

# **PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER**

---

Rapport final – volet 1 / 41-19-09

## **Optimisation de la classification des tiges sur pied par type écologique**

(Tarif de cubage et matrice de répartition par produit)

Présenté au :

### **Ministère des Ressources naturelles du Québec**

Unité de gestion du Bas-St-Maurice

M. Jean-Marc Guay, ing.f.

Par :

### **Gérard Crête et fils inc.**

Luc Richard, ing.f.

Et :



Centre d'enseignement et de recherche  
en foresterie de Sainte-Foy inc.

Donald Blouin ing.f., M.Sc.

Anick Patry, ing.f.

Guy Lessard, ing.f., M.Sc.

Benoit Ménard, ing.f., M.Sc.

---

**Avril 2001**

# TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux .....	ii
Liste des figures .....	iv
Bénéficiaire du projet.....	v
Partenaires du projet .....	v
Remerciements .....	vi
Résumé .....	vii
<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objectifs.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Méthodologie.....</b>	<b>3</b>
3.1 Territoire à l'étude .....	3
3.2 Choix des peuplements .....	3
3.3 Portrait des peuplements traités .....	3
3.4 Inventaires et mesurages des tiges .....	6
3.5 Compilation des données .....	8
3.5.1 Estimations des volumes marchands bruts .....	8
3.5.2 Répartition des volumes marchands bruts par produits .....	10
3.6 Analyses statistiques .....	11
<b>4. Résultats et discussion .....</b>	<b>12</b>
4.1 Sources de variation du volume marchand brut total de la tige .....	12
4.1.1 Bouleau jaune .....	12
4.1.2 Bouleau à papier .....	12
4.1.3 Érable à sucre.....	12
4.1.4 Érable rouge.....	12
4.2 Validité des tarifs de cubage provinciaux à une échelle régionale .....	12
4.2.1 Estimation du volume marchand brut de la tige .....	12
4.2.2 Modélisation régionale du volume marchand brut de la tige.....	12
4.3 Répartition des volumes par produits .....	12
4.3.1 Comparaison entre la répartition réalisée par la matrice et la classification des billes au mesurage.....	12
4.3.2 Sources de variation de la classification des tiges par produits lors du mesurage.....	12
4.3.3 Matrices locales .....	12
<b>5. Discussion .....</b>	<b>12</b>
<b>6. Recommandations .....</b>	<b>59</b>
<b>7. Conclusion .....</b>	<b>12</b>
<b>8. Bibliographie.....</b>	<b>12</b>
ANNEXE A - Outils de classification	
ANNEXE B - Abaques régionaux de prédiction du volume marchand brut	
ANNEXE C - Analyses statistiques	
ANNEXE D - Autres matrices locales de répartition par produits	

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 -	Portrait des strates visées par le traitement pour le type écologique FE32.....	4
Tableau 2 -	Portrait des strates visées par le traitement pour le type écologique MJ22 .....	5
Tableau 3 -	Répartition moyenne par produits (en %) des tiges feuillues présentes dans les strates traitées .....	6
Tableau 4 -	Classes de qualité possibles des tronçons d'essences feuillues visées par l'étude .....	8
Tableau 5 -	Équations des tarifs de cubage provinciaux pour le bouleau jaune (BOJ), le bouleau à papier (BOP), l'érable à sucre (ERS) et l'érable rouge (ERR).....	9
Tableau 6 -	Équations permettant de déterminer le volume sans écorce des tiges des essences à l'étude.....	9
Tableau 7 -	Analyse de variance du volume marchand brut réel mesuré sur les sections de tige de bouleau jaune (après transformation des valeurs initiales).....	12
Tableau 8 -	Hauteur réelle des tiges de bouleau jaune mesurées en fonction de la classe de diamètre (types écologiques FE32) – moyenne et intervalle de confiance.....	12
Tableau 9 -	Hauteur réelle des tiges de bouleau jaune mesurées en fonction de la classe de diamètre (types écologiques MJ22) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 10 -	Analyse de variance du volume marchand brut des sections de tige de bouleau à papier (après transformation des valeurs initiales).....	12
Tableau 11 -	Hauteur réelle des tiges de bouleau à papier mesurées en fonction de la classe de diamètre (type écologique FE-32) – moyenne et intervalle de confiance.....	12
Tableau 12 -	Hauteur réelle des tiges de bouleau à papier mesurées en fonction de la classe de diamètre (type écologique MJ-22) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 13 -	Analyse de variance du volume marchand brut des sections de tige d'érable à sucre (après transformation des valeurs initiales).....	12
Tableau 14 -	Hauteur réelle des tiges d'érable à sucre mesurées en fonction de la classe de diamètre (tous types écologiques confondus) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 15 -	Analyse de variance du volume marchand brut des sections de tige d'érable rouge (après transformation des valeurs initiales).....	12
Tableau 16 -	Hauteur réelle des tiges d'érable rouge mesurées en fonction de leur classe de diamètre (type écologique FE-32) – moyenne et intervalle de confiance.....	12
Tableau 17 -	Hauteur réelle des tiges d'érable rouge mesurées en fonction de la classe de diamètre (type écologique MJ-22) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 18 -	Description des échantillons ayant servi à l'élaboration des tarifs de cubage provinciaux.....	12
Tableau 19 -	Écart entre les volumes marchands bruts locaux estimés et les volumes marchands bruts réels – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 20 -	Nombre d'échantillons traités par études d'arbres .....	12
Tableau 21 -	Écarts entre les volumes marchands bruts généraux estimés et les volumes marchands bruts réels – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 22 -	Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour le bouleau jaune.....	12
Tableau 23 -	Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour le bouleau à papier .....	12

## LISTE DES TABLEAUX (SUITE)

Tableau 24 -	Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour l'érable à sucre .....	12
Tableau 25 -	Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour l'érable rouge .....	12
Tableau 26 -	Tarifs de cubage régionaux pour le bouleau jaune, le bouleau à papier, l'érable à sucre et l'érable rouge .....	12
Tableau 27 -	Comparaison de la répartition moyenne par produits entre les normes de mesurage provinciales et les normes de mesurage industrielles – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 28 -	Volumes disponibles pour le déroulage estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 29 -	Volumes disponibles pour le déroulage estimé par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 30 -	Volumes disponibles pour le sciage et la palette estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 31 -	Volumes moyens disponibles pour le sciage et la palette estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 32 -	Volumes moyens disponibles pour la pâte estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 33 -	Volumes disponibles pour la pâte estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 34 -	Volumes de carie estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les taux de réduction observés lors du mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance.....	12
Tableau 35 -	Volumes moyens de déchets estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les volumes réels non utilisés (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance.....	12
Tableau 36 -	Volumes de bois d'œuvre (déroulage, sciage et palette) estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 37 -	Volumes de bois d'œuvre (déroulage, sciage et palette) estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 38 -	Volumes marchands bruts en bois d'œuvre pour la palette, le sciage et le déroulage et volumes marchands bruts tronçonnés – moyenne et intervalle de confiance .....	12
Tableau 39 -	Effets de différents paramètres sur la classification des billes de bouleau jaune.....	12
Tableau 40 -	Effets de différents paramètres sur la classification des billes de bouleau à papier.....	12
Tableau 41 -	Effets de différents paramètres sur la classification des billes d'érable.....	12

## LISTE DES TABLEAUX (SUITE)

Tableau 42 -	Matrice locale de répartition par produits pour le bouleau jaune basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance.....	12
Tableau 43 -	Matrice locale de répartition par produits pour le bouleau à papier basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance.....	12
Tableau 44 -	Matrice locale de répartition par produits pour les érables à sucre basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance.....	12

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 -	Patron hypothétique des sections marchandes d'une tige d'essence feuillue.....	7
Figure 2 -	Évolution du volume marchand brut réel moyen d'une tige de bouleau jaune en fonction de sa classe de diamètre (les pointillés représentent les limites inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance) .....	12
Figure 3 -	Évolution du volume marchand brut moyen d'une tige de bouleau à papier en fonction de sa classe de diamètre .....	12
Figure 4 -	Évolution du volume marchand brut moyen d'une tige d'érable à sucre en fonction de sa classe de diamètre .....	12
Figure 5 -	Évolution du volume marchand brut d'une tige d'érable rouge en fonction de sa classe de diamètre.....	12
Figure 6 -	Tarifs de cubage régionaux et provinciaux pour le bouleau jaune .....	12
Figure 7 -	Tarifs de cubage régionaux et provinciaux le bouleau à papier .....	12
Figure 8 -	Tarifs de cubage régionaux et provinciaux pour l'érable à sucre .....	12
Figure 9 -	Tarifs de cubage régionaux et provinciaux pour l'érable rouge .....	12

## BÉNÉFICIAIRE DU PROJET

---

- Gérard Crête et Fils inc.  
*M. Luc Richard, ing.f.*  
*M. Pierre Breton, tech.f.*  
*M. Pierre Paquin, tech.f.*

## PARTENAIRES DU PROJET

---

- Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO)  
*M. Donald Blouin, ing. f., M. Sc.*  
*M. Guy Lessard, ing. f., M. Sc.*  
*Mme Anick Patry, ing. f.*  
*M. Martin Bélanger, tech. for.*  
*Mme Geneviève Daigle, tech. for.*
- Kruger inc. (Scierie Parent inc.)  
*M. Léon Bélanger, ing.f.*  
*M. Jean-François Desbiens, ing.f.*
- Ministère des Ressources naturelles du Québec  
*M. Réal Paris, ing.f.*  
*M. Georges Blais, ing.f.*  
*M. Jean-Claude Drolet, ing.f.*  
*M. Marc-André Bernier, ing.f.*
- Service de l'aménagement (MRNQ)  
*M. Serge Vézina, ing.f.*

## REMERCIEMENTS

La réalisation de cette recherche a été rendue possible grâce à la collaboration et à l'engagement financier de la compagnie Gérard Crête et fils inc. Spécialement, nous voulons remercier Messieurs Luc Richard, Pierre Breton et Pierre Paquin, représentants de la compagnie qui ont tous contribué à la planification et au bon déroulement de la prise des mesures sur le terrain. Nous désirons également remercier Messieurs Jean-François Desbiens et Louis Vachon de la compagnie Kruger inc. pour la recherche des secteurs d'étude.

Par ailleurs, nous désirons remercier le personnel du MRN, qui a appuyé la demande et permis de mettre sur pied un dispositif permettant l'évaluation, à un niveau local, de l'adéquation des outils provinciaux d'estimation des volumes. Messieurs Jean-Marc Guay, Georges Blais, Réal Paris, Marc-André Bernier et Jean-Claude Drolet méritent ici d'être mentionnés. Nos remerciements vont également à M. Serge Vézina, de la Direction des programmes forestiers pour sa collaboration.

Enfin, nous remercions M<sup>me</sup> Annie Lelièvre pour le traitement de texte, M<sup>me</sup> Claire Demers pour la révision de ce rapport et M<sup>mes</sup> Fannie Hardy et Emmie Villeneuve pour la compilation.

## RÉSUMÉ

Actuellement, en Mauricie, les industriels dénotent des écarts importants entre les estimations des volumes feuillus à récolter faites au niveau de la planification et les approvisionnements réels. Ces industriels suspectent que les tarifs de cubage surestiment les volumes réellement disponibles. De plus, ils estiment que les matrices provinciales de répartition par produits n'évaluent pas adéquatement les volumes de bois d'œuvre présents dans les peuplements mixtes.

Les causes de ces écarts sont nombreuses. En plus des tarifs de cubage et de la matrice de répartition par produits, questionnés par les industriels, le type écologique en présence, l'échantillonnage, l'évaluation de la qualité des tiges, la quantité de bois laissé sur le parterre de coupe, le tronçonnage, la quantité de rémanents laissés dans les aires d'intervention, le mesurage des bois abattus ou le type d'intervention sont autant de paramètres qui peuvent entraîner des différences entre les estimations faites au niveau de la planification et la réalité du bois abattu et récolté.

Afin d'estimer l'influence de ces paramètres sur l'évaluation des volumes, une étude a été entreprise dans l'aire commune 41-02.

Cette étude vise, en premier lieu, à vérifier l'importance des types écologiques en présence comme source de variation du volume marchand brut et dans la répartition des volumes par produits. Elle vise par la suite à évaluer l'importance de d'autres sources de variation, telles le tarif de cubage, le tronçonnage et les matrices provinciales, dans la variation des volumes récoltés par rapport à l'évaluation des volumes d'approvisionnement.

Cette étude est basée sur la coupe de toutes les tiges feuillues commerciales présentes dans 5 secteurs d'une superficie de 1 ha chacun. Ces secteurs ont été positionnés dans les peuplements mélangés les plus problématiques (BJRF) en fonction des types écologiques les plus courants dans l'aire commune, soit 3 ha sur MJ22 et 2 ha sur FE32. Afin de dresser un portrait complet des tiges présentes dans les secteurs, trois prises de données ont été réalisées : un inventaire du bois sur pied avant la coupe, un mesurage au moment de l'abattage des tiges et un mesurage par produit suite au tronçonnage.

Les résultats indiquent qu'aucune différence significative entre les types écologiques ne fut observée dans l'évaluation des volumes marchands bruts réels de l'érable à sucre. Cependant, des volumes significativement plus faibles pour un diamètre donné sur le type écologique MJ22 furent observés pour le bouleau à papier, le bouleau jaune et l'érable rouge, principalement à cause d'une relation dhp-hauteur différente en fonction des types écologiques.

L'utilisation du tarif de cubage général sous-estime, pour les 4 essences étudiées, les volumes marchands réels présents sur le parterre de coupe. Ces différences sont significatives pour les érables à sucre et rouge sur le type écologique FE32 et non significatives pour les bouleaux à papier et jaune.



Les particularités industrielles de mesurage, permettant de considérer les tiges dites sciabes comme des sciages, augmentent de 50 % la proportion de volume de bois d'œuvre comparativement à l'application des normes provinciales.

Suite à l'application des particularités industrielles de mesurage, la matrice de répartition par produit estime correctement le volume de bois d'œuvre des bouleaux à papier et blanc. Toutefois, malgré les ajustements industriels de mesurage, la surestimation des volumes de bois d'œuvre demeure significative chez les érables. Dans l'estimation des autres produits, une très forte proportion de volume de déchets doit être considérée comme des volumes de pâte non utilisés. Il fut observé une répartition par produit différente en fonction des classes de qualité et des classes de diamètre pour les quatre essences. Des différences ont également été observées en fonction des types écologiques pour les bouleaux à papier et jaune.

Sans présumer de ces résultats pour l'ensemble du Québec, il est tout de même recommandé de :

- adapter le calcul des volumes en fonction des relations dhp-hauteur par type écologique;
- distinguer le sciage du sciabe (norme industrielle) dans la répartition par produit;
- régionaliser les matrices de répartition par produit;
- tenir compte du type de prélèvement dans la planification des volumes par essence et par produit.

# 1. INTRODUCTION

Dans la région de la Mauricie, les industriels dénotent des écarts importants entre les estimations des volumes faites à partir des inventaires d'exploitation et le mesurage des bois réalisé à l'usine, autant dans les coupes totales que dans les coupes partielles des peuplements mixtes à feuillus tolérants. Ces écarts se rencontrent principalement chez les essences feuillues, pour lesquelles il semble que l'estimation des volumes bruts, réalisée à l'aide d'outils provinciaux ne correspond pas aux volumes de bois récoltés par les bénéficiaires. Il en serait de même pour la répartition de ces volumes par produit. Ceci pose une problématique importante pour les calculs de la possibilité forestière, où ces éléments sont essentiels pour évaluer la capacité de la stratégie d'aménagement actuelle à soutenir le rendement et l'approvisionnement.

Les sources de variations pouvant occasionner ces différences sont nombreuses :

- la classification du bois sur pied;
- la précision de l'échantillonnage des inventaires d'exploitation;
- le tarif de cubage;
- la matrice de répartition par produit;
- les quantités de bois laissées sur le parterre de coupe (déchets et diamètres non utilisables);
- la méthode de tronçonnage utilisée;
- la quantité de rémanents laissés dans les aires d'intervention;
- le mesurage des bois abattus;
- les conditions écologiques du site.

Dans l'aire commune 41-02, une étude préalable, commandée en 1992 par les bénéficiaires, avait amorcé une réflexion concernant la précision des tarifs de cubage locaux et généraux, celle des matrices de répartition par produits et leur capacité à évaluer adéquatement les volumes d'approvisionnement (Routhier et Laberge, 1992). Cette étude, quoique basée sur un échantillonnage restreint, avait dénoté que les volumes de sciage et de déroulage acheminés aux usines étaient généralement inférieurs à ceux qu'il avait été prévu de récolter lors de la confection des plans. À ce sujet, une étude réalisée par Dion *et al.* (1996) avait conclu que l'ajout de paramètres, dont la hauteur utilisable d'une tige, pouvait améliorer la précision de la matrice provinciale à estimer les volumes utilisables pour le sciage et le déroulage sur un territoire donné.

La présente étude se veut une prolongation de la réflexion amorcée par Routhier et Laberge concernant les tarifs de cubage et la répartition des volumes par produits pour un territoire restreint. Il est proposé d'y intégrer des données écologiques pour expliquer les écarts observés. Les essences visées par cette étude sont le bouleau jaune, le bouleau à papier, l'érable à sucre et l'érable rouge, et ce, pour les types écologiques FE32 (érablière à bouleau jaune sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique) et MJ22 (bétulaie jaune à sapin sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique).

## 2. OBJECTIFS

Le projet vise à déterminer, pour les peuplements mixtes à feuillu tolérant, selon les deux types écologiques les plus fréquemment rencontrés dans cette partie de la Mauricie, 1) les facteurs qui peuvent entraîner un écart entre l'estimation des volumes de bois sur pied faite à l'aide des tables et la mesure des volumes de bois récoltés, 2) à estimer les différences observées et 3) à proposer les ajustements qui permettent l'estimation la plus précise possible des volumes de bois.

Aussi, ce rapport vise à répondre aux hypothèses suivantes :

1. Le volume marchand brut réel de la tige diffère selon le type écologique, la classe de hauteur et la classe de dhp.
2. L'estimation du volume marchand brut faite par tarif de cubage diffère significativement du volume réel de la tige.
3. Le tarif de cubage provincial s'ajuste aux données régionales mesurées.
4. Les particularités industrielles de mesurage entraînent une répartition des produits différente que celle faite selon les normes provinciales.
5. La matrice provinciale de répartition par produits reflète la répartition réelle, telle que réalisée par le mesurage.
6. Le tronçonnage des tiges est une source de variation pouvant expliquer les différences de répartition par produits observées à un niveau régional.
7. La répartition des volumes bruts d'une tige par produit diffère selon le type écologique, la classe de dhp et la classe de qualité.

## **3. MÉTHODOLOGIE**

### **3.1 TERRITOIRE À L'ÉTUDE**

Le territoire visé par ce projet se situe dans le sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est, plus précisément dans la sous-région 3c-T (Gosselin *et al.*, 1998). Cette région, majoritairement recouverte par les tills, présente une température moyenne annuelle de 2,5 ° C, une saison de croissance d'une longueur variant entre 160 et 180 jours et des précipitations annuelles moyennes variant entre 900 et 1 100 mm.

Deux types écologiques sont fréquemment rencontrés dans cette région : le type écologique FE32 (érablière à bouleau jaune sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique), qui occupe les sites sur mi-versant, en mi-pente et en haut de pente, couverts de till plus ou moins épais et dont le drainage varie de bon à modéré, et le type MJ22 (bétulaie jaune à sapin sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique) qui se retrouve sur les sites en contrebas du type écologique FE32, en mi-pente ou en bas de pente, sur moyen ou bas versant, et qui sont couverts de till moyennement épais et bien drainés (Gosselin *et al.*, 1998).

### **3.2 CHOIX DES PEUPEMENTS**

Quatre essences feuillues ont été retenues pour cette étude en raison de leur forte représentativité dans ce secteur : le bouleau jaune, le bouleau à papier, l'érable à sucre et l'érable rouge. Le choix des peuplements à abattre a été réalisé à partir de la liste des peuplements prévus comme aires d'intervention pour l'année 1999 et citées au PAIF de Gérard Crête et Fils inc. Les peuplements recherchés devaient être associés aux types écologiques FE32 ou MJ22.

Cinq peuplements répondant à ces critères et situés dans les secteurs du Lac Belette et du Lac Lafond ont été retenus dans le cadre de ce projet. Les peuplements choisis sont regroupés sous l'appellation cartographique BJR(F) C3 90-50, et se situent dans les aires d'intervention 1060-007, 1060-010, 074-012 et 1074-014. Trois des cinq peuplements se situent sur le type écologique MJ22, alors que les deux autres sont associés au type écologique FE32.

### **3.3 PORTRAIT DES PEUPEMENTS TRAITÉS**

Les peuplements des secteurs retenus sont des peuplements mixtes, principalement composés de sapin et de bouleau jaune. Les tableaux 1, 2 et 3 décrivent sommairement la composition des strates dans lesquelles se situent les blocs traités ainsi que la répartition par produits moyenne des tiges feuillues. Il est à noter que les blocs 3 et 5 sont absents de ces compilations, faute d'inventaire d'intervention réalisé dans ces secteurs.

**Tableau 1 -** Portrait des strates visées par le traitement pour le type écologique FE32

Essence	Nb ti/ha	DHP moyen	Volume (m <sup>3</sup> /ha)						Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)						
			Classe de qualité (m <sup>3</sup> /ha)					TOTAL	Classe de vigueur (m <sup>2</sup> /ha)					TOTAL	
			A	B	C	D	N.C.*		I	II	III	IV	V		VI
<b>BLOC 7</b>	<b>n=1</b>														
<b>BOP</b>	37	37.2	0.0	0.0	17.8	18.6	0.0	36.4	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	4.0
<b>ERR</b>	190	25.0	0.0	0.0	27.9	15.7	22.9	66.5	8.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	10.0
<b>ERS</b>	20	36.0	0.0	0.0	16.9	0.0	0.0	16.9	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
<b>SAB</b>	241	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0	49.9	49.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	6.0	8.0
<b>Feuillus</b>	<b>247</b>	-	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>62.5</b>	<b>34.3</b>	<b>22.9</b>	<b>119.8</b>	<b>10.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>4.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>16.0</b>
<b>Résineux</b>	<b>241</b>	-	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>49.9</b>	<b>49.9</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>6.0</b>	<b>8.0</b>
<b>Total</b>	<b>488</b>	-	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>62.5</b>	<b>34.3</b>	<b>72.8</b>	<b>169.7</b>	<b>10.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>4.0</b>	<b>2.0</b>	<b>6.0</b>	<b>24.0</b>

\* N.C. : non classés (< 23 cm)

**Tableau 2 -** Portrait des strates visées par le traitement pour le type écologique MJ22

Essence	Nb ti/ha	DHP moyen	Volume (m <sup>3</sup> /ha)						Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)						
			Classe de qualité (m <sup>3</sup> /ha)					TOTAL	Classe de vigueur (m <sup>2</sup> /ha)						TOTAL
			A	B	C	D	N.C.*		I	II	III	IV	V	VI	
<b>BLOC 1</b>	<b>n= 10</b>														
<b>BOJ</b>	60	27.9	0.0	9.6	10.4	7.7	3.4	31.1	2.2	0.2	0.8	1.0	0.0	0.0	4.2
<b>BOP</b>	142	16.0	0.0	0.0	9.6	0.0	10.4	20.0	2.5	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	3.2
<b>ERR</b>	69	17.9	0.0	1.5	4.2	1.5	4.4	11.6	1.2	0.0	0.2	0.6	0.0	0.0	2.0
<b>ERS</b>	3	41.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	3.6	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4
<b>FRN</b>	6	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
<b>HEG</b>	2	36.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
<b>EPB</b>	4	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
<b>EPR</b>	104	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	34.7	34.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.8	5.0
<b>SAB</b>	245	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	35.7	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	2.8	6.2
<b>THO</b>	35	28.7	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4
<b>Feuillus</b>	<b>282</b>	<b>-</b>	<b>1.8</b>	<b>12.9</b>	<b>24.1</b>	<b>11.0</b>	<b>19.5</b>	<b>69.2</b>	<b>6.4</b>	<b>0.2</b>	<b>1.6</b>	<b>2.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>10.2</b>
<b>Résineux</b>	<b>388</b>	<b>-</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>87.3</b>	<b>87.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>8.0</b>	<b>6.0</b>	<b>14.0</b>
<b>Total</b>	<b>670</b>	<b>-</b>	<b>1.8</b>	<b>12.9</b>	<b>24.1</b>	<b>11.0</b>	<b>106.8</b>	<b>156.5</b>	<b>6.4</b>	<b>0.2</b>	<b>1.6</b>	<b>2.0</b>	<b>8.0</b>	<b>6.0</b>	<b>24.2</b>
<b>BLOC 10</b>	<b>n=1</b>														
<b>BOJ</b>	98.9	44.4	32.9	81.6	15.5	0.0	0.0	130.0	10.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	16.0
<b>THO</b>	5.9	66.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0
<b>Feuillus</b>	<b>98.9</b>	<b>-</b>	<b>32.9</b>	<b>81.6</b>	<b>15.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>130.0</b>	<b>10.0</b>	<b>0.0</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>16.0</b>
<b>Résineux</b>	<b>5.9</b>	<b>-</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>15.2</b>	<b>15.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>
<b>Total</b>	<b>104.8</b>	<b>-</b>	<b>32.9</b>	<b>81.6</b>	<b>15.5</b>	<b>0.0</b>	<b>15.2</b>	<b>145.2</b>	<b>10.0</b>	<b>0.0</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>	<b>18.0</b>

\* N.C. : non classés (< 23 cm)

**Tableau 3 - Répartition moyenne par produits (en %) des tiges feuillues présentes dans les strates traitées**

	Dér	Sci	Pâte	23 cm et -	Autres*
<b>BLOC 1</b>					
<b>BOJ</b>	4.2	34.0	39.0	11.0	11.7
<b>BOP</b>	0.7	24.4	19.5	52.2	3.1
<b>ERS</b>	0.0	39.5	25.9	29.0	5.5
<b>HEG</b>	0.0	20.0	68.0	0.0	14.0
<b>BLOC 3</b>					
<b>BOJ</b>	3.9	32.7	36.0	15.2	12.4
<b>BOP</b>	2.1	29.2	29.2	33.9	5.7
<b>ERS</b>	0.0	39.6	28.5	25.7	6.2
<b>HEG</b>	0.0	44.5	42.5	1.8	11.2
<b>PET</b>	10.1	32.3	29.0	22.7	5.9
<b>BLOC 7</b>					
<b>BOP</b>	1.5	33.1	43.7	0.0	21.7
<b>ERS</b>	0.0	35.0	30.1	27.5	7.4
<b>BLOC 10</b>					
<b>BOJ</b>	10.0	39.5	36.0	0.0	14.3

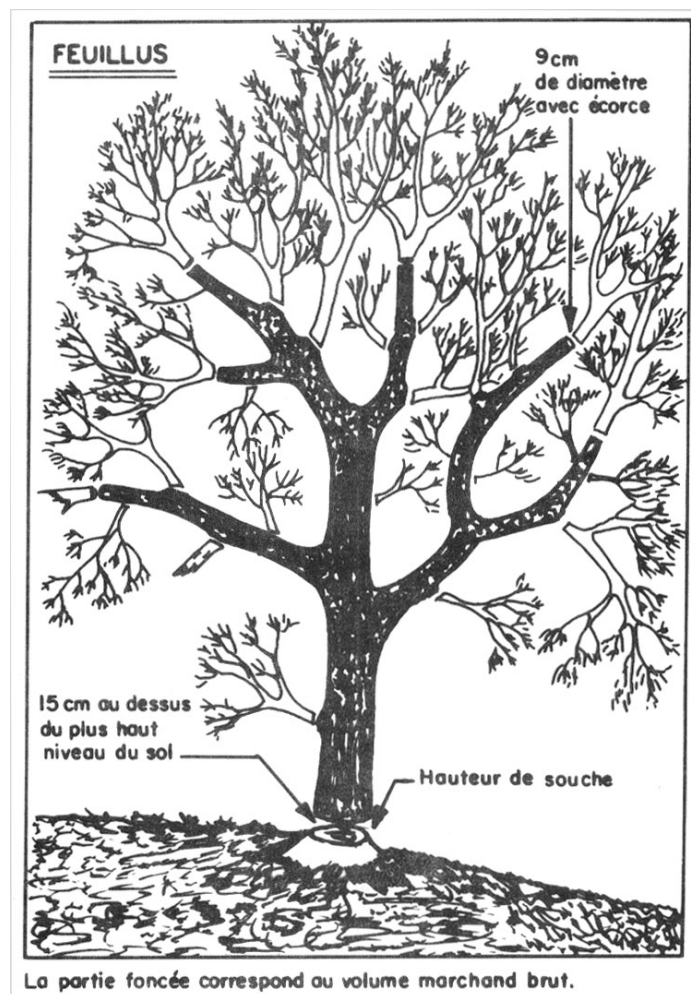
\* Déchet, carie

### 3.4 INVENTAIRES ET MESURAGES DES TIGES

Les blocs qui ont servi de base à cette étude sont d'une dimension de 1 ha. Afin de dresser le portrait complet des tiges présentes dans ces blocs, trois prises de données ont été réalisées : un inventaire avant la coupe, un mesurage une fois les tiges abattues et un mesurage par produit après le tronçonnage des tiges.

L'inventaire avant la coupe a été réalisé au cours de l'automne 1999. Il a permis de répertorier toutes les tiges feuillues et résineuses de diamètre commercial présentes dans chaque bloc. La récolte des données s'y est effectuée de façon similaire à celle utilisée lors des inventaires d'intervention, c'est-à-dire que les diamètres ont été mesurés par classe de dhp et des études d'arbre ont été réalisées sur un certain nombre de tiges feuillues. Les qualités des tiges feuillues ont été notées en suivant les normes de classification des tiges d'essences feuillues (MRNQ, 1995, pour la définition des classes, se référer à l'annexe A). D'autres mesures, telles la hauteur utilisable, la vigueur et la position sociale de la tige dans le couvert ont également été prises en note.

Le premier mesurage, réalisé une fois les tiges abattues, s'est étendu de novembre 1999 à janvier 2000. Ce mesurage a permis une détermination précise du dhp des tiges à l'aide d'un gallon circonférentiel, de même que la mesure de la hauteur exacte de l'arbre. La tige a alors été divisée en un nombre déterminé de sections, selon le patron hypothétique suivant (figure 1), où une section correspond à une portion de tige dont le fin bout est d'un diamètre supérieur ou égal à 9,1 cm.



**Figure 1 -** Patron hypothétique des sections marchandes d'une tige d'essence feuillue (tiré de Perron, 1985)

Pour chacune des sections de tiges identifiées, la longueur a été déterminée et les diamètres au gros bout et au fin bout ont été mesurés au millimètre près. Les sections ont ensuite été classées selon qu'il s'agit de bois marchand ou non marchand. Les critères ayant servi à la qualification des sections étaient les suivantes :

- Diamètre de 24 cm au gros bout;
- Longueur d'au moins 2,4 m.



Une fois ces mesures notées, les tiges ont été étêtées par le bûcheron et les sections marchandes ont été envoyées au site de tronçonnage où un deuxième mesurage (par produit) a été réalisé. Le tronçonnage a été effectué manuellement par trois bûcherons et un mesurage selon les méthodes habituelles de mesurage des bois a été réalisé (MRNQ, 1999). Cette étape a permis de prendre en note les mesures de diamètres, de réduction de même que de qualité (A - déroulage, B - sciage, C - palette, D - pâte) (tableau 4). Une description exhaustive des codes de qualité est présentée en annexe (tableau A.1).

**Tableau 4 -** Classes de qualité possibles des tronçons d’essences feuillues visées par l’étude

Essence	Qualités possibles
Bouleau jaune	A-B-C-D
Bouleau à papier	A-B-C-D
Érable à sucre	B-C-D
Érable rouge	B-C-D

*Tiré de MRNQ (1999)*

Comme il existait des particularités industrielles de mesurage concernant le nombre de défauts et le diamètre minimum d’utilisation, deux types de mesurage (provincial et industriel) ont été réalisés.

### 3.5 COMPILATION DES DONNÉES

#### 3.5.1 Estimations des volumes marchands bruts

Des compilations ont été réalisées sur chacun des trois mesurages afin d’évaluer le volume marchand de chaque tige selon les différentes méthodes et de déterminer la répartition des produits des tiges mesurées. Trois types de volumes marchands bruts totaux et trois types de volumes marchands de bois d’œuvre (sciage et déroulage) ont été calculés. Ces volumes ont été déterminés de la façon suivante :

- Volume marchand brut local estimé : par tarif de cubage (tableau 5, équations 1 à 4), à partir de la classe de dhp sans écorce (tableau 6, équations 5 à 8) et de la hauteur moyenne de la tige. Cette dernière a été déterminée selon une courbe construite à partir des études d’arbres.

**Tableau 5 -** Équations des tarifs de cubage provinciaux pour le bouleau jaune (BOJ), le bouleau à papier (BOP), l'érable à sucre (ERS) et l'érable rouge (ERR)

Essence	Tarif de cubage*	
<b>BOJ</b>	$V_{mb} = 1.4011602 D - 0.0509565 D^2 - 1.6089497 H - 0.109785 DH + 0.03818590 D^2H$	(équ. 1)
<b>BOP</b>	$V_{mb} = 1.2173 - 2.7952299 H + 0.1275970 DH + 0.03278430 D^2H$	(équ. 2)
<b>ERS</b>	$V_{mb} = 7.5092 - 2.3793097 H + 0.0336075 D^2H$	(équ. 3)
<b>ERR</b>	$V_{mb} = - 1.1724901 H - 0.03843 DH + 0.03287 D^2H$	(équ. 4)

Vmb = volume marchand brut de la tige, D = diamètre s.e. de la tige, H = hauteur de la tige

\* Perron, (1985)

**Tableau 6 -** Équations permettant de déterminer le volume sans écorce des tiges des essences à l'étude

Essence	Équation*	
<b>BOJ</b>	$DHP \text{ s.e.} = -0.825096 + 0.936881 DHP \text{ a.e.}$	(équ. 5)
<b>BOP</b>	$DHP \text{ s.e.} = -0.602948 + 0.943674 DHP \text{ a.e.}$	(équ. 6)
<b>ERS</b>	$DHP \text{ s.e.} = -2.844843 + 0.944163 DHP \text{ a.e.}$	(équ. 7)
<b>ERR</b>	$DHP \text{ s.e.} = -2.078659 + 0.947396 DHP \text{ a.e.}$	(équ. 8)

s.e. = sans écorce, a.e. = avec écorce

\* Perron, (1985)

- Volume marchand brut général estimé : par tarif de cubage, à partir du dhp réel de la tige (au mm près) et de la hauteur réelle de la tige (au cm près).

- Volume marchand brut réel : à l'aide la méthode de Smalian (équ. 9), en additionnant les volumes de chaque section de la tige.

$$V_{mb} = \sum \text{des sections} \left[ \frac{(D_{gb}^2 + D_{fb}^2) \times L \times \pi}{80\,000} \right] \quad (\text{équ. 9})$$

où :  $V_{mb}$  est le volume marchand brut de la bille en m<sup>3</sup>  
 $D_{gb}$  est le diamètre au gros bout de la bille en cm  
 $D_{fb}$  est le diamètre au fin bout de la bille en cm  
 $L$  est la longueur de la bille en m

- Volume marchand brut en bois d'œuvre : à l'aide de la méthode de Smalian, en additionnant les volumes des sections classées « sciage ou déroulage ».
- Volume marchand brut tronçonné : à l'aide de la méthode de Smalian, en additionnant les volumes de chaque tronçon de tige.
- Volume marchand brut estimé par produit : par tarif de cubage à partir du dhp réel de la tige (au mm près), de la hauteur réelle de la tige (au cm près), de la classe de qualité de la tige et l'application de la matrice de répartition par produit.

### 3.5.2 Répartition des volumes marchands bruts par produits

Les volumes estimés et calculés à l'étape précédente ont été répartis de deux façons. D'abord, les volumes marchands bruts locaux estimés ont été répartis selon la matrice provinciale de répartition par produit, par classe de dhp et par classe de qualité (tableau A.3, en annexe) (MRNQ, 1998). Celle-ci a permis de déterminer les volumes qui devraient normalement être destinés au déroulage, au sciage, à la pâte et les volumes des déchets de coupe et de carie. Cette façon d'estimer la répartition par produits constitue le parcours habituellement utilisé par les industriels pour déterminer les volumes marchands par produits qui seront récoltés à la suite de travaux sylvicoles.

Deuxièmement, les volumes marchands bruts des tiges tronçonnées de 24 cm et plus ont été additionnés selon la classification par produit faite par le mesurage. Les volumes de carie évalués lors du mesurage ont permis de retrancher les proportions de carie et ainsi déterminer les volumes nets pour chaque produit.

### **3.6 ANALYSES STATISTIQUES**

Le design expérimental du dispositif à l'étude comporte quatre niveaux de variation : les blocs, les types écologiques, les classes de diamètre et les classes de hauteur (dans le cas des tarifs de cubage) ou les classes de qualité des tiges (dans le cas de la répartition des volumes par produits).

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel statistique SAS. Celles-ci ont permis l'analyse de variance entre les volumes estimés et mesurés, au total et par produits. Les différences ont été jugées significatives au seuil  $\alpha$  de 0,05 et hautement significatives au seuil  $\alpha$  de 0,01. Des régressions linéaires multiples ont été réalisées entre les variables de dhp et de hauteur pour la modélisation de tarifs de cubage régionaux.

Comme l'analyse des résidus a démontré que la variance de l'erreur expérimentale n'était pas homogène et que cette dernière n'était pas toujours distribuée normalement, certaines transformations des variables ont été nécessaires pour assurer la validité des analyses. Ces transformations sont présentées en annexe (tableau A.4).

## 4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 4.1 SOURCES DE VARIATION DU VOLUME MARCHAND BRUT TOTAL DE LA TIGE

Le volume marchand brut qu'une tige produit varie d'un arbre à l'autre et est fonction de facteurs génétiques, environnementaux et parfois humains, lorsque des tailles ou des élagages sont pratiqués.

Dans le but de vérifier si le type écologique, en plus de la classe de diamètre et de la hauteur de la tige, pouvait influencer significativement le volume marchand brut d'une tige, des analyses de variance ont été réalisées sur le volume marchand brut réel des tiges abattues. Ces analyses sont présentées successivement pour les bouleaux et les érables dans les pages qui suivent.

#### 4.1.1 Bouleau jaune

Le bouleau jaune présente des volumes significativement différents selon le type écologique puisque les interactions entre le type écologique et les autres variables sont significatives (tableau 7). On peut donc en conclure que, chez cette essence, la variation du volume marchand brut selon le diamètre ou selon la hauteur est différente pour les types écologiques FE32 et MJ22.

La classe de dhp et la classe de hauteur sont également une source importante de variation du volume marchand brut d'une tige.

**Tableau 7 -** Analyse de variance du volume marchand brut réel mesuré sur les sections de tige de bouleau jaune (après transformation des valeurs initiales)

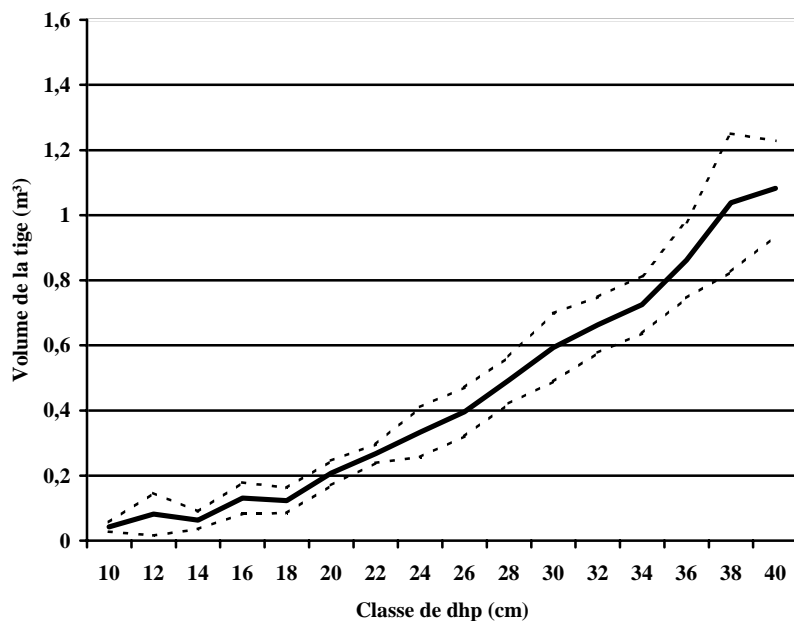
<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>
<i>Nombre d'échantillons : 386</i>				
Type écologique	1	0,0019	0,76	0,3849
Bloc (type écologique)	3	0,0040	1,59	0,1940
Classe de dhp	27	0,2663	104,97	<b>0,0001</b> **
Type écologique X Classe de dhp	21	0,0035	1,37	0,1385
Classe de hauteur	14	0,0336	13,23	<b>0,0001</b> **
Classe de dhp X Classe de hauteur	104	0,0039	1,54	<b>0,0062</b> **
Type écologique X Classe de hauteur	11	0,0016	0,64	0,7921
Type écologique X Classe de dhp X Classe de hauteur	28	0,0053	2,08	<b>0,0024</b> **

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

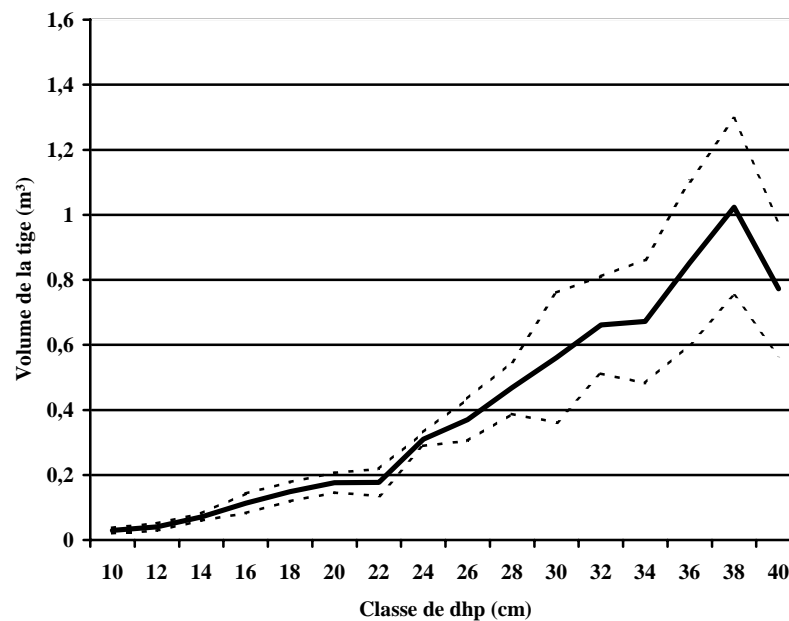
\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

La figure 2 illustre l'évolution du volume marchand brut réel moyen des tiges de bouleau jaune en fonction de la classe de diamètre et des types écologiques. Cette figure démontre que le volume marchand brut de la tige présente une évolution lente jusqu'à 22 cm sur le type écologique MJ22. Par la suite, le volume semble augmenter de façon beaucoup plus rapide. Mais, même avec cette accélération de croissance chez les tiges de plus de 22 cm, le bouleau jaune demeure tout de même l'essence qui présente les plus faibles volumes de bois pour un diamètre donné en comparaison avec le bouleau à papier, l'érable rouge et l'érable à sucre. On peut également remarquer aux tableaux 8 et 9 une hauteur moyenne plus faible pour un diamètre donné sur le type écologique MJ22.

### FE32



### MJ22



**Figure 2 -** Évolution du volume marchand brut réel moyen d'une tige de bouleau jaune en fonction de sa classe de diamètre (les pointillés représentent les limites inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance)

**Tableau 8 -** Hauteur réelle des tiges de bouleau jaune mesurées en fonction de la classe de diamètre (types écologiques FE32) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Nombre de tiges	7	8	6	6	9	10	12	6	11	12	11	14	14	5	5	6
Hauteur moyenne	10,8	13,5	13,4	14,2	13,0	14,9	15,6	15,9	15,7	16,9	16,9	17,3	17,6	18,0	18,7	17,0
Intervalle de confiance	1,6	2,4	1,1	1,5	2,0	1,3	0,7	1,3	1,6	1,6	2,1	1,0	0,7	1,9	1,0	1,6

**Tableau 9 -** Hauteur réelle des tiges de bouleau jaune mesurées en fonction de la classe de diamètre (types écologiques MJ22) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Nombre de tiges	15	12	22	9	14	11	14	21	12	15	4	12	5	8	9	9
Hauteur moyenne	11,4	11,7	12,0	13,4	14,1	13,3	12,7	15,1	14,9	14,8	15,3	15,1	14,8	17,0	17,2	14,9
Intervalle de confiance	1,0	0,7	0,8	0,8	0,6	1,6	1,0	0,8	1,1	1,2	2,4	0,9	1,6	1,5	2,4	1,5

#### 4.1.2 Bouleau à papier

Le type écologique influence significativement les volumes marchands bruts des tiges de bouleau à papier (tableau 10). C'est au niveau du diamètre des tiges que ce paramètre semble entraîner les plus fortes différences, le type écologique MJ22 présentant des volumes plus faibles chez les tiges de plus de 16 cm de diamètre (tableau B.3 et B.4, en annexe). Pour expliquer ces différences, on peut penser que sur ces sites, les tiges de bouleau à papier sont plus courtes à un diamètre donné (tableaux 11 et 12) ou encore moins branchues.

**Tableau 10** - Analyse de variance du volume marchand brut des sections de tige de bouleau à papier (après transformation des valeurs initiales)

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>
<b>Nombre d'échantillons : 283</b>				
Type écologique	1	0,0067	10,17	<b>0,0018</b> **
Bloc (type écologique)	3	0,0016	2,44	0,0666
Classe de dhp	18	0,0901	137,74	<b>0,0001</b> **
Classe de dhp X Classe de hauteur	69	0,0016	2,48	<b>0,0001</b> **
Type écologique X Classe de dhp	10	0,0036	5,53	<b>0,0001</b> **
Classe de hauteur	15	0,0079	12,06	<b>0,0001</b> **
Type écologique X Classe de hauteur	8	0,0017	2,58	<b>0,0117</b> *
Type écologique X Classe de dhp X Classe de hauteur	11	0,0015	2,27	<b>0,0141</b> *

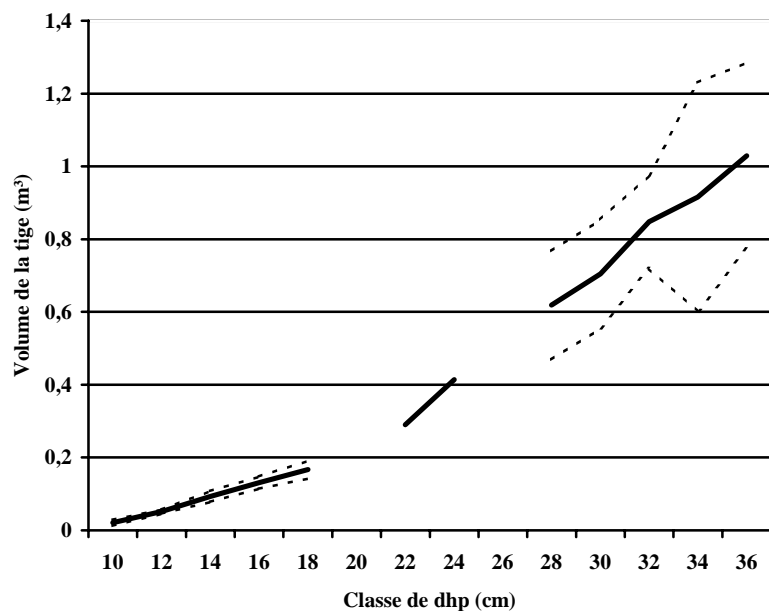
\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

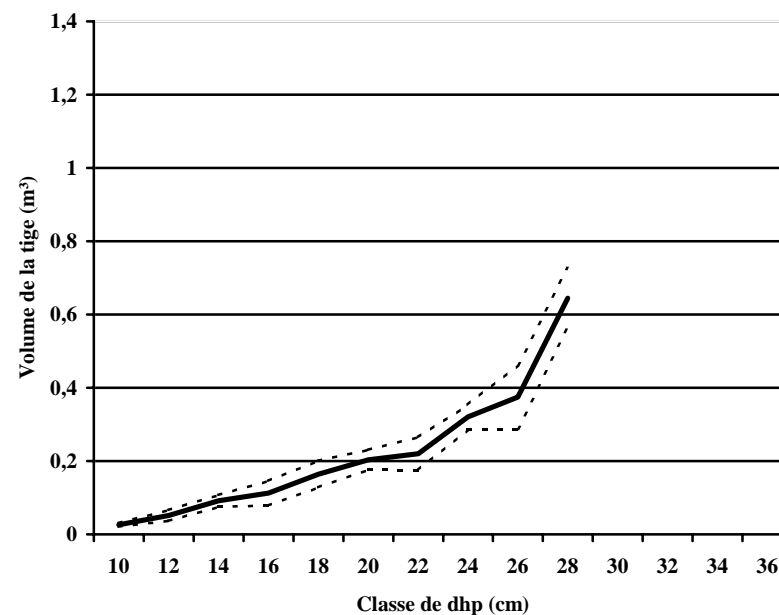
Cette différence entre les types écologiques se reflète à la figure 3, particulièrement pour les diamètres inclus de 22 à 26 cm, où le type écologique FE32 présente des croissances en volumes plus fortes que le type écologique MJ22.



### FE32



### MJ22



**Figure 3 -** Évolution du volume marchand brut moyen d'une tige de bouleau à papier en fonction de sa classe de diamètre

**Tableau 11 -** Hauteur réelle des tiges de bouleau à papier mesurées en fonction de la classe de diamètre (type écologique FE-32) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Nombre de tiges	12	14	7	10	5	0	2	1	2	4	6	5	5	5
Hauteur moyenne	12,1	13,1	14,3	14,6	14,9	-	15,3	14,6	15,8	17,6	17,1	18,2	17,2	17,0
Intervalle de confiance	0,7	0,9	1,3	0,7	1,7	-	2,6	-	10,1	1,9	0,8	1,7	2,4	2,1

**Tableau 12 -** Hauteur réelle des tiges de bouleau à papier mesurées en fonction de la classe de diamètre (type écologique MJ-22) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Nombre de tiges	28	33	22	15	15	19	14	16	11	8	5	1	6	2
Hauteur moyenne	11,6	11,3	12,7	12,4	13,7	14,0	15,3	15,4	15,9	20,1	15,2	14,2	16,0	15,9
Intervalle de confiance	0,7	0,7	0,8	1,0	1,2	0,9	2,0	1,8	1,9	1,7	4,4	-	3,3	7,2

### 4.1.3 Érable à sucre

Les volumes marchands d'érable à sucre ne sont en aucun cas influencés par le type écologique du peuplement (tableau 13). Chez cette essence, la classe de dhp et la classe de hauteur sont donc les seules sources de variation du volume marchand brut sur un site particulier (tableaux B.6 et B.7, en annexe).

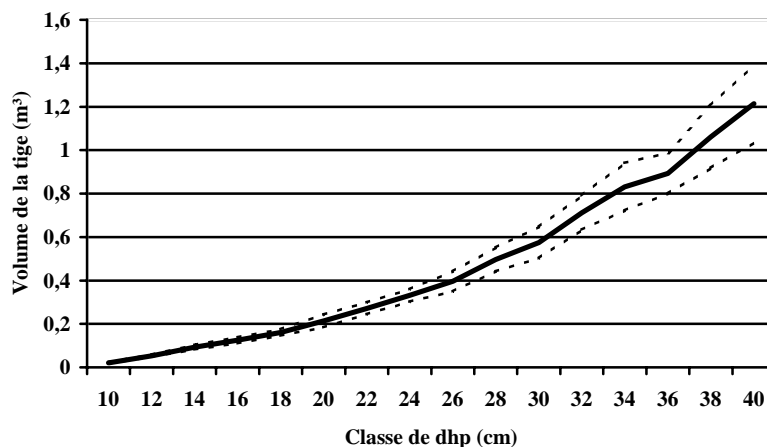
**Tableau 13** - Analyse de variance du volume marchand brut des sections de tige d'érable à sucre (après transformation des valeurs initiales)

Source de variation	d.l.	Carré moyen	F	p > F
<i>Nombre d'échantillons : 473</i>				
Type écologique	1	0,0002	0,12	0,7310
Bloc (type écologique)	2	0,0002	0,08	0,9197
Classe de dhp	23	0,3100	148,65	<b>0,0001</b> **
Type écologique X Classe de dhp	10	0,0013	0,62	0,7954
Classe de hauteur	15	0,0180	8,63	<b>0,0001</b> **
Classe de dhp X Classe de hauteur	93	0,0026	1,24	0,0938
Type écologique X Classe de hauteur	8	0,0010	0,46	0,8832
Type écologique X Classe de dhp X Classe de hauteur	8	0,0020	0,97	0,4594

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

La figure 4 présente l'évolution des volumes marchands bruts moyens d'érable à sucre par classe de diamètre. Comme il est possible de le constater, l'évolution du volume des tiges d'érable à sucre est comparable à celle des autres essences pour les diamètres de 10 à 20 cm, alors que par la suite, elle est comparable à celle du bouleau jaune mais inférieure à celle du bouleau à papier.



**Figure 4** - Évolution du volume marchand brut moyen d'une tige d'érable à sucre en fonction de sa classe de diamètre

**Tableau 14 -** Hauteur réelle des tiges d'érable à sucre mesurées en fonction de la classe de diamètre (tous types écologiques confondus) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Nombre de tiges	59	57	42	36	39	22	27	38	20	28	17	18	8	15	13	11
Hauteur moyenne	12,4	13,6	15,2	15,3	15,7	15,1	15,9	16,8	16,4	17,2	17,2	17,4	18,0	17,4	17,0	18,3
Intervalle de confiance	0,4	0,5	1,1	0,6	0,5	0,9	0,9	0,6	1,0	0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,8	0,8

#### 4.1.4 Érable rouge

Les volumes marchands bruts d'érable rouge varient significativement selon le type écologique en présence, comme le démontre le tableau 15. Comme c'était le cas pour le bouleau à papier, les volumes du type écologique MJ22 sont inférieurs à ceux du type écologique FE32, pour un diamètre donné. Encore ici, la plus faible hauteur des tiges d'un diamètre donné (tableaux 16 et 17) sur le type écologique MJ22 peut expliquer les différences de volume observées.

**Tableau 15 -** Analyse de variance du volume marchand brut des sections de tige d'érable rouge (après transformation des valeurs initiales)

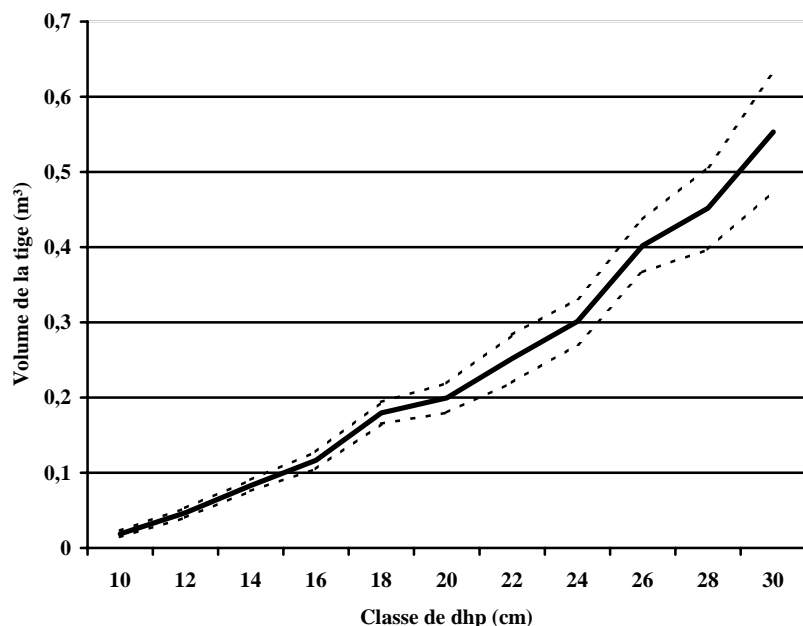
<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>
<b>Nombre d'échantillons : 431</b>				
Type écologique	1	0,0326	8,91	<b>0,0031</b> **
Bloc (type écologique)	3	0,0222	6,08	<b>0,0005</b> **
Classe de dhp	17	0,3098	84,62	<b>0,0001</b> **
Type écologique X Classe de dhp	11	0,0104	2,85	<b>0,0015</b> **
Classe de hauteur	16	0,0122	3,34	<b>0,0001</b> **
Classe de dhp X Classe de hauteur	68	0,0042	1,14	0,2273
Type écologique X Classe de hauteur	8	0,0018	0,5	0,8554
Type écologique X Classe de dhp X Classe de hauteur	22	0,0050	1,36	0,1354

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

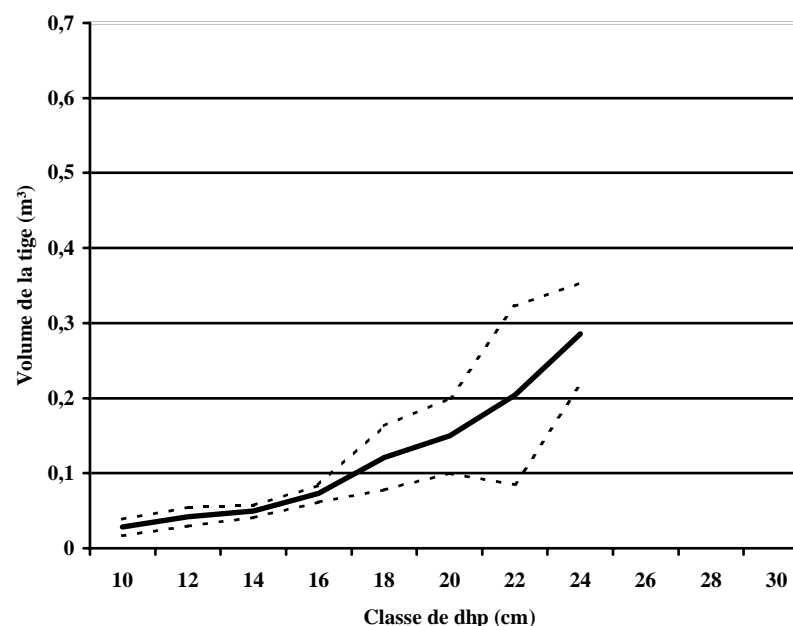
\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

La figure 5 illustre l'évolution du volume marchand brut des tiges de cette essence pour les types écologiques FE32 et MJ22, respectivement. De toutes les essences étudiées, l'érable rouge est celle qui présente les plus grands écarts de volume entre les deux types écologiques étudiés.

### FE32



### MJ22



**Figure 5 -** Évolution du volume marchand brut d'une tige d'érable rouge en fonction de sa classe de diamètre

**Tableau 16 -** Hauteur réelle des tiges d'érable rouge mesurées en fonction de leur classe de diamètre (type écologique FE-32) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Nombre de tiges	30	42	41	38	35	32	20	32	19	16	11
Hauteur moyenne	12,1	13,2	14,4	14,3	15,5	15,6	16,6	16,4	17,1	17,3	17,5
Intervalle de confiance	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	1,1	0,8

**Tableau 17 -** Hauteur réelle des tiges d'érable rouge mesurées en fonction de la classe de diamètre (type écologique MJ-22) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Nombre de tiges	7	12	19	16	10	8	8	7	3	4	2
Hauteur moyenne	12.0	12.1	12.6	13.6	14.1	14.1	15.0	15.7	14.2	15.8	16.0
Intervalle de confiance	3.0	0.7	1.0	0.7	1.4	1.7	1.1	2.2	4.2	3.3	3.4

### *Hypothèse de recherche*

- **Le volume marchand brut réel de la tige diffère selon le type écologique, la classe de hauteur et la classe de dhp.**

### *Réponse :*

Oui. Les classes de dhp et de hauteur sont des sources importantes de variation du volume marchand brut. Quant au type écologique, il entraîne des variations de volume chez certaines essences, mais pas chez toutes. L'érable à sucre, par exemple, ne démontre pas de volume différent pour les types écologiques FE32 et MJ22, alors que l'érable rouge et les bouleaux à papier et jaune possèdent des volumes significativement inférieurs sur le type écologique MJ22 pour un diamètre donné. Pour ces trois dernières essences, le type MJ22 montre une hauteur moyenne plus faible pour un diamètre donné indiquant un potentiel de production inférieur qui mérite d'être considéré.

## **4.2 VALIDITÉ DES TARIFS DE CUBAGE PROVINCIAUX À UNE ÉCHELLE RÉGIONALE**

Le calcul du volume marchand brut d'une tige est nécessaire pour assurer l'approvisionnement continu des usines. Il est actuellement estimé à partir de données d'inventaire d'intervention où, pour une essence donnée, le diamètre et la hauteur de chaque tige sont intégrés dans une équation de tarif de cubage.

Au Québec, les tarifs de cubage en vigueur proviennent d'études d'arbres réalisées à partir d'un échantillonnage aléatoire sur l'ensemble du territoire provincial (Perron, 1985). Le tableau 18 et ce, pour les quatre essences visées par cette étude.

**Tableau 18** - Description des échantillons ayant servi à l'élaboration des tarifs de cubage provinciaux

<b>Espèce</b>	<b>Nombre d'échantillons</b>	<b>dhp minimal (mm)</b>	<b>dhp maximal (mm)</b>
<b>Bouleau jaune</b>	1843	87	770
<b>Bouleau à papier</b>	1838	90	567
<b>Érable à sucre</b>	1928	90	560
<b>Érable rouge</b>	1378	90	890

L'application des tarifs de cubage provinciaux se basent sur la prise de deux mesures : la hauteur de la tige (au mètre près) et son diamètre (par classe de 2 cm). Les tarifs ont été construits de façon à être applicables à l'échelle de la province, peu importe la région ou les conditions écologiques sur lesquelles le peuplement croît. Les tarifs de cubage peuvent être une source d'écarts importants dans l'évaluation du volume marchand brut car ils constituent la base des estimations de volume faites lors de la confection des plans.

Afin d'établir s'il existait des écarts importants entre les estimés faits par tarif de cubage et les volumes réels, ceux-ci ont été comparés à des données de mesurage. Les résultats de ces analyses sont présentés dans les pages qui suivent.

#### **4.2.1 Estimation du volume marchand brut de la tige**

##### ***Par tarif de cubage local***

La méthodologie habituellement utilisée pour l'évaluation du volume marchand brut d'une tige d'une essence donnée consiste à construire, à partir des données d'inventaire d'intervention, un tarif de cubage local. La hauteur des tiges mesurées lors d'études d'arbres sert alors à construire une courbe du second degré qui permette l'estimation des hauteurs moyennes de l'ensemble des tiges en fonction de leur dhp.

La validité de cette méthode d'estimation étant contestée (Routhier et Laberge, 1992), il a été choisi d'en vérifier la validité dans le cadre de cette étude. Les résultats des tests effectués sont présentés au tableau 19 et indiquent que l'utilisation de données de hauteur moyenne estime généralement à la baisse les volumes réellement présents dans le peuplement. Cette constatation est vraie pour les érables et le bouleau à papier, plus particulièrement sur le type écologique FE32 et le type écologique MJ22, respectivement. Le bouleau à papier est d'ailleurs l'essence dont on sous-estime le plus les volumes par cette méthode (différence moyenne de 0,09 m<sup>3</sup> par tige).

**Tableau 19 - Écart entre les volumes marchands bruts locaux estimés et les volumes marchands bruts réels – moyenne et intervalle de confiance**

Essence	TOTAL		FE32		MJ22	
	Vmb estimé par tarif de cubage (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé par tarif de cubage (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé par tarif de cubage (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )
<b>BOJ</b>	0,4826 0,0465	0,5357 0,0542	0,5155 0,0742	0,5492 0,0815	0,4647 0,0595	0,5266 0,0725
<b>BOP</b>	<b>0,2007</b> 0,0282	<b>0,2894</b> 0,046	0,3291 0,0813	0,4276 0,1057	<b>0,1644</b> 0,0269	<b>0,2301</b> 0,0460
<b>ERR</b>	<b>0,1771</b> 0,0173	<b>0,2133</b> 0,0228	<b>0,185</b> 0,0211	<b>0,2297</b> 0,0274	0,1571 0,0299	0,1565 0,0356
<b>ERS</b>	<b>0,3062</b> 0,0312	<b>0,3596</b> 0,0378	<b>0,3172</b> 0,0341	<b>0,3764</b> 0,0410	0,219 0,064	0,2034 0,0656

\* Significatif au seuil 95 %

\*\* Significatif au seuil 99 %

Les causes pouvant expliquer ces écarts sont multiples : importance de l'échantillonnage des études d'arbres, erreur de mesure, etc. Dans ces cas, un échantillonnage insuffisant peut mener à la prédiction de hauteurs erronées, ce qui se répercute dans le calcul des volumes du tarif de cubage.

Il est intéressant d'observer que les types écologiques peuvent entraîner des écarts importants entre l'estimation du volume marchand et le volume mesuré. En effet, chez le bouleau à papier, le tarif ne semble pas estimer adéquatement le volume marchand de la tige sur le type écologique MJ22 alors que pour les érables, l'évaluation diffère significativement du volume mesuré pour le type écologique FE32, même si ces types écologiques ont été adéquatement échantillonnés au cours des études d'arbres (tableau 20).

**Tableau 20 - Nombre d'échantillons traités par études d'arbres**

ESSENCE	Type écologique		
	FE32	MJ22	Total
<b>BOJ</b>	160	296	456
<b>BOP</b>	87	311	398
<b>ERR</b>	341	136	477
<b>ERS</b>	437	54	491
<b>Total</b>	<b>1 027</b>	<b>799</b>	<b>1826</b>

### *Par tarif de cubage général*

Des prises de mesure plus précises dans l'utilisation des tarifs de cubage provinciaux permettent généralement d'améliorer les estimations réalisées, comme le démontre le tableau 21. En effet, lorsque l'on compare les estimations par tarif de cubage général au volume réel, les différences observées au point précédent semblent s'estomper pour le bouleau à papier, ce qui laisse croire que chez cette essence, des mesures de dhp et de hauteur plus précises peuvent améliorer l'estimation des volumes par tarif de cubage.

Chez les érables, cependant, les différences entre le tarif de cubage général et le volume réel demeurent significatives au niveau du type écologique FE32. C'est donc dire que chez ces essences, d'autres facteurs environnementaux (forme des tiges, nombre de branches marchandes) ou techniques (adéquation du tarif de cubage) peuvent contribuer à une sous-estimation du volume marchand brut.

**Tableau 21** - Écarts entre les volumes marchands bruts généraux estimés et les volumes marchands bruts réels – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL		FE32		MJ22	
	Vmb estimé par tarif de cubage (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé par tarif de cubage (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé par tarif de cubage (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )
<b>BOJ</b>	0,4675 0,0457	0,5357 0,0542	0,4811 0,0693	0,5492 0,0815	0,4582 0,0609	0,5266 0,0725
<b>BOP</b>	0,2435 0,0352	0,2894 0,046	0,3406 0,0823	0,4276 0,1057	0,2018 0,0349	0,2301 0,0460
<b>ERR</b>	0,1874 0,0176	0,2133 0,0228	<b>0,1949</b> 0,0205	<b>0,2297</b> 0,0274	*	0,1621 0,0342
<b>ERS</b>	<b>0,2989</b> 0,0298	<b>0,3596</b> 0,0378	<b>0,3108</b> 0,0323	<b>0,3764</b> 0,0410	*	0,1885 0,0547

\* Significatif au seuil 95 %

\*\* Significatif au seuil 99 %



### *Hypothèse de recherche*

- **L'estimation du volume marchand brut faite par tarif de cubage diffère significativement du volume réel de la tige.**

### *Réponse :*

Oui, mais pas pour toutes les essences et sur certains types écologiques seulement. Dans le cadre de cette étude, le bouleau jaune et le bouleau à papier n'ont pas présenté de différences entre l'évaluation du volume marchand brut par tarif de cubage général et le volume mesuré. Les érables ont cependant montré des différences significatives sur le type écologique FE32, les volumes marchands bruts estimés par tarif de cubage général étant inférieurs aux volumes mesurés. Cette tendance, sans être significative, est également présente chez les bouleaux sur le type écologique FE32.

La différence entre les volumes estimés et mesurés est généralement d'autant plus grande que la précision des mesures diminue. Par exemple, l'utilisation de tarifs locaux entraîne plus de biais dans le calcul du volume marchand brut d'une tige pour les érables et le bouleau à papier que l'utilisation d'un tarif de cubage général. Ce biais entraîne une sous-estimation des volumes marchands réels présents sur le parterre de coupe. Dans la plupart des cas, il peut être amoindri, en utilisant des mesures plus précises (tarif général).

Nos résultats indiquent que l'échantillonnage des études d'arbres n'est pas la cause du biais observé (tableau 20). Tout semble donc indiquer que d'autres paramètres sont la cause des écarts entre les deux méthodes de calcul.

#### **4.2.2 Modélisation régionale du volume marchand brut de la tige**

Comme il a été démontré au point 1, les tarifs de cubage n'estiment pas toujours adéquatement les volumes bruts réels présents dans le peuplement. C'est le cas notamment des érables où la prise de mesures précises n'a pas permis d'éliminer le biais associé à l'utilisation des tarifs de cubage provinciaux.

Afin de vérifier si les équations des tarifs de cubage provinciaux étaient en partie responsables des écarts observés, des régressions ont été réalisées.

### Degré d'ajustement des tarifs de cubage provinciaux aux données régionales

À un niveau régional, aucune des quatre essences étudiées ne s'ajuste parfaitement aux équations provinciales (tableau 22 à 25). Cette situation était prévisible, le territoire étudié couvrant des conditions plus spécifiques que celles qui ont prévalu pour la construction des tarifs de cubage provinciaux. Il faut cependant garder à l'esprit que les calculs des volumes ayant servi de base à la construction des équations provinciales et régionales n'ont pas été effectués selon la même méthodologie (échantillonnage, précision de la prise des mesures, méthodes utilisées pour les analyses statistiques), ce qui a pu entraîner certaines différences.

**Tableau 22** - Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour le bouleau jaune

Variable	Tarif provincial	Tarif régional		Test statistique		
	Coefficient	Coefficient	Erreur-type	d.l.	t	p > t
<b>D</b>	1.4011602	15.083262	10.3277	1	1.460	0.1450
<b>D<sup>2</sup></b>	-0.0509565	-0.722837	0.3155	1	-2.291	<b>0.0225*</b>
<b>H</b>	-1.6089497	-5.525494	5.8148	1	-0.950	0.3426
<b>DH</b>	-0.1097850	-0.715932	0.4805	1	-1.490	0.1371
<b>D<sup>2</sup>H</b>	0.0381859	0.081062	0.0163	1	4.976	<b>0.0001**</b>
<b>Tarif de cubage provincial</b>						
$V_{mb} = 1.4011602 D - 0.0509565 D^2 - 1.6089497 H - 0.109785 DH + 0.0381859 D^2H$						

**Tableau 23** - Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour le bouleau à papier

Variable	Tarif provincial	Tarif régional		Test statistique		
	Coefficient	Coefficient	Erreur-type	d.l.	t	p > t
<b>b0</b>	1.2173000	-37.217677	31.1990	1	-1.193	0.2339
<b>H</b>	-2.7952299	3.994727	4.0747	1	0.980	0.3278
<b>DH</b>	0.1275970	-0.362475	0.2343	1	-1.547	0.1231
<b>D<sup>2</sup>H</b>	0.0327843	0.050663	0.0048	1	10.606	<b>0.0001**</b>
<b>Tarif de cubage provincial</b>						
$V_{mb} = 1.2173 - 2.7952299 H + 0.1275970 DH + 0.0327843 D^2H$						

**Tableau 24** - Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour l'érable à sucre

Variable	Tarif provincial	Tarif régional		Test statistique		
	Coefficient	Coefficient	Erreur-type	d.l.	t	p > t
<b>b0</b>	7.5092000	-24.343918	35.5299	1	-0.685	0.4936
<b>H</b>	-2.3793097	-1.183155	2.4941	1	-0.474	0.6355
<b>D<sup>2</sup>H</b>	0.0336075	0.041290	0.0006	1	66.320	<b>0.0001**</b>
<b>Tarif de cubage provincial</b>						
$V_{mb} = 7.5092 - 2.3793097 H + 0.0336075 D^2H$						

**Tableau 25** - Comparaison des coefficients des tarifs de cubage provinciaux et régionaux calculés pour l'érable rouge

Variable	Tarif provincial	Tarif régional		Test statistique		
	Coefficient	Coefficient	Erreur-type	d.l.	t	p > t
<b>H</b>	-1.1724901	5.364857	1.8931	1	2.834	<b>0.0048**</b>
<b>DH</b>	-0.0384300	-0.809645	0.1719	1	-4.711	<b>0.0001**</b>
<b>D<sup>2</sup>H</b>	0.0328700	0.056951	0.0036	1	15.642	<b>0.0001**</b>
<b>Tarif de cubage provincial</b>						
$V_{mb} = - 1.1724901 H - 0.03843 DH + 0.03287 D^2H$						

### *Hypothèse de recherche*

- **Les tarifs de cubage provinciaux s'ajustent aux données régionales mesurées.**

### *Réponse :*

Non. Les données recueillies lors de cette étude confirment qu'à un niveau régional spécifique, les tarifs de cubage ne s'ajustent pas parfaitement aux données récoltées. Le fait que le tarif de cubage ait été construit à partir des données couvrant toute une gamme de conditions écologiques contribue à expliquer les différences observées. Notamment dans le cas des bouleaux à papier et jaune et de l'érable rouge, il a été démontré précédemment (section 4.1), que le type écologique avait une influence significative sur les volumes présents, pour une classe de diamètre donnée. Un ajustement régional des tarifs de cubage par type écologique, ou du moins pour les types écologiques dominants d'une région donnée, permettrait sans doute une meilleure évaluation des volumes feuillus bruts du peuplement.

**Modélisation régionale du volume marchand brut total en fonction du dhp et de la hauteur totale de la tige**

Étant donné que les tarifs de cubage provinciaux ne s'ajustaient pas aux données régionales récoltées, de nouvelles équations ont été construites à partir des mêmes variables que celles utilisées dans les tarifs provinciaux (Perron, 1985), soit le diamètre de la tige (D), la hauteur totale de l'arbre (H), le diamètre de la tige au carré (D<sup>2</sup>), la hauteur totale de l'arbre au carré (H<sup>2</sup>) et toutes les interactions possibles entre ces quatre variables (DH, D<sup>2</sup>H, DH<sup>2</sup>, D<sup>2</sup>H<sup>2</sup>). Ces variables étant celles les plus fréquemment prises sur le terrain, il était normal de les conserver comme paramètres de modélisation. Les nouvelles équations créées à partir des données régionales sont présentées au tableau 26. Dans le cas des bouleaux à papier et jaune et de l'érable rouge, les types écologiques ont été pris en compte pour la construction de tarifs adaptés.

**Tableau 26** - Tarifs de cubage régionaux pour le bouleau jaune, le bouleau à papier, l'érable à sucre et l'érable rouge

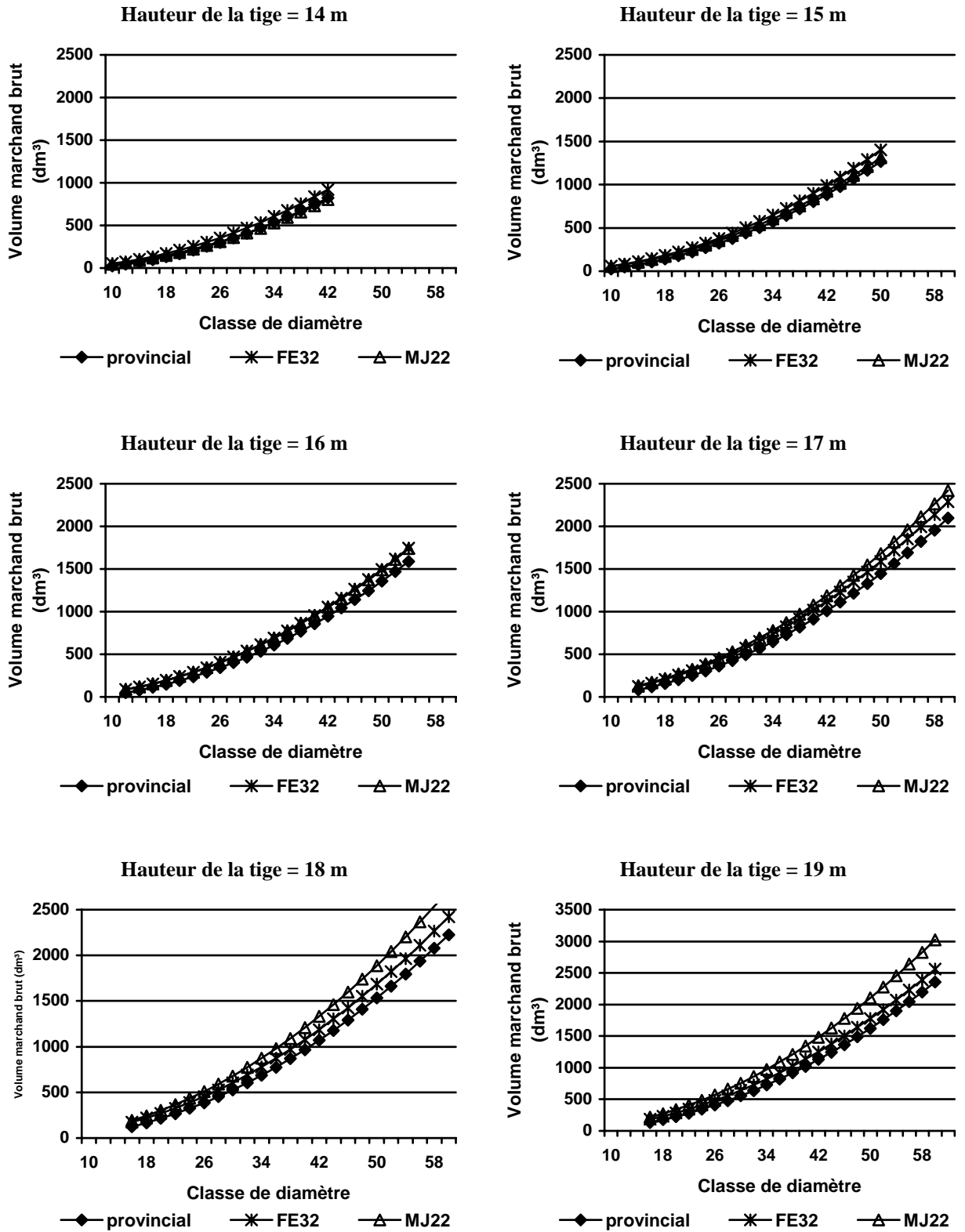
Essence	Tarif de cubage régional	R <sup>2a</sup>
<b>BOJ</b>		
FE32	Vmb = 0,037407 D <sup>2</sup> H	0.9736 (équ. 11)
MJ22	Vmb = 0,002329 D <sup>2</sup> H <sup>2</sup>	0.9472 (équ. 12)
<b>BOP</b>		
FE32	Vmb = 0,044833 D <sup>2</sup> H	0.9378 (équ. 13)
MJ22	Vmb = -140,430212 - 0,065744 D <sup>2</sup> H + 0,006247 D <sup>2</sup> H <sup>2</sup> - 0,159882 DH <sup>2</sup> + 2,702873 DH	0.9231 (équ. 14)
<b>ERS</b>	Vmb = -31,145113 + 0,028772 D <sup>2</sup> H + 0,000657 D <sup>2</sup> H <sup>2</sup>	0.9433 (équ. 15)
<b>ERR</b>		
FE32	Vmb = 0,002458 D <sup>2</sup> H <sup>2</sup> - 0,034957 DH <sup>2</sup>	0.9059 (équ. 16)
MJ22	Vmb = 0,001936 D <sup>2</sup> H <sup>2</sup>	0.8471 (équ. 17)

Comme c'était le cas des tarifs provinciaux, toutes les équations régionales nécessitent la mesure du diamètre et de la hauteur de la tige pour le calcul du volume marchand brut de la tige. Les coefficients de détermination ajustés des régressions (R<sup>2a</sup>) indiquent que, pour toutes les essences, les équations créées expliquent au moins 85 % de la variation du volume. Pour les bouleaux à papier et jaune et l'érable à sucre, c'est plus de 90 % de la variation de volume qui est expliquée.

### *Comparaison entre les tarifs de cubage provinciaux et régionaux*

Les tarifs de cubage régionaux révisent à la hausse, pour le bouleau jaune et l'érable à sucre, les estimations des volumes marchands bruts des peuplements étudiés. Chez le bouleau à papier et l'érable rouge, les tarifs régionaux révisent de façon variable les volumes marchands bruts des peuplements, tout dépendant du type écologique, de la classe de hauteur et de la classe de diamètre.

Les figures 6 à 9 illustrent la comparaison entre les tarifs de cubage provinciaux et régionaux pour les quatre essences à l'étude, et si les différences sont significatives pour les deux types écologiques étudiés. Les courbes des tarifs sont présentées pour les hauteurs les plus représentatives de la région étudiée. Pour le bouleau jaune (figure 6) et l'érable à sucre (figure 8), les écarts entre les courbes sont particulièrement importants pour les tiges possédant des diamètres de plus 30 cm.



**Figure 6 -** Tarifs de cubage régionaux et provinciaux pour le bouleau jaune

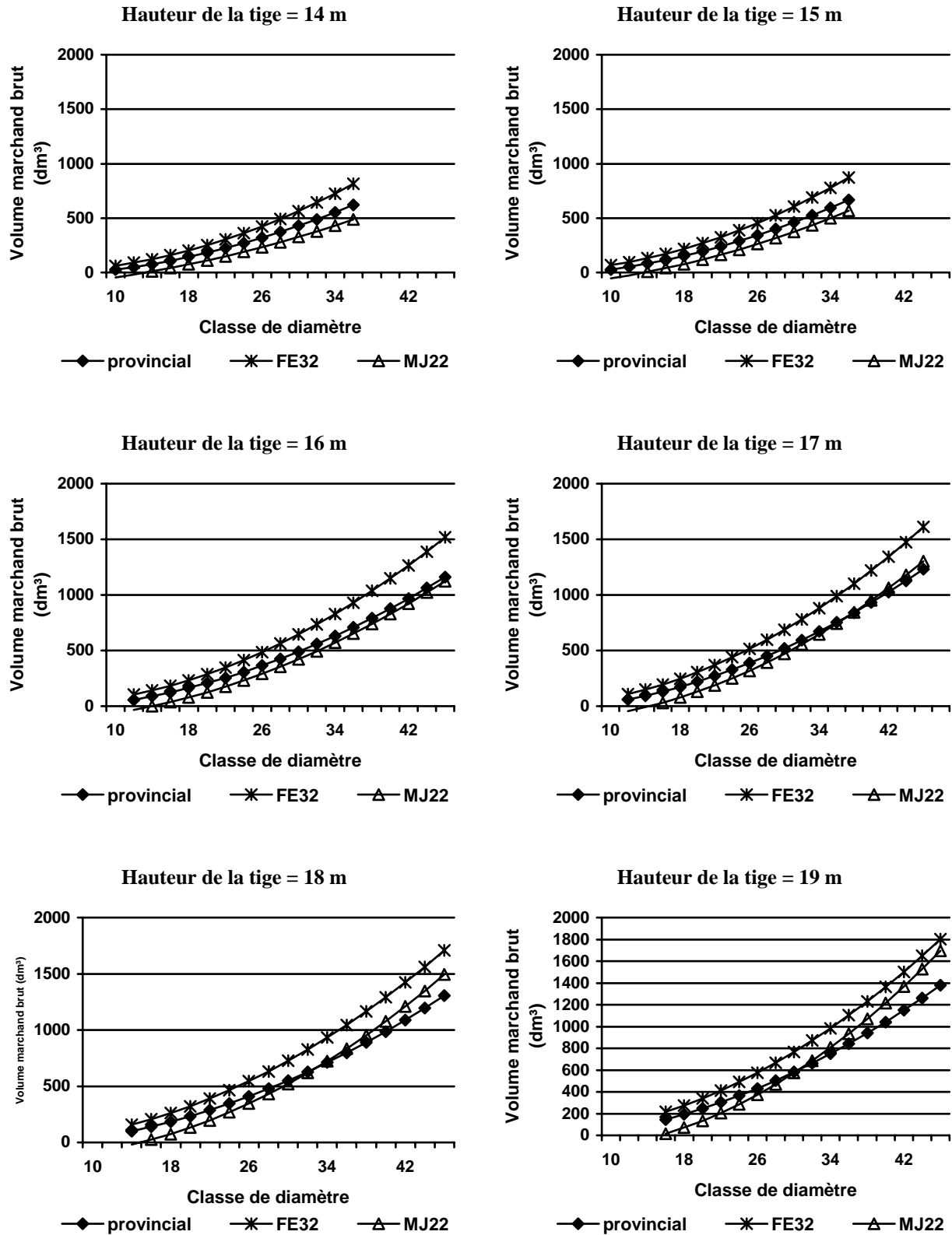


Figure 7 - Tarifs de cubage régionaux et provinciaux le bouleau à papier

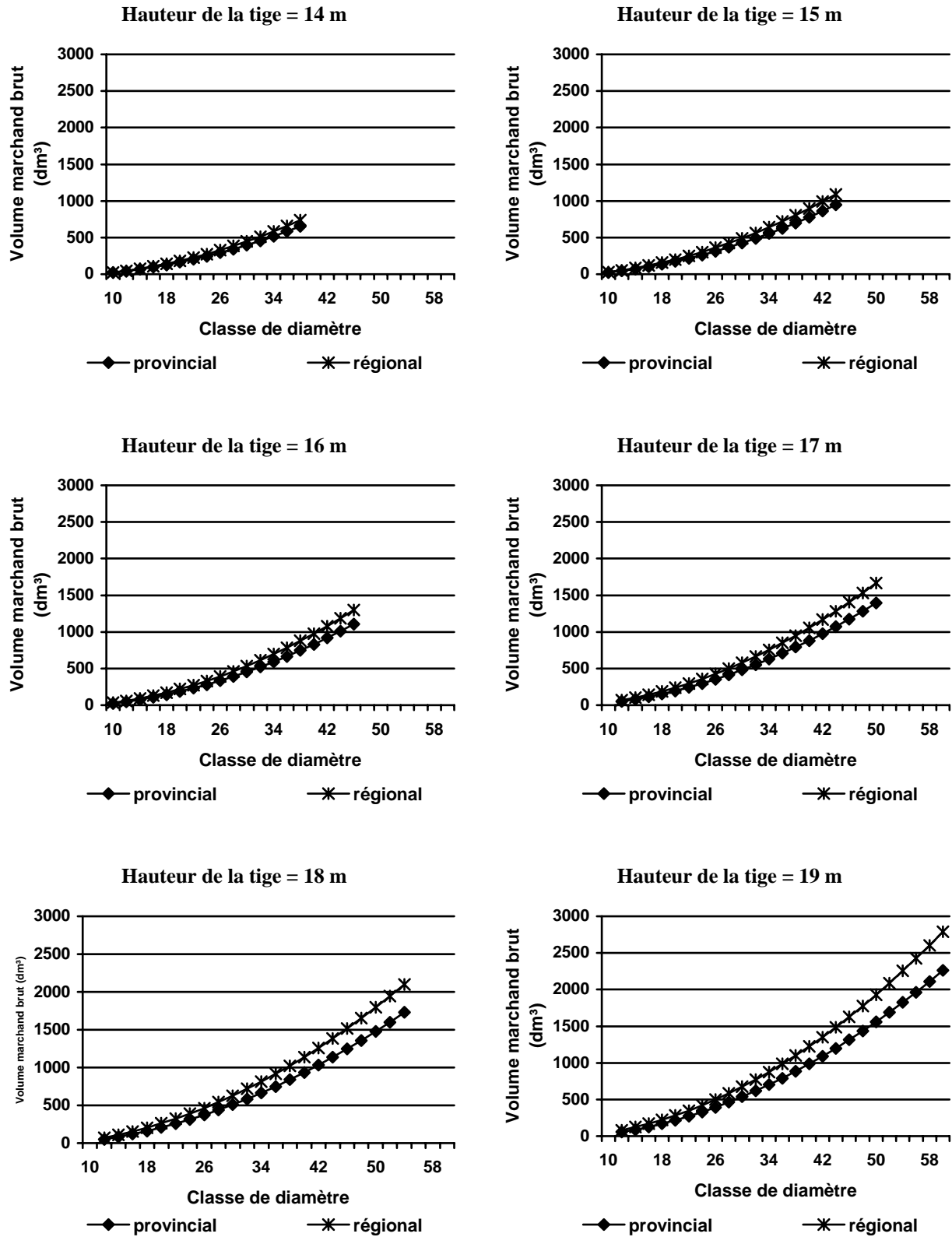


Figure 8 - Tarifs de cubage régionaux et provinciaux pour l'érable à sucre



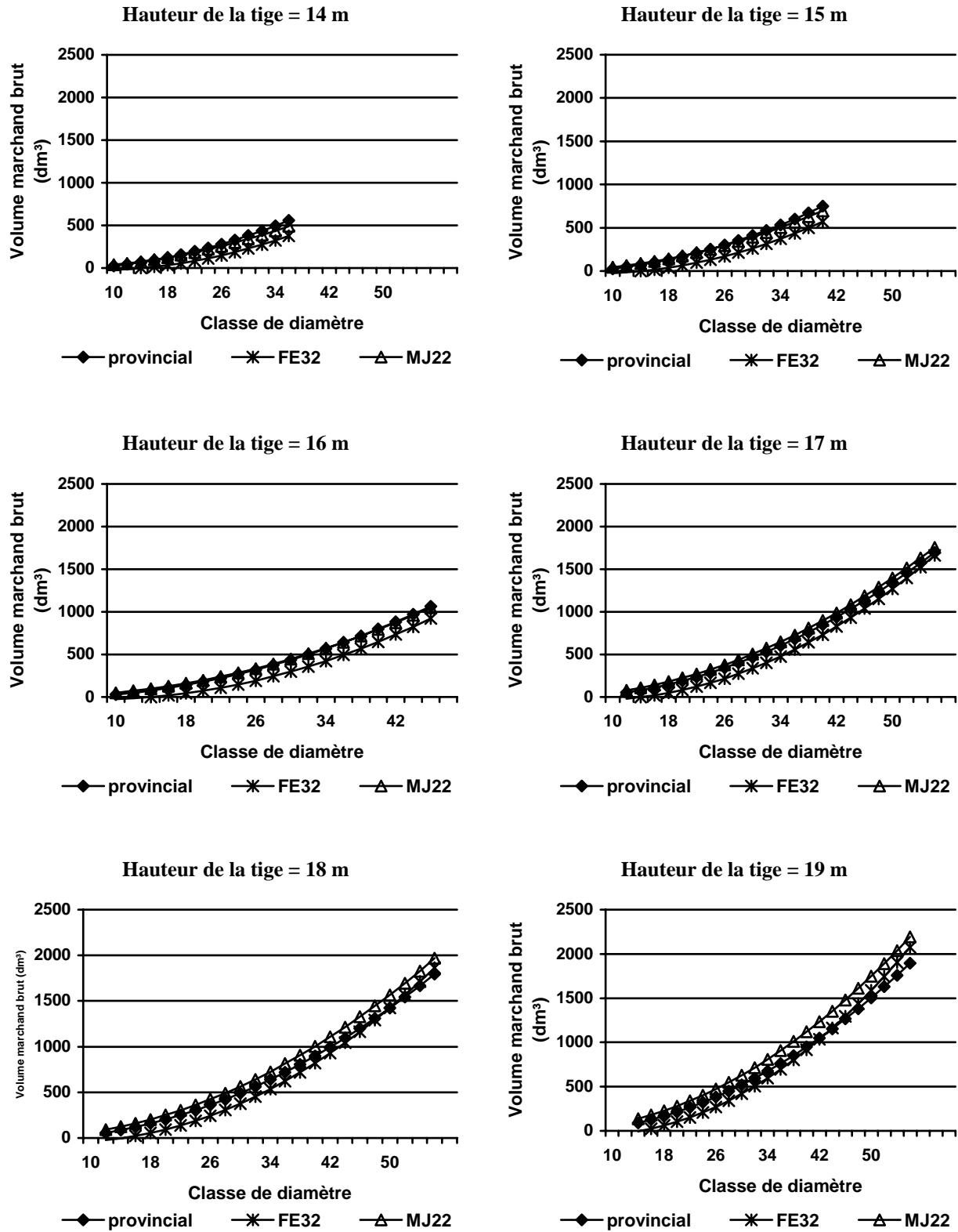


Figure 9 - Tarifs de cubage régionaux et provinciaux pour l'érable rouge

### 4.3 RÉPARTITION DES VOLUMES PAR PRODUITS

La répartition par produits donne l'image de l'utilisation d'une tige, qu'elle soit feuillue ou résineuse, selon les technologies de récolte et de transformation des bois, en vertu d'études réalisées pour la majorité des essences commerciales (MRNQ, 1998). Actuellement, les calculs de possibilité faits par le logiciel *Sylva II* utilisent des matrices provinciales de répartition par produit pour déduire les volumes de déroulage, de sciage, de pâte, de déchets et de carie qui seront générés à la suite d'un traitement sylvicole.

La construction de matrices uniques pour l'ensemble du territoire s'appuie sur le précepte suivant (Dion *et al.*, 1996) : « toutes les tiges d'une essence donnée, de même qualité et de même classe de diamètre, possèdent une même répartition par produit, quel que soit le territoire concerné ». Cette affirmation pose certains questionnements aux utilisateurs de la ressource, qui doutent parfois de la pertinence d'appliquer des moyennes provinciales à un territoire restreint, comme c'est le cas des aires communes. D'autant plus qu'une étude sur la relation diamètre-carie réalisée en forêt publique pour les essences résineuses a démontré que les taux de carie varient selon les régions administratives (Ministère des Ressources naturelles, 1998).

Les matrices provinciales de répartition par produits ont été bâties avec des données provenant de plusieurs régions du Québec. Dans le cas des essences à l'étude dans ce projet, ces matrices ont été construites à partir d'études de débitage réalisées sur 1500 tiges des régions de l'Abitibi-Témiscamingue, de l'Outaouais et de la région de Montréal (MRNQ, 1998).

Afin de déterminer si la matrice provinciale répartissait adéquatement les tronçons feuillus, de nouvelles matrices ont été construites à partir des tronçons issus des cinq secteurs étudiés. Les analyses visaient d'abord à déterminer si la matrice répartissait de façon semblable les volumes classés par le mesurage, et ensuite à déterminer quels facteurs influençaient significativement la répartition par produits.

#### 4.3.1 Comparaison entre la répartition réalisée par la matrice et la classification des billes au mesurage

##### *Particularités industrielles de mesurage*

Afin de pouvoir comparer la classification des billes réalisée dans le cadre de cette étude à celle qui se fait dans les autres aires communes, tout en conservant un aspect local à ce projet, deux types de mesurage ont été réalisés. Le premier l'a été selon les normes provinciales de mesurage et le deuxième, selon les utilisations faites par les industriels régionaux. Ce deuxième mesurage a quelquefois engendré le surclassement vers le haut des billes, ce qui explique la nécessité de traiter les deux mesurages séparément. Les particularités industrielles de mesurage sont plus tolérantes, acceptant des billes aux dimensions plus faibles et ayant des défauts plus importants (pourriture, nœud, droiture et cœur).

Comme il est possible de le constater, les deux types de mesurage ont donné des répartitions totalement différentes de tous les produits, à l'exception du déroulage qui n'a pas présenté de différences significatives entre les deux méthodes (tableau 27). Ceci laisse à penser que les scieries de cette région tentent de combler un manque d'approvisionnement en sciage en acceptant des tiges de qualité moindre.

**Tableau 27** - Comparaison de la répartition moyenne par produits entre les normes de mesurage provinciales et les normes de mesurage industrielles – moyenne et intervalle de confiance

	Déroulage		Sciage			Palette			Pâte		Carie			
	Prov.	industriel	Prov.	industriel	**	Prov.	industriel	**	Prov.	industriel	Prov.	industriel		
BOJ	3	4	29	63	**	27	15	**	36	13	**	5	5	
	1	2	4	4		4	3		4	2		2	2	
	FE32	4	5	33	65	**	27	14	**	31	11	**	5	5
		3	3	6	6		6	3		6	3		2	2
	MJ22	2	3	26	61	**	27	17	**	39	13	**	6	6
2		2	5	5		5	4		5	3		2	2	
BOP	0	0	30	67	**	26	16	**	39	12	**	5	5	
	0	0	8	7		6	5		7	4		2	2	
	FE32	1	1	34	73	**	29	9	**	30	11	**	6	6
		1	1	12	10		9	5		10	6		3	3
	MJ22	0	0	27	63	**	24	20		45	13	**	4	4
0		0	10	9		8	7		10	5		4	4	
ER	-	-	25	57	**	22	11	**	47	26	**	6	6	
			4	4		3	2		4	4		1	1	
	FE32	-	-	25	56	**	21	12	**	48	26	**	6	6
				4	4		4	2		4	4		1	1
	MJ22	-	-	24	62	**	31	9	**	42	26		3	3
			11	13		11	6		13	11		2	2	

\*\* différence significative à 99 %

### *Hypothèse de recherche*

- **Les particularités industrielles de mesurage entraînent une répartition différente des produits différente que celle faite selon les normes provinciales.**

### *Réponse :*

Oui. Afin de pallier à un manque d'approvisionnement en billes de qualité sciage, des normes spécifiques de mesurage ont été adaptées par les industriels de la Mauricie. Ces normes ont permis de doubler la proportion des volumes destinés au sciage (sciable), principalement en allant chercher les volumes qui seraient normalement orientés vers la palette et la pâte.

### *Comparaison entre la répartition faite par la matrice et la classification réalisée lors du mesurage*

#### ■ **Déroulage**

Dans le secteur à l'étude, les essences pouvant produire du déroulage sont le bouleau jaune et le bouleau à papier. Selon la matrice provinciale de répartition par produits, la répartition des volumes au déroulage s'applique aux tiges de 28 cm ou plus dans le cas du bouleau jaune et de 24 cm ou plus dans le cas du bouleau à papier (MRNQ, 1998). Toutes les classes de qualité des tiges de bouleau jaune peuvent produire du déroulage chez le bouleau jaune alors que chez le bouleau à papier, seules les classes de qualité A, B, ou C en produisent. Les proportions maximales de déroulage pouvant être tirées de ces deux essences sont respectivement de 18 % et de 29 %.

Dans le secteur à l'étude, il existe des différences significatives entre les volumes estimés et la classification réalisée par le mesurage selon les normes provinciales, et ce pour les deux essences (tableau 28). Pour les deux espèces, la matrice surestime généralement les volumes réellement disponibles pour ce type de produit. Ces écarts sont particulièrement grands pour le bouleau à papier où seulement 5 % des volumes prévus sont réellement disponibles.

**Tableau 28** - Volumes disponibles pour le déroulage estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL			FE32			MJ22		
	Vmb estimé (m³)	Vmb mesuré (m³)		Vmb estimé (m³)	Vmb mesuré (m³)		Vmb estimé (m³)	Vmb mesuré (m³)	
<b>BOJ</b>	<b>0,0597</b> 0,0084	<b>0,0261</b> 0,0129	**	<b>0,0565</b> 0,0125	<b>0,0312</b> 0,0204	*	<b>0,0617</b> 0,0113	<b>0,0230</b> 0,0169	**
<b>BOP</b>	<b>0,0298</b> 0,0095	<b>0,0016</b> 0,0032	**	<b>0,0500</b> 0,0192	<b>0,0042</b> 0,0085	**	<b>0,0172</b> 0,0005	<b>0,0000</b> 0,0000	**

Lorsque l'on compare la répartition provinciale avec les normes industrielles de mesurage (tableau 29), les différences diminuent pour le bouleau jaune sur type écologique FE32, mais demeurent les mêmes ailleurs. Les conditions écologiques et l'état de dégradation des forêts, associés probablement aux coupes antérieures rencontrées dans ce secteur de la Mauricie, entraînent une incapacité à supporter les approvisionnements en déroulage prévus.

**Tableau 29** - Volumes disponibles pour le déroulage estimé par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL			FE32			MJ22		
	Vmb estimé (m³)	Vmb mesuré (m³)		Vmb estimé (m³)	Vmb mesuré (m³)		Vmb estimé (m³)	Vmb mesuré (m³)	
<b>BOJ</b>	<b>0,0597</b> 0,0084	<b>0,0297</b> 0,0134	**	<b>0,0565</b> 0,0125	<b>0,0346</b> 0,0212		<b>0,0617</b> 0,0113	<b>0,0267</b> 0,0176	**
<b>BOP</b>	<b>0,0298</b> 0,0095	<b>0,0016</b> 0,0032	**	<b>0,0500</b> 0,0192	<b>0,0042</b> 0,0085	**	<b>0,0172</b> 0,0005	<b>0,0000</b> 0,0000	**

## ■ Sciage et palette

Il n'existe pas dans la matrice provinciale un pourcentage de répartition alloué à la palette. Généralement, ce type de produit est considéré comme un sciage bas de gamme. Pour cette raison, il a été regroupé avec le sciage.

Selon la matrice provinciale de répartition par produits, les volumes de sciage sont issus de tiges de 24 cm ou plus de diamètre de toute qualité. La proportion du volume brut d'une tige destinée au sciage est d'un maximum de 55 % pour le bouleau jaune, de 50 % pour le bouleau à papier et de 60 % pour les érables.

Les comparaisons de la répartition des volumes estimés par la matrice et celles faites par le mesurage selon les normes de classification provinciale sont présentées au tableau 30. Ces comparaisons présentent pour le bouleau jaune et les érables, peu importe le type écologique, des volumes inférieurs en sciage à ce que la matrice provinciale prévoit. Pour le bouleau à papier, le volume mesuré est égal au volume estimé et ce, en tenant compte du type écologique ou non.

**Tableau 30** - Volumes disponibles pour le sciage et la palette estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL		FE32		MJ22	
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )
<b>BOJ</b>	<b>0,3281</b> 0,0179	<b>0,2815</b> 0,0289	<b>0,3414</b> 0,0267	<b>0,3069</b> 0,0451	<b>0,3200</b> 0,0240	<b>0,2661</b> 0,0379
<b>BOP</b>	<b>0,2626</b> 0,0246	<b>0,2434</b> 0,0425	<b>0,3220</b> 0,0464	<b>0,3397</b> 0,0755	<b>0,2251</b> 0,0235	<b>0,1828</b> 0,0449
<b>ER</b>	<b>0,3445</b> 0,0254	<b>0,2174</b> 0,0284	<b>0,3516</b> 0,0282	<b>0,2198</b> 0,0310	<b>0,2952</b> 0,0507	<b>0,2013</b> 0,0721

Afin de combler le manque de volume de qualité sciage, les industriels régionaux s'approvisionnent en tiges de qualité inférieure par l'application des particularités industrielles de mesurage (tableau 31). Dans le cas des bouleaux, le mesurage industriel permet d'obtenir un volume de sciage significativement supérieur au volume estimé par la matrice provinciale. Pour les érables, la surestimation de la matrice demeure toujours significative, mais moins grande.

**Tableau 31 -** Volumes moyens disponibles pour le sciage et la palette estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL		FE32		MJ22				
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )			
<b>BOJ</b>	<b>0,3281</b> 0,0179	<b>0,3634</b> 0,0267	*	<b>0,3414</b> 0,0267	<b>0,3775</b> 0,0429	<b>0,3200</b> 0,0240	<b>0,3549</b> 0,0345		
<b>BOP</b>	<b>0,2626</b> 0,0246	<b>0,3319</b> 0,0377	**	<b>0,3220</b> 0,0464	<b>0,4240</b> 0,0649	*	<b>0,2251</b> 0,0235	<b>0,2740</b> 0,0400	*
<b>ER</b>	<b>0,3445</b> 0,0254	<b>0,2889</b> 0,0284	**	<b>0,3516</b> 0,0282	<b>0,2956</b> 0,0310	**	<b>0,2952</b> 0,0507	<b>0,2428</b> 0,0690	

## ■ Pâte

Selon la matrice provinciale de répartition par produit, les taux maximums de pâte pouvant être retrouvés sur une tige sont de 95 % pour le bouleau jaune et de 94 % pour les érables et le bouleau à papier (MRNQ, 1998).

Les résultats des tests de comparaison entre la répartition de la matrice et le mesurage provincial (tableau 32), indiquent que les volumes de pâte semblent être surestimés par la matrice pour toutes les essences. Pour le mesurage industriel (tableau 33), comme celui-ci réajuste les volumes destinés au sciage et à la palette en surclassant certaines billes normalement classées pâte, il est normal de dénoter une baisse des volumes de ce produit lors du mesurage industriel. Toutefois, il faut considérer qu'une importante partie des volumes de pâte mesurés sont inclus dans la catégorie des déchets et pâte non utilisée (tableau 35) et constitués en majorité des tiges de 23 cm et moins laissées en forêt.

**Tableau 32** - Volumes moyens disponibles pour la pâte estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL			FE32			MJ22		
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )		Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )		Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	
<b>BOJ</b>	<b>0,2754</b> 0,0274	<b>0,1453</b> 0,0188	**	<b>0,2516</b> 0,0339	<b>0,1323</b> 0,0270	**	<b>0,2900</b> 0,0393	<b>0,1533</b> 0,0257	**
<b>BOP</b>	<b>0,2358</b> 0,0376	<b>0,1384</b> 0,0259	**	<b>0,2730</b> 0,0500	<b>0,1411</b> 0,0413	**	<b>0,2123</b> 0,0527	<b>0,1367</b> 0,0342	*
<b>ER</b>	<b>0,2082</b> 0,0131	<b>0,1759</b> 0,0195	**	<b>0,2156</b> 0,0146	<b>0,1854</b> 0,0216	*	<b>0,1575</b> 0,0183	<b>0,1107</b> 0,0322	*

**Tableau 33** - Volumes disponibles pour la pâte estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL			FE32			MJ22		
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )		Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )		Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	
<b>BOJ</b>	<b>0,2754</b> 0,0274	<b>0,0599</b> 0,0142	**	<b>0,2516</b> 0,0339	<b>0,0583</b> 0,0250	**	<b>0,2900</b> 0,0393	<b>0,0608</b> 0,0174	**
<b>BOP</b>	<b>0,2358</b> 0,0376	<b>0,0498</b> 0,0168	**	<b>0,2730</b> 0,0500	<b>0,0567</b> 0,0297	**	<b>0,2123</b> 0,0527	<b>0,0455</b> 0,0206	**
<b>ER</b>	<b>0,2082</b> 0,0131	<b>0,1028</b> 0,0164	**	<b>0,2156</b> 0,0146	<b>0,1076</b> 0,0182	**	<b>0,1575</b> 0,0183	<b>0,0691</b> 0,0311	**



## ■ Carie

Les volumes de carie estimés par la matrice provinciale devraient normalement représenter un maximum de 20 % des volumes bruts de bouleaux et de 21 % des volumes bruts d'érables retrouvés dans un peuplement. Les tiges de qualité D ayant un diamètre supérieur à 60 cm présentent les plus hauts taux de pertes.

Dans le cadre de cette étude (tableau 34), il a été observé que la matrice provinciale estime adéquatement les taux de pertes dus à la carie chez les bouleaux. Seuls les érables semblent afficher des taux de carie supérieurs aux prédictions faites par la matrice. Chez ces espèces, et particulièrement sur le type écologique FE32, les estimations faites par la matrice de répartition par produits ont largement sous-estimé la présence de carie dans les tiges. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que les érables sont, dans cette région, à l'extrémité nord de leur aire de distribution, ce qui entraîne une plus grande fragilité des tiges et une plus grande susceptibilité à la carie.

**Tableau 34** - Volumes de carie estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les taux de réduction observés lors du mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL		FE32		MJ22	
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )
<b>BOJ</b>	<b>0,0366</b> 0,0095	<b>0,0363</b> 0,0142	<b>0,0236</b> 0,0107	<b>0,0368</b> 0,0301	<b>0,0446</b> 0,0138	<b>0,0360</b> 0,0142
<b>BOP</b>	<b>0,0346</b> 0,0156	<b>0,0301</b> 0,0170	<b>0,0379</b> 0,0192	<b>0,0306</b> 0,0122	<b>0,0325</b> 0,0228	<b>0,0298</b> 0,0269
<b>ER</b>	<b>0,0142</b> 0,0018	<b>0,0301</b> 0,0063	<b>0,0150</b> 0,0021	<b>0,0332</b> 0,0071	<b>0,0092</b> 0,0020	<b>0,0091</b> 0,0057

## ■ Déchets et pâte non utilisée

Les volumes de déchets estimés par la matrice provinciale devraient normalement représenter un maximum de 12 % des volumes bruts de bouleaux et de 13 % des volumes bruts d'érables retrouvés dans un peuplement, la proportion étant la plus grande chez les tiges de plus fortes dimensions.

Dans le cadre de cette étude, il est important de noter que dû à l'absence de marché de pâte dans la région, la catégorie déchets correspond à la majorité de la quantité de bois laissé sur le parterre de coupe, soit principalement des tiges de 22 cm de dhp et moins ainsi que les tiges de fortes dimensions ne contenant pas de bois d'œuvre. On peut remarquer qu'il existe des écarts énormes (tableau 35) pour toutes les essences entre les volumes estimés et les volumes mesurés sur le terrain, ceux-ci pouvant atteindre plus de 10 fois les volumes estimés. Comme ces tiges ont été laissées sur le parterre de coupe et qu'elles n'ont pas été tronçonnées, il n'a pas été possible d'extraire le volume de pâte. Nous savons toutefois qu'une forte proportion de cette catégorie est constituée de pâte non utilisée et non de déchets.

**Tableau 35** - Volumes moyens de déchets estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les volumes réels non utilisés (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL			FE32			MJ22		
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )		Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )		Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	
<b>BOJ</b>	<b>0,0163</b> 0,0030	<b>0,2408</b> 0,0391	**	<b>0,0129</b> 0,0038	<b>0,2325</b> 0,0750	**	<b>0,0183</b> 0,0042	<b>0,2465</b> 0,0423	**
<b>BOP</b>	<b>0,0235</b> 0,0080	<b>0,1716</b> 0,0434	**	<b>0,0359</b> 0,0186	<b>0,1763</b> 0,0622	**	<b>0,0167</b> 0,0071	<b>0,1685</b> 0,0607	**
<b>ER</b>	<b>0,0186</b> 0,0032	<b>0,1725</b> 0,0164	**	<b>0,0183</b> 0,0035	<b>0,1777</b> 0,0180	**	<b>0,0205</b> 0,0090	<b>0,1348</b> 0,0361	**

En regroupant les volumes de déroulage, sciage et palette en bois d'œuvre, il est possible de constater la surestimation des volumes de bouleau jaune et d'érable en se référant aux normes provinciales de mesurage (tableau 36). L'application des particularités industrielles de mesurage (tableau 37) permet de ramener à des niveaux équivalents les volumes de bois d'œuvre des bouleaux à papier et jaune. Dans le cas des érables, les ajustements régionaux de mesurage ne permettent pas de combler entièrement le manque à gagner des volumes de bois d'œuvre estimés.

**Tableau 36** - Volumes de bois d'œuvre (déroulage, sciage et palette) estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les normes provinciales de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	Bois d'œuvre		
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	
<b>BOJ</b>	<b>0,3878</b> 0,0254	<b>0,3077</b> 0,0337	<b>**</b>
<b>BOP</b>	0,2924 0,0319	0,2450 0,0428	
<b>ER</b>	<b>0,3445</b> 0,0254	<b>0,2174</b> 0,0284	<b>**</b>

**Tableau 37** - Volumes de bois d'œuvre (déroulage, sciage et palette) estimés par la matrice provinciale de répartition par produits (volume estimé) et mesurés selon les particularités industrielles de mesurage (volume mesuré) – moyenne et intervalle de confiance

Essence	Bois d'œuvre		
	Vmb estimé (m <sup>3</sup> )	Vmb mesuré (m <sup>3</sup> )	
<b>BOJ</b>	0,3878 0,0254	0,3931 0,0317	
<b>BOP</b>	0,2924 0,0319	0,3335 0,0384	
<b>ER</b>	<b>0,3445</b> 0,0254	<b>0,2906</b> 0,0286	<b>**</b>

### *Hypothèse de recherche*

- **La matrice provinciale de répartition par produits reflète la répartition réelle, telle que réalisée par le mesurage.**

### *Réponse :*

Non. Selon le mesurage provincial, les matrices provinciales surestiment les volumes de bois d'œuvre présents dans l'aire commune 41-02 pour le bouleau jaune et les érables. L'une des répercussions de la surestimation des volumes de sciage est l'ajustement industriel du mesurage, qui ramène à des niveaux comparables la proportion de bois d'œuvre des bouleaux en allant chercher les volumes qui seraient normalement considérés « pâte » lors d'un mesurage conventionnel. Pour les érables, la surestimation des volumes de bois d'œuvre demeure significative, malgré les ajustements régionaux de mesurage.

#### **4.3.2 Sources de variation de la classification des tiges par produits lors du mesurage**

Tel que démontré au point précédent, la matrice provinciale de répartition par produit est responsable, dans une certaine mesure, des écarts observés entre la répartition des volumes bruts destinés au déroulage, au sciage et à la pâte. Par ailleurs, elle omet les volumes utilisables pour la palette, ce qui rend difficile la détermination de ces volumes pour leur utilisateur.

Afin de remédier à cette situation, de nouvelles matrices ont été construites pour les trois groupes d'essences à l'étude. Toutefois, les sources de variation influençant la répartition par produits d'une tige doivent être déterminées. Comme il est impossible de tenir compte de toutes les sources de variation dans le cadre d'une étude d'une envergure aussi limitée, une attention particulière sera portée au tronçonnage des tiges et aux facteurs écologiques qui peuvent contribuer à expliquer la variance observée.

#### ***Effet du tronçonnage sur la variation de la répartition par produits***

La préoccupation du ministère des Ressources naturelles est de bâtir une matrice représentative d'un tronçonnage optimal. Toutefois, sur le terrain, le tronçonnage est grandement dépendant de l'opérateur ou du bûcheron et est rarement réalisé de façon optimale (Routhier et Laberge, 1992). Le jugement de l'exécutant est, dans ce cas, une composante importante qui peut entraîner des différences au niveau de la répartition des volumes par produits.

Afin de vérifier si, dans le cas présent, le tronçonnage pouvait être une source importante de réduction de volume pour le sciage et le déroulage, des comparaisons ont été réalisées entre le volume marchand brut en bois d'œuvre mesuré après l'abattage des tiges et les volumes marchands bruts tronçonnés mesurés au site de tronçonnage (tableau 38).

Les résultats des comparaisons indiquent que le tronçonnage entraîne des réductions significatives du volume marchand brut en bois d'œuvre pour toutes les essences feuillues étudiées. De plus, pour chacune d'entre elles, il semble y avoir des différences en fonction des types écologiques. Ainsi, chez le bouleau jaune, le tronçonnage a entraîné des pertes significatives pour le type écologique MJ22, alors que pour l'érable rouge et l'érable à sucre, c'est sur le type écologique FE32 que les plus grandes pertes ont été constatées. Chez le bouleau à papier, des pertes significatives ont été relevées pour chacun des types écologiques à l'étude. La qualité des tiges, les taux de carie et la forme des troncs sont alors autant de paramètres ayant pu engendrer des pertes lors du tronçonnage des billes.

**Tableau 38** - Volumes marchands bruts en bois d'œuvre pour la palette, le sciage et le déroulage et volumes marchands bruts tronçonnés – moyenne et intervalle de confiance

Essence	TOTAL			FE32			MJ22		
	Vmb des sections classé utilisable (m <sup>3</sup> )	Vmb tronçonné (m <sup>3</sup> )	Écart moyen (m <sup>3</sup> )	Vmb des sections classé utilisable (m <sup>3</sup> )	Vmb tronçonné (m <sup>3</sup> )	Écart moyen (m <sup>3</sup> )	Vmb des sections classé utilisable (m <sup>3</sup> )	Vmb tronçonné (m <sup>3</sup> )	Écart moyen (m <sup>3</sup> )
<b>BOJ</b>	<b>0,5424</b> 0,0465	<b>0,4710</b> 0,0364	<b>0,0713</b> ** 0,0285	0,5036 0,0626	0,4847 0,0573	0,0189 0,0505	<b>0,5705</b> 0,0669	<b>0,4611</b> 0,0480	<b>0,1094</b> ** 0,0322
<b>BOP</b>	<b>0,5377</b> 0,0788	<b>0,4190</b> 0,0463	<b>0,1187</b> ** 0,0389	<b>0,7176</b> 0,1173	<b>0,5038</b> 0,0598	<b>0,2137</b> ** 0,0691	<b>0,4055</b> 0,0922	<b>0,3566</b> 0,0632	<b>0,0489</b> ** 0,0348
<b>ERR</b>	<b>0,3712</b> 0,0490	<b>0,3024</b> 0,0357	<b>0,0688</b> ** 0,0249	<b>0,3796</b> 0,0555	<b>0,3043</b> 0,0406	<b>0,0754</b> ** 0,0283	0,3271 0,1033	0,2928 0,0748	0,0344 0,0502
<b>ERS</b>	<b>0,5550</b> 0,1004	<b>0,4546</b> 0,0405	<b>0,1004</b> ** 0,0259	<b>0,5812</b> 0,1085	<b>0,4727</b> 0,0429	<b>0,1085</b> ** 0,0275	0,2687 0,0122	0,2565 0,0745	0,0122 0,0611

### *Hypothèse de recherche*

**Le tronçonnage des tiges est une source de variation pouvant expliquer les différences de répartition par produits observées à un niveau régional.**

### *Réponse :*

Oui. Pour toutes les essences, des réductions significatives ont été notées. Le bouleau à papier est l'essence la plus affectée par cette situation. L'évaluation des volumes sur une tige en longueur comparativement à l'évaluation des volumes par tronçon ainsi que le taux de carie et la forme de la tige sont des éléments pouvant engendrer des différences. Notre étude ne nous permet cependant pas de préciser la provenance de ces différences et des études plus poussées sur le sujet mériteraient d'être considérées.

### *Effet des paramètres écologiques sur la répartition des produits*

Dans cette étude, il a été choisi d'étudier si la classification des billes faite par le mesureur est reliée par le type écologique en tenant compte de la qualité de la tige<sup>1</sup> et de la classe de diamètre. Ces facteurs ont été choisis parce qu'ils permettent d'intégrer les conditions écologiques d'un milieu et que ces informations sont généralement facilement disponibles pour les industriels. Les résultats de ces analyses sont présentés dans les pages qui suivent, pour le bouleau jaune, le bouleau à papier et les érables, respectivement.

### ■ **Bouleau jaune**

Le type écologique influence la répartition de certains produits au niveau du mesurage industriel, notamment les volumes de sciage et de pâte (tableau 39). Dans le cas de la classification provinciale, le type écologique n'engendre pas une répartition différente pour aucun des niveaux concernés (qualité de la tige et classe de diamètre).

La carie retrouvée dans une tige de bouleau jaune est grandement influencée par le type écologique auquel le peuplement est associé. En effet, que ce soit par classe de qualité ou par classe de dhp, le type écologique entraîne des taux de carie significativement différents, ce qui prouve que les conditions de station entraînent des différences de réduction au niveau de la tige. Pour le bouleau jaune, ces réductions sont généralement supérieures dans le type écologique MJ22.

---

<sup>1</sup> Classes A, B, C et D telles que définies dans les normes techniques de classification des tiges d'essences feuillues (MRNQ, 1995)

La classification sur pied des billes d'essences feuillues en quatre classes de qualité vise à catégoriser les tiges selon leur potentiel de production de bois de sciage (Ministère des Ressources naturelles du Québec, 1995). Comme il est possible de le constater au tableau 39, la qualité de la tige est un paramètre qui influence significativement la répartition de presque tous les types de produits et semble représentative du taux de carie rencontré dans la tige. Chez le bouleau jaune, la qualité n'est jamais associée au type écologique pour prédire les volumes de bois qui sont destinés à un usage particulier. C'est seulement lorsque vient le temps d'évaluer les volumes de carie que l'interaction entre ces deux paramètres devient significative.

Comme on pouvait s'y attendre, les classes de dhp influencent significativement la répartition des volumes par produits, puisque les classes inférieures produisent des volumes orientés vers la pâte et la palette alors que les classes supérieures produisent des volumes utilisables pour le sciage.

**Tableau 39 - Effets de différents paramètres sur la classification des billes de bouleau jaune**

<i>Source de variation</i>	<b>Provinciale</b>		<b>Industrielle</b>	
	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>
<b><i>Déroulage</i></b>				
Type écologique	0.28	0.5982	0.55	0.4610
Bloc (Type écologique)	0.09	0.9635	0.39	0.7622
Qualité de la tige	4.34	<b>0.0054**</b>	5.01	<b>0.0022**</b>
Type écologique X Qualité de la tige	0.19	0.9001	0.38	0.7690
Classe de dhp regroupée	2.42	<b>0.0120*</b>	2.28	<b>0.0179*</b>
Type écologique X Classe de dhp	0.76	0.6203	0.92	0.4931
<b><i>Sciage</i></b>				
Type écologique	2.32	0.1295	3.85	0.0510
Bloc (Type écologique)	1.84	0.1414	1.02	0.3843
Qualité de la tige	8.08	<b>0.0001**</b>	5.22	<b>0.0017**</b>
Type écologique X Qualité de la tige	0.86	0.4645	2.00	0.1151
Classe de dhp regroupée	2.85	<b>0.0033**</b>	4.71	0.0001**
Type écologique X Classe de dhp	1.47	0.1786	3.46	<b>0.0015**</b>
<b><i>Palette</i></b>				
Type écologique	0.14	0.7083	1.46	0.2275
Bloc (Type écologique)	0.53	0.6619	2.02	0.1119
Qualité de la tige	0.84	0.4724	3.85	<b>0.0102*</b>
Type écologique X Qualité de la tige	1.33	0.2641	0.88	0.4499
Classe de dhp regroupée	1.22	0.2863	2.12	<b>0.0291*</b>
Type écologique X Classe de dhp	1.28	0.2612	0.27	0.9646
<b><i>Pâte</i></b>				
Type écologique	2.90	0.0900	0.77	0.3797
Bloc (Type écologique)	0.40	0.7506	1.42	0.2387
Qualité de la tige	4.78	<b>0.0030**</b>	8.95	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Qualité de la tige	0.85	0.4694	2.41	0.0678
Classe de dhp regroupée	11.71	<b>0.0001**</b>	17.83	0.0001**
Type écologique X Classe de dhp	1.88	0.0736	4.12	<b>0.0003**</b>
<b><i>Carie</i></b>				
Type écologique			11.03	<b>0.0010**</b>
Bloc (Type écologique)			0.47	0.7051
Qualité de la tige			11.81	0.0001**
Type écologique X Qualité de la tige			3.98	<b>0.0086**</b>
Classe de dhp regroupée			34.49	0.0001**
Type écologique X Classe de dhp			17.34	<b>0.0001**</b>
<b><i>Volume non utilisé</i></b>				
Type écologique			2.05	0.1530
Bloc (Type écologique)			13.76	<b>0.0001**</b>
Qualité de la tige			5.74	<b>0.0008**</b>
Type écologique X Qualité de la tige			0.09	0.9665
Classe de dhp regroupée			16.12	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Classe de dhp			0.54	0.8473

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$



## ■ **Bouleau à papier**

Tout comme pour le bouleau jaune, le type écologique influence la classification des billes de bouleau à papier pour certains produits (tableau 40), notamment au niveau du sciage (classification industrielle) et des volumes non utilisés et de carie. Il est à noter que très peu de billes de bouleau à papier aptes au déroulage ont été retrouvées dans les peuplements traités. Par conséquent, aucune observation valide ne peut être réalisée sur ces volumes.

Contrairement au bouleau jaune, les volumes de carie retrouvés dans les tiges de bouleau à papier d'un diamètre donné sont généralement supérieurs sur le type écologique FE32. Une hypothèse serait que les tiges de bouleau à papier croissant en peuplements feuillus sont plus sensibles aux agents pathogènes.

Les classes de dhp, de même que les classes de qualité de tige sont significativement déterminantes pour la classification de presque tous les produits chez le bouleau à papier. Seuls les volumes destinés à la palette ne semblent pas être influencés par la classe de dhp de la tige. Le fait que ce type de produits comprend des tiges ou des parties de tiges de moins bonne qualité explique en partie cette situation : les tiges classées B, C ou D peuvent en effet toutes posséder des sections de qualité insuffisante pour le sciage et dont les volumes seront éventuellement orientés vers la palette.

**Tableau 40** - Effets de différents paramètres sur la classification des billes de bouleau à papier

<i>Source de variation</i>	<b>Provinciale</b>		<b>Industrielle</b>	
	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>
<b><i>Sciage</i></b>				
Type écologique	2.56	0.1136	5.38	<b>0.0229*</b>
Bloc (Type écologique)	2.19	0.0974	5.19	<b>0.0025**</b>
Qualité de la tige	4.26	<b>0.0076**</b>	8.22	<b>0.0001*</b>
Type écologique X Qualité de la tige	-	-	-	-
Classe de dhp regroupée	2.62	<b>0.0131*</b>	2.54	<b>0.0159*</b>
Type écologique X Classe de dhp	0.60	0.6605	0.29	0.8855
<b><i>Palette</i></b>				
Type écologique	0.61	0.4388	0.60	0.4412
Bloc (Type écologique)	1.11	0.3503	6.45	<b>0.0006**</b>
Qualité de la tige	1.89	0.1376	0.25	0.8646
Type écologique X Qualité de la tige	-	-	-	-
Classe de dhp regroupée	1.51	0.1646	0.61	0.7669
Type écologique X Classe de dhp	0.59	0.6699	1.17	0.3309
<b><i>Pâte</i></b>				
Type écologique	0.06	0.8137	2.04	0.1574
Bloc (Type écologique)	7.91	<b>0.0001**</b>	4.84	<b>0.0037**</b>
Qualité de la tige	6.28	<b>0.0007**</b>	15.23	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Qualité de la tige	-	-	-	-
Classe de dhp regroupée	5.75	<b>0.0001**</b>	10.12	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Classe de dhp	0.92	0.4571	0.16	0.9593
<b><i>Carie</i></b>				
Type écologique			23.34	<b>0.0001**</b>
Bloc (Type écologique)			1.70	0.1739
Qualité de la tige			7.27	<b>0.0002**</b>
Type écologique X Qualité de la tige			-	-
Classe de dhp regroupée			23.54	0.0001**
Type écologique X Classe de dhp			6.61	<b>0.0001**</b>
<b><i>Volume non utilisé</i></b>				
Type écologique			0.02	0.8755
Bloc (Type écologique)			24.59	<b>0.0001**</b>
Qualité de la tige			3.91	<b>0.0091**</b>
Type écologique X Qualité de la tige			-	-
Classe de dhp regroupée			16.93	0.0001**
Type écologique X Classe de dhp			3.01	<b>0.0112*</b>

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

## ■ Érables

Les érables sont le seul groupe d'essences qui ne démontre aucune influence du type écologique sur la classification des billes de sciage, les deux types ayant démontré des répartitions semblables des volumes lors du mesurage (tableau 41). Même au niveau de la carie, les deux types écologiques semblent produire les mêmes réductions de volumes. C'est seulement pour les volumes de palette qu'il semble y avoir des différences entre les types écologiques.

Seules la qualité de la tige et la classe de dhp influencent la répartition des volumes d'érable par produits. Les effets de ces paramètres varient cependant selon le type de mesurage réalisé : sur une base industrielle, la classe de dhp et la qualité de celle-ci influencent généralement la répartition des volumes bruts par produits.

**Tableau 41 - Effets de différents paramètres sur la classification des billes d'érable**

<i>Source de variation</i>	<b>Provinciale</b>		<b>Industrielle</b>	
	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>
<b><i>Sciage</i></b>				
Type écologique	0.44	0.5053	0.15	0.7019
Bloc (Type écologique)	0.90	0.4431	1.28	0.2824
Qualité de la tige	1.52	0.2102	15.35	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Qualité de la tige	1.95	0.1638	2.26	0.1337
Classe de dhp regroupée	3.97	<b>0.0002**</b>	3.37	<b>0.0010**</b>
Type écologique X Classe de dhp	0.14	0.9826	0.51	0.7654
<b><i>Palette</i></b>				
Type écologique	0.01	0.9311	8.11	<b>0.0047**</b>
Bloc (Type écologique)	0.68	0.5628	2.49	0.0609
Qualité de la tige	7.52	<b>0.0001**</b>	1.26	0.2888
Type écologique X Qualité de la tige	0.42	0.5185	0.50	0.4819
Classe de dhp regroupée	1.13	0.3447	2.09	<b>0.0370*</b>
Type écologique X Classe de dhp	1.03	0.4001	1.91	0.0933
<b><i>Pâte</i></b>				
Type écologique	6.58	<b>0.0108*</b>	1.22	0.2699
Bloc (Type écologique)	3.99	<b>0.0083**</b>	2.59	0.0533
Qualité de la tige	2.37	0.0705	9.33	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Qualité de la tige	2.79	0.0962	1.84	0.1757
Classe de dhp regroupée	1.70	0.0972	3.70	<b>0.0004**</b>
Type écologique X Classe de dhp	0.61	0.6911	0.57	0.7252
<b><i>Carie</i></b>				
Type écologique			1.55	0.2142
Bloc (Type écologique)			0.52	0.6667
Qualité de la tige			7.52	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Qualité de la tige			0.07	0.7859
Classe de dhp regroupée			4.60	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Classe de dhp			0.42	0.8373
<b><i>Volume non utilisé</i></b>				
Type écologique			2.21	0.1373
Bloc (Type écologique)			15.68	<b>0.0001**</b>
Qualité de la tige			3.58	<b>0.0135*</b>
Type écologique X Qualité de la tige			0.48	0.6997
Classe de dhp regroupée			25.73	<b>0.0001**</b>
Type écologique X Classe de dhp			0.78	0.6019

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

### *Hypothèse de recherche*

- **La répartition des volumes bruts d'une tige par produits diffère selon le type écologique, la classe de dhp et la classe de qualité.**

### *Réponse :*

Oui. Lors de nos analyses, la plupart de ces paramètres ont significativement influencé les volumes mesurés par produit. Nos résultats confirment que la classe de dhp et la classe de qualité sont des paramètres qui entraînent une différence dans la répartition. À ces paramètres, il faudrait toutefois ajouter le type écologique qui influence significativement la répartition par produit des bouleaux et pour lequel différentes répartitions méritent d'être construites.

#### **4.3.3** Matrices locales

En raison de l'échantillonnage limité réalisé, il n'a pas été possible de construire des matrices en tenant compte des classes de diamètre.

En tenant compte que le diamètre des tiges étudiées variait principalement entre 24 et 50 cm, il est tout de même possible d'établir les tendances pour les trois groupes d'essences étudiées et celles-ci sont présentées aux tableaux 42 à 44. Ces matrices permettent de prédire les proportions moyennes de déroulage, de sciage, de palette, de pâte, de carie et de non utilisé qu'il est possible de retrouver dans un peuplement en fonction de la qualité des tiges, et permettent, pour les bouleaux à papier et jaune, de tenir compte du type écologique dans la répartition des produits.

Pour le bouleau jaune (tableau 42) l'application de la norme industrielle de mesurage permet d'obtenir 68 % de volume de bois d'œuvre dans les tiges de qualité C situées sur le type écologique FE32, alors qu'il est de 58 % sur le type écologique MJ22. Très peu de tiges de qualité A et B sont présentes dans le peuplement. Pour les tiges de qualité D, moins de 6 % du volume est de qualité de bois d'œuvre. En comparaison, la matrice provinciale présume une utilisation moyenne en bois d'œuvre de 55 % des tiges de qualité C et de 18 % des tiges de qualité D. L'application de la norme de mesurage provinciale entraînerait des utilisations en bois d'œuvre inférieures à 48 % et 3 % respectivement pour ces mêmes catégories.

Dans le cas du bouleau à papier avec la norme industrielle (tableau 43), on aurait 72 % de volume en sciage dans les tiges de qualité C sur type écologique FE32 et 59 % sur MJ22. Il n'y aurait pas de volume de sciage pour les tiges de qualité D. La matrice provinciale estime un pourcentage moyen de volume de sciage de 51 % pour les tiges de qualité C et 18 % pour les tiges de qualité D.

Pour les érables avec la norme industrielle (tableau 44), c'est 50 % de volume en sciage pour les tiges de qualité C et 2 % pour les tiges de qualité D, comparativement à 56 % et 20 % respectivement selon la matrice provinciale de répartition par produit.

**Tableau 42 -** Matrice locale de répartition par produits pour le bouleau jaune basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance

Qualité de la tige	Normes provinciales						Normes industrielles (41-02)					
	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Non utilisé	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Non utilisé
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE FE32</b>												
<b>A</b> <b>n=12</b>	7,6	32,0	9,1	13,2	4,6	33,5	7,6	43,1	5,5	5,8	4,5	33,5
	8,7	12,2	9,9	7,2	9,4	14,4	8,7	15	3,2	6,3	9,4	14,4
<b>B</b> <b>n=22</b>	4,8	36,9	13,8	15,2	5,9	23,4	7,3	50,8	5,2	7,4	5,9	23,4
	5,5	10,7	5,5	6,8	4,9	4,3	7,3	10,7	4,7	4,5	4,9	4,3
<b>C</b> <b>n=51</b>	1,3	20	26,4	27,7	1,4	23,2	1,3	51,2	15,3	7,5	1,5	23,2
	1,8	6,6	6,7	6,4	1,1	4,1	1,8	6,1	3,9	3,3	1,1	4,1
<b>D</b> <b>n=68</b>	0	0	0,6	5,7	0,4	93,3	0	2,2	1,9	2,2	0,4	93,3
	0	0	1,2	4,7	0,4	5,4	0	2,2	2,2	1,9	0,4	5,4
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE MJ22</b>												
<b>A</b> <b>n=31</b>	7,6	31,2	14,7	13,0	3,8	29,7	9,6	45,4	6,2	5,3	3,8	29,7
	5,4	8,0	5,7	5,4	3,7	5,1	5,8	5,5	3,4	3,6	3,7	5,1
<b>B</b> <b>n=23</b>	1,6	26,0	23,8	15,4	3,8	29,4	1,6	51,2	9,0	4,9	3,9	29,4
	3,3	11,3	10,5	7,1	2,3	5,7	3,3	6,0	6,1	3,9	2,3	5,7
<b>C</b> <b>n=64</b>	0	12,6	22,3	33,9	1,5	29,7	0	42,6	15,7	10,5	1,5	29,7
	0	5,5	6,5	6,9	1,2	5,6	0	7,2	5,3	4,0	1,2	5,6
<b>D</b> <b>n=110</b>	0	0,9	1,9	6,3	1,6	89,3	0	5,1	0,8	3,1	1,7	89,3
	0	1,2	1,8	3,6	1,0	5,3	0	3,2	0,9	1,9	1,0	5,3

**Tableau 43 -** Matrice locale de répartition par produits pour le bouleau à papier basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance

Qualité de la tige	Normes provinciales						Normes industrielles (41-02)					
	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Non utilisé	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Non utilisé
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE FE32</b>												
<b>A</b> <b>n=4</b>	0	37,6	19,9	12,1	5,0	25,4	0	61,3	3,9	4,4	5,0	25,4
	0	38,8	23,8	18,0	6,9	23,6	0	19,6	6,4	4,6	6,9	23,6
<b>B</b> <b>n=10</b>	1,7	36,0	24,2	20,9	4,2	13,0	1,7	62,4	10,0	8,7	4,2	13,0
	3,8	22,2	15,4	10,6	2,7	4,7	3,8	18,8	11,9	7,3	2,7	4,7
<b>C</b> <b>n=17</b>	0	24,6	25,1	27,9	3,4	19,0	0	64,5	7,8	5,3	3,4	19,0
	0	13,3	10,9	14,9	2,4	5,8	0	8,7	6,5	4,3	2,4	5,8
<b>D</b> <b>n=53</b>	0	0	0	2,1	0,8	97,1	0	0	0	2,1	0,8	97,1
	0	0	0	3,1	1,1	4,2	0	0	0	3,1	1,1	4,2
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE MJ22</b>												
<b>A</b> <b>n=1</b>	0	0	20,4	34,3	13,7	31,6	0	20,5	9,7	24,5	13,7	31,6
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>B</b> <b>n=5</b>	0	45,8	7,2	27,0	2,9	17,1	0	64,3	8,7	7,1	2,9	17,0
	0	33,0	18,6	39,2	4,5	9,7	0	11,5	18,4	13,1	4,5	9,7
<b>C</b> <b>n=39</b>	0	20,7	16,0	31,0	1,0	31,3	0	44,3	14,3	9,1	1,0	31,3
	0	9,4	6,7	10,6	1,9	9,4	0	9,8	7,0	5,9	1,9	9,4
<b>D</b> <b>n=147</b>	0	0,5	0,3	0,7	0,5	98,0	0	0,9	0,3	0,3	0,5	98,0
	0	0,7	0,5	0,7	0,6	1,8	0	1,0	0,4	0,3	0,6	1,8

**Tableau 44** - Matrice locale de répartition par produits pour les érables basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance

Qualité de la tige	Normes provinciales						Normes industrielles (41-02)					
	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Non utilisé	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Non utilisé
<b>A</b> n=32	0	26,3	19,1	24,1	7,2	23,3	0	51,1	4,1	14,3	7,2	23,3
	0	9,1	6,2	7,2	2,4	4,5	0	7,0	2,7	5,3	2,4	4,5
<b>B</b> n=38	0	26,2	18,1	26,1	3,8	25,8	0	48,8	5,1	16,5	3,8	25,8
	0	7,5	7,3	7,9	2,0	4,0	0	8,9	2,4	6,7	2,0	4,0
<b>C</b> n=175	0	15,1	15,9	34,6	3,2	31,2	0	40,1	9,5	16,0	3,2	31,2
	0	3,4	3,3	4,1	1,0	3,2	0	4,2	2,0	3,2	1,0	3,2
<b>D</b> n=629	0	0,6	0,4	3,3	0,6	95,1	0	1,3	1,0	2,0	0,6	95,1
	0	0,5	0,3	1,1	0,3	1,5	0	0,7	0,5	0,8	0,3	1,5



## 5. DISCUSSION

La problématique étudiée concerne les peuplements mixtes, dont ceux dans lesquels on retrouve la plus grande hétérogénéité et la plus grande variabilité des caractéristiques forestières.

Le projet vise à déterminer, pour les deux types écologiques les plus fréquemment rencontrés dans cette partie de la Mauricie :

- Les facteurs qui peuvent entraîner un écart entre l'estimation des volumes de bois sur pied faite à l'aide des tables et la mesure des volumes de bois récoltés.
- L'estimation des différences observées.
- Les ajustements qui permettent l'estimation la plus précise possible des volumes de bois.

Aussi, ce rapport a permis de vérifier sept hypothèses :

### **1. Le volume marchand brut réel de la tige diffère selon le type écologique, la classe de hauteur et la classe de dhp.**

Le volume marchand brut réel de la tige diffère en fonction de la classe de hauteur et de la classe de dhp, comme il est présenté dans le tarif de cubage de Perron (1998). Quant au type écologique, il entraîne des variations de volume chez certaines essences. L'érable à sucre, par exemple, ne démontre pas de volume différent pour les types écologiques FE32 et MJ22, alors que l'érable rouge et le bouleau à papier et jaune possèdent des volumes significativement inférieurs sur le type écologique MJ22 pour un diamètre donné. Pour ces trois dernières essences, le type MJ22 montre une hauteur moyenne plus faible pour un diamètre donné, indiquant un potentiel de production inférieur qui mérite d'être considéré lors des inventaires forestiers.

### **2. L'estimation du volume marchand brut faite par tarif de cubage diffère significativement du volume réel de la tige.**

L'estimation du volume marchand brut faite par tarif de cubage diffère significativement du volume réel de la tige pour certaines essences et sur certains types écologiques. Dans le cadre de cette étude, le bouleau jaune et le bouleau à papier n'ont pas présenté de différences entre l'évaluation du volume marchand brut par tarif de cubage général et le volume mesuré. Les érables à sucre et rouge ont cependant montré des différences significatives sur le type écologique FE32, les volumes marchands bruts estimés par tarifs de cubage généraux étant inférieurs aux volumes mesurés. Cette tendance, sans être significative, est également présente chez les bouleaux à papier et jaune sur le type écologique FE32.

La différence entre les volumes estimés et mesurés est généralement d'autant plus grande que la précision des mesures diminue. Par exemple, l'utilisation de tarifs de cubage locaux entraîne plus de biais dans le calcul du volume marchand brut d'une tige pour les érables et le bouleau à papier que l'utilisation d'un tarif de cubage général. Ce biais entraîne une sous-estimation des volumes marchands réels présents sur le parterre de coupe. Dans la plupart des cas, il peut être amoindri, en utilisant des mesures plus précises (tarif de cubage général).

### **3. Le tarif de cubage provincial s'ajuste aux données régionales mesurées.**

Les données recueillies lors de cette étude confirment qu'à un niveau régional spécifique, les tarifs de cubage ne s'ajustent pas parfaitement aux données récoltées. Le fait que le tarif de cubage ait été construit à partir des données couvrant toute une gamme de conditions écologiques contribuent à expliquer les différences observées, notamment dans le cas des bouleaux à papier et jaune et de l'érable rouge, pour lesquels il a été démontré que le type écologique avait une influence significative sur les volumes présents pour une classe de diamètre donnée. Un ajustement régional des tarifs de cubage par type écologique, ou du moins pour les types écologiques dominants d'une région donnée, permettrait sans doute une meilleure évaluation des volumes feuillus bruts du peuplement.

### **4. Les particularités industrielles de mesurage entraînent une répartition des produits différente que celle faite selon les normes provinciales.**

Les particularités industrielles de mesurage entraînent une répartition des produits différente que celle faite selon les normes provinciales. Afin de pallier à un manque d'approvisionnement en billes de qualité sciage, des normes spécifiques de mesurage ont été adaptées par les industriels de la Mauricie. Ces normes ont permis de doubler la proportion de billes destinées au sciage (sciable), principalement en allant chercher les tiges qui seraient normalement orientées vers la palette et la pâte. Cette situation laisse entendre que les estimés d'approvisionnement réalisés à partir des inventaires et de la matrice provinciale surestiment les volumes de sciage réellement présents dans le peuplement et qu'à un niveau régional, des ajustements sont nécessaires pour ramener les volumes de sciage (sciable) à un niveau raisonnable prévus dans les contrats.

### **5. La matrice provinciale de répartition par produits reflète la répartition réelle, telle que réalisée par le mesurage.**

Non. Selon le mesurage provincial, les matrices provinciales surestiment les volumes de bois d'œuvre présents dans l'aire commune 41-02 pour le bouleau jaune et les érables. L'une des répercussions de la surestimation des volumes de sciage est l'ajustement industriel du mesurage, qui ramène à des niveaux comparables la proportion de bois d'œuvre des bouleaux en allant chercher les volumes qui seraient normalement considérés « pâte » lors d'un mesurage

conventionnel. Pour les érables, la surestimation des volumes de bois d'œuvre demeurent significative, malgré les ajustements industriels de mesurage.

Pour ce qui est de l'estimation des volumes de déchets et pâte non utilisés, les volumes mesurés sur le terrain peuvent atteindre plus de 10 fois les volumes estimés, et ce pour toutes les essences étudiées. Il est important de noter qu'une forte proportion de cette catégorie est constituée de pâte non utilisée et non de déchets.

**6. Le tronçonnage des tiges est une source de variation pouvant expliquer les différences de répartition par produits observées à un niveau régional.**

Le mesurage des tiges en longueur sur le parterre de coupe, suite à l'abattage, donne des volumes qui sont significativement supérieurs à la somme des volumes par produits des tronçons de la tige mesurés suite au tronçonnage. Le bouleau à papier est l'essence la plus affectée par cette situation. Ces différences peuvent être un effet combiné de la méthode de mesurage (tronc en longueur versus tronçon court (plus précis)), la qualité des tiges, le taux de carie, la forme des troncs. Notre étude ne nous permet cependant pas d'affirmer comment ces pertes pourraient être évitées et des études plus poussées sur le sujet mériteraient d'être considérées.

**7. La répartition des volumes bruts d'une tige par produit diffère selon le type écologique, la classe de dhp et la classe de qualité.**

La répartition des volumes bruts d'une tige par produit diffère selon la classe de dhp et la classe de qualité, tel que présenté dans les matrices de répartition par produit provincial. À ces paramètres, il faudrait toutefois ajouter le type écologique qui influence significativement la répartition par produits des bouleaux à papier et jaune et pour lequel différentes répartitions par produits méritent d'être construites.

## 6. RECOMMANDATIONS

La présente étude a permis de démontrer que certains ajustements des tarifs de cubage de Perron (1985) seraient nécessaires pour évaluer plus exactement le volume marchand brut des tiges de bouleau à papier et jaune et des tiges d'érables à sucre et rouge de la région de la Mauricie. Il est toutefois important de mentionner que ces ajustements réviseront à la hausse les volumes marchands bruts estimés au moment de la planification.

Les opérations de tronçonnage font l'objet de particularité de mesurage par les industriels à un niveau régional. Ces particularités permettent de surclasser certaines tiges qui font partie de la classe dite sciable. La mise en application d'un tel processus permet, pour les bouleaux à papier et jaune, d'obtenir de façon globale un volume marchand brut de bois d'œuvre (déroulage, sciage et palette) équivalent à ce qui est estimé par la matrice de répartition par produit provinciale. Au niveau des érables, il existe toujours un manque à gagner pour les volumes marchands bruts de bois d'œuvre même en appliquant les particularités industrielles de mesurage.

Un point important à remarquer pour toutes les essences étudiées, c'est la répartition par produit différente obtenue en fonction des classes de qualité. Il serait certes prudent de considérer ces différences sachant que la majorité des peuplements sont constitués de tiges de qualité C et D.

Lors des prises de mesures, il a été observé des écarts importants entre les volumes marchands bruts des tiges en longueur dans les empilements comparativement à la somme des volumes marchands bruts des tronçons des mêmes tiges. Les raisons de ces écarts nous semblent obscures et cette étude ne nous a pas permis de les identifier. Dans le cadre d'opération standard, il faudrait ajouter, aux pertes observées, le fait que le tronçonnage n'est pas toujours réalisé de façon optimale et que des tiges peuvent être oubliées dans les aires d'empilement et en forêt.

Suite à l'ensemble de ces observations, nous considérons qu'il serait important pour les bénéficiaires de vérifier leur processus de calcul interne. Le tout relativement aux traitements des données d'inventaire, aux calculs de volume par tarif de cubage et d'attribution des produits en fonction des matrices de répartition par produits provinciales. Nous conseillons fortement de porter une attention particulière à la précision des résultats des estimations par essence.

De plus, il est important de tenir compte de façon exacte des écarts de superficies entre la planification et la réalisation.

Enfin, un dernier point pouvant apporter un biais dans les estimations volumétriques, mais n'ayant pas fait l'objet d'évaluation de notre part, est le type d'intervention. En effet, les prélèvements partiels dans les peuplements mixtes ne sont pas nécessairement équivalents à la proportion des essences ou à la proportion de chacune des classes de qualité du peuplement global. Ainsi, un prélèvement plus intensif des tiges résineuses matures et des feuillus de faible qualité contribuera nécessairement à la récolte d'un volume plus faible qu'anticipé de bois d'œuvre feuillus.

## 7. CONCLUSION

---

Les outils provinciaux mis à la disposition des industriels forestiers pour le calcul des volumes marchands et la répartition des volumes par produits ont été construits de façon à évaluer le plus exactement possible les volumes d'un peuplement, quelle que soit sa répartition géographique. De même, la matrice provinciale de répartition a été mise sur pied de façon à permettre au Ministère d'évaluer de façon précise les produits issus d'une tige d'une essence donnée tronçonnée de façon optimale.

Comme il a été démontré, certains ajustements aux tarifs de cubage et à la matrice de répartition des volumes par produit seraient nécessaires pour représenter adéquatement les volumes présents dans les peuplements mixtes de la réserve Mastigouche. Il a également été démontré que dans certains cas, il serait avantageux de tenir compte du type écologique en présence.

Enfin, les allocations faites aux bénéficiaires devraient tenir compte des produits et surtout prévoir des coussins afin de mieux gérer les risques.

## 8. BIBLIOGRAPHIE

**DION, E., R. GIRARD, S. VÉZINA ET J.-G. SERGERIE. 1996.** Modifications des matrices provinciales de répartition par produit concernant les bouleaux jaune et à papier, l'érable à sucre et le peuplier faux-tremble utilisées dans « Sylva I » pour les adapter aux particularités locales de chaque unité de gestion dans « Sylva II ». Direction de la gestion des stocks forestiers/Direction des programmes forestiers, ministère des Ressources naturelles, Gouvernement du Québec. 34 p.

**MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC. 1995.** Classification des tiges d'essences feuillues. Normes techniques. Service de l'inventaire forestier, Gouvernement du Québec. 73 p.

**MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC. 1998.** Manuel d'aménagement forestier. Documents d'annexes. Gouvernement du Québec. Non paginé.

**MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC. 1999.** Méthodes de mesurage des bois. Instructions. Gouvernement du Québec. 180 p.

**MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC. 2000.** Méthodes d'échantillonnage pour les suivis des interventions forestières. Exercice 2000-2001. Gouvernement du Québec, 206 p.

**PERRON, J.-Y. 1985.** Tarif de cubage. Volume marchand brut. Service de l'inventaire forestier, ministère de l'Énergie et des Ressources, Gouvernement du Québec. 55 p.

**ROUTHIER, J.-G. ET G. LABERGE. 1992.** Étude préalable à l'aménagement de l'aire commune 41-02. Étude soumise aux bénéficiaires de l'aire commune 41-02. Consultants forestiers DGR inc. 68 p + annexes.

# **ANNEXE A**

## **OUTILS DE CLASSIFICATION**

---

**Tableau A.1 - Grille de classification des tiges feuillues (MRNQ, 1995)**

Classe de qualité	A		B		C		D	
Section retenue pour l'évaluation à partir du sommet de la plus haute racine	1 <sup>er</sup> cinq m		1 <sup>er</sup> cinq m		1 <sup>er</sup> cinq m		Toutes les tiges de la classe de dhp de 24 cm et plus qui ne sont pas conformes aux normes de classe « C »	
Bille à évaluer en m	Meilleure 3,70		Meilleure 3,70		Meilleure 3,70			
Classes de dhp en cm	40, 42, 44		46 +		34 +		24 +	
Débits clairs* (nombre maximal et longueur minimale)	Nb max	Long min.	Nb max	Long min.	Nb max	Long min.	Nb max	Long min.
	1 de 3,10 m		1 de 3,10 m ou 2 de 1,50-1,60 1,51-1,59 1,52-1,58 1,53-1,57 1,54-1,56 1,55-1,55		1 de 2,50 m ou 2 de 1,00-1,50 1,01-1,49 1,02-1,48 etc. ou, encore, 3 de 1 m		1 de 1,80 m ou 2 de 0,60-1,20 0,61-1,19 0,62-1,18 etc. ou, encore, 3 de 60 cm	
Rendement en débits clairs	3,10 m		2,50 m		1,80 m			
% de réduction autorisé en incluant les coudes et les courbures	10 %		10 % **		50 % ***			

\* Débit clair : partie d'une face exempte de défaut

\*\* La classe B englobe les tiges des classes de dhp de 34, 36 ou 38 cm qui ne subissent pas plus de 10 % de réduction totale ainsi que celles qui ont le diamètre et le rendement des tiges de classe A tout en étant affectées de 15 % de coude ou courbure ou de 40 % de réduction totale.

\*\*\* La classe C regroupe à la fois les tiges des classes de dhp de 24 à 32 cm auxquelles on n'attribue pas plus de 50 % de réduction totale et celles dont le diamètre et le rendement correspondent à la classe A ou B, mais qui subissent une réduction totale n'excédant pas 60 %.



Tableau A.2 - Matrice provinciale de répartition par produits pour les essences à l'étude

**Matrices Standard Nord et Sud**

Essence :		Bouleau jaune																		
Classe de d.h.p. (cm)	Produits par classe de qualité des tiges de l'inventaire (%)																			
	A					B					C					D				
	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie
10 à 16																		95	4	1
18 à 22																		95	4	1
24												52	42	5	1		9	86	3	2
26												52	42	5	1		9	86	3	2
28												55	32	6	2		19	68	6	7
30 à 32											5	55	32	6	2		19	68	6	7
34 à 38						11	54	28	6	1	7	45	35	9	4		22	59	10	9
40 à 48	14	45	30	8	3	10	44	34	7	5	5	42	40	9	4	2	26	50	10	12
50 à 58	18	32	36	7	7	8	29	44	8	11	2	34	41	9	14	2	13	57	10	18
60 à 98	13	23	40	11	13	5	28	44	7	16	2	13	57	9	9		18	56	6	20

Essence :		Bouleau à papier																		
Classe de d.h.p. (cm)	Produits par classe de qualité des tiges de l'inventaire (%)																			
	A					B					C					D				
	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie
10 à 16																		94	4	2
18 à 22																		94	4	2
24											1	50	43	4	2		18	73	6	3
26											1	50	43	4	2		18	73	6	3
28											2	52	39	5	2		18	73	6	3
30 à 32											2	52	39	5	2		18	73	6	3
34 à 38						13	45	29	7	6	3	50	34	5	8		18	63	6	13
40 à 48	9	55	28	4	4		45	42	7	6		32	50	7	11		17	53	10	20
50 à 58	13	25	41	12	9		49	31	5	15		35	42	4	19		17	53	10	20
60 à 98	29	24	24	14	9		49	31	5	15		35	42	4	19		17	53	10	20

Essences :		Érables																		
Classe de d.h.p. (cm)	Produits par classe de qualité des tiges de l'inventaire (%)																			
	A					B					C					D				
	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie	Dér	Sc	Pâte	Déch.	Carie
10 à 16																		94	4	2
18 à 22																		94	4	2
24												55	39	4	2		20	70	3	2
26												55	39	4	2		20	70	3	2
28												50	34	4	2		20	66	3	6
30 à 32												50	34	4	2		20	66	3	6
34 à 38							58	27	4	1		54	37	6	3		20	66	3	6
40 à 48		54	28	5	2		51	30	6	3		54	34	3	4		31	53	7	9
50 à 58		50	30	3	2		50	36	3	6		47	41	6	6		24	54	3	14
60 à 98		58	34	5	3		50	35	3	9		38	45	7	10		14	52	13	21

Dér : partie utilisable pour le déroulage ; Sc : partie utilisable pour la sciage ; Pâte : partie destinée à la production de pâte ; Déch. : perte due aux décrets de coupe ; Carie : perte due à la carie des tiges.

# **ANNEXE B**

## **ABAQUES RÉGIONAUX DE PRÉDICTION DU VOLUME MARCHAND BRUT**

---

**Tableau B.1** - Volume marchand brut moyen des tiges de bouleau jaune, par classe de diamètre – moyenne et intervalle de confiance

Classe de diamètre	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )	Classe de diamètre	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
10	22	0,0333 0,0072	28	27	0,4793 0,0518
12	20	0,0566 0,0255	30	15	0,5848 0,0825
14	28	0,069 0,0098	32	26	0,6621 0,0769
16	15	0,1201 0,0235	34	19	0,7111 0,0741
18	23	0,1387 0,0225	36	13	0,8562 0,145
20	21	0,1912 0,0233	38	14	1,0287 0,1729
22	26	0,2188 0,0305	40	15	0,8962 0,1503
24	27	0,3155 0,0211	42	17	1,1526 0,1726
26	23	0,3821 0,0459			

**Tableau B.2** - Volume marchand brut moyen des tiges de bouleau jaune, par classe de hauteur

Classe de hauteur	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
11	23	0,193 0,1711
12	30	0,1148 0,0331
13	51	0,2197 0,0572
14	44	0,286 0,0711
15	34	0,4962 0,1252
16	62	0,6157 0,1183
17	51	0,7382 0,1438
18	37	1,0356 0,215
19	20	1,3126 0,3403
20	13	0,9774 0,2537

**Tableau B.3** - Volume marchand brut moyen des tiges de bouleau à papier, par classe de diamètre, pour le type écologique FE32

Classe de diamètre	FE32		MJ22	
	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
10	12	0,0208	28	0,0258
		0,0082		0,0045
12	14	0,0515	33	0,0513
		0,0056		0,015
14	7	0,093	22	0,0914
		0,0147		0,0159
16	10	0,1306	15	0,1123
		0,0167		0,0334
18			15	0,1643
				0,0363
20			19	0,2036
				0,0269
22			14	0,2203
				0,045
24			16	0,3203
				0,0336
26			11	0,375
				0,0873

**Tableau B.4** - Volume marchand brut moyen des tiges de bouleau à papier, par classe de hauteur

Classe de hauteur	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
10	17	0,0582
		0,0130
11	24	0,0912
		0,0445
12	40	0,0976
		0,0332
13	35	0,1163
		0,0306
14	45	0,1689
		0,0464
15	31	0,1694
		0,0433
16	19	0,4046
		0,1363
17	14	0,6829
		0,2726
18	11	0,8605
		0,3147
19	18	0,9991
		0,3295

**Tableau B.5** - Volume marchand brut moyen des tiges d'érable à sucre, par classe de diamètre

Classe de diamètre	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )	Classe de diamètre	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
10	59	0,0206 0,0027	26	20	0,3958 0,0464
12	57	0,0531 0,0051	28	28	0,4967 0,0545
14	42	0,0922 0,0103	30	17	0,5744 0,0727
16	36	0,1251 0,0141	32	18	0,7123 0,0783
18	39	0,1603 0,0143	34	8	0,8313 0,11
20	22	0,2133 0,0295	36	15	0,8934 0,0934
22	27	0,2715 0,0273	38	13	1,0614 0,1433
24	38	0,3311 0,0284	40	11	1,2138 0,1797

**Tableau B.6** - Volume marchand brut moyen des tiges d'érable à sucre, par classe de hauteur

Classe de hauteur	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
10	12	0,0194 0,005
11	12	0,0657 0,0622
12	24	0,1003 0,0668
13	54	0,0995 0,0373
14	48	0,1153 0,04
15	53	0,2425 0,0802
16	76	0,2729 0,0535
17	72	0,413 0,0802
18	59	0,6034 0,093
19	44	0,9522 0,1787
20	12	1,0124 0,2651

**Tableau B.7 -** Volume marchand brut moyen des tiges de bouleau jaune, par classe de diamètre

Classe de diamètre	FE32		MJ22		Classe de diamètre	FE32		MJ22	
	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )		n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
<b>10</b>	7	0,0423	15	0,0291	<b>28</b>	12	0,4935	15	0,4679
		0,0145		0,0083			0,0724		0,0802
<b>12</b>	8	0,0815	12	0,0400	<b>30</b>	11	0,5935	4	0,5610
		0,0653		0,0113			0,1049		0,1997
<b>14</b>	6	0,0627	22	0,0707	<b>32</b>	14	0,6631	12	0,6610
		0,0273		0,0111			0,0856		0,1494
<b>16</b>	6	0,1308	9	0,1129	<b>34</b>	14	0,7252	5	0,6717
		0,0481		0,0302			0,0883		0,1900
<b>18</b>	9	0,1234	14	0,1485	<b>36</b>	5	0,8624	8	0,8523
		0,0390		0,0298			0,1167		0,2507
<b>20</b>	10	0,2077	11	0,1761	<b>38</b>	5	1,0382	9	1,0235
		0,0379		0,0309			0,2121		0,2726
<b>22</b>	12	0,2673	14	0,1772	<b>40</b>	6	1,0821	9	0,7723
		0,0286		0,0413			0,1463		0,2051
<b>24</b>	6	0,3336	21	0,3103	<b>42</b>	4	0,9038	13	1,2291
		0,0769		0,0209			0,1992		0,2071
<b>26</b>	11	0,3954	12	0,3699					
		0,0748		0,0652					

**Tableau B.8** - Volume marchand brut moyen des tiges de bouleau jaune, par classe de hauteur

Classe de diamètre	FE32		MJ22	
	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )	n	Volume moyen (m <sup>3</sup> )
<b>11</b>	2	0,0733	12	0,2044
		0,1939		0,1878
<b>12</b>	7	0,0757	23	0,1267
		0,0291		0,0420
<b>13</b>	14	0,2074	37	0,2244
		0,1124		0,0694
<b>14</b>	14	0,2941	30	0,2822
		0,1614		0,0796
<b>15</b>	13	0,4380	21	0,5322
		0,1939		0,1736
<b>16</b>	23	0,4763	39	0,6979
		0,1435		0,1670
<b>17</b>	29	0,5342	22	1,0071
		0,1154		0,2672
<b>18</b>	23	0,9679	14	1,1469
		0,3027		0,3129
<b>19</b>	13	1,1514	7	1,6119
		0,4305		0,6270
<b>20</b>	8	0,8354	5	1,2046
		0,1842		0,6741

# **ANNEXE C**

## **ANALYSES STATISTIQUES**

---



**Tableau C.1** - Liste des variables dépendantes analysées et des transformations réalisées pour respecter les postulats des analyses de variance

Variable	Essence				
	BOJ	BOP	ERR	ERS	ER
<i>Sections des tiges abattues</i>					
Volume marchand brut	$(x+1)^{-2}$	$(x+1)^{-1}$	$(x+1)^{-3}$	$(x+1)^{-2}$	NA
<i>Tronçons</i>					
Déroutage – mesurage provincial	$(x+1)^2$	aucune	NA	NA	NA
Déroutage – mesurage régional	$(x+1)^2$	aucune	NA	NA	NA
Sciage – mesurage provincial	$(x+1)^{0.33}$	aucune	NA	NA	$(x+1)^{0.5}$
Sciage – mesurage régional	aucune	aucune	NA	NA	aucune
Palette – mesurage provincial	$(x+1)^{-10}$	aucune	NA	NA	$(x+1)^{-2}$
Palette – mesurage régional	$(x+1)^{-10}$	$(x+1)^{-2}$	NA	NA	$(x+1)^{-15}$
Pâte – mesurage provincial	$(x+1)^{0.33}$	aucune	NA	NA	$(x+1)^{0.5}$
Pâte – mesurage régional	$(x+1)^{-3}$	$(x+1)^{-2}$	NA	NA	$(x+1)^{-2}$
Carie	$(x+1)^{-2}$	$(x+1)^{-3}$	NA	NA	$(x+1)^{-1}$
Volume non utilisé	$(x+1)^{-2}$	$(x+1)^{-2}$	NA	NA	$(x+1)^{-2}$

**Tableau C.2 -** Tests de t effectués sur les volumes marchands bruts locaux estimés et les volumes marchands bruts réels

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b>Bouleau jaune</b>	833.0	1.4650	0.1433
FE32	312.0	0.6010	0.5483
MJ22	519.0	1.3058	0.1922
<b>Bouleau à papier</b>	484.6	3.2230	<b>0.0014**</b>
FE32	158.6	1.4703	0.1435
MJ22	330.0	2.4157	<b>0.0161*</b>
<b>Érable rouge</b>	919.2	2.1359	<b>0.0330*</b>
FE32	630.7	2.5368	<b>0.0114*</b>
MJ22	230.0	-0.0270	0.9785
<b>Érable à sucre</b>	823.6	2.4777	<b>0.0134*</b>
FE32	827.8	2.1809	<b>0.0295*</b>
MJ22	98.0	-0.3400	0.7346

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.3 -** Tests de t effectués sur les volumes marchands bruts généraux estimés et les volumes marchands bruts réels

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b>Bouleau jaune</b>	750.2	1.8848	0.0598
FE32	302.2	1.2518	0.2116
MJ22	446.2	1.4143	0.1580
<b>Bouleau à papier</b>	527.7	1.5560	0.1203
FE32	158.4	1.2931	0.1979
MJ22	367.1	0.9622	0.3366
<b>Érable rouge</b>	810.5	1.7627	0.0783
FE32	628.0	1.9992	<b>0.0460*</b>
MJ22	194.0	-0.2261	0.8213
<b>Érable à sucre</b>	895.6	2.4727	<b>0.0136*</b>
FE32	808.3	2.4653	<b>0.0139*</b>
MJ22	90.0	0.3505	0.7268

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.4 -** Tests de t effectués sur les volumes marchands bruts en bois d'œuvre et sur les volumes marchands bruts tronçonnés

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b>Bouleau jaune</b>	233	4.91	<b>0.0001**</b>
FE32	98	0.74	0.4586
MJ22	135	6.72	<b>0.0001**</b>
<b>Bouleau à papier</b>	85	6.07	<b>0.0001**</b>
FE32	36	6.28	<b>0.0001**</b>
MJ22	49	2.83	<b>0.0068**</b>
<b>Érable rouge</b>	106	5.48	<b>0.0001**</b>
FE32	22	3.50	<b>0.0021**</b>
MJ22	17	1.45	0.1673
<b>Érable à sucre</b>	179	7.61	<b>0.0001**</b>
FE32	164	7.74	<b>0.0001**</b>
MJ22	15	0.42	0.6778

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.5 -** Tests de t effectués sur les volumes utilisables réels et les volumes utilisables estimés

<i>Source de variation</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b>Bouleau jaune</b>	46	0.0329	0.9739
FE32	12	6.7791	<b>0.0001**</b>
MJ22	34	-1.2383	0.2243
<b>Bouleau à papier</b>	20	1.9781	0.0626
FE32	10	4.6945	<b>0.0011**</b>
MJ22	10	-0.8118	0.4379
<b>Érable rouge</b>	27	1.5096	0.1432
FE32	22	3.5050	<b>0.0021**</b>
MJ22	5	-1.0232	0.3641
<b>Érable à sucre</b>	48	4.2991	<b>0.0001**</b>
FE32	42	4.8310	<b>0.0001**</b>
MJ22	6	-0.0733	0.9444

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.6 - Tests de t effectués sur les volumes marchands nets selon le type de mesurage (répartition provinciale ou régionale)**

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b><i>Déroulage</i></b>			
Bouleau jaune	490.0	-0.3757	0.7073
FE32	182.0	-0.2287	0.8194
MJ22	306.0	-0.2976	0.7662
Bouleau à papier	176.0	0.0000	1.0000
FE32	68.0	0.0000	1.0000
MJ22	NA	NA	NA
<b><i>Sciage</i></b>			
Bouleau jaune	490.0	-7.9851	<b>0.0000**</b>
FE32	182.0	-4.5449	<b>0.0000**</b>
MJ22	306.0	-6.5889	<b>0.0000**</b>
Bouleau à papier	176.0	-4.8043	<b>0.0000**</b>
FE32	68.0	-3.7003	<b>0.0004**</b>
MJ22	106.0	-3.4548	<b>0.0008**</b>
Érables	527.3	-7.0044	<b>0.0001**</b>
FE32	460.0	-6.4020	<b>0.0001**</b>
MJ22	68.0	-2.9524	<b>0.0043**</b>
<b><i>Palette</i></b>			
Bouleau jaune	366.2	6.6568	<b>0.0001**</b>
FE32	133.7	4.3877	<b>0.0001**</b>
MJ22	230.3	5.0676	<b>0.0001**</b>
Bouleau à papier	159.8	3.3494	<b>0.0010**</b>
FE32	58.6	3.6491	<b>0.0006**</b>
MJ22	106.0	1.0845	0.2806
Érables	378.7	6.8130	<b>0.0001**</b>
FE32	334.9	5.7463	<b>0.0001**</b>
MJ22	41.1	4.2486	<b>0.0001**</b>
<b><i>Pâte</i></b>			
Bouleau jaune	455.2	7.1097	<b>0.0001**</b>
FE32	180.9	3.9958	<b>0.0001**</b>
MJ22	268.6	5.8771	<b>0.0001**</b>
Bouleau à papier	150.6	5.7172	<b>0.0001**</b>
FE32	68.0	3.3730	<b>0.0012**</b>
MJ22	87.0	4.5855	<b>0.0001**</b>
Érables	526.4	5.6419	<b>0.0001**</b>
FE32	458.7	5.4146	<b>0.0001**</b>
MJ22	68.0	1.8596	0.0673

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.7 -** Tests de t effectués sur les volumes marchands nets de **déroulage** entre le tarif de cubage et le mesurage (répartition provinciale ou régionale)

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b><i>Tarif vs provincial</i></b>			
Bouleau jaune	414.8	-4,28	<b>0,0001**</b>
FE32	150.9	-2,11	<b>0,0366*</b>
MJ22	261.2	-3,75	<b>0,0002**</b>
Bouleau à papier	106.6	-5,60	<b>0,0001**</b>
FE32	45.4	-4,43	<b>0,0001**</b>
MJ22	106	-4,03	<b>0,0001**</b>
<b><i>Tarif vs régional</i></b>			
Bouleau jaune	405	-3,72	<b>0,0002**</b>
FE32	147.1	-1,77	0,0784
MJ22	255.2	-3,30	<b>0,0011**</b>
Bouleau à papier	106.6	-5,60	<b>0,0001**</b>
FE32	45.4	-4,43	<b>0,0001**</b>
MJ22	106	-4,03	<b>0,0001**</b>

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.8 -** Tests de t effectués sur les volumes marchands nets de **sciage et palette** entre le tarif de cubage et le mesurage (répartition provinciale ou régionale)

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b><i>Tarif vs provincial</i></b>			
Bouleau jaune	403.7	2,69	<b>0,0075**</b>
FE32	147.8	1,31	0,1921
MJ22	253.7	2,37	<b>0,0186*</b>
Bouleau à papier	139.5	0,78	0,4387
FE32	54.8	-0,41	0,6870
MJ22	79.9	1,68	0,0975
Érables	536	6,53	<b>0,0000**</b>
FE32	468	6,17	<b>0,0000**</b>
MJ22	59.2	2,17	<b>0,0343*</b>
<b><i>Tarif vs régional</i></b>			
Bouleau jaune	423.3	-2,15	<b>0,0318*</b>
FE32	152.3	-1,42	0,1580
MJ22	267.7	-1,63	0,1038
Bouleau à papier	149.8	-3,07	<b>0,0026**</b>
FE32	66	-2,60	<b>0,0115*</b>
MJ22	85.7	-2,12	<b>0,0373*</b>
Érables	536	2,86	<b>0,0044**</b>
FE32	468	2,62	<b>0,0090**</b>
MJ22	66	1,25	0,2175

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.9** - Tests de t effectués sur les volumes marchands nets de **pâte** entre le tarif de cubage et le mesurage (répartition provinciale ou régionale)

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b><i>Tarif vs provincial</i></b>			
Bouleau jaune	428.5	-7,66	<b>0,0001**</b>
FE32	173.3	-5,47	<b>0,0001**</b>
MJ22	258.5	-5,74	<b>0,0001**</b>
Bouleau à papier	154.4	-4,25	<b>0,0001**</b>
FE32	66	-4,14	<b>0,0001**</b>
MJ22	90.9	-2,42	<b>0,0177*</b>
Érables	470.5	-2,70	<b>0,0072**</b>
FE32	411.3	-2,27	<b>0,0235*</b>
MJ22	52.3	-2,57	<b>0,0130*</b>
<b><i>Tarif vs régional</i></b>			
Bouleau jaune	363	13,68	<b>0,0001**</b>
FE32	167.3	-9,12	<b>0,0001**</b>
MJ22	206.7	10,51	<b>0,0001**</b>
Bouleau à papier	512.1	-9,00	<b>0,0001**</b>
FE32	23.7	-7,57	<b>0,0001**</b>
MJ22	68.8	-5,92	<b>0,0001**</b>
Érables	512.1	-9,85	<b>0,0001**</b>
FE32	447.3	-9,08	<b>0,0001**</b>
MJ22	53.5	-4,98	<b>0,0001**</b>

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.10** - Tests de t effectués sur les volumes marchands nets de **carie** entre le tarif de cubage et le mesurage (répartition provinciale ou régionale)

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
Bouleau jaune	422.3	0,03	0,9734
FE32	113.6	-0,83	0,4101
MJ22	300	0,85	0,3962
Bouleau à papier	174	0,39	0,7006
FE32	55.8	0,66	0,5138
MJ22	106	0,15	0,8808
Érables	312.7	-4,71	<b>0,0001**</b>
FE32	273.1	-4,80	<b>0,0001**</b>
MJ22	41.2	0,03	0,9740

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.11** - Tests de t effectués sur les volumes marchands nets de **bois d'œuvre** entre le tarif de cubage et le mesurage (répartition provinciale ou régionale)

<i>Source de variation</i>	<i>d.l.</i>	<i>t</i>	<i>p &gt; t</i>
<b><i>Tarif vs provincial</i></b>			
Bouleau jaune	-3.72	449.6	<b>0.0002**</b>
Bouleau à papier	-1.77	160.7	0.0790
Érables	-6.53	536.0	<b>0.0000**</b>
<b><i>Tarif vs régional</i></b>			
Bouleau jaune	0.26	462.2	0.7988
Bouleau à papier	1.64	174.0	0.1022
Érables	-2.76	536.0	<b>0.0061**</b>

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$

**Tableau C.12** - Analyse de variance visant à établir les sources de variation de la hauteur utilisable

<i>Source de variation</i>	<i>F</i>	<i>p &gt; F</i>
<b><i>Bouleau jaune</i></b>	0.65	0.8151
<b><i>Bouleau à papier</i></b>	1.16	0.4349
<b><i>Érables</i></b>		
Type écologique	4.50	<b>0.0382*</b>
Bloc	0.79	0.4600
Qualité de la tige	0.98	0.3268
Qualité de la tige * Type écologique	-	-
Classe de dhp	3.63	<b>0.0103*</b>
Classe de dhp * Type écologique	0.36	0.7011

\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,05$

\*\* : Différence considérée significative au seuil  $\alpha = 0,01$



# **ANNEXE D**

## **AUTRES MATRICES LOCALES DE RÉPARTITION PAR PRODUITS**

**Tableau D.1 -** Matrice locale de répartition par produits du bouleau jaune pour le type écologique FE32 en tenant compte de la classe de diamètre - moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Taux d'utilisation	Normes provinciales					Classification régionale				
		Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>10-16</b> n=0	0 0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
<b>18-22</b> n=7	7,3 8,4	0 0	0 0	6,4 15,1	93,2 15,3	0,4 0,7	0 0	21,5 24,9	44,1 31,5	34,1 27,0	0,4 0,7
<b>24</b> n=5	80,8 5,7	0 0	11,4 29,4	40,0 26,8	48,6 8,3	0 0	0 0	66,1 20,7	22,9 18,3	11,1 15,0	0 0
<b>26</b> n=13	75,5 6,0	0 0	18,4 17,4	50,0 20,3	31,3 20,2	0,4 0,8	0 0	77,0 8,1	16,7 7,9	5,9 3,6	0,4 0,8
<b>28</b> n=6	86,4 7,9	0 0	34,9 39,8	27,5 42,6	34,1 28,1	3,5 5,9	0 0	75,2 13,0	18,6 15,1	2,6 3,4	3,5 5,9
<b>30-32</b> n=32	69,6 9,3	2,3 3,3	27,1 10,4	29,1 10,4	37,8 11,2	3,6 2,6	2,3 3,3	60,1 11,4	18,2 7,3	15,8 7,6	3,6 2,6
<b>34-38</b> n=20	77,5 4,5	7,6 9,0	52,3 13,5	19,1 7,1	17,0 8,4	4,0 3,4	11,1 11,0	71,7 10,3	7,5 6,7	5,8 2,9	4,0 3,4
<b>40-48</b> n=13	62,5 16,6	12,0 11,3	47,6 13,8	15,3 13,9	21,5 12,4	3,6 6,1	12,0 11,3	66,4 15,1	7,0 4,2	11,1 11,2	3,6 6,1
<b>50-58</b> n=3	58,9 54,9	0 0	0 0	0 0	43,6 13,5	56,4 13,5	0 0	0 0	0 0	43,6 13,5	56,4 13,5

**Tableau D.2 -** Matrice locale de répartition par produits du bouleau jaune pour le type écologique MJ22 en tenant compte de la classe de diamètre - moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Taux d'utilisation	Normes provinciales					Classification régionale				
		Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>10-16</b> n=1	0 0	0 -	28,4 -	0 -	47,9 -	23,7 -	0 -	44,1 -	0 -	32,2 -	23,7 -
<b>18-22</b> n=7	1,3 2,7	0 0	6,9 16,4	8,4 19,9	84,7 23,6	0 0	0 0	10,7 25,3	55,0 15,1	34,3 16,5	0 0
<b>24</b> n=20	66,9 13,5	0 0	6,7 9,7	19,0 16,4	72,6 17,1	1,7 2,6	0 0	38,1 18,9	37,5 17,1	22,7 10,8	1,7 2,6
<b>26</b> n=13	65,9 13,3	0 0	18,2 18,3	31,1 19,8	50,0 21,0	0,6 0,5	0 0	68,9 21,3	21,4 20,4	9,1 9,2	0,6 0,5
<b>28</b> n=17	83,4 6,8	0 0	12,2 14,1	39,5 18,1	47,0 15,7	1,3 1,4	0 0	64,1 12,7	23,3 9,2	11,3 9,8	1,3 1,4
<b>30-32</b> n=25	68,4 9,2	0 0	28,5 13,1	33,6 15,4	34,4 13,4	3,5 3,4	0 0	64,6 14,0	17,8 11,9	14,1 6,7	3,5 3,4
<b>34-38</b> n=28	73,8 6,5	1,5 3,0	36,3 13,9	32,7 12,6	24,0 9,9	5,4 3,4	1,5 3,0	74,0 9,4	10,8 6,5	8,3 6,2	5,4 3,4
<b>40-48</b> n=37	70,5 5,2	5,8 5,0	41,2 11,4	19,1 8,5	25,3 9,2	8,6 4,9	7,0 5,4	65,3 9,3	10,0 5,1	9,1 5,0	8,6 4,9
<b>50-58</b> n=12	66,7 20,9	5,2 11,3	12,3 12,5	19,3 16,8	42,5 19,0	20,7 16,2	7,8 12,2	45,2 19,8	1,8 3,0	24,5 11,7	20,7 16,2
<b>60-68</b> n=2	67,3 37,1	18,4 79,2	11,4 48,9	10,3 44,2	46,4 114,0	13,5 58,2	18,4 79,2	24,3 104,7	0 0	43,7 125,6	13,5 58,2

**Tableau D.3 -** Matrice locale de répartition par produits du bouleau à papier pour le type écologique FE32 en tenant compte de la classe de diamètre - moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Taux d'utilisation	Normes provinciales					Classification régionale				
		Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>10-16</b> n=0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>18-22</b> n=1	3,2	0,0	0,0	0,0	97,2	2,8	0	52,3	38,5	6,4	2,8
	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>24</b> n=1	80,5	0,0	0,0	0,0	98,5	1,5	0	80,5	14,6	3,3	1,5
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>26</b> n=3	48,8	0	21,1	25,0	49,8	4,1	0	79,5	9,4	7,0	4,1
	86,1	0	67,3	79,5	82,9	13,1	0	34,4	30,1	11,8	13,1
<b>28</b> n=5	83,8	0	51,7	32,0	16,2	0,1	0	78,1	19,5	2,3	0,1
	9,3	0	36,2	34,1	13,7	0,3	0	30,0	27,4	3,5	0,3
<b>30-32</b> n=9	81,5	0	22,4	45,1	26,3	6,2	0	82,8	5,5	5,6	6,2
	7,6	0	21,4	20,2	23,4	5,7	0	12,4	5,2	6,8	5,7
<b>34-38</b> n=12	85,3	1,5	34,6	22,8	32,3	8,7	1,5	59,5	9,3	20,9	8,7
	6,6	3,3	23,6	15,3	15,8	6,1	3,3	24,3	10,8	17,0	6,1
<b>40-48</b> n=3	82,2	0	41,1	32,8	19,5	6,6	0	80,0	5,9	7,4	6,6
	17,5	0	68,6	30,5	27,2	13,2	0	20,5	10,1	5,8	13,2
<b>50-58</b> n=2	70,5	0	66,0	0	25,7	8,3	0	76,3	0	15,4	8,3
	79,9	0	111,2	0	110,5	0,7	0	66,9	0	66,2	0,7

**Tableau D.4 -** Matrice locale de répartition par produits du bouleau à papier pour le type écologique MJ22 en tenant compte de la classe de diamètre - moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Taux d'utilisation	Normes provinciales					Classification régionale				
		Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>10-16</b> n=1	0 0	0 -	0 -	0 -	100 -	0 -	0 -	0 -	48,1 -	51,9 -	0 -
<b>18-22</b> n=16	3,7 4,2	0 0	4,7 10,0	8,0 11,6	84,8 14,4	2,5 3,6	0 0	26,4 16,8	51,7 15,5	19,4 8,6	2,5 3,6
<b>24</b> n=15	65,2 19,7	0 0	12,9 15,4	27,9 17,9	59,1 20,8	0,1 0,2	0 0	65,0 17,6	16,4 11,7	18,5 15,2	0,1 0,2
<b>26</b> n=12	63,6 20,6	0 0	27,2 26,5	25,3 15,4	47,4 22,2	0,1 0,2	0 0	62,1 21,3	30,0 16,9	7,8 10,0	0,1 0,2
<b>28</b> n=9	74,8 5,8	0 0	44,7 33,8	27,0 28,3	28,3 31,8	0 0	0 0	72,9 28,9	21,2 24,8	5,9 7,6	0 0
<b>30-32</b> n=8	82,5 12,7	0 0	24,7 25,2	26,2 21,6	44,0 24,0	5,1 11,2	0 0	58,4 24,5	21,9 18,1	14,6 12,7	5,1 11,2
<b>34-38</b> n=6	80,9 9,1	0 0	48,3 42,0	18,0 28,6	31,0 33,1	2,7 4,0	0 0	77,6 16,7	13,1 18,0	6,7 11,6	2,7 4,0
<b>40-48</b> n=1	68,4	0	0,0	29,9	50,1	20,0	0	29,9	14,2	35,9	20,0
<b>50-58</b> n=3	56,3 30,0	0 0	10,9 34,6	0 0	40,3 28,9	48,9 41,7	0 0	25,5 53,4	0 0	25,7 22,8	48,9 41,7

**Tableau D.5 -** Matrice locale de répartition par produits des érables en tenant compte de la classe de diamètre - moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Taux d'utilisation	Normes provinciales					Classification régionale				
		Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>10-16</b> n=2	0	0	0	17,6	79,9	2,4	0	13,4	22,4	61,8	2,4
	0	0	0	75,8	86,4	10,5	0	57,6	96,2	164,3	10,5
<b>18-22</b> n=27	8,6	0	11,6	12,7	75,1	0,6	0	36,3	39,3	23,9	0,6
	3,1	0	11,4	11,7	14,7	0,9	0	15,2	13,6	11,4	0,9
<b>24</b> n=47	62,0	0	10,8	20,0	64,2	5,0	0	47,5	20,1	27,3	5,0
	7,2	0	7,8	9,4	9,7	3,1	0	10,0	6,2	9,3	3,1
<b>26</b> n=36	71,0	0	25,9	13,9	54,5	5,7	0	53,7	14,2	26,5	5,7
	5,5	0	11,6	8,4	11,8	3,2	0	12,6	6,1	11,8	3,2
<b>28</b> n=50	74,6	0	22,5	25,8	46,7	5,0	0	55,5	15,0	24,5	5,0
	3,3	0	8,9	9,0	10,4	2,9	0	11,1	6,0	9,1	2,9
<b>30-32</b> n=47	73,4	0	23,7	28,4	43,2	4,7	0	63,5	7,8	23,9	4,7
	5,3	0	9,0	8,4	10,3	2,1	0	9,7	4,0	8,7	2,1
<b>34-38</b> n=47	76,2	0	33,4	22,4	38,9	5,2	0	62,3	6,7	25,7	5,2
	3,5	0	9,0	7,9	10,3	2,2	0	10,0	3,0	8,7	2,2
<b>40-48</b> n=39	77,3	0	30,6	20,1	36,4	13,0	1,1	55,2	3,9	26,8	13,0
	3,9	0	11,3	7,7	8,9	4,5	2,2	11,1	2,8	8,8	4,5
<b>50-58</b> n=6	79,4	0	47,1	15,4	30,1	7,4	0	66,8	4,5	21,3	7,4
	16,6	0	26,9	18,1	30,9	5,9	0	27,0	9,2	19,7	5,9

**Tableau D.6 - Taux d'utilisation des tiges par classe de diamètre et par classe de qualité pour le bouleau jaune – moyenne et intervalle de confiance**

Classe de dhp	Classe de qualité				TOTAL
	A	B	C	D	
<b>10-16</b>				0 0	0 0
<b>18-22</b>				4 4	4 4
<b>24</b>			69 12	74 -	70 11
<b>26</b>			71 7		71 7
<b>28</b>			84 5		84 5
<b>30-32</b>		67 -	73 5	35 44	69 6
<b>34-38</b>		75 4		80 24	76 4
<b>40-48</b>	68 6	65 14		73 40	68 6
<b>50-58</b>	76 18	69 17	41 -	60 38	64 18
<b>60-68</b>	74 70	79 -		53 -	70 24
<b>TOTAL</b>	69 5	74 4	73 4	10 4	43 4

**Tableau D.7 -** Taux d'utilisation des tiges par classe de diamètre et par classe de qualité pour le bouleau à papier (type écologique FE32) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Classe de qualité				TOTAL
	A	B	C	D	
10-16				0 0	0 0
18-22				0 0	0 0
24			81 -		81 -
26			73 87	0 -	49 86
28			84 9		84 9
30-32			80 8		82 8
34-38		87 5		77 77	85 7
40-48	82 17				82 17
50-58	52 -		89 -		70 80
<b>TOTAL</b>	75 24	87 5	81 6	3 4	33 9



**Tableau D.8** - Taux d'utilisation des tiges par classe de diamètre et par classe de qualité pour le bouleau à papier (type écologique MJ22) – moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Classe de qualité				TOTAL
	A	B	C	D	
10-16				0 0	0 0
18-22				4 4	4 4
24			65 20		65 20
26			64 21		64 21
28			75 6		75 6
30-32			83 13		83 13
34-38		81 9			81 9
40-48	68 -				68 -
50-58				56 30	56 30
<b>TOTAL</b>	68 -	81 9	70 9	2 2	20 5

**Tableau D.9** - Taux d'utilisation des tiges par classe de diamètre et par classe de qualité pour les érables – moyenne et intervalle de confiance

Classe de dhp	Classe de qualité				TOTAL
	A	B	C	D	
10-16			0 -	0 0	0 0
18-22				9 3	9 3
24			63 7	48 44	62 7
26			70 6	82 29	71 5
28			74 4	79 14	75 3
30-32			72 6	89 9	73 5
34-38		75 4	80 11	83 12	76 4
40-48	77 5	67 37	82 6	82 16	77 4
50-58	75 17		100 -		79 17
<b>TOTAL</b>	77 4	75 4	69 3	6 2	25 2

**Tableau D.10** - Matrice locale de répartition pour le bouleau jaune sur type écologique FE32 construite à partir des normes provinciales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
<b>10-16</b>																			0	0	0	0	0	100
																			0	0	0	0	0	-
<b>18-22</b>																			0	0	5	29	1	65
																			0	0	3	33	0	39
<b>24</b>													0	10	32	39	0	19						
													0	26	21	6	0	6						
<b>26</b>													0	13	37	25	0	25						
													0	12	15	17	1	6						
<b>28</b>													0	30	24	29	3	14						
													0	34	37	23	5	8						
<b>30-32</b>													2	23	21	27	2	25	0	0	0	38	5	57
													3	9	8	9	2	7	0	0	0	47	6	51
<b>34-38</b>							5	41	15	13	3	23												
							6	10	6	7	3	4												
<b>40-48</b>	8	35	10	12	0	35	0	0	0	38	23	39							0	0	0	0	0	100
	9	12	11	7	1	16	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
<b>50-58</b>	0	0	0	32	52	16	0	0	0	30	43	27							0	0	0	0	0	100
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
<b>60-68</b>																								

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.11** - Matrice locale de répartition pour le bouleau jaune sur type écologique FE32 construite à partir des normes régionales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
<b>10-16</b>																			0	0	0	0	0	100
																			0	0	0	0	0	-
<b>18-22</b>																			0	10	18	6	0	66
																			0	16	21	8	0	39
<b>24</b>													0	53	19	9	0	19						
													0	17	16	11	20	6						
<b>26</b>													0	58	12	5	1	25						
													0	8	5	3	1	6						
<b>28</b>													0	65	17	2	3	13						
													0	10	14	3	5	8						
<b>30-32</b>													2	44	16	10	2	26	0	16	2	20	5	57
													3	10	6	6	2	7	0	26	4	23	6	51
<b>34-38</b>							8	56	6	5	3	23												
							8	9	5	2	3	5												
<b>40-48</b>	8	47	6	4	0	35	0	0	0	39	22	39							0	0	0	0	0	100
	9	14	3	4	1	16	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
<b>50-58</b>	0	0	0	32	52	16													0	0	0	0	0	100
	-	-	-	-	-	-													-	-	-	-	-	-

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.12** - Matrice locale de répartition pour le bouleau jaune sur type écologique MJ22 construite à partir des particularités provinciales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
<b>10-16</b>																			0	0	0	0	0	100
																			0	0	0	0	0	-
<b>18-22</b>																			0	0	0	7	0	93
																			0	1	1	17	0	17
<b>24</b>													0	6	13	57	2	22	0	0	0	72	2	26
													0	9	13	16	3	6	-	-	-	-	-	-
<b>26</b>													0	11	25	34	1	29						
													0	14	15	14	0	7						
<b>28</b>													0	13	33	36	1	17						
													0	15	17	14	1	7						
<b>30-32</b>							0	0	54	0	13	33	0	22	26	21	12	29	0	0	0	0	0	100
							-	-	-	-	-	-	0	12	13	10	3	6	-	-	-	-	-	-
<b>34-38</b>							2	25	28	15	3	27							0	12	27	26	15	20
							5	13	13	8	2	7							0	32	45	25	12	24
<b>40-48</b>	6	32	14	13	4	31	0	44	5	14	2	35							0	0	7	64	13	16
	5	9	6	6	4	5	0	34	15	20	3	19							0	0	19	48	11	30
<b>50-58</b>	16	23	19	15	0	27	0	0	0	49	16	15	0	0	33	10	0	58	0	16	14	35	10	31
	51	15	31	22	0	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	25	26	40	11	47
<b>60-68</b>	33	20	19	18	0	10							0	0	0	39	14	47						
	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-						

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.13** - Matrice locale de répartition pour le bouleau jaune sur type écologique MJ22 construite à partir des particularités régionales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
<b>10-16</b>																			0	0	0	0	0	100
																			0	0	0	0	0	-
<b>18-22</b>																			0	5	2	0	0	93
																			0	13	4	0	0	17
<b>24</b>													0	31	26	19	2	22	0	0	28	44	2	26
													0	15	14	11	3	6	-	-	-	-	-	-
<b>26</b>													0	49	15	7	0	29						
													0	18	15	7	0	7						
<b>28</b>													0	55	16	11	1	17						
													0	14	10	12	1	7						
<b>30-32</b>													0	49	11	8	3	29	0	0	0	0	0	100
													0	12	9	5	3	6	-	-	-	-	-	-
<b>34-38</b>							1	59	8	4	2	25							0	45	0	19	15	20
							5	6	7	5	2	7							0	44	0	24	12	24
<b>40-48</b>	7	47	6	5	4	31	0	47	12	2	2	35							0	38	13	20	13	16
	5	6	4	4	4	5	0	33	22	6	3	20							0	46	25	23	11	30
<b>50-58</b>	25	33	6	10	0	27	0	28	0	22	10	34	0	32	0	10	0	8	0	39	0	19	10	32
	44	37	11	17	0	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	44	0	26	11	47
<b>60-68</b>	33	44	0	13	0	10													0	0	0	39	14	47
	-	-	-	-	-	-													-	-	-	-	-	-

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.14** - Matrice locale de répartition pour le bouleau à papier sur type écologique FE32 construite à partir des normes provinciales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
10-16																								
18-22																			0	0	0	0	0	100
24													0	0	0	79	1	20	-	-	-	-	-	-
26													0	0	20	50	3	27	0	0	0	0	0	100
28													0	43	27	14	0	16	-	-	-	-	-	-
30-32													0	21	32	22	5	20						
34-38							2	36	24	21	4	13							0	0	0	56	21	23
40-48	0	34	27	16	5	18	4	23	15	11	3	5							0	0	0	61	15	77
50-58	0	48	0	0	4	48							0	36	0	46	7	11	-	-	-	-	-	-

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.15** - Matrice locale de répartition pour le bouleau à papier sur type écologique MJ22 construite à partir des normes provinciales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
10-16																			0	0	0	0	0	100
																			0	0	0	0	0	-
18-22																			0	3	3	2	0	92
																			0	6	5	4	0	11
24													0	15	14	45	10	26						
													0	18	17	29	0	20						
26													0	17	18	28	0	37						
													0	20	12	18	0	23						
28													0	35	19	21	0	25						
													0	27	19	24	0	6						
30-32													0	23	16	39	5	17						
													0	24	15	26	12	13						
34-38							0	46	7	27	3	17												
							0	33	19	39	5	10												
40-48	0	0	20	34	14	32																		
	-	-	-	-	-	-																		
50-58																			0	8	0	23	25	44
																			0	25	0	16	9	30

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte,



**Tableau D.16 -** Matrice locale de répartition pour le bouleau à papier sur type écologique FE32 construite à partir des particularités régionales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
10-16																								
18-22																			0	0	0	0	0	100
24													0	0	0	79	1	20						
26													0	67	0	3	3	27	0	0	0	0	0	100
28													0	65	17	2	0	16						
30-32													0	23	23	3	0	9						
34-38													0	65	5	5	5	20						
40-48	0	66	5	6	5	18	2	62	10	9	4	13	0	12	5	7	5	-	0	0	0	56	21	23
50-58	0	24	9	3	11	17	4	19	12	7	3	5	0	54	0	27	8	11	0	0	0	61	15	77
	0	48	0	0	4	48							0	54	0	27	8	11						
	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-						

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.17 -** Matrice locale de répartition pour le bouleau à papier sur type écologique MJ22 construite à partir des particularités régionales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
10-16																			0	0	0	0	0	100
																			0	0	0	0	0	-
18-22																			0	5	3	0	0	92
																			0	8	4	0	0	11
24													0	49	9	16	0	26						
													0	20	11	22	0	20						
26													0	39	19	15	0	37						
													0	23	17	6	0	23						
28													0	55	16	4	0	25						
													0	23	19	5	0	6						
30-32													0	45	17	15	5	18						
													0	20	20	13	12	13						
34-38							0	64	8	7	3	8												
							0	12	18	13	4	10												
40-48	0	21	10	25	14	32																		
	-	-	-	-	-	-																		
50-58																			0	17	0	14	25	44
																			0	40	0	11	9	30

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.18 -** Matrice locale de répartition pour les érables construite à partir des particularités régionales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
<b>10-16</b>													0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100
-													-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
<b>18-22</b>																			0	9	7	31	0	53
																			0	8	7	12	1	13
<b>24</b>													0	8	16	46	3	27	0	0	0	73	27	0
													0	6	8	8	3	4	-	-	-	-	-	-
<b>26</b>													0	20	11	36	2	31	0	0	0	62	20	18
													0	9	7	10	2	6	0	0	0	20	12	29
<b>28</b>													0	18	20	32	4	26	0	0	0	66	8	25
													0	7	7	9	2	4	0	0	0	9	2	4
<b>30-32</b>													0	18	22	29	3	28	0	14	7	56	12	11
													0	7	7	9	1	6	0	22	18	25	12	9
<b>34-38</b>							0	28	19	25	3	25	0	20	0	47	12	21	0	10	9	52	11	18
							0	8	8	8	1	4	0	56	0	46	13	15	0	28	14	42	20	17
<b>40-48</b>	0	25	21	24	8	23	0	0	0	40	26	33	0	13	0	59	10	18	0	25	5	33	19	18
	0	10	7	8	3	5	0	0	0	10	10	-	0	35	0	27	12	-	0	39	13	18	24	-
<b>50-58</b>	0	35	11	24	5	25							0	66	29	0	5	0						
	0	25	19	20	3	17							-	-	-	-	-	-						

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.19** - Matrice locale de répartition pour les érables construite à partir des normes provinciales de mesurage – moyenne et intervalle de confiance

CLASSE DE DHP	CLASSE DE QUALITÉ																							
	A						B						C						D					
	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU	Dér	Sci	Pal	Pât	Car	NU
<b>10-16</b>																			0	0	0	0	0	100
																			0	0	0	0	0	-
<b>18-22</b>																			0	20	20	7	0	53
																			0	11	9	5	0	1
<b>24</b>													0	37	15	18	3	27	0	0	0	73	27	0
													0	8	5	6	2	4	-	-	-	-	-	-
<b>26</b>													0	41	12	14	2	31	0	0	0	62	20	18
													0	9	5	8	2	6	0	0	0	26	13	29
<b>28</b>													0	44	10	17	3	26	0	19	12	35	9	25
													0	9	5	7	2	4	0	33	19	37	10	13
<b>30-32</b>													0	50	5	13	3	29	0	21	2	55	13	11
													0	7	3	5	1	6	0	33	6	30	12	9
<b>34-38</b>							0	52	5	15	3	25	0	34	0	33	12	22	0	15	7	49	11	18
							0	8	3	7	1	4	0	47	0	32	13	15	0	40	12	37	20	17
<b>40-48</b>	0	52	4	14	8	23	0	0	0	41	26	33	0	13	1	58	10	18	0	36	0	32	30	18
	0	7	3	6	3	5	0	0	0	32	5	37	0	36	4	29	12	6		34	0	33	46	16
<b>50-58</b>	0	8	5	17	5	25							0	95	0	0	5	0						
	0	28	10	10	3	17							-	-	-	-	-	-						

Note : Dér : Portion utilisable pour le déroulage, Sci : portion utilisable pour le sciage, Pal : Portion utilisable pour la palette, Pat : Portion utilisable pour la pâte, NU : Portion non utilisée

**Tableau D.20** - Matrice locale de répartition par produits pour le bouleau jaune basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance

Classe de qualité	Taux d'utilisation	Normes provinciales					Classification régionale				
		Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE FE32</b>											
<b>A</b> n=12	66,5	13,0	49,9	12,0	19,6	5,5	13,0	65,7	7,6	8,2	5,5
	14,4	12,1	14,1	13,1	11,4	11,2	12,1	16,5	4,4	8,6	11,2
<b>B</b> n=23	76,6	6,9	47,5	17,4	20,2	8,0	10,1	65,2	6,8	10,0	8,0
	4,1	8,2	14,0	6,8	9,0	6,7	10,1	13,2	6,2	6,7	6,7
<b>C</b> n=51	76,8	1,5	26,9	34,7	35,0	1,9	1,5	67,4	19,5	9,7	1,9
	4,1	2,1	8,5	8,5	7,9	1,4	2,1	7,1	5,0	4,0	1,4
<b>D</b> n=72	9,0	0,0	1,4	19,8	71,5	7,2	0,0	35,2	24,0	33,5	7,2
	6,2	0,0	3,1	19,9	20,4	8,0	0,0	20,5	18,4	15,8	8,0
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE MJ22</b>											
<b>A</b> n=33	69,9	10,1	44,8	22,0	18,2	5,0	12,5	67,2	8,2	7,2	5,0
	5,0	7,1	11,3	9,4	7,7	4,4	7,5	9,5	4,5	4,9	4,4
<b>B</b> n=28	70,6	1,5	40,4	31,1	22,5	4,6	1,5	76,7	11,3	5,9	4,6
	5,7	3,0	14,4	12,7	10,0	2,8	3,0	7,6	6,5	4,4	2,8
<b>C</b> n=79	70,3	0,0	18,5	29,3	49,6	2,5	0,0	58,6	24,8	14,0	2,5
	5,6	0,0	6,7	7,9	8,0	1,7	0,0	8,0	7,1	4,1	1,7
<b>D</b> n=148	10,7	0,0	6,6	14,7	61,5	17,2	0,0	32,2	18,3	32,4	17,2
	5,3	0,0	6,5	10,5	13,0	8,4	0,0	14,0	10,6	8,5	8,4

**Tableau D.21** - Matrice locale de répartition par produits pour le bouleau à papier basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance

Classe de qualité	Taux d'utilisation	Normes provinciales					Classification régionale				
		Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie	Déroulage	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE FE32</b>											
<b>A</b> <b>n=4</b>	74,6	0,0	53,8	24,6	14,6	7,0	0,0	83,0	4,5	5,6	7,0
	23,6	0,0	55,0	29,5	21,5	8,2	0,0	15,1	7,5	6,3	8,2
<b>B</b> <b>n=10</b>	87,0	1,8	41,5	27,4	24,2	5,1	1,8	71,5	11,2	10,5	5,1
	4,7	4,1	26,4	17,0	12,7	3,6	4,1	20,9	12,9	9,1	3,6
<b>C</b> <b>n=17</b>	81,0	0,0	29,5	32,2	33,7	4,6	0,0	79,9	9,1	6,4	4,6
	5,8	0,0	15,8	14,0	17,6	3,3	0,0	9,6	7,7	4,8	3,3
<b>D</b> <b>n=55</b>	2,9	0,0	15,9	0,0	69,9	14,2	0,0	28,9	16,7	40,1	14,2
	4,2	0,0	44,0	0,0	34,7	20,7	0,0	46,8	27,4	52,7	20,7
<b>TYPE ÉCOLOGIQUE MJ22</b>											
<b>A</b> <b>n=1</b>	68,4	0,0	0,0	29,9	50,1	20,0	0,0	29,9	14,2	35,9	20,0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>B</b> <b>n=7</b>	80,9	0,0	48,3	18,0	31,0	2,7	0,0	77,6	13,1	6,7	2,7
	9,1	0,0	42,0	28,6	33,1	4,0	0,0	16,7	18,0	11,6	4,0
<b>C</b> <b>n=53</b>	69,6	0,0	25,4	26,7	46,9	1,0	0,0	64,6	22,1	12,3	1,0
	8,7	0,0	11,3	9,0	11,3	1,8	0,0	9,9	7,7	6,1	1,8
<b>D</b> <b>n=246</b>	2,3	0,0	5,4	6,4	78,9	9,3	0,0	24,9	43,8	22,0	9,3
	1,9	0,0	8,4	9,2	14,0	9,1	0,0	14,1	15,0	7,8	9,1

**Tableau D.22** - Matrice locale de répartition par produits pour l'érable à sucre basée sur la qualité des tiges – moyenne et intervalle de confiance

Classe de qualité	Taux d'utilisation	Normes provinciales				Classification régionale			
		Sciage	Palette	Pâte	Carie	Sciage	Palette	Pâte	Carie
<b>A</b> n=33	76,7	36,3	24,7	30,0	9,1	68,0	5,1	17,9	9,1
	4,5	12,0	8,4	9,1	2,9	8,6	3,5	6,8	2,9
<b>B</b> n=41	74,7	33,5	24,5	36,7	5,3	64,5	7,0	23,2	5,3
	4,0	9,3	9,0	10,8	2,8	10,3	3,3	9,0	2,8
<b>C</b> n=196	69,3	21,5	23,4	50,6	4,5	57,3	14,3	23,9	4,5
	3,0	4,8	4,5	5,4	1,3	5,3	2,9	4,5	1,3
<b>D</b> n=689	6,3	11,3	9,3	71,1	8,3	28,6	23,3	39,8	8,3
	1,7	7,3	6,3	8,8	3,8	9,7	8,6	9,4	3,8