



Études de coupes progressives en peuplements mélangés avec le système par bois tronçonné

Rapport Avantage Vol. 17 No. 3

1er février 2016

Jean-Philippe Gaudreau, Opérations forestières

FPInnovations est un chef de file mondial sans but lucratif qui se spécialise dans la création de solutions scientifiques pour soutenir la compétitivité du secteur forestier canadien à l'échelle internationale et qui répond aux besoins prioritaires de ses membres industriels et de ses partenaires gouvernementaux. Il bénéficie d'un positionnement idéal pour faire de la recherche, innover et livrer des solutions d'avant-garde qui touchent à tous les éléments de la chaîne de valeur forestière, des opérations forestières aux produits de consommation et industriels. FPInnovations compte plus de 525 employés, des laboratoires de recherche situés à Québec, à Montréal et à Vancouver ainsi que des bureaux de transfert de technologie à travers le pays. Pour plus d'information sur FPInnovations, visitez le www.fpinnovations.ca.

Suivez-nous sur :  

301009092

Directives des coupes partielles pour forêts mélangées

REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée en partie par Ressources Naturelles Canada et le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec.

Les auteurs aimeraient remercier les membres des équipes d'opérations forestières pour leur collaboration pendant les tests ainsi que les superviseurs des opérations qui ont permis à FPInnovations de procéder aux divers essais terrains.

RÉVISEURS

Philippe Meek ing.f., M.Sc.
Chargé de programme adjoint
Programme des opérations de récolte

Jean-François Gingras, ing.f.
Directeur de recherches, Systèmes de récolte

CONTACT

Jean-Philippe Gaudreau, ing. f.
Chargé de programme adjoint
Programme des opérations de récolte
jean-philippe.gaudreau@fpinnovations.ca

Table des matières

1. Introduction.....	4
2. Méthodes.....	4
La classification opérationnelle de la vigueur des arbres.....	5
Classification de la grosseur des bois.....	6
Établissement des priorités de récolte.....	6
3. Résultats.....	9
Réseau de sentiers.....	9
Productivité.....	10
Effets des traitements sur la structure des peuplements.....	12
4. Mise en application.....	13
5. Références.....	14

Liste des figures

Figure 1. Localisation des essais pour les coupes partielles.....	4
Figure 2. Différentes abatteuses-façonneuses observées en forêts mélangées.....	5
Figure 3. Exemple de simulation lors des essais de CPI au Nord-du-Québec (2014).	8
Figure 4. Relation entre les volumes moyens par tige récoltée et les productivités des abatteuses-façonneuses pour les 3 traitements.	11

Liste des tableaux

Tableau 1. Description de la classification opérationnelle de vigueur utilisée pour guider la sélection des tiges.....	6
Tableau 2. Classification de la grosseur de tiges par essais.....	6
Tableau 3. Caractéristiques spécifiques des marchés régionaux rencontrés lors des tests.	7
Tableau 4. Suivi du traitement CPI Nord-du-Québec 2014 dans la zone de sélection.....	8
Tableau 5. Systèmes mis à l'essai.....	9
Tableau 6. Caractéristique moyenne pour l'ensemble des observations pour les deux traitements.	10
Tableau 7. Coût d'abattage-façonnage moyen pour les différents essais de CPE et de CPI.....	11
Tableau 8. Description des caractéristiques des peuplements avant et après traitement.....	12

1. INTRODUCTION

Dans l'esprit des Guides sylvicoles développés par le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP), les coupes progressives deviennent un outil complémentaire en vue de traitement de la forêt mélangée. Une approche multitraitement (Meek et Lussier, 2008) est particulièrement appropriée pour le traitement des forêts mixtes, car les conditions y sont si variables qu'un seul ensemble de directives ne peut être appliqué sur une grande surface. En forêt mélangée, les proportions des essences varient beaucoup dans l'espace et le fait que la maturité de ces essences ne soit pas la même entraînent un niveau de complexité additionnel.

La coupe progressive avec l'approche multitraitement fut proposée par FPIInnovations pour ce type de forêt. L'approche multitraitement a un caractère clairement opérationnel. Elle vise à limiter les coûts et faciliter l'implantation de coupes partielles lorsque les conditions de peuplements sont particulièrement hétérogènes. L'approche proposée confie à l'opérateur de l'abatteuse le choix des tiges à prélever. Celui-ci analyse l'état de la forêt entourant son abatteuse et applique les actions prévues selon une liste de critères préparés pour le massif sous traitement. Il change d'action lorsque les conditions changent. Le présent rapport présente les résultats de plusieurs implantations d'approche multitraitement qui s'appuient sur la méthode 1-2-3 qui a déjà été décrites (Meek et Cormier, 2004; Meek, 2006; Meek et Lussier, 2008; Meek et Roy, 2009; Meek, Lussier et Roy, 2012).

2. MÉTHODES

Des essais opérationnels ont été réalisés grâce à la collaboration de Boisaco en 2011 et 2013 et celle du Ministère des forêts, de la faune des Parcs (MFFP). La coopérative de Gestion forestière des Appalaches et Matériaux Blanchet Inc. ont aussi été des collaborateurs en 2014. La figure 1 illustre la position géographique et le type de peuplement traité lors des essais réalisés.

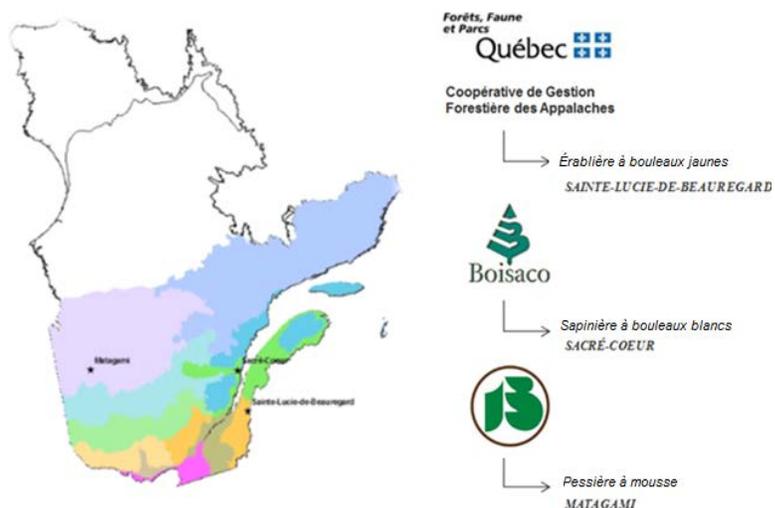


Figure 1. Localisation des essais pour les coupes partielles.

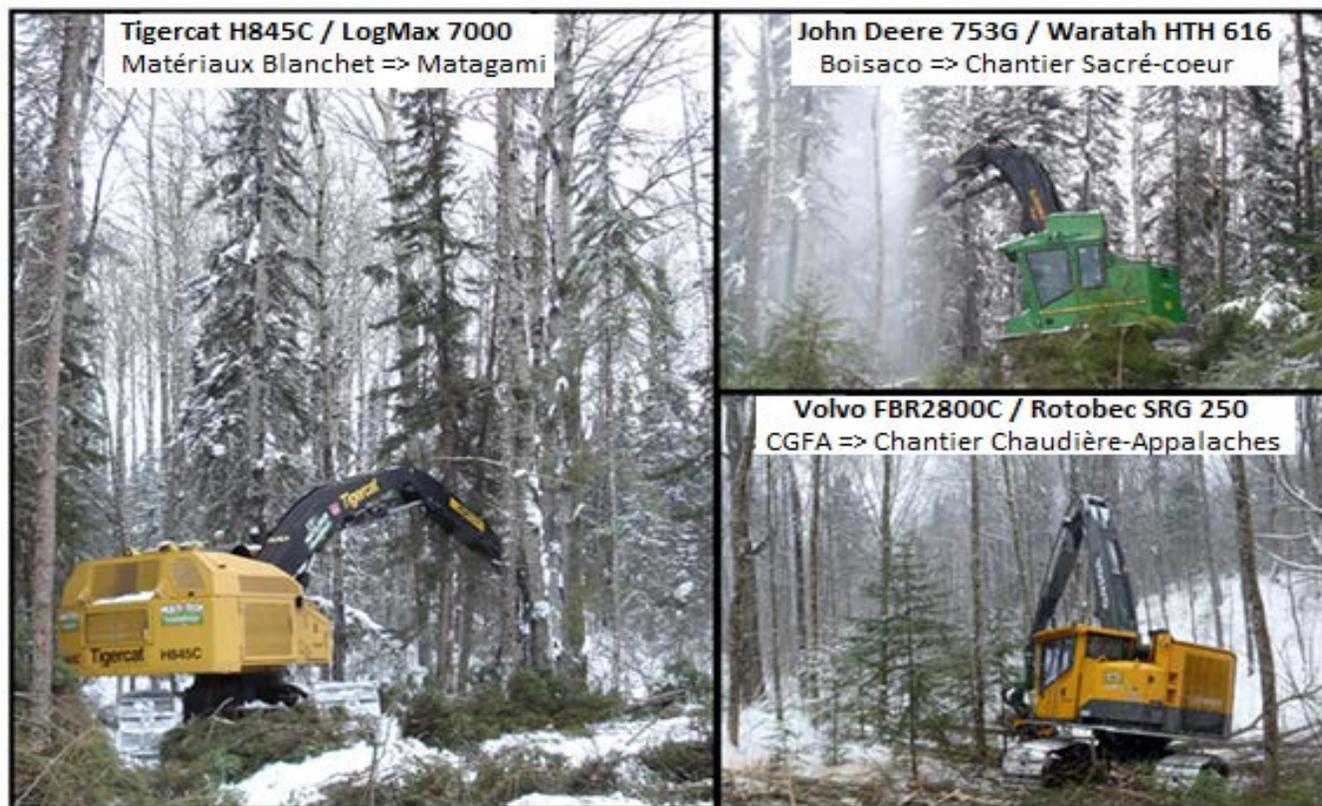


Figure 2. Différentes abatteuses-façonneuses observées en forêts mélangées.

La classification opérationnelle de la vigueur des arbres

Les règles de sélection de tiges s'appuient sur des résultats d'inventaires réalisés avant traitement où on utilise une variable particulière dans le cadre de la méthode 1-2-3, soit la classification de la vigueur des tiges du peuplement. Cette classification a été décrite dans Meek et al (2012) et Meek et Lepage (2013). Elle sert à la mise en place du processus décisionnel à confier aux opérateurs d'abatteuses qui évaluent la vigueur des arbres depuis la cabine de l'abatteuse. La plupart des opérateurs reconnaissent facilement l'essence et les grandes classes de DHP. Ils peuvent reconnaître (lorsque visibles) la plupart des défauts de la forme des troncs, les fentes, les chancre notables et même les dégâts de perceurs de l'érable ou des becquetages d'oiseaux. La classification opérationnelle de vigueur s'appuie sur cette capacité d'observation, mais reconnaît qu'il n'est pas possible de faire l'examen des couronnes depuis l'abatteuse et que seulement deux des quatre faces du tronc sont visibles, au mieux.

Les trois classes de vigueur sont décrites au tableau 1 et sont évaluées en observant les 6 m inférieurs de la tige évaluée. Il arrive que des arbres portent des défauts importants qui ne sont observables que d'un seul côté. Au cours d'un inventaire, on notera ces arbres à titre de V2 en ayant à l'esprit qu'un opérateur n'en observera que la moitié. Lorsqu'un opérateur doit utiliser la vigueur (ou qualité) dans ses choix prioritaires, on s'attend à ce qu'il reconnaisse facilement les V3 et trouve la moitié des V2.

La liste des défauts importants préparée par le gestionnaire doit permettre de reconnaître un grand nombre d'arbres défectueux au sein du massif à traiter. Il faut que l'opérateur puisse trouver facilement les arbres à abattre et que la présence d'un arbre peu vigoureux ne soit pas un événement rare (p. ex. idéalement de 33 à 50 % d'arbres sont peu vigoureux avant traitement).

Tableau 1. Description de la classification opérationnelle de vigueur utilisée pour guider la sélection des tiges.

Classes	Définitions
Vigueur 1 (bonne)	Arbres d'avenir, pas de défaut apparent.
Vigueur 2 (moyenne)	Arbre avec défauts apparents discrets, visibles sur deux faces ou moins: bris d'écorce, fentes, champignons, etc.
Vigueur 3 (faible)	Arbre avec défauts apparents visibles sur 3 ou 4 faces : essence non désirée, penché, fourchu, bosses.

Classification de la grosseur des bois

Pour simplifier l'analyse de la structure des peuplements, les tiges sont divisées en trois catégories de grosseur, par un regroupement des classes diamétrales présenté au tableau 2.

Tableau 2. Classification de la grosseur de tiges par essais.

Catégories de grosseur des tiges	Côte-Nord		Nord-du-Québec et Chaudière-Appalaches	
	Résineux	Feuillus	Résineux	Feuillus
Petit bois (PB)	10-14	10-14	10-14	10-18
Bois moyen (BM)	16-18	16-18	16-18	20-36
Gros bois (GB)	20 et +	20 et +	20 et +	38 et +

Établissement des priorités de récolte

Les règles de sélection de tiges ont pour objectifs le contrôle du taux de prélèvement et, dans la mesure du possible, d'influencer la structure du peuplement résiduel, tout en considérant les enjeux des marchés régionaux. Ces règles s'articulent habituellement autour d'un compte de tiges et de priorités d'abattage.

Puisqu'en pratique, une première priorité de récolte vise la récolte des tiges dont la valeur est la plus élevée dans la classe des gros bois, des contraintes propres aux marchés (tableau 3) s'ajoutent à celles liées aux objectifs du traitement.

Tableau 3. Caractéristiques spécifiques des marchés régionaux rencontrées lors des tests.

Régions	Contraintes
Côte-Nord	<ul style="list-style-type: none"> Aucun marché pour les produits feuillus de trituration.
Nord-du-Québec	<ul style="list-style-type: none"> Aucun marché pour les bois de peuplier au nord de Matagami; Grande variabilité de la présence de peupliers.
Chaudière-Appalaches	<ul style="list-style-type: none"> Marché développé pour tous les produits.

Une façon relativement simple de moduler le prélèvement en fonction de critères de sélection est de préconiser un compte de tiges par groupe. Par exemple, l'abattage d'une tige sur deux ou d'une tige sur trois est suffisant pour le contrôle du prélèvement. Le compte recherché est toutefois lié à la structure du peuplement et il est obtenu en étudiant les données d'inventaire avant traitement pour établir les proportions justes. Une feuille de calcul Excel préparée par FPIInnovations permet une première estimation du compte de tiges.

La figure 3 illustre à titre d'exemple l'établissement de compte de tiges pour la coupe progressive irrégulière appliquée lors des essais au Nord du Québec en 2014. Après que les données dendrométriques soient entrées, il suffit de fournir dans les cases jaunes les informations décrivant la méthode de récolte : limites des classes diamétrales, patron de sentiers et cible de prélèvement par classe. Le compte de tiges suggéré en rouge est déterminé par le poids relatif des sentiers et par l'intention de récolter les 2/3 et 1/3 du volume des grosses et moyennes tiges respectivement dans les zones de prélèvement. Dans l'exemple, l'opérateur devra abattre 1 tige sur deux comptées parmi les tiges de 16 cm et plus. Il pourra réduire le volume sur pied des zones de sélection de 50 % pour un prélèvement global de 33 % à l'échelle du peuplement. Il est fortement suggéré de vérifier les effets de l'application des règles de coupe en procédant au contrôle des prélèvements à l'aide de parcelles-échantillons tel que proposé par Meek et Roy (2009). Au tableau 4, l'inventaire de contrôle indique pour le traitement simulé à la figure 3 que le prélèvement ciblé était presque atteint sans que la règle de coupe soit rigoureusement appliquée. Il y avait dans les zones de sélection une récolte de 40% des tiges de 16 cm et plus pour une récolte de 48 % en volume. Il conviendra dans un tel cas d'ouvrir la classe de bois moyens de 14 à 18 cm pour maintenir un compte de tige simple qui permette l'atteinte de la cible. Idéalement, ces ajustements sont faits dès que les premiers ha sont traités avec une rétroaction corrective rapide.

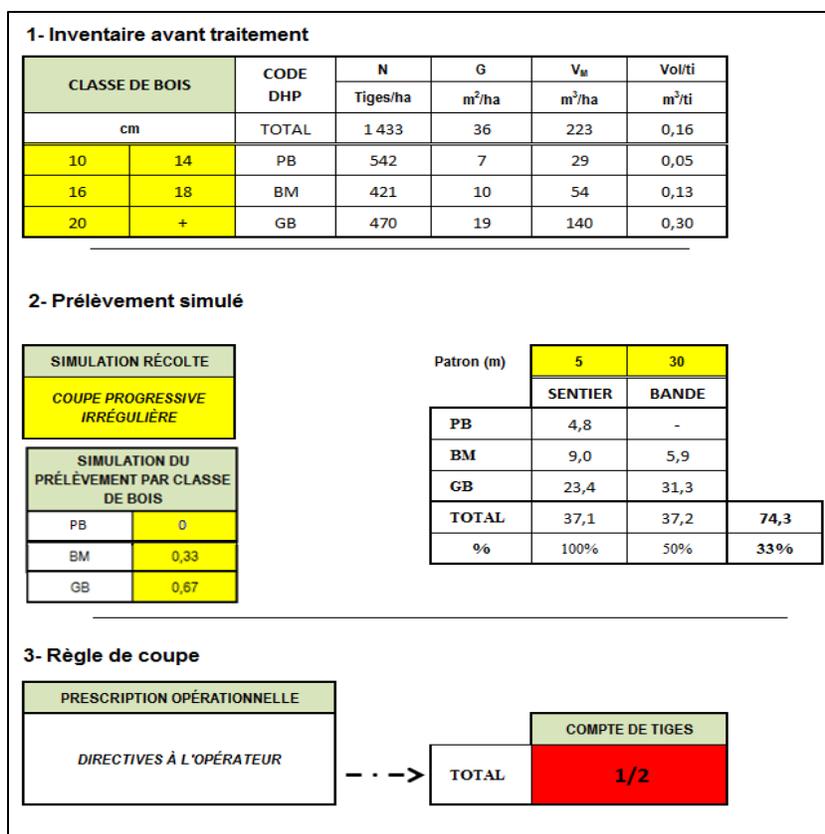


Figure 3. Exemple de simulation lors des essais de CPI au Nord-du-Québec (2014).

Tableau 4. Suivi du traitement CPI Nord-du-Québec 2014 dans la zone de sélection.

Traitement		Densité DHP 10 cm et + (tiges/ha)	Densité DHP 16 cm et + (tiges/ha)	Volume DHP 10 cm + (m ³ /ha)
CPI NORD-DU-QUÉBEC 2014	Avant	1680	1070	230
	Après	1240	640	119
	Récolte	440	430	111
	Récolte (%)	26%	40%	48%

3. RÉSULTATS

De 2011 à 2014, dix études effectuées dans des conditions d'hétérogénéité et de marché variables furent effectuées. Les systèmes étudiés variaient selon l'approche de récolte, la gestion de la vigueur des arbres et l'espacement des sentiers (Tableau 5). Différentes machines furent observées (Figure 2). Plusieurs rapports Avantage couvrent le déploiement des coupes progressives régulières (CPE) avec la méthode 1-2-3 (Meek et Cormier, 2004; Meek, 2006; Meek et Roy, 2009). Le déploiement des sentiers en coupe progressive irrégulière (CPI) s'apparente à celui pour le jardinage 1-2-3 tel que présenté par Meek et al (2012).

Tableau 5. Systèmes mis à l'essai.

Traitements	Régions	Approche	Gestion vigueur	Espacement sentier (m)
CPE	Côte-Nord (A)	1-2-3	N	20
	Côte-Nord (B)	1-2-3	N	20
	Nord-du-Québec	1-2-3	N	20
	Chaudière-Appalaches (A)	Multitraitement	N	20
	Chaudière-Appalaches (B)	Multitraitement	O	20
CPI	Côte-Nord (A)	1-2-3	O	30
	Côte-Nord (B)	1-2-3	O	30
	Côte-Nord (C)	Multitraitement	O	30
	Nord-du-Québec	1-2-3	O	30
	Chaudière-Appalaches (C)	1-2-3	O	30

Réseau de sentiers

L'atteinte des objectifs de largeur moyenne et d'espacement des sentiers assure une meilleure conformité aux objectifs des deux traitements de CPE et de CPI. Pour l'ensemble des tests, les sentiers ont une largeur visée de 5 m, ce qui permet aux équipements de circuler facilement. Cette largeur est mesurée entre deux lignes tangentes aux arbres qui bordent les sentiers. L'espacement entre les sentiers de débardage est de 20 ou de 30 m. Les prélèvements sélectifs se font dans les zones de 5 m de part et d'autre des sentiers (sélection rapprochée). Les zones laissées intactes entre les sentiers seront traitées lors des interventions subséquentes.

Toutes les opérations visitées étaient aux premiers jours d'implantation au moment des évaluations. Les résultats présentés au tableau 6 permettent de comprendre que dans l'ensemble, les réseaux de sentiers étaient conformes aux attentes en acceptant des écarts opérationnels normaux.

Les meilleurs processus de contrôle sont ceux qui considèrent à la fois la moyenne des variables étudiées et la proportion des mesures qui outre dépassent les écarts. Il permet notamment de meilleures interactions avec les opérateurs. Il importe d'assurer une bonne rectitude des sentiers pour uniformiser les prélèvements. Il arrive aussi que des louvoiements exagérés entraînent des blessures importantes aux tiges à la marge des sentiers.

Tableau 6. Caractéristique moyenne pour l'ensemble des observations pour les deux traitements.

Analyse de conformité	CPE	CPI
Largeur moyenne (m)	5,5	5,5
% largeurs conformes	80	89
Espacement moyen (m)	21,1	30,8
% Espacements conformes	76	70

Productivité

Lors des essais en forêts mélangées, le travail des abatteuses-façonneuses a été documenté par des études de productivité chronométrées. Afin de faire un portrait succinct des performances observées, le tableau 7 présente les résultats moyens pour les deux traitements. On remarque que le volume moyen par tige récoltée était relativement élevé pour les deux traitements grâce aux tiges feuillus (lorsque récoltés) matures possédant un fort volume. Le taux de prélèvement moyen est fidèle aux déploiements typiques pour les traitements et nous n'avons pas remarqué de situation présentant d'écart important. Les cadences moyennes étaient autour de 20 m³ par heure-machine productive (m³/HMP). Malgré le fait que les machines étaient différentes et que les conditions d'opérations variaient passablement, un taux horaire moyen direct de 175 \$/HMP a été retenu. Il ne tient compte que du remboursement du capital, des intérêts, des frais d'entretien et d'achats des pièces, des coûts de carburant, du salaire des opérateurs et autres frais de main-d'œuvre. Il exclue les frais indirects de transport, de supervision, de dispersion, de voirie, les profits, frais administratifs, etc.

Afin de comparer les performances de l'abatteuse-façonneuse en coupes partielles avec celles attendues en CPRS, les coûts typiques de la CPRS ont été estimés à l'aide du modèle national de FPIInnovations pour une abatteuse-façonneuse en utilisant les mêmes volumes moyens par tige récoltée. Typiquement les coûts ont été de 14% et 23 % plus élevé que les performances habituelles en CPRS. De manière attendue, les déplacements et débroussaillage sont plus importants pour les deux traitements mais la prise de décision d'abattage lors des CPI peut aussi avoir modéré les rythmes d'abattage. Les priorités d'abattage impliquent des éléments liés à l'évaluation de la vigueur des tiges. La figure 4 fournie l'ébauche de modèles décrivant les relations entre les volumes moyens par tige récoltée et les productivités des abatteuses-façonneuses pour les 2 coupes partielles en forêts mélangées.

Tableau 7. Coût d'abattage- façonnage moyen pour les différents essais de CPE et de CPI.

Résultats	CPE	CPI
Volume moyen prélevé (m ³ /tige)	0.253	0.247
Taux de prélèvement (%)	49	34
Taux horaire des machines observées (\$/HMP)	175	175
Productivité moyenne (m ³ /HMP)	21.9	19.9
Coût d'abattage- façonnage moyen coupe partielle (\$/m ³) ¹	7.99	8.80
Coût d'abattage typique CPRS (\$/m ³) ²	7.01	7.12
Différence (%)	14%	23%

¹ Basé sur la régression calculée dans le graphique de la figure 4.

² Selon les productivités suggérées par le modèle de référence de Procalc (<https://procalc.fpinnovations.ca>)

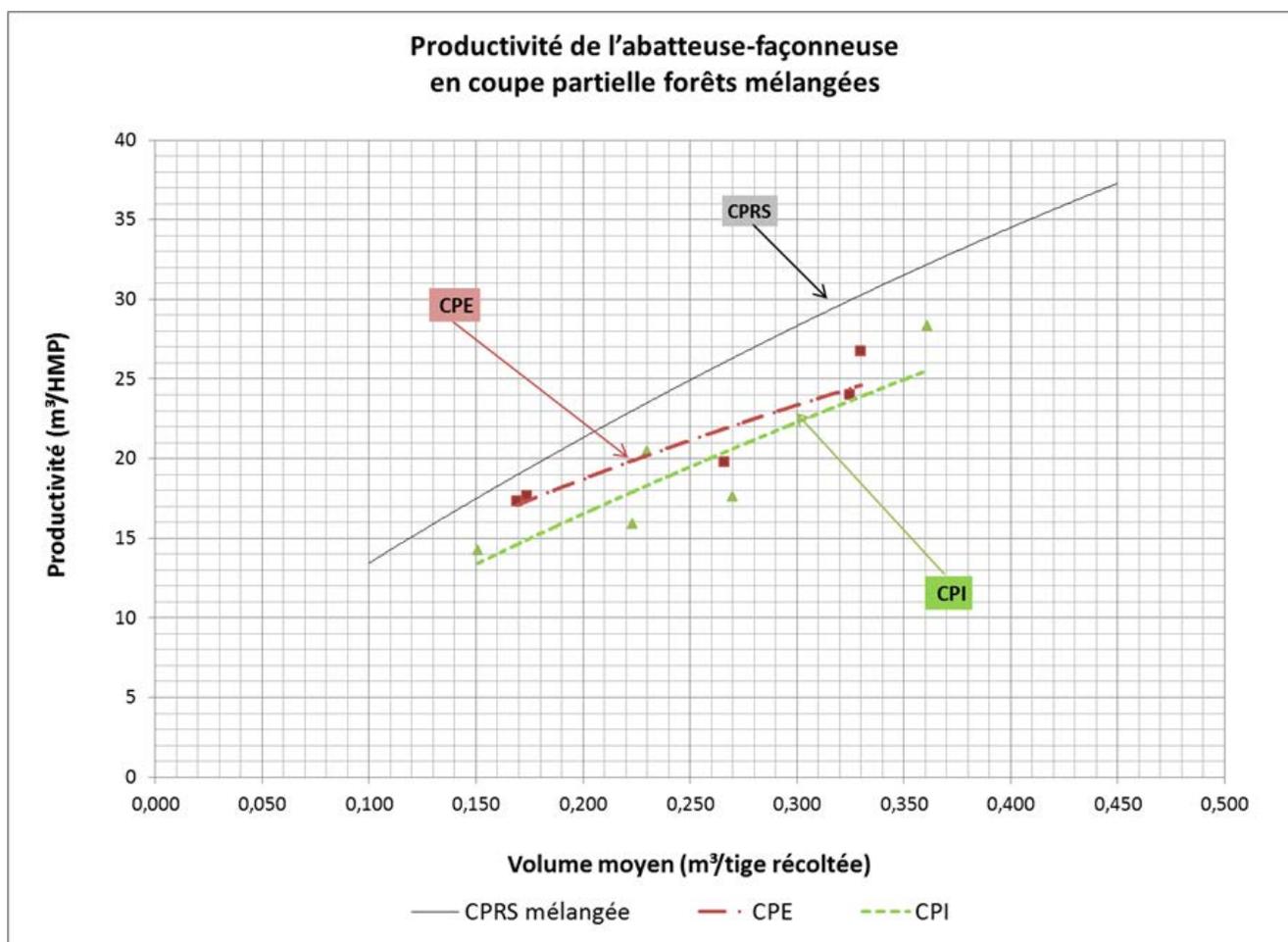


Figure 4. Relation entre les volumes moyens par tige récoltée et les productivités des abatteuses- façonneuses pour les 3 traitements.

Effets des traitements sur la structure des peuplements

Le tableau 8 présente les résultats des inventaires conduits avant et après les traitements pour tous les secteurs regroupés. De manière générale, les opérateurs ont réussi à appliquer les directives sans difficulté et les cibles de prélèvement ont été atteintes, ce qui illustre la robustesse de l'approche proposée. De plus, on peut voir l'évolution de la proportion de tiges de qualité V1 qui montre une augmentation de 11 %, ce qui est comparable à d'autres résultats déjà observés en forêt de bois francs. Ces résultats suggèrent que les opérateurs sont en mesure de reconnaître des tiges possédant des défauts visibles devant être récoltés pour assainir l'état des peuplements traités.

Tableau 8. Description des caractéristiques des peuplements avant et après traitement.

Traitements	Éléments observés	Densité (ti/ha)	Volume (m ³ /ha)	Vol.moy. (m ³ /tige)	Proportion S.T. V1 (%) ⁱⁱ
CPE	Avant	1147	237	0,207	-
	Après	685	122	0,178	-
	Récolté	463	115	0,250	-
	Prélèvement (%)	40%	49%	-14%	-
CPI	Avant	1184	236	0,199	55
	Après	867	157	0,181	66
	Récolté	318	79	0,250	-
	Prélèvement (%)	27%	34%	-9%	-11%

4. MISE EN APPLICATION

Une bonne compréhension des différents enjeux sylvicoles de la forêt mélangée ainsi que l'emploi d'une méthodologie opérationnelle simple permettent des déploiements efficaces des coupes progressives.

Le déploiement opérationnel se fait en quelques étapes suivant la méthodologie 1-2-3, développée par FPIInnovations. Cette méthode vise sur un contrôle rigoureux dès le début des essais pour ensuite laisser plus de latitude aux opérateurs. Concrètement, il faut suivre les étapes suivantes:

1. Procéder à un inventaire des peuplements à traiter pour développer les règles de sélection de tiges à l'opérateur. L'établissement des règles de coupe en forêt mélangée demande une analyse assez complexe. Il demeure important de rester flexible et d'ajuster ces règles selon les marchés en présence, les stratégies d'aménagement ou les équipements utilisés.
¹ Proportion de la surface terrière considérée de vigueur 1 (%). Seulement pour la CPI.
2. La rétroaction rapide des superviseurs à l'intention des opérateurs est essentielle, que les critères soient atteints ou non (largeur des sentiers, zone de récolte et priorité de sélection des tiges). Il importe de vérifier que les opérateurs appliquent les règles établies.
3. Le processus de suivi et de contrôle doit aussi permettre de vérifier que les règles établies rencontrent les attentes sylvicoles après le passage des équipements. Il est plausible que ces règles soient bien implantées mais qu'elles demandent à être ajustées.

5. RÉFÉRENCES

Meek, P. et D. Cornier, 2004, Études de premières interventions d'un système de coupes progressives. Inst. Can. Rech. Génie for. Rapport Avantage 5(43), 10 p

Meek, P. 2006. Essais de différents agencements de sentiers adaptés à la coupe progressive. Inst. Can. Rech. Génie for. Rapport Avantage Vol. 7 No 8

Meek, P. et J.M, Lussier, 2008. Essais de coupes partielles de forêts hétérogènes par l'approche multitraitement. FPInnovations Rapport Avantage 10(2), 16 p

Roy, V, et P. Meek, 2009. Coût de première intervention en coupe progressive appliquée avec la méthode 1-2-3. FPInnovations Rapport Avantage 11(11), 12 p

Meek, P., J.-M. Lussier et V. Roy, 2012. Développement de la coupe partielle jardinage 1-2-3 adaptée aux forêts résineuses. FPInnovations Rapport Avantage 13(9), 16 p.

Meek, P., et D. Lepage, 2013. Efficacité de la méthode de jardinage 1-2-3 en forêt feuillue, FPInnovations Rapport Avantage 14(2), 12 p.



Siège social

Pointe-Claire

570, Boul. Saint-Jean

Pointe-Claire, QC

Canada H9R 3J9

T 514 630-4100

Vancouver

2665, East Mall

Vancouver, C.-B.

Canada V6T 1Z4

T 604 224-3221

Québec

319, rue Franquet

Québec, QC

Canada G1P 4R4

T 418 659-2647



NOTRE NOM EST INNOVATION