

Essai opérationnel de diverses méthodes de scarifiage intégré aux opérations dans les trouées et mise en place d'un dispositif de suivi

Rapport de projet volet 1 produit et rédigé par :

Philippe Nolet, B.Sc., M.Sc.

Julie Poirier



**Institut Québécois d'Aménagement
de la Forêt Feuillue**

Présenté à:

Produits Forestiers Lachance inc.

FORÊT QUÉBEC

Unité de gestion de La Rouge-Mattawin (62-02)

Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier

JUILLET 2001

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier spécialement Éric Caya de Ressources forestières biotiques pour l'appui technique et professionnel apporté tout au cours du projet. De plus, nous tenons à souligner l'appui financier de Forêt Québec de l'unité de gestion de La Rouge-Mattawin et Produits Forestiers Lachance inc. fourni via le Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet I. Nous remercions également Josée Deslandes pour le travail efficace et consciencieux sur le terrain.

Résumé

La dernière version du manuel d'aménagement forestier propose l'utilisation de coupes de jardinage par trouées pour la régénération des essences peu tolérantes. Afin d'assurer une régénération adéquate, les instructions relatives au manuel « méthodes d'échantillonnage pour les suivis des interventions forestières » spécifient qu'une mise à nu du sol minéral doit être effectuée. Le but de ce projet était donc d'identifier une ou des techniques de scarifiage qui sont économiquement acceptables et qui permettent de rencontrer l'objectif de régénération des coupes de jardinage avec trouées. Pour ce faire, nous avons testé divers types de scarifiage, soit le scarifiage par peigne, le scarifiage par retrait des déchets, la mise à nu du sol minéral à l'aide d'une pelle sur débusqueuse et aucune activité de scarifiage proprement dite (témoin). Quarante (40) trouées furent choisies et lors de la récolte ligneuse de ces trouées, chacun des trois types de scarifiage choisi fut testé dans dix (10) trouées. La mise à nu du sol minéral à l'aide d'une pelle fut abandonnée en cours de route pour cause de bris de machinerie récurrents. Ensuite, nous avons effectué une description quantitative des divers lits de germination présents dans les trouées. Ainsi, les proportions de sol minéral mis à nu, de mélange humus-minéral et les parcelles intactes (humus) furent notées. Afin de contrôler l'effet semenciers, un inventaire des bouleaux jaunes fut effectué au pourtour des trouées. L'analyse du temps productif de scarifiage par trouée indique une différence significative entre les trois types de scarifiages réalisés (peigne, retrait-déchets, témoin). En effet, le scarifiage par retrait des déchets nécessite 27% moins de temps que le scarifiage par peigne. La présence des divers types de lit de germination varie d'un scarifiage à l'autre selon le degré de perturbation du sol, les trouées scarifiées par peigne étant le plus perturbé, suivi du retrait des déchets, puis des témoins. Les types "humus-minéral" et "sol minéral" présentent des patrons similaires en fonction des divers types de scarifiages, étant fréquemment observé dans le peigne, moins dans le retrait des déchets et rares dans les témoins. Le type "humus" suit une courbe contraire, étant plus fréquente dans les témoins et ainsi de suite. Les divers types de lits de germination rencontrés furent notés selon leur qualité pour l'établissement (germination), la survie et la croissance du bouleau jaune. L'analyse des données ne démontre aucune différence significative dans le pourcentage de qualité des lits de germination entre le peigne et le retrait des déchets; par contre ces derniers offrent plus de bons micro-sites que les témoins. Néanmoins, les trouées témoins comptent une quantité appréciable de bons et moyens micro-sites, ce qui semble suffisant pour assurer la régénération du bouleau jaune étant donné la grande quantité de semenciers au pourtour des trouées. En bref, le scarifiage par retrait des déchets nous semble plus intéressant que le scarifiage par peigne, nécessitant moins de temps pour sa réalisation tout en offrant une quantité équivalente de bons micro-sites. Les trouées non-scarifiées offrent une quantité appréciable de bons micro-sites étant donné la perturbation du sol lors de la réalisation des interventions à l'automne. Les semis de l'année n'ayant pas été inventoriés, la relation établie par le biais de la littérature entre, d'une part, notre description des lits de germination et, d'autre part, leur potentiel pour l'établissement, la survie et la croissance du bouleau jaune demeure à vérifier. Un suivi à cette étude s'impose donc.

Table des matières

Remerciements.....	i
Résumé.....	ii
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	v
Introduction	6
Méthodologie.....	7
Revue de littérature	9
Résultats	10
Temps de scarifiage	10
Description des lits de germination	10
Dénombrement des semenciers de bouleau jaune	15
Discussion	16
Conclusion, recommandations et limites.....	18
Références citées.....	19
Annexe	20

Liste des tableaux

Tableau 1. Description des caractéristiques des types de lits de germination rencontrés dans les trouées.....	11
Tableau 2. Types de lits de germination rencontrés et leur qualité pour l'établissement, la survie et la croissance du bouleau jaune, selon les auteurs consultés dans la revue de littérature.....	13
Tableau 3. Nombre moyen de semenciers par trouée et surface terrière moyenne des semenciers à l'hectare selon le type de scarifiage.....	15

Liste des figures

Figure 1. Temps moyen requis (en minutes) pour effectuer le scarifiage d'une trouée de 1000m ² selon le type de scarifiage.	10
Figure 2. Fréquence des différentes catégories de lits de germination selon le type de scarifiage.	12
Figure 3. Pourcentage de qualité des lits de germination par type de scarifiage effectué dans les trouées.....	14
Figure 4. Courbe de répartition des semenciers de bouleau jaune au pourtour des trouées selon leur DHP, nombre à l'hectare.	15
Figure 5. Photo de bois décomposé.....	20
Figure 6. Photo d'humus perturbé (côté droit de la photo).	20
Figure 7. Photo d'un sol minéral (partie inférieure gauche) et d'un mélange humus et sol minéral (partie droite).....	21
Figure 8. Photo d'un mélange de sol minéral et humus dans une micro dépression. Présence de semis au stade de cotylédons.....	21
Figure 9. Photo d'humus non perturbé en bordure d'une trouée scarifiée au peigne.	22
Figure 10. Photo de débris ligneux laissés sur le sol d'une trouée témoin.	22
Figure 11. Photo d'une souche dans une trouée peigne.	23
Figure 12. Photo de roc dans une trouée peigne. Humus mince en bordure.....	23
Figure 13. Photo de traces de machinerie inondées faites dans une trouée témoin.	24
Figure 14. Photo d'une trouée scarifiée au peigne.	24
Figure 15. Photo d'une trouée scarifiée par retrait des déchets.	25
Figure 16. Photo d'une trouée témoin.....	25

Introduction

La dernière version du manuel d'aménagement forestier propose l'utilisation de coupes de jardinage par trouées pour la régénération des essences peu tolérantes. Afin d'assurer une régénération adéquate, les instructions relatives au manuel « méthodes d'échantillonnage pour les suivis des interventions forestières » spécifient qu'une mise à nu du sol minéral doit être effectuée. Cette dernière spécification amène deux questions importantes :

Est-ce que la mise à nu du sol minéral constitue la meilleure façon de favoriser la régénération des essences désirées ? En effet, quoique la plupart des forestiers s'accordent pour dire qu'une mise à nu du sol minéral augmente le potentiel d'établissement des semis, plusieurs s'interrogent sur le potentiel qu'offre un sol minéral mis à nu pour la croissance ultérieure de ces mêmes semis.

Quel type de machinerie devrait-on utiliser pour effectuer le scarifiage et surtout comment l'intégrer aux opérations de récolte dans les trouées ? Cette question, dépendante de la réponse à la première question, est d'une grande importance économique pour les industriels forestiers et il est nécessaire d'y répondre rapidement, car les coupes par trouées font partie intégrante du dernier plan quinquennal d'aménagement.

Le but de ce projet était donc d'identifier une ou des techniques de scarifiage qui sont économiquement acceptables ET qui permettent de rencontrer l'objectif de régénération des coupes de jardinage avec trouées.

À la lumière des résultats obtenus, nous serons en mesure d'évaluer économiquement trois différents types de scarifiage. Le succès, quant à la régénération, sera estimé à partir d'une courte revue de littérature. De plus, la mise en place d'un dispositif expérimental permettra de vérifier si ces estimations sont justes.

Méthodologie

Le secteur à l'étude est localisé à 58 km au nord de Saint-Michel-des-Saints, au sud de l'unité de paysage du Lac Laverdière définie par (Robitaille et Saucier, 1998) et fait partie du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune. Cette unité est caractérisée principalement par des tills épais qui recouvrent plus de la moitié de la superficie totale et par la présence de dépôts juxtaglaciaires. Le relief est modérément accidenté et formé de collines aux sommets arrondis et aux versants en pente modérée. L'altitude moyenne, plus élevée que celle des unités voisines, est de 520 m. La végétation potentielle des sites mésiques de milieu de pente est la bétulaie jaune à sapin. Les sommets bien drainés sont colonisés par l'érablière à bouleau jaune (Robitaille et Saucier, 1998).

Dans un premier temps, une revue de littérature et des discussions avec des personnes-ressources (de la région et de l'extérieur) a permis d'évaluer le ou les types de scarifiage qu'il est préférable d'effectuer pour l'établissement et la croissance des semis de bouleau jaune.

Sur le terrain, quarante (40) trouées établies sur des conditions écologiques et de relief semblables ont été choisies. Les trouées de forme carrée ont une superficie de 1000m² chacune. Lors de la récolte de ces trouées, chacun des trois types de scarifiage choisi fut testé dans dix (10) trouées. De plus, dix (10) trouées furent laissées intactes afin de servir de témoin. La méthode de mise à nu du sol minéral à l'aide d'une pelle montée sur une débusqueuse fut abandonnée en cours de réalisation, puisqu'elle provoquait de nombreux bris de machinerie. Ce n'est par conséquent pas une option valable.

Une fois le scarifiage accompli, nous avons effectué une description quantitative des divers lits de germination présents dans les trouées. Dans chaque trouée, cent (100) parcelles de 30 cm de diamètre ont été réparties de façon aléatoire et variant d'une trouée à l'autre. La détermination du nombre de placette à inventorier a été faite de manière à ce que l'échantillon prélevé soit suffisamment grand pour offrir la précision désirée. Nous avons identifié les principaux types de lits de germination en se basant sur la revue de littérature, puis les avons regroupés en un nombre suffisamment restreint de catégories. Ainsi, les proportions de sol minéral mis à nu, de mélange humus-minéral et les parcelles intactes (humus) furent notées. Cela

permettra de vérifier quels sont les types de lits de germination formés par les différents scarifiages ainsi que leur qualité pour régénérer le bouleau jaune.

Afin de contrôler l'effet semenciers, nous avons effectué un inventaire des bouleaux jaunes au pourtour des trouées, suivant la même forme et un rayon égal à celui des trouées. Tous les bouleaux jaunes présents dans cette superficie ont été dénombrés et regroupés par classes de 10 cm. La superficie du pourtour de la trouée est de 3000m², soit le triple de celle de la trouée.

Les semis de l'année n'ont pas été inventoriés, étant au stade de cotylédons lors de la saisie des données, donc impossible à différencier.

Revue de littérature

Nous constatons d'après tous les auteurs consultés que le scarifiage du sol augmente la régénération du bouleau jaune. Le bouleau jaune est une espèce très sensible à la sécheresse et aux inondations ainsi qu'aux propriétés physiques et chimiques du sol (Perala et Alm, 1990). La présence des semis de bouleau jaune est ainsi reliée à l'humidité de la surface du sol et aux conditions physiques du lit de germination, c'est-à-dire un bon drainage et un apport élevé en nutriments (Godman et Krefting, 1960 ; Wang, 1965). Par ailleurs, la préparation du lit de germination procure non seulement le mélange "humus-sol minéral" désiré mais aussi enlève la régénération établie qui opprimerait l'établissement des semis de bouleau jaune. Roberge (1977) arrive à la conclusion à l'effet que le scarifiage stimule l'établissement du bouleau jaune (avec ou sans ensemencement artificiel), mais cet effet s'estomperait 5 ans après le scarifiage.

Selon les auteurs consultés par Perala et Alm (1990) les lits de germination offrant un meilleur taux de germination sont l'humus, l'humus mélangé au sol minéral, les rondins et les souches en décomposition. Filip (1968) arrive sensiblement à la même conclusion en mentionnant une meilleure régénération sur les lits de germination perturbés où le sol minéral est exposé ou mélangé à l'humus. Les meilleures conditions de lit de germination sont, d'après Godman et Krefting (1960) et Wang (1965), le sol minéral mélangé à la matière organique partiellement décomposée, entraînant une bonne rétention de l'humidité du sol et offrant aussi une texture relativement souple qui favorise une germination et un établissement rapide des racines des semis. Par contre, la matière organique non décomposée avec une petite quantité de sol minéral mélangé fait un pauvre lit de germination, causant l'assèchement rapide des couches supérieures du sol. Selon Cunningham (1953, *dans* Godman et Krefting, 1960), l'humus est le meilleur lit de germination dans la région des Grands Lacs et du St-Laurent. Enfin, le sol minéral ne favoriserait pas une croissance hâtive sans toutefois restreindre la germination totale (Perala et Alm, 1990 ; Godman et Krefting, 1960).

Résultats

Temps de scarifiage

L'analyse du temps productif de scarifiage par trouée nous indique une différence significative entre les trois types de scarifiages réalisés (peigne, retrait-déchets, témoin) (ANOVA; $p < 0.001$). En effet, le scarifiage par peigne nécessite en moyenne 21,5 minutes par trouée, tandis que le scarifiage par retrait des déchets demande environ 15,7 minutes. La figure 1 montre le temps moyen par type de scarifiage et l'écart type.

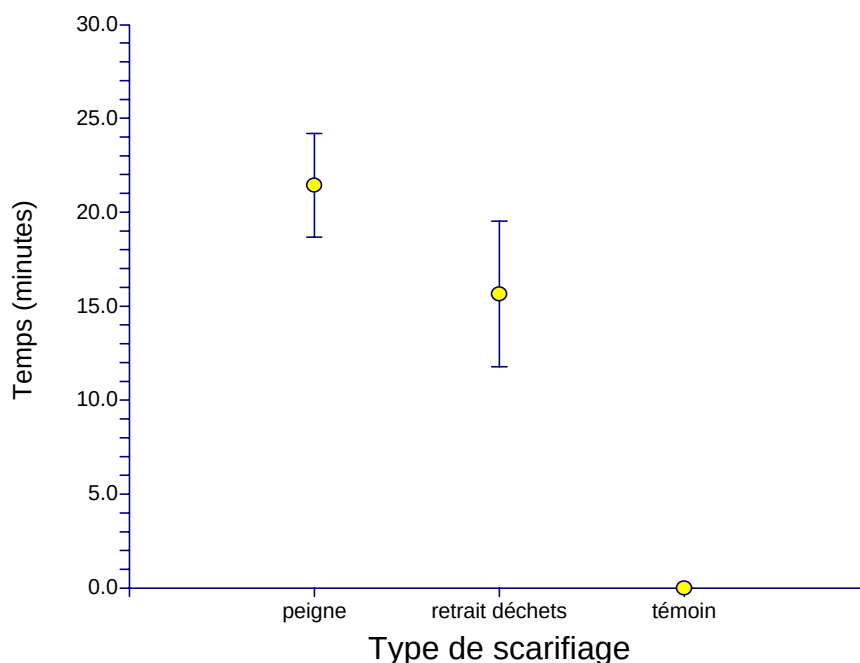


Figure 1. Temps moyen requis (en minutes) pour effectuer le scarifiage d'une trouée de 1000m² selon le type de scarifiage. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance à 95%.

Description des lits de germination

L'échantillonnage des lits de germination nous a permis de déterminer les conditions physiques du sol que nous retrouvions le plus souvent dans les trouées, que nous avons regroupées en 12 types distincts. Une description sommaire des caractéristiques des types de lit de germination est illustrée au tableau 1. Pour chaque type de lit de germination présent dans les trouées, une photographie a été prise sur le terrain et est illustrée en annexe.

Tableau 1. Description des caractéristiques des types de lits de germination rencontrés dans les trouées.

<i>Types de lits de germination</i>	<i>Description des conditions physiques du sol</i>
Bois décomposé	Souches et rondins en décomposition
Humus perturbé	Humus dont la structure est altérée par le passage ou l'action de la machinerie; humus détaché du sol minéral
Humus-minéral	Mélange d'humus et de sol minéral causés par le scarifiage du sol
Humus	Ensemble des résidus végétaux et animaux, plus ou moins décomposés, à la surface du sol minéral
Sol minéral	Mise à nu du sol minéral par le retrait de l'humus
Débris ligneux	Débris de coupe laissés sur le sol; rondins et branches accumulés au sol
Souche	Souche non décomposée
Roc	Roc ou grosse roche caractérisés par l'absence de dépôt
Inondé	Accumulation au sol d'eau de pluie ou de ruissellement
Humus sur roc	Humus mince recouvrant en partie le roc (peu fréquent)
Humus-minéral sur roc	Mélange d'humus et de sol minéral recouvrant en partie le roc (très rare)
Minéral sur roc	Sol minéral mince recouvrant en partie le roc (très rare)

Il est important de préciser que la litière de feuillus a été incluse dans le type "humus". En effet, à l'intérieur des trouées, la litière de feuillus était très mince et presque ou entièrement décomposée, contrairement au pourtour des trouées où elle était beaucoup plus épaisse. Cela peut être dû au fait que la coupe a été faite avant la chute des feuilles, en octobre 2000.

D'après les résultats d'analyse statistique, la présence des divers types de lit de germination varie d'un scarifiage à l'autre, vu les différences de conditions physiques et d'humidité de la surface du sol engendrés par le scarifiage (ANOVA; $p < 0.001$). La figure 2 montre la fréquence des catégories de lits de germination pour chaque scarifiage.

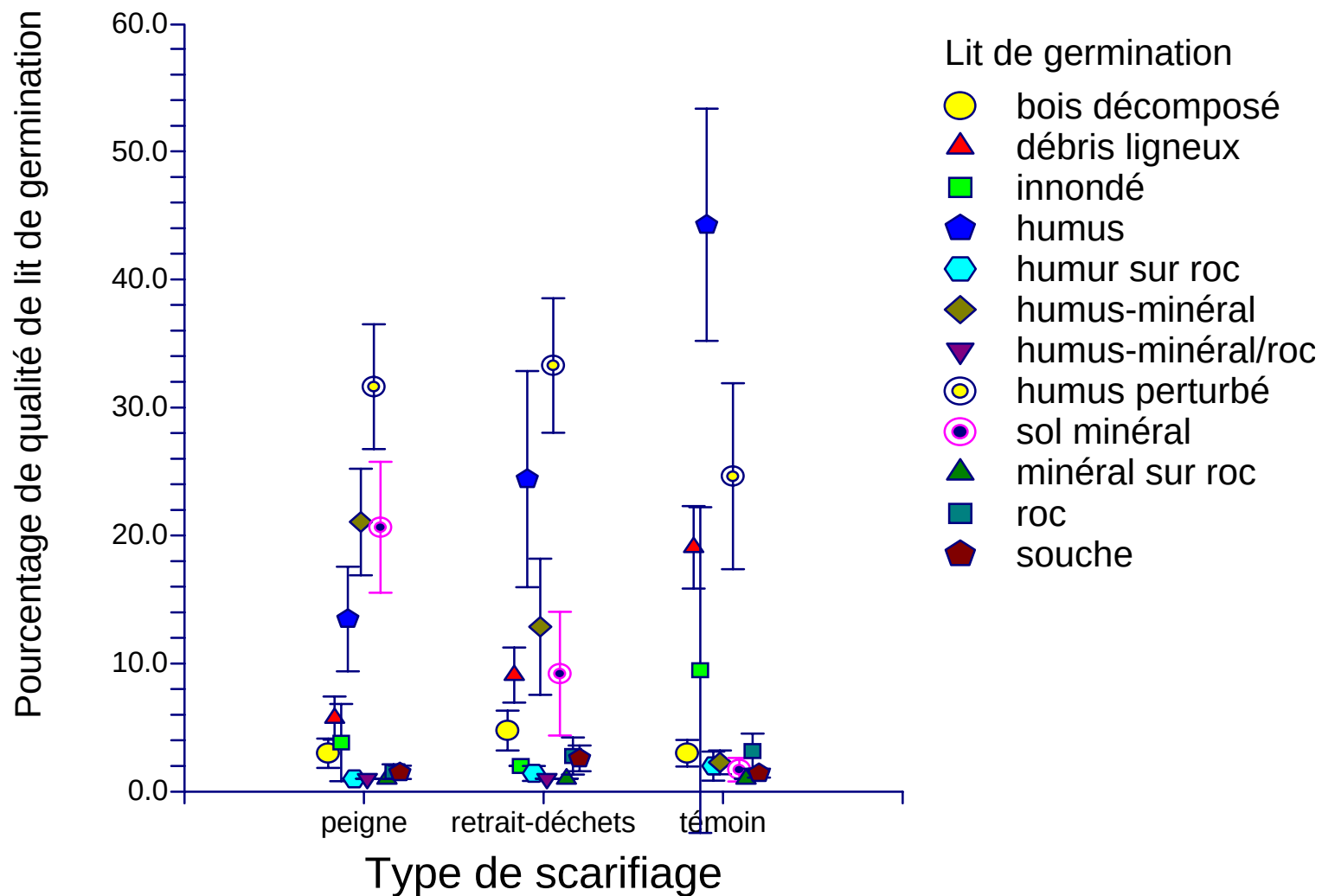


Figure 2. Fréquence des différentes catégories de lits de germination selon le type de scarifiage. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance à 95%.

Nous avons observé que la proportion du type "humus" est très différente dans les trois types de trouées. Elle n'est en fait que de 14% dans les trouées scarifiées par peigne, de 24% dans celles par retrait des déchets et de 44% dans les trouées témoins. Le type "humus perturbé" est en proportion à peu près égale dans les deux types de scarifiage, à environ 33%, tandis qu'il se trouve dans 25% des parcelles des trouées témoins.

Les types "humus-minéral" et "sol minéral" ont un comportement similaire à travers les types de trouées. Le type "humus-minéral" se retrouve dans 21% des placettes dans les trouées scarifiées par peigne, il diminue à 13% dans les trouées scarifiées par retrait-déchets et enfin à 2% dans les trouées témoins. Quant au type "sol minéral", il est présent dans 21% des trouées scarifiées par peigne, sa proportion baisse à 9% dans les trouées retrait-déchets et enfin à seulement 2% dans les trouées témoins. Cela concorde avec ce que nous avons observé sur le terrain à l'effet que les trouées scarifiées par retrait des déchets laissaient paraître beaucoup moins de traces que celles scarifiées par peigne. La surface du sol était moins perturbée par le retrait des déchets.

Ces catégories sont décrites au tableau 2 ainsi que leur qualité comme lits de germination pour l'établissement (germination), la survie et la croissance des semis, à la lumière de l'information recueillie dans la revue de littérature réalisée.

Tableau 2. Types de lits de germination rencontrés et leur qualité pour l'établissement, la survie et la croissance du bouleau jaune, selon les auteurs consultés dans la revue de littérature.

<i>Lits de germination</i>	Établissement	Survie	Croissance	Global
bois décomposé	bon	bon	bon	bon
humus perturbé	bon	bon	bon	bon
humus-minéral	bon	bon	bon	bon
humus	moyen	bon	bon	moyen
minéral	bon	faible	moyen	moyen
débris ligneux	faible	faible	faible	faible
souche	faible	faible	faible	faible
roche	faible	faible	faible	faible
eau	faible	faible	faible	faible
humus sur roc	faible	faible	faible	faible
humus-minéral sur roc	faible	faible	faible	faible
minéral sur roc	faible	faible	faible	faible

L'analyse des données ne démontre aucune différence significative dans le pourcentage de qualité des lits de germination entre le scarifiage par peigne et par retrait des déchets; par contre ces deux types de scarifiage forment significativement plus de lit de germination que le témoin (ANOVA; $p = < 0.001$; Figure 3). Plus de la moitié (56% et 51%) des placettes inventoriées dans ces deux types de scarifiage forment des bons lits de germination, 34% font de moyens et une petite proportion forme de mauvais micro-sites (10 et 15%). Par contre, les trouées témoins ont un comportement différent avec un beaucoup plus petit pourcentage de bons lits (29%), et une augmentation de la proportion de moyens (46%) et de mauvais micro-sites (26%). En considérant qu'une trouée peut contenir près de 14150 micro-sites de 30 cm de diamètre, cela représente, dans le cas de la trouée témoin, 4071 bons et 6460 moyens micro-sites, ce qui semble suffisant pour assurer la régénération du bouleau jaune puisque le pourtour des trouées présente une très grande quantité de semenciers (prochaine section).

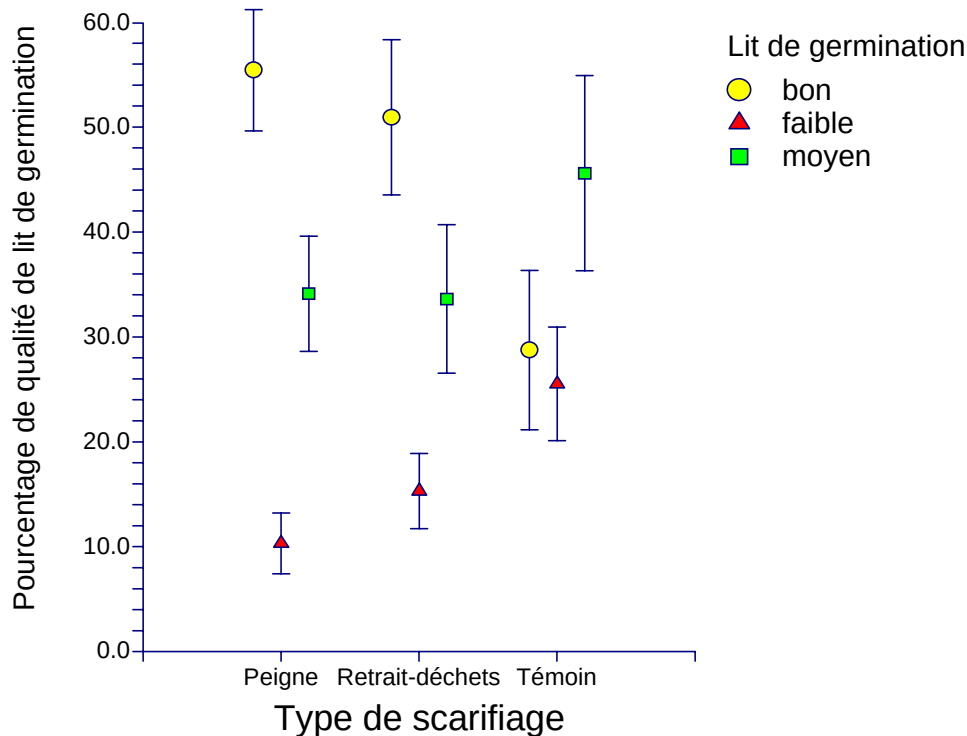


Figure 3. Pourcentage de qualité des lits de germination par type de scarifiage effectué dans les trouées. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance à 95%.

Dénombrement des semenciers de bouleau jaune

Le dénombrement des semenciers au pourtour des trouées nous a permis d'avoir une idée de l'effet semenciers. Nous avons dénombré une moyenne de 33 semenciers par trouée, dont les DHP (diamètre à hauteur de poitrine) sont répartis selon la courbe illustrée à la figure 4. L'analyse des données montre que la surface terrière moyenne par trouée ne varie pas selon le type de scarifiage, se situant à 11 m²/ha (Tableau 3).

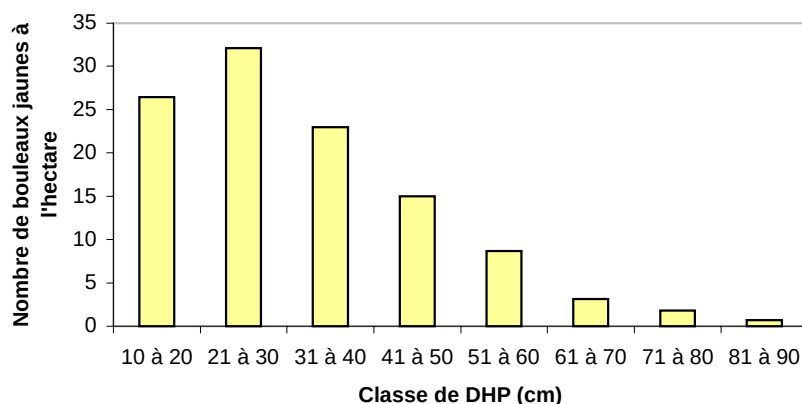


Figure 4. Courbe de répartition des semenciers de bouleau jaune au pourtour des trouées selon leur DHP.

Tableau 3. Nombre moyen de semenciers par trouée et surface terrière moyenne des semenciers à l'hectare selon le type de scarifiage.

<i>Scarifiage</i>	Nbre semenciers	S.T.moy (m ² /ha)
Peigne	33	12,10
Retrait-déchets	32,11	9,39
Témoin	34,67	11,63
Total	33,23	11,15

La répartition par classe de diamètre démontre une très grande quantité de bouleaux jaunes de petits diamètres. Si la situation était la même dans les trouées, il faut se rendre à l'évidence qu'il y a eu sacrifice d'exploitabilité dans la mesure où ces petites tiges étaient des tiges de bonne qualité/vigueur. Dans ce type de peuplements, il vaudrait mieux s'assurer de protéger ces petites tiges au lieu de tenter de favoriser l'établissement de semis.

Discussion

D'après nos résultats, le scarifiage par retrait des déchets nécessite 27% moins de temps que celui par peigne. Cependant, son temps d'exécution est plus variable que ce dernier. Ainsi, en terme de coût d'opérations, le scarifiage par retrait des déchets nous semble à première vue plus avantageux que le scarifiage par peigne. Rappelons aussi que le scarifiage par mise à nu du sol minéral à l'aide d'une pelle sur une débusqueuse n'a pas été retenu comme méthode acceptable, puisqu'il entraîne des coûts élevés d'opérations dus aux bris récurrents de la machinerie lors de l'exécution.

Les proportions des types de lits de germination dans les trouées varient nettement du scarifiage par peigne à celui par retrait des déchets. La méthode de scarifiage la plus sévère étant le peigne, on y retrouve le plus grand pourcentage des types "sol minéral mis à nu" et "humus-sol minéral". Cette proportion diminue dans le scarifiage par retrait des déchets pour être presque négligeable dans les trouées témoins. On constate un comportement inverse dans le cas du type "humus", étant peu fréquent dans les trouées scarifiées par peigne, davantage dans celles par retrait des déchets et présent dans plus de 44% des parcelles des trouées témoins.

La qualité des micro-sites pour la germination du bouleau jaune est sensiblement la même dans l'un ou l'autre des deux scarifiages. La qualité des micro-sites des trouées témoins est cependant dissemblable des deux précédentes, où l'on observe moins de micro-sites de bonne qualité, mais davantage de micro-sites de moyenne qualité. Par contre, la perturbation du sol causée par la récolte ligneuse réalisée à l'automne dans les trouées témoins crée une quantité suffisante de micro-sites de bonne qualité pour assurer la régénération du bouleau jaune. Il reste à vérifier cependant quelle est la réponse des semis de bouleau jaune à ce type de traitement.

La coupe et le scarifiage ont été réalisés en automne, causant de nombreuses traces de machinerie à l'intérieur des trouées témoins où le sol est perturbé. Cette coupe diffère d'une coupe d'hiver où le sol est protégé par la neige. Cela explique la présence d'humus perturbé dans près de 25% des lits de germination des trouées témoins et aussi l'importance des perturbations lors du retrait des déchets de coupe.

Les semis de l'année n'ayant pas été inventoriés, la relation établie par le biais de la littérature entre, d'une part, notre description des lits de germination et, d'autre part, leur potentiel pour l'établissement, la survie et la croissance du bouleau jaune demeure à vérifier. Un suivi à cette étude s'impose donc.

Conclusion, recommandations et limites

Dans le choix d'une ou des techniques de scarifiage acceptables économiquement et qui permettent de rencontrer l'objectif de régénération des coupes de jardinage avec trouées. Pour l'instant, nous ne saurions faire de recommandation quant à la meilleure méthode de scarifiage. Il nous manque en effet un élément essentiel afin d'avoir une idée juste de l'impact des types de scarifiage sur la régénération du bouleau jaune, soit la réponse des semis aux différents types de lits de germination.

Néanmoins, la comparaison des types de scarifiage au point de vue de leur coût d'opérations et de la qualité des micro-sites nous a permis de faire deux constats :

1. Le scarifiage par retrait des déchets nous semble plus intéressant que le scarifiage par peigne, nécessitant moins de temps pour sa réalisation tout en offrant une quantité équivalente de micro-sites de bonne qualité pour l'établissement des semis de bouleau jaune.
2. Les trouées non-scarifiées offrent une quantité appréciable de bons micro-sites étant donné la perturbation du sol lors de la réalisation des interventions.

Un suivi à court terme nous permettra de vérifier la réponse des semis aux divers scarifiages au niveau de leur germination et de leur établissement. Ce suivi est déjà prévu pour l'été 2001 dans le dispositif expérimental mis en place à cet effet. Par ailleurs, un second suivi, à plus long terme, serait nécessaire afin que la survie et la croissance des jeunes plants soient mises en relation avec les divers scarifiages. En effet, il sera intéressant de vérifier comment la végétation compétitrice réagit suite aux divers types de perturbations et comment elle influence la survie et la croissance du bouleau jaune. Ce suivi permettra donc d'avoir une idée plus globale de l'effet des coupes de jardinage par trouées et de la préparation du lit de germination sur la régénération du bouleau jaune en vue de reconstituer le peuplement.

Références citées

- Filip, S. M. 1968. Natural regeneration of birch in New England. Dans Proceedings, The Birch Symposium. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station , General Technical Report NE-5, 5 p.
- Godman, R. M. et L. W. Krefting. 1960. Factors important to yellow birch establishment in upper Michigan. *Ecology*. 41 : 18-28.
- Perala, D. A. et A. A. Alm. 1990. Reproductive ecology of birch : a review. *Forest ecology and management*. 32 :1-38.
- Roberge, M. R. 1977. Influence of cutting methods on natural and artificial regeneration of yellow birch in Quebec northern hardwoods. *Canadian journal of forest research*. 7 : 175-182.
- Robitaille, A et J.P. Saucier. 1998. Paysages régionaux du Québec méridional. Les Publications du Québec. 213 p.
- Wang, B. S. P. 1965. Seedbed, canopy and moisture effects on growth of yellow birch seedlings. *The Forestry Chronicle*. 41 : 106-107.

Annexe



Figure 5. Photo de bois décomposé.



Figure 6. Photo d' "humus perturbé" par la machinerie (côté droit de la photo) et par le peigne (côté gauche de la photo).



Figure 7. Photo d'un sol minéral (partie inférieure gauche) et d'un mélange humus et sol minéral (partie droite).



Figure 8. Photo d'un mélange de sol minéral et humus dans une micro-dépression. Présence de semis au stade de cotylédons.



Figure 9. Photo d'humus intact (non perturbé) en bordure d'une trouée scarifiée par peigne.



Figure 10. Photo de débris ligneux laissés sur le sol d'une trouée témoin.



Figure 11. Photo d'une souche dans une trouée scarifiée par peigne.



Figure 12. Photo de roc dans une trouée scarifiée par peigne. Humus mince en bordure.



Figure 13. Photo de traces de machinerie inondées faites dans une trouée témoin.



Figure 14. Photo d'une trouée scarifiée au peigne.



Figure 15. Photo d'une trouée scarifiée par retrait des déchets.



Figure 16. Photo d'une trouée témoin.