

Titre :	Étude provisoire de la qualité interne de l'érable à sucre en peuplement nordique — Partie 2 : évaluation du diamètre à maturité
Auteur(s) :	François Guillemette, ing.f., M. Sc.
Collaborateur :	Steve Bédard, ing.f., M. Sc.
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 une plus faible valeur des arbres pour le sciage. Nous avons amorcé l'échantillonnage d'érables à sucre provenant de conditions nordiques afin de vérifier si leur valeur pour le sciage était moindre que celle des arbres provenant de sites plus au sud et aussi pour vérifier s'il faudrait réviser le calcul des diamètres à maturité financière dans ces conditions.

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. Toutefois, cette situation est mal documentée.

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

2700, rue Einstein, bureau C.1.345.11
Québec (Québec) G1P 3W8
Tél : 418 643-7994 poste 6629
Télécopieur : 418 643-2165
Courriel : Francois.Guillemette@mffp.gouv.qc.ca
<https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/connaissances/recherche-developpement/>

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 une 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. Dans une première partie (Guillemette, 2019a), nous avons montré comment les billes extraites du secteur Chatal se distinguent de celles provenant de secteurs échantillonnés plus au sud, puis nous avons proposé 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. Dans cette seconde partie, nous utilisons 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 ces conditions. Dans la troisième partie (Guillemette, en préparation), nous présenterons un outil sommaire développé pour évaluer la production de bois d'œuvre de grande valeur, lequel est notamment sensible au fait d'appliquer ou non un diamètre à maturité financière plus petit que celui de 44 cm utilisé en ce moment.

2. Méthode

2.1. Données du secteur Chatal

Une description détaillée du secteur Chatal ainsi que des arbres et des billes qui y ont été récoltés est disponible dans (Guillemette 2019a). En bref, ce secteur est situé au nord du réservoir Baskatong, dans les Hautes-Laurentides (latitude : 47,08° N.; longitude : 75,76° O.; 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).

En août 2018, 60 érables à sucre y ont été sélectionnés de manière à inclure plusieurs combinaisons de classes de priorité de récolte (MSCR, Boulet 2005) et de qualité de la bille de pied (ABCD, MFFP 2014), en particulier parmi les classes de DHP allant de 34 à 48 cm. Cinquante-neuf d'entre eux ont été abattus et écimés grossièrement par une abatteuse selon un procédé de récolte par arbre 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 bille destinée au sciage a été mesurée, puis numérotée afin d'être sciée dans l'usine.

La méthode de sciage des billes est celle décrite dans Bédard *et al.* (2018). Les 83 billes de sciage (classes F1, F2 et F3 selon Petro et Calvert 1976) et les 9 billons (classe F4) ont été sciés en planches de 28 mm (1,1 pouce) d'épaisseur et en blocs centraux (4 pouces × 6 pouces, 102 mm × 152 mm), en utilisant un schéma de coupe autour de la bille. Les planches ont été classées en bois vert rugueux conformément aux règles de classement de la National Hardwood Lumber Association (NHLA, 2007), qui reposent sur le pourcentage de sections sans défauts évidents sur une planche. Un suivi complet des arbres, des billes et des planches a été conservé tout au long de l'étude. Les planches ont été compilées par volume, par grade et par couleur (aubier ou régulier) pour chaque bille et chaque arbre. Le volume de bois (longueur × largeur × épaisseur) a été calculé en unités impériales, puis converti en unités métriques (m³) pour pouvoir être mis en relation avec les autres volumes de l'arbre.

2.2. Valeur des planches

Les prix des planches utilisés dans cette étude correspondent aux tendances de prix estimées par le BMMB selon des données publiées par Pribec de la fin de 1999 jusqu'en 2014 (tableau 1, Jean-François Belzile, comm. pers., janvier 2019). FOREX nous a aussi dévoilé ses prix pour l'hiver 2019, ce qui nous a permis de vérifier que les prix estimés par le BMMB étaient réalistes. Ces prix représentent les principaux revenus d'une scierie.

Tableau 1. Prix des planches d'érable à sucre par grade (NHLA 2007) et par couleur, pour un millier de pieds mesure de planche (\$/millier de pmp; 1 millier de pmp = 2,286 m³).

Grade	Prix (\$/millier de pmp)	
	Aubier	Régulier
Sélect	1 800	900
1com	1 325	700
2com	1 025	520
3com	875	475
3B	300	
Bloc	375	

2.3. Modélisation de la valeur des planches dans un arbre

Cette modélisation a deux objectifs. Le premier est de vérifier si, pour un même DHP et une même qualité sur pied, les planches d'érable à sucre du secteur Chatal valent moins que celles d'arbres issus d'autres secteurs. Le second est d'obtenir un modèle de la valeur des planches selon le DHP et la qualité, aux fins du calcul du diamètre à maturité financière.

Des données étaient disponibles pour deux autres secteurs (Duchesnay et Dubuc) échantillonnés de manière comparable au Québec depuis 2009. Une partie des données du secteur Duchesnay (32 arbres; latitude : 46,95° N.; longitude : 71,67° O.) a été publiée dans Havreljuk *et al.* (2014), et l'autre partie (52 arbres) a été publiée dans Bédard *et al.* (2018). Les données du secteur Dubuc (56 arbres; latitude 45,95° N.; longitude 75,69° O.) n'ont pas encore été publiées. Le secteur Duchesnay est situé près de la ville de Québec, à la pointe sud-est du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest, près du domaine de l'érablière à tilleul. Le secteur Dubuc est situé en Outaouais, à l'extrême sud du domaine de l'érablière à bouleau jaune, près du domaine de l'érablière à tilleul. Une particularité du secteur Dubuc est que les peuplements échantillonnés contenaient peu de gros arbres, comparativement à ceux des deux autres secteurs. Par conséquent, l'échantillonnage y est surtout concentré parmi les classes de DHP de 24 à 40 cm.

L'étalonnage d'un modèle de la valeur des planches pour ces volumes exige l'utilisation d'un modèle conditionnel en deux parties, comme celui décrit dans Fortin *et al.* (2009), car la distribution de fréquence de la valeur des planches dans un arbre est caractérisée par une abondance de valeurs nulles. La première partie du modèle prédit, à l'aide d'un modèle binomial, la probabilité d'occurrence d'une valeur non nulle dans un arbre (procédure LOGISTIC de SAS). La seconde partie du modèle prédit la valeur moyenne des planches dans un arbre lorsqu'une bille a été sciée (procédure MIXED de SAS).

Pour les deux parties, nous avons élaboré des modèles pour évaluer les effets du DHP, de la classe de qualité et du secteur, simples, et en interaction, puis nous les avons comparés entre eux (critère AIC) afin de déterminer quel modèle était le meilleur. Nous avons vérifié graphiquement l'homogénéité de la variance

et la normalité des résidus; la valeur des planches d'un arbre a dû subir une transformation logarithmique pour répondre à ces critères.

2.4. Diamètre à maturité

Nous avons repris ici la méthode de calcul des diamètres à maturité développée par le Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt feuillue (CIMOTFF, Saucier *et al.* 2014) et par Guillemette (2016), mais en l'adaptant aux données propres à la présente étude. Le diamètre à maturité financière (DiamF) correspond à celui où l'accroissement en valeur des planches selon le DHP de l'arbre passe d'une valeur positive à une valeur négative. Pour estimer cet accroissement de valeur des planches, il faut connaître l'évolution des arbres sur une période donnée (20 ans), puis leur attribuer une valeur au début et à la fin de la période. Dans Guillemette (2016), cette évolution était basée sur des valeurs observées sur près de 20 ans dans des coupes de jardinage; la valeur des arbres était alors estimée selon leur DHP et leur classe de vigueur (Majcen *et al.* 1990) à l'aide du modèle de produits (billes) de Fortin *et al.* (2009) et des prix des billes de bois d'œuvre fournies par le BMMB. Cette fois-ci, l'estimation de la valeur des planches des arbres est réputée plus précise, car le lien entre l'arbre et sa valeur en planches est plus direct (section 2.3). De plus, nous avons utilisé le système de classement de la qualité des arbres au lieu de celui de la vigueur, puisqu'il a été démontré à de nombreuses reprises que le premier est plus performant (p. ex. : Fortin *et al.* 2009, Bédard *et al.* 2018). Toutefois, nous ne disposons pas d'observations à suffisamment long terme de l'évolution de la qualité des arbres après une coupe partielle, comme une coupe de jardinage. Malgré tout, une récente version du modèle de croissance SaMARE (version 2018, provisoire) permet de lancer des évolutions en prenant en compte les classes de vigueur et de qualité de l'arbre, puis de les faire évoluer dans le temps.

Afin d'estimer l'évolution de la qualité des arbres, nous avons réalisé une simulation avec SaMARE (version 2018) à partir d'une table de peuplement de 0,5 ha créée afin de contenir 1 érable à sucre par classe paire de DHP de 2 cm (de 24 à 48 cm), par classe de vigueur (1 : vigoureux avec potentiel de bois d'œuvre, 3 : non vigoureux avec potentiel de bois d'œuvre) et par classe de qualité (A, B ou C). Par la suite, nous avons ajouté des arbres d'autres essences compagnes ou d'autres classes de DHP de manière à atteindre une surface terrière de 17,0 m²/ha composée à 81 % d'érable à sucre, avec 3 m²/ha de perches (DHP de 10 à 22 cm) et 9 m²/ha de capital forestier en croissance (vigueur 1). Ainsi, ce peuplement de départ représente des caractéristiques semblables à ce qui est observé sur le terrain dans le secteur étudié.

Avec les coordonnées géographiques du secteur Chatal, nous avons simulé la croissance après coupe sur une période de 20 ans selon 1000 itérations. Des arbres d'un DHP supérieur à 48 cm n'ont pas été inclus dans la simulation afin de restreindre le nombre de résultats de simulation dont le DHP excède le maximum de l'intervalle d'étalonnage du modèle de valeur des planches. En effet, le modèle de croissance SaMARE fonctionne de manière stochastique. Bien qu'il simule un accroissement moyen d'environ 2 à 3 mm par année, il simule que certains arbres s'accroissent très peu (p. ex. : 0,01 mm/an), tandis que d'autres

peuvent s'accroître très rapidement (p. ex. : 8 mm/an) et, par conséquent, atteindre rapidement le maximum de l'étendue d'étalonnage du modèle de valeur des planches.

3. Résultats

3.1. Modèle de la valeur des planches

Dans la première partie du modèle conditionnel, la probabilité d'observer une bille destinée au sciage varie significativement entre les classes de qualité, mais pas entre les trois secteurs étudiés (figure 1a). La probabilité pour la classe D (20,7 %) est significativement différente de celles des classes A, B et C ($p \leq 0,0035$). La classe C (73,9 %) a une probabilité significativement différente de la classe B (92,9 %, $p = 0,0488$). Il n'y avait pas d'autres différences significatives.

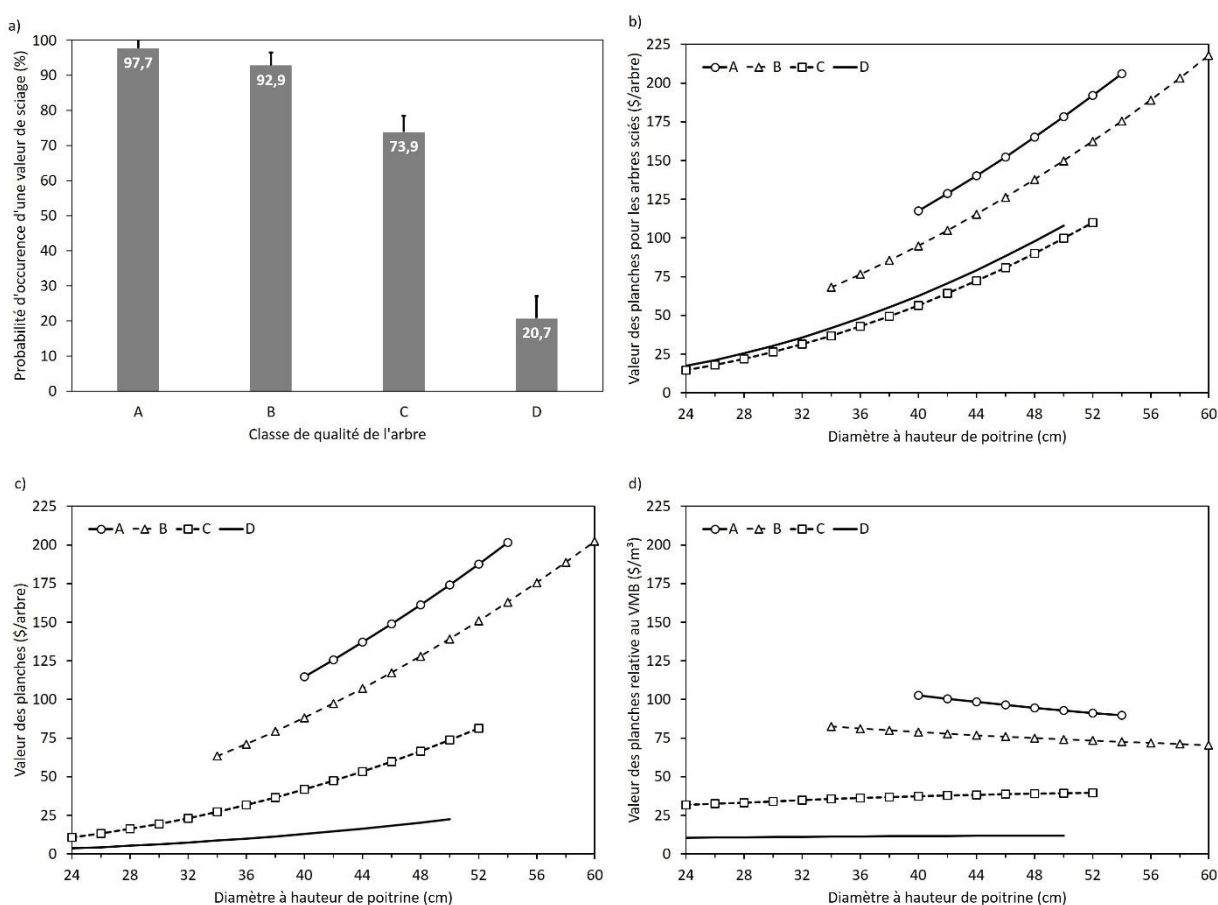


Figure 1. Modèle de la valeur des planches d'un arbre selon la classe de qualité sur pied (A, B, C ou D) de celui-ci pour les trois secteurs à l'étude : a) probabilité d'occurrence d'une valeur de sciage dans l'arbre; b) valeur conditionnelle des planches sciées en fonction du DHP de l'arbre d'origine; c) valeur moyenne des planches en fonction du DHP de l'arbre d'origine (probabilité $\times$ valeur conditionnelle); d) valeur moyenne des planches d'un arbre relative à son volume marchand brut (VMB). Les intervalles de DHP couverts par les courbes indiquent les intervalles de variation des données d'observations utilisées à l'étalonnage.

Dans la seconde partie du modèle conditionnel, lorsqu'une bille destinée au sciage est présente, la valeur des planches dans un arbre varie significativement selon le DHP et la classe de qualité de celui-ci, mais pas entre les trois secteurs étudiés (figure 1b). Des différences significatives sont observées entre la classe A, d'une part, et les classes C ou D, d'autre part ($p \leq 0,0118$), de même qu'entre la classe B et la classe C ($p < 0,0001$). Fait intéressant à souligner : lorsqu'une bille de sciage est présente dans un arbre de qualité C ou D, alors la valeur des planches issues de cet arbre ne varie presque pas entre les deux classes.

La mise en commun des deux parties du modèle fait mieux ressortir les différences de valeurs moyennes des planches issues d'arbres de qualités différentes (figure 1c). La division de ces valeurs monétaires par le volume marchand brut de l'arbre (Perron 2003, figure 1d) montre aussi que l'augmentation de la valeur des arbres en fonction de leur DHP résulte seulement d'une augmentation du volume marchand brut de l'arbre, et non d'une augmentation de la valeur unitaire des planches extraites, puisque les pentes sont presque nulles. Les changements de valeur par unité de volume marchand brut se produisent surtout lorsque l'arbre change de classe de qualité.

3.2. Diamètre à maturité

Sur une période simulée de 20 ans, le changement de valeur des planches d'un érable à sucre avec un DHP de 34 à 48 cm est pratiquement nul lorsque l'arbre est vigoureux (vigreur 1) et de qualité A ou B, quoiqu'une tendance négative semble apparaître vers un DHP de 46 cm et plus (figure 2a). Ainsi, le diamètre à maturité de ces arbres vigoureux et de qualité A ou B pourrait être fixé à environ 46 cm, pour éviter de basculer vers une perte de valeur des planches. Toutefois, les arbres de DHP de 34 à 44 cm ne produisent pas réellement de valeur, même s'ils n'en perdent pas non plus. Les meilleurs accroissements de valeur sont ceux des arbres vigoureux de qualité C, selon un taux annuel décroissant de 3,2 à 1,8 % selon le DHP (figure 2b, courbe 1C). Les plus grandes pertes de valeur ont été observées pour les arbres non vigoureux (vigreur 3), mais de meilleure qualité (A ou B), et ce, pour tous les DHP étudiés.

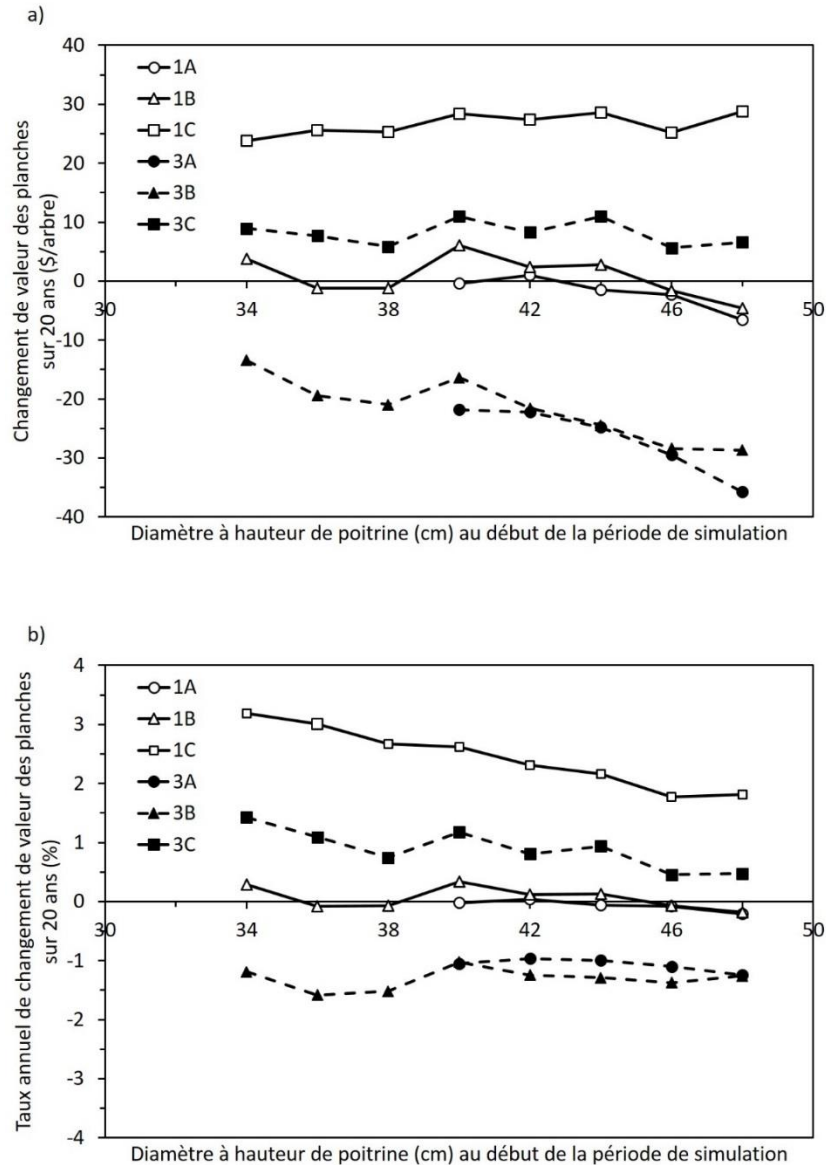


Figure 2. Changement absolu (a) et relatif (b) de la valeur des planches dans un érable à sucre sur une période simulée de 20 ans selon son DHP, sa classe de vigueur (1 ou 3) et sa classe initiale de qualité (A, B ou C).

4. Discussion

Pour des érables à sucre de même diamètre et de même qualité sur pied, la valeur des planches obtenues au secteur Chatal n'est pas significativement différente de celle des planches récoltées à Duchesnay et dans le secteur Dubuc (données non présentées). La puissance statistique de cette comparaison demeure toutefois faible, étant donné le peu de secteurs étudiés et le fait que l'échantillonnage du secteur Dubuc contenait très peu de gros arbres. De plus, le secteur de Duchesnay est quand même situé dans des

conditions assez nordiques qui pourraient s'apparenter à celles du secteur Chatal. D'ailleurs, nous avons démontré, dans la première partie de cet avis technique (Guillemette 2019a), que la coloration et la présence de taches de minéralisation des billes étaient parmi les plus importantes à Duchesnay et au secteur Chatal. Ainsi, le modèle présenté ici pourrait refléter principalement des conditions nordiques, soit celles du domaine de la sapinière à bouleau jaune située sur le Bouclier canadien. Afin de l'améliorer, des projets d'échantillonnage sont en préparation dans d'autres secteurs nordiques et dans des secteurs plus au sud.

Pour des érables de même diamètre, la valeur des planches varie grandement selon la classe de qualité, bien que les différences ne soient pas statistiquement significatives entre les classes A et B. Par exemple, à un DHP de 40 cm, la valeur des planches d'un arbre de la classe A est de 1,3 fois celle d'un arbre de la classe B, de 2,7 fois celle d'un arbre de classe C et de 8,8 fois celle d'un arbre de classe D (figure 1c). À titre comparatif, nous avons aussi fait l'exercice de modéliser selon la classe de priorité de récolte (MSCR) pour des arbres ayant un potentiel de bois d'œuvre (classe O) (résultats non publiés). Les 4 courbes de valeur des planches selon les classes de priorité de récolte MO, SO, CO et RO se situaient entre les courbes des qualités C et B de la figure 1c. Le plus grand écart entre ces courbes à un DHP de 40 cm était celui entre les classes RO et MO, avec un rapport de 1,5.

L'observation que le DHP de l'arbre n'influence presque pas la valeur de ses planches par unité de volume marchand brut (figure 1d) suggère que les perspectives d'accroissement de valeur avec le temps sont limitées, sauf si un gain de classe de qualité peut être obtenu ou si l'accroissement en DHP est grand et que le risque de mortalité est marginal. Or, les résultats de simulation dans SaMARE 2018 indiquent que ce sont surtout les arbres ayant un potentiel minimal de valeur pour le sciage (classe C) qui peuvent ajouter de la valeur en cours de la rotation (figure 2a). Pour les arbres ayant atteint la plus haute classe de qualité possible, les perspectives se limitent au maintien (si l'arbre est vigoureux) ou à la décroissance (si l'arbre est défectueux) de la valeur. Les autres gains de valeur peuvent provenir des arbres plus petits qui entrent dans les classes de DHP recherchées pour le bois d'œuvre.

Ces résultats d'accroissement de la valeur des planches de l'érable à sucre en fonction du DHP (figure 2a) amènent une perspective différente de celle présentée dans les travaux du CIMOTFF (Saucier *et al.* 2014) et révisés dans Guillemette (2016). En effet, ces travaux ont montré qu'il y avait généralement un gain de valeur à laisser croître les plus petits arbres vigoureux, mais que ce gain diminue graduellement jusqu'à un point de transition (diamètre à maturité financière) au-delà duquel la valeur diminue (figure 3). Or, dans la présente évaluation, les courbes de l'accroissement de la valeur des planches n'ont pas cette forme : ce sont davantage des droites, quoique légèrement en zigzag (figure 2a). Cette différence pourrait être attribuable à l'effet du modèle de croissance SaMARE, ou au fait que l'étendue des courbes selon le DHP dans la présente étude est restreinte de 34 à 48 cm et ne couvre pas tout l'intervalle de 24 à 50 cm. Une autre différence entre les courbes des deux études est l'ampleur de l'accroissement prédit de la valeur.

L'étude de Guillemette (2016) prédisait un accroissement d'environ 10 \$ sur 20 ans de la valeur des billes de qualité F1 et F2 par arbre vigoureux de DHP de moins de 40 cm (figure 3). Par contraste, dans la présente étude, le gain équivalent de valeur des planches est pratiquement nul pour les arbres vigoureux de qualité A ou B et de 25 \$ pour ceux de qualité C (figure 2a). Toutefois, sachant que la proportion des érables de qualité A ou B est généralement de 40 à 50 % dans les peuplements à l'étude (Guillemette et Bédard 2019), une moyenne pondérée de ces 3 valeurs d'accroissement des planches donnerait environ 10 à 15 \$, ce qui est assez proche de celle de l'accroissement des billes de bois d'œuvre de grande qualité rapportée dans Guillemette (2016, figure 3).

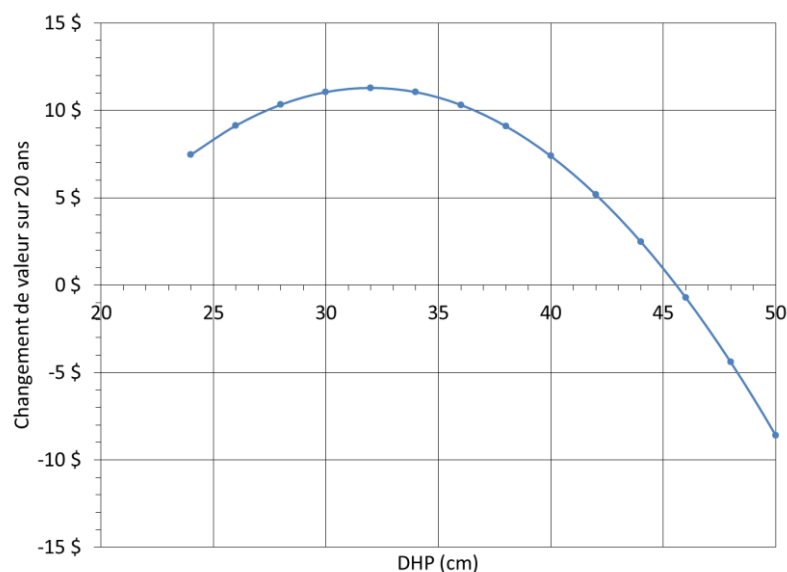


Figure 3. Exemple de relation entre le changement de valeur des billes de sciage des classes F1 et F2 d'un érable à sucre vigoureux et son DHP au début d'une rotation de 20 ans, selon les modèles de Guillemette (2016).

Cette révision des calculs des diamètres à maturité financière avec les données de qualité de la bille de pied nous amène à formuler de nouvelles recommandations préliminaires concernant l'ordre de priorité de récolte de l'érable à sucre dans le cas particulier des érablières nordiques situées sur le Bouclier canadien :

- 1) Les arbres de vigueur 1 devraient être considérés comme des arbres de priorité C ou R dans le système de priorité de récolte actuel (93,5 % des arbres de vigueur 1 sont de priorité C ou R selon Guillemette 2016), et ceux de vigueur 3, comme des arbres de priorité M ou S (72,5 % le sont selon Guillemette 2016). **Ainsi, les érables à sucre non vigoureux (classes de priorité M et S) de qualité A ou B devraient être récoltés en priorité**, puisqu'ils présentent le plus grand risque de perdre de la valeur de sciage (figure 2). Parmi ceux-ci, les arbres de priorité M et S ont respectivement 18 et 4 fois plus de risque de mourir que ceux de priorité C et R (Guillemette *et al.* 2015).

- 2) **Le second groupe de priorité de récolte comprend tous les érables à sucre de qualité A ou B ayant atteint le DHP à maturité financière recommandé par Guillemette (2016).** En effet, ces arbres risquent aussi de perdre de la valeur, mais à un degré moindre que ceux du premier groupe. Ce constat est basé sur l'absence de gain notable de valeur en fonction du DHP (figure 2), voire même un léger déclin vers un DHP de 46 cm et plus. Le fait qu'il soit encore impossible d'estimer raisonnablement la valeur des planches pour des arbres ayant un DHP supérieur à 60 cm en fin de simulation ne permet pas de bien capter la forme des courbes pour des arbres ayant un DHP initial de 48 cm ou plus. Pour ces classes de DHP, il semble donc plus raisonnable de s'appuyer sur les valeurs plus générales de diamètre à maturité de Guillemette (2016).
- 3) **Le troisième groupe de priorité de récolte comprend les érables à sucre de classe M et S de qualité C.** En effet, bien que la courbe de changement de valeur des érables de vigueur 3 soit au-dessus du seuil de 0 (figure 2), ce groupe comprend une part non négligeable (27,5 %) d'arbres de priorité C ou parfois R. La plupart d'entre eux sont affligés d'une blessure saine de superficie modérée. Si l'on pouvait retirer ces arbres de priorité C ou R du groupe des arbres de vigueur 3, le taux de mortalité du groupe des M et S serait probablement plus élevé, ce qui réduirait les perspectives de gain de valeur des planches.

Il est important de préciser que ces recommandations sur l'ordre de priorité de récolte valent seulement pour l'érable à sucre. Cela dit, il ne faut pas omettre de gérer la composition du peuplement en récoltant aussi dans d'autres groupes d'essences. L'application de ces priorités de récolte ne devrait pas nécessairement conduire à une hausse de la proportion des essences moins désirées dans le peuplement. Lorsque les objectifs de production et la composition du peuplement le permettent, il serait possible de diminuer le diamètre à maturité de l'érable à sucre de qualité A ou B, puisque les arbres d'un DHP de 34 à 44 cm sont en maintien de valeur (figure 2) et que la valeur de leurs planches n'augmente pas ou très peu en cours de rotation. Quant à eux, les arbres de qualité D, dont la valeur est très faible et le taux de mortalité est élevé (voir Guillemette 2019b), ne représentent habituellement qu'une faible proportion de la surface terrière des peuplements. Leur présence peut être tolérée dans une sylviculture de base ou extensive afin de contribuer au maintien de débris ligneux dans le peuplement.

Finalement, toutes ces recommandations sont basées sur un ensemble complexe de données, d'analyses et de modèles en lesquels notre confiance repose. Sans doute existe-t-il une marge d'erreur pour ces estimations; l'ajout d'autres données et analyses pourra donc apporter des éclairages un peu différents. Néanmoins, certaines grandes tendances devraient demeurer :

- L'ajout de données au modèle de la valeur des planches, particulièrement provenant de gros arbres, pourrait modifier les courbes du modèle. Toutefois, il est peu probable que cela amène des changements très importants, notamment quant à la forme des courbes. Le calcul des diamètres à maturité financière dépend davantage de la forme et de la pente des courbes de valeur des planches que des valeurs absolues. Or, la variabilité des observations d'arbres individuels autour des courbes

est tellement grande qu'il est peu probable qu'on parvienne à y détecter des formes particulières ou que la pente des courbes change beaucoup. L'ajout de données provenant d'érablières nordiques permettrait de renforcer notre confiance au modèle, alors que l'ajout de données provenant de secteurs plus méridionaux permettrait de bien vérifier si ces territoires sont réellement différents.

- La version 2018 du modèle de croissance SaMARE est fondée sur celle de 2014, après que celle-ci ait été validée avec un jeu de données indépendantes de l'étalonnage (Gauthier *et al.* 2016). Dans cet exercice, la croissance en surface terrière simulée par SaMARE et Artémis 2014 étaient comparables. Dans le cas présent, nous avons effectué certaines simulations sur ces deux versions de SaMARE et obtenu des résultats similaires pour l'érable à sucre. Par ailleurs, le modèle d'évolution de la qualité des tiges (A, B, C, et D) est nouveau dans la version 2018.

5. Conclusion

Ces résultats préliminaires à l'échelle de l'arbre individuel indiquent que la séparation du potentiel de bois d'œuvre dans les classes de qualité A, B et C fournit une perspective différente sur les diamètres à maturité calculés précédemment. En effet, les plus grands gains de valeur des sciages observés sur des arbres vigoureux à un diamètre inférieur à celui à maturité ne proviennent pas de tous les arbres, mais seulement de ceux de la plus faible qualité pour le bois d'œuvre, soit ceux de la classe C. Les arbres vigoureux et de qualité A ou B maintiennent leur valeur jusqu'à un diamètre à maturité financière d'environ 46 cm, après quoi celle-ci décline lentement.

Les résultats montrent aussi qu'il est financièrement avantageux de récolter en priorité les érables à sucre de qualité A ou B lorsque ceux-ci sont de priorité de récolte M ou S. En effet, ces arbres ont une valeur actuelle élevée, mais qui décroîtra plus rapidement que celle des érables vigoureux ayant atteint le diamètre à maturité.

Finalement, il est important de rappeler que ces analyses ont été effectuées seulement à l'échelle de l'arbre individuel pour des érables à sucre en conditions nordiques. Le fait d'abaisser le diamètre de récolte des érables vigoureux et de qualité A ou B pourrait avoir des incidences importantes à l'échelle du peuplement (composition, rendement, rotation) et des calculs de possibilités forestières. La troisième partie de cet avis (Guillemette, en préparation) vise justement à évaluer le rendement forestier de divers scénarios et à proposer des outils de gestion.

6. Références

- Bédard, S., I. Duchesne, F. Guillemette et J. DeBlois, 2018. *Predicting volume distributions of hardwood sawn products by tree grade in eastern Canada*. Forestry 91(3): 341-353.
[\[https://doi.org/10.1093/forestry/cpx043\]](https://doi.org/10.1093/forestry/cpx043).
- Boulet, B., 2005. *Défauts externes et indices de la carie des arbres*. Les Publications du Québec. Québec, QC. 291 p.
- Fortin, M., F. Guillemette et S. Bédard, 2009. *Predicting volumes by log grades in standing sugar maple and yellow birch trees in southern Quebec, Canada*. Can. J. For. Res. 39: 1928-1938.
[\[https://doi.org/10.1139/X09-108\]](https://doi.org/10.1139/X09-108).
- Gauthier, M.-M., F. Guillemette, H. Power et F. Havreljuk, 2016. *Capacité des modèles SaMARE et Artémis à simuler l'évolution des peuplements après une coupe de jardinage pratiquée dans un contexte opérationnel*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 144. 18 p.
[\[https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/connaissances/recherche/Note144.pdf\]](https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/connaissances/recherche/Note144.pdf)
- 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.
[\[https://doi.org/10.5849/jof.14-004\]](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.
[\[https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/rc-sapiniere-bouleau-jaune-ouest-57.pdf\]](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.
[\[http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Note145.pdf\]](http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Note145.pdf)
- Guillemette, F., 2019a. *Étude provisoire de la qualité interne de l'érable à sucre en peuplement nordique — Partie 1 : matrice de répartition par produits*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique n° SSRF-16. 14 p.
[\[https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/AT-SSRF-16.pdf\]](https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/AT-SSRF-16.pdf)
- Guillemette, F. 2019b. *Identifier les arbres les plus susceptibles de mourir après une coupe partielle dans l'érablière ou la bétulaie jaune*. For. Chron. 95(1): 6-10. [\[https://doi.org/10.5558/tfc2019-003\]](https://doi.org/10.5558/tfc2019-003)

- 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): 411-219. [<https://doi.org/10.1093/forsci/fxz008>]
- Guillemette, F., S. Bédard et F. Havreljuk, 2015. *Probabilités de mortalité des feuillus selon le classement de la priorité de récolte*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSRF-5. 11 p.
[<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Guillemette-Francois/Avis-technique-SSRF-5.pdf>]
- Havreljuk, F., A. Achim, D. Auty, S. Bédard et D. Pothier, 2014. *Integrating standing value estimations into tree marking guidelines to meet wood supply objectives*. Can. J. For. Res. 44(7): 750-759.
[<https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0407>]
- 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 des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière, Mémoire de recherche n° 96. 95 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*. 2^e édition. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction des inventaires forestiers. 98 p.
[<https://www.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*. National Hardwood Lumber Association. 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>]
- 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.

Saucier, J.-P., F. Guillemette, P. Gauthier, J. Gravel, F. Labbé, S. Meunier et N. Vachon, 2014. *Rapport du Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt feuillue (CIMOTFF)*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Rapport technique, 98 p.
[\[https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/rapport-CIMOTFF.pdf\]](https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/rapport-CIMOTFF.pdf)

François Guillemette, ing.f., M. Sc.
Service de la sylviculture et du rendement des forêts