

## Contenu

Introduction .....	1
Équipement et méthodes .....	2
Description des sites .....	4
Résultats .....	5
Perturbations et plantabilité ...	6
Mise en application .....	6
Bibliographie ....	8

# Méthodes d'atténuation des perturbations lors de la préparation de terrain de sites brûlés

## Résumé

Le rapport traite de différentes méthodes pour améliorer l'efficacité opérationnelle et atténuer les perturbations sévères normalement attribuées aux travaux de remise en production sur des sites brûlés. Les méthodes proposées pour les conditions plus difficiles sont comparées à la mise en andains traditionnelle. Le rapport traite aussi de techniques de préparation de terrain plus légères et plus économiques et discute de l'importance de bien cibler les conditions d'intervention pour chaque type de traitement afin d'éviter des frais et des perturbations du site inutiles.

## Mots clés :

Sites brûlés, Préparation de terrain, Mise en andains, Écrasage, Déblaiement, Bouteurs, Coupe de nettoyage, Scarifiage, Productivité, Perturbations, Coûts.

## Auteur

Denis Cormier  
Division de l'Est

## Introduction

Au Québec, plusieurs incendies forestiers majeurs des dernières années ont laissé des terrains encore peu ou mal régénérés. Dans la région de Parent, un feu d'une grande ampleur a dévasté 74 000 ha dont 54 900 ha de superficie forestière productive. Plusieurs des sites brûlés moins bien régénérés étaient également moins accessibles et n'ont souvent pas fait l'objet de récupération du bois debout. À cause de la quantité de résidus au sol et sur pied, ce type de terrain est très difficile à reboiser.

La méthode traditionnellement utilisée dans ces conditions de terrain est le déblaiement des résidus par mise en andains. Toutefois, à cause des nombreux essouchages nécessaires, le travail se fait généralement en conservant le râteau des machines enfoncé dans le sol, ce qui contribue à entraîner une quantité importante de sol vers les andains. Ce genre de traitement pourrait avoir des

effets négatifs à moyen terme sur la productivité des sols, particulièrement dans le cas de ceux à structure plus grossière. De plus, les enchevêtrements de bois créés par cette technique sont hauts, occupent beaucoup d'espace et sont peu esthétiques.

Le projet proposé par Kruger Inc. (Scierie Parent) en collaboration avec FERIC visait à mesurer l'impact opérationnel de différentes options pour remplacer la mise en andains traditionnelle sur des superficies brûlées et surtout à examiner si ces options pouvaient diminuer le décapage des sols et la grosseur des andains (figure 1). Une des solutions envisagées pour diminuer l'impact de la mise en andains est d'avoir recours à un écrasage préalable des tiges. L'essouchage n'est alors plus nécessaire et le râteau du buteur peut ainsi plus facilement demeurer hors du sol lors de l'empilage des résidus. Un abattage des arbres permettrait de limiter au minimum les perturbations du sol. De plus, l'alignement des tiges dans des

andains par l'abatteuse-groupeuse tendra probablement à diminuer les dimensions de ces derniers.

Il est aussi possible d'améliorer l'efficacité du traitement de remise en production en jugeant bien le niveau de difficulté des conditions rencontrées. Par exemple, un scarifiage par disques pourrait peut-être s'avérer suffisant dans certaines conditions.

## Équipement et méthodes

Différents travaux de préparation de terrain sur des sites brûlés se sont déroulés au cours des étés 1998 et 1999 dans la région de Parent au Québec. Les travaux consistaient en un déblaiement avec ou sans écrasage préliminaire, qui était effectué par des bouteurs d'une puissance de 130 à 225 kW équipés de râteaux de déblaiement (figure 2). Des essais d'abattage de nettoyage où les tiges coupées étaient disposées en andains par l'abatteuse-groupeuse ont aussi eu lieu (figure 3). Finalement, un simple scarifiage léger a été utilisé dans les conditions plus faciles (figure 4).

Le suivi des essais par FERIC visait à mesurer l'impact opérationnel des techniques de rechange pour la préparation de terrain de sites brûlés et à les comparer au traitement traditionnel de déblaiement avec mise en andains. En particulier, nous nous sommes intéressés à l'impact de différentes intensités d'écrasage (complet ou partiel) sur la productivité globale de l'opération de préparation de terrain (écrasage et mise en andains), sur le niveau de perturbation du sol et sur la qualité du travail exprimée en nombre de microsites disponibles pour la plantation. L'étude tenait aussi compte du délai entre l'écrasage et la mise en andains (traitements différés) pour vérifier son influence sur la qualité du traitement et l'intensité des perturbations du sol.

Les différents traitements sont décrits au tableau 1. Dans un premier secteur (Écrasage), un bouteur Caterpillar D6R de 130 kW a servi pour différentes études d'écrasage et de mise en andains, tandis qu'un bouteur plus puissant (Fiatallis FD-30B de 225 kW) a aussi été utilisé pour comparer son efficacité opérationnelle dans la mise en

Figure 1. (à gauche) Résultats d'un traitement traditionnel de mise en andains sur un site brûlé.



Figure 2. (à droite) Bouteur utilisé pour effectuer un écrasage préalable à la mise en andains de tiges brûlées.



### Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC)

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

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

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

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

### Mise en garde

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

This publication is also available in English.

andains. Les traitements du secteur Différé ont été effectués au cours des opérations normales et n'ont pas fait l'objet d'un chronométrage. Dans ce secteur, il s'est écoulé environ 3 semaines entre l'écrasage et la mise en andains. Dans le secteur Abattage, les deux techniques d'abattage de nettoyage utilisées variaient principalement au plan de

la méthode de travail. Dans un premier cas, l'abatteuse-groupeuse devait se déplacer pour disposer les andains selon l'espacement normalement obtenu lors d'un déblaiement alors que, dans le deuxième cas, un espacement plus étroit était utilisé et les arbres étaient simplement disposés en bout de portée du mât de l'abatteuse-groupeuse.



Figure 3. (à gauche) Abatteuse-groupeuse avec tête à pleine inclinaison latérale utilisée pour le nettoyage et la mise en andains de peuplements brûlés.

Figure 4. (à droite) Scarificateur à disques passifs Percheron utilisé pour le traitement de jeunes peuplements brûlés dans des conditions de terrain faciles.

**Tableau 1. Description des traitements et de l'équipement**

	Appellation	Machine	Description
<b>Écrasage</b>	Andains 1	Bouteur Fiatallis FD-30B avec râteau	Mise en andains traditionnelle en une seule opération (véhicule puissant).
	Andains 2	Bouteur Caterpillar D6R avec râteau	Mise en andains traditionnelle en une seule opération (véhicule à puissance moyenne).
	Double partiel	Bouteur Caterpillar D6R avec râteau	Écrasage partiel du bloc (un passage sur deux) suivi d'une mise en andains des tiges écrasées ainsi que de celles restées debout.
	Double total	Bouteur Caterpillar D6R avec râteau	Écrasage complet du bloc suivi d'une mise en andains des tiges écrasées (deux phases successives).
<b>Différé</b>	Andains 3	Combinaison de boteurs avec râteau	Mise en andains traditionnelle en une seule opération.
	Différé partiel	Combinaison de boteurs avec râteau	Écrasage partiel du bloc (un passage sur deux) suivi d'une mise en andains différée (d'environ 3 semaines) des tiges écrasées ainsi que de celles encore debout.
	Différé total	Combinaison de boteurs avec râteau	Écrasage complet du bloc suivi d'une mise en andains différée (d'environ 3 semaines) des tiges écrasées.
<b>Abattage</b>	Abattage esp. normal	Abatteuse Timberjack 618 avec tête Machinatech à pleine inclinaison latérale	Abattage de nettoyage avec espacement normal des andains.
	Abattage esp. étroit	Abatteuse Timberjack 618 avec tête Machinatech à pleine inclinaison latérale	Abattage de nettoyage avec espacement étroit des andains.
<b>Scarifiage</b>	Scarifiage	Timberjack 480B avec scarificateur à disques	Scarifiage à disques passifs Percheron.

## Description des sites

Les essais ont été effectués dans quatre secteurs issus du même feu. Les deux secteurs sélectionnés pour l'écrasage et la mise en andains (Écrasage et Différé) étaient constitués de longues collines légèrement arrondies bordées de zones humides. Les pentes étaient négligeables à légères (0 à 15 %) et tous les blocs d'étude se retrouvaient, à différents degrés, avec des sols sableux profonds et quelques zones à sol organique profond. Les essais d'abattage et de scarifiage se sont déroulés sur des terrains sableux et bien drainés avec des pentes régulières et très légères (moins de 10%).

Les secteurs où ont eu lieu les traitements d'écrasage (Écrasage et Différé) étaient couverts d'un peuplement brûlé relativement jeune gardant des traces des souches issues d'une coupe d'une trentaine d'années (tableau 2). La quantité et la taille des gaulis et des arbres

résiduels démontrent que le peuplement n'avait pas encore atteint sa maturité. Les sites étaient encombrés d'un volume de résidus d'un peu plus de 40 m<sup>3</sup>/ha. Dans le secteur Écrasage, le feu avait déjà exposé le sol minéral sur 37 % de la superficie totale. Dans les deux secteurs, peu de boulders étaient apparents et la pierrosité était relativement faible. L'humus résiduel était plus mince dans le secteur Écrasage que dans le secteur Différé.

Comparativement aux secteurs précédents presque exclusivement composés de résineux, le secteur Abattage avait une composante de feuillus intolérants de presque 50 %. Les arbres résiduels de ce secteur étaient plus nombreux et plus volumineux. La présence de résidus au sol avant le traitement était négligeable mais le bris des tiges lors de la coupe a engendré un volume de débris au sol comparable aux deux premiers secteurs.

**Tableau 2. Conditions du site et du peuplement (n.d. = non disponible)**

	Secteur			
	Écrasage	Différé	Abattage	Scarifiage
<b>Souches</b>				
Densité (nombre/ha)	693	863	n.d.	833
Diamètre (cm)	14	13	n.d.	12
Hauteur (cm)	25	32	n.d.	23
<b>Arbres résiduels</b>				
Densité (tiges/ha)	736	853	1000	150
Diamètre (cm)	10	12	18	12
<b>Gaulis</b>				
Densité (tiges/ha)	2521	1305	n.d.	2533
Hauteur (m)	5	4	n.d.	5
<b>Débris au sol</b>				
Volume (m <sup>3</sup> /ha)	41	45	46 <sup>a</sup>	9
Hauteur (cm)	17	10	12 <sup>a</sup>	5
<b>Pourcentage de couverture (%)<sup>b</sup></b>				
Sol minéral exposé	37	n.d.	n.d.	33
Débris au sol	17	n.d.	n.d.	8
Boulders	1	0	0	0
Végétation (éricacées)	48	43	n.d.	47
Pierrosité (%)	20	13	20	0
Épaisseur d'humus (cm)	9	20	5	2

<sup>a</sup> Volume et hauteur mesurés après traitement entre les andains; incluent donc des morceaux cassés lors de l'abattage.

<sup>b</sup> Le pourcentage de couverture au sol est une mesure partielle de recouvrement.

Avant le passage du feu, le secteur Scarifiage était en régénération à la suite d'une coupe récente. Peu d'arbres avaient atteint un diamètre de 10 cm (arbres résiduels). De plus, la faible quantité de gaullis, l'absence presque complète de résidus au sol et la faible épaisseur d'humus offraient des conditions de traitement relativement faciles.

## Résultats

### Études chronométriques

Dans les conditions étudiées, la productivité de la mise en andains sans écrasage préalable était de 0,37 et de 0,42 ha/HMP selon la puissance du véhicule utilisé (tableau 3). Pour un véhicule de puissance moyenne, le fait d'avoir recours à un écrasage préalable partiel ou total des tiges résiduelles a facilité la mise en andains subséquente et a permis d'atteindre des productivités de 5 % et de 22 % supérieures pour ce dernier traitement. La combinaison des deux traitements demeure quand même moins productive. Les études sur les travaux d'abatage se sont déroulées dans le cadre d'une opération encore mal rodée, effectuée à très petite échelle et dans les conditions d'arbres résiduels les plus difficiles, ce qui explique en bonne partie le faible rendement obtenu.

Au contraire, le scarifiage a été effectué dans les conditions les plus faciles, permettant d'obtenir une productivité très élevée.

L'écrasage partiel n'a pas permis, comme on aurait pu s'y attendre, d'accélérer significativement l'opération d'écrasage même si on ne traitait que 51 % de la superficie (tableau 4). En moyenne, chaque passage couvrait 7,6 m de largeur (bande traitée de 3,9 m et bande laissée de 3,7 m) comparativement à 4,9 m entre les passages pour l'écrasage total. Toutefois, en écrasage partiel, la machine se déplaçait un peu plus lentement et effectuait beaucoup plus de manœuvres. Les tiges dans les bandes résiduelles semblaient gêner l'opérateur. Ce genre d'opération demande probablement une période d'adaptation plus longue avant de montrer un gain appréciable au plan de la productivité.

L'abatage de nettoyage n'était pas encore une technique opérationnelle. Effectuée pour la première fois, elle affiche une forte proportion de délais (tableau 4) démontrant le manque de stabilité de l'opération. De plus, l'utilisation d'un espacement des andains similaire à celui d'une mise en andains traditionnelle a nécessité beaucoup plus de manœuvres que la disposition des andains en bout de portée du mât de l'abat-teuse.

**Tableau 3. Études de productivité des traitements étudiés**

	Traitement	Superficie (ha)	Productivité (ha/HMP)
Écrasage	Andains 1	2,2	0,42
	Andains 2	1,6	0,37
	Double partiel		
	Écrasage partiel	3,1	1,11
	Mise en andains	2,4	0,39
	Combiné	—	0,29
	Double total		
	Écrasage total	4,4	1,09
	Mise en andains	2,4	0,45
	Combiné	—	0,32
Abattage	Abattage (esp. normal)	0,6	0,17 (157 tiges/HMP)
	Abattage (esp. étroit)	2,0	0,20 (197 tiges/HMP)
Scarifiage	Scarifiage	4,8	1,38

**Tableau 4. Analyse des temps et mouvements des deux méthodes d'écrasage et d'abattage (s.o. = sans objet)**

	Écrasage		Abattage	
	Total	Partiel	Esp. normal	Esp. étroit
Distribution des éléments de temps				
Temps productif effectif (%)	83	78	45	54
Manœuvres diverses (%)	5	12	39	26
Délais (%)	12	10	16	20
Distance entre les passages (m)	4,9	7,6	44,6 <sup>a</sup>	34,2 <sup>a</sup>
Vitesse moyenne (m/min)	41	40	s.o.	s.o.

<sup>a</sup> La distance entre les passages pour l'abattage correspond à la distance moyenne entre deux andains (centre à centre).

## Perturbations et plantabilité

À la suite des travaux, les superficies couvertes par les andains, le niveau de décapage et la quantité relative de microsites de plantation ont été mesurés pour tous les traitements (tableaux 5 et 6). Il est à noter que les traitements d'écrasage préalable des tiges ont permis de diminuer la surface occupée par les andains et le niveau de décapage. Toutefois, même en augmentant considérablement la surface de litière intacte par rapport à la mise en andains traditionnelle, la surface décapée est demeurée supérieure à 80 % de la surface dégagée (libre d'andains) pour un traitement d'écrasage suivi immédiatement d'une mise en andains, et supérieure à 70% pour un traitement différé. Pour sa part, l'abattage n'a créé que très peu de décapage de sol minéral. L'utilisation de corridors plus étroits a diminué les déplacements de la machine mais a occasionné une occupation plus importante de la surface des andains.

Le niveau de plantabilité évalué ne correspond pas à une évaluation de la qualité des microsites de plantation mais illustre plutôt la facilité à placer les plants dans des microsites jugés adéquats (tableau 6). Le niveau diminue au fur et à mesure qu'aug-

mente l'effort du planteur pour rendre le microsite adéquat. Sauf pour l'abattage où une préparation du sol pourrait faciliter la mise en terre des plants, tous les autres traitements ont donné un niveau de plantabilité très acceptable. Le fort pourcentage de décapage effectué par le buteur puissant pour la mise en andains (Andains 1) a d'ailleurs favorisé ce facteur. La présence de roches et de résidus au sol a diminué le nombre de microsites adéquats pour le traitement d'abattage avec corridors étroits.

## Mise en application

Au strict plan de la productivité, le scarifiage est la méthode la plus productive et la moins coûteuse (généralement moins de 200 \$/ha), mais son application est limitée aux conditions faciles de peuplements résiduels brûlés. Les bons résultats obtenus par cette technique démontrent l'importance de bien choisir la technique en fonction des conditions rencontrées et d'éviter ainsi des frais et des perturbations inutiles.

La mise en andains en une seule opération avec un buteur d'une puissance élevée a été le plus productif parmi les traitements de déblaiement des résidus de feu. Dans les conditions étudiées, la productivité supérieure de 14 % du buteur plus

**Tableau 5. Pourcentage de couverture des andains et du niveau de décapage pour tous les traitements (n.d. = non disponible, s.o. = sans objet)**

Traitement	Andains	Superficie dégagée (libre d'andains)		
		Pourcentage de la superficie totale (%)	Litière intacte (%)	Décapage (%)
Écrasage	Andains 1	n.d.	6,7	93,3
	Andains 2	18,1	8,8	91,2
	Double partiel	12,4	15,5	84,5
	Double total	12,1	17,5	82,5
Différé	Andains 3	17,4	10,3	89,7
	Différé partiel	15,2	28,8	71,2
	Différé total	14,7	25,6	74,4
Abattage	Esp. normal	14,9	89,7	10,3
	Esp. étroit	20,7	89,2	10,8
Scarifiage	Scarifiage	s.o.	s.o.	s.o.

**Tableau 6. Niveau de plantabilité pour tous les traitements**

Traitement		Plantabilité (%) <sup>a</sup>		
		Bonne	Marginale	Inadéquate
Écrasage	Andains 1	99,0	0,0	1,0
	Andains 2	93,9	2,8	3,3
	Double partiel	90,0	5,5	4,5
	Double total	94,2	5,8	0,0
Différé	Andains 3	96,0	3,0	1,0
	Différé partiel	90,0	8,0	2,0
	Différé total	95,7	4,3	0,0
Abattage	Esp. normal	10,3	84,6	5,1
	Esp. étroit	10,9	74,4	14,7
Scarifiage	Scarifiage	90,0	10,0	0,0

<sup>a</sup> Calculée à l'intérieur de la superficie dégagée (libre d'andains).

puissant ne semble pas suffisante pour justifier ses frais de fonctionnement plus élevés (environ 25 %) par rapport à un boteur de puissance moyenne. Toutefois, les conditions de terrain des blocs sous étude étaient relativement faciles par rapport à l'ensemble de la superficie à traiter et les différences de production entre les machines pourraient s'accroître davantage dans des conditions plus difficiles, ce qui justifierait l'usage de

machines plus puissantes. Le coût de ce type d'opération se situe autour de 400 \$/ha.

L'abattage peut aussi être utilisé en conditions très difficiles de peuplement résiduel mais sa productivité demeure relativement faible. D'après Cormier et Warren (1998), cette méthode possède un bon potentiel et sa productivité pourrait s'améliorer pour permettre d'obtenir un coût de traitement similaire à celui de la mise en andains.

L'écrasage préalable des arbres résiduels permet d'améliorer légèrement la productivité de la mise en andains mais la combinaison des deux traitements demeure moins productive et son coût plus élevé (environ 500 \$/ha). L'écrasage préalable à la mise en andains a permis de diminuer de façon notable la surface occupée par les andains. Les andains créés sont d'ailleurs beaucoup plus discrets puisque les tiges sont couchées dans l'andain. Des andains plus compacts étaient aussi prévus avec l'utilisation de l'abatteuse qui déposait les tiges directement dans les andains. Toutefois, comme elle travaillait dans un peuplement avec une composante feuillue importante, les plus gros houppiers de ces arbres ont produit des andains occupant une plus grande surface.

L'objectif principal du projet était d'offrir une méthode permettant de réduire le niveau de perturbation lors du déblaiement de sites brûlés. Malgré une diminution du niveau de décapage avec un écrasage préalable, ce niveau est demeuré au-dessus de 70 %. Pour diminuer l'impact des perturbations lors d'un déblaiement, il ne faut surtout pas négliger l'influence de l'opérateur et la bonne compréhension des directives. Par formation et pour améliorer son confort, l'opérateur, surtout s'il a une machine puissante, aura tendance à niveler le terrain en enlevant tous les obstacles se trouvant devant lui. Il peut donc être nécessaire de lui répéter constamment d'éviter d'enlever trop

de matériel organique des horizons supérieurs du sol. Un opérateur mal conscientisé a beaucoup plus d'impact sur les résultats des travaux que tous les efforts préalables qui seront effectués pour diminuer le décapage lors de la mise en andains.

L'abattage permet d'éviter presque tout décapage du sol. Toutefois, d'autres essais ont aussi démontré que l'élimination du décapage par un traitement d'hiver n'est pas nécessairement une solution intéressante puisqu'il peut en résulter un nombre insuffisant de microsites de plantation sauf dans des cas bien précis (Cormier et Warren, 1998). L'ajout d'un traitement de scarifiage supplémentaire pourrait devenir nécessaire pour créer un nombre adéquat de microsites de plantation bien distribués. Le scarifiage ajouterait alors des frais additionnels de 100 à 150 \$/ha.

De toute évidence, il est très difficile de remettre en production en un seul traitement un site couvert d'arbres brûlés debout de bonnes dimensions, tout en conservant un niveau de perturbation du sol relativement faible. Il pourrait être avantageux d'avoir recours à un double traitement avec un premier traitement de nettoyage des tiges qui réduirait au minimum les perturbations, suivi par un scarifiage de la superficie dégagée. Ce premier traitement pourrait être un abattage ou un déblaiement d'hiver à l'aide de boteurs. L'abattage a l'avantage de pouvoir être effectué toute l'année.

## Bibliographie

- Cormier, D.; Warren, C. 1998. Traitements d'hiver pour diminuer les perturbations causées par la remise en production de sites brûlés. Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC), Pointe-Claire, Qué. Communiqué technique CT-Sylviculture-112. 2 p.