

Contenu

| | |
|--|---|
| Introduction | 1 |
| Résultats | 2 |
| Mise en application | 7 |
| Références | 8 |
| Annexe 1 – Équations de productivité | 8 |

Auteurs

Jean-François Gingras
et
Jean Favreau
Division de l'Est

Effet de la longueur des billes et du nombre de produits sur la productivité du procédé par bois tronçonnés en forêt boréale

Résumé

Avec l'augmentation du nombre de produits à séparer en forêt, il devient de plus en plus important de bien évaluer l'incidence du triage sur la productivité des machines forestières. De même, le panier de produits « billes » devient de plus en plus diversifié, avec des longueurs de billes variant de 2,5 m (8 pieds) à 7,3 m (24 pieds). Le présent rapport se veut une synthèse des résultats obtenus jusqu'à maintenant par FERIC quant à l'impact des longueurs de billes et du nombre de produits à séparer sur la productivité des machines du procédé par bois tronçonnés. Un modèle de productivité a été établi pour l'abatteuse-façonneuse (en fonction du volume moyen par tige (m^3), le nombre de produits à séparer, le façonnage multi-tiges et la longueur moyenne des billes) et pour le porteur (en fonction de la charge par voyage, la vitesse de déplacement, le nombre de produits séparés, la longueur moyenne des billes et la longueur du sentier). Une analyse de coût est également présentée, démontrant entre autres que la production de billes courtes a un très fort impact sur les coûts.

Mots clés :

Récolte, bois tronçonné, longueur des billes, tri, abatteuse-façonneuse, porteur.

Introduction

La demande pour un tri des produits en forêt est de plus en plus forte, surtout dans le contexte industriel actuel de produits à valeur ajoutée et de partage de la ressource. Il devient donc de plus en plus important de bien évaluer l'incidence du triage (par essence, par longueur, par classe de qualité, par destination) sur la productivité des machines forestières. De même, le panier de produits « billes » devient de plus en plus diversifié, selon les besoins et contraintes des usines réceptrices, avec des longueurs de billes variant de 2,5 m (8 pieds) à 7,3 m (24 pieds), en passant par une gamme de longueurs intermédiaires (3 m, 3,6 m, 4,3 m, 5,0 m, 5,5 m), de même que des longueurs variables (LV), aussi appelées communément « laisser porter ».

Le système par bois tronçonnés est bien adapté aux séparations de produits multiples et de longueurs variées. Ce procédé, qui utilise une abatteuse-façonneuse et un porteur, a déjà fait l'objet de nombreuses publications de FERIC dont, entre autres, Gingras et Godin (1997), Favreau (2001), ainsi que Gingras et Favreau (2002). En 2004, d'autres études, réalisées chez Industries Tembec inc. (division La Sarre, Québec) et chez Barrette-Chapais ltée, à Chapais, Québec, sont venues enrichir la base de données. Le présent rapport se veut une synthèse des résultats obtenus jusqu'à maintenant quant à l'incidence des longueurs de billes et du nombre de produits à séparer sur la productivité des machines du procédé par bois tronçonnés, c'est-à-dire l'abatteuse-façonneuse et le porteur.

Résultats

Abatteuse-façonneuse

La productivité de l'abatteuse-façonneuse est souvent exprimée en fonction du volume par tige. Par exemple, le logiciel *Interface 2003* de FERIC utilise une fonction de production basée sur le volume moyen par tige, ajustée à l'aide de facteurs de correction pour tenir compte des conditions de récolte. De plus, la production de billes plus courtes ou plus longues peut faire varier la productivité, car la durée du cycle de façonnage de la tête est modifiée. En effet, pour une longueur de tige donnée, il y aura plus ou moins de séquences d'accélération des rouleaux d'alimentation, décélération, arrêt et tronçonnage par la scie selon la longueur des billes. De façon similaire, la création d'empilements distincts de produits peut ralentir la productivité de l'opérateur. Plusieurs études antérieures ont proposé des correctifs relatifs à la productivité en fonction du nombre de produits à séparer (Gingras et Favreau, 2002; Brunberg et Arlinger, 2001; Gingras et Godin, 1997).

Les résultats provenant des études récentes effectuées chez Tembec à La Sarre et chez Barrette-Chapais à Chapais ont permis de confirmer l'influence de la longueur des billes et du nombre de produits sur la productivité de l'abatteuse-façonneuse. Dans le premier cas, des corridors complets de coupe ont été récoltés avec des patrons de façonnage différents, impliquant différentes combinaisons de billes de 2,5 m (pâte), 5,0 m (sciage), 5,5 m (sciage de gros diamètre) et des billes de longueurs variables (pâte). Dans le deuxième cas, le façonnage de billes de 5,0 m fut comparé à la production de billes de 7,3 m. L'objectif de cette seconde étude était de voir si la production de billes plus longues s'harmonisait mieux à la longueur marchande moyenne des tiges de la région, ce qui diminuerait les pertes en fibre. Pour chaque longueur, le patron de

tronçonnage était complété par des billes de longueurs variables « pâte » au fin bout des tiges.

L'analyse des résultats de Parent (Gingras et Favreau, 2002), de Tembec à La Sarre et de Barrette-Chapais à Chapais a permis de revoir l'influence des variables suivantes sur la productivité de l'abattage-façonnage : le volume moyen par tige (m^3), le nombre de produits à séparer, l'utilisation ou non du façonnage multi-tiges (exprimé en nombre moyen de tiges/cycle) et la longueur moyenne des billes façonnées. Sept paniers de produits furent utilisés pour cette analyse et sont présentés au tableau 1.

L'analyse statistique a confirmé que toutes les variables énumérées précédemment expliquaient les variations dans la productivité de l'abattage-façonnage. Une équation de productivité a été tirée de cette analyse et celle-ci est présentée à l'annexe 1. Elle fut utilisée pour produire la figure 1, illustrant l'effet de la longueur des billes produites à l'aide de cinq patrons de tronçonnage sur la productivité moyenne des abatteuses-façonneuses étudiées.

Tableau 1. Patrons de façonnage des chantiers étudiés par ordre de longueur moyenne

| Produits billes | Longueurs moyennes (m) |
|--|------------------------|
| 2,5 m (8 pi) | 2,5 |
| 2,5 m et 5,5 m (8 et 18 pi) | 2,6 – 2,7 |
| 2,5 m et 3,6 m (8 et 12 pi) | 3,1 – 3,2 |
| 2,5 m et 5,0 m (8 et 16 pi) | 3,1 – 3,8 |
| 5,0 et longueurs variables (16 pi et LV) | 4,8 - 5,0 |
| 5,0 et 5,5 m et longueurs variables (16 pi et 18 pi et LV) | 4,8 – 4,9 |
| 7,3 m et longueurs variables (24 pi et LV) | 7,1 |

Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC)

Division de l'Est et Siège social
580, boul. St-Jean
Pointe-Claire, QC, H9R 3J9

☎ (514) 694-1140
☎ (514) 694-4351
✉ admin@mtl.feric.ca

Division de l'Ouest
2601 East Mall
Vancouver, BC, V6T 1Z4

☎ (604) 228-1555
☎ (604) 228-0999
✉ admin@vcr.feric.ca

Mise en garde

Ce rapport est publié uniquement à titre d'information à l'intention des membres de FERIC. Il ne doit pas être considéré comme une approbation par FERIC d'un produit ou d'un service à l'exclusion d'autres qui pourraient être adéquats.

This publication is also available in English.

© Copyright FERIC 2005. Imprimé au Canada sur du papier recyclé fabriqué par une compagnie membre de FERIC.

Poste-Publications #40008395 ISSN 1493-3713



Toutes les courbes de la figure 1 ont été calculées avec deux produits à séparer à l'exception de la courbe « 2,5 » calculée avec un seul produit.

On constate d'abord que la productivité moyenne augmente avec la longueur des billes façonnées. Ceci veut dire que les difficultés de manutention qui pourraient survenir lors du façonnage de billes plus longues sont plus que compensées par les gains obtenus en diminuant le nombre d'arrêts de tronçonnage pour une longueur de tige donnée. Par exemple, la production de billes de 5,0 m – LV, avec un volume de 0,10 m³ par tige, permet à l'abatteuse-façonneuse d'être plus productive d'environ 16 % par rapport à la production de billes courtes de 2,5 m; inversement, l'abatteuse-façonneuse est moins productive d'environ 13 % qu'en façonnant des billes de 7,3 m – LV.

Toujours avec la même équation, la figure 2 illustre l'effet du nombre de produits sur la productivité de l'abatteuse-façonneuse pour une production combinée de billes de 5 m et de longueurs variables. La productivité illustrée par les quatre courbes augmente avec le volume moyen par tige, mais diminue avec le nombre de produits à séparer pour un volume donné par tige. Cette figure indique aussi que la différence de productivité entre un et quatre produits, sur le même parterre de coupe, est d'environ 12 %, soit environ 4 % par produit additionnel. L'effet sur la productivité est également plus important lorsque l'on compare les courbes **1 produit** et **2 produits** que les courbes **3 produits** et **4 produits**.

Les ajustements de productivité obtenus ici sont supérieurs aux résultats suédois (0 – 2 % par produit), mais sont semblables à ceux obtenus par FERIC dans le passé pour la séparation de deux et de trois produits dans Gingras et Favreau (2002), qui prédisaient aussi une baisse de 4 % par produit additionnel. Dans ce dernier cas, les résultats provenaient d'un essai comparatif avec une seule machine et un seul opérateur. À noter aussi que les niveaux de productivité observés dans les études récentes sont supérieurs aux niveaux moyens antérieurs.

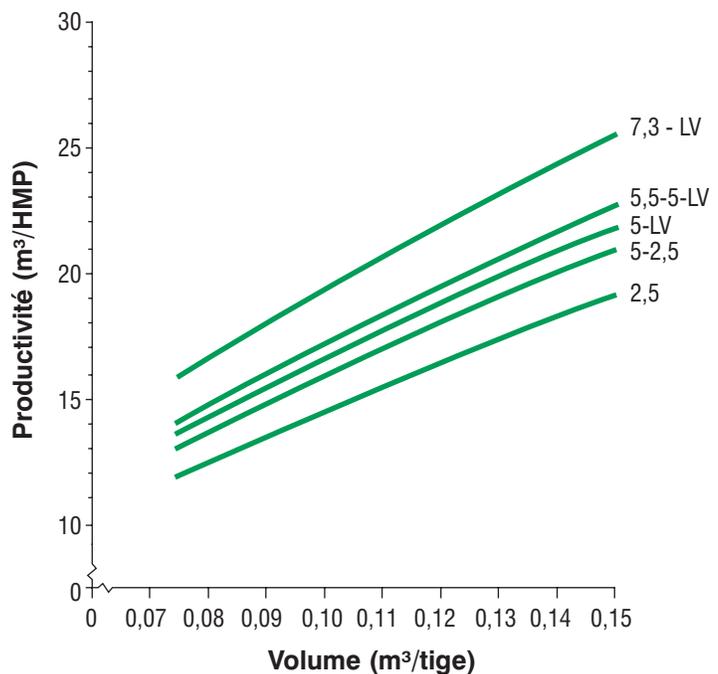


Figure 1. Effet de la longueur des billes sur la productivité des abatteuses-façonneuses.

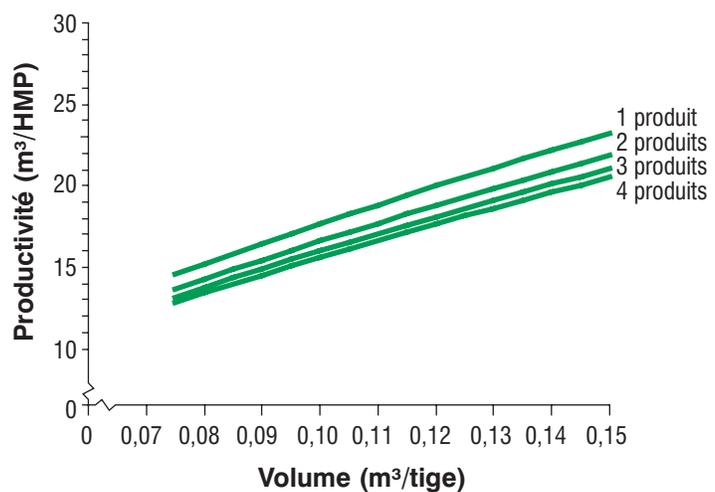


Figure 2. Effet du nombre de produits sur l'abattage-façonnage (production de billes de 5,0 m et LV).

Porteur

L'étude des étapes de travail du porteur permet de prévoir sa productivité en tenant compte de certains facteurs opérationnels clés. Dans cette synthèse, la productivité du porteur a été calculée basé sur les résultats de nos études en construisant des relations mathématiques pour le chargement, le déplacement et le déchargement des bois tronçonnés. Les facteurs suivants ont été retenus : la charge par voyage, la vitesse moyenne de déplacement, le nombre de produits séparés par sentier, la longueur moyenne des billes et la longueur du sentier de portage.

Le temps de chargement dépend de plusieurs facteurs opérationnels, en plus des caractéristiques du porteur, tels que – par exemple – la dimension du panier et celle du grappin. Cette synthèse des études fait ressortir que la productivité au chargement dépend principalement du volume de bois transporté par voyage et de la longueur moyenne des billes placées dans le panier. Le modèle prédit un temps de chargement de 2,9 minutes par m^3 pour des billes de 2,5 m de longueur, 0,77 minute par m^3 pour des billes de 5 m, et 1,75 minutes par m^3 pour des billes de 7,3 m. Par contre, le modèle ne permet pas de détecter l'incidence des conditions défavorables de terrain sur la charge ou le temps de chargement. Favreau (2001) avait aussi identifié que la séparation des produits par l'abatteuse-façonneuse réduit le volume moyen par pile et que, dans ce contexte, l'opérateur ne peut plus utiliser tout le temps la pleine capacité de chargement de son grappin. On aurait alors pu s'attendre à un temps plus long pour charger un mètre cube, mais le regroupement des études n'a pas démontré l'influence du nombre de produits sur la productivité au chargement.

Le temps de déplacement requis pour vidanger totalement un sentier dépend des conditions de terrain ainsi que du nombre et de la répartition des produits le long du sentier. La revue des études sur le porteur indique que la vitesse de celui-ci est, en moyenne, de 51 mètres par minute et peut atteindre 84 mètres par minute dans des conditions très favorables ou aussi peu que

20 mètres par minute avec un porteur chargé sur une pente excédant 30 %. L'augmentation du nombre de produits oblige aussi l'opérateur à retourner au fond du bloc plus souvent lorsque tous les produits sont répartis uniformément le long des sentiers, même si l'opérateur profite des voyages mixtes pour vidanger le fond du bloc en premier. Le nombre de produits a donc pour effet d'augmenter la distance parcourue par le porteur pour vidanger un sentier de longueur donnée.

Le déchargement des produits par le porteur est la dernière étape pour compléter un voyage. Le temps de déchargement dépend de la charge de bois et de la longueur moyenne des billes à décharger. Le modèle prédit un temps de déchargement de 1,41 minutes par m^3 pour des billes de 2,5 mètres de longueur, 0,53 minute par m^3 pour 5,0 m, et 0,70 minute par m^3 pour 7,3 m. La charge moyenne des études retenues dans notre modèle était de 10 m^3 , mais certains voyages sur de courtes distances étaient de 1 m^3 tandis que plus de 17 m^3 ont été transportés sur de longues distances. Il faut aussi s'assurer de calculer la productivité du porteur avec une charge moyenne compatible avec les dimensions du panier et les longueurs des billes chargées. Le nombre de produits à décharger peut aussi augmenter le temps de déchargement lorsque les empilements de produits distincts sont éloignés les uns des autres (Favreau, 2001). Malgré le regroupement de plusieurs études, le nombre de produits n'a pas eu d'impact significatif, au sens statistique, sur la productivité au déchargement.

L'addition des temps des phases de travail du porteur a permis de construire un modèle à partir des études regroupées et en utilisant les valeurs moyennes de charge par voyage et de vitesse de déplacement. Le modèle est présenté à l'annexe 1. La figure 3 illustre l'influence de la longueur moyenne des billes produites par l'abatteuse-façonneuse sur la productivité du porteur vidangeant un seul produit sur un sentier de 200 m de longueur. La productivité du porteur augmente avec l'augmentation de la longueur des billes jusqu'à une valeur de 5 m, puis décroît avec des billes de plus de 5,5 m. La manutention plus lente avec les billes de plus

de 5,5 m augmente suffisamment le temps de chargement et de déchargement pour réduire la productivité, malgré le volume plus grand par grappin. Des réductions de productivité de 50 % et 34 % sont prévues lorsque l'opérateur remplit son panier avec des billes de 2,5 m et de 7,3 m respectivement, par rapport à un panier de billes de 5 m.

La figure 4 illustre l'incidence de deux facteurs sur la productivité du porteur – celle du nombre de produits et celle de la longueur totale du sentier à vidanger – à l'aide de deux courbes basées sur des voyages de billes de 5 m de longueur.

La diminution de productivité survenant avec l'augmentation de la longueur du sentier est de 27 % pour la première tranche de 200 m de longueur de sentier (de 100 à 300 m), puis de 21, 18 et 15 % pour chaque tranche suivante de 200 m. La productivité du porteur travaillant le long d'un sentier où il y a quatre produits (courbe pointillée) est toujours inférieure à celle d'un sentier avec un seul produit (courbe grasse); l'écart entre les deux courbes augmente avec la longueur du sentier à vidanger, passant de 8 % pour un sentier de 200 m à 16 % pour un sentier de 800 m, soit environ 5 % par produit additionnel dans ce dernier exemple. Dans ce modèle, l'incidence du nombre de produits sur la productivité du porteur est encore semblable à celle prédite dans les études de Favreau (2001) et de Gingras et Favreau (2002), où des baisses de l'ordre de 4 à 6 % par produit additionnel ont été observées le long

des sentiers où les produits étaient uniformément distribués. Le regroupement des études indique que les produits ne sont pas toujours distribués uniformément le long du sentier. D'autres facteurs, tels que les conditions de terrain défavorables, expliquent aussi la distance parcourue pour vidanger un sentier. Dans ce dernier cas, l'opérateur a tendance à réduire la distance parcourue avec une pleine charge, ce qui le force à retourner souvent dans le fond du bloc.

Coûts comparatifs de récolte

L'addition du coût d'abattage-façonnage à celui de portage permet de comparer le coût direct de production des bois tronçonnés en bordure de route pour différents scénarios de production. Le coût par m³ est obtenu en divisant le coût horaire (150 \$/HMP pour l'abatteuse-façonneuse et 110 \$/HMP pour le porteur) par la productivité prédite (m³/HMP) en utilisant les modèles développés précédemment dans ce rapport. Le tableau 2 présente quatre scénarios de longueurs de billes et de séparation de produits en utilisant un volume moyen par tige récoltée de 0,10 m³/tige, deux groupes d'essence à séparer et sans façonnage multi-tiges :

- Billes de 2,5 m
- Billes de 5,0 m et 2,5 m en proportion 60:40
- Billes de 5,0 m et de longueurs variables
- Billes de 7,3 m et de longueurs variables

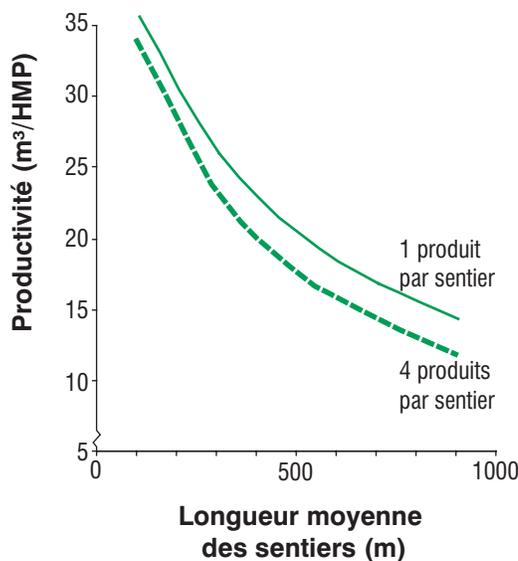
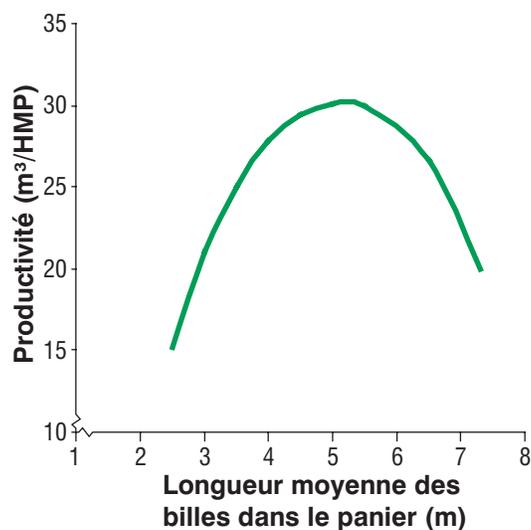


Figure 3. (à gauche) Influence de la longueur moyenne des billes sur la productivité du porteur (distance moyenne de 100 m).

Figure 4. (à droite) Effet du nombre de produits et de la distance de débardage sur la productivité du porteur (billes de 5 m).

Tableau 2. Coûts du système par bois tronçonnés en bordure de route

| Scénario | Coût (\$/m ³) | | | | |
|--------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|-------|
| | Nombre de produits | Longueur moyenne (m) | Abattage-façonnage | Portage (sentier de 300 m) | Total |
| Billes de 2,5 m | 2 | 2,5 | 11,05 | 8,10 | 19,15 |
| Billes de 5,0 m et 2,5 m | 4 | 4,0 | 10,00 | 5,05 | 15,05 |
| Billes de 5,0 m et LV | 4 | 4,9 | 9,35 | 4,75 | 14,10 |
| Billes de 7,3 m et LV | 4 | 7,1 | 8,20 | 6,05 | 14,25 |

On constate que la production de billes courtes a un très fort impact sur les coûts. D'autre part, la production de billes de 5 m et de longueurs variables est le scénario le plus avantageux des quatre. Les billes très longues de 7,3 m voient les gains à l'abattage-façonnage effacés par les pertes lors du portage.

Autres paramètres

Billes de grandes longueurs

Dans deux chantiers, des billes de longueurs supérieures à la longueur maximum habituelle de 5,0 m (16 pi) étaient produites, soit 5,5 m (18 pi) et 7,3 m (24 pi). Les résultats obtenus démontrent que le façonnage de ces billes ne présentait pas de difficultés techniques et s'avérait même avantageux pour la productivité de l'abatteuse-façonneuse. Pour le porteur cependant, l'encombrement des billes plus longues, en particulier celles de 7,3 m, augmentait les temps de manutention (Figure 5). Ces résultats se reflètent dans les modèles développés précédemment et ont un impact sur les coûts tels que décrits au tableau 2.

Figure 5. Porteur chargeant des billes de 7,3 m.



D'autres points doivent aussi être considérés avant de prendre la décision de faire de très longues billes : la configuration des charges sur les camions, le retronçonnage de ces billes à l'usine et aussi la précision dans la mesure des longueurs, entre autres. En effet, on peut supposer que des erreurs de calibration ou de mesurage sont amplifiées lors du façonnage de billes plus longues. Dans le chantier de La Sarre, où des billes de 5,5 m étaient façonnées, 94 % des billes se retrouvaient à l'intérieur de la longueur cible de 547 cm \pm 5 cm. Cet excellent résultat ne vérifie donc pas l'hypothèse avancée précédemment. Par contre, chez Barrette-Chapais, la proportion des billes de 7,3 m se situant à l'intérieur de la fenêtre de \pm 5 cm de la longueur cible n'était que de 29%, comparative-ment à 60% dans le cas des billes de 5,0 m. L'entrepreneur accordait peu d'attention à la qualité de son travail et cherchait plutôt à maximiser sa productivité en façonnant fréquemment plusieurs tiges à la fois, au détriment de la qualité de mesure des longueurs.

Fenêtre de tronçonnage

Dans le chantier de La Sarre, un essai fut effectué pour vérifier l'effet sur la productivité de l'abatteuse-façonneuse de faire varier l'écart toléré par l'ordinateur de bord pour la précision des longueurs au tronçonnage que l'on appelle ici la fenêtre de tronçonnage. Une fenêtre de tronçonnage plus petite peut ralentir significativement le façonnage, car il devient plus difficile de positionner la scie de tronçonnage à l'intérieur des limites de longueurs permises. Le tableau 3 résume l'essai effectué avec deux patrons et deux fenêtres de tronçonnage, \pm 5 cm et \pm 8 cm.

Comme on s'y attendait, la productivité était meilleure lorsque la fenêtre de tronçonnage était plus grande et que la proportion de billes rencontrant les cibles de longueur était moindre. Ces résultats démontrent avant tout qu'il s'agit de trouver la fenêtre de tronçonnage optimale, permettant d'obtenir la meilleure productivité possible sans trop compromettre la proportion de billes de longueur acceptable.

Façonnage multi-tiges

Des rapports antérieurs ont démontré les bénéfices du façonnage multi-tiges, en parti-

Tableau 3. Effets de la fenêtre de tronçonnage sur la productivité de l'abatteuse-façonneuse et sur la précision des longueurs cibles

| | Billes de 5,5 m et 2,5 m | | Billes de 5,5 m, 5,0 m et de longueurs variables | |
|--|--------------------------|--------|--|--------|
| | Fenêtre de façonnage | | | |
| | ± 5 cm | ± 8 cm | ± 5 cm | ± 8 cm |
| Productivité (m ³ /HMP) ^a | 14,2 | 14,7 | 15,2 | 18,0 |
| Différence de productivité | +4 % | | +18 % | |
| Proportion de billes ± 5 cm de la longueur cible (%) | 91 | 88 | 90 | 84 |

^a Ajustée @ 0,095 m³/tige.

culier dans les peuplements de tiges de faible diamètre et avec une tête conçue spécifiquement à ces fins (Gingras 1999, Gingras 2001). L'équation d'abattage-façonnage de l'annexe prédit qu'un façonnage multi-tiges qui fait augmenter la moyenne de tiges par cycle à 1,5 fait augmenter la productivité de 9 % par rapport aux cycles de façonnage sans multi-tiges (moyenne de 1,0 tige/cycle). Ce résultat est moindre que les chiffres avancés dans les rapports mentionnés ci-haut, soit 20-40%, principalement parce qu'il provient de l'utilisation de têtes conçues pour le façonnage d'une seule tige à la fois (Figure 6).

Récupération de la fibre

Les patrons de tronçonnage ont un impact important sur le taux de récupération en fibre parce que la dernière bille façonnée dans une tige doit rencontrer les critères minima de longueur et de diamètre. Par exemple, si la longueur minimale acceptée est de 2,5 m pour un diamètre minimum de 7 cm, il devient aisé de récupérer une grande quantité de fibre. Par contre, si la longueur minimale est de 3,0 m (comme c'est souvent le cas avec les longueurs variables qui doivent être placées dans les mêmes empilements que les billes de 5,0 m), il peut s'avérer plus difficile de produire une dernière bille sur chaque tige. Un inventaire de fibre laissé sur le parterre après coupe du chantier de La Sarre a confirmé cette hypothèse (tableau 4). Dans les deux sentiers, récoltés avec des patrons de tronçonnage avec longueurs variables (sentiers S2 et S5), les quantités de fibre marchande laissées en forêt ont été nettement supérieures aux corridors récoltés avec des billes de 2,5 m.



Figure 6. Façonnage multi-tiges avec une tête Logmax 7000, non conçue pour le multi-tiges.

Tableau 4. Perte en fibre selon le patron de tronçonnage

| | Sentiers | | | | |
|--|----------|-----|-------|-------|-----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| Dernière bille (longueurs variables = LV) | 2,5 m | LV | 2,5 m | 2,5 m | LV |
| Volume total laissé (>7 cm, > 50 cm long) (m ³ /ha) | 4,2 | 6,8 | 6,4 | 6,6 | 7,4 |
| Volume marchand laissé (>9 cm, > 1 m long) (m ³ /ha) | 0,0 | 3,2 | 0,0 | 1,6 | 3,9 |

Mise en application

Les résultats présentés dans ce rapport permettent de retenir les points suivants :

- Le façonnage de billes plus longues favorise la productivité de l'abattage-façonnage, y compris avec les grandes longueurs de 7,3 m (24 pi)
- La productivité du porteur est maximale avec des billes de 5,0 m, car les billes plus



- courtes ou plus longues augmentent les temps moyens de chargement et de déchargement
- Le risque d'imprécision dans la mesure des longueurs peut augmenter avec la longueur des billes, surtout lorsque la tête est mal calibrée ou que l'opérateur façonne plusieurs tiges à la fois
 - Un agrandissement de la fenêtre de tronçonnage de l'ordinateur de bord peut mener à un gain en productivité, mais aussi à une légère baisse dans la proportion de billes rencontrant les exigences des longueurs
 - Le façonnage multi-tiges permet d'augmenter la productivité; par contre, il requiert des opérateurs très habiles si la tête d'abattage-façonnage n'est pas conçue à cette fin
 - La production de billes de 2,5 m pénalise la productivité du système par bois tronçonnés, mais elle permet une récupération maximale de fibre
 - La production de plusieurs produits sur chaque parterre de coupe coûte cher et doit être soigneusement analysée à la lumière des produits finis qui donnent le maximum de revenus à chaque période de l'année. De façon générale, en faisant abstraction des contraintes opérationnelles, on mentionne souvent que lorsque la diversification des produits est réalisée plus à l'aval de la chaîne d'approvisionnement, les opportunités de revenus sont plus grandes.

Références

- Brunberg, T; Arlinger, J. 2001. Vad kostar det att sortera virket i skogen? [What does it cost to sort timber at the stump?] SkogForsk, Uppsala, Suède. Resultat Nr 3 2001 [en suédois avec résumé en anglais]. 4 p.
- Favreau, J. 2001. Effets des facteurs opérationnels sur la productivité du porteur de bois courts. Inst. can. de rech. génie for. (FERIC), Pointe Claire, QC. Avantage 2(9). 8 p.
- Gingras, J.-F. 1999. Évaluation de la tête d'abattage-façonnage multi-tiges Timberjack 745. Inst. can. de rech. génie for. (FERIC), Pointe Claire, QC. Fiche Technique FT-291, 4 p.
- Gingras, J.-F. 2002. Évaluation de la tête multitige Waratah HTH-470HD. Inst. can. de rech. génie for. (FERIC), Pointe Claire, QC. Avantage 3(3). 4 p.
- Gingras, J.F. ; Favreau, J. 2002. Incidence du triage sur la productivité des systèmes par bois tronçonnés. Inst. can. de rech. génie for. (FERIC), Pointe Claire, QC. Avantage 3(31). 4 p.
- Gingras, J.F.; Godin, A. 1997. Récolte en bois tronçonnés : séparation des produits par classe de qualité. Inst. can. de rech. génie for. (FERIC), Pointe Claire, QC. Fiche tech. FT-255. 6 p.

Annexe 1 – Équations de productivité

Abatteuse-façonneuse

$$\text{Productivité (m}^3\text{/HMP)} = 50.2 * \text{m}^3\text{/tige}^{0.68} * \text{nbre de produits}^{-0.09} * \text{tiges/cycle}^{0.22} * \text{longueur moyenne des billes}^{0.34}$$

Dans le cas où l'on veut exclure l'effet du façonnage multi-tiges, on n'a qu'à insérer 1,0 à la variable tiges/cycle.

Porteur

$$\text{Productivité (m}^3\text{/HMP)} = 60 * (\text{m}^3 \text{ par voyage}) / (\text{Chargement} + \text{Déplacement} + \text{Déchargement})$$

où

$$\text{Chargement (minutes)} = (\text{m}^3 \text{ par voyage}) / (-0,1163 * (\text{longueur moyenne des billes en mètres})^2 + 1,162 * (\text{longueur moyenne des billes en mètres}) - 1,683)$$

$$\text{Déplacement (minutes)} = 1,11 * (\text{Vitesse de déplacement en mètres/min})^{-0,935} * (\text{nbre produits par sentier})^{0,19} * (\text{longueur par sentier})^{1,016}$$

$$\text{Déchargement (minutes)} = (\text{m}^3 \text{ par voyage}) / (-0,1243 * (\text{longueur moyenne des billes en mètres})^2 + 1,3484 * (\text{longueur moyenne des billes en mètres}) - 1,8446)$$