

COMPARAISON DE CINQ MÉTHODES DE PRÉPARATION DE TERRAIN DANS LE CENTRE DE L'ONTARIO*

D. Cormier, ing.f., M.Sc. et J. Paterson*****

Résumé

FERIC a entrepris une étude comparative de cinq méthodes de préparation de terrain (décapage avec boueur, décapage avec excavatrice, mise en andains, broyage en plein, broyage par bandes) dans le centre de l'Ontario. L'étude avait pour but de mesurer la productivité de l'équipement utilisé, d'évaluer les résultats au point de vue qualité des microsites et de calculer les coûts des diverses opérations. Les résultats indiquent que chacun des traitements mis à l'essai peut se révéler efficace dans certaines conditions. Le choix d'un traitement idéal dans les conditions de l'étude devrait être facilité par les suivis biologiques qui seront effectués par l'Ontario Forest Research Institute (OFRI) au cours des prochaines années.

Introduction

Les conditions de site dans le centre de l'Ontario présentent souvent des contraintes particulières pour la préparation de terrain. Cette situation est particulièrement évidente dans les peuplements mélangés à feuillus tolérants, où l'équipement de préparation de terrain doit pouvoir manœuvrer efficacement à travers les arbres résiduels laissés sur place après une coupe finale (arbres non marchands) ou une coupe partielle (arbres d'avenir), tout en produisant des microsites propices à la plantation malgré l'encombrement occasionné par la présence des houppiers de feuillus sur le sol (figure 1).



Figure 1. Conditions de terrain après une coupe finale dans un peuplement mélangé avec plusieurs arbres non marchands.

C'est dans ce contexte que FERIC entreprit une étude comparative de cinq méthodes de préparation de terrain, après une coupe finale dans un peuplement mélangé près de South River (Ontario), en collaboration avec le District de Bracebridge du ministère des Ressources naturelles de l'Ontario et l'Ontario Forest Research Institute (OFRI). Ce site fait l'objet d'une étude connue sous le nom de «Management Impact Assessments (MIA) Project» et poursuivant deux objectifs principaux : évaluer les effets sur le plan écologique de diverses techniques de préparation de terrain, et développer des pratiques d'aménagement

* Traduit par Thérèse Sicard, ing.f.

** Denis Cormier est un chercheur attaché au secteur Opérations sylvicoles, Division de l'Est.

*** J. Paterson est spécialiste en régénération, Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, Ontario Forest Research Institute, 1235 Queen Street East, Sault Ste. Marie, Ontario P6A 2E5.

MOTS CLÉS : Préparation de terrain, Méthode mécanisée, Broyage, Râtelage, Décapage, Mise en andains, Peuplements mélangés, Ontario,

Broyeur Meri MJ-2.3 monté sur tracteur, Broyeur Meri MJ-0.8 monté sur chargeuse, Râteau monté sur boueur, Râteau

forestier durable acceptables pour l'environnement tout en étant rentables, pour remettre en valeur les écosystèmes forestiers résineux dans la région Grands lacs et Saint-Laurent.

Afin de préparer le site pour la plantation tout en poursuivant les objectifs du projet, les chercheurs choisissent des équipements de préparation de terrain susceptibles de produire une variété de conditions de perturbation du site après traitement. Traditionnellement, ces parterres de coupe sont nettoyés après la récolte au moyen d'un râteau monté sur un bouteur pour enlever les couches de litière et d'humus et exposer le sol minéral. Cette pratique, bien qu'assez efficace à contrôler la végétation, peut être nuisible à la productivité du site à long terme. Pour étudier cette question, quatre traitements additionnels furent comparés à la méthode traditionnelle avec bouteur :

- broyage en plein à l'aide du broyeur Meri MJ-2.3,
- broyage par bandes à l'aide du broyeur Meri MJ-0.8,
- râtelage léger à l'aide du râteau monté sur bouteur (avec perturbation minimale de la couche d'humus) et
- décapage à l'aide d'un râteau monté sur excavatrice.

Les broyeurs Meri diffèrent des autres traitements en ce que les machines broient l'humus et les horizons supérieurs de sol minéral plutôt que de les enlever; ils représentent ainsi une solution intéressante à cause de la possibilité de maintenir la productivité du site.

Après le traitement, des semis d'épinette blanche et de pin blanc de deux classes de dimensions furent plantés pour permettre d'étudier les effets des dimensions des plants sur leur survie et leur croissance, en relation avec la méthode de préparation de terrain employée. Les chercheurs de l'OFRI assurent également un suivi du site pour en observer les effets sur la régénération naturelle et artificielle, l'écophysologie des semis, le microclimat, la diversité des plants, la productivité du site, la gestion de la végétation et les infections par l'*Armillaria* (Paterson et collab. 1997).

Le rôle de FERIC dans ce projet consistait à mesurer la productivité de l'équipement, à décrire les résultats en termes de qualité des microsites et à calculer les coûts des diverses méthodes. Le présent rapport décrit l'équipement utilisé, son aspect économique et son efficacité à créer des microsites propices à la plantation.

Description de l'équipement et des traitements

Broyeur Meri MJ-2.3 monté sur un tracteur (broyage en plein)

Le Meri MJ-2.3 est un accessoire de broyage constitué d'un tambour horizontal de 2,3 m de largeur, ayant un diamètre de 36 cm et muni de 85 dents de forage. Pour cet essai, le broyeur Meri fut installé sur l'attelage 3 points d'un tracteur John Deere 6400 de 63 kW (figure 2). L'appareil était entraîné à raison de 1000 tr/min par la prise de force du tracteur. Ce dernier était aussi équipé d'une chargeuse frontale qui était utilisée pour mettre les résidus en andains préalablement au traitement par le broyeur. L'action de broyage produisait un mélange relativement uniforme des horizons minéraux et organiques sur toute la surface de traitement sauf les andains.



Figure 2. Broyage à l'aide du Meri MJ-2.3 monté sur un tracteur John Deere 6400.

Broyeur Meri MJ-0.8 monté sur une petite chargeuse à chenilles (broyage par bandes)

Un modèle Meri MJ-0.8 fut installé à l'avant d'une chargeuse à chenilles Thomas HD233 de 46 kW (figure 3). Le broyeur était entraîné à environ 500 tr/min par une pompe hydraulique auxiliaire à débit variable. Le tambour de 0,8 m de largeur avait un diamètre de 36 cm et était muni de 52 dents de forage. On trouvera dans Hunt (1995) des renseignements additionnels sur l'accessoire et le véhicule

moteur. Les parcelles traitées par le Meri MJ-0.8 subissent d'abord une mise en andains à l'aide d'un boteur équipé d'un râteau (voir les détails à la section suivante). Le sol fut ensuite broyé sur des bandes de 0,8 m, parallèles ou perpendiculaires aux andains et espacées de 2 m centre à centre.



Figure 3. Broyage avec le Meri MJ-0.8 monté sur une chargeuse à chenilles Thomas HD233.

Râteau monté sur boteur (décapage et mise en andains)

Un râteau artisanal ayant une largeur de 2,5 m et muni de neuf dents fut monté sur un boteur Case 850D de 61 kW (figure 4). Cette machine fut utilisée pour effectuer deux types de traitement : un décapage (mise en andains des résidus et enlèvement de toute la couche organique) et une mise en andains des résidus (en laissant la couche organique intacte). Le boteur sert également à effectuer une mise en andains préliminaire au traitement avec le broyeur Meri MJ-0.8.



Figure 4. Décapage à l'aide d'un râteau artisanal monté sur un boteur Case 850D.

Râteau monté sur excavatrice (décapage)

Un râteau artisanal de 2 m de largeur fut monté sur une excavatrice Hitachi EX150 de 70 kW (figure 5). Le râteau muni de 6 dents était installé directement sur le godet, donnant à l'excavatrice une portée totale d'environ 9 m. Cette machine fut utilisée pour effectuer un traitement de décapage (nettoyage des résidus et enlèvement de la couche organique) en poussant les matériaux en direction opposée à la machine.



Figure 5. Décapage à l'aide d'un râteau artisanal monté sur une excavatrice Hitachi EX150.

Description des aires d'étude

Les cinq traitements de préparation de terrain faisaient suite à une coupe finale dans un peuplement mélangé à feuillus tolérants, établi sur un sol à texture sableuse recouvert d'une couche d'humus relativement mince (<6 cm). Le site fut divisé en trois blocs adjacents (tableau 1). Une surface d'environ 1 hectare par bloc fut allouée à chacun des traitements, conformément au dispositif expérimental établi par l'OFRI pour permettre un suivi biologique après les divers essais.

Malgré la coupe finale qui avait précédé, plusieurs arbres résiduels morts ou non marchands demeuraient debout sur les trois aires d'étude. Le volume élevé de résidus dans le bloc 3 était occasionné par la présence de nombreux arbres morts couchés au sol. Toutefois, l'encombrement des résidus (% de couverture et hauteur) était plus important dans le bloc 2 où de nombreux houppiers de feuillus augmentaient le pourcentage de la superficie couverte de résidus de même que la hauteur de ces derniers. Le bloc 3 comprenait un plus grand nombre de souches que les deux autres blocs, mais leur diamètre moyen était plus faible. La pierrosité observée passait de modérée dans le bloc 1 à négligeable dans le bloc 3 (tableau 1).

Tableau 1. Conditions des aires d'étude^a

	Bloc		
	1	2	3
Résidus de coupe			
Volume (m ³ /ha)	69 x	71 x	131 y
Couverture (%)	15 xy	21 y	9 x
Hauteur (cm)	20 x	38 y	22 xy
Arbres résiduels			
Densité (tiges/ha)	180 x	213 x	160 x
Proportion de chicots morts (%)	44 xy	37 y	77 x
Gaulis (tiges/ha)	833 x	867 x	893 x
Souches			
Densité (nombre/ha)	280 x	293 x	480 y
Diamètre (cm)	31 y	29 y	22 x
Hauteur (cm)	41 x	35 x	32 x
Pierrosité (%)	43 x	20 y	0 z
Épaisseur d'humus (cm)	6 x	5 x	6 x

^a Les chiffres d'une même rangée suivis de lettres différentes sont significativement différents, d'après le test de comparaison d'attributs multiples de Tukey, à un niveau de confiance de 95%.

Tableau 2. Résumé des productivités

	Productivité (ha/HMP)		
	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
Bouteur			
Décapage	0,13	0,13	0,12
Mise en andains	0,33	0,36	0,30
Excavatrice			
Décapage	0,16	0,13	0,12
Meri MJ-2.3			
Mise en andains + broyage en plein ^a	0,15	0,14	0,12
Mise en andains seule	0,36	0,31	0,25
Broyage en plein seul	0,26	0,25	0,22
Meri MJ-0.8			
Broyage par bandes	0,16 ^b	0,18 ^c	—

^a La mise en andains et le broyage faisaient partie de la même opération, mais ils furent chronométrés séparément pour permettre de calculer séparément la productivité.

^b Le broyage était effectué perpendiculairement aux andains.

^c Le broyage était effectué perpendiculairement aux andains dans une partie du bloc, et parallèlement dans l'autre.

Résultats

Productivité

La productivité des traitements de décapage (bouteur, excavatrice) et du traitement avec le Meri MJ-2.3 qui combinait la mise en andains et le broyage en plein se situait entre 0,12 et 0,16 ha/HMP (tableau 2). La mise en andains utilisée seule (bouteur) était près de trois fois plus rapide (de 0,30 à 0,36 ha/HMP). Quant au broyage seul, le Meri MJ-0.8 (0,16 à 0,18 ha/HMP) était incapable de travailler aussi vite que le Meri MJ-2.3 (0,22 à 0,26 ha/HMP), même si la machine plus petite ne traitait que des bandes.

De toutes les conditions de terrain, les caractéristiques des résidus au sol semblent avoir été le principal facteur affectant la productivité. En effet, les résidus du bloc 3 étaient principalement composés de courts tronçons issus d'arbres morts, beaucoup plus difficiles à accumuler et à mettre en andains que les houppiers et les branches de feuillus dans les blocs 1 et 2.

La productivité variait également en fonction de l'intensité du traitement. Après un examen des résultats du décapage par excavatrice dans le bloc 1, l'opérateur reçut comme instructions d'exposer davantage de sol minéral, ce qui diminua significativement sa productivité dans les deux autres blocs. De façon similaire, la productivité du Meri MJ-2.3 fut reliée à la proportion de la superficie effectivement couverte par la machine (74, 77 et 81% pour les blocs 1, 2 et 3 respectivement).

Un broyage par bandes espacées d'environ 2 m (centre à centre) fut effectué avec le Meri MJ-0.8 dans deux blocs où on avait préalablement mis les résidus en andains avec le bouteur. Dans le bloc 1, le broyage eut lieu perpendiculairement aux andains. Dans le bloc 2, le traitement fut effectué parallèlement aux andains dans une partie du bloc et perpendiculairement dans l'autre. Comme la profondeur du bloc était beaucoup plus grande que la distance entre les andains, le traitement en parallèle comportait moins de temps pour faire demi-tour et obtenait ainsi une meilleure productivité (0,20 ha/HMP) que le traitement perpendiculaire (0,15 ha/HMP).

Qualité de la préparation de terrain

La nature et l'intensité de la perturbation du sol variaient énormément selon le traitement (figure 6). Les traitements en plein ne couvraient en fait que 73 à 96 % du terrain (empilements de résidus compris), laissant des îlots non traités sur 4 à 27 % de la superficie. À cause de sa nature, le broyage par bandes ne perturbait que 44 % de la surface totale du site (ce qui comprend les 19 % du site couverts par des empilements).

Après la préparation de terrain, les empilements de résidus couvraient généralement entre 16 et 19 % de la superficie, sauf dans le cas de l'excavatrice où ils en couvraient 26 %. Les traitements de décapage avec le buteur et avec l'excavatrice produisaient des résultats comparables, donnant le degré élevé d'exposition du sol minéral requis par la prescription (environ 50 % de la superficie totale) tandis que la mise en andains utili-

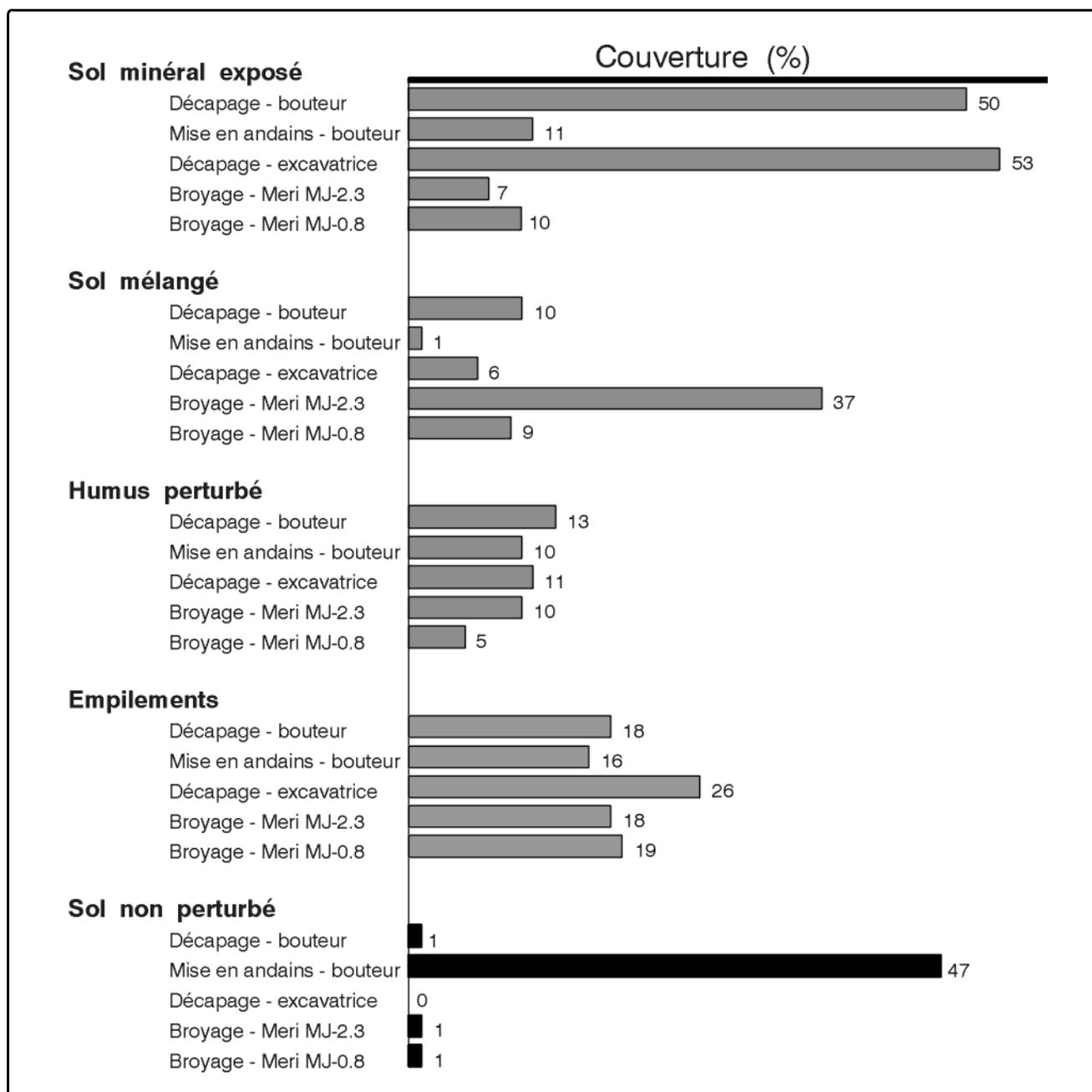


Figure 6. Perturbations du sol.

sée seule n'exposait le sol minéral que sur 11 % de la superficie. Le broyage avec le Meri MJ-2.3 mélangeait les résidus et les horizons organiques aux horizons minéraux sur 37 % de la superficie; par contre, le Meri MJ-0.8 produisait des bandes qui ne couvraient que 25 % de la superficie et créait un sol mélangé sur seulement 9 %. Les accessoires Meri ont tendance à expulser une partie du matériel broyé vers l'arrière de la machine, créant des microsites très riches en sol minéral à la fin de chaque passage; cela augmente la proportion relative de sol minéral exposé quand les passages sont courts, comme c'était le cas avec le Meri MJ-0.8 lors des traitements perpendiculaires aux andains.

La plantabilité des microsites était jugée acceptable s'ils étaient composés de sol minéral exposé, d'une mince couche d'humus (moins de 5 cm) ou d'un mélange de sol minéral et de matière organique (figure 7). La composition du meilleur microsite disponible était aussi notée pour tous les microsites acceptables (moitié inférieure de la figure 7). La plantabilité était jugée marginale si les planteurs avaient à fournir un effort supplémentaire mineur pour rendre le microsite acceptable. Tous les autres microsites étaient considérés inacceptables.

Les cinq traitements produisirent des niveaux de plantabilité de 95 à 99 % (microsites marginaux et acceptables compris) entre les andains. Les plus hauts niveaux de plantabilité acceptable furent obtenus avec le décapage; le boteur et l'excavatrice produisirent tous deux plus de 90 % de microsites jugés acceptables (exposition principalement de sol minéral) sur la surface comprise entre les empilements. Le broyage avec les broyeurs Meri donna un niveau plus faible de microsites acceptables (65 à 79 %), mais une plus forte proportion de microsites à sol mélangé (33 à 72 %). Perturbant peu le sol, la mise en andains laissa souvent une épaisseur d'humus trop importante, d'où une proportion très élevée de microsites avec plantabilité marginale.

Discussion

La méthode standard d'analyse des coûts de FERIC (d'après Rickards et Savage, 1983) fut utilisée pour comparer les cinq traitements (tableau 3). Les comparaisons étaient basées sur le prix de machines neuves, un salaire équivalent pour l'opérateur de chacune des machines et une marge de profit de 15 %. Les frais de transport de la machinerie par fardier n'étaient pas inclus. Comme le décapage à l'aide d'un boteur est la forme traditionnelle de préparation de terrain dans cette région, c'est cette méthode qui servit de base de comparaison.

Le traitement le moins coûteux (235 \$/ha) était la mise en andains à l'aide du boteur. Toutefois, d'après l'expérience du personnel local du OMNR, ce traitement

favorise la croissance de la végétation compétitive et augmente ainsi le risque de réductions dans la croissance et le taux de survie des arbres plantés; il entraînera donc des frais d'entretien beaucoup plus élevés que les autres traitements.

Tableau 3. Évaluation des coûts de fonctionnement des traitements étudiés

	Coût de fonctionnement (\$/ha)
Décapage - boteur	600
Mise en andains - boteur	235
Décapage - excavatrice	680
Mise en andains (tracteur) + broyage (Meri MJ-2.3)	660
Mise en andains (boteur) + broyage (Meri MJ-0.8)	600

Le coût des traitements de décapage fut estimé à 600 \$/ha avec un boteur et à 680 \$/ha avec une excavatrice. L'excavatrice traitait une plus grande proportion de la superficie mais elle laissait aussi une plus grande surface occupée par les andains. Le décapage avec excavatrice n'est pas utilisé de façon courante après une coupe finale et pourrait sans doute se justifier plus facilement dans le cas de la préparation de terrain après une coupe partielle (Bulley et Cormier, 1995; Cormier, 1996).

Le broyage par bandes à l'aide du Meri MJ-0.8 fut effectué à un coût (600 \$/ha) comparable à celui du décapage avec boteur. Comme le traitement ne couvre qu'une partie du site, il laisse le reste dans le même état qu'après la mise en andains avec boteur, ce qui peut entraîner des coûts d'entretien plus élevés par la suite. Cependant, l'amélioration de la qualité des microsites dans les bandes pourrait favoriser la croissance des plantations et diminuer l'importance de la végétation compétitive autour des semis.

Les coûts du broyage en plein avec le Meri MJ-2.3 (660 \$/ha) furent calculés en tenant compte de la méthode de travail utilisée dans cette étude (i.e. mise en andains préalable par le tracteur). L'utilisation d'un boteur pour la mise en andains pourrait réduire le coût du traitement d'environ 50 \$/ha, ce qui le ramènerait à un coût comparable à celui du décapage avec boteur. Étant donné la qualité des microsites produits par le broyeur par suite de l'incorporation de la couche d'humus au sol minéral, ce traitement constitue une solution de rechange intéressante au décapage traditionnel par boteur.

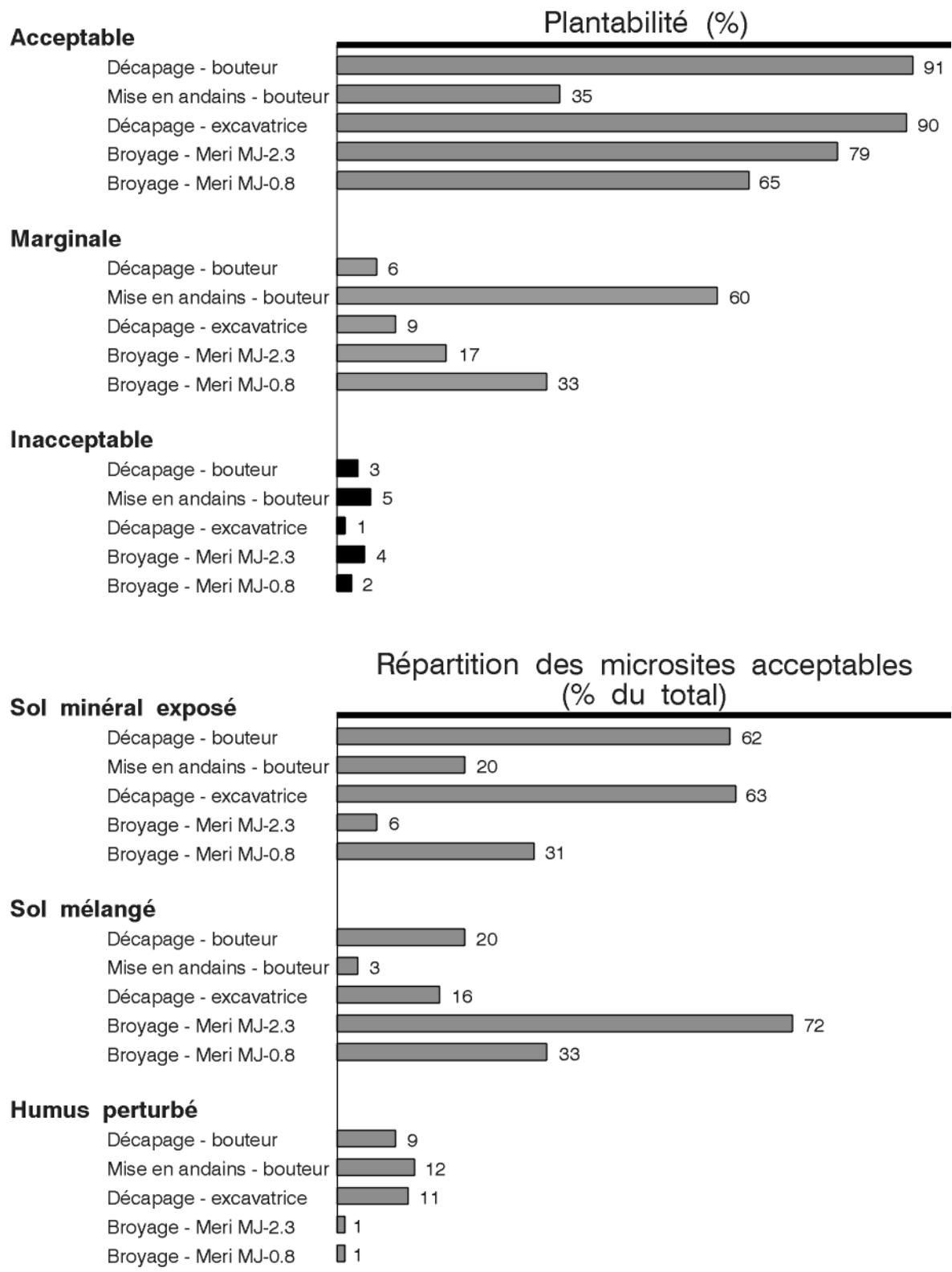


Figure 7. Niveaux de plantabilité entre les andains et répartition des microsites acceptables.

Conclusion

En comparaison à la méthode traditionnellement utilisée dans le centre de l'Ontario (décapage à l'aide d'un boteur), le décapage avec excavatrice, la mise en andains et le broyage pourraient tous offrir des solutions de rechange intéressantes dans certaines circonstances. La mise en andains présente des avantages économiques importants à court terme mais pourrait à long terme poser des problèmes sur le plan de l'établissement et de l'entretien des plantations. Malgré un coût de fonctionnement plus élevé dans les conditions de notre essai, l'excavatrice pourrait être utilisée avantageusement après une coupe partielle. À première vue, le broyage semble proposer une avenue intéressante puisque pour un coût de traitement comparable à celui du décapage, il est possible de produire des microsites de qualité supérieure.

Cependant, il ne sera vraiment possible de déterminer le traitement le plus approprié dans les conditions de l'étude qu'après une évaluation du développement des plantations sur une plus longue période. À cette fin, le suivi effectué par l'OFRI permettra d'établir les avantages sur le plan biologique des cinq méthodes de préparation de terrain expérimentées. L'étude de l'OFRI déterminera également le moment et l'intensité des traitements d'entretien subséquents nécessaires pour assurer une croissance optimale.

Références

- Bulley, B.; Cormier, D. 1995. Râteau monté sur excavatrice pour préparer le terrain après une coupe partielle. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Pointe-Claire, Qué. Comm. techn. Sylviculture-74. 2 p.
- Cormier, D. 1996. Préparation de terrain après coupe partielle : le scarifiage par placeaux à l'aide d'excavatrices. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Pointe-Claire, Qué. Comm. techn. Sylviculture-88. 2 p.
- Hunt, J.A. 1995. Site preparation with the Meri Crusher in a partial-cut in the Northwest Territories: observations. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Vancouver, C.-B. Field Note Sylviculture-83. 2 p.
- Paterson, J.; Parker, W.C.; Bell, F.W.; Meyer, T. 1997. Rehabilitation of Great Lakes-St. Lawrence forest ecosystems: Management Impact Assessments (MIA) Project. Résumé, Dans : Textes Préliminaires, Sustainable site productivity in Canadian forests workshop, Sault Ste. Marie, Ontario. Serv. can. for., Sault Ste. Marie, Ont.
- Rickards, J.; Savage, G.D. 1983. Costing mechanical equipment—McNally revised. Assoc. can. pâtes et papiers, Montréal, Qué. Report W.S.I.-2911 (B-5).

Mise en garde

Le présent 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 peuvent être adéquats.

Remerciements

Les auteurs aimeraient remercier Dave Deugo (OMNR, bureau du district de Bracebridge) pour son aide, Ruth Taylor (OMNR, bureau du district de Bracebridge) pour son assistance sur le site, et Derek Sidders (Forêts Canada, Région du Nord-ouest) à Edmonton pour avoir mis à notre disposition le broyeur Meri MJ-0.8 et avoir aidé à son installation sur la chargeuse à chenilles.