

Titre :	Étude provisoire de la qualité interne de l'érable à sucre en peuplement nordique – Partie 1 : matrice de répartition par produits
Auteur(s) :	François Guillemette, ing.f., M. Sc.
Collaborateur :	Filip Havreljuk, ing.f., Ph. D.
Date :	Novembre 2019

Historiquement, les industriels forestiers du Québec ont évité le plus possible de s'approvisionner en érable à sucre dans les secteurs situés dans le nord de l'aire de répartition de l'espèce. On soupçonne que ce comportement s'explique par la présence d'une forte proportion colorée de la découpe des billes de sciage, l'abondance des taches de minéralisation et la faible proportion d'arbres de belle qualité apparente. Nous avons amorcé l'échantillonnage d'érables à sucre provenant de conditions nordiques afin de vérifier s'ils produisaient moins de volume de billes de grande qualité pour le sciage que les arbres provenant de sites plus au sud.

1. Introduction

Le bois d'œuvre d'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.) est principalement recherché en raison de sa dureté et de sa couleur pâle. Au Québec, ses planches provenant de l'aubier non coloré valent approximativement deux fois plus que celles provenant du cœur coloré (Bureau de mise en marché des bois [BMMB], données non publiées). Or, la proportion colorée des billes d'érable peut varier grandement entre des arbres provenant d'un même endroit, mais aussi entre des arbres provenant d'endroits différents (Germain *et al.* 2015).

Historiquement, l'approvisionnement en bois d'érable à sucre provenait surtout des domaines bioclimatiques de l'érablière à bouleau jaune ou de l'érablière à tilleul. Les industriels forestiers du Québec ont évité le plus possible de s'approvisionner en érable à sucre dans les secteurs situés dans le nord de l'aire de répartition de l'espèce, plus particulièrement dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest. Même si cette situation est mal documentée, on soupçonne que ce comportement pourrait s'expliquer par la présence d'une forte proportion colorée de la découpe des billes de sciage, l'abondance des taches de minéralisation et la faible proportion d'arbres de belle qualité apparente.

On peut citer tout ou partie de ce texte en indiquant la référence
© Gouvernement du Québec

Or, l'érable à sucre des secteurs nordiques est inclus dans les volumes de bois offerts aux bénéficiaires de garanties d'approvisionnement (BGA) sur les terres du domaine de l'État. Après avoir récolté principalement dans les secteurs situés plus au sud au cours des dernières années, ceux-ci sont contraints, aujourd'hui, de s'approvisionner dans ces secteurs nordiques. Afin d'améliorer la rentabilité financière de ces approvisionnements avec des bois de valeur potentiellement moindre et dont les coûts de transport sont généralement élevés (distance des usines et construction de chemins), Forex Inc. a demandé à la Direction de la gestion des forêts Lanaudière-Laurentides (DGFL) s'il était possible de récolter plus d'érables à sucre de qualité, d'un diamètre à hauteur de poitrine (DHP, mesuré à 1,3 m du sol) de 39,1 à 44,0 cm, dans la portion méridionale du sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest. Cette mesure s'inspire de la notion de récolte des arbres ayant atteint le diamètre à maturité financière (voir Guillemette 2016).

La DGFL a ensuite demandé le soutien de la Direction de la recherche forestière (DRF) afin d'échantillonner des érables à sucre sur ce territoire nordique pour mieux documenter leur qualité interne, puis de réviser le calcul du diamètre à maturité financière pour l'érable à sucre et d'en évaluer les effets sur la période de rotation après coupe partielle sur ce territoire. Un premier secteur a été échantillonné en 2018 (secteur Chatal), et il est prévu de poursuivre cet échantillonnage dans d'autres secteurs au cours des prochaines années.

Le présent avis technique a été rédigé à la demande de la DGFL, qui souhaitait obtenir un aperçu des résultats préliminaires obtenus dans ce premier secteur. Nous montrons comment les billes extraites du secteur Chatal se distinguent de celles provenant de secteurs échantillonnés plus au sud, puis nous proposons une matrice provisoire de répartition par produits (billes) pour les érables à sucre du sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest.

Il importe de préciser que cette première partie sera complétée par deux autres avis techniques (Guillemette 2019; Guillemette, en préparation). Dans la seconde partie, nous utiliserons les nouvelles données de planches extraites des billes et des arbres pour réviser le calcul des diamètres à maturité financière pour l'érable à sucre dans les conditions nordiques. Dans la troisième partie, nous présenterons un outil sommaire développé pour évaluer l'effet qu'aura sur la rotation le fait d'appliquer sur une partie du territoire un diamètre à maturité financière plus petit que celui de 44 cm utilisé en ce moment.

2. Méthode

2.1. Données du secteur Chatal

Le secteur Chatal est situé au nord du réservoir Baskatong, dans les Hautes-Laurentides (latitude : 47,08° N.; longitude : 75,76° O.). Il fait partie de la sous-région écologique des Collines du lac Notawassi (4bM), dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest (Gosselin *et al.*

1998). Dans ce territoire, la température moyenne annuelle (1981-2010) y est de 2,7 °C, et les précipitations moyennes annuelles totalisent 1 000 mm (Régnière et Saint-Amant 2008). Les dépôts de surface sont des tills indifférenciés variant de 25 à 100 cm d'épaisseur, le drainage est généralement bon, et la pente varie de 4 à 30 %. L'altitude varie de 270 à 320 m. Le type écologique est celui de l'érablière à bouleau jaune sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique (FE32). Nous avons sélectionné 2 peuplements écoforestiers d'une superficie de 11 et de 14 ha dans ce secteur. Leur structure était qualifiée de vieille inéquienne (VIN) et leur composition était l'érablière (EsEs). La dernière perturbation notée dans ces peuplements était une coupe partielle datant de 1975 dans le premier peuplement et de 1986 dans le second. La surface terrière moyenne du secteur d'intervention, avant la coupe, était de 28,8 m²·ha⁻¹. L'érable à sucre représentait l'essence principale, avec 64 % de la surface terrière initiale. Le bouleau jaune venait en second, avec 22 %.

En août 2018, nous avons sélectionné 60 érables à sucre répartis en parts égales dans les 2 peuplements (56 arbres dans les classes de DHP de 34 à 48 cm, et 4 arbres dans les classes plus petites), et nous les avons classés selon leur priorité de récolte (MSCR, Boulet 2005) et la qualité de la bille de pied (ABCD; MFFP 2014). Trente et un arbres étaient de priorité de récolte S (arbres qui risquent de se dégrader, mais dont la survie n'est pas menacée), 8 étaient de priorité M (arbres qui risquent de mourir), 9 étaient de priorité C (arbres défectueux à conserver) et 6 étaient de priorité R (arbres d'avenir en réserve). La bille de pied de chaque arbre échantillon était de qualité A ou B (23 arbres, ci-après appelée AB), C (27 arbres) ou D (10 arbres), la classe D étant associée à l'absence de potentiel d'obtenir une bille destinée au sciage. Nous avons aussi noté les variables suivantes pour chaque arbre sur pied : la position (latitude et longitude), le DHP (en mm, au ruban diamétrique métallique), la classe de vigueur (Majcen *et al.* 1990), la présence de défauts indicateurs de carie (Boulet 2005) de même que les hauteurs de l'arbre, du bas de son houppier et de la branche la plus basse.

Cinquante-neuf des 60 arbres sélectionnés ont été abattus et écimés grossièrement par une abatteuse selon un procédé de récolte par tronc entier, puis transportés dans la cour de l'usine Forex Inc. à Mont-Laurier, Québec. Après une évaluation visuelle des caractéristiques externes, chaque tige a été tronçonnée selon la méthode décrite par Petro (1971) afin de maximiser la production de billes de grande qualité pour le bois d'œuvre (NHLA, 2007). Chaque tronçon (de la souche à la cime) a été numéroté avant la prise des données suivantes : longueur, diamètres au gros et au fin bout (de la bille, de la carie, du cœur coloré et de la zone minéralisée, le cas échéant). Le diamètre de la zone minéralisée était parfois un peu plus grand que celui du cœur coloré; il n'a pas été noté au gros bout de la première bille, car la minéralisation est difficile à voir sur une découpe non fraîche.

Après cette prise de mesures, chaque bille a été classée pour son potentiel d'utilisation (Sciage : F1, F2, F3, de la plus grande qualité à la plus faible qualité; Rast *et al.* 1973, Petro et Calvert, 1976. Billon : F4. Bois à pâte : P. Rebut non utilisable : R). Les billes ont aussi été classées selon les critères ministériels de mesurage (B : sciage de grande qualité, C : sciage de faible qualité, D : pâte; BMMB 2018).

Les principaux facteurs de classement des billes de sciage sont leur position dans la tige, leur longueur, leur diamètre au fin bout, la présence de défauts sur les découpes, la longueur et le nombre de sections exemptes de défauts de surface (débits clairs) et les réductions volumétriques en présence d'un coude, d'une courbure ou de pourriture. Une bille de sciage d'érable à sucre dans laquelle plus de 50 % de la découpe au fin bout est colorée est déclassée d'une classe de qualité, sans toutefois descendre sous la classe F3. Une bille de sciage doit mesurer au moins 2,5 m de long et avoir un diamètre d'au moins 20 cm au fin bout. La classe de billon permet les longueurs aussi courtes que 1,9 m et les diamètres au fin bout aussi petits que 16 cm. Les dimensions minimales requises pour une pièce de bois servant à la pâte sont une longueur de 2,5 m et un diamètre au fin bout de 9,1 cm. Quelques tronçons qui ne pouvaient être convertis en billes ou en billons ont été classés comme rebuts.

Les 59 arbres ont été coupés en 207 tronçons, et 83 de ceux-ci ont été classés comme des billes de sciage (F1 à F3). Nous avons calculé le volume brut de chaque bille en multipliant sa longueur par la surface moyenne des deux découpes (formule de Smalian). Ensuite, nous avons obtenu le volume net en soustrayant le volume de carie du volume brut de la bille. Nous avons calculé la proportion colorée de la découpe au fin bout en divisant le diamètre de la zone colorée par celui de la découpe.

Lors du tronçonnage, nous avons estimé l'âge au fin bout du premier tronçon sur place, *de visu*, sur les 51 arbres dont le cœur était visible. Nous avons aussi dénombré les tâches minérales dans l'aubier sur la découpe du premier tronçon, dont la longueur variait de 60 à 366 cm (moyenne : 264 cm), puis déterminé l'accroissement annuel moyen de chaque arbre en divisant son DHP par le nombre d'années estimées au fin bout du premier tronçon.

2.2. Modèle des billes

Dans un premier temps, nous avons comparé les données des billes du secteur Chatal à celles d'un modèle étalonné avec des billes provenant d'autres secteurs échantillonnés de manière comparable au Québec depuis 2002. Ce modèle de référence (Havreljuk *et al.* 2015) utilise l'essence, le DHP et la classe de qualité de l'arbre pour estimer les volumes par produits. Il a été étalonné avec les données de 2 080 érables à sucre répartis dans 22 secteurs d'intervention. De ce nombre, nous avons sélectionné 634 arbres provenant de 13 secteurs situés dans 8 sous-régions écologiques (figure 1) pour la comparaison avec le territoire à l'étude. Pour cette sélection, il fallait avoir au moins 15 arbres sur pied par secteur ayant un DHP de 33,1 à 49,0 cm et une qualité de classe AB ou C. Pour chacun de ces secteurs, nous avons calculé les volumes moyens observés et prédits, puis la différence entre la valeur observée et celle prédite : c'est le biais moyen.

Dans un second temps, nous avons comparé les principales caractéristiques des billes et des arbres échantillonnés au secteur Chatal avec celles des secteurs utilisés pour étalonner le modèle de Havreljuk *et al.* (2015). Des analyses de variance ou de covariance ont permis de vérifier si les écarts observés pouvaient être expliqués par des différences de coloration, de minéralisation ou de hauteur des arbres.

Des coefficients de corrélation (r de Pearson) ont été calculés entre la coloration, d'une part, et l'âge ou l'accroissement moyen des arbres, d'autre part. Les données de coloration au fin bout des billes de sciage étaient disponibles pour 12 des 13 secteurs (tous sauf le secteur Cook). Nous avons aussi vérifié la présence de minéralisation sur une partie des arbres dans les secteurs Dubuc (29 arbres sur 29), Duchesnay (20 arbres sur 48) et Gatineau (32 arbres sur 46). De plus, nous avons mesuré la hauteur sur 123 arbres répartis dans les 3 secteurs précédents, en plus de 16 arbres du secteur Dumouchel et des 17 arbres du secteur Bénédicté.

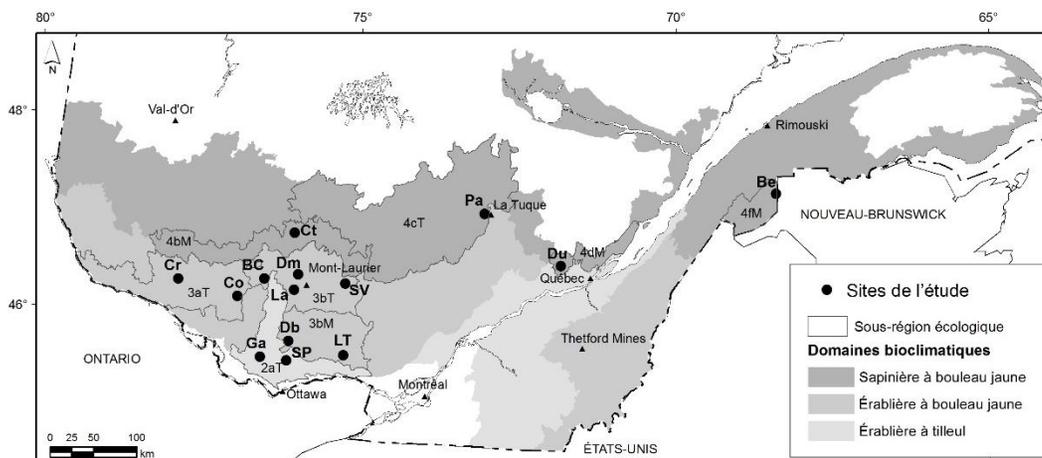


Figure 1. Répartition des secteurs de l'étude selon les sous-régions écologiques et les domaines bioclimatiques. BC = Bras Coupé; Be = Bénédicté; Ct = Chatal; Co = Cook; Cr = Charrette; Db = Dubuc; Du = Duchesnay; Dm = Dumouchel; Ga = Gatineau; La = Labotte; LT = Lac à la Truite; Pa = Parker; SP = Saint-Pierre; SV = Sainte-Véronique.

2.3. Matrice de répartition par produits

Nous avons étalonné une matrice provisoire de répartition du volume marchand brut des arbres par produits (sciage, pâte, rebuts et carie) pour les conditions nordiques représentées par le secteur Chatal. Ce type de matrice est en fait une représentation de la proportion du volume marchand brut de l'arbre (selon Perron 2003) pour chacun des produits qu'il peut fournir à la sortie de la forêt. Cette matrice est nécessaire pour utiliser le Modèle d'évaluation de rentabilité des investissements sylvicoles (MÉRIS) du BMMB, qui contient déjà des matrices provinciales étalonnées à partir des mêmes données que le modèle de Havreljuk *et al.* (2015). L'étalonnage d'une matrice propre au secteur Chatal permettra d'effectuer des analyses financières et économiques mieux adaptées à la réalité des produits récoltés dans les secteurs nordiques. Il s'agit ici d'une matrice provisoire, en attendant d'obtenir d'autres échantillons. Comme nous ne disposons de données que d'un seul secteur pour représenter tout le territoire nordique, nous avons pondéré les valeurs du secteur Chatal à 75 % et celles de la matrice provinciale à 25 % dans matrice étalonnée.

3. Résultats

3.1. Modèle des billes

Le modèle de prévision surestime le volume net des billes de sciage (F1F2F3) dans le secteur Chatal (biais relatif moyen de -25,8 %, tableau 1), en particulier pour les arbres sur pied de qualité C (-48,5 %). Bien qu'ils soient relativement importants, des biais comparables ont aussi été observés dans les autres secteurs ayant servi à étalonner le modèle. En effet, dans les 13 secteurs étudiés, les biais moyens sur le volume de sciage F1F2F3 vont de -81,0 à +22,8 %, soit des valeurs comparables ou plus grandes qu'au secteur Chatal (Annexe).

Tableau 1. Volumes nets observés et prédits des billes de sciage de classes de qualité F1F2F3 et F1F2 au secteur Chatal, et biais absolus et relatifs du modèle de Havreljuk *et al.* (2015) par rapport aux observations, selon la classe de qualité des arbres sur pied (n : nombre d'observations).

Billes	Classe de qualité	n	Volume (m ³)		Biais	
			observé	prédit	absolu (m ³)	relatif (%)
F1F2F3	AB	23	0,54	0,60	-0,07	-12,4
	C	24	0,31	0,45	-0,15	-48,5
	Moyenne	47	0,42	0,53	-0,11	-25,8
F1F2	AB	23	0,22	0,35	-0,13	-61,7
	C	24	0,02	0,16	-0,14	-630,8
	Moyenne	47	0,12	0,25	-0,14	-116,4

Le secteur Chatal se distingue des autres secteurs étudiés principalement quant au volume de sciage de grande valeur (F1F2, tableau 1). En effet, par rapport au modèle de Havreljuk *et al.* (2015), la surestimation du modèle de prévision pour le secteur Chatal est en moyenne de 116,4 % pour le volume F1F2 et de 630,8 % pour le volume des billes F1F2 provenant des arbres de qualité C. Toutefois, le biais absolu est presque constant (environ 0,14 m³ par arbre) pour les classes de qualité (AB ou C). Seulement 2 arbres de qualité C ont produit une bille de qualité F2 au secteur Chatal. Ces biais s'approchent seulement de ceux du secteur de Gatineau, pour lequel le modèle surestime le volume F1F2 de 96,4 %, ou 0,11 m³ (Annexe). Des surestimations importantes du volume F1F2 ont aussi été observées au secteur Dumouchel pour l'ensemble des arbres (52,9 %, soit 0,10 m³) et au secteur Duchesnay pour les arbres de qualité C (135,4 %, soit 0,07 m³). Dans les 10 autres secteurs étudiés, les biais varient de -62,4 à 45,6 %.

3.2. Coloration et minéralisation

La proportion colorée de la découpe au fin bout des billes de sciage varie significativement selon la sous-région écologique ($p = 0,0240$). La seule comparaison significative était celle entre la sous-région écologique 4bM (secteur Chatal, 59,7 %), d'une part, et toutes les autres sous-régions écologiques, d'autre part ($p = 0,0208$, figure 2). Les billes de sciage des 38 arbres de qualité A, B ou C échantillonnées dans le territoire à l'étude (4bM) dont les cernes de croissance étaient visibles avaient une proportion colorée moyenne de 42 à 79 % (figure 3). Cette proportion n'était pas significativement corrélée à l'âge des arbres

($r = 0,15$, $p = 0,3771$) ni à leur accroissement moyen en diamètre ($r = -0,19$, $p = 0,2508$). Toutefois, les 4 arbres les plus jeunes (âgés de 100 à 125 ans au fin bout de la première découpe) avaient une proportion colorée parmi les plus faibles (de 42 à 52 %, figure 3A). Dans ces peuplements, le DHP et l'âge des arbres étaient significativement corrélés ($r = 0,34$, $p = 0,0294$, figure 4), mais l'étendue des âges était grande, soit de 100 à 200 ans pour des arbres de DHP de 34 à 48 cm.

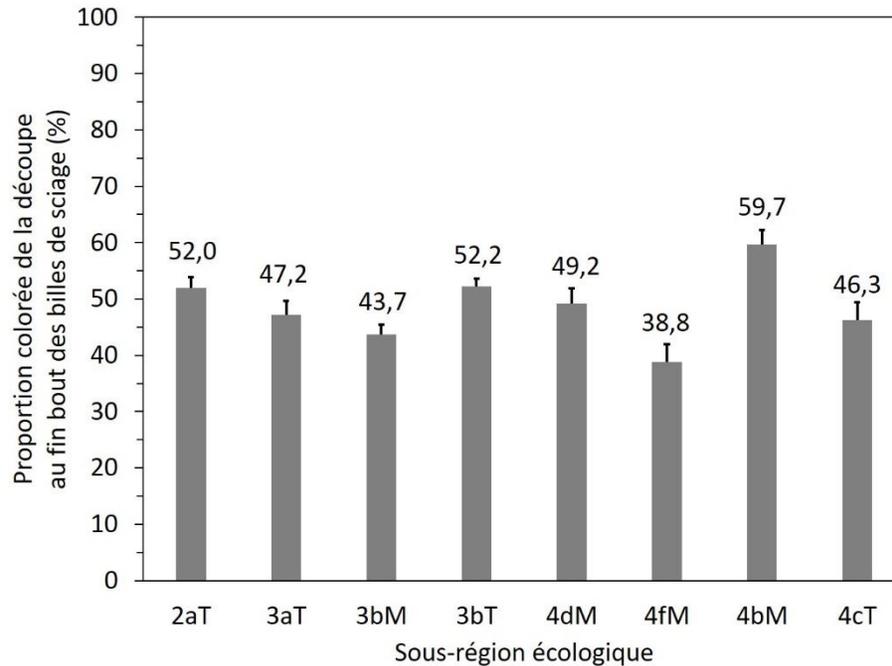


Figure 2. Proportions des billes de sciage dont la découpe au fin bout est colorée, selon la sous-région écologique. Les barres d'erreur représentent l'erreur type.

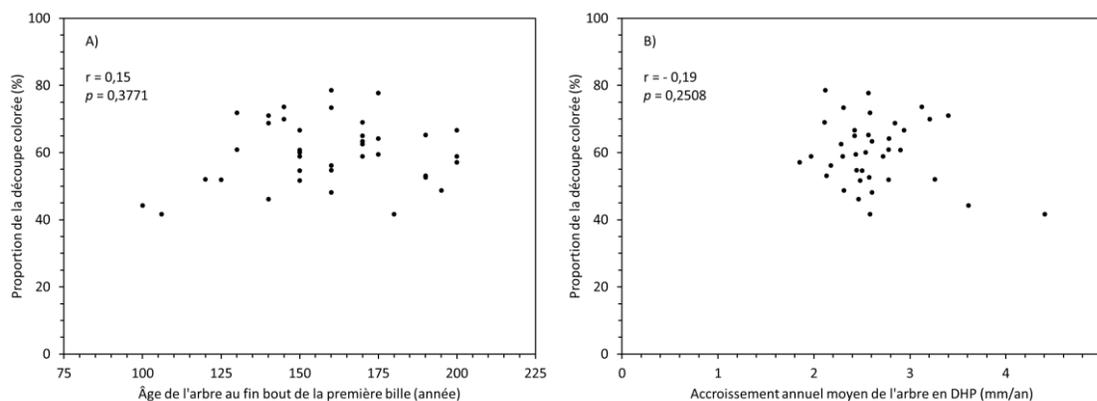


Figure 3. Corrélations (r de Pearson) et seuil de signification (p) de la proportion colorée de la découpe au fin bout des billes de sciage selon l'âge de l'arbre (A) ou son accroissement annuel moyen en DHP (B) dans le secteur Chatal (sous-région écologique 4bM).

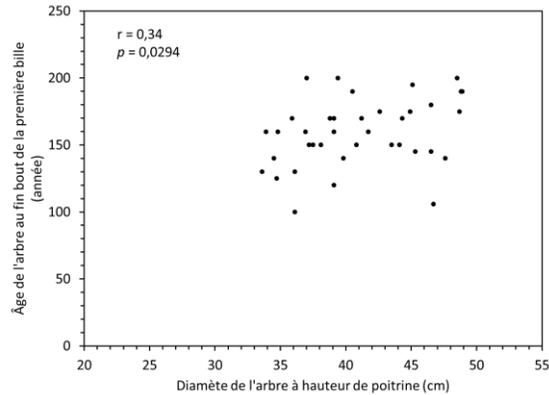


Figure 4. Corrélation (r de Pearson) et seuil de signification (p) de l'âge des arbres selon leur diamètre à hauteur de poitrine.

Quant à la minéralisation, la proportion des billes de sciage montrant un signe de minéralisation au fin bout varie significativement entre les secteurs d'intervention ($p < 0,0001$, figure 5). La proportion des billes minéralisées dans les 2 secteurs situés dans le domaine de la sapinière à bouleau jaune (Chatal et Duchesnay) est significativement plus grande que dans les 2 autres, situés dans les domaines de l'érablière ($p < 0,0001$). La minéralisation est significativement plus fréquente au secteur Chatal qu'à Duchesnay ($p = 0,0013$).

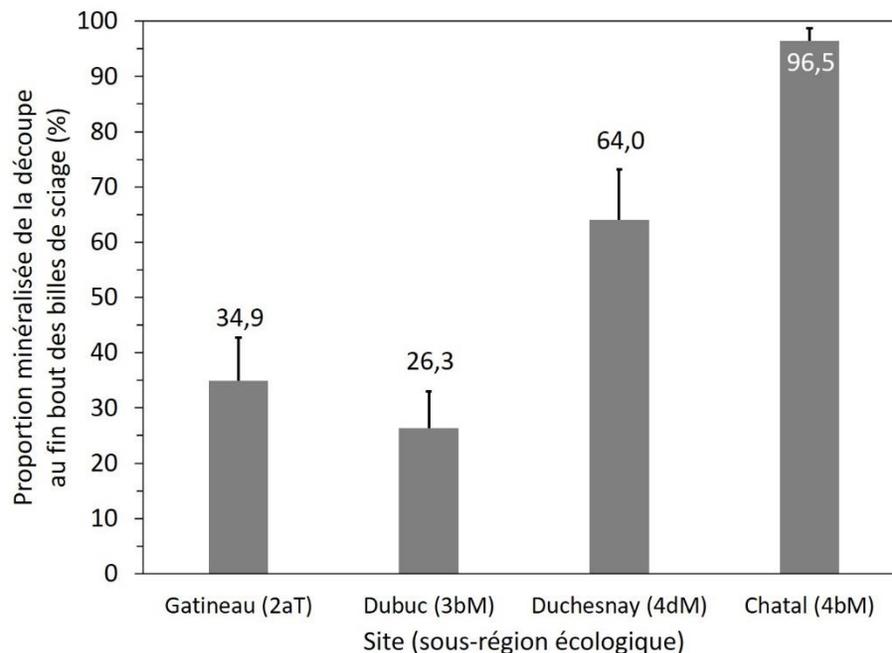


Figure 5. Proportions des billes de sciage dont la découpe au fin bout est minéralisée, selon le site et le secteur d'étude. Les barres d'erreur représentent l'erreur type.

3.3. Hauteur des arbres

La hauteur des arbres ne variait pas significativement entre les sous-régions écologiques ($p \geq 0,9861$). Les arbres échantillonnés avec un DHP de 33,1 à 49,0 cm dans 6 des secteurs à l'étude avaient une hauteur variant de 12,5 à 28,5 m (moyenne : 21,8 m à un DHP moyen de 39,8 cm).

3.4. Matrice de répartition par produits

La matrice provisoire, basée à 75 % sur les observations du secteur Chatal et à 25 % sur les observations provinciales, se distingue de la matrice provinciale principalement par de plus faibles proportions de bois de qualité F1 et F2 (tableau 2). Ces volumes sont principalement transférés vers le bois de pâte et les volumes non utilisés (carie et rebuts).

Tableau 2. Matrice provisoire de répartition par produits de l'éérable à sucre pour le secteur Chatal et matrice provinciale pour l'éérable à sucre établies sur la base de la classe de diamètre (DHP) et de la qualité de la bille de pied (ABCD), telle qu'utilisée dans MÉRIS. Les valeurs sont des proportions du volume marchand brut de l'arbre selon le produit. F1 à F4 = grades de billes de sciage; P = bille de pâte; NU = non utilisable (carie et rebuts).

Classe de DHP	Classe de qualité de la bille sur pied	Secteur Chatal						Province					
		F1	F2	F3	F4	P	NU	F1	F2	F3	F4	P	NU
24-32	C	0	1	30	2	40	29	0	1	30	2	40	29
	D	0	0	4	1	47	50	0	1	11	2	54	35
34-38	B	0	9	42	3	30	20	1	20	25	1	29	25
	C	0	2	28	2	38	33	0	6	26	1	33	35
	D	0	1	4	0	44	52	0	3	10	1	44	43
	A	8	18	21	1	26	27	13	26	19	1	20	23
40-48	B	6	17	21	1	27	29	6	20	19	1	23	32
	C	1	6	21	3	41	32	3	16	19	1	30	34
	D	0	1	4	0	44	52	0	4	11	1	42	44
	A	9	17	21	1	25	27	18	22	18	0	17	25
50+	B	7	16	22	1	26	29	9	19	23	0	19	31
	C	1	6	22	3	38	33	5	15	23	1	21	36
	D	0	2	5	0	40	52	1	8	17	1	29	45

4. Discussion

Les résultats présentés ici sont ceux d'un échantillonnage effectué dans un seul secteur, qualifié de nordique pour l'éérable à sucre, situé dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest. Il faut demeurer prudent si l'on tente de les appliquer à l'ensemble de ce sous-domaine bioclimatique.

Néanmoins, les résultats abondent dans le sens attendu *a priori*, comme quoi le bois de l'éérable à sucre est de moins bonne qualité au secteur Chatal que dans les secteurs situés plus au sud. Comme ils n'ont pas été étalonnés avec des données provenant de secteurs aussi nordiques, le modèle de Havreljuk *et al.*

(2015) et la matrice de répartition par produits utilisée dans MÉRIS surestiment beaucoup le volume des billes de qualité F1 et F2 provenant du secteur à l'étude (tableau 1). Ce biais provient principalement de la grande proportion colorée de la découpe au fin bout des billes de sciage (figure 2). Ainsi, une bille qui aurait pu être classée F1 ou F2 est déclassée de F1 à F2 ou de F2 à F3 si elle montre de la coloration sur plus de 50 % de la découpe (Petro et Calvert 1976). Un tel déclassement est survenu dans 25 des 83 billes de sciage, soit environ le tiers. Une autre partie du biais découle du fait que la matrice provisoire de répartition par produits du secteur Chatal comprend une plus faible proportion observée du volume de bois d'œuvre que la matrice provinciale, et ce, au profit de la pâte et des bois non utilisés (tableau 2). Cette baisse de bois d'œuvre n'est pas attribuable à la hauteur des arbres qui ne sont pas significativement plus petits que ceux des autres secteurs de la province. Ainsi, les arbres seraient juste de moins belle qualité en général, particulièrement dans la partie du tronc qui est située au-dessus de la bille de pied servant au classement de la qualité sur pied.

Le développement d'une matrice de répartition par produits avec de nouvelles données propres au secteur Chatal avait pour but principal de tester son effet potentiel sur les résultats d'analyses financières et économiques effectuées avec l'outil MÉRIS. Nous avons qualifié cette matrice de provisoire, en attendant d'y intégrer des échantillons d'autres secteurs nordiques (travail en cours). Les premières analyses effectuées avec cette matrice provisoire indiquent que la valeur actualisée nette à perpétuité (VANp) d'un scénario d'aménagement dans un secteur feuillu nordique pourrait baisser d'environ 5 à 10 % comparativement à ce qu'on obtient avec la matrice provinciale (Isabelle Paquin, DGFO, comm. pers., juillet 2019).

D'autres facteurs que ceux étudiés peuvent aussi expliquer en partie la difficulté d'approvisionnement en érable à sucre de qualité dans les secteurs nordiques. En particulier, l'éloignement des centres urbains et des usines de transformation engendre des coûts élevés de transport. De plus, la qualité apparente des érables à sucre sur pied est relativement plus faible à ces endroits où le climat est plus frais (Guillemette et Bédard 2019).

5. Conclusion

Ces résultats provisoires, car provenant d'un seul secteur, appuient l'hypothèse que l'érable à sucre nordique est de qualité moindre que celui de secteurs plus au sud, en raison de son apparence et de ses caractéristiques internes comme la coloration et la minéralisation du bois (voir Guillemette et Bédard 2019). Ces constats justifient le développement de modèles de produits mieux adaptés au milieu de croissance des arbres. Un second avis technique (Guillemette 2019) analysera la valeur des planches tirées des arbres récoltés au secteur nordique Chatal, ainsi que les effets de cette valeur révisée sur le calcul du diamètre à maturité financière. Pour finir, un troisième avis technique (Guillemette, en préparation) présentera un outil sommaire développé pour évaluer l'effet sur la rotation du fait d'utiliser, sur une portion du territoire, un diamètre à maturité financière plus petit que celui utilisé dans l'ensemble de la province.

6. Références

- [BMMB] Bureau de mise en marché des bois, 2018. *Manuel de mesurage des bois récoltés sur les terres du domaine de l'État. Exercice 2018-2019*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la tarification et des opérations financières. 315 p.
- Boulet, B., 2005. *Défauts externes et indices de la carie des arbres*. Les Publications du Québec. Québec, QC. 291 p.
- Germain, R.H., R.D. Yanai, A.K. Mishler, Y. Yang, et B.B. Park, 2015. *Landscape and individual tree predictors of dark heart size in sugar maple*. J. For. 113(1): 20-29. [<https://doi.org/10.5849/jof.14-004>]
- Gosselin, J., P. Grondin et J.-P. Saucier, 1998. *Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la gestion des stocks forestiers. 160 p. [<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/rc-sapiniere-bouleau-jaune-ouest-57.pdf>]
- Guillemette, F., 2016. *Diamètres à maturité pour l'érable à sucre et le bouleau jaune au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 145. 14 p. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Note145.pdf>]
- Guillemette, F., 2019. *Étude provisoire de la qualité interne de l'érable à sucre en peuplement nordique – Partie 2 : évaluation du diamètre à maturité*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-17. 16 p. [<https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/AT-SSRF-17.pdf>]
- Guillemette, F., en préparation. *Étude provisoire de la qualité interne de l'érable à sucre en peuplement nordique – Partie 3 : simulations du rendement*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique.
- Guillemette, F. et S. Bédard, 2019. *Potential for sugar maple to provide high-quality sawlog trees at the northern edge of its range*. For. Sci. 65(4):411-419. [<https://doi.org/10.1093/forsci/fxz008>]
- Havreljuk, F., S. Bédard, F. Guillemette et J. DeBlois, 2015. *Predicting log grade volumes in northern hardwood stands in southern Quebec*. Proceedings of the 5th International Scientific Conference on Hardwood Processing (ISCHP2015). Sept. 15-17 2015. Québec, QC. p. 107-114.
- Majcen, Z., Y. Richard, M. Ménard et Y. Grenier, 1990. *Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts), Direction de la recherche et du développement, Mémoire de recherche n° 96. 94 p. [<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Divers/Memoire96.pdf>]

- [MFFP] Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014. *Classification des tiges d'essences feuillues : Normes techniques. Deuxième édition*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction des inventaires forestiers. 108 p.
[\[https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/classif-tiges-essence-feuillues-6.pdf\]](https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/classif-tiges-essence-feuillues-6.pdf)
- [NHLA] National Hardwood Lumber Association, 2007. *Rules for the measurement and inspection of hardwood and cypress lumber*. Memphis, TN (États-Unis). 106 p.
- Perron, J.Y., 2003. *Tarif de cubage général — volume marchand brut. 3^e publication*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction des inventaires forestiers. 53 p. [\[https://mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/pdf/tarif-de-cubage-64.pdf\]](https://mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/pdf/tarif-de-cubage-64.pdf)
- Petro, F.J., 1971. *Felling and bucking hardwoods. How to improve your profit*. Canadian Forestry Service, Department of Fisheries and Forestry. Publication n° 1291. 140 p.
- Petro, F.J. et W.W. Calvert, 1976. *How to grade hardwood logs for factory lumber*. Canadian Forestry Service, Department of Fisheries and the Environment. Ottawa, ON. Forestry Technical Report n° 6. 67 p.
- Rast, E.D., Sonderman, D.L. et G.L. Gammon, 1973. *A guide to hardwood log grading. Revised edition*. U.S.D.A., Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. Upper Darby, PA (États-Unis). Gen. Tech. Rep. NE-1. 32 p. [\[https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/3948\]](https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/3948)
- Régnière, J. et R. Saint-Amant, 2008. *BioSIM 9 - Manuel de l'utilisateur*. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides. Rapport d'information n° LAU-X-134F. 74 p. [\[http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/28769.pdf\]](http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/28769.pdf)

François Guillemette, ing.f., M. Sc.

Service de la sylviculture et du rendement des forêts

Annexe. Volumes nets observés et prédits des billes de sciage des classes de qualité F1F2F3 et F1F2 pour des érables à sucre de DHP de 33,1 à 49,0 cm, et biais absolus et relatifs du modèle de Havreljuk *et al.* (2015) par rapport aux observations, selon le secteur et la classe de qualité des arbres sur pied (n : nombre d'observations; n/a : non applicable).

Secteur	Classe de qualité	n	Volume F1F2F3 (m ³)		Biais		Volume F1F2 (m ³)		Biais	
			observé	prédit	absolu (m ³)	relatif (%)	observé	prédit	absolu (m ³)	relatif (%)
Bénédicté	AB	13	0,47	0,55	-0,08	-16,6	0,30	0,30	0,00	-0,4
	C	4	0,28	0,38	-0,10	-34,9	0,13	0,12	0,01	9,6
	Moyenne	17	0,43	0,51	-0,08	-19,5	0,26	0,26	0,00	0,8
Bras Coupé	AB	32	0,36	0,51	-0,15	-40,6	0,22	0,27	-0,05	-22,5
	C	17	0,24	0,41	-0,17	-70,9	0,10	0,14	-0,04	-36,7
	Moyenne	49	0,32	0,47	-0,15	-48,4	0,18	0,23	-0,05	-25,2
Charette	AB	21	0,65	0,50	0,15	23,1	0,41	0,27	0,14	35,0
	C	37	0,48	0,40	0,08	17,3	0,24	0,13	0,11	45,6
	Moyenne	58	0,54	0,43	0,11	19,8	0,30	0,18	0,12	40,3
Cook	AB	4	0,57	0,55	0,02	4,0	0,39	0,31	0,09	22,2
	C	13	0,24	0,42	-0,18	-73,4	0,09	0,14	-0,05	-62,4
	Moyenne	17	0,32	0,45	-0,13	-40,7	0,16	0,18	-0,02	-13,2
Dubuc	AB	13	0,48	0,54	-0,06	-12,4	0,24	0,30	-0,06	-22,9
	C	16	0,40	0,33	0,07	16,8	0,10	0,09	0,01	11,2
	Moyenne	29	0,43	0,42	0,01	2,3	0,17	0,18	-0,02	-11,1
Duchesnay	AB	31	0,49	0,48	0,01	1,8	0,26	0,25	0,01	4,1
	C	17	0,16	0,38	-0,23	-145,1	0,05	0,12	-0,07	-135,4
	Moyenne	48	0,37	0,45	-0,07	-19,9	0,19	0,20	-0,02	-9,5
Dumouchel	AB	12	0,38	0,61	-0,23	-59,4	0,25	0,36	-0,11	-42,2
	C	4	0,30	0,31	-0,01	-5,0	0,00	0,08	-0,08	n/a
	Moyenne	16	0,36	0,54	-0,17	-48,3	0,19	0,29	-0,10	-52,9

Secteur	Classe de qualité	n	Volume F1F2F3 (m ³)		Biais		Volume F1F2 (m ³)		Biais	
			observé	prédit	absolu (m ³)	relatif (%)	observé	prédit	absolu (m ³)	relatif (%)
Gatineau	AB	24	0,37	0,60	-0,23	-61,2	0,20	0,35	-0,15	-74,0
	C	22	0,15	0,34	-0,20	-135,7	0,03	0,10	-0,07	-279,0
	Moyenne	46	0,26	0,48	-0,21	-81,0	0,12	0,23	-0,11	-96,4
Labotte	AB	141	0,91	0,73	0,18	19,4	0,55	0,46	0,09	15,6
	C	61	0,75	0,51	0,24	32,3	0,30	0,19	0,11	35,6
	Moyenne	202	0,86	0,67	0,20	22,8	0,47	0,38	0,09	19,5
Lac à la Truite	AB	35	0,47	0,43	0,04	8,2	0,24	0,21	0,02	10,5
	C	28	0,39	0,37	0,02	4,7	0,13	0,11	0,02	14,5
	Moyenne	63	0,43	0,40	0,03	6,8	0,19	0,17	0,02	11,7
Parker	AB	10	0,47	0,46	0,01	1,9	0,24	0,24	0,00	2,0
	C	9	0,33	0,44	-0,11	-35,1	0,15	0,15	-0,01	-3,4
	Moyenne	19	0,40	0,45	-0,05	-12,3	0,20	0,20	0,00	0,1
Saint-Pierre	AB	35	0,81	0,72	0,09	10,6	0,56	0,45	0,10	18,6
	C	12	0,51	0,42	0,09	17,8	0,18	0,14	0,03	18,6
	Moyenne	47	0,73	0,64	0,09	11,9	0,46	0,37	0,09	18,6
Sainte-Véronique	AB	10	0,50	0,60	-0,10	-19,6	0,32	0,35	-0,03	-10,0
	C	13	0,31	0,35	-0,04	-12,3	0,13	0,10	0,03	21,8
	Moyenne	23	0,40	0,46	-0,06	-16,3	0,22	0,21	0,00	1,2
Total		634	0,57	0,53	0,04	6,2	0,30	0,27	0,03	10,5