

Comparaison de trois traitements sylvicoles en forêt feuillue au secteur Kay-Nord à l'hiver 2010

Rapport de contrat RC-551



Avril 2010

Réservé au personnel de FPIinnovations, Division Feric et aux coopérateurs au contrat

CONFIDENTIEL

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 nombreux frais techniques associés. Pour réduire les coûts de traitement dans certains secteurs à faible productivité ou ayant un rendement en valeur sur pied peu élevé, il pourrait être intéressant de limiter l'utilisation des approches traditionnelles du jardinage avec martelage. De nouvelles approches moins coûteuses pourraient avoir des modalités différentes tout en permettant le maintien d'un aménagement inéquienne.

FPIInnovations 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 déjà utilisée en forêt privée et en forêt publique dans différentes juridictions. Par ailleurs, les travaux menés en coupe partielle 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. De plus, les essais réalisés en 2009 au secteur Michaud en collaboration avec MC Forêt inc. avait également permis de valider la faisabilité du traitement.

Le présent rapport présente les résultats des essais effectués au secteur Kay dans lesquels, FPIInnovations-FERIC a coordonné le déploiement expérimental d'un jardinage sans martelage en développant des critères de sélection des tiges à abattre. FPIInnovations a mesuré les effets des traitements sur la forêt et la productivité des équipements de récolte assignés aux trois traitements du dispositif pour en évaluer les coûts directs. Les essais ont permis de vérifier que les objectifs fixés étaient réalistes pour les deux nouveaux traitements implantés.

Objectifs des essais:

1. Développement de clés décisionnelles simples pour les opérateurs
2. Évaluation de la faisabilité technique et sylvicole de la prise de décision par un opérateur d'abatteuse dans un contexte jardinatoire en forêt feuillue.
3. Évaluation des coûts d'abattage et de débardage pour chaque traitement

1. Méthode de travail pour jardiner sans martelage

Les essais ont permis de tester le déploiement des équipements de récolte tel qu'illustré à la figure 1. L'espacement des sentiers de débardage était de 30 m et le prélèvement s'effectuait dans la zone adjacente au sentier (5 m de part et d'autre des sentiers). Les règles de sélection de tiges s'appuyaient sur les inventaires réalisés avant traitement. Les règles de sélection de tiges visaient l'abattage prioritaire des tiges volumineuses de plus faible vigueur, des tiges d'essences moins longévives et

moins désirables pour ce site. L'opérateur devait récolter tout les sapins de plus de 14 cm au DHP ainsi qu'une tige sur trois (feuillus tolérant et épinette blanche), en priorisant la moins vigoureuse (Q3) avec un DHP supérieur à 36 cm. En l'absence de tiges avec un DHP supérieur, l'opérateur récoltait une tige sur trois en priorisant la moins vigoureuse. Le tableau 1 décrit les caractéristiques qui servaient à l'opérateur à identifier les tiges de faible vigueur. Il est à noter que ces caractéristiques doivent être ajustées pour chacun des chantiers où elles seront utilisées, puisque les conditions peuvent changer.

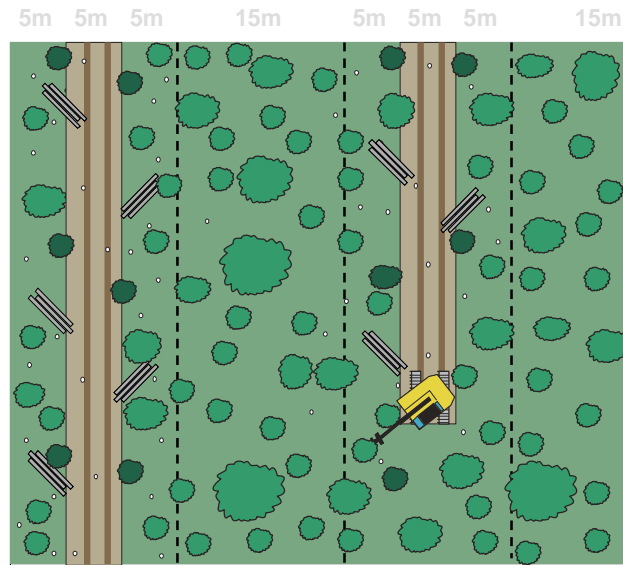


Figure 1 : Déploiement des sentiers permettant le passage des équipements de récolte à la première intervention du système proposé de jardinage sans martelage.

Tableau 1. Description du système de classification opérationnelle de vigueur utilisé pour guider la sélection de tiges par l'opérateur pendant les essais de CJSM.

	Définitions (basée sur l'observation des 6 m inférieurs de la tige)
Qualité 1 (Q1)	Tiges n'ayant aucun défaut
Qualité 2 (Q2)	1 ou 2 faces seulement présentant 1 défaut (pas toujours visible de l'abatteuse) : fente, champignon, carie, trou, coulée de sève, etc
Qualité 3 (Q3)	Tiges avec défauts sur plus de 2 faces (toujours visible de l'abatteuse); ou Tiges penchées, croches, fourchues, champignon, carie, etc.

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 troisième et quatrième interventions sont également intercalées pour les mêmes raisons. Pour un horizon de 100 ans, chacune des tiges aura pu être potentiellement 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. Le prélèvement visé devrait être de l'ordre de 30 à 35% de la surface terrière initiale pour assurer une récolte suffisante, dégager un maximum de tiges d'avenir de petites et moyennes dimensions en offrant un espace pour le développement de la régénération.

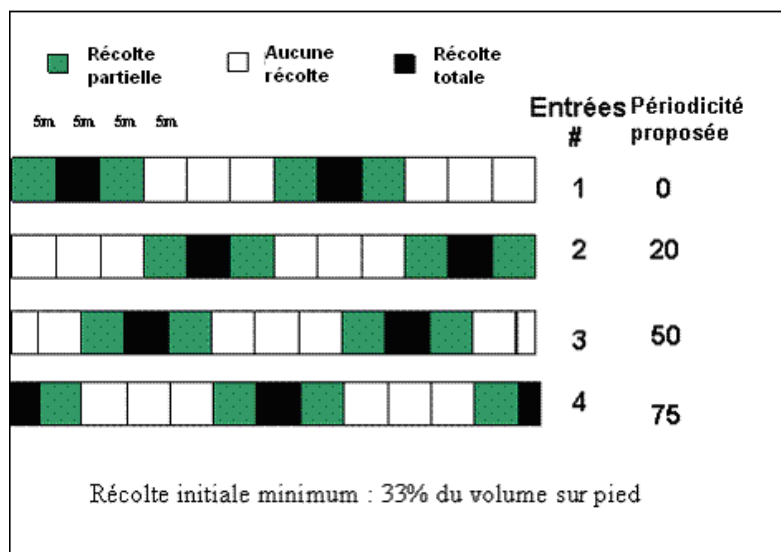


Figure 2 : Périodicité et disposition spatiale proposées de la récolte dans le peuplement

2. Méthode de coupe à diamètre variable (CDV)

Le dispositif expérimental du secteur Kay impliquait un autre traitement sans martelage. La coupe à diamètre variable (CDV) propose de récolter des arbres parvenus à maturité, ou pour d'autres raisons, en fonction de leur diamètre. Ainsi, les arbres à abattre sont choisis s'ils ont atteint le DHP déterminé pour chaque essence ou groupe d'essences. La détermination des diamètres est faite à la lumière des résultats de l'inventaire avant traitement où les proportions d'essences à récolter et à laisser sur pied sont considérées ainsi que le prélèvement total. Ce traitement permet une récolte de tiges de bonnes dimensions et de qualité tout en permettant le développement des composantes intermédiaires du peuplement. Par endroit, le traitement peut favoriser l'établissement de troués étant donné que le prélèvement n'est dirigé que par l'essence et le diamètre. Toutefois, une attention particulière est portée afin de laisser sur pied des arbres semenciers pouvant permettre également le maintien d'attributs

écosystémique. Le prélèvement devrait viser 30% de la surface terrière initiale. Dans le cas particulier du secteur Kay, la CDV devait permettre une récolte importante d'érable pour favoriser la conservation et l'établissement du bouleau jaune. Le tableau 2 présente les modalités de récoltes associées à la CDV proposés par MC Forêt.

Tableau 2 : Modalités de récolte de la coupe a diamètre variable (CDV)

Essence	Diamètre de récolte au DHP (cm)	Notes
Bouleau jaune	50 cm et +	Conservation des tiges à caractère faunique ayant un DHP supérieur à 70 cm
Bouleau blanc	38 cm et +	
Épinettes	40 cm et +	
Érable rouge	24 cm et +	
Érable à sucre	34 cm et +	
Sapin baumier	18 cm et +	

3. *Jardinage traditionnel (CJ)*

Le troisième traitement était une coupe de jardinage avec martelage. Le choix des tiges martelées a été réalisé en suivant les priorités de récolte des « instructions relatives... ». Ce traitement représente les coupes de jardinage habituellement réalisées et a servi de comparaison pour les deux autres traitements à l'essai.

Description des peuplements et effets des traitements

Les travaux observés par FPInnovations se sont déroulés en février 2010 dans le chantier du secteur Kay nord, situé à environ 80 km au nord-ouest de Maniwaki (QC). Les trois traitements retenus étaient un traitement de jardinage sans assainissement avec martelage (CJM), un traitement de jardinage sans martelage (CJSM) et un traitement de coupe à diamètre variable (CDV). Le tableau 3 présente les caractéristiques des peuplements étudiés avant et après traitement. Un inventaire avec parcelles temporaires à rayon variables a été réalisé avant et après traitement. Les blocs traités présentaient des caractéristiques similaires avant traitement. Le peuplement traité par CJM montrait une densité et une surface terrière légèrement plus faible et un volume moyen par tige un peu plus élevé que les deux autres.

Le traitement de CJM a permis une récolte d'environ 33% de la surface terrière avec un volume marchand récolté d'environ 78 m³/ha. Les tiges récoltées avaient un volume moyen de 0,564 m³/tige, soit un volume légèrement plus élevé que les autres traitements. Les sentiers étaient espacés de 22 m en moyenne et avaient une largeur moyenne de 4,3 m. L'opérateur faisait à l'occasion quelques insertions avec la machine pour lui permettre de rejoindre une tige martelée. Les sentiers n'étaient pas nécessairement rectilignes et l'opérateur louvoyait fréquemment pour éviter de récolter les tiges non-martelées. Ces manœuvres permettent de limiter l'abattage accidentel, mais augmentent les risques de blessures lors du débardage des bois.

Pour le traitement de CJSM, près de 25% de la surface terrière a été prélevée, ce qui a permis une récolte de 53 m³/ha, soit 27% du volume présent. Le volume moyen par tige récoltée était de 0,358 m³/tige, soit la moitié moins élevé que le traitement par CJM. Lors de la récolte, l'opérateur avait comme consignes de garder les sentiers à une largeur de 5 mètres (mesure moyenne de 5,2 m), le plus rectiligne possible avec un espacement de 30 m (mesure moyenne de 32,6 m). La rectitude des sentiers a entraîné la récolte de quelques tiges de faible diamètre par abattage accidentel dans les sentiers.

Pour la CDV, environ 40% de la surface terrière a été récoltée, pour une récolte moyenne de 91 m³/ha. Le volume moyen par tige récoltée était de 0,450 m³. L'écart entre le volume moyen sur pied et le volume moyen par tige récoltée était le plus grand pour ce traitement. Les sentiers étaient espacés à tous les 19,5 m, une distance comparable à celle de la CJM et sans attention particulière à la rectitude. Ils avaient une largeur de 4,7 m. Il est important de mentionner que les parcelles d'inventaires étaient localisées dans la portion du bloc de CDV où la concentration d'érables à sucre était plus forte. Le prélèvement réel a donc été plus élevé que le prélèvement cible de 30%.

Tableau 3 : Caractéristiques des peuplements avant et après traitement

	CJM			
	Densité tiges/ha	Volume m³/ha	Volume moyen m³/tige	Surface terrière m²/ha
Avant	648	215	0,332	28,8
Après	510	137	0,218	19,1
Récolté	138	78	0,564	9,7
Variation	-21,3%	-36,2%	-34,4%	-33,7%

	CJSM			
	Densité tiges/ha	Volume m³/ha	Volume moyen m³/tige	Surface terrière m²/ha
Avant	663	199	0,299	27,0
Après	514	145	0,237	20,4
Récolté	149	53	0,358	6,6
Variation	-22,5%	-26,9%	-20,8%	-24,3%

	CDV			
	Densité tiges/ha	Volume m³/ha	Volume moyen m³/tige	Surface terrière m²/ha
Avant	664	202	0,305	27,8
Après	462	112	0,184	16,5
Récolté	202	91	0,450	11
Variation	-30,4%	-44,9%	-39,6%	-40,6%

Le tableau 4 présente les variations des proportions de tiges par classe de vigueur et par classe de dégagement des cimes. Pour la CJM, la proportion de tiges de qualité Q1 a augmenté de 20% et celle de qualité Q3 a diminué de 15%. Ceci porte à croire que la classification opérationnelle proposée par Feric est compatible avec les critères utilisés pour le martelage (MSCR). Pour le traitement de CJSM, les résultats présentés confirment que l'opérateur était en mesure de bien reconnaître les critères de qualités. Les proportions de tiges Q2 et Q3 ont diminué respectivement de 15 % et 3 %. Lors du choix de tige, les critères des arbres Q2 devenaient suffisamment évidents pour inciter l'abattage. Dans les cas de la CJM et de la CJSM, les proportions d'arbres vigoureux ont augmenté de manière importante répondant ainsi à un des objectifs du traitement. Pour le traitement de CDV, aucun prélèvement n'était effectué en fonction de la qualité des tiges sur pied, mais une augmentation de 8% des tiges de Q1 a

tout de même été constatée. Ceci peut s'expliquer en partie par la prescription qui favorisait la récolte de tiges de grandes dimensions, plus susceptible d'être moins vigoureuses.

La dernière partie du tableau 4 montre que le dégagement des cimes pour les trois traitements est du même ordre de grandeur. Le dégagement des cimes est un indice indirect de la capacité d'une intervention à améliorer les conditions du couvert qui permettent le développement des tiges résiduelles. Une variable indique que les cimes sont dégagées sur au moins deux côtés sur quatre (+ de 49 %) tandis que l'autre variable montre la proportion de cimes dégagées sur au moins un côté (+ de 24 %). Des sentiers plus denses (comme dans la CJM et la CDV) dégagent habituellement plus de cimes. Le prélèvement plus concentré de la CJSM à un effet qui compense l'espacement plus grand des sentiers.

Tableau 4 : Variation (%) de la qualité des tiges et du dégagement des cimes

	CJM			CJSM			CDV		
Qualité	Avant	Après	Variation	Avant	Après	Variation	Avant	Après	Variation
Q1	57	76	+20	44	63	+19	42	50	+8
Q2	15	10	-5	25	10	-15	27	20	-7
Q3	28	14	-15	31	27	-3	31	30	-1
Dégagement de cime	Avant	Après	Variation	Avant	Après	Variation	Avant	Après	Variation
Plus de 49 % sur deux côtés	9	15	+6	5	9	+4	5	9	+4
Plus de 24 % sur un côté	28	39	+11	31	49	+18	32	41	+9

Productivité

Abattage

La productivité des équipements a été mesurée à l'aide d'enregistreurs MultiDATs installés sur l'abatteuse et le débardeur (figure 3). Ceux-ci ont permis d'enregistrer les heures machines productives (HMP) durant lesquelles les machines ont travaillé dans chaque traitement. Un dénombrement complet des tiges abattues ou débardees ainsi qu'un échantillonnage des diamètres à la souche ont été effectués pour établir les volumes produits dans chacun des traitements. Le tableau 5 présente les résultats des études de productivité réalisées pour les trois traitements. La productivité de l'abatteuse est dépendante du volume moyen par tige récoltée. Pour permettre une comparaison équitable, les mesures de productivité effectuées en CJSM et CDV ont été comparées à la mesure de productivité en CJM à volume égal moyen par tige récoltée. Cet ajustement est effectué à l'aide de la courbe de productivité moyenne en coupe de jardinage pour l'est du Canada (Voir figure 4).

La productivité en CDV a été moindre de 10% comparativement à la CJM. Pour ce traitement, les conditions météorologiques étaient différentes de celles qui prévalaient lors de la coupe en CJM. La visibilité de l'opérateur était limitée par la neige lors de l'abattage. Par ce que l'écart de productivité était faible, on ne peut pas affirmer que l'application du traitement (i.e. des règles de sélection de tiges) ait pu ralentir la prise de décision de l'opérateur et affecter négativement la productivité. Cependant, avec une expérience plus grande des opérateurs et des conditions d'opérations plus favorables, la productivité du traitement pourrait être plus élevée.

La productivité a été de 11% plus élevée en CJSM par rapport à la CJM. Cet écart est cohérent avec les observations antérieures réalisées par FPInnovations pour ce traitement. Cependant, avec une expérience plus grande des opérateurs, la productivité pourrait augmenter encore. Malgré que le prélèvement ait été un peu plus faible qu'en CJM, la récolte de tige systématiquement situées à proximité du sentier a permis d'obtenir une productivité plus élevée qu'en CJM.



Figure 3 : Débardeur en bordure du bloc de CDV

Tableau 5: Productivité et coûts directs d'abattage

	CJM	CJSM	CDV
Productivité (m ³ /HMP)	36,3	37,0	27,7
(tiges/HMP)	54	63	53
Volume moyen (m ³ /tige récoltée)	0,668	0,590	0,527
Taux Horaire (\$/HMP)	160	160	160
Coût d'abattage (\$/m ³)	4,40	4,33	5,78
<i>Productivité relative (%) (voir figure 4)</i>	100	111	90

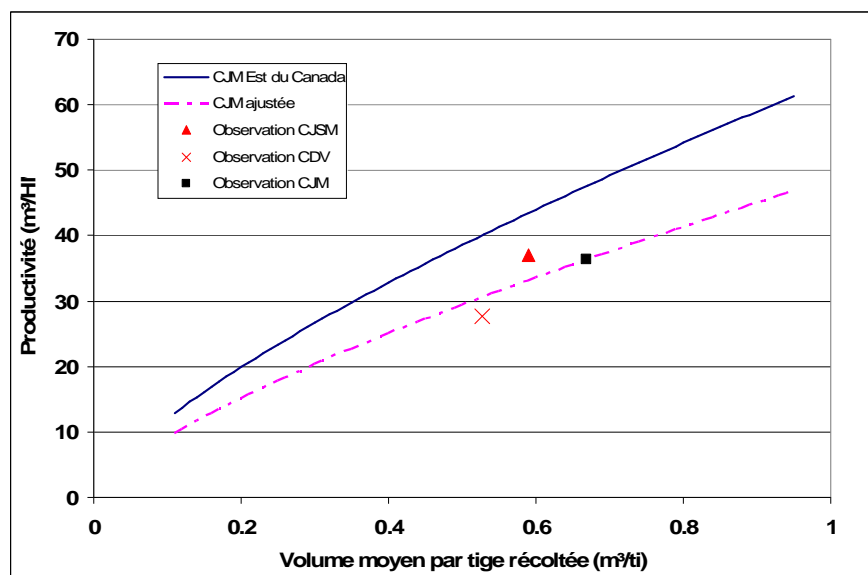


Figure 4: Productivité comparée et ajustée en CJSM et CDV par rapport à la productivité moyenne pour la CJM

Débardage

Le tableau 6 présente les suivis de productivité réalisés pour un des deux débardeurs à câbles utilisés lors des travaux (Timberjack 340). Les productivités observées sont du même ordre de grandeur (i.e. + ou - 10 %) compte tenu des conditions de terrain et des variations du volume moyen par tiges récoltées. Puisque le volume moyen des arbres était très variable (jusqu'à 26 % entre deux traitements) on ne peut le normaliser pour tous les traitements sans procéder à une analyse détaillée qui n'est pas possible avec les informations recueillies avec le MultiDAT. Par hypothèse, la concentration du prélèvement en CJSM devrait faciliter le débardage pour ce traitement. On sait aussi que le fort prélèvement en CDV (effet de concentration) et la courte distance de débardage n'ont pu profiter au débardage puisque les conditions de neige ont grandement ralenti la pose des élingues.

Tableau 6 : Productivité et coûts directs de débardage observés

	CJM	CJSM	CDV
Distance de débardage (m)	205	225	140
Productivité (m³/HMP)	9.9	8.9	8.9
(tiges/HMP)	15	19	13
Volume débardé (m³/tige)	0.668	0.477	0.697
Taux Horaire (\$/HMP)	115	115	115
Coût de débardage (\$/m³)	11.60	12.87	12.99

Évaluation des coûts directs

Le tableau 7 présente une estimation des coûts directs de récolte des trois traitements. Les frais techniques, les coûts d'abattage, d'écimage et les coûts liés au débardage des bois ont été considérés. L'absence de martelage et des frais associés font diminuer les frais techniques de 100\$ par ha. Un montant de 50\$/ha a été conservé pour l'approche sans martelage et la CDV pour couvrir les frais des inventaires avant et après intervention. Les coûts d'abattage ont été calculés en fonction des résultats basés sur le volume moyen par tige mesuré en CJM. Les coûts d'écimage ont été estimés à 2.50 \$/m³ sans variation d'un traitement à l'autre. Les coûts de débardage ont été uniformisés, compte tenu des variations des conditions observées sans pouvoir conclure sur l'effet d'un traitement sur cette phase.

Les traitements de CJSM et de CDV étaient moins coûteux que la CJM par des marges de 11 % et 7 % respectivement. Dans les deux cas, les opérateurs et les superviseurs étaient au début de la courbe

d'apprentissage et il est raisonnable de croire qu'une plus grande expérience permettrait d'augmenter les écarts observés.

Tableau 7 : Estimation des coûts directs de récolte

	CJM	CJSM	CDV
Volume récolté à l'hectare	50	50	50
Frais technique (\$/ha)	150	50	50
Frais technique (\$/m³)	3,00	1,00	1,00
Productivité d'abattage (m ³ /HMP)	36,3	40,3	32,7
Taux horaire d'abattage (\$/HMP)	160	160	160
Coût d'abattage (\$/m³)	4,40	3,97	4,90
Coût d'écimage (\$/m³)	2,50	2,50	2,50
Productivité de débardage (m ³ /HMP)	9,9	9,4	8,8
Taux horaire de débardage (\$/HMP)	115	115	115
Coût de débardage (\$/m³)	11,60	11,60	11,60
Total (\$/m³)	21,50	19,07	20,00
Différence (\$/m ³)	-	- 2,43	- 1,50
(%)	-	- 11	- 7

Discussion

Les travaux réalisés dans le cadre de cet essai 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. Une analyse plus détaillée des peuplements avant coupe serait nécessaire afin d'élaborer des règles de sélection plus précises pour se rapprocher davantage des résultats attendus après coupe. Pour la CDV, il conviendra de proposer une règle pour ajuster la densité, évitant les effets indésirables recherchés.

Les études ont permis de confirmer la productivité plus élevée des équipements d'abattage dans les coupes de type CJSM et CDV. Davantage d'économies peuvent être réalisées en considérant les frais techniques moins élevés. A moyen terme, une augmentation de l'expérience des opérateurs ferait aussi baisser les coûts. Une implantation à grande échelle des traitements de CJSM et/ou de CDV pourrait permettre de mieux contrôler et évaluer les paramètres de gestion

L'utilisation de la CJSM dans les forêts feuillues sur site pauvres ou éloignés semble être intéressante puisqu'elle permet de poser une action sylvicole à coûts moindre que le jardinage avec martelage tout en maintenant facilement la nature inéquienne de l'aménagement proposé.