



CIRRELT

Centre interuniversitaire de recherche
sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport

Interuniversity Research Centre
on Enterprise Networks, Logistics and Transportation

Analyse de cycle de vie de coût basée sur la comptabilité par activités appliquée au portefeuille de produit d'une entreprise forestière innovante

Achille-Benjamin Laurent
Sophie D'Amours
Robert Beauregard

Septembre 2016

CIRRELT-2016-48

Bureaux de Montréal :
Université de Montréal
Pavillon André-Aisenstadt
C.P. 6128, succursale Centre-ville
Montréal (Québec)
Canada H3C 3J7
Téléphone : 514 343-7575
Télécopie : 514 343-7121

Bureaux de Québec :
Université Laval
Pavillon Palasis-Prince
2325, de la Terrasse, bureau 2642
Québec (Québec)
Canada G1V 0A6
Téléphone : 418 656-2073
Télécopie : 418 656-2624

www.cirrelt.ca

Analyse de cycle de vie de coût basée sur la comptabilité par activités appliquée au portefeuille de produit d'une entreprise forestière innovante

Achille-Benjamin Laurent^{1,2,*}, Sophie D'Amours^{1,2}, Robert Beauregard³

¹ Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT)

² Département de génie mécanique, Pavillon Adrien-Pouliot, 1065, avenue de la Médecine, local 3348, Université Laval, Québec (Québec), G1V 0A6

³ Département des sciences du bois et de la forêt, Pavillon Gene-H.-Kruger, 2405, rue de la Terrasse, local 2367, Université Laval, Québec, Canada G1V 0A6

Résumé. Un système de gestion comptable permet de fournir des informations de planification et de contrôle de la production. Cet article présente une analyse de cycle de vie de coût basée sur la comptabilité par activité appliquée à une entreprise forestière innovante. L'étude couvre les activités de récolte en forêt et de l'usine de transformation de cet industriel. Le coût de revient de chacun des produits du portefeuille est déterminé en fonction des activités de transformation subies. Un inventaire couvrant plusieurs années d'opération permet de calculer l'incertitude autour des résultats de coût de revient, via une simulation de Monte-Carlo. Une analyse du niveau de maturité du portefeuille de produits de l'entreprise est réalisée à partir d'une évaluation des investissements, de la profitabilité et de la valeur ajoutée des produits, en complément aux résultats de l'étude comptables.

Mots-clés: Comptabilité par activité, portefeuille de produit, cycle de vie, industrie forestière

Remerciements. Nous tenons à remercier notre partenaire industriel, les CCLtée, de nous avoir fait confiance et avoir partagé leurs données. Tout particulièrement à Pascal Ouellet et Frédéric Verreault, qui ont pris le temps de répondre à nos demandes. Nous remercions également le consortium de recherche FORAC pour le soutien financier et administratif.

Results and views expressed in this publication are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of CIRRELT.

Les résultats et opinions contenus dans cette publication ne reflètent pas nécessairement la position du CIRRELT et n'engagent pas sa responsabilité.

* Corresponding author: Achille-B.Laurent@cirrelt.ca

1. Introduction

Toutes les entreprises, quel que soit le secteur d'activité, ont pour vocation de générer des profits. Pour ce faire, les entrepreneurs peuvent améliorer la valeur de leur production afin d'augmenter les revenus. Il est également possible de réduire l'ensemble des coûts, tel que les coûts d'approvisionnement, de production et de stockage. Pour réduire ses coûts et améliorer ses revenus, faut-il encore avoir une gestion comptable permettant de quantifier ces différents coûts par produit. Un système de gestion comptable permet de fournir des informations de planification et de contrôle de la production (Wessels et Vermaas 1998b).

Dans une comptabilité traditionnelle, les coûts variables et les coûts fixes sont repartis par unité de production (Nurminen, Korpunen, et Uusitalo 2009). Seuls les coûts totaux et le volume de produits finis sont connus (H. T. Johnson et Kaplan 1991). Ces informations ne sont pas toujours suffisantes pour mettre en place un système de gestion comptable éclairant la prise de décision quant à la gestion du portefeuille de produits (Rappold 2006). C'est pour pallier à ce manque que Cooper et Kaplan (1988) ont décrit la méthode de comptabilité par activité (ABC). Ainsi les coûts de production sont obtenus par la sommation des coûts des activités qui génèrent un produit (Maher et Deakin, 1991). En raison de la complexité de sa mise en œuvre au sein d'une entreprise et pour anticiper les coûts et les risques, Emblemståg (2003) propose une méthode d'analyse de cycle de vie de coût (ACVC) basé sur l'ABC.

L'industrie forestière est dite divergente, car elle génère différents produits à partir de la ressource bois (Frayret *et al.* 2008). Dans ce portefeuille de produits, tous n'ont pas la même valeur. Ce qui implique une distinction entre les coproduits et les sous-produits.

Les scieries de résineux transforment de grands volumes qui sont principalement destinés à la construction résidentielle (Haygreen et Bowyer, 1989). Par conséquent, dans ce secteur industriel, où la comptabilité traditionnelle domine, seul le bois d'œuvre qui génère de la valeur est pris en considération. Ainsi, la pratique de l'industrie du secteur veut que le coût de revient des coproduits soit établi par la soustraction de la valeur de vente des sous-produits aux coûts totaux de production, avant d'être divisé par le volume de production pour obtenir un coût unitaire (Rappold 2006). Ce qui implique que le coût de revient des coproduits est variable, en fonction des marchés pour les sous-produits.

Ce système comptable suffit tant qu'un seul produit du portefeuille est valorisé et que les coûts variables dominent (Ainsworth et Deines, 2003). Avec l'apparition de nouveaux produits d'ingénieries ou énergétiques dans certaines scieries, la répartition des coûts devrait être redistribuée. De plus, la sophistication des procédés de transformation demande des investissements plus importants. Ce qui augmente la part de coûts fixes sur les coûts totaux. Par conséquent, les méthodes d'établissement de coût de revient traditionnel peuvent fausser les coûts et leur allocation (Lere 2000). Ceci est d'autant plus vrai lorsque certains produits finis nécessitent des traitements spéciaux (Nurminen, Korpunen, et Uusitalo 2009).

Cet article présente l'application d'une méthode d'ACVC basée sur l'ABC du portefeuille de produit d'une industrie forestière innovante. L'innovation vient du fait que notre partenaire industriel, Chantiers Chibougamau Ltée (CCLtée), sait tourner à son avantage ce qui est vu par plusieurs comme une longue liste d'inconvénients. En effet, CCLtée récolte et transforme des arbres de la forêt boréale, qui ont la particularité d'avoir un petit diamètre, mais des propriétés mécaniques supérieures. Si bien que les CCLtée ont investi dans le développement d'une gamme de produits de bois d'ingénierie, comme le lamellé-collé, les poutres en I et le panneau de bois massif lamellé-croisé (CLT). Ces produits ont en commun de coller de petites pièces de bois pour en faire des matériaux de structure qui peuvent être usinés pour en faire des composantes de systèmes de construction sur mesure. Ce qui soulève des questionnements : quelles ressources en capital et en développement devraient être allouées à chacun des produits du portefeuille ? Où devraient se situer les priorités de développement de produits et comment orienter l'avenir de l'entreprise ? La démarche n'est pas considérée ici comme un rétroviseur informant sur le passé, mais plutôt comme un outil prospectif permettant d'éclairer les décisions sur l'avenir de l'entreprise.

Dans l'esprit de ce qui a été présenté par Schuler et Adair (2003), la discussion, section 7, a pour objectif de placer ces produits sur une courbe de cycle de vie des produits qui est couramment utilisée en marketing (Cox, 1967). Cette analyse sera réalisée à partir d'une évaluation des investissements, de la profitabilité et de la valeur ajoutée des

produits, en complément aux résultats de l'ABC de l'ensemble du portefeuille de produits et de la répartition du volume de production.

2. Revue de littérature

Cette section présente une revue de littérature des méthodes comptables utilisées dans cette étude, que sont l'ACVC et l'ABC, avant de résumer les applications de l'ABC dans le secteur forestier. Après un bref rappel historique, une revue critique détaille les limites de ces deux approches, permettant ainsi de mettre en exergue l'intérêt de recourir à une méthode misant sur les forces de l'ACVC et de l'ABC, proposés par Emblemsvåg (2003).

2.1. L'analyse de cycle de vie de coût

L'analyse de cycle de vie de coût a pour objectif de calculer les coûts totaux d'un produit ou d'un service, sur leur cycle de vie. L'ACVC fut développée, dans les années 60, par le département de la défense états-unienne. Ce n'est qu'à partir des années 80 que cette méthodologie fût adaptée et appliquée à des investissements publics dans le secteur de la construction (Woodward 1997). Plus récemment, des projets de recherches ont mené au développement de méthodologies d'ACVC appliquées à l'industrie de la construction (Gluch et Baumann, 2004).

De nombreuses méthodes d'ACVC ont été développées dans les dernières décennies. Des revues de littératures exhaustives permettent de dresser une liste de 14 méthodes répertoriées, ainsi qu'une description succincte (Asiedu et Gu, 1998 ; Durairaj *et al.*, 2002; Gluch et Baumann, 2004). Parmi ces méthodes on retrouve l'ABC, que Durairaj *et al.* (2002) considèrent comme l'approche la plus prometteuse pour une analyse de coût efficace dans une perspective de cycle de vie. La littérature présente également différentes critiques quant à l'approche utilisée dans les ACVC. En effet, les méthodes utilisées en ACVC ne sont généralement pas des méthodes de comptabilité, mais plutôt d'analyse des flux de trésorerie (Emblemsvåg 2003). Ce qui implique la prise en compte de l'exposition aux risques financiers et en particulier la valeur actuelle des investissements, sans être en mesure de fournir une indication de la rentabilité d'un produit et donc de la société. Les analyses de flux de trésorerie omettent également les coûts de la main-d'œuvre et la majorité des frais généraux. De plus, Gluch et Baumann (2004) spécifient que par son approche néoclassique l'ACVC n'est pas en mesure d'intégrer les incertitudes, les décisions irréversibles, la valeur des biens communs ainsi que les coûts futurs.

2.2. La comptabilité par activité

Par définition, la méthode ABC permet d'analyser de manière détaillée les coûts directs et indirects associés aux produits ou aux services. De plus, cette méthode présente l'avantage de mettre en évidence l'origine des coûts et les causes de variation. Les similitudes avec l'analyse de cycle de vie environnementale (ACVE) semblent assez flagrantes. Plusieurs auteurs font état de l'utilisation de la méthode ABC comme outils de gestion stratégique, afin de faciliter la prise de décision (Cooper et Kaplan, 1988; Malcom, 1991). La méthode ABC est également développée pour des approches appliquées spécifiquement aux activités logistiques (Bokor et Markovits-Somogyi, 2015; Lin *et al.*, 2001; Pohlen et La Londe, 1994).

Apparue en 1986 dans le Consortium for Advanced Manufacturing International (CAM-I) (Berliner et Brimson, 1988), la méthode des coûts en fonction des activités fait partie d'une approche d'ingénierie des processus. Elle permet l'analyse de la performance des processus par les coûts « consommés » par chaque activité. D'après Schindler (2008), cette analyse peut être effectuée selon une approche client, produit, service, gamme, unité de production, marché ou projet d'entreprises. L'objectif est d'améliorer le fonctionnement global de l'entreprise en termes d'activités, que ce soit pour la production, le soutien ou la structure. Il est ainsi possible de définir des indicateurs de performance économique pour chaque activité et d'assurer le suivi.

Les principales différences entre les systèmes d'établissement des coûts traditionnels et l'ABC se trouvent dans les hypothèses de base. Le calcul des coûts traditionnels suppose que les produits consomment des ressources. Les coûts sont répartis en fonction de la répartition au niveau de l'unité. L'approche ABC estime que les produits consomment des activités. Les ressources ne sont pas utilisées par des produits directement, mais ce sont les activités qui consomment des ressources. Les coûts sont répartis par activité, puis par des produits si nécessaires. L'essentiel à

retenir est que le but principal de l'ABC est d'augmenter la traçabilité de la comptabilité analytique (Emblemsvåg, 2003) à des fins d'aide à la décision de la gestion des ressources.

2.3. Applications de l'ABC au secteur forestier

Selon Hachez (2006), la méthode ABC est pertinente dans le cas d'une production divergente, comme l'industrie forestière. Malgré cette perception, nous n'avons répertorié que 5 publications présentant des études de cas utilisant la méthode ABC appliquée à l'industrie forestière. Deux études traitent des activités en forêt (Nurminen, Korpunen, et Uusitalo 2009; Posavec et al. 2011b). Les trois autres couvrent uniquement les activités de 1^{re} transformation à la scierie (Korpunen *et al.*, 2010; Rappold, 2006; Wessels et Vermaas, 1998). À notre connaissance, il n'y a pas eu d'étude sur l'ensemble des activités d'une compagnie forestière. Wessels et Vermaas (1998) ont précisé que l'application de la méthode ABC à toutes les activités d'une scierie serait une tâche laborieuse.

La complexité de mise en œuvre de l'ABC au sein d'une entreprise est reprise par plusieurs auteurs, comme identifiés par Anderson *et al.* (2002). Si bien que plusieurs simplifications ont été développées, notamment sur la façon dont les coûts fixes sont attribués aux différentes activités. Dans une usine de production, quel que soit le secteur, le temps de production est souvent un paramètre d'allocation efficace. Cela a conduit à une évolution de la méthode ABC introduisant une base de référence temporelle présentée par Kaplan et Anderson (2007).

L'allocation temporelle peut s'appliquer dans une scierie comme l'ont démontré les études de cas réalisées par Rappold (2006) et Korpunen *et al.* (2010). À partir de temps de cycle et en utilisant des modèles de simulation, cette approche permet de prendre en considération les nombreuses spécifications des billes. Ceci en fait un outil de planification et de contrôle de la production au niveau opérationnel.

Les coûts des activités de récolte et de transport peuvent également être comptabilisés avec des paramètres d'allocation temporelle comme le montre l'étude de Nurminen *et al.* (2009). Cette étude de cas, sur une petite parcelle, démontre la pertinence du recours à une ABC pour déterminer l'efficacité économique de la récolte d'un assortiment de billes.

Dans leur étude, Wessels et Vermaas (1998) utilisent les coûts historiques de différents centres de coûts d'une scierie pour réaliser une ABC.

2.4. Intérêt de la méthode proposée par Emblemsvåg (ACVC-ABC)

En réponse à ses propres critiques envers les deux méthodes comptables, Emblemsvåg (2003) propose une méthode d'ACVC basée sur l'ABC. Cette approche, composée de 10 étapes comme le montre la figure 1, reprend le meilleur des deux méthodes comptables.

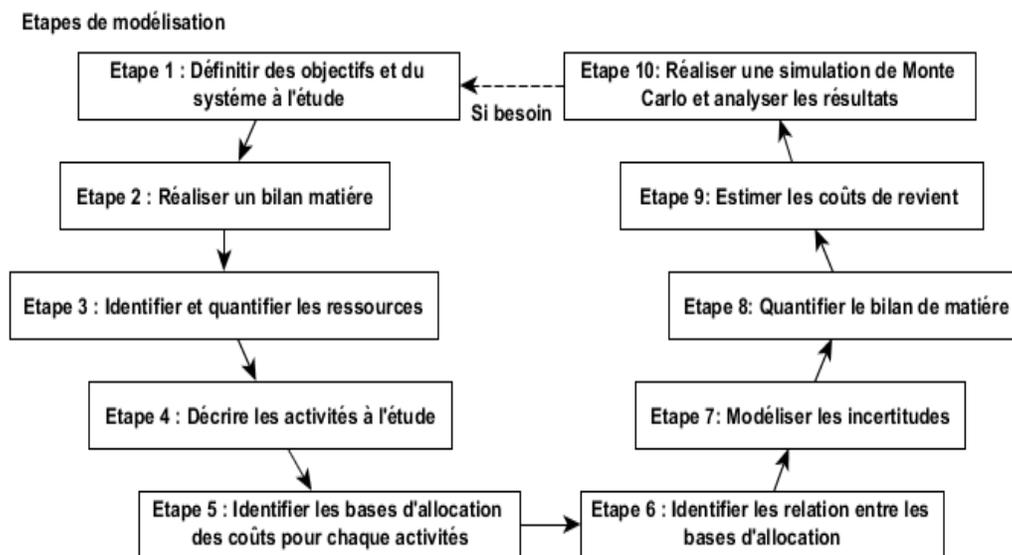


Figure 1: Méthode comptable d'ACVC basée sur l'ABC (adapté de Emblemsvåg, 2003)

Cette méthode proposée par Emblemsvåg (2003) présente des similarités avec la réalisation d'une ACVE. En effet, l'approche dite rétrospective (*backcasting*) permet la réalisation d'une analyse à partir de données historiques. De plus, cette méthode implique la réalisation d'une analyse de l'incertitude reposant sur la simulation de Monte-Carlo.

3. Objectifs

L'objectif de la présente analyse est de réaliser une ACVC basée sur une ABC afin d'éclairer la prise de décision quant à la gestion du portefeuille de produits en vue d'améliorer la rentabilité de l'entreprise.

À l'image de l'approche utilisée par Wessels et Vermass (1998), l'analyse repose sur des données historiques en raison d'un changement important dans le processus de fabrication des produits d'ingénierie depuis 2008. En effet, la dimension des pièces de bois pour fabriquer les poutres en lamellé-collé est passée de 2'x2' à 1'x1', ce qui améliore les propriétés mécaniques des poutres en lamellé-collé. En revanche, cela augmente la consommation de colle. C'est pour cette raison que nous avons décidé d'exclure de l'inventaire les données datant d'avant 2009. Ainsi, l'inventaire des données couvre toutes les activités en forêt et à l'usine de notre partenaire industriel entre 2009 et 2012. Ces 4 années d'inventaire permettent de générer une moyenne annuelle prenant en considération des nombreux facteurs variables dont dépend l'industrie forestière. Elles permettent aussi d'estimer une variabilité nécessaire pour effectuer une analyse d'incertitude. Comme suggéré par Emblemsvåg (2003), le modèle de rétrospective commence par un inventaire des ressources attribuables aux activités. Ce qui permet de déterminer les coûts directs de chaque activité. Les coûts indirects, tels que les coûts d'amortissement annualisés, les coûts financiers, les coûts d'installation et les frais généraux, sont redistribués aux activités. Enfin, les coûts de revient de chacun des produits du portefeuille sont calculés en fonction des activités qui ont été réalisées sur une base volumique.

4. Méthodologie

En premier lieu il semble important de commencer cette section en distinguant les différents concepts de cycle de vie, car il en existe plusieurs dépendamment de la discipline traitée.

Le concept de cycle de vie des produits (CV-P) utilisé en marketing a été présenté par Cox (1967). La représentation la plus courante de ce concept est une courbe de CV-P permettant de positionner un produit selon les étapes de développement, en commençant par la recherche & développement, puis le développement des marchés, la croissance, la maturité et enfin le déclin. Ceci est défini en fonction du volume des ventes, des profits, des effets de substitution et d'une anticipation du potentiel des marchés.

L'analyse du cycle de vie de coût (ACVC) s'inspire de l'analyse du cycle de vie environnementale (ACVE). À l'instar de l'ACVE (olivier Jolliet, Saadé, et Crettaz 2005), qui a pour objectif de quantifier les impacts environnementaux d'un service ou d'un produit du berceau à la tombe, de l'extraction des ressources jusqu'à la disposition du produit, une ACVC est une méthode qui prend en considération tous les coûts depuis l'acquisition jusqu'au traitement de fin de vie (L. Luo, van der Voet, et Huppés 2009). Il est tout de même possible de partitionner ces étapes et d'analyser uniquement certaines phases du cycle de vie, comme cela se pratique dans les ACVE. Dans la présente étude, seules les étapes de récolte et de transformation sont considérées, aussi nommées du berceau à la barrière en sortie d'usine "Cradle-To-Gate". L'avantage de cette approche est de réduire la charge de travail d'une analyse complète en se limitant aux activités sous le contrôle de l'industriel. Rien n'empêche par la suite d'ajouter les étapes subséquentes "Gate-To-Grave", afin de réaliser une analyse du cycle de vie complète "Cradle-to-Grave".

4.1. Conversion d'unité

Comme pour la réalisation d'une ACVE, il faut déterminer une unité fonctionnelle commune à l'ensemble du portefeuille de produits. Nous avons choisi d'utiliser le mètre cube de bois solide et sec utilisé en entrée de production. Conformément aux recommandations des règles par catégorie de produits du secteur forestier, l'allocation est réalisée sur une base volumique (Institut Bauen und Umwelt e.V. 2009; The Norwegian EPD Foundation 2013). En ACVC certains auteurs recommandent également le recours à des allocations reposant sur des mesures physiques (Gluch et Baumann, 2004). De plus, cette allocation volumique facilite la compréhension de la démarche par notre partenaire, puisque la comptabilité est réalisée sur des répartitions physiques comme présentées dans la description des activités.

Chacun des produits du portefeuille est comptabilisé dans une unité différente, ce qui rend laborieux l'équilibrage du bilan de matière présenté dans la section résultat. Il a donc fallu utiliser des conversions d'unité pour rapporter l'ensemble des produits en mètre cube solide et sec.

Les activités en forêt sont comptabilisées en volume marchand sous écorce, dont l'unité est le m³. Le volume non commercial, de surlongueur (les cimes) et d'écorce, descendu à l'usine ont été estimés entre 12 et 14% calculé à partir du modèle d'Almdag (1982). Ces volumes ont été validés par le tonnage fourni par la pesée des camions et la masse volumique basale de l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P) (Jessome 1977). L'épinette noire représentant plus de 75% du volume total des essences récoltées.

À l'usine de sciage le volume de bois scié est calculé en pied mesure planche (pmp). Cette unité spécifique à l'industrie du sciage représente le volume d'une planche d'un pouce d'épaisseur par un pied (ou 12 pouces) de large et un pied de long. Comme le montre Flann (1962), il s'agit d'une unité non constante, elle varie en fonction des essences, des provinces, mais également des étapes de transformation. En effet, une planche sciée verte est surdimensionnée pour prendre en considération la rétractation au séchage et le rabotage. Nous avons convenu avec le responsable du sciage d'une unité de conversion spécifique au contexte de notre partenaire à partir des relations suivantes :

Une planche verte de 2" x 4" x 9' mesure 6 pmp nominaux

Les dimensions réelles sont de : 1.66" x 3.75" x 110" = 0.3963 pi³

Donc : $6 \div 0.3963 = 15,14 \text{ pmp/pi}^3$ ou $0,43 \text{ pmp/m}^3$

Une fois séchée et rabotée, ce ratio passe à environ 19 pmp/pi³ puisque les dimensions des planches sont ramenées à 1,5" x 3,5" et coupée à une longueur entre 108 et 110".

Les copeaux, les sciures et les planures sont donnés en tonnage anhydre. Nous avons utilisé la masse volumique donnée par Jessome (1977) pour déterminer le volume. Quant à l'écorce, elle est vendue en tonne verte. Nous avons utilisé la masse volumique de l'écorce d'épinette noire verte fournie par Nielson *et al.* (1985).

Concernant les produits d'ingénierie, le lamellé-collé ainsi que le CLT sont exprimés directement en m³ solide. En revanche, les poutres en I sont mesurées en longueur exprimée en pied pour chaque dimension standard de poutre. Afin de faciliter le calcul, nous avons utilisé le volume de bois raboté et jointé entrant processus de fabrication des

poutres en I, qui sont données en pmp. Le même facteur de conversion que pour le bois d'œuvre a été utilisé. Auquel a été ajouté le volume d'OSB acheté en Msf 1/16 (mille pieds carrés avec une épaisseur de 1/16 de pouce), qui ont été rapporté en m³ à partir des formules de Briggs (1994).

4.2. Répartition des coûts

On distingue 4 types de coûts, les coûts variables, fixes, directs et indirects. Le tableau 1 présente le classement des différents coûts qui ont été utilisés dans cette analyse.

Tableau 1: Répartition des coûts

Coûts	Directs	Indirects
Variables	-Matières premières -Salaires des opérateurs et chefs d'équipes -Énergie (consommation) -Consommables (couteaux, scies...)	
Fixes	-Énergie (infrastructure - puissance) -Chauffage des bâtiments -Équipement de production (incluant maintenance) -Amortissements -Salaire des contremaîtres	-Frais généraux -Salaire des directeurs de production -Salaire du personnel administratif -Déplacements d'affaires

Les coûts variables désignent l'ensemble des coûts qui varient en fonction du niveau d'activité de l'entreprise. Les coûts directs, comme les matières premières, se rapportent à la production d'une activité unique. Ainsi, les coûts variables et directs sont ainsi imputables à une activité.

Les coûts fixes sont l'ensemble des coûts qui évoluent indépendamment du niveau d'activité de l'entreprise. Les coûts fixes et directs sont attribuables à une seule activité. Afin de calculer les coûts unitaires, ces coûts fixes sont annualisés et divisés par la productivité des activités auxquelles ils sont rattachés.

Les coûts indirects représentent l'ensemble des charges communes à plusieurs activités. Pour imputer des coûts indirects, il est nécessaire d'appliquer une méthode d'allocation des coûts afin de les attribuer aux activités de production. Nous avons choisi de réaliser une allocation volumique, sur une base solide et sèche. Ce qui permet d'attribuer les coûts indirects aux activités de production en fonction de l'utilisation des activités de services. Dans la présente analyse, seule l'administration est considérée comme une activité de service, comme le montre la figure 13. Le système de gestion comptable de notre partenaire permet d'attribuer les coûts de maintenance, préventive et curative, directement aux différents équipements de production. Ce qui permet de classer ces coûts de ce service dans les coûts fixes directs.

4.3. Amortissement des équipements

Le calcul des amortissements suit la modélisation proposée par Bruggeman *et al.* (2005). Ainsi, les capacités non utilisées sont considérées comme nulles et sont réparties sur les coûts liés à la capacité effectivement utilisée, contrairement aux autres approches d'imputation rationnelle, permettant de mesurer et de valoriser les écarts d'activités (Gervais, Levant, et Ducrocq 2010). L'équation 1 est utilisée pour calculer l'amortissement annuel.

$$A_j = \frac{e \times p_j}{P} \quad (1)$$

Avec :

A_j : Amortissement annualisé des équipements

e : prix d'achat des équipements

p_j : Unités produites à l'année j

P : unités totales à produire

5. Description des activités à l'étude

Les activités considérées dans cette étude couvrent l'ensemble des opérations d'un industriel réalisant, à partir d'un même site, les opérations forestières, la transformation primaire en sciage et la secondaire en produits en bois d'ingénierie. Comme le montre la figure 2, schématisant les activités à l'étude, on distingue les activités de récolte en forêt de celles de transformation en usine. La description des activités dans les paragraphes suivants suit cette nomenclature. Plusieurs de ces activités sont constituées de plusieurs sous-activités. Pour ne pas alourdir le schéma et le texte, les sous-activités sont présentées dans la description des activités auxquelles elles correspondent. De même, nous utilisons le terme centre de coûts au sens comptable, en référant à un regroupement de coûts.

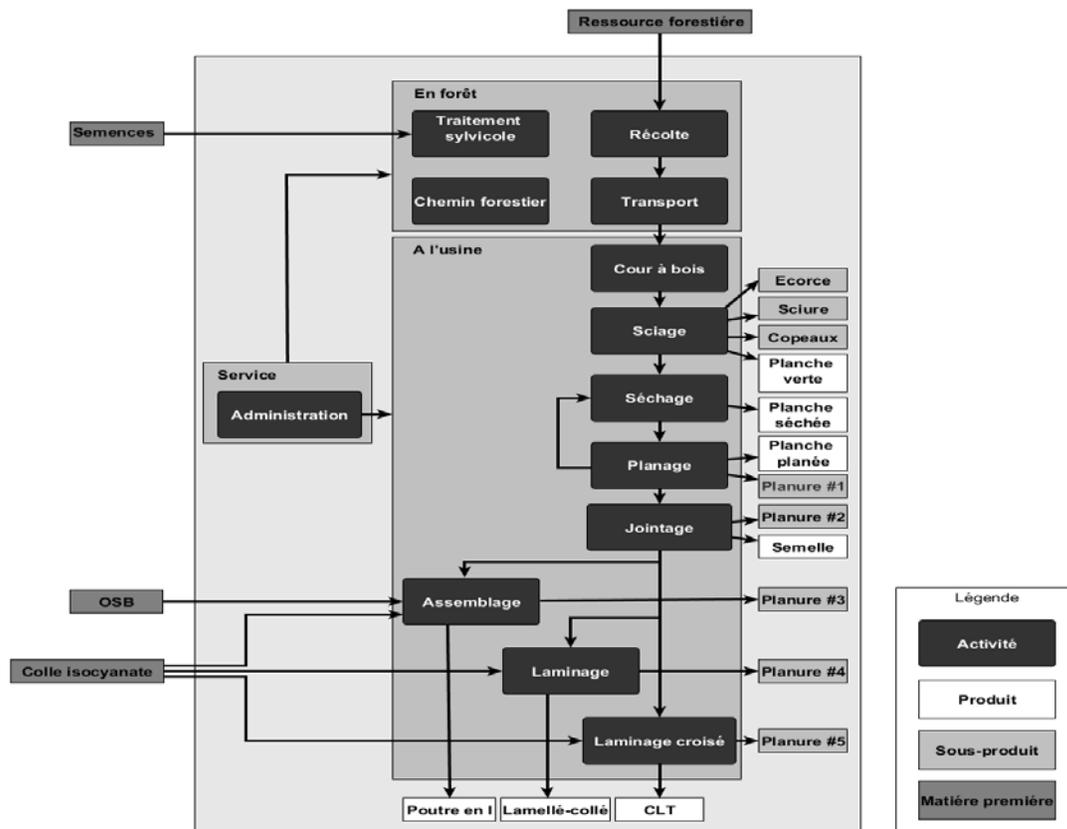


Figure 2: Activités à l'étude

5.1. En forêt

L'approvisionnement en ressource forestière a été divisé en 4 activités, car la planification et les camps forestiers sont considérés comme des sous-activités de la récolte.

5.1.1. Traitement sylvicole

Le traitement sylvicole regroupe toutes les activités liées au reboisement. Il est question d'éclaircie, de préparation de terrain, de reboisement et de production de plants. L'unité utilisée pour ces activités est généralement surfacique. L'allocation volumique est calculée grâce au rapport du volume annuel récolté par unité de surface.

La production de plants fait exception, car l'unité comptable de cette activité est le plant. L'allocation par mètre cube de bois entrant dans le système est obtenue en utilisant l'équation 2 :

$$S_j = \frac{\sum q_j (a_j \times n)}{V_j} \quad (2)$$

Avec :

q_j : Coûts de production par plant durant l'année j

a_j : Surface totale récoltée à l'année j

n : Nombre de plants par unité de surface

V_j : Volume total récolté à l'année j

S_j : Coûts totaux de plants par unité de volume récolté à l'année j

5.1.2. Récolte

L'activité de récolte regroupe plusieurs sous-activités, telles que l'abattage, le débardage et l'ébranchage. Les coûts de récolte intègrent les redevances de récolte en forêt publique. L'unité comptable de l'ensemble de ces activités est le volume annuel récolté. Les 29 centres de coûts directs de l'activité de récolte comprennent la planification, les camps forestiers, les déplacements de machinerie, les frais de certification et les contributions à la protection des forêts. La somme de ces coûts fixes est rapportée par unité de volume de récolte annuelle.

5.1.3. Construction et entretien de chemin

Comme son nom l'indique, cette activité consiste à construire et entretenir les chemins d'accès en forêt. Cela implique des coûts de machinerie, d'énergie, des salaires, mais également une grande quantité de matière première, telle que le gravier, les ponts, la dynamite. Ce sont au total 13 centres de coût qui constituent les coûts variables. Les coûts fixes pour l'activité de construction et l'entretien de chemins se sont répartis en 12 centres de coûts. Il est question de déplacement des équipements ou du déneigement par exemple.

L'unité comptable pour les activités de construction et l'entretien des chemins forestier est le kilomètre. Pour les besoins de l'analyse, les coûts sont calculés par unité de volume. Ainsi les coûts totaux annualisés de ces sous-activités sont divisés par le volume récolté cette même année, comme le présente l'équation 3 :

$$C_j = \frac{\sum b_j + \sum m_j}{V_j} \quad (3)$$

Avec :

b_j : Coûts liés à la construction de chemin durant l'année j

m_j : Coûts liés à l'entretien de chemin durant l'année j

V_j : Volume total récolté à l'année j

C_j : Coûts totaux des chemins par unité de volume récolté à l'année j.

5.1.4. Transport

Le transport comprend les sous-activités de chargement en forêt, le transport de bois rond et le déchargement à la cour à bois. On distingue 9 centres de coûts pour les frais fixes, qui vont de la supervision des opérations, aux coûts d'attente.

Les camions sont pesés à leurs arrivées à la scierie. Les coûts sont calculés sur une base massique et sont rapportés par unité de volume en utilisant la masse volumique humide de l'épinette noire, qui représente 85% du volume récolté. Les coûts totaux de cette activité sont calculés grâce à l'équation 4 :

$$T_j = \sum c_j + \sum d_j + \frac{\sum t_j}{M_j * \rho} \quad (4)$$

Avec :

c_j : Coûts liés au chargement durant l'année j

d_j : Coûts liés au déchargement durant l'année j

M_j : Masse totale récoltée sur une base sèche à l'année j

ρ : Masse volumique basale de l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P) (Jessome 1977)

T_j : Coûts totaux de transport par unité de volume récolté à l'année j.

5.1.5. À l'usine

À l'usine de transformation, on distingue 8 activités de transformation, auxquelles s'ajoutent les activités administratives. Les paragraphes suivants décrivent les activités. L'ensemble des coûts à l'usine sont rapportés directement sur le volume de bois traité. Il n'y a pas de calcul d'allocation à réaliser. En revanche, des conversions d'unité sont nécessaires pour obtenir les données dans le système métrique.

5.1.6. Cour à bois

Les opérations à la cour à bois consistent à trier les piles de bois et à alimenter la scierie en bois rond. Les coûts variables sont principalement associés aux coûts d'utilisation des équipements de manutention, de l'énergie et aux salaires. Quant aux coûts fixes, il s'agit de la maintenance des équipements, des assurances et du déneigement.

L'ensemble de cette activité est comptabilisé sur une base volumique, exprimé en le mètre cube de bois solide et sec.

5.1.7. Sciage

L'activité de sciage peut être subdivisée en trois sous activités : qui sont l'écorçage, le sciage et le triage. L'écorçage consiste à retirer l'écorce de la bille. Les opérations de sciage génèrent des copeaux et des sciures. Le volume de copeaux est déterminé par le diamètre des billes qui rentrent dans l'usine ainsi que par la dimension des planches, qui peuvent être tirées, jusqu'aux 1'x1' (section de 39 par 39 mm) destinés à la production de lamellé-collé.

Des 24 centres de coûts qui composent le coût de l'activité de sciage, les frais les plus élevés sont les salaires, les équipements et l'énergie. Tout comme la cour à bois, l'unité comptable est volumique, exprimé en pied mesure planche. Une conversion d'unité permet de réaliser une allocation par m³ solide et sec entrant.

5.1.8. Séchage

Puisque le temps de séchage dépend de l'essence et de la dimension, une fois triées, les planches sont placées dans les séchoirs. Il s'agit de l'activité la plus énergivore de la scierie. Afin de réduire les coûts en énergie, une partie des planures, générées lors du rabotage, sont utilisées comme combustible.

Vingt centres de coûts composent les coûts de l'activité de séchage. Grâce à l'utilisation des planures, les coûts d'énergie sont dominés par les salaires et les équipements. Là aussi, l'unité comptable est volumique, une conversion sur une base sèche permet d'obtenir une allocation des coûts dans le système métrique.

5.1.9. Rabotage

Le rabotage consiste à planer les planches sèches. Cette activité génère des planures qui sont utilisées à des fins énergétiques.

L'activité est divisée en 20 centres de coûts. Les coûts les plus élevés sont les salaires et les machineries. Comme les activités précédentes, l'unité comptable est le pied mesure planche. Une conversion permet de rapporter les coûts par m³ sec.

5.1.10. Jointage

Cette activité est la première du processus dit de seconde transformation du bois. Aussi appelée aboutage, cette activité a pour but de coller les pièces de bois dans leur longueur. Une scie vient couper à la dimension requise ce ruban de bois continu pour alimenter les étapes de transformation subséquentes. En effet, un faible volume de semelle est vendu. Cette activité est principalement destinée à fournir les lignes d'assemblage et de lamellé-collé.

Vingt-sept centres de coûts composent les coûts de ces activités. Cette activité est automatisée, mais les coûts des salaires restent plus importants que les équipements. Aussi, les coûts de matière première, dont font partie les colles, représentent une part importante. L'unité comptable du jointage est le pied linéaire. L'équivalence volumique a été calculée à partir des dimensions moyennes des planches qui sont aboutées.

5.1.11. Assemblage

Cette activité consiste à coller des semelles avec des panneaux d'OSB (panneau de bois de grande particule orienté) afin de fabriquer des poutres en I. Les panneaux d'OSB, découpés à la dimension requise, sont achetés à un fournisseur québécois. Comme on peut le constater dans le bilan de matière, une petite quantité de bois lamellés-collés est utilisée pour la fabrication de poutre en I avec des propriétés mécaniques supérieures. Ce petit flux de lamellé-collé est comptabilisé dans le calcul du coût de revient des poutres en I.

On retrouve 27 centres de coûts pour l'activité d'assemblage. En raison de l'achat de l'OSB et des colles, les frais de matière première sont les plus importants de cette activité. La production des poutres en I est calculée en pied linéaire. Le volume est calculé grâce aux dimensions moyennes des semelles et du lamellé-collé utilisé.

5.1.12. Laminage

Le laminage consiste à coller des petites pièces de bois entre elles sur-le-champ pour fabriquer des poutres en lamellé-collé. Une fois assemblées, les poutres sont usinées dans une fraiseuse à commande numérique de 5 axes de grandes dimensions. Cet usinage permet de pré fabriquer des pièces sur mesure, qui seront assemblées directement sur le chantier de construction.

L'activité de lamellage compte 113 centres de coûts qui sont répartis sur les 4 lignes de production et la sous activité d'usinage. Cette activité de lamellage est automatisée, ce qui demande de lourds investissements. Les centres de coûts les plus importants sont les équipements et les colles. L'unité comptable de cette activité est le pied cube, une conversion unitaire permet le transfert vers le système métrique.

5.1.13. Laminage croisé

Le laminage croisé se distingue du laminage par le collage de pièce de bois de plus grande dimension, mais surtout par le croisement lors de la superposition de couches de planche. Le produit obtenu est un panneau de bois lamellé-croisé (*cross-laminated timber*, CLT). Le nombre de couches, variant entre 3 et 7, permet d'obtenir différents composants de structure d'un bâtiment. Les panneaux de lamellé-croisé peuvent ainsi être utilisés comme murs ou planchers préfabriqués. En effet, une sous-activité d'usinage permet de découper des ouvertures (portes et fenêtres) selon le cahier des charges de l'architecte. Ce qui en fait une composante de système de construction, assemblable directement sur le chantier.

Les coûts directs de cette activité de lamellé-croisé se divisent en 24 centres de coûts. Comme la production des CLT est récente, l'inventaire ne compte qu'une année d'historique. Tout comme le lamellage, l'unité comptable du lamellé-croisé est le pied cube. Une conversion d'unité permet de rapporter les coûts par m³.

6. Résultats

À partir des données historiques récoltées dans le cadre de notre étude et des hypothèses qui ont été présentées précédemment, les coûts de chacune des activités ont été calculés. D'après la méthode ABC, les activités sont centrales, pour réaliser les produits elles consomment des ressources. C'est donc à partir du coût des activités qu'il est possible de déterminer le coût de revient des produits. Ainsi le coût de revient d'un produit est la sommation des coûts de l'ensemble des activités requis à la réalisation du produit.

6.1. Bilan de matière

Dans l'industrie forestière canadienne, la majorité des coproduits est vendue, mais une partie est utilisée comme source énergétique dans les scieries (Meil *et al.* 2009). C'est le cas dans notre étude de cas, où une partie des planures est utilisée pour alimenter les séchoirs. La figure 3 présente le bilan de matière des flux du volume de matière entrants dans le système à l'étude. Ainsi que le pourcentage de chaque produit généré à la scierie entre 2009 et 2012.

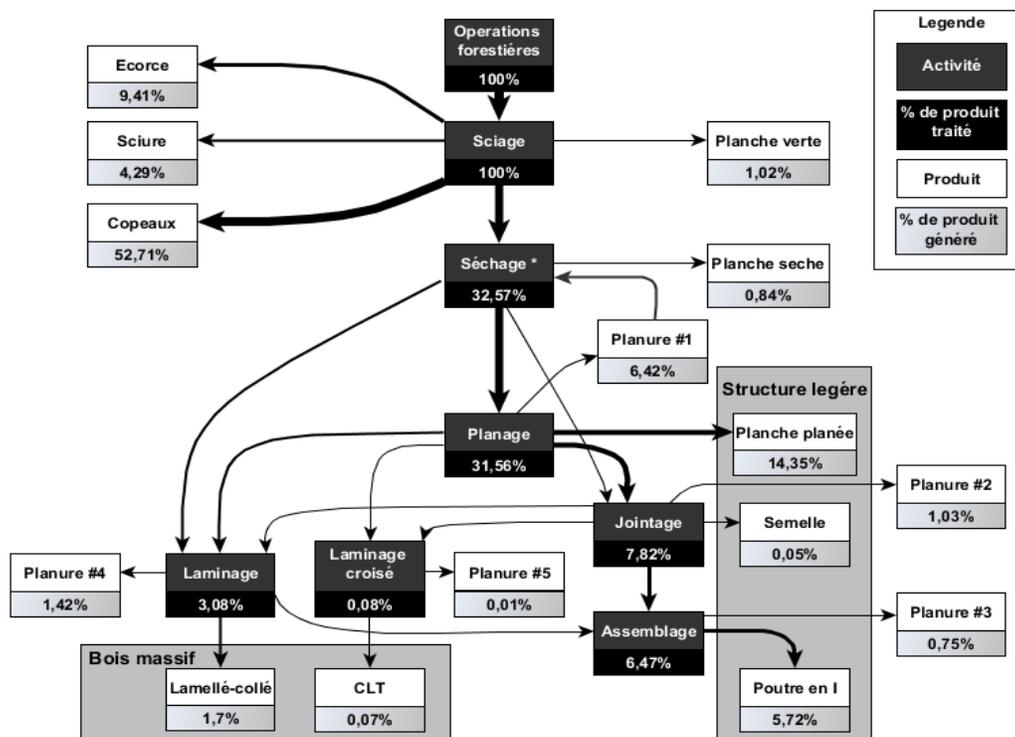


Figure 3: Bilan de matière, calculer en mètre cube sur une base sèche.

* Les produits après séchage sont un peu plus denses en raison des effets de rétraction, ce qui explique la perte de 0,17% du volume.

Pour ne pas surcharger le graphique, les activités en forêt, y compris le transport, sont regroupées dans les opérations forestières. 100% de la matière ligneuse commerciale récoltée en forêt est acheminée à la scierie. Les branches sont laissées sur le bord du chemin. De la même façon, la cour à bois est intégrée dans la case sciage. La première activité dans une scierie est l'écorçage. L'écorce représente près de 9% du volume total, qui est vendu à un producteur d'électricité. Les copeaux représentent 53% du volume récolté. Les sciures et les planures, qui ne sont pas utilisées à des fins énergétiques, sont mélangées aux copeaux. Ce mélange, de copeau, sciure et planure, représente un peu plus de 60% du volume, est vendu à l'industrie des pâtes et papiers. L'activité de séchage traite 33% du volume total. Un petit pourcentage de matière est vendu sous forme de planche non planée ou envoyé vers les activités de jointage et de lamellage. Si bien que le 33% du volume récolté est plané. Les ventes de planches planées représentent 14% du volume traité. Moins de 10% du volume total arrive à la seconde transformation. L'activité de jointage traite 8% du volume qui est acheminé principalement vers l'assemblage. En effet, le volume de poutres en I représente 5% du volume de bois. Le lamellage reçoit 3% du bois récolté. Il est à noter que la production et l'usinage de poutres en lamellé-collé génèrent un volume important de planure (#5). Comme mentionné dans la description de l'activité de lamellage croisé, le volume de bois traité est infime. Puisque ce volume est inférieur au dixième de pour cent.

6.2. Analyse d'incertitude

La mise en place d'un système de gestion comptable a pour intérêt d'aider la prise de décision. Il paraît donc important d'évaluer les incertitudes autour des résultats des coûts de revient des produits. Comme suggérée par Emblemssvag (2003) dans la méthode d'AVCC-ABC, les incertitudes sur les coûts de revient du portefeuille de produit ont été calculées par une simulation de Monte-Carlo.

Il existe plusieurs logiciels pour réaliser des simulations de Monte-Carlo, mais un tableur Excel est suffisant dans cette situation. Nous avons suivi la méthode proposée par Jeges (2008), se basant elle-même sur les travaux de Metropolis et Ulam (1949). Cette méthode a été retenue, car elle répond au besoin de la présente application, sans recourir à un logiciel dédié à la simulation de Monte-Carlo. En effet, elle permet de générer des valeurs aléatoires des coûts d'activités, de les additionner pour obtenir les coûts de produits. L'historique de 4 années permet de calculer une moyenne arithmétique et ainsi de déterminer l'écart type des coûts de chacune des activités. Le nombre de données permettant de calculer l'écart type par activité est minimalement de 4, mais cela dépend du nombre de sous activités. Par exemple, l'activité de récolte est composée de 4 sous activités, donc 16 données permettent de déterminer l'écart type de cette activité. La première étape consiste à générer des valeurs aléatoires autour des valeurs extrêmes pour chaque activité. La distribution est considérée comme uniforme, permettant ainsi d'utiliser la fonction RAND() d'Excel. Le nombre d'itérations de cette opération est déterminé en fonction de l'erreur calculée, grâce à l'équation 5 :

$$(5)$$

Avec :

b : l'écart type autour des coûts historiques des activités

ϵ : l'erreur des coûts historiques des activités

N : le nombre d'itérations nécessaire pour la simulation de Monte-Carlo

Nous avons répliqué cette méthode de simulation de Monte-Carlo pour chacune des activités, puis nous avons attribué les incertitudes aux 15 produits du portefeuille. Les résultats de l'analyse d'incertitudes sont représentés par les barres d'erreur dans la figure 4. Le tableau 2 présente le nombre d'itérations nécessaire pour réaliser les simulations de Monte-Carlo, les écarts types ainsi que les valeurs de Kurtosis et de Skewness. Comme le montrent les valeurs, la distribution

$N = \left(\frac{3 * b}{\epsilon} \right)^2$ générée par cette méthode est très proche d'une loi normale.

Tableau 2: Résultat de la simulation de Monte-Carlo

	Récolte+ Sciage	Séchage	Planage	Jointage	Assemblage	Laminage
N	216	373	322	712	21	2433
σ	2,08	0,71	1,5	8,22	1,5	87,6
Kurt	-0,46	-1,15	-1,12	-1,2	-1,35	-1,2
Skew	0,13	-0,08	-0,01	-0,05	0,34	0,03

Malgré une augmentation régulière des coûts de récolte, principalement due aux prix des carburants, et le nombre de facteurs qui peuvent influencer les coûts des opérations de récolte et de première transformation, qu'ils soient météorologiques ou technologiques, les coûts de revient des produits de première transformation ne varient que peu.

Les plus grandes variabilités sur les coûts de production apparaissent dans la seconde transformation. Les raisons de ces variabilités sont principalement dues à la fluctuation de la production. La crise économique de 2008, préalable au cours des années couvertes dans cette étude, a entraîné une diminution de la demande pour les matériaux de construction. Les coûts fixes de ces activités étant importants, cela a influé directement sur les coûts de revient unitaires.

6.3. Coûts de revient du portefeuille de produit

Pour des raisons de confidentialité, le graphique montrant les résultats des coûts de revient des produits est présenté sans échelle. Il est tout de même possible de constater les proportions entre les différents produits. De plus, la figure 4 présente également les résultats de l'analyse d'incertitude, qui est réalisée grâce à une simulation de Monte-Carlo.

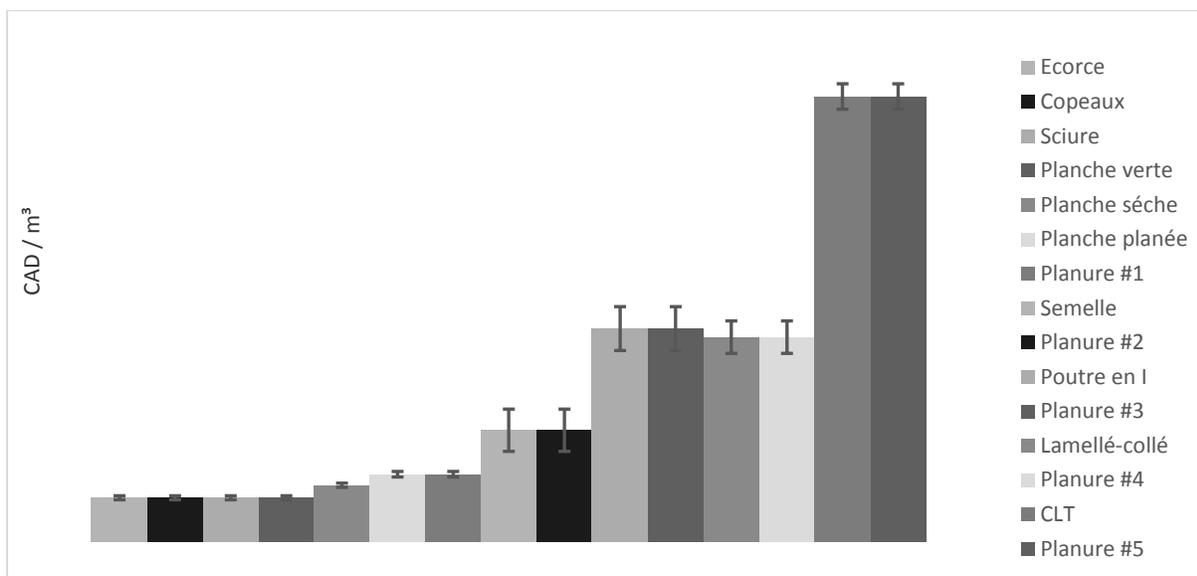


Figure 4: Résultats du coût de revient du portefeuille de produits

Le profil des coûts de revient du portefeuille de produit est en forme d'escalier. En effet, plus le produit subit de transformation, plus le coût de production est élevé, d'où le terme de valeur ajoutée. Les poutres en I font exception du prix d'achat de la composante OSB.

Les coûts de revient du CLT sont élevés en raison des coûts fixes et d'un volume de production bas. Comme mentionné, les investissements pour ce nouveau produit sont importants et la demande a du mal à décoller.

7. Discussion

L'analyse proposée dans cette section vise à situer les différents produits du portefeuille sur la courbe du cycle de vie des produits (CV-P) dans une perspective de gestion de portefeuille. Cette courbe utilisée en marketing, a été présentée par Cox (1967), permet de situer à quelle étape de commercialisation un produit se situe en fonction des volumes de vente. L'objectif de cet exercice est de montrer l'intérêt d'une planification de succession technologique. En effet, lorsqu'un produit vient à atteindre la phase de déclin, il semble opportun de développer une nouvelle technologie de remplacement.

Pour réaliser cette analyse, trois indicateurs sont évalués en complément des coûts de revient, présentés précédemment, et du volume de vente, via le bilan de matière présenté dans la section 4. En effet, grâce au large portefeuille de produits, les CCLtée peuvent adapter la production à la demande. Ainsi la répartition des ventes suit le bilan de matière. Cette analyse repose sur trois autres indicateurs d'objectifs nous permettant d'évaluer la maturité des produits sur les marchés. Il s'agit d'observer les investissements technologiques ainsi que la rentabilité et la valeur ajoutée des produits qui composent le portefeuille de l'entreprise. Les sections ci-dessous décrivent et évaluent ces trois indicateurs, avant de présenter les résultats de l'analyse.

7.1. Investissements technologiques

Les investissements dans le développement de nouvelles technologies ou la remise à niveau semblent un indicateur intéressant sur le positionnement stratégique des produits. Même si cet indicateur est subjectif, les décideurs sont les mieux placés pour évaluer la pertinence de leurs investissements. Il s'agit également d'une analyse micro-économique, car elle se base sur les investissements réalisés. Même si la tendance dans l'industrie forestière mondiale tend vers le développement des produits d'ingénierie, les CCLtée sont des leaders dans ce domaine au Québec, et même en Amérique du Nord.

CCLtée a investi massivement dans les équipements de seconde et de troisièmes transformations dans les 30 dernières années. Cela a commencé par la ligne de jointage dans les années 90, suivies par l'implantation de la ligne

de production de poutre en I, à la fin des années 90. Cette dernière est continuellement améliorée, ce qui permet de diversifier les dimensions des poutres en I.

La ligne de lamellage a été mise en fonction il y a une dizaine d'années. Des sommes importantes ont été investies initialement pour permettre la fabrication de lamellé-collé. Plusieurs innovations ont été implantées depuis. À la fin des années 2000, 12 millions de dollars ont été investis pour l'achat d'une machine à commande numérique, permettant l'usinage de poutres de grandes dimensions.

Au début de la décennie 2010, CCLtée a conçu et installé une nouvelle ligne de production de lamellé-croisé. Il s'agit d'un capital d'une dizaine de millions de dollars, malgré la situation économique globale qui freine les investissements dans l'industrie du bois (Statistic Canada, 2015).

Cependant, certains investissements ont été réalisés au cours des dernières années dans l'usine de première transformation, permettant d'améliorer la productivité de sciage. Il s'agit de système de scanner de grumes et des logiciels d'optimisation, améliorant l'efficacité des scies à grande vitesse. Toutefois, le niveau d'investissement reste bien inférieur comparé aux dizaines de millions de dollars injectés dans la production des produits à plus forte valeur ajoutée. Ce qui reflète clairement la priorité de la direction des CCLtée de développer les produits d'ingénierie en bois.

7.2. Profitabilité des produits

La profitabilité est l'enjeu le plus important pour une entreprise, quel que soit le secteur d'activité. Ce qui en fait un indicateur essentiel dans cette analyse de positionnement des produits dans la courbe de cycle de vie.

Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons pas présenter ces évaluations et nous allons nous en tenir à des généralités. Ainsi, à partir des volumes et des prix de vente moyens, sur le marché nord-américain, nous avons calculé la répartition de la profitabilité du portefeuille de produit de notre partenaire. Les données des prix de vente sur la période nous ont été transmises par le Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF) de la province du Québec, qui ont accès à des bases de données telles que RISI (2014) pour le bois d'œuvre ainsi que Forest Economic Advisors (FEA 2014) et l'APA-The Engineering Wood Association (2014) pour les bois d'ingénierie.

La figure 5 présente le profit relatif des principaux produits du portefeuille. Le profit relatif est la contribution aux profits divisés par le volume produit, de façon à être en mesure d'ordonner les produits du plus au moins profitable, pour apporter un éclairage sur la question de la gestion du portefeuille et répondre à la question, si on peut optimiser et développer des marchés, sur quels produits on devrait miser en priorité.

Afin de faciliter la lecture, nous avons choisi de sélectionner seulement les 5 produits les importants du portefeuille. De plus, nous avons utilisé le bois d'œuvre, séché et plané, comme produit de référence pour évaluer les profits. Ainsi la proportion des profits engendrés par la vente de bois d'œuvre représente la valeur de 100%.

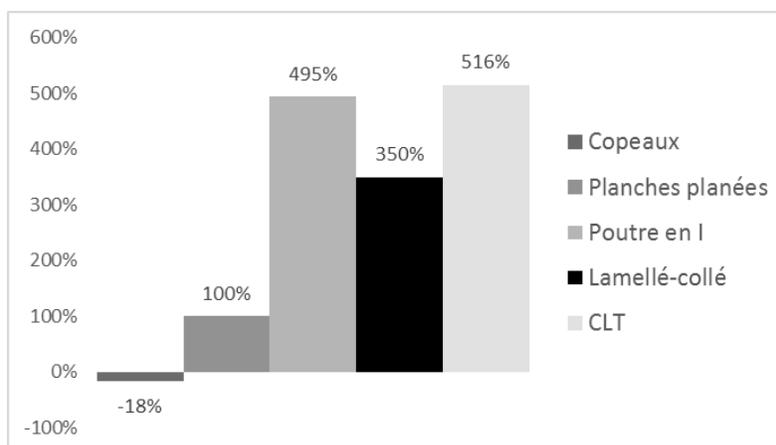


Figure 5: Profitabilité relative des principaux produits du portefeuille.

Dans l'ordre, en comparaison avec la référence qu'est le bois d'œuvre, les copeaux sont une source de perte. A contrario, les produits d'ingénieries sont entre 3,5 et 5 fois plus profitable que le bois d'œuvre.

7.3. Valeur ajoutée aux produits

Toujours pour des raisons de confidentialité, il ne nous est pas possible de présenter la valeur ajoutée de chacun des produits du portefeuille des CCLtée. C'est pour cette raison que l'évaluation de la valeur ajoutée est basée sur des données macro-économiques rendues disponibles par le gouvernement du Canada.

Statistique Canada, via le site du RNCAN, rend disponible des données de valeur ajoutée des deux grandes familles de produits de l'industrie forestière, les produits du bois et les papiers. La figure 6, présente l'évolution de la valeur ajoutée des produits bois et papier sur les dix années précédant la fin de notre inventaire, soit de 2002 à 2012.

Les produits du bois concernent directement notre partenaire industriel, puisque c'est son corps de métier. La planche planée fait partie de la catégorie des produits du bois de transformation primaire alors que la poutre en I, le lamellé collé et le CLT font partie des produits du bois de transformation secondaire. Quant aux produits papier, le lien est secondaire, mais un des sous-produits de l'industrie du sciage est le copeau, qui est destiné à devenir une matière première de l'industrie des pâtes et papiers. À la vue du volume généré par l'activité de sciage et en complément avec les observations sur la rentabilité de ce produit, il est important de regarder les tendances du marché du papier.

De plus, Statistique Canada distingue les produits de premières et de secondes transformations pour ces deux familles de produit offrant la possibilité d'observer les tendances entre les produits du bois de première et de seconde transformation. Ce qui complète bien les évaluations des indicateurs précédents.

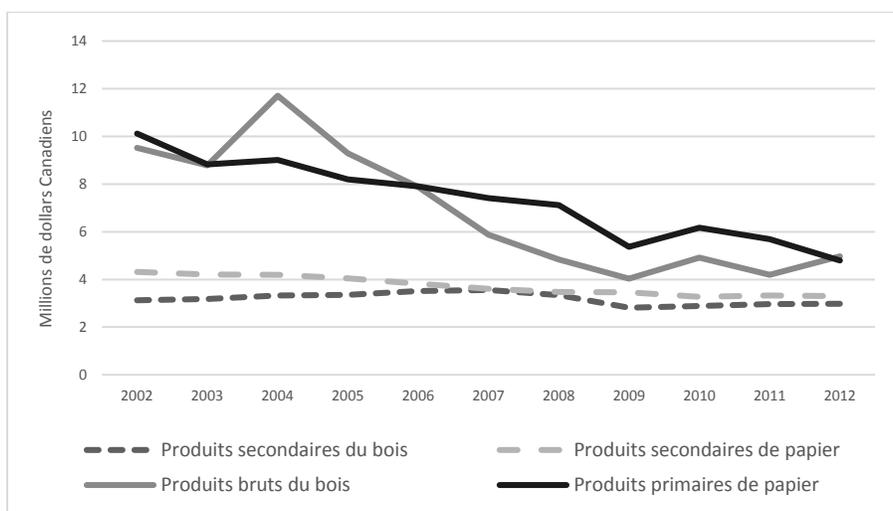


Figure 6: Évolution de la valeur ajoutée des produits bois et papier canadien entre 2002 et 2012. (Données RNCAN, 2013).

Les produits du bois de première transformation sont fortement influencés par le prix du marché de l'immobilier, et de façon plus marquée par le nombre de mises en chantier en construction résidentielle aux États-Unis. De ce que l'on a pu observer dans l'analyse de sensibilité, les coûts de revient des activités de récolte de 1^{re} transformation sont assez stables. La chute de la valeur ajoutée de ces produits est corrélée avec la baisse des prix de vente du bois d'œuvre sur un pic de l'indice des prix de l'immobilier en 2005. La dégringolade se poursuit avec la crise des papiers adossés "subprimes" qui résultaient en une diminution de l'ordre de 75% des mises en chantier de construction neuve aux États-Unis entre 2005 et 2009 (Buehlmann et Alderman, 2016).

Il n'en reste pas moins que les produits de seconde transformation sont restés plus stables que ceux de première transformation. La raison principale est que les bois d'ingénieries ont trouvés une place dans le marché local canadien et dans la construction non résidentielle, moins affectée par la crise des papiers adossés, les rendant ainsi moins dépendants de la situation du marché de l'immobilier aux États-Unis (RNCAN 2013).

Concernant les produits du papier, le problème de la perte de valeur ajoutée n'est pas seulement dû à la crise conjoncturelle de 2008. Il s'agit d'un changement structural découlant du développement des médias électroniques qui entraîne le déclin important du papier journal et des papiers d'impression (RNCAN, 2013). Au Canada, le volume de production de papier est passé de 27 millions de tonnes en 2000 à moins de 17 millions en 2009, représentant une baisse de 36% en une décennie. Le Québec, où est située l'entreprise CCLtée, est le plus grand producteur au monde de papier journal, le segment le plus affecté par cette crise structurelle du secteur papetier. D'après les données qui nous ont été fournies par l'Association des producteurs de copeaux du Québec¹, le prix des copeaux s'en fait directement ressentir. Malgré une plus grande stabilité, le volume de production des papiers de seconde transformation ne permet pas de compenser cette diminution.

7.4. Analyse du portefeuille de produit dans la courbe de cycle de vie des produits

Afin d'assurer sa pérennité, il semble pertinent pour une entreprise d'avoir une répartition équilibrée des produits de son portefeuille dans le cycle de vie des produits. Ce que l'on peut appeler la planification de succession. Il est question de diversifier la production, en développant de nouvelles technologies qui consommeront la matière première de produits qui ont atteint la phase de déclin. L'enjeu est également de viser un profit maximum à long terme, généré par l'ensemble du portefeuille en tenant compte de l'obsolescence et de la dynamique de croissance des divers produits.

À l'image des travaux présentés par Schuler et Adair (2003), nous avons estimé le niveau de maturité des principaux produits du portefeuille des CCLtée. C'est à partir des observations sur les trois indicateurs dans les paragraphes précédents, et en collaboration avec notre partenaire industriel, nous avons placé les principaux produits du portefeuille sur la courbe du cycle de vie du produit, présentée dans la figure 7.

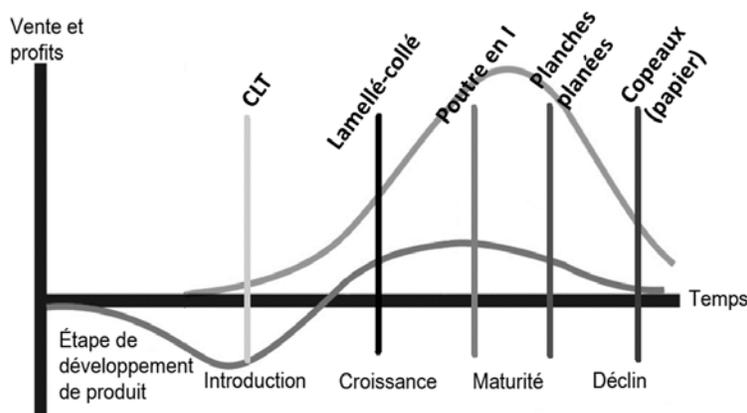


Figure 7: Répartition des produits du portefeuille sur la courbe de cycle de vie.

Le CLT est un produit qui a fait son apparition récemment en Europe et il a été introduit encore plus récemment en Amérique du Nord (RNCAN 2016). Il y a actuellement cinq fabricants de CLT sur le continent et les CCLtée sont les seuls sur la côte Est. Le CLT n'est pas encore profitable. Le petit volume vendu à ce jour ne permet pas de couvrir les investissements. Lorsque ce produit fera une percée dans le marché nord-américain, cela offrira un potentiel de développement prometteur (reTHINKWOOD 2015). Plusieurs projets de bâtiment multiétage en CLT sont en construction à travers l'Amérique du Nord. À partir de ces constatations, nous avons placé le CLT entre la phase d'introduction.

Schuler et Adair (2003) avaient placé le lamellé-collé au début de la phase de croissance. Ce produit grignotait des parts de marché sur le bois d'œuvre et représentait 5% des bois de structure, ce qui justifiait ce placement. Au début des années 2000, les applications résidentielles couvraient 65% de la demande de lamellé-collé en Amérique du Nord (APA 2002). Depuis, les produits du bois, et le lamellé-collé en particulier, sont de plus en plus utilisés dans les

¹ Communication personnelle avec Xavier Robidas, directeur de l'Association des producteurs de copeaux du Québec, mars 2013.

constructions non résidentielles (Adair *et al.* 2013). Les argumentations en faveur du bois dans la construction comme moyen de lutte aux changements climatiques (Nabuurs *et al.* 2007) et de développement de l'économie verte (United Nations, Food and Agriculture Organization of the United Nations, et United Nations 2014) laissent à penser que la part du bois dans la construction non résidentielle devrait poursuivre. Avec une production de 339 millions de mètres cubes ont été produits en en 2012, répartie dans 38 usines de transformation Amérique du Nord (AWC 2015), le lamellé-collé poursuit sa croissance.

Contrairement aux deux autres produits d'ingénierie précédents qui sont des produits sur mesure, les poutres en I sont standardisées. Il en existe de diverses dimensions et de qualité, correspondant à la résistance mécanique requise. Depuis leur introduction sur le marché nord-américain début 90', les ventes n'ont fait qu'augmenter (APA 2008; APA 2002) Ce produit d'ingénierie est un composant structurel dans près de 50% des planchers des habitations unifamiliales (AWC 2015). La production en Amérique du Nord a atteint 155 millions de mètres linéaires, en 2012, dans l'ensemble des 26 usines qui produisent des poutres en I. Ce produit a atteint son niveau de maturité. Les récents investissements des CCLtée sur la ligne de production de poutres en I visent à percer le marché non résidentiel, comme le suggéraient Schuler et Adair (2003). En effet, l'utilisation de lamellé-collé permet d'augmenter les propriétés mécaniques, permettant ainsi de compétitionner directement les produits en acier qui dominent le marché. Cette ouverture laisse en recul la maturité des poutres en I en comparaison avec le bois d'œuvre.

Les bois verts, séchés et rabotés sont regroupés dans la catégorie bois d'œuvre. Cette famille de produit représente le second plus gros volume derrière les copeaux-planures, avec 16% du volume total. Le bois d'œuvre est le produit phare et le principal générateur de profit de l'industrie du sciage, raison pour laquelle nous avons choisi comme référence. En revanche, la diminution de sa valeur ajoutée et sa dépendance au marché de la construction résidentielle aux États-Unis laisse croire que ce produit a passé le pic de profitabilité et donc qu'il se trouve avancé dans sa phase de maturité.

La situation des copeaux est plus complexe. Considéré par l'industrie du sciage comme un sous-produit, vendu à l'industrie du papier au plus offrant. Cette plus-value étant soustraite au coût de revient du bois d'œuvre (Rappold 2006). Comme décrit dans la section sur la valeur ajoutée, les produits papier sont en déclin. Les produits électroniques les ayant progressivement remplacés dans les vingt dernières années. En revanche, le nombre de débouchés pour la matière lignocellulosique explose et touche de nombreux secteurs (FPAC 2011). Comme le présente Chornet (2005), il y a un lien entre le volume consommé et le prix sur le marché. À titre d'exemple les taxanes utilisés par l'industrie pharmaceutique ont une valeur très élevée, mais le volume consommé est limité. À l'opposé, l'utilisation à des fins énergétiques à un potentiel quasi infini, mais à un prix bien moindre. Il y a donc un potentiel d'augmenter le nombre de produits du portefeuille. En considérant les copeaux comme un coproduit, les profits générés par les copeaux sont bien inférieurs à la référence du bois d'œuvre. Ce qui nous permet de situer les copeaux à destination de l'industrie papetière dans une phase avancée de déclin, mais de nouveaux débouchés sont à explorer pour cette matière.

Comme on peut l'observer, les produits du portefeuille sont répartis sur la courbe du cycle de vie. Les trois produits de seconde transformation sont en début de cycle, conformément à ce que l'évaluation des indicateurs suggère. Le bois d'œuvre a atteint la phase de maturité. Quant aux copeaux à destination de l'industrie papetière, il s'agit d'un produit en déclin. Les CCLtée sont un exemple en termes de gestion de portefeuille de produit. Pour garder ce statut, ils doivent rester alertes et proactifs, en développant continuellement et pas seulement des produits, mais aussi des stratégies de vente. À ce titre, les CCLtée ont ouvert une filiale, appelée Nordic Structure, qui offre un soutien technique aux architectes et aux ingénieurs. Ce développement permet aux CCLtée de plus être seulement un vendeur de commodité, mais vendre des systèmes de constructions en bois, augmentant ainsi la valeur ajoutée de leurs produits.

8. Conclusion

Ce papier présente l'application d'une comptabilité par activités à l'ensemble des opérations de récolte et de transformation d'une entreprise forestière. De plus, notre partenaire industriel, les CCLtée, œuvre dans la seconde transformation, ce qui leur confère un portefeuille de produits particulièrement diversifié. L'ACVC-ABC a permis de calculer le coût de revient de chacun des produits du bois, avec une allocation volumique. L'intérêt d'utiliser une répartition physique est de considérer tous les produits comme ayant un potentiel de valorisation, sans l'influence des prix sur le marché actuel. Dans le but de rendre la plus objective possible la prise de décision au niveau stratégique.

Dans la discussion, nous avons évalué le niveau de maturité des produits via une étude de cas. Cette analyse se base sur une évaluation des investissements, la rentabilité et la valeur ajoutée, en complément des coûts de revient et de la répartition de volume de production du portefeuille. L'intérêt d'évaluer le niveau de maturité du portefeuille est de planifier la succession des produits qui atteignent la phase de déclin. Pour compléter cette analyse, d'autres dimensions fondamentales du cycle de vie des produits tels que la durée, l'amplitude et la vitesse de croissance pourraient être prises en considération dans une prochaine étude. En effet, comme l'avait montré Beauregard et D'Amours (2003), tous les produits, même de construction, n'ont pas la même vitesse de pénétration et durée de vie. Ce qui a priori une influence non négligeable sur la planification de succession.

Le nombre de produits en bois est en perpétuelle croissance. La matière lignicellosique est utilisée dans de nombreux secteurs, tels que la chimie, le pharmaceutique, l'énergie, la construction. De plus, il est démontré que la transformation des produits du bois est moins énergivore et moins émettrice en gaz à effet de serre que les matériaux de construction concurrents. L'utilisation du bois à des fins énergétiques, en substitution aux combustibles fossiles, peut permettre également une réduction nette des émissions de gaz à effet de serre (Nabuurs *et al.* 2007). La diversification de l'utilisation et les avantages environnementaux des produits du bois devraient augmenter l'intérêt pour ce matériau renouvelable.

L'industrie forestière est divergente. Elle a l'avantage de savoir gérer un portefeuille de produits déjà important et de contrôler une chaîne d'approvisionnement complexe, le tout pour d'énormes volumes.

Tous ces avantages, malgré les difficultés à surmonter, nous permettent de croire que l'industrie forestière a le potentiel de jouer un rôle clef dans l'économie durable du futur, même si la commercialisation de nouveaux matériaux est un processus long et périlleux. La manière dont ces défis sont traités fait la différence entre le succès et l'échec (Boren, Chan, et Musso 2012). Il est important que les décideurs prennent les choix qui correspondent le plus justement au contexte et ne prennent pas en considération uniquement les aspects économiques à court terme. Les produits du bois ont le potentiel d'être un exemple d'application des principes du développement durable.

Remerciements

Nous tenons à remercier notre partenaire industriel, les CCLtée, de nous avoir fait confiance et avoir partagé leurs données. Tout particulièrement à Pascal Ouellet et Frédéric Verreault, qui ont pris le temps de répondre à nos demandes. Nous remercions également le consortium de recherche FORAC pour le soutien financier et administratif.

Bibliographie

- Adair, Craig, David B. McKeever, Chris Gaston, et Margaret Stewart. 2013. « Wood and Other Materials Used to Construct Nonresidential Buildings in the United States 2011 ». Upper Marlboro, Maryland: Home Innovation Research Labs. http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2013/fpl_2013_adair001.pdf.
- Ainsworth, Penne, et Dan Deines. 2003. Introduction to Accounting An Integrated Approach. McGraw/Irwin, 2003 3RD EDITION.
- Alemdag, I.S. 1982. « Biomass of the merchantable and unmerchantable portions of the stem ». Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forestry Service, Environment Canada. <http://cfs.nrcan.gc.ca/entrepotpubl/pdfs/4475.pdf>.
- Anderson, Shannon W, James W Hesford, et S. Mark Young. 2002. « Factors influencing the performance of activity based costing teams: a field study of ABC model development time in the automobile industry ». Accounting, Organizations and Society 27 (3): 195- 211. doi:10.1016/S0361-3682(01)00057-5.
- APA 2002. « Market Outlook - Lumber, Structural Panels, and Engineered Wood Products ». Tacoma, WA: The Engineered Wood Association.
- APA 2008. « Structural Panels and Engineered Wood ». <https://www.apawood.org/Data/Sites/1/documents/marketresearch/2008-Quarterly-EngWoodStats.pdf>.
- APA 2014. <https://www.apawood.org/>.
- Asiedu, Y., et P. Gu. 1998. « Product life cycle cost analysis: State of the art review ». International Journal of Production Research 36 (4): 883- 908. doi:10.1080/002075498193444.
- AWC. 2015. « American Wood Council ». <http://www.awc.org/>.

- Beauregard, Robert, et Sophie D'Amours. 2003. « Une stratégie de prestation de service adaptée à chacune des étapes du cycle de vie d'un produit ». présenté à Penser client, Québec, Canada, décembre.
- Berliner, Callie, et James A. Brimson. 1988. *Cost Management for Today's Advanced Manufacturing: The Cam-I Conceptual Design*. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- Bokor, Zoltán, et Rita Markovits-Somogyi. 2015. « Applying Activity-based Costing at Logistics Service Providers ». *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*. doi:10.3311/PPtr.7700.
- Boren, Michael, Vanessa Chan, et Christopher Musso. 2012. « The path to improved returns in materials commercialization ». *Mc Kinsley on Chemicals*, août, Numéro 4, Spring 2012 édition.
- Briggs, David George. 1994. *Forest Products Measurements and Conversion Factors: With Special Emphasis on the U.S. Pacific Northwest*. University of Washington Institute of Forest Resources.
- Bruggeman, W., P. Everaert, S. R. Anderson, et Y. Levant. 2005. « Modeling Logistics Costs using Time-Driven ABC: A Case in a Distribution Company ». Working Papers of Faculty of Economics and Business Administration, Ghent University, Belgium 05/332. Ghent University, Faculty of Economics and Business Administration. <http://ideas.repec.org/p/rug/rugwps/05-332.html>.
- Buehlmann, Urs, et Delton Alderman. 2016. « Housing report ». Department of Sustainable Biomaterials. Virginia Tech., février. <http://fpmdi.bbe.umn.edu/latest-publications/housing-2/>.
- Chornet, Esteban. 2005. « Thermochemical Strategies for Biofuels, Green Chemicals, Polymeric Biomaterials and Biofuels ». novembre.
- Cooper, Robin, et Robert S. Kaplan. 1988. « Measure Costs Right: Make the Right Decisions ». *Harvard Business Review*. septembre. <https://hbr.org/1988/09/measure-costs-right-make-the-right-decisions>.
- Cox, William E., Jr. 1967. « Product Life Cycles as Marketing Models ». *The Journal of Business* 40 (4): 375- 84.
- Durairaj, Senthil Kumaran, S.K. Ong, A.Y.C. Nee, et R.B.H. Tan. 2002. « Evaluation of Life Cycle Cost Analysis Methodologies ». *Corporate Environmental Strategy* 9 (1): 30- 39. doi:10.1016/S1066-7938(01)00141-5.
- Emblemsvåg, Jan. 2003. *Life-Cycle Costing: Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks*. John Wiley & Sons.
- FEA. 2014. <https://www.getfea.com/>.
- Flann, I. B. 1962. « Certains facteurs de conversion et renseignements connexes, à l'intention de l'industrie forestières de l'est du Canada ». No 1070F. Edmonton, Alberta: Minsitère des forêts. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/24560.pdf>.
- FPAC. 2011. « Le nouveau visage de l'industrie forestière canadienne : une biorévolution en devenir Le Projet de la voie biotechnologique ». Association des produits forestiers du Canada. <http://www.fpac.ca/wp-content/uploads/publications/fr/avenir/BIOPATHWAYS-II-FR-web.pdf>.
- Frayret, J.-M., S. D'Amours, A. Rousseau, S. Harvey, et J. Gaudreault. 2008. « Agent-Based Supply-Chain Planning in the Forest Products Industry ». *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 19 (4): 358- 91. doi:10.1007/s10696-008-9034-z.
- Gervais, Michel, Yves Levant, et Charles Ducrocq. 2010. « Le Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC):un premier bilan à travers une étude de cas longitudinale ». *Revue Finance Contrôle Stratégie* 13 (1): 123-155.
- Gluch, Pernilla, et Henrikke Baumann. 2004. « The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making ». *Building and Environment* 39 (5): 571 - 80. doi:10.1016/j.buildenv.2003.10.008.
- Hachez, Emmanuel. 2006. *Calcul du prix de revient*. Edipro.
- Institut Bauen und Umwelt e.V. 2009. « PCR Wood Materials ». www.bau-umwelt.com.
- Jeges, Rob. 2008. « The Monte Carlo method – ProjectWare ». <http://www.projectware.com.au/the-monte-carlo-method/>.
- Jessome, A. P. 1977. *Strength and Related Properties of Woods Grown in Canada*. Eastern Forest Products Laboratory. Forestry Technical Report 21. Ottawa. <http://www.torontopubliclibrary.ca/detail.jsp?Entt=RDM1951017&R=1951017>.
- Johnson, H. Thomas, et Robert S. Kaplan. 1991. *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Harvard Business Press.
- Jolliet, olivier, Myriam Saadé, et Pierre Crettaz. 2005. *Analyse du cycle de vie, Comprendre et réaliser un écobilan*. Collection gérer l'environnement. Suisse: presse polytechniques et universitaire romandes.
- Kaplan, Robert S., et Steven R. Anderson. 2007. « The Innovation of Time-Driven Activity-Based Costing », mars. <http://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=24208>.

- Korpenen, Heikki, Shaun Mochan, et Jori Uusitalo. 2010. « An activity-based costing method for sawmilling ». *Forest Products Journal*, janvier. <http://www.highbeam.com/doc/1G1-246347197.html>.
- Lere, John C. 2000. « Activity-based Costing: A Powerful Tool for Pricing ». *Journal of Business & Industrial Marketing* 15 (1): 23- 33. doi:10.1108/08858620010311539.
- Lin, Binshan, James Collins, et Robert K. Su. 2001. « Supply Chain Costing: An Activity-Based Perspective ». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 31 (9/10): 702- 13.
- Luo, Lin, Ester van der Voet, et Gjalt Huppes. 2009. « Life cycle assessment and life cycle costing of bioethanol from sugarcane in Brazil ». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (6–7): 1613–1619. doi:10.1016/j.rser.2008.09.024.
- Maher, Michael W., et Edward Deakin. 1991. *Cost Accounting*. Homewood, IL: Irwin Professional Publishing.
- Malcom, Robert E. 1991. « Overhead Control Implications of Activity Costing ». *Accounting Horizons* 5 (4): 69.
- Meil, Jamie, Lindita Bushi, Peter Garrahan, Roger Aston, Alain Gingras, et Diego Elustondo. 2009. « Status of Energy Use in the Canadian Wood Products Sector ». 6014. Vancouver, BC: FPIInnovations – Forintek Division.
- Metropolis, Nicholas, et S. Ulam. 1949. « The Monte Carlo Method ». *Journal of the American Statistical Association* 44 (247): 335- 41.
- Nabuurs, G. J., O. Masera, K. Andrasko, P. Benitez-Ponce, R. Boer, M. Dutschke, E. Elsiddig, et al. 2007. « Forestry. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)] ». Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nielson, R. W, D. M Wright, et J Dobie. 1985. *Conversion Factors for the Forest Products Industry in Western Canada*. Vancouver: Forintek Canada Corp., Western Laboratory.
- Nurminen, T., H. Korpenen, et J. Uusitalo. 2009. « Applying the Activity-Based Costing to Cut-to-Length Timber Harvesting and Trucking. » *Silva Fennica* 43 (5): 847- 70.
- Pohlen, T. L., et J. B. Londe La. 1994. « Implementing Activity-Based Costing (ABC) in logistics ». *Journal of Business Logistics*. <https://trid.trb.org/view.aspx?id=416116>.
- Posavec, Stjepan, Juraj Zelić, Ivica Fliszar, et Karlo Beljan. 2011. « Implementation of Cost Calculation Model in Forest Evaluation of Požega Forest Administration ». *Croatian Journal of Forest Engineering* 32 (1): 466, 457- 67, 466.
- Rappold, Patrick M. 2006. « Activity-based product costing in a hardwood sawmill through the use of discrete-event simulation ». Virginia Polytechnic Institute and State University. <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-06122006-162052/>.
- reTHINKWOOD. 2015. « Tall Wood / Mass Timber | ReThink Wood ». <http://www.rethinkwood.com/masstimber/mass-timber-manufacturers>.
- RISI. 2014. <http://www.risiinfo.com/>.
- RNCan. 2016. « Panneaux lamellés-croisés | Ressources naturelles Canada ». Ressources Naturelles Canada. <http://www.rncan.gc.ca/forets/industrie/demandes/15830>.
- RNCan, Ressource Naturelle Canada. 2013. « Seconde transformation | Ressources naturelles Canada ». <https://www.rncan.gc.ca/forets/rapport/industrie-changement/16543>.
- Schindler, Martin. 2008. « Measuring Financial Integration: A New Data Set ». *IMF Staff Papers* 56 (1): 222- 38. doi:10.1057/imfsp.2008.28.
- Schuler, Albert, et Craig; Adair. 2003. « Engineered and Other Wood Products - An Opportunity to “Grow the Pie” ». In , 43- 53. <http://www.treearch.fs.fed.us/pubs/7952>.
- Statistic Canada. 2015. « Forestry and Logging (NAICS 113): Capital Investment - Canadian Industry Statistics - Industries and Business - Industry Canada ». Report. <https://www.ic.gc.ca/app/scr/sbms/sbb/cis/capitalInvestment.html?code=113&lang=eng>.
- The Norwegian EPD Foundation. 2013. « Product-Category Rules: Wood and wood-based products for use in construction ». <http://www.epd-norge.no/getfile.php/PDF/PCR/NPCR%20015%20Wood%20and%20wood-based%20products%20for%20use%20in%20construction.pdf>.
- United Nations, Food and Agriculture Organization of the United Nations, et United Nations, éd. 2014. *Rovaniemi Action Plan for the forest sector in a green economy*. Geneva timber and forest study paper 35. Geneva: United Nations.

- Wessels, C. B., et H. F. Vermaas. 1998. « A Management Accounting System in Sawmilling Using Activity Based Costing Techniques ». *Southern African Forestry Journal (South Africa)*. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ZA1999000269#>.
- Woodward, David G. 1997. « Life cycle costing—Theory, information acquisition and application ». *International Journal of Project Management* 15 (6): 335- 44. doi:10.1016/S0263-7863(96)00089-0.