

UTILISATION DES RÂTEAUX SYLVICOLES SUR PETITS BOISÉS

J. Dunnigan, ing.f.* et D. Cormier, ing.f.**

Résumé

Le râtelage mécanisé origine de l'adaptation d'une technique agricole. En sylviculture, ce traitement a comme principal objectif l'empilement des débris de coupe pour faciliter les pratiques sylvicoles subséquentes. Cette opération est relativement peu productive à cause des mouvements avant-arrière qu'elle implique. Néanmoins, dans le contexte des petits boisés, la simplicité des râteaux, leur faible coût, ainsi que l'usage multiple de l'engin porteur qu'ils ne compromettent pas, font du râtelage mécanisé une solution possible au problème des débris de coupe. Ce rapport décrit plusieurs râteaux portés sur débardeur utilisés en forêt privée.

Origine et évolution des râteaux sylvicoles

Le râtelage mécanisé est une méthode servant généralement à réduire l'encombrement des parterres de coupe en vue de faciliter l'accès au site pour les opérations sylvicoles subséquentes. Cette méthode est adaptée d'une technique agricole qui vise à convertir d'anciennes terres forestières à l'agriculture. Les agriculteurs utilisent des râteaux défricheurs montés sur boteur pour extraire et empiler la végétation, les souches et autres obstacles qui nuisent au passage des machines aratoires (figure 1).

Les objectifs visés et l'intensité requise de la préparation du terrain étant différents pour la sylviculture et l'agriculture, les outils et méthodes utilisés se



Figure 1. Boteur muni d'un râteau défricheur datant des années 1950.

distinguent la plupart du temps. En sylviculture, les mêmes râteaux défricheurs sont parfois utilisés pour la préparation du terrain avant le reboisement mais sont surtout utiles lors des travaux de conversion ou de réhabilitation de peuplement qui nécessitent l'extraction et la concentration de la végétation indésirable en amoncellements. Les dents rapprochées de ces râteaux facilitent l'extraction. Cette opération nécessite aussi un râteau lourd et solide monté sur une machine robuste, stable et possédant une bonne traction comme le boteur.

Lorsque les travaux ne portent que sur les débris de coupe, la surface de poussée sera tenue au dessus du

* Jean Dunnigan est chercheur avec le groupe Technologie des petits boisés, Division de l'Est.

** Denis Cormier est chercheur avec le groupe Opérations sylvicoles, Division de l'Est.

MOTS-CLÉS: Préparation du terrain, Opération mécanisée, Empilement de débris, Râteaux sylvicoles, Engins porteurs, Petits boisés, Revue, Productivité, Coûts.

This Technical Note is available in English.

INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHES EN GÉNIE FORESTIER
FOREST ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE OF CANADA

143 Place Frontenac
Pointe Claire, Québec
Canada H9R 4Z7
(514) 694-1140

201-2112 ouest Broadway
Vancouver, C.B.
Canada V6K 2C8
(604) 732-3711

sol. Ces travaux moins exigeants impliquent rarement l'extraction des tiges et seront réalisés avec des râteaux légers à dents espacées. On aura alors la possibilité de choisir un engin porteur mobile, rapide et possédant une bonne garde au sol tel qu'un débardeur (figure 2). Ce rapport est une revue de l'utilisation des différents râteaux sylvicoles montés sur débardeur dans le contexte des petits boisés.



Figure 2. Débardeur à câble muni d'un râteau sylvicole à dents rétractables.

Contexte des petits boisés

Sur petits boisés, la méthode d'exploitation la plus utilisée est celle des bois courts où les arbres sont ébranchés et écimés à la souche. Les débris sont donc répartis sur le parterre de coupe. De plus, la forêt privée est généralement utilisée de façon plus complète que la forêt publique entre autres à cause de l'utilisation d'une partie des arbres résiduels pour le chauffage. Ainsi, les essences feuillues étant davantage récoltées, on laissera moins d'arbres debout mais plus d'encombrants houppiers.

En forêt privée, il y a peu d'alternatives à l'empilement des débris. Le brûlage des débris au sol peut sembler intéressant mais l'organisation requise et les conséquences de la perte de contrôle d'un feu en forêt habitée sont telles qu'on écartera souvent cette possibilité. D'autres méthodes telles l'écrasage des débris impliquent de l'équipement d'envergure ce qui les rend rarement avantageuses sur les petites superficies.

Les personnes qui réalisent les travaux sylvicoles sur terrains privés se retrouvent dans un contexte particulier où les sites sont généralement petits (< 10 ha) et dispersés. En effet, bien que la forêt privée soit étendue en superficie, elle se trouve morcellée parmi des

milliers de propriétaires dans chaque province. Les coûts de transport prennent une importance particulière, ce qui a comme conséquence de réduire la compétition et le choix de l'équipement à une échelle locale. Les petites superficies traitées impliquent aussi de nombreuses manoeuvres sur le site, favorisant le choix d'un engin porteur particulièrement maniable tel un débardeur.

Au niveau de la réglementation routière, la circulation des débardeurs utilisés pour le râtelage est permise sur route publique pourvu que les chaînes soient enlevées quand la route est pavée. Pour ce qui est des bouteurs, ils doivent être transportés sur une remorque. Des permis sont exigés lorsque l'engin porteur excède 2,6 m de largeur (généralement pour les débardeurs qui ont plus de 56 kW). Le coût de ce permis spécial n'excède pas 10 \$ (gratuit au Nouveau-Brunswick).

Règle générale en forêt privée, les contrats de préparation du terrain sont accordés site par site suivant une entente presque toujours verbale. Le contracteur n'est pas assuré d'être choisi pour réaliser les travaux subséquents. La quantité de travaux à réaliser est aussi dépendante de l'aide financière gouvernementale, en dehors de laquelle il ne s'effectue pratiquement aucun traitement sur petits boisés. Des modifications ou interruptions dans la livraison de ce programme a donc une influence directe sur les contrats.

Dans ce contexte, les râteaux sylvicoles sont intéressants pour l'entrepreneur dont les opérations sont concentrées en forêt privée. Simples de construction, peu dispendieux et permettant l'usage de l'engin porteur à d'autres fins, les râteaux laissent à l'entrepreneur une grande flexibilité.

Objectifs et impacts de l'empilement des débris de coupe

L'empilement des débris s'inscrit dans un système de remise en production de la forêt. Bien que l'objectif principal soit le déblaiement du parterre de coupe de la majorité des débris, des objectifs complémentaires bien distincts peuvent déterminer l'ampleur du travail à effectuer. Par exemple, lorsque le déblaiement est la seule étape avant la plantation, les houppiers, principalement ceux d'essences feuillues, seront les plus visés puisque c'est ce type de débris qui nuit le plus à l'accès et aux déplacements des planteurs sur le site.

La perturbation minimale du site est un objectif en soit sur les sols à texture fine qui sont plus susceptibles au soulèvement par le gel. Lorsque l'épaisseur de l'humus risque de compromettre la survie des plants mis en

terre, on peut vouloir en réduire l'épaisseur et exposer le sol minéral à l'aide d'un râteau. Les râteaux ne sont toutefois pas conçus pour le scarifiage et il est pratiquement impossible de contrôler l'épaisseur du matériel enlevé ou la qualité du mélange humus/sol minéral. De plus, de nombreuses souches seront extraites et le travail final s'apparentera à un décapage ou à un nivellement. L'exportation du sol dans les piles et l'extraction des souches sont peu souhaitables car elles peuvent créer des dépressions ponctuelles, des poches d'air et des carences potentielles en éléments nutritifs pouvant nuire à la survie et à la croissance des plants.

L'opérateur a une influence considérable sur la qualité du travail. Si son rôle lui a mal été expliqué, il aura généralement tendance à surnettoyer le site causant des perturbations inutiles. La configuration des râteaux aura aussi une influence sur le travail réalisé et sur le niveau de perturbation produit.

Les dents courtes et rapprochées des râteaux conventionnels auront tendance à exposer le sol minéral, à extraire les souches et roches et à exporter une certaine quantité de l'humus et des horizons minéraux supérieurs vers les andains. Cette exportation sera moindre qu'avec une lame droite car une partie du sol pourra passer entre les dents et se redéposer. Toutefois, les sols compacts humides ou à texture fine se redéposeront plus difficilement (Green, 1977).

Les dents longues et espacées du râteau sylvicole ont tendance à alléger le sol en le brassant sans toutefois effectuer de mélange uniforme de l'humus avec le sol minéral. Sur les sites à humus plus épais, le brassage accélèrera le dessèchement de l'humus, n'assurant pas un milieu propice à l'établissement des semis. Cette configuration réduit l'exportation du sol et l'extraction des souches et des roches grâce à une réduction de la surface de poussée au niveau du sol. L'expérience suggère que de quatre à cinq dents réparties sur la largeur de la lame donnent les meilleurs résultats.

En somme, là où un scarifiage est nécessaire au succès de la plantation, le râtelage mécanisé ne se justifie que si la quantité de débris rend le scarifiage peu praticable ou ne permet pas d'espérer une qualité de scarifiage satisfaisante avec l'équipement disponible. Le râtelage préalable facilitera le travail du scarificateur et permettra d'utiliser des modèles de scarificateurs plus légers et moins coûteux.

La mise en andains des débris implique des pertes d'espace qui dépendent de la quantité de matériel empilé, des conditions du site, du schéma opérationnel et de l'équipement utilisé. On peut toutefois s'attendre à ce que les empilements occupent entre 10 et 20% de la superficie totale (figure 3) (Cormier et Ryans, 1989).

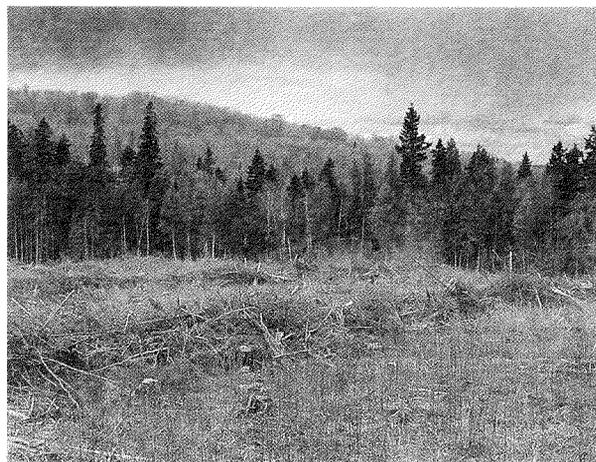


Figure 3. Les andains occupent généralement entre 10 et 20% de la superficie.

On peut toujours contrecarrer cette perte en réduisant l'espacement entre les plants ou en brûlant les andains. D'un autre côté, l'andain peut avoir l'avantage d'agir comme un brise-vent dont les effets peuvent théoriquement se faire sentir jusqu'à une distance de 15 fois sa hauteur dans les meilleures conditions (Baldwin et Johnston, 1986).

Le brûlage des empilements est parfois nécessaire lorsque les débris sont abondants et occupent trop d'espace et dans les secteurs où les rongeurs peuvent trouver refuge dans les andains et constituer une menace pour les futurs plants. On peut aussi souhaiter un brûlage quand l'aspect esthétique revêt une importance particulière pour le propriétaire ou le public en général. Dans de telles situations, les empilements doivent être hauts, bien oxygénés et libres de sol afin d'en faciliter la combustion et de réduire les risques de reprise du feu quelques jours, voire des semaines plus tard (Green, 1977). Le brûlage ne garantit toutefois pas une récupération de tout l'espace en termes de microsites valables.

Caractéristiques des râteaux sylvicoles

Les râteaux sylvicoles consistent en un bâti partiellement évidé muni de dents de longueur et d'espacement variables qui sont souvent recourbées pour occasionner un roulement du matériel transporté. Ils peuvent être munis de barres accumulatrices dans la partie supérieure, ce qui augmente la surface de poussée et protège le tracteur et l'opérateur contre les débris. Les râteaux sont fixés sur la lame de l'engin porteur ou la remplacent. Du point de vue de l'engin porteur, les dents réduisent la force de poussée nécessaire comparativement à une lame droite.

Les râteaux sylvoles peuvent être regroupés en deux catégories: les râteaux à dents fixes et les râteaux à dents rétractables. Le tableau 1 présente les caractéristiques de certains modèles de râteaux disponibles sur le marché. La simplicité des râteaux sylvoles et le manque de modèles légers manufacturés convenant aux petits débardeurs (< 75 kW) ont conduit de nombreux entrepreneurs à en fabriquer eux-mêmes. Les râteaux artisanaux sont de conception variée qui n'a de limites que l'ingéniosité et les moyens techniques

et financiers de leurs nombreux fabricants. Ils ont généralement quatre à cinq dents et une largeur se limitant souvent à celle de la lame du débardeur. Généralement plus légers que leur équivalent manufacturé, leur fiabilité varie. Ils sont rarement esthétiques mais représentent surtout un investissement minimum pour l'utilisateur. Par exemple, un râteau à dents fixes peut être fabriqué pour aussi peu que quelques centaines de dollars.

Tableau 1. Description de quelques râteaux manufacturés

Râteaux	Young Brush Blade 31BB et 40BB	Mann Skidder Pin-on Rake MSR-1 à MSR-4	Fleco BL 518	Eden	Force	1. Raumfix 2. C.F.E. 3. MacDonell Welding
nombre de dents	6 ou 7	7 ou 8	6	4 à 9	5 ou 6	4 à 6
mobilité des dents	dents fixes	charnières avec appui sur la lame (dents fixes)	charnières avec appui sur la lame (dents fixes)	rétraction hydraulique	rétraction hydraulique	rétraction mécanique
largeur totale (m)	2,7 ou 3,0	2,3 à 3,0	2,0	2,5 ou 3,0	2,5 ou 3,0	2,5 à 3,5
poids (kg)	750 ou 1295 incluant les bras de poussée	310 à 460	323	900 à 1500	1100 ou 1650	850 à 1700
puissance requise (kW)	conçu pour les débar- deurs CAT 518 (97 kW) et CAT 528 (130 kW)	> 70	conçu pour le débar- deur CAT 518 (97 kW)	75 à 112	82 à 112	75 à 112
particularités	remplacent la lame				- disponible avec pinces pour utilisation sur une chargeuse - ensemble d'attache remplaçant la lame et les bras de poussée en option	- barres accumultrices - remplace la lame (MacDonell seulement)
prix approximatif (1987)	5750 \$ à 7950 \$ FAB, Seattle, Washington	3000 à 4500 \$	2500 \$ FAB Montréal	15 000 \$	30 000 \$	10 000 à 20 000 \$
manufacturier	- Young Corporation Ltd. (Washington, É.-U.)	- Mann Corporation (Washington, É.-U.) - Craig's Machine Shop Ltd. (N.-B.)	- Balderson Inc. (Floride, Kansas; É.-U.)	- Cazes & Heppner Forest Services Ltd. (Colombie-Britannique)	- Forest Country Engineering Inc. (Michigan, É.-U.)	1. Hans Wahlers (Allemagne de l'Ouest) 2. CFE (Ontario) 3. MacDonell Welding (Nouvelle-Écosse)
distributeur	- distributeurs des produits Caterpillar	- détaillants de machinerie lourde	- distributeurs des produits Caterpillar	- KBM - Thunder Bay, Ont.	- C.F.E. (Équipements forestiers canadiens) - Mtl, Qc; Mississauga, Ont.; Edmonton, Alberta.	1. Afortek - Thunder BayOnt. 2. C.F.E. (Équipements forestiers canadiens) - Mtl. Qc; Mississauga, Ont.; Edmonton, Alberta 3. MacDonell Welding and Metal Working - Elmsdale, N.-É.

Les râpeaux à dents fixes

Ce type de râpeau est le plus simple de construction. Il ne comprend aucune composante hydraulique, aucun système de rétraction des dents ni d'attache rapide. Sauf exceptions, comme certains modèles des compagnies Young Corporation Ltd., Mann Corporation Ltd. et Fleco Corporation (figures 4, 9 et 10) qui peuvent être installés sur des débardeurs, les modèles manufacturés les plus courants sont d'abord conçus pour les bouteurs.

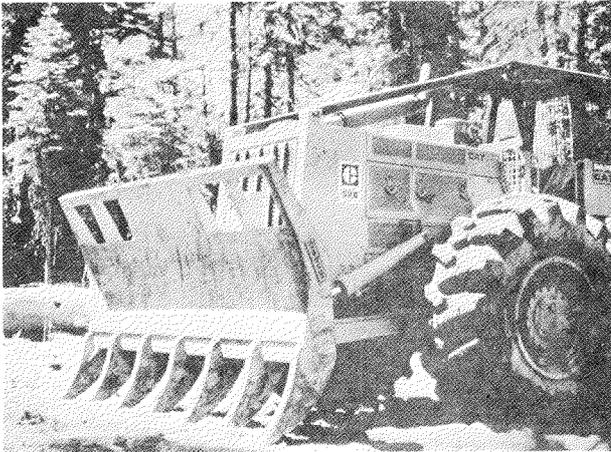


Figure 4. Râpeau manufacturé Young (É.-U.) sur débardeur Caterpillar 528 (130 kW). Ce râpeau ne doit pas être confondu avec les dents Young communément utilisées pour le scarifiage.

La figure 5 montre un râpeau artisanal à dents fixes fait à partir de rails de mine de 10,2 cm (4 po) de hauteur. Le tout est soutenu et renforcé par des plaques d'acier de type T-1. Au dire de son concepteur, l'emploi d'acier spécial n'est pas indispensable. Le râpeau est fixé sur la lame d'un débardeur à câble John Deere 540 par six boulons du type employé pour les bouteurs (grade 12). Ces boulons sont serrés au début de la saison et aucune usure particulière des filets n'est observée.

La Figure 6 montre un râpeau à dents fixes qui remplace la lame d'un débardeur à câble Timberjack 230D. Il est fait à partir d'un cylindre creux de 3,2 cm (1 1/4 po) d'épaisseur et 2,9 mètres (9.5 pieds) de longueur retenus par des bras fait d'acier ordinaire. Les dents sont découpées dans une plaque d'acier de type T-1 de 3,2 cm (1 1/4 po) d'épaisseur. Les dents extérieures ont dû être doublées à cause des contraintes supplémentaires qu'elles subissent. Les barres accumulatrices (partie supérieure du râpeau) sont faites d'acier de 1,9 cm (3/4 po) d'épaisseur mais cela n'est pas suffisant; la barre centrale est d'ailleurs absente. Le coût approximatif de ce râpeau est de 2000 \$.

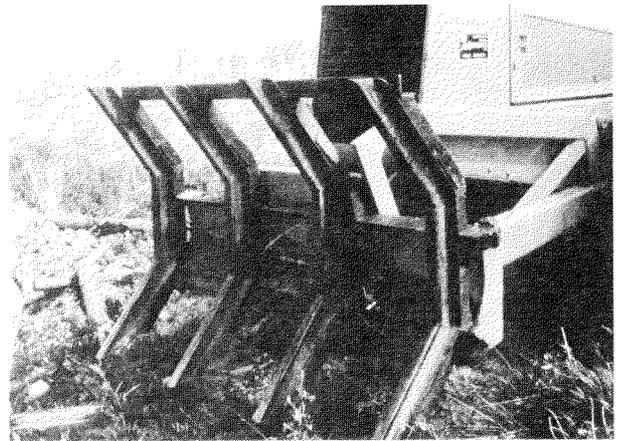


Figure 5. Râpeau artisanal à dents fixes (Société d'exploitation des ressources de la Vallée, Québec).

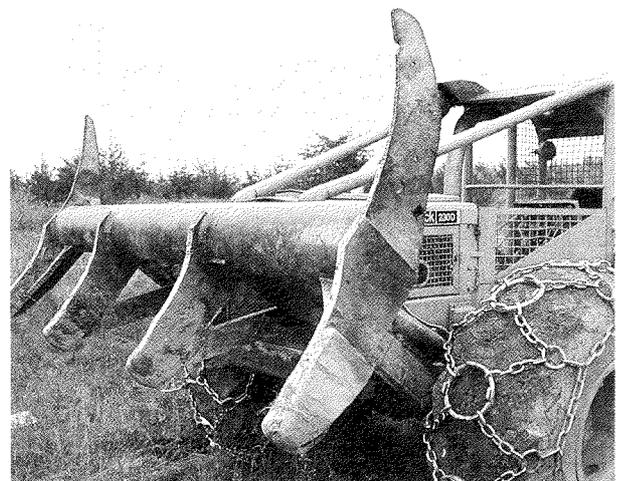


Figure 6. Râpeau artisanal à dents fixes (Société Sylvicole de Mistassini, Québec).

La figure 7 montre la version la plus simple d'un râpeau artisanal. Les dents sont découpées dans une plaque d'acier de type T-1 de 5 cm (2 po) d'épaisseur puis soudées directement sur la lame du débardeur. Le poids d'une dent est approximativement 34 kg (75 lb) et le coût du râpeau est d'environ 200 \$.

La figure 8 montre un râpeau artisanal à dents amovibles monté sur un débardeur à câble Timberjack 240. La partie du haut dans laquelle les dents sont insérées demeure en permanence sur la lame. Les dents sont faites de tubes de métal carré de 10,2 cm (4 po) de côté et de 1,9 cm (3/4 po) d'épaisseur. Chaque dent est tenue par deux boulons réguliers de 1,9 cm (3/4 po) de diamètre et pèse environ 27,2 kg (60 lb) si bien qu'elles peuvent être transportées manuellement. Ce râpeau fait d'acier standard a bien résisté à deux saisons

d'opération. Seule une légère usure des dents est notée. Ce problème sera contourné en installant des dents de chargeuse (CAT 966) faites d'un alliage au manganèse résistant à l'usure. Le coût approximatif de ce râteau est de 800 à 1000 \$ pour quatre à six dents.



Figure 7. Râteau artisanal à dents fixes (dents soudées directement à la lame du débardeur) (Québec).



Figure 8. Râteau artisanal à dents amovibles (Société Sylvicole de l'Outaouais, Québec).

Les râteaux amovibles sont une variante des râteaux à dents fixes permettant l'installation et l'enlèvement rapide du râteau sur la lame. Deux charnières d'accouplement doivent être soudées au dessus de la lame du débardeur avant l'installation du râteau. Il suffit ensuite de deux goupilles pour fixer le râteau en place. Le temps d'installation ou d'enlèvement du râteau est de l'ordre de 15 minutes. Ces râteaux sont particulièrement efficaces lorsque l'engin porteur est utilisé pour le râtelage en alternance avec d'autres opérations. Ces râteaux plus légers sont généralement utilisés pour des travaux moins exigeants que les râteaux fixes. Les

figures 9 et 10 montrent des exemples de râteaux amovibles manufacturés s'installant sur un débardeur.

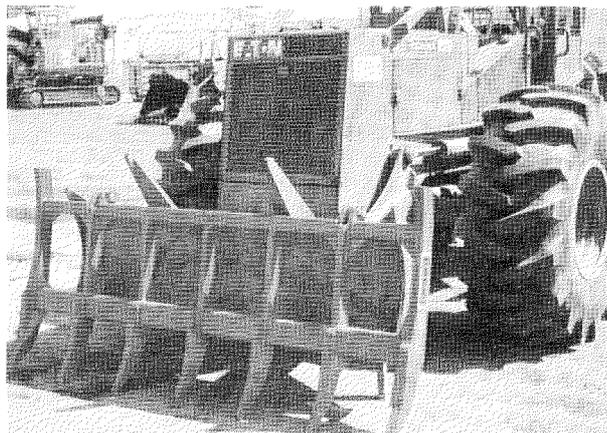


Figure 9. Râteau amovible manufacturé par la compagnie Mann Corporation (É.-U.).



Figure 10. Râteau amovible Fleco BL-518 sur débardeur Caterpillar 518 (97 kW).

Les râteaux à dents rétractables

Les râteaux à dents rétractables ont la particularité de pouvoir suivre le relief du terrain. La rétraction des dents s'effectue au moyen d'un système mécanique ou hydraulique. L'utilisation de ce type de râteau a pour but de réduire la perturbation du sol, la quantité de sol contenue dans les empilements, les secousses transmises au châssis et l'effort de traction à la barre de l'engin porteur. Les secousses moins fréquentes et moins violentes augmentent le confort de l'opérateur et permettent d'espérer une meilleure disponibilité de l'engin porteur. Toutefois, la présence de pièces mobiles rend ces râteaux plus susceptibles aux bris que les râteaux à dents fixes. À cause de leur poids plutôt élevé, ces râteaux seront utilisés sur de puissants débardeurs (> 75 kW).

Système hydraulique

Le système de rétraction hydraulique consiste en un circuit fermé dans lequel une pression réglable est induite pour garder les dents en position verticale. Le système hydraulique est distinct et autonome même s'il est chargé à partir du système hydraulique du véhicule moteur. Lorsqu'une dent rencontre un obstacle qui induit une force supérieure à la pression hydraulique, elle se rétracte vers l'arrière et revient à sa position initiale par la suite (figure 11).

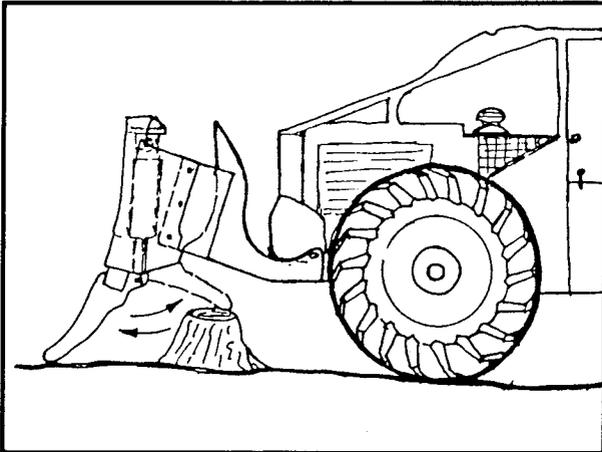


Figure 11. Mécanisme de rétraction hydraulique.

Système mécanique

Le principe de rétraction mécanique le plus répandu consiste en des tiges métalliques constituant les dents qui peuvent glisser vers le haut en suivant des guides d'entraînement lorsqu'elles rencontrent un obstacle. Des ressorts sont installés à l'extrémité supérieure de chaque dent de manière à appliquer plus de pression au sol que ne le ferait leur poids seul (figure 12).

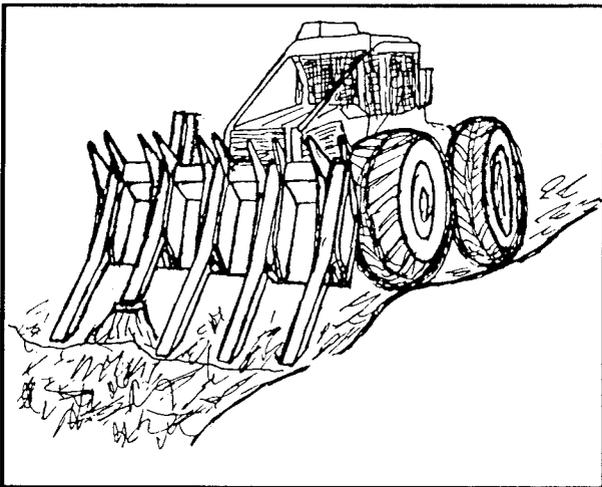


Figure 12. Mécanisme de rétraction mécanique.

Les engins porteurs

La plupart des engins porteurs utilisés en sylviculture dans l'est du Canada ne sont pas conçus spécifiquement pour les travaux sylvicoles. Les bouteurs conçus initialement pour pousser le matériel granulaire et niveler le terrain lors de la construction de chemin sont stables et robustes mais peuvent causer beaucoup de perturbations inutiles sur un parterre en milieu forestier. Les bouteurs étant dépourvus de suspension, l'opérateur aura en effet tendance à extraire les souches et à niveler le terrain pour son confort personnel. Ils sont cependant appréciés là où de fortes pentes et des terrains mous empêchent certains débardeurs de bien travailler.

Les débardeurs sont plus rapides dans la plupart des conditions et moins coûteux à opérer et à transporter d'un site à l'autre. De plus, la coordination des travaux est facilitée lorsque le même entrepreneur est chargé du débardage et de l'empilement des débris. Ces engins maniables sont cependant conçus pour tirer une charge et non pour la pousser. Le poids du débardeur est par conséquent plus important à l'avant qu'à l'arrière, ce qui sera accentué par l'ajout d'un râteau. Le résultat sera une contrainte supplémentaire infligée à l'essieu avant, une traction moins uniforme, une moins bonne portance pour un poids donné (Cormier et Ryans, 1988) et une augmentation des risques à gravir des pentes en marche arrière (Jeannotte et Beauchesne, 1986). Un contrepoids installé à l'arrière du véhicule permettra de rétablir l'équilibre de la machine et de réduire les risques de bris.

Les débardeurs munis d'une transmission hydrodynamique (convertisseur de couple) sont plus faciles à manoeuvrer mais présentent des risques de surchauffe car le convertisseur de couple est souvent appelé à fonctionner dans une zone de bas rendement (Ryans, 1984). Ceci se produit lorsque le moteur vient près de décrocher à cause d'un obstacle ou de la charge élevée des débris accumulés. Une transmission mécanique avec une gamme de rapports de vitesse disponibles adaptée à ce travail préviendrait la surchauffe mais rendrait le travail de l'opérateur plus contraignant et les chocs sévères transmis au mécanisme d'entraînement risqueraient de l'user plus rapidement.

Sauf exception, l'empilement des débris implique des déplacements avant- arrière. Ainsi le véhicule moteur se trouve environ 60% du temps en charge et 40% du temps à réaliser différentes manoeuvres (Cormier et Ryans, 1989). C'est un cycle d'utilisation qui est moins intensif que pour le scarifiage mais plus intensif que pour le débardage, fonction pour laquelle les débardeurs sont conçus. Dans les exploitations forestières, les débardeurs se déplacent en charge pendant un maximum de 40% du temps productif (Ryans, 1984).

Les manufacturiers tiennent compte du cycle d'utilisation prévu du véhicule pour déterminer les caractéristiques de ses diverses composantes. Par exemple, plusieurs cas de surchauffe du moteur de débardeurs peuvent être attribués à un cycle d'utilisation plus intense. En effet, les temps de manoeuvre sans charge (ex. marche arrière) ne constituent pas une période de repos pour le moteur qui continue de produire de la chaleur. La capacité du système de refroidissement peut alors être dépassée et devoir être augmentée pour répondre à la demande.

La consommation en carburant des débardeurs lors d'une étude réalisée à Terre-Neuve par Brake (1985), a été de 60 à 75% plus élevée lors de l'empilement de débris que durant des opérations normales de débarbage. Quant à la durée de vie des pneus, elle est plus courte lors du râtelage que lors du débarbage. Brake parle de 700 heures-machine, soit une réduction de plus de 50%. Ceci peut s'expliquer par le fait que lors de la formation des empilements, le débardeur doit franchir des obstacles en charge et qu'il pousse souvent les débris jusqu'au point où les pneus glissent. On doit aussi s'attendre à des coûts de réparation et d'entretien plus élevés lorsque le débardeur est utilisé pour le râtelage.

Utilisation des râteaux dans l'est du Canada

Le tableau 2 montre l'usage des râteaux en forêt privée dans chacune des provinces de l'est du Canada en comparant la superficie traitée avec des râteaux à la superficie totale de préparation de terrain mécanisée réalisée en 1986*. On constate que l'utilisation des râteaux est surtout concentrée au Québec et en Nouvelle-Écosse.

À Terre-Neuve, c'est en 1984 que les premiers râteaux sylvicoles ont été utilisés. La majorité des sites à déblayer originent de la réhabilitation de peuplements atteints par des infestations d'insectes. En forêt privée, les subventions aux travaux sylvicoles n'ont cependant commencé qu'en novembre 1987 si bien que les premières préparations de terrain mécanisées sont prévues pour 1988. On prévoit réaliser la totalité de celles-ci avec des râteaux sylvicoles.

À l'Île-du-Prince-Édouard, deux râteaux Eden montés sur débardeur et quatre râteaux conventionnels montés sur boteur sont utilisés. Ces derniers servent davantage sur sol à faible capacité portante ou à pente forte.

Tableau 2. Préparation de terrain mécanisée dans l'est du Canada en forêt privée (1986)

	superficie traitée (ha)		commentaires
	avec râteaux	total	
Terre-Neuve	0	0	début du programme d'aide en novembre 1987
Île-du-Prince-Édouard	362	940	2/3 de la superficie râtelée avec râteaux sur débardeur
Nouvelle-Écosse	3919	5688	- râtelage d'arbres entiers surtout avec boteur - râtelage de débris de coupe en majorité avec débardeur munis surtout de râteaux à dents rétractables
Nouveau-Brunswick	98	830	94% de la superficie râtelée avec râteaux sur débardeur
Québec	≈ 8300	≈ 9000	5/8 de la superficie râtelée avec des débardeurs pour la plupart munis de râteaux à dents fixes
Ontario (données partielles, 1987)	500 à 800	6500 à 10 500**	** Comprend environ 70% de scarifiage avec des dents Young

* Enquête auprès des ministères concernés de chaque province.

Les râteaux à dents rétractables Eden sont la propriété du Ministère de l'énergie et des forêts qui les loue aux contracteurs intéressés. Le gouvernement a opté pour ce type de râteaux à cause de mauvaises expériences antérieures avec les râteaux à dents fixes avec lesquels ils ont obtenus de hauts niveaux de perturbation du sol.

En Nouvelle-Écosse, on compte plus d'une quarantaine de râteaux sylvicoles en opération, la plupart étant à dents rétractables. On retrouve même des dents rétractables sur certains modèles artisanaux. En forêt privée, la plupart des travaux sont réalisés avec des râteaux Eden et Raumfix. La popularité des râteaux à dents rétractables en Nouvelle-Écosse peut s'expliquer par la faible épaisseur de l'humus et parce qu'on y brûle environ 85% des empilements pour pallier à la perte de superficie et au problème des rongeurs. Particulièrement au nord et à l'est de la province, on utilise les râteaux à dents fixes montés sur bouteurs pour réhabiliter les peuplements détruits par les épidémies d'insectes dont une partie ou la totalité des tiges est irrécupérable physiquement ou économiquement.

Au Nouveau-Brunswick, seulement un râteau artisanal sur porteur, un Raumfix sur débardeur et un râteau conventionnel sur bouteur ont été utilisés en forêt privée pour la préparation de terrain en 1987. Cette faible popularité est attribuée à la disponibilité d'autres équipements à un endroit donné. En fait, les entrepreneurs sur forêt publique ou de compagnie forestière travaillant dans les environs seront souvent demandés pour effectuer quelques hectares sur forêt privée même s'ils opèrent avec de gros équipements comme les chaînes d'ancres ou le rouleau écraseur Marden. On peut s'attendre à une augmentation de l'usage des râteaux au Nouveau-Brunswick suite aux résultats positifs obtenus avec ceux-ci.

Au Québec, on compte au delà de 50 râteaux sylvicoles travaillant sur forêt privée. La majorité sont artisanaux et à dents fixes et plus de la moitié sont portés sur débardeur. L'usage est très variable d'une région à une autre. Les râteaux à dents rétractables y sont moins utilisés probablement à cause de leur coût d'achat plus élevé et de la puissance requise des engins porteurs comparativement aux râteaux artisanaux.

En Ontario, on compte trois râteaux Eden, quatre Raumfix et 15 autres de diverses marques opérant sur forêt publique ou privée. On retrouve aussi 166 ensembles de dents amovibles Young montés sur bouteur. Mentionnons que bien qu'ils aient l'apparence d'un râteau sylvicole, les ensembles de dents Young sont employés comme outils de scarifiage plutôt que d'empilement de débris. Ils sont principalement utilisés sur certains sols profonds dans les régions du Nord et du Nord-Est où les conséquences d'un scarifiage excessif sont réduites. Dans le sud de la province, beaucoup de sites à reboiser sont issus de l'agriculture et ne comportent que peu d'obstacles. On

y utilise donc davantage les charrues, débroussailleuses et scarificateurs (700 ha en 1987) que les râteaux sylvicoles (500 ha en 1987 dont 90% ont été scarifiés avec les dents Young).

Schémas d'opération

Il existe deux schémas d'opération de base pour l'empilement des débris soit la disposition des débris en andains et en piles circulaires (figure 13).

La mise en andains est la plus simple et la plus facile à réaliser. Elle consiste à former une pile allongée alignée préférentiellement de façon perpendiculaire au chemin en effectuant des poussées provenant des deux côtés. Cette méthode permet à l'opérateur de s'orienter facilement sur le terrain et de voir la progression de son travail.

Du point de vue du reboisement, les andains constituent des repères qui, bien qu'ils ne soient pas aussi pratiques que des sillons de scarificateurs, facilitent la supervision des planteurs. Les andains doivent toutefois être segmentés pour permettre le passage d'un corridor à l'autre.

Une variante de cette méthode consiste à progresser continuellement vers l'avant en déposant la charge quand elle est suffisante pour ensuite passer par dessus l'andain et commencer une autre poussée vers l'andain suivant. Cette méthode n'est pas recommandée car elle réduit de moitié la largeur des corridors et les andains sont moins rectilignes, moins hauts, couvrent une plus grande superficie et ont une allure plus négligée que les andains issus de doubles poussées. Du point de vue de la productivité, il y aurait peu de différences entre les résultats obtenus avec les deux variantes (Jeannotte et Beauchesne, 1986).

Le deuxième schéma d'opération consiste à former des piles circulaires. Avec cette méthode, l'opérateur tourne sur lui-même et risque d'éprouver certaines difficultés à s'orienter. Les piles formées sont pour leur part disparates et les déplacements du débardeur comportent de nombreux chevauchements, des poussées plus courtes et ne sont donc pas optimisés.

Malgré les inconvénients attribués aux piles circulaires, ce schéma peut être utilisé avec avantage en combinaison avec celui des andains pour adapter le travail à accomplir à la distribution naturelle des débris et aux conditions du terrain (Cormier et Ryans, 1989). Cela s'applique lorsque le contour du site est irrégulier, lorsqu'on peut travailler à partir d'amoncellements de débris déjà existants ou quand les débris peuvent être poussés dans une zone inaccessible ou une dépression ponctuelle.

Productivité et coûts d'opérations

Les résultats d'études effectuées par FERIC montrent que pour l'empilement des débris de coupe à l'aide de râteaux portés sur débardeur, la productivité se situe entre 0,4 et 0,8 ha/heure machine productive (HMP) (Cormier et Ryans, 1989). Toutefois, le traitement des aires d'ébranchage, l'extraction de la végétation ou l'utilisation d'un buteur réduisent cette productivité à 0,2 à 0,4 ha/HMP (Plante, 1987; Weatherhead, 1979). La productivité sera affectée par les conditions du terrain, la configuration du site, la densité des débris, le traitement effectué, le type et les dimensions du râteau ainsi que par l'engin porteur utilisé. Ces facteurs vont aussi mais de façon différente affecter les coûts d'opération. D'après Cormier et Ryans (1989), les frais de râtelage mécanisé à l'aide d'un débardeur se situent entre 65 \$ et 175 \$/HMP en se basant sur un taux d'utilisation entre 60 et 80% et un coût de 16 \$/heure pour l'opérateur. Ceci comprend les coûts d'utilisation des râteaux qui sont de l'ordre de 1 à 2 \$/HMP pour les râteaux artisanaux à dents fixes, de 10 \$/HMP pour les râteaux Eden et Raumfix et de 17 \$/HMP pour le Force (Cormier, 1987). Si on prend comme exemple des frais d'utilisation de 100 \$/HMP et une productivité de 0,5 ha/HMP, on obtient un coût d'opération de 200 \$/ha. Les frais d'utilisation horaire plus élevés des râteaux à dents rétractables seront généralement compensés par une meilleure productivité.

Conclusion

Bien que leur usage original était agricole, les râteaux ont évolué de façon à rencontrer les particularités d'une utilisation sylvicole. Cette évolution s'est traduite par une adaptation des râteaux aux débardeurs, par des dents plus espacées pour réduire l'extraction du sol et favoriser sa redéposition, par des râteaux amovibles pour effectuer de façon intermittente des travaux différents avec le même engin porteur et par des dents rétractables pour épouser le micro-relief du terrain et réaliser l'empilement avec un minimum de perturbation du sol. Le contexte de la forêt privée habitée permet peu d'alternatives à l'empilement des débris par son morcellement qui limite l'envergure de l'équipement utilisable pour pallier à un problème de débris de coupe.

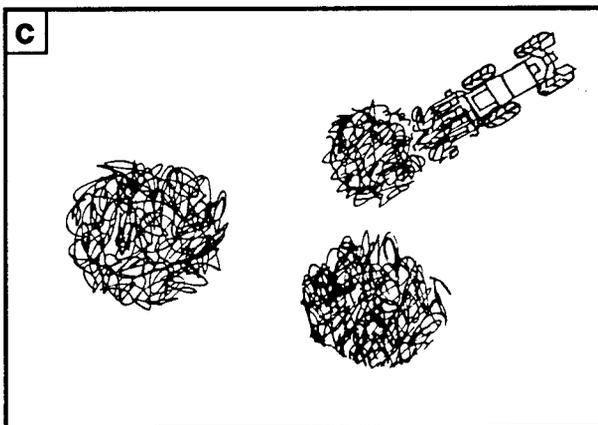
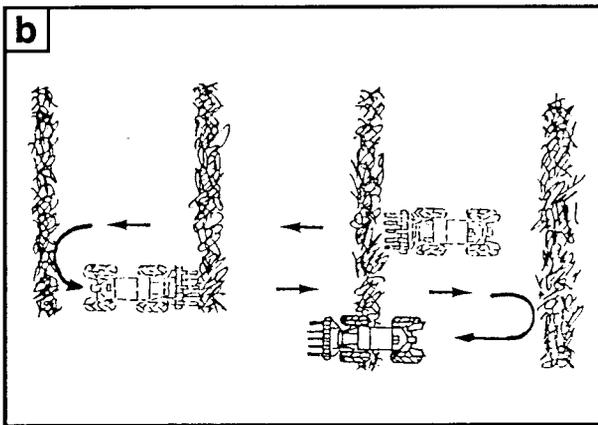
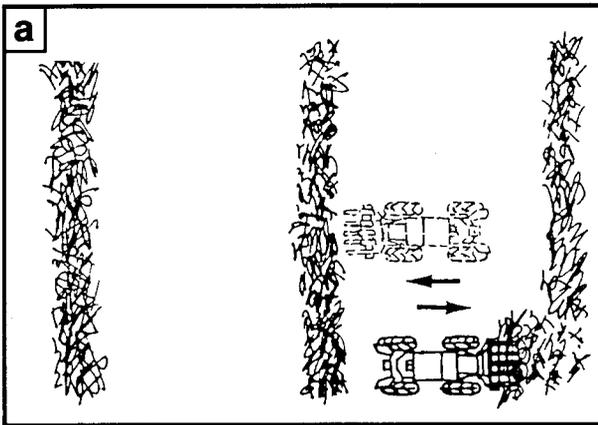


Figure 13. Schéma d'opération; a) en corridors à progression avant-arrière, b) en corridors à progression continue et c) en piles circulaires.

Les entrepreneurs sont rarement assurés d'effectuer des travaux autrement que par une entente verbale site par site. Cela ne favorise pas l'acquisition d'équipements dispendieux. C'est au Québec qu'on retrouve le plus de râteaux artisanaux à dents fixes. Ils sont peu coûteux à fabriquer et conviennent aux débardeurs de petites dimensions. C'est en Nouvelle-Écosse qu'on retrouve le plus de râteaux à dents rétractables dont quelques-uns sont artisanaux.

À cause de leur coût d'opération moins élevé et de leur mobilité, on favorise de plus en plus l'usage des débardeurs pour le râtelage au détriment des bouteurs. L'empilement des débris constitue toutefois un travail intense pour un débardeur et le poids supplémentaire du râteau peut nécessiter l'installation d'un contrepoids à l'arrière notamment dans le cas des râteaux à dents rétractables portés sur débardeur à câble.

Les bouteurs sont encore passablement utilisés parce qu'ils se comportent bien en pente abrupte, en terrain mou et lorsque l'extraction des tiges est requise. Cependant, c'est souvent la disponibilité locale de l'équipement qui dictera le choix de la méthode et de l'équipement.

Le schéma d'opération par corridors est le plus commun, le plus pratique et le plus simple à réaliser. Il implique moins de chevauchements que le schéma en piles circulaires mais la configuration du site, le relief et la distribution naturelle des débris peut se prêter avantageusement à une combinaison des deux schémas.

L'empilement des débris de coupe avec les râteaux sylvicoles est une opération dont la faible productivité est inhérente aux mouvements avant-arrière impliqués. Malgré tout, il demeure une solution au problème des débris laissés sur les parterres de coupe.

Bibliographie

- Baldwin, C.S.; Johnston, E.F. 1986. Windbreaks on the farm. Ontario Ministry of Agriculture and Food. Publication n° 527. 20 p.
- Brake, R.J. 1985. Slash raking - a site preparation technique. Newfoundland Dept. of Forest Resources and Lands, rapport interne. 35 p.
- Cormier, D. 1987. La préparation du terrain avec les équipements d'empilement. Université Laval, Faculté de foresterie et géodésie, Mémoire de maîtrise. 82 p. + ann.
- Cormier, D; Ryans, M. 1989. Évaluations de râteaux montés sur débardeur pour la préparation du terrain. Institut canadien de recherches en génie forestier, Montréal, Québec. (à paraître).
- Cormier, D.; Ryans, M. 1988. L'utilisation des râteaux pour pallier au problème des débris de coupe. In: Texte des communications, 69e congrès de l'ACPPP, Montréal, Québec.
- Green, L.R. 1977. Fuel reduction without fire - current technology and ecosystem impact. In: Symposium on environmental consequences of fire and fuel management in mediteranean ecosystems. Palo Alto, Calif. pp. 163-171.
- Jeannotte, M.; Beauchesne, C. 1986. Préparation de terrain - Utilisation des râteaux Force et Raumfix. Min. Énergie et Ressources, Québec, Unité de Gestion Rouyn-Noranda. Rapport n° 821-85200, 36 p. + ann.
- Plante, M. 1987. Aménager avec le feu. Opérations forestières. Vol. 22(3):20-21.
- Ryans, M. 1984. Les véhicules moteurs en sylviculture. FERIC. Fiche Technique n° FT-79. 18 p.
- Weatherhead, D.J. 1979. Concept of a decision model - identifying and evaluating slash treatment. USDA, For. Serv., Equip. Devl. Centre, Missoula, Montana. N° 7724-2807. 156 p.

Mise en garde

La présente note ne vise qu'à diffuser de l'information auprès des membres de l'Institut. Elle ne doit pas être interprétée comme une approbation, de la part de l'Institut, d'un service à l'exclusion d'autres qui peuvent aussi bien convenir.