que la valorisation de cette essence est une option intéressante. La conjoncture est particulièrement favorable pour investir dans l'aménagement du pin, puisque la moitié de la consommation de cette essence au Québec étant comblée par des importations en provenance des États-Unis (Asselin et Côté 2005).

La première étape consisterait à développer une stratégie de revalorisation des essences résineuses longévives (pins, pruche, épinette, cèdre...) adaptée à la région de Lanaudière. Cette stratégie pourrait inclure :

- l'identification des sites prioritaires pour la revalorisation des essences résineuses longévives;
- l'identification des stratégies sylvicoles en fonction des stades de développement.

### **3.2. Les stratégies au niveau du peuplement : Stratégie sylvicole proposée**

Enjeu : Diminution des proportions de forêts mûres et surannées

Enjeu : La raréfaction de certaines formes de bois mort

Enjeu : La simplification des structures internes des peuplements

Enjeu : La modification de la composition végétale des forêts

*Moyen : Sylviculture adaptée*

L'utilisation de traitements sylvicoles adaptés sur une certaine proportion du territoire pourrait contribuer à maintenir certains attributs de vieilles forêts dans les peuplements jardinés en augmentant les similitudes entre les interventions de prélèvement ligneux et le régime de perturbations naturelles. Déry et Leblanc (2004) ont documenté des moyens pour maintenir certains éléments des vieilles forêts :

Les chicots : conserver de 10 à 15 gros arbres morts par hectare, d'essences variées.

Les arbres à valeur faunique : conserver de 5 à 10 grosses tiges vivantes par hectare (arbres à valeur faunique et recrutement de chicots et débris ligneux).

Les gros débris ligneux : conserver une quantité de 5 m<sup>3</sup>/ha de débris ligneux répartis le plus uniformément possible sur les parterres de coupe (éviter les empilements).

La structure des peuplements : effectuer des traitements sylvicoles permettant de préserver la structure présente.

Certaines autres modalités pourraient être envisagées. Dans le régime de coupes partielles, on peut penser à :

- 1) Prélèvements plus faibles pour imiter la mortalité arbre par arbre ;
- 2) Laisser des arbres moribonds de faible valeur (M pâte) afin de compenser le manque de chicots après coupe. La quantité à laisser devrait être évaluée en fonction de l'écosystème et du type d'intervention ;
- 3) Laisser une plus forte proportion de très grosses tiges de manière à s'approcher de la structure des peuplements naturelles ;
- 4) Ne pas récolter les essences rares au niveau d'un peuplement ;
- 5) Identifier et préserver les arbres avec nids de rapaces (nids de branche) ;
- 6) Adapter les traitements sylvicoles en fonction des besoins des espèces pour se régénérer (autoécologie) ;
- 7) Dans le régime équienne, les coupes avec rétention variable permettraient de préserver des structures résiduelles qui contribueraient à maintenir les processus écologiques. Nous proposons que cette approche soit généralisée dans les coupes de régénération.

Enjeu : Le maintien de l'habitat d'espèces fauniques et floristiques sensibles à l'aménagement forestier

## *Moyen : Protection des espèces en situation précaire et des sites fauniques d'intérêt*

Certaines espèces nécessitent un niveau de protection supplémentaire par rapport à ce que leur confère l'approche du filtre brut de l'aménagement écosystémique. Les espèces fauniques et floristiques menacées, vulnérables et susceptibles doivent bénéficier d'une protection supplémentaire.

Pour ce faire, les travailleurs doivent avoir bénéficié d'une formation afin de pouvoir reconnaître ces différentes espèces. Par la suite, des modalités d'intervention doivent être développées lorsqu'elles ne sont pas spécifiées dans le RNI. Finalement, les interventions doivent faire l'objet d'un suivi afin de s'assurer que les modalités utilisées ont permis d'atteindre l'objectif par rapport à la protection de ces espèces.

## **4. Discussion générale**

### **4.1. Pour un aménagement écosystémique**

L'identification des enjeux écologiques n'est que le point de départ afin d'intégrer l'aménagement écosystémique dans la pratique forestière. En effet, l'identification des balises à l'intérieur desquelles un processus écologique n'est pas affecté reste à être établie pour l'ensemble des enjeux.

Sans connaître ces seuils, il est quand même possible d'établir des objectifs écologiques qui sont modulés par des facteurs économiques et sociaux. Par exemple, il serait possible d'établir des objectifs visant la restauration du pin blanc à des niveaux se rapprochant des données historiques tout en conciliant les coûts reliés à cette stratégie. Comme expliqué dans la section précédente, il est possible avec certains modèles d'aménagement d'identifier des stratégies aménagement permettant de concilier plusieurs facteurs.

Des mesures sont déjà en place afin d'intégrer progressivement des objectifs reliés à l'AÉ. Le document des *Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier* (MRNF 2005) (OPMV) identifie onze objectifs pour le PGAF de 2008-2013 visant essentiellement la protection des sols et de l'eau ainsi que la conservation de la biodiversité. On adresse certains enjeux comme le maintien des forêts mûres et surannées, la protection de l'habitat des espèces menacées ou vulnérables et la conservation du bois mort.

## **Conclusion**

Le présent rapport a permis d'identifier les écarts écologiques observés entre les données historiques présentées dans le document 1 (Roy *et al.* 2010) et les données actuelles.

Les analyses d'écarts ont mis en lumière plusieurs situations préoccupantes dont la diminution des forêts mûres et surannées. De plus, sans être perceptible lors de la première rotation, la diminution de certaines formes de bois morts est significativement différente lorsqu'on assiste à de multiples rotations.

La structure forestière à l'échelle du paysage semble avoir été transformée selon les pratiques forestières qui tendent à maintenir des surfaces terrières plus faibles que celles observées dans les forêts préindustrielles. Ces pratiques ont aussi un effet sur la distribution des classes de diamètres des peuplements qui possèdent moins d'arbres de gros diamètres et plus d'arbres de petites tailles.

L'analyse de la composition forestière permet d'affirmer qu'il y a eu une diminution des forêts résineuses au profit des peuplements feuillus. Une diminution de certaines essences forestières dont le pin et l'épinette est notée.

À l'échelle du paysage, on remarque une baisse de forêt d'intérieur et une présence significative du réseau routier pouvant potentiellement affecter certaines espèces fauniques et floristiques.

Tel qu'indiqué à plusieurs reprises, le manque d'information par rapport aux différents enjeux ne doit pas limiter les actions à entreprendre quant à la détermination des stratégies d'aménagement. Le document suivant doit être vu comme un document évolutif qui doit être mis à jour selon les connaissances futures en écologie forestières. De plus amples études sont donc nécessaires afin de déterminer les seuils écologiques qui ne doivent pas être dépassés sans affecter des processus écologiques.

## Références

- Alvarez,E. Influence d'un siècle de récolte forestière sur la forêt mélangée tempérée de la Mauricie. -172. 2009. Université Laval. Ref Type: Thesis/Dissertation
- Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: A review. *Oikos* **71**(3): 355-366.
- Angers,V., Messier,C., Beaudet,M. et A.Leduc. 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec. *For. Ecol. Manage.* 217 (2-3): 275-293.
- Angers,V.-A. 2009. L'enjeu écologique du bois mort - Complément au Guide pour la description des principaux enjeux écologiques dans les plans régionaux de développement intégré des ressources du territoire.
- Arseneault et al. 2010 (en cours)
- Asselin,G. et J.-F.Côté. 2005. Étude sur le pin blanc au Québec : marchés, perspectives d'avenir et analyse économique des plantations. Étude réalisée par Consultants DGR inc. pour Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides,SainteFoy,Québec. [[www.cfl.scf.rncan.gc.ca/CFLLFC/pdf/Pin\\_blanc/Rapport.pdf](http://www.cfl.scf.rncan.gc.ca/CFLLFC/pdf/Pin_blanc/Rapport.pdf)].
- Baldwin,R.F. 2005. Vernal pools: critical habitat. *Frontiers of the Ecology and the Environment* 9: 471-
- Barrette,M. and Bélanger,L. 2007. Historical reconstitution of the preindustrial landscape of the ecological region of the high hills of the lower Saint-Maurice. *Can. J. For. Res.* 37: 1147-1160.
- Bider, J.R. et S. Matte. 1994. Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et Ministère de l'Environnement et de la faune. 106 p.
- Bonin,J., DesrochesJ.-F., Ouellet,M. et Leduc,A.. 1999. Les forêts anciennes: refuges pour les salamandres. *Nat. can.* 13-18.
- Bouchard,A., Dyrda,S., Bergeron,Y., and Meilleur,A. 1989. The Use of Notary Deeds to Estimate the Changes in the Composition of 19Th-Century Forests, in Haut-Saint-Laurent, Quebec. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne de Recherche Forestiere* 19: 1146-1150.
- Bouffard,D., Doyon,F., et Nolet,P. 2003. Historique et dynamisme écologique de la végétation forestière de la réserve faunique Rouge-Matawin de 1930 à nos jours.
- Bourque, J. et M.-A. Villard. 2001. Effects of selection cutting and landscape-scale harvesting on the reproductive success of two Neotropical migrant bird species. *Conservation Biology* 15: 184-195.
- Burne,M.R. and Griffin,C.R. 2005. Protecting vernal pools: a model from Massachusetts, USA. *Wetlands Ecology and Management* 13: 367-375.

- Dahir,S.E. et Lorimer,C.G. 1996. Variation in canopy gap formation among developmental stages of northern hardwood stands. *Can. J. For. Res.*: 26, 1875-1892.
- Demaynadier,P.G. et Hunter Jr, M.L. 1995. The relationship between forest management and amphibian ecology: a review of the North American literature. *Environ. Rev.* 3:230-261.
- Déry,S. et Leblanc,M. 2004. Lignes directrices pour l'implantation des îlots de vieillissement. Partie II. Intégration à la planification forestière. Direction de l'environnement forestier. Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs. Québec. 12 pp.
- DiMauro,D. et Hunter Jr,M.L. 2002. Reproduction of amphibians in natural and anthropogenic temporary pools in managed forests. *Forest Science* 48: 397-406.
- Doyon,F. et Bouffard,D. 2008. L'intégration des valeurs fauniques et de biodiversité à la planification forestière, Ripon, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 33 p. + annexes.
- Doyon,F. et Bouffard,D. 2009a. Enjeux écologiques de la forêt feuillue tempérée québécoise.
- Doyon,F. et Bouffard,D. 2009b. Reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier de l'UAF 64-51 au cours du 20ième siècle.
- Doyon,F. and Nolet,P. 2006. Application de la sylviculture irrégulière aux peuplements feuillus jugés inaptes au jardinage et prédiction du rendement par la modélisation. 2005-2007.
- Drapeau,P.A., Giroux,J-F., Savard,J.-P.L, Bergeron,Y. et Vickery,W.L. 2000. Landscape-scale disturbances and changes in bird communities of boreal mixed-wood forests. *Ecological monographs.* 70:423-444
- Forget,E. Portrait de la forêt historique de l'UFA 61-51. Document préparé dans le cadre de la certification FSC. -26. 2009. Ref Type: Unpublished Work
- Gauthier,J. et Aubry,Y. 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, xviii + 1295 p.
- Hunter,M.L.H. 1999. Maintaining biodiversity in forest ecosystems, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Jackson,S.M., Pinto,F., Malcolm,J.R., and Wilson,E.R. 2000. A comparison of pre-European settlement (1857) and current (1981-1995) forest composition in central Ontario. *Can. J. For. Res.* 30: 605-612.
- Latremouille,C., Parker,W.C., McPherson,S. and Pinto,F. 2008. Ecology and Management of Eastern White Pine in the Lake Abitibi (3E) and Lake Temagami (4E) Ecoregions of Ontario.
- Long,Z.T., Carson,W.P. and Peterson,C.J. 1998. Can disturbance create refugia from herbivores: An example with hemlock regeneration on treefall mounds. *J.Torrey Bot.Soc.* 125 (2):165-168.
- 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.

Mladenoff, D.J., T.A. Sickley, R.G. Haight et A.P. Wydeven. 1995. A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the northern Great Lakes region. *Conservation Biology* 9: 279–294.

McCullough, V., Doyon, F., et Rochon, P. Application de la sylviculture irrégulière aux peuplements feuillus jugés inaptes au jardinage et prédiction du rendement par la modélisation. -56 p. 2008a. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Qc. Ref Type: Serial (Book, Monograph)

McCullough, V., Doyon, F., et Rochon, P. 2008b. Application de la sylviculture irrégulière aux peuplements feuillus jugés inaptes au jardinage et prédiction du rendement par la modélisation. Rapport d'étape 2007-2008.

MRNF (Ministère des ressources naturelles et de la faune). 2005. Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier. Plans généraux d'aménagement forestier 2007-2012. Document de mise en oeuvre. Québec. 57 pp.

MRNF 2008a. Plan général d'aménagement forestier de l'unité d'aménagement forestier 062-51.

MRNF 2008b. Plan général d'aménagement forestier de l'unité d'aménagement 062-52.

MRNF 2009, Liste des espèces désignées menacées ou vulnérables au Québec.

MRNF 2009. 4<sup>ième</sup> inventaire forestier décennal.

Pinto, F., Romaniuk, S. et Ferguson, M. 2008. Changes to preindustrial forest tree composition in central and northeastern Ontario, Canada. *Can. J. For. Res.* 38:1842-1854.

Prescott, J. et Richard, P. 1996. Mammifères du Québec et de l'Est du Canada. Guide nature Quintin, Waterloo. 399 p.

Price, K., Holt, R. et L. Kremsater. 2007. Representative Forest Targets: Informing Threshold Refinement with Science - A review paper written for RSP and CFCI. 55p.

Roy, M.-È., V. McCullough et E. M. Ortuno .2010. Portrait forestier historique du territoire des unités d'aménagement forestier 062-51 et 062-52. Institut québécois d'Aménagement de la forêt feuillue en cours.

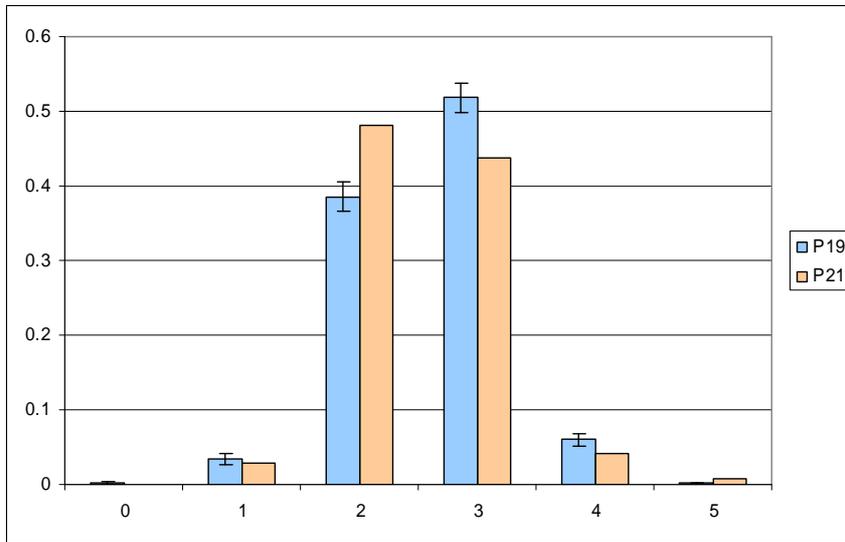
Runkle, J.R. 1990. Gap dynamics in an Ohio Acer-Fagus forest and speculations on the geography of disturbance. *Can. J. For. Res.* 20 (5):632-641.

Stabb, M. 1988. Status Report on the Southern Flying Squirrel *Glaucomys volans*. Report submitted to the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. 83 p.

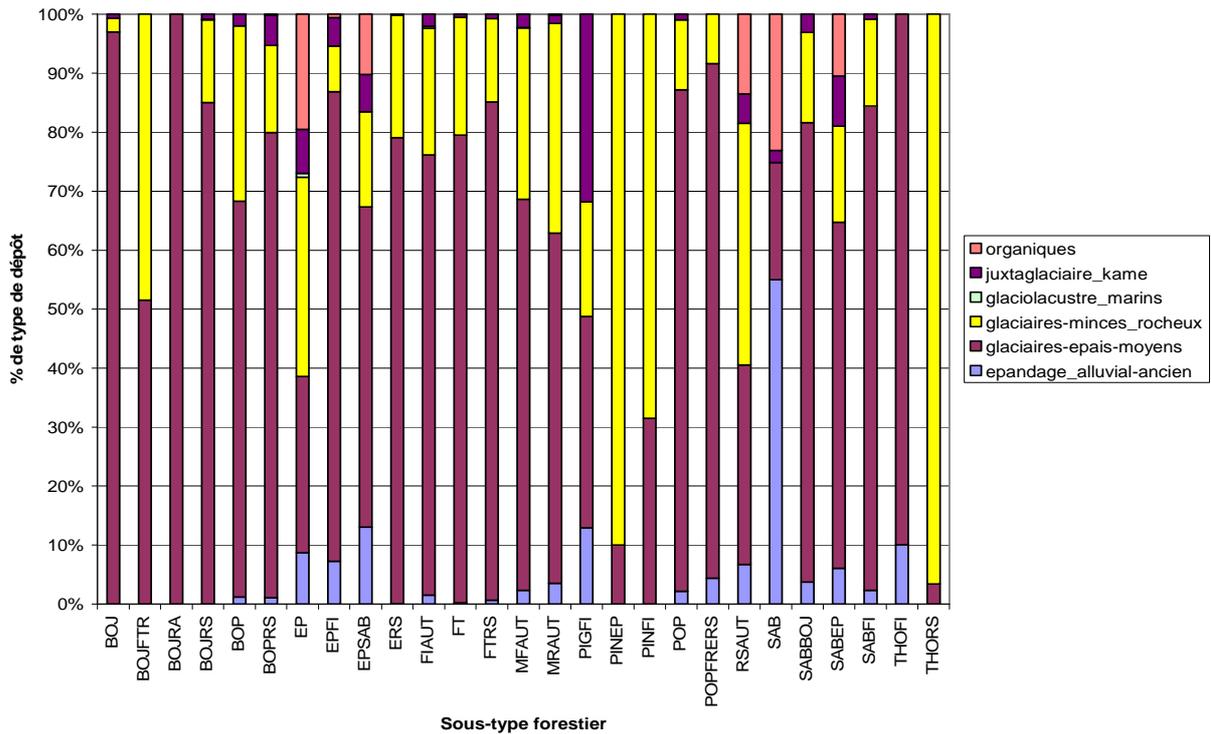
Van Zyll de Jong, C.G. 1985. Traité des mammifères du Canada, Tome 2. Les chauves-souris. Musée national des sciences naturelles, Ottawa. 215 p.

Varady-Szabo, H. et M. Côté. 2010. Mesure des écarts de composition forestière entre la forêt préindustrielle (de 1836 à 1940) et la forêt aménagée (de 1995 et 2003) en Gaspésie. Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles, Gaspé, 55 p.

## Annexe



**Figure 1. Proportions des classes de drainage dans les 2 614 observations d'arpentage du 19<sup>e</sup> siècle en Moyenne-Mauricie (P19, IC de 95 %) et dans les UAF 62-51 et 62-52 (P21).**



**Figure 2. Type de dépôts pour les différents groupements forestier, selon les valeurs actuelles.**

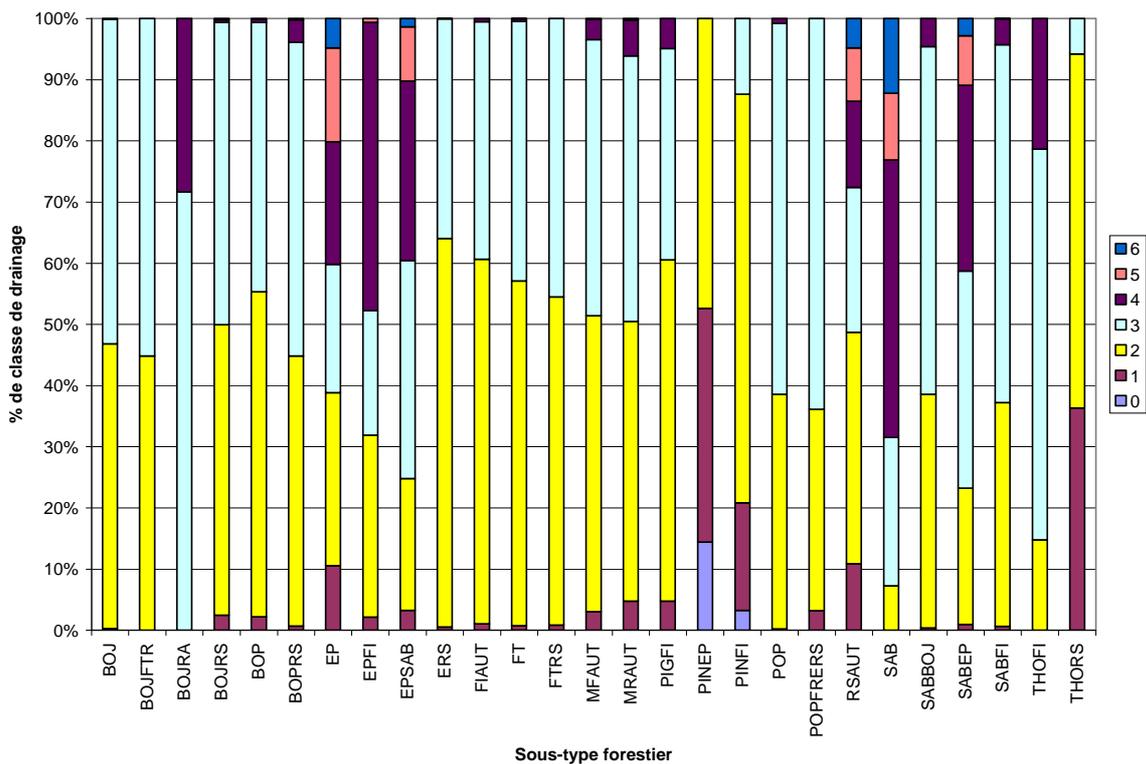


Figure 3. Classe de drainage pour les différents groupements forestier, selon les valeurs actuelles.

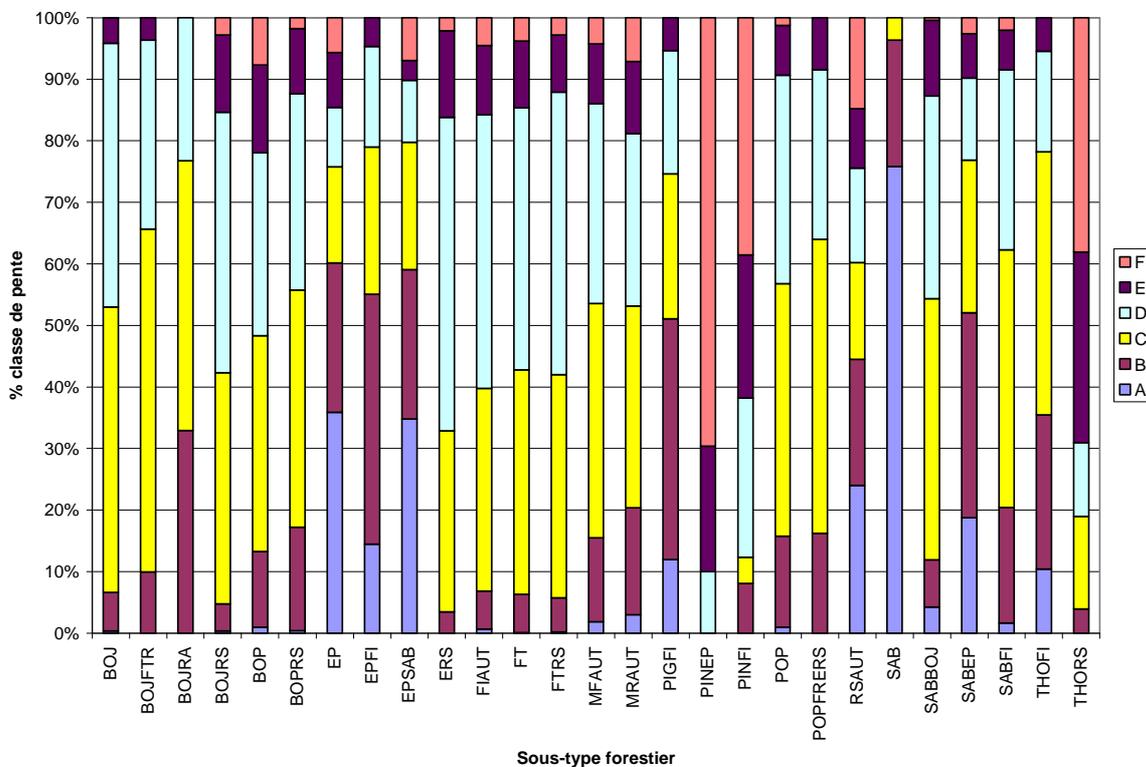


Figure 4. Classe de pente pour les différents groupements forestier, selon les valeurs actuelles.

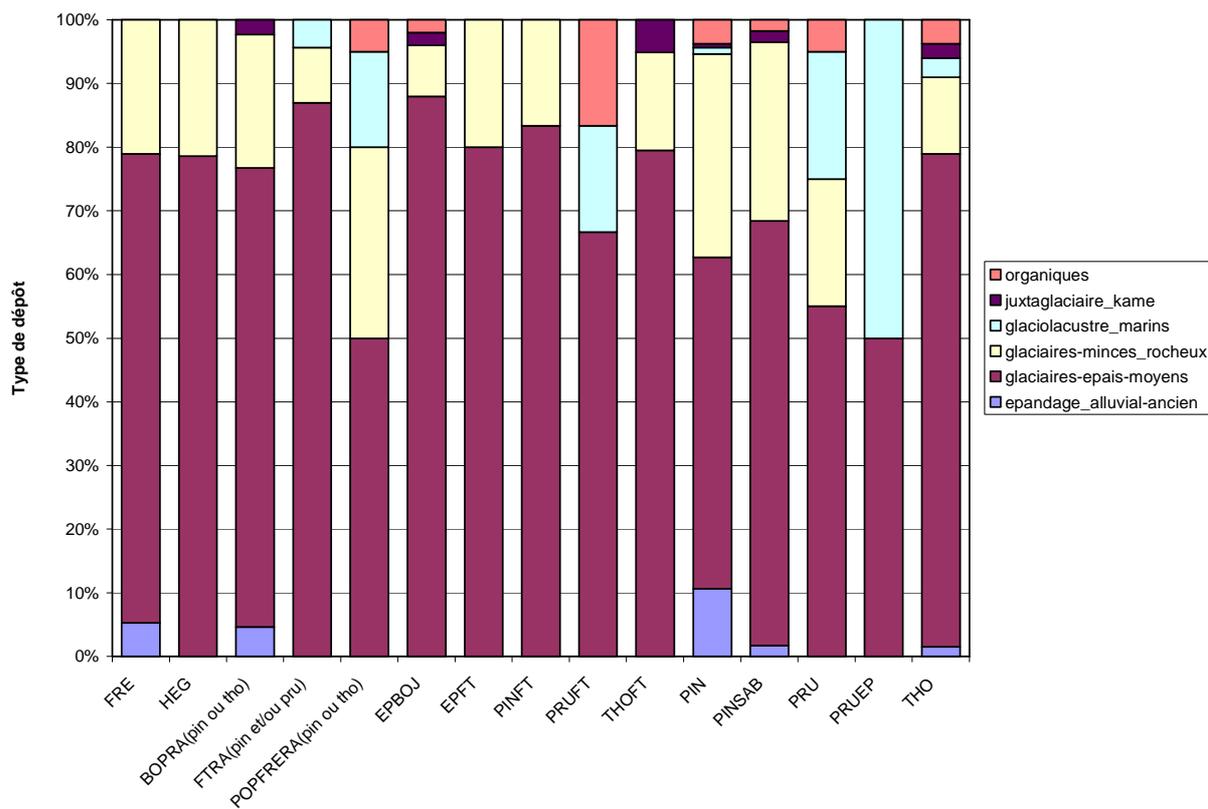


Figure 5. Répartition des différents groupements d'essences selon le type de dépôt qu'ils occupaient vers le 19<sup>ème</sup> siècle ; pour les groupements qui ont disparu.

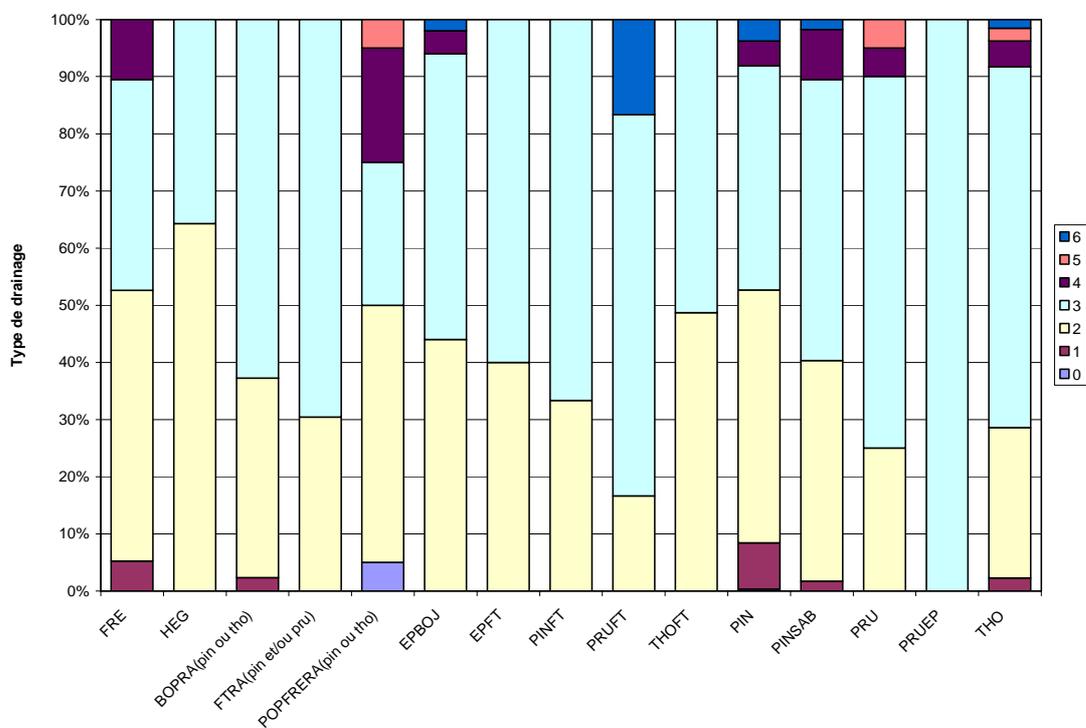


Figure 6. Répartition des différents groupements d'essences selon la classe de drainage qu'ils occupaient vers le 19<sup>ème</sup> siècle ; pour les groupements qui ont disparu.

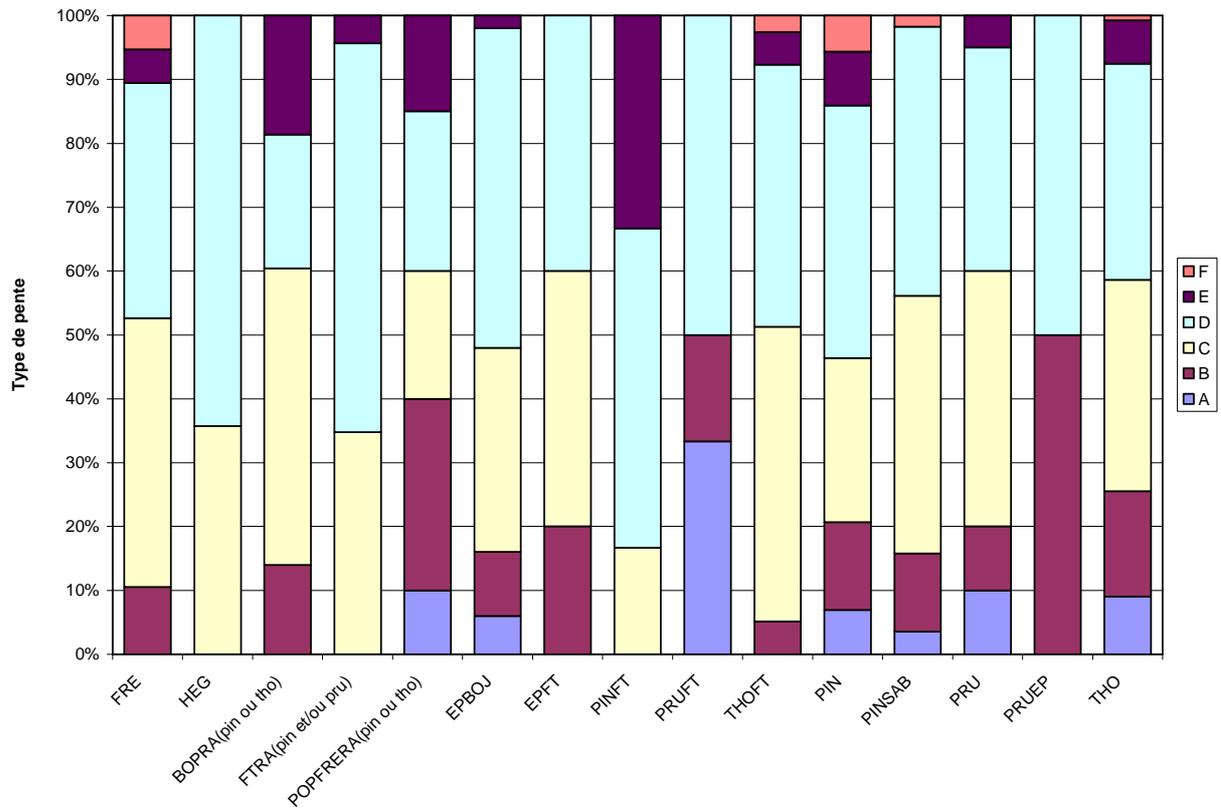


Figure 7. Répartition des différents groupements d'essences selon la classe de pente qu'ils occupaient vers le 19<sup>ième</sup> siècle ; pour les groupements qui ont disparu.

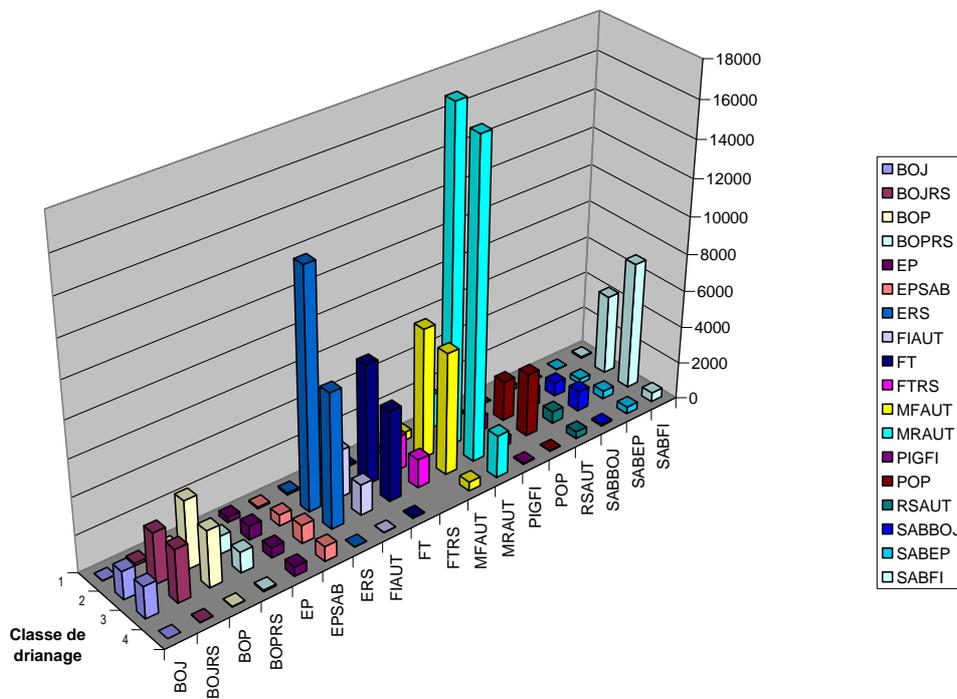


Figure 8. Représentation des différentes classes de drainage dans le paysage et des groupements d'essences qui les occupent actuellement.

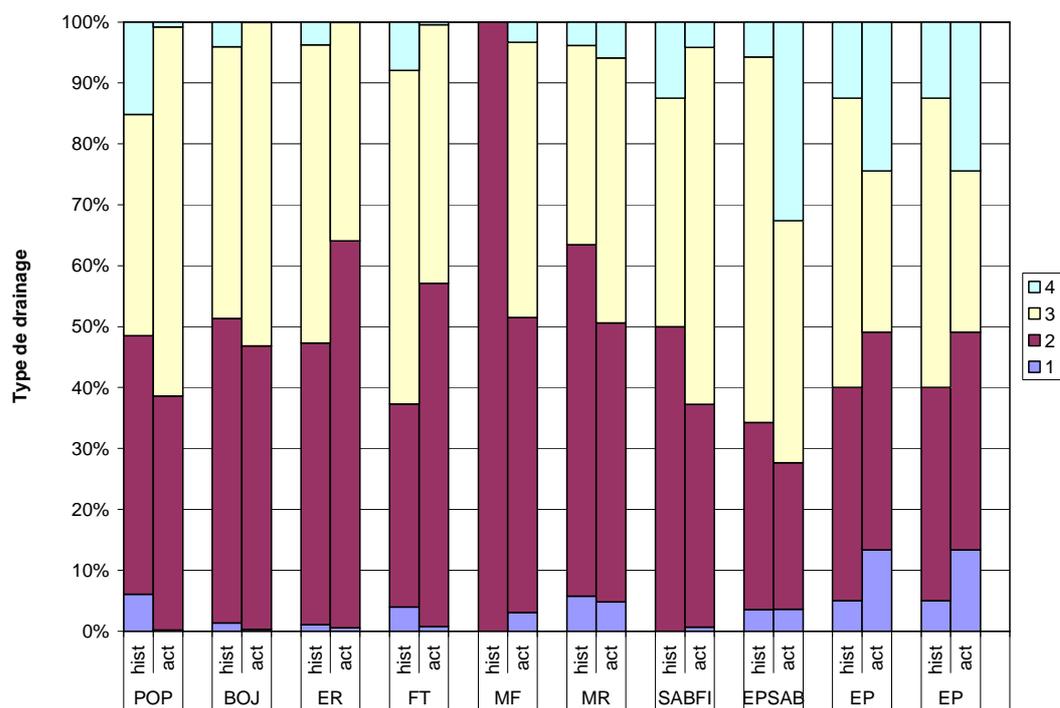


Figure 9. Différence entre les données actuelles et les données historiques de la répartition des groupements d'essences sur les types de drainage

Tableau 1. Écarts entre les valeurs historiques et les valeurs actuelles du type de dépôt, des classes de pente et classes de drainage, pour les 9 groupements d'essences dont les valeurs ont le plus changées.

Essence	POP			BOJ			ER			
	Période	Historique	Actuelle	Écart	Historique	Actuelle	Écart	Historique	Actuelle	Écart
Dépôt										
epandage_alluvial-ancien		9%	2%	-7%	10%	0%	-10%	1%	0%	-1%
glaciaires-epais-moyens		76%	85%	9%	60%	97%	37%	78%	79%	1%
glaciaires-minces_rocheux		12%	12%	0%	25%	2%	-23%	19%	21%	2%
juxtaglaciaire_kame		3%	1%	-2%	6%	1%	-5%	2%	0%	-2%
Drainage										
1		6%	0%	-6%	1%	0%	-1%	1%	1%	-1%
2		42%	38%	-4%	49%	46%	-2%	46%	64%	18%
3		36%	61%	24%	43%	53%	10%	49%	36%	-13%
4		15%	1%	-14%	4%	0%	-4%	4%	0%	-4%
Pente										
A		0%	1%	1%	3%	0%	-2%	3%	0%	-3%
B		27%	15%	-13%	17%	6%	-11%	11%	3%	-7%
C		30%	41%	11%	22%	46%	24%	30%	29%	-1%
D		39%	34%	-6%	45%	43%	-2%	43%	51%	8%
E		3%	8%	5%	11%	4%	-6%	11%	14%	3%
F		0%	1%	1%	3%	0%	-3%	1%	2%	1%

Essence Période	FT			MF(autre)			MR(autre)		
	Historique	Actuelle	Écart	Historique	Actuelle	Écart	Historique	Actuelle	Écart
Dépôt									
epandage_alluvial-ancien	10%	0%	-10%	0%	2%	2%	8%	4%	-4%
glaciaires-epais-moyens	67%	79%	13%	33%	66%	33%	73%	60%	-14%
glaciaires-minces_rocheux	19%	20%	1%	67%	29%	-38%	17%	36%	18%
juxtaglaciaire_kame	4%	0%	-4%	0%	2%	2%	2%	1%	-1%
Drainage									
1	4%	1%	-3%	0%	3%	3%	6%	5%	-1%
2	33%	56%	23%	100%	48%	-52%	56%	46%	-10%
3	54%	42%	-12%	0%	45%	45%	31%	43%	12%
4	8%	0%	-7%	0%	3%	3%	4%	6%	2%
Pente									
A	10%	0%	-10%	0%	2%	2%	4%	3%	-1%
B	9%	6%	-3%	0%	14%	14%	7%	17%	10%
C	27%	36%	10%	33%	38%	5%	30%	33%	3%
D	46%	43%	-3%	33%	33%	-1%	39%	28%	-11%
E	8%	11%	3%	0%	10%	10%	13%	12%	-1%
F	0%	4%	4%	33%	4%	-29%	7%	7%	0%

Essence Période	SABFI			EPSAB			EP		
	Historique	Actuelle	Écart	Historique	Actuelle	Écart	Historique	Actuelle	Écart
Dépôt									
epandage_alluvial-ancien	0%	2%	2%	5%	15%	10%	5%	11%	6%
glaciaires-epais-moyens	76%	82%	6%	71%	60%	-10%	69%	37%	-31%
glaciaires-minces_rocheux	20%	15%	-5%	24%	18%	-6%	25%	42%	17%
juxtaglaciaire_kame	4%	1%	-3%	0%	7%	7%	1%	9%	9%
Drainage									
1	0%	1%	1%	3%	4%	0%	5%	13%	8%
2	48%	37%	-11%	29%	24%	-5%	34%	35%	1%
3	36%	59%	23%	57%	40%	-17%	46%	26%	-20%
4	12%	4%	-8%	5%	33%	27%	12%	24%	12%
Pente									
A	0%	2%	2%	0%	28%	28%	11%	21%	10%
B	20%	19%	-1%	17%	26%	9%	24%	29%	5%
C	36%	42%	6%	39%	23%	-16%	35%	20%	-15%
D	36%	29%	-7%	29%	11%	-18%	20%	12%	-8%
E	0%	6%	6%	7%	4%	-4%	8%	11%	3%
F	8%	2%	-6%	7%	8%	0%	1%	7%	6%