

**FPInnovations division Feric  
Programme des coupes partielles**

**Résultats préliminaires  
Jardinage sans martelage**

**par**

**Vincent Roy ing.f.  
Chercheur en opérations forestières**

**remis à  
Marc Riopel**

**Novembre 2009**

---

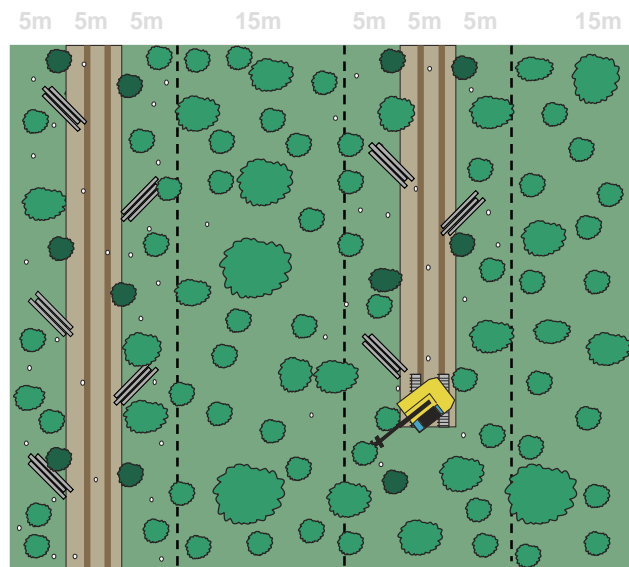
## Contexte

L'utilisation du jardinage est largement répandue au Québec pour l'aménagement des forêts de feuillus tolérants. Les normes provinciales, régissant les activités de jardinage, exigent d'effectuer un martelage avant traitement pour identifier les arbres qui seront récoltés. Les coûts associés aux traitements avec martelage sont importants parce que les volumes prélevés à l'hectare sont faibles et qu'il y a de nombreuses activités techniques associées. Dans le cadre d'un zonage des forêts feuillues, des considérations économiques limiteront l'utilisation du jardinage par martelage traditionnel sur certaines surfaces. Il conviendra d'y appliquer des modalités innovatrices dont celles permettant le maintien d'un aménagement inéquienne.

FPInnovations a proposé de développer pour ces forêts une approche de traitement jardinatoire applicable aux feuillus tolérants sans le recours au martelage. Elle vise à fournir des instructions simples à l'opérateur d'abatteuse afin de lui permettre de faire des choix de récolte appropriés. C'est une approche utilisée en forêt privée et en forêt publique sous différentes juridictions. Par ailleurs, les travaux menés en coupe progressive avec l'approche multitraitements dans les forêts résineuses et feuillues ont démontré la faisabilité de confier le choix des tiges à récolter à l'opérateur d'abatteuse lorsque des critères clairs et simples lui étaient fournis.

Les essais ont permis de tester le déploiement des équipements de récolte qui est illustré à la figure 1. L'espacement entre les sentiers est de 30 m et le prélèvement s'effectue dans la zone adjacente au sentier (5m de part et d'autre des sentiers). Une deuxième approche a également été observée. Cette dernière avait le même déploiement que celui illustré à la figure 1, mais des insertions étaient effectuées pour aller récupérer des tiges dans la zone de 15 mètres. Les règles de sélection de tiges s'appuient sur les inventaires qui ont été réalisés avant traitement. Les présents essais vont également permettre l'avancement des règles de sélection qui s'adaptent aux typologies forestières rencontrées.

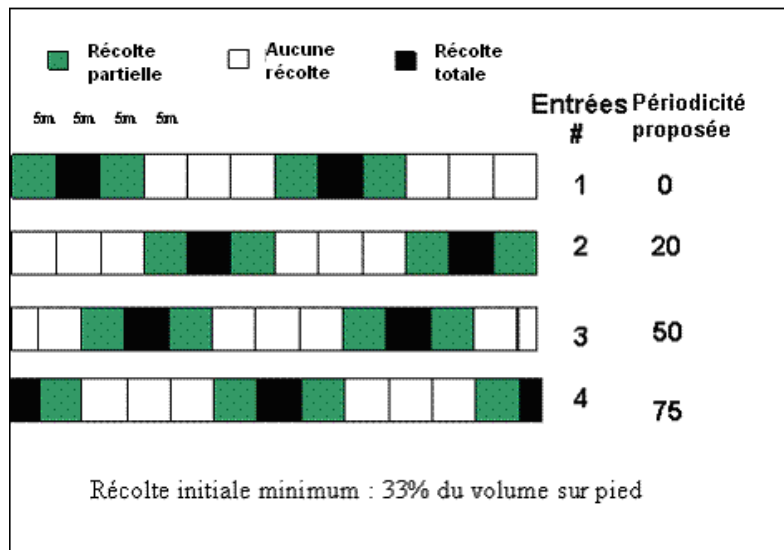
**Figure 1 : Déploiement des équipements de récolte.**



La figure 2 présente l'étalement dans le temps et dans l'espace la récolte du peuplement. L'espacement et la localisation des sentiers sont planifiés de telle façon que la régénération qui a pu s'installer dans les sentiers des récoltes précédentes est protégée. La première intervention prévoit une récolte sur 50% de la superficie à l'aide d'un réseau de sentier aux 30 mètres. Lorsque la régénération est établie, une deuxième intervention est réalisée entre les sentiers précédents. Les troisièmes et quatrièmes interventions sont également intercalées pour les mêmes raisons. Pour un horizon de 100 ans, chacune des tiges aura pu être récolté à deux reprises. Le scénario proposé vise à maintenir une structure inéquienne à l'échelle du peuplement entier en créant des cohortes de régénération espacées dans le temps et dans l'espace.

Pour ce qui est du traitement avec insertions, ou sentiers secondaires, la même périodicité sera respectée. Les insertions permettent d'aller récupérer des tiges de grandes dimensions qui seront en perdition lors de la prochaine entrée. Les insertions seront effectuées lorsque le volume récolté lors des insertions sera suffisant pour justifier les déplacements de l'abatteuse-groupeuse. Cependant, dans un contexte expérimental les insertions seront effectuées sur une base régulière pour permettre l'évaluation de la technique de travail.

**Figure 2 : Périodicité proposée de la récolte dans le peuplement**



Ce rapport décrit une première implantation innovatrice à partir de variables décrivant les effets du traitement sur les peuplements. De plus, une évaluation de la productivité de l'abatteuse à l'œuvre permet d'établir de manière préliminaire les coûts de traitement et la fiabilité de la méthode proposée.

---

## Description du site

Les travaux se sont déroulés dans le chantier du Lac Michaud situé au sud de Mont-Laurier. Le traitement de jardinage sans martelage permet de traiter des forêts avec un potentiel limité qui ne permet pas de justifier l'intérêt économique pour un aménagement intensif traditionnel. Cependant, le peuplement traité par CJ sans martelage lors des essais était une érablière à fort potentiel, avec des tiges de bonnes dimensions présentant un faible taux de minéralisation à la découpe des tiges d'érables à sucre qui composait le couvert dominant. Les faibles contraintes opérationnelles ont permis de faciliter le travail lors de l'implantation du traitement de jardinage sans martelage. Le peuplement de la méthode avec insertion était en pente et présentait un compositions en essence différentes, avec une plus grande proportion de peuplier et de bouleaux jaune. Une portion du bloc présentait des pentes fortes limitant parfois les opportunités d'effectuer des insertions.

Pour des fins de comparaisons des productivités des traitements, la même équipe a été observée dans une CR dans le secteur Shimo. Le tableau 1 présente les caractéristiques des deux peuplements visés par les travaux.

**Tableau 1 : Caractéristiques des blocs d'étude**

	<b>CR</b>	<b>CJ sans martelage</b>	<b>CJ sentiers secondaires</b>
<b>Surface terrière (m<sup>2</sup>/ha)</b>			
<i>Feuillus</i>	10.0	18.6	19.2
<i>Résineux</i>	11.2	1.6	2.4
<i>Total</i>	21.2	20.2	21.6
<b>Densité (ti/ha)</b>	441	435.4	672.8
<b>Volume (m<sup>3</sup>/ha)</b>	132	145.9	140.2
<b>DHP moyen (cm)</b>	24.8	24.3	20.2

## Résultats

Le tableau 2 présente les variations des caractéristiques des deux blocs de CJ étudiés.

**Tableau 2 : Variation en nombre de tige à l'hectare de la qualité des tiges et du dégagement des cimes**

Bloc	Lac Michaud 1			Lac Michaud 2		
Traitement	Jardinage sans martelage			Jardinage sans martelage et sentiers secondaires		
<b>Qualité*</b>	<b>Avant</b>	<b>Après</b>	<b>Variation</b>	<b>Avant</b>	<b>Après</b>	<b>Variation</b>
Q1	38%	34%	-4%	46%	35%	-11%
Q2	49%	59%	11%	39%	53%	14%
Q3	14%	7%	-7%	15%	12%	-3%
<b>Dégagement de cime</b>	<b>Avant</b>	<b>Après</b>	<b>Variation</b>	<b>Avant</b>	<b>Après</b>	<b>Variation</b>
<i>Plus de 50%</i>	11%	36%	38%	17%	39%	22%

Q1 : tige sans défaut apparent Q2 : Tige avec défaut visible sur moins de deux faces Q3 : Tige avec défaut visible sur les 4 faces.

Pour le bloc 1, la prescription était de récolter une tige d'un groupe de trois avec un DHP supérieur à 40 cm. La tige à abattre était celle avec la plus faible qualité des trois. Cependant, la faible proportion de tige de qualité trois (Q3) a entraîné un prélèvement de tige Q2 et de tiges de qualité 1. Cependant, la diminution de la proportion des tiges Q3 pour le bloc 1 nous porte à croire que l'opérateur était en mesure d'identifier les tiges peu vigoureuses.

Pour le deuxième bloc, la prescription était la même avec deux consignes supplémentaires. La première visait le prélèvement des peupliers avec un diamètre supérieur à 18 cm et la seconde visait des tiges avec un diamètre de plus de 40 cm lors des insertions. Les tiges de plus de 40 cm au DHP était visée, puisque dans un peuplement de faible vigueur celles-ci seraient potentiellement en perdition et également pour justifier les frais additionnels d'abattage qu'implique les insertions. La diminution de la proportion de tiges Q1 s'explique en partie par le choix des tiges lorsque l'abatteuse effectuait des insertions. Par contre la proportion de tige Q3 à également diminué, ce qui nous montre que l'opérateur était en mesure de récolter la tige de faible qualité lorsque l'opportunité se présentait.

Cependant, pour les deux traitements il est important de mentionner qu'une bonne proportion du prélèvement provenait de l'abattage des sentiers de débardage où aucune sélection de qualité n'était faite.

Le dégagement des cimes est relativement similaire dans les deux blocs étudiés malgré que les blocs 1 et 2 aient des zones non-traitées représentant 50% de la superficie. Le prélèvement plus élevé dans la zone traitée a donc permis de compenser l'absence de récolte dans la zone non traitée et a permis de dégager des couronnes de tiges d'avenir.

Le tableau 3 présente les informations concernant les prélèvements effectués pour le bloc avec sentier au 30 mètres. L'opérateur avait pour instruction de récolter une tige sur 3, avec un DHP supérieur à 40cm, dans sa zone d'intervention, en favorisant la tige la moins vigoureuse. L'examen des résultats de la zone de sélection confirme la capacité de l'opérateur de respecter cette règle car il a récolté 16% des tiges par zone d'intervention dans le bloc 1, pour un volume par tige récolté de plus de 0.8 m<sup>3</sup>/tige. La deuxième partie du tableau présente les résultats à l'échelle du peuplement. On constate que 28% des tiges ont été prélevées pour une récolte de 40% du volume du peuplement.

Pour le traitement avec sentier secondaire, étant donné que la composition du peuplement était différente, la prescription visait à récolter tous les sapins de plus de 18 cm et tous les trembles dans la zone de sélection et une tige sur 3 de feuillu tolérant de plus de 40 cm au DHP en favorisant la moins vigoureuse. Les insertions étaient faites sur une base plus ou moins régulière étant donné la rugosité élevée du bloc traité. À l'occasion, des sentiers secondaires étaient effectués sans récolter de tige. La première partie du tableau montre que le prélèvement était de 18% à l'échelle de la zone de sélection, pour un volume de 37%, sans toutefois considérer les tiges récoltées dans les sentiers secondaires. Le prélèvement était faible considérant la récolte prioritaire du sapin et du tremble. La deuxième partie du tableau montre les résultats à l'échelle du peuplement. On constate également que le prélèvement est faible mais que la prescription était bien appliquée puisque le volume moyen par tige récolté est d'environ 0,4 m<sup>3</sup>/tige comparativement au volume avant traitement qui est de 0,3 m<sup>3</sup>/tige, ce qui indique qu'une bonne proportion de tiges de plus faibles diamètres (sapins et peupliers) était récoltée. La présence de grosses tiges de feuillues n'était pas répartie de façon homogène sur l'ensemble du bloc. Il est à noter que la difficulté opérationnelle au niveau du bloc à limiter la qualité d'application du traitement et le déploiement des sentiers secondaires. Le prélèvement aurait dû être de l'ordre de 30% pour un volume de près de 50%.



**Tableau 3 : Description des prélèvements effectués**

	Bloc au 30 mètres			Bloc avec sentier secondaire		
	Densité tige/ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	Volume moyen m <sup>3</sup> /tige	Densité tige/ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	Volume moyen m <sup>3</sup> /tige
<b>Description de la zone de sélection</b>						
Avant	720	255	0.354	944	276	0.292
Après	607	159	0.263	775	174	0.225
Récolté	113	96	0.844	169	101	0.599
Diff %	16%	38%	-26%	18%	37%	-23%
<b>Description du peuplement</b>						
Avant	720	255	0.354	944	276	0.292
Après	515	154	0.299	692	178	0.257
Récolté	205	101	0.495	251	98	0.388
Diff %	28%	40%	-16%	27%	35%	-12%

## Productivité

Le tableau 4 présente les résultats des études de productivité réalisés dans le bloc 1 et 2. La productivité relative présentée dans le tableau 4 permet de comparer les productivités observées en tenant compte de l'effet des variations du volume moyen par tige récoltée. La mesure de productivité effectuée en jardinage sans martelage avec et sans sentier secondaire a été comparée avec la mesure en jardinage avec martelage à volume égal. Cette comparaison est effectuée à l'aide d'une translation de la courbe de productivité moyenne en coupe de jardinage (estimé à partir de l'observation en CR). Ceci permet d'éliminer l'effet de la différence de volume moyen par tige récoltée pour la comparaison entre les traitements. On constate que la productivité de l'abatteuse est de 25% et 22% plus élevée en jardinage sans martelage et jardinage sans martelage avec sentiers secondaires. La forte proportion des tiges à récolter à proximité du sentier et la sélection de celle-ci par l'opérateur explique cet écart. Étant donné que le nombre de sentiers secondaires était limité, l'impact des temps de déplacements plus élevé lors de la création de sentiers secondaires n'a pas eu d'effet significatif sur la productivité.

**Tableau 4 : Synthèse des études de productivité**

Traitements	Jardinage sans Martelage		Jardinage sans martelage et sentiers secondaires	
<b>Durée des observations (HMP)</b>	5.6		4.7	
<b>Volume moyen récolté (m<sup>3</sup>/tige)</b>	0.576		0.399	
<b>Productivité</b> (tiges/HMP)	64		77	
	(m <sup>3</sup> /HMP)		30.0	
<b>Taux horaire (\$/HMP)</b>	155		155	
<b>Coût d'abattage (\$/m<sup>3</sup>)</b>	4.18		5.17	
<b>Productivité relative à la CJ à 0.576 m<sup>3</sup>/tige</b>	125%		122%	
<b>Détails du cycle de travail</b>				
	min/m <sup>3</sup>	%	min/m <sup>3</sup>	%
Déplacement	0.58	36%	0.75	37%
Débroussaillage	0.09	6%	0.19	10%
Abattage	0.17	10%	0.25	13%
Déplacement pour grouper	0.10	6%	0.13	6%
Groupage et arrangement des piles	0.20	12%	0.24	12%
Écimage	0.40	25%	0.34	17%
Délais opérationnels	0.08	5%	0.10	5%
<b>Total</b>	1.62	100%	2.00	100%

\* Coût direct de fonctionnement à l'exclusion du transport, de la supervision, du logement, des profits et autres charges de l'entreprise.

---

## Évaluation des coûts

Le tableau 5 présente une estimation des économies potentielles liées à ce type de traitement. Les frais techniques et les coûts d'abatage sont les deux postes budgétaires susceptibles d'être affectés par ce type d'approche. L'absence de martelage et des frais associés font chuter les frais techniques de 100\$. Un montant de 50\$/ha a été conservé pour l'approche sans martelage pour couvrir les frais de suivi opérationnels. Les coûts d'abatage ont été définis en fonction des résultats de productivité sur la base d'un volume moyen par tige de 0.58m<sup>3</sup>/tige. L'estimation présentée prévoit une économie substantielle équivalent à 3.78\$/m<sup>3</sup>.

**Tableau 5 : Estimation des économies potentielles**

	<b>Avec martelage</b>	<b>Sans martelage</b>
Volume récolté à l'hectare	45	45
Frais technique (\$/ha)	150	50
Frais technique (\$/m <sup>3</sup> )	3.33	1.11
Productivité de récolte (m <sup>3</sup> /HMP)*	27.8	37.1
Taux horraire(\$/HMP)**	155	155
Coût d'abatage	5.74	4.18
Total (\$/m <sup>3</sup> )	9.07	5.29
Différence (\$/m <sup>3</sup> )	3.78	

\* Basé sur un volume de 0.58 m<sup>3</sup>/tige.

\*\* Coût direct de fonctionnement à l'exclusion du transport, de la supervision, du logement, des profits et autres charges de l'entreprise.

---

## Discussion

Les travaux réalisés dans le cadre de ce rapport ont permis de confirmer la faisabilité de confier la sélection des tiges à récolter à un opérateur dans un contexte de coupe jardinatoire sans martelage. Cependant, une analyse plus précise des peuplements serait nécessaire afin d'élaborer des règles de sélection plus spécifiques pour se rapprocher davantage des résultats après coupe attendus et bien cibler les objectifs à atteindre.

Les études de productivité ont permis de confirmer une productivité élevée des équipements dans ce contexte et davantage d'économies peuvent être générées en considérant les frais techniques moins élevés.

L'approche proposée permet d'obtenir une action sylvicole acceptable à des coûts plus faibles que ceux d'un jardinage traditionnel. L'utilisation de cette approche innovatrice dans les forêts feuillues sur site pauvres ou éloignés semble être intéressante.

L'utilisation de sentiers secondaires, visant à cibler des tiges de fort volume qui risquent de dépérir avant la prochaine récolte offre une flexibilité intéressante au traitement. Le volume important de ces tiges devrait compenser le temps de déplacement plus élevé pour ces tiges et ainsi minimiser les impacts sur la productivité de l'abatteuse. Cependant, les difficultés opérationnelles peuvent limiter grandement l'application d'un réseau de sentiers secondaires.