

FOREST ENGINEERING
RESEARCH INSTITUTE
OF CANADA



INSTITUT CANADIEN
DE RECHERCHES
EN GÉNIE FORESTIER

DS

**OPÉRATIONS MANUELLES
DE PLANTATION
DANS LE CENTRE ET L'EST DU CANADA**

Ernst I. Stjernberg, R.P.F.

Avril 1988



Rapport Technique

RT-79

OPÉRATIONS MANUELLES DE PLANTATION DANS LE CENTRE ET L'EST DU CANADA

Ernst I. Stjernberg, R.P.F.

Rapport Technique No. RT-79

Avril 1988

MOTS-CLÉS: Plantation forestière, Opération manuelle, Équipes, Organisation, Motivation, Productivité, Coûts, Systèmes de rémunération, Travail à la pièce, Préparation du terrain, Semis, Semis en récipients, Transport des semis.

Traduit par: Thérèse Sicard, ing.f.

This Technical Report is available in English.

Avant-propos

Encore tout récemment, l'industrie forestière du centre et de l'est du Canada procédait à la récolte des arbres et les gouvernements provinciaux étaient responsables du reboisement. Actuellement, la responsabilité de la régénération a été en majeure partie remise entre les mains de l'industrie. Cette situation présente des avantages mais aussi des problèmes pour les entreprises forestières. Les avantages tiennent à la possibilité d'intégrer les opérations de récolte et les traitements sylvicoles, alors que les problèmes sont dus à la nécessité d'effectuer des opérations d'un nouveau genre pour lesquelles on ne possède que peu d'expérience.

Le programme de plantation forestière au Canada prend régulièrement de l'ampleur. Un nombre de plus en plus grand de plants sont cultivés en récipients. On trouvera dans le présent rapport les résultats d'études effectuées sur les opérations de plantation de six compagnies-membres de FERIC. Divers types de semis en récipients étaient plantés manuellement par les employés des compagnies ou par des travailleurs saisonniers. Les opérations présentaient des différences importantes de l'une à l'autre; aussi le lecteur devrait-il éviter de comparer directement les résultats des diverses études. Le rapport donne un aperçu général des opérations observées en indiquant les points susceptibles d'amélioration.

Un projet de cette nature ne peut être mené à terme sans l'aide de plusieurs personnes. L'auteur aimerait donc remercier pour leur excellente collaboration tous les employés des compagnies suivantes qui ont participé d'une façon ou de l'autre aux études sur les plantations:

Abitibi-Price Inc., Divisions d'Iroquois Falls et de Pine Falls
Produits forestiers E.B. Eddy Ltée
Fraser Inc.
Great Lakes Forest Products Ltd
Stora Forest Industries

Nous désirons également exprimer notre appréciation aux employés de FERIC, M. St-Amour et L. Desrochers, pour leur assistance technique.

L'auteur

Ernst Stjernberg est diplômé de l'Université de Toronto (B.Sc.F.) et Registered Professional Forester (R.P.F.) de la province d'Ontario. Il s'est joint à la Division de l'Est en 1979 et fut d'abord attaché au secteur des routes et du transport; il a par la suite été muté au programme sur les opérations sylvicoles quand celui-ci a démarré en 1982.

Table des matières

	Page
AVANT-PROPOS	i
LISTE DES FIGURES	iii
LISTE DES TABLEAUX	iv
SOMMAIRE	v
INTRODUCTION	1
LES ÉTUDES	2
SITUATION GÉNÉRALE	2
MÉTHODES	2
RÉSULTATS	3
CONDITIONS DE PLANTATION	3
MODES DE RÉMUNÉRATION	3
ÉCHANTILLONNAGE SYSTÉMATIQUE DES ACTIVITÉS	4
a) Temps non productif	4
b) Temps productif	4
i) Temps de marche	5
ii) Approvisionnement des dispositifs pour porter les semis	5
iii) Plantation	6
iv) Temps productifs divers	7
QUELQUES FACTEURS QUI AFFECTENT LE RENDEMENT D'UNE OPÉRATION DE PLANTATION	8
SYSTÈMES DE DISTRIBUTION DES SEMIS	8
a) De la pépinière à l'abri	9
b) De l'abri à la bordure de route	10
c) De la route au site de plantation	11
d) Transport par hélicoptère	12
e) Discussion	12
INFLUENCE DU TRACÉ ET DE LA QUALITÉ DE LA PRÉPARATION DU TERRAIN	15
a) Tracé	15
b) Qualité	15
AGENCEMENT DES PARCELLES À REBOISER	16
TYPES DE RÉCIPIENTS	16
DÉMARIAGE DES SEMIS	17
ÉQUIPEMENT DE PLANTATION	18
LES PLANTEURS	19
LES SURVEILLANTS	20
CONCLUSIONS	20
BIBLIOGRAPHIE	22
ANNEXE A: TRAVAUX DE PLANTATION RÉPARTIS EN DIVERSES ACTIVITÉS CODÉES POUR LA COLLECTE DES DONNÉES AVEC UN DATAMYTE 1005	23
ANNEXE B: TEMPS PASSÉ SUR LE SITE ET NOMBRE D'OBSERVATIONS LORS DES ÉTUDES D'ÉCHANTILLONNAGE SYSTÉMATIQUE DES ACTIVITÉS	24
ANNEXE C: CLASSIFICATION DU TERRAIN EN FONCTION DE LA DIFFICULTÉ DE PLANTATION	25

Liste des figures

	Page
Figure 1. Planteur manuel.	1
Figure 2. Planteuse forestière mécanique.	1
Figure 3. Déchargement à l'abri: étude 1.	9
Figure 4. Déchargement manuel en faisant une "chaîne humaine": étude 2 (première partie).	9
Figure 5. Le cadre de transport utilisé au cours de l'étude 2 (deuxième partie) contient 150 unités de croissance de type multipots.	9
Figure 6. Étude 2 (deuxième partie): le chargement et le déchargement du cadre de transport sont effectués par une grue montée sur le camion.	9
Figure 7. Déchargement de caisses empilables contenant chacune trois unités de croissance: étude 4.	10
Figure 8. Les caisses vides, empilées de manière compacte pour le voyage de retour, sont soulevées au moyen de la porte arrière à rabattement hydraulique: étude 4.	10
Figure 9. Des paniers de plastique vides empilés sont retournés au véhicule de livraison au moyen d'un convoyeur à rouleaux: étude 5.	10
Figure 10. Camion d'une tonne contenant 64 plateaux de paperpots FH408.	10
Figure 11. Cette remorque, tirée par la camionnette de l'équipe de planteurs, peut contenir jusqu'à 280 caissettes multipots.	10
Figure 12. Véhicule à chenilles servant au transport des semis hors-route.	11
Figure 13. Cadre de transport (figure 5) soudé à l'arrière d'un débusqueur pour le transport hors-route de caissettes multipots.	11
Figure 14. Support pour plateaux de paperpots, monté sur un débusqueur.	11
Figure 15. Remorque équipée de roues de débusqueur.	11
Figure 16. Un débusqueur modifié pour le transport du personnel peut également servir au transport des semis hors-route. Remarquer l'emploi de pneus larges.	12
Figure 17. Support à dos pour caissettes multipots.	13
Figure 18. Support à la hanche pour caissettes multipots.	13
Figure 19. Remorque à semis dotée d'un système de pont tandem et d'un balancier.	13
Figure 20. Méthode de plantation utilisant un porteur spécialement équipé pour le transport des semis.	14
Figure 21. Autre méthode de plantation utilisant un porteur spécialement équipé pour le transport des semis.	14
Figure 22. Méthode de distribution des semis au moyen d'un débusqueur.	14
Figure 23. La végétation concurrente qui a envahi la superficie où le terrain avait été préparé deux ans auparavant ralentit le travail des planteurs.	16
Figure 24. Séparation des récipients paperpots.	16
Figure 25. Plantation de semis en multipots au moyen d'un plantoir. Remarquer les lunettes de sécurité.	17
Figure 26. Boîte servant à l'expédition de mottes de semis cultivés dans des styroblocs 313 et paquet de semis.	17
Figure 27. Paniers rigides pour porter les semis.	18
Figure 28. Sacs souples pour semis avec garniture intérieure en polystyrène.	18
Figure 29. Support à la main pour caissettes multipots.	19
Figure 30. Support hybride sur la hanche.	19

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1. Paramètres du site et de l'opération	2
Tableau 2. Taux de rémunération	4
Tableau 3. Répartition du temps productif et non productif	4
Tableau 4. Répartition du temps productif par activité	5
Tableau 5. Répartition du temps de marche	5
Tableau 6. Mesure des vitesses de plantation et du nombre de semis plantés	6
Tableau 7. Vitesses de plantation mesurées comparativement aux vitesses calculées	7
Tableau 8. Systèmes de transport des semis de la pépinière à l'abri	8
Tableau 9. Augmentation de production requise pour compenser le coût d'un véhicule de distribution des semis affecté à chaque équipe	15

Sommaire

Les opérations de plantation forestière se sont révélées très difficiles à mécaniser. On peut donc s'attendre à ce que la grande majorité des semis continuent, du moins pendant un certain temps, à être plantés manuellement. C'est pourquoi nous avons effectué une étude des opérations manuelles de plantation de semis en récipients. Les principaux objectifs du projet visaient à déterminer combien de temps les planteurs passent aux diverses activités, et à identifier certains des facteurs qui influencent leur productivité. Un autre objectif consistait à déterminer s'il était possible d'améliorer certaines parties des opérations.

Les études ont porté sur six opérations de plantation dont cinq étaient effectuées par des compagnies forestières et l'autre par deux entrepreneurs. Le temps passé aux diverses activités a été déterminé par échantillonnage systématique des activités. Nous avons procédé à plus de 20 000 observations, couvrant pratiquement 89 heures de plantation. La répartition du temps productif était la suivante:

	Moyenne (%)	Variation (%)
Temps productif	88.0	66.5-98.7
a) Plantation	66.0	60.5-73.5
b) Marche	9.0	5.7-14.2
c) Approvisionnement	8.6	2.1-14.5
d) Divers	4.4	1.0- 7.8

Dans l'ensemble, la vitesse de plantation mesurée était en moyenne de 11,7 s/arbre, variant de 4,1 à 32,6 s/arbre.

Normalement les semis étaient transportés de la pépinière à un abri situé à un endroit central, au moyen de camions à plateforme ou d'ensembles camion-remorque. On pouvait transporter jusqu'à 252 000 semis par voyage. Une ou deux équipes de planteurs déchargeaient les semis à l'abri où des camions d'une tonne ou d'une demi-tonne, parfois équipés de supports spéciaux pour recevoir les récipients, venaient les chercher et les acheminaient plus loin sur la route. Des débusqueurs, munis de cadres de transport ou tirant des remorques, effectuaient le transport hors-route dans certains cas. On utilisait également d'autres véhicules hors-route comme un tracteur à chenilles et des véhicules tout terrain.

La qualité de la préparation du terrain et le tracé suivi sont deux facteurs qui affectent la productivité de la plantation et la distribution des semis. Le fait de préparer le terrain en traçant les rangs perpendiculaires au chemin d'accès facilite le travail de plantation, et l'insertion d'allées transversales à intervalles appropriés rend plus facile l'agencement des parcelles à reboiser et le transport des semis. Une préparation de bonne

qualité réduit la nécessité d'enlever à la main la litière et les débris de l'emplacement à planter et augmente le temps dont les planteurs disposent pour accomplir leur tâche première. On peut sauver du temps en ayant des parcelles bien marquées et leur distribution équitable contribue au bon moral de l'équipe.

Trois types de récipients ont été utilisés au cours des études: les paperpots, les multipots et les styroblocs. Chacun d'entre eux présente des avantages et des inconvénients. Par exemple, la séparation des récipients de papier et leur sélection demandent beaucoup de temps, alors qu'enlever les semis en multipots de leur récipient et les déposer dans des sacs à plants risque d'endommager le système racinaire et de réduire la qualité de la plantation. Les mottes de semis cultivés dans les styroblocs sont sélectionnées et mises en paquets à la pépinière, ce qui en facilite la manutention. Cette technique pourrait également s'appliquer aux semis en multipots.

Le démariage, c'est-à-dire l'enlèvement dans chaque récipient de tous les semis sauf le plus fort, se faisait soit à la pépinière, soit en bordure de route, ou encore au moment de la plantation. Des études suédoises ont démontré que cette opération était moins coûteuse quand elle avait lieu à la pépinière. Si elle est effectuée 10 ans après la plantation au moyen d'une débroussaileuse, elle peut alors coûter jusqu'à 12 fois plus cher.

Les planteurs plaçaient les semis soit dans des sacs à plants souples, soit dans des paniers en plastique rigide qu'ils portaient sur la hanche. Il est plus pénible de transporter ces paniers que les sacs, ces derniers offrant une distribution de poids plus égale. Il existe des dispositifs spéciaux s'installant sur la hanche pour porter les caissettes multipots, mais nous n'en avons pas vu au cours de l'étude. Leur emploi demande une méthode efficace pour la distribution des caissettes pleines sur le parterre de coupe puisque chaque caissette ne contient que 45 ou 67 semis.

Les tubes plantoirs Pottiputki, les plantoirs, à pointe pleine et à pointe creuse et les pelles étaient les principaux outils employés. Aucun d'entre eux n'avait une longueur réglable, aucun n'était doté de dispositif d'amortissement des chocs, et tous avaient des poignées horizontales, ce qui augmente le risque de blessures à la main, au poignet ou au bras. L'équipement de plantation en général offre peu de possibilités d'adaptation à une population de planteurs aux caractéristiques extrêmement variables.

Les planteurs avaient des antécédents fort variés. Leur expérience antérieure dans les travaux de plantation et leur compétence différaient aussi énormément. Certains faisaient des efforts considérables pour réussir à planter 700 arbres par poste de travail, alors que d'autres en plantaient plusieurs fois ce nombre. La

formation qu'ils recevaient pouvait être presque nulle ou durer plusieurs jours. Un facteur très important de productivité réside dans la motivation des planteurs. Elle variait de très élevée à nulle. On ne constatait aucune différence entre les sexes dans leur aptitude à faire face aux efforts physiques et mentaux requis.

Les surveillants constituent un personnel clé; ils doivent être très motivés eux-mêmes pour pouvoir motiver les planteurs. Il est essentiel qu'ils soient capables de tra-

vailer avec les ouvriers, de planifier le travail et de prendre des décisions.

Il a été conclu que toutes les opérations étudiées laissaient place à des améliorations. On peut augmenter la productivité de deux façons: laisser plus de temps disponible au travail réel de plantation en réduisant le temps requis par d'autres tâches, et accélérer la vitesse de plantation.

Introduction

La mécanisation des opérations de récolte et de transport a évolué rapidement au cours des 25 dernières années. Mais très peu de progrès ont été accomplis pendant la même période dans la mécanisation des opérations de plantation. Les principaux développements dans le domaine sylvicole sont survenus dans la préparation du terrain où la mécanisation a contribué à réduire la nécessité de préparer les microsites de plantation à la main. La plantation elle-même se fait encore manuellement (figure 1). Les tentatives pour mettre au point des planteuses forestières ont été nombreuses, mais la plupart ont échoué pour diverses raisons. Parmi les machines qui ont atteint le stade de production, la majorité ne conviennent que sur des sites ne présentant aucun obstacle ou sur des sites qui ont subi une préparation intensive du terrain. Actuellement, seules deux marques de planteuses offrent des possibilités d'utilisation dans les conditions difficiles et variées de la forêt boréale canadienne (Stjernberg 1985). En 1987, une seule de ces machines avait été mise à l'essai au Canada (figure 2). Par contre, environ 575 millions d'arbres ont été plantés manuellement au Canada en 1986, incluant les plants à racines nues et en récipients. De toute évidence, le planteur manuel n'est aucunement menacé par la mécanisation, ni actuellement ni à brève échéance. La technologie actuelle de plantation mécanisée ne peut en aucune façon supplanter l'aptitude du planteur à sélectionner le meilleur microsite, à travailler en terrain difficile, et à utiliser une variété de types de plants, d'outils et de techniques.



Figure 1. Planteur manuel.

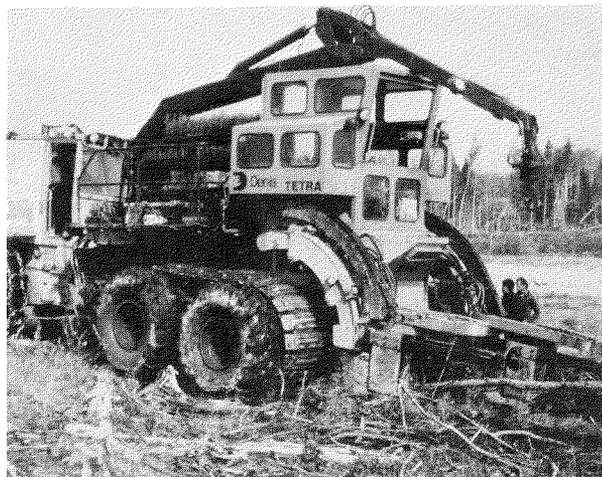


Figure 2. Planteuse forestière mécanique.

Compte tenu de cette situation, FERIC a décidé d'étudier les conditions actuelles des opérations manuelles de plantation, dans le centre et l'est du Canada. En supposant que la production moyenne d'un planteur se situe entre 1000 et 1500 arbres par jour-homme, le programme annuel de plantation au Canada demanderait entre 380 000 et 575 000 jours-hommes de travaux directs de plantation. Si on ajoute à cela le travail du personnel de surveillance et de soutien logistique, il devient évident que même une légère amélioration dans la productivité serait avantageuse et intéressante.

La plupart du temps, les travaux de plantation sont exigeants physiquement et mentalement et il est certain que beaucoup de planteurs travaillent aussi fort que possible, compte tenu des conditions dans lesquelles ils doivent évoluer. On ne réussira dans ces cas à augmenter la productivité qu'en améliorant les conditions de travail ou en assurant une meilleure organisation de l'opération elle-même.

Le présent projet avait pour principaux objectifs:

1. de déterminer combien de temps les planteurs passent aux diverses activités qu'impliquent habituellement les opérations de plantation.
2. de déterminer les principaux facteurs qui influencent la productivité des planteurs dans le centre et l'est du Canada.
3. de déterminer s'il était possible d'améliorer certaines parties des opérations, par la mécanisation ou par une meilleure organisation.

Les études

Situation générale

L'étude portait sur six opérations différentes de plantation. Cinq d'entre elles étaient effectuées directement par des compagnies-membres et la sixième avait été confiée à deux entrepreneurs. Les compagnies participantes se trouvaient l'une au Manitoba, une autre au Nouveau-Brunswick, une troisième en Nouvelle-Écosse et les trois dernières dans diverses parties de l'Ontario. Deux études ont eu lieu durant la saison de plantation 1985 et quatre durant la saison 1986. Elles se limitaient à la plantation de matériel en récipients. On trouvera au tableau 1 quelques paramètres sur le site et sur l'opération elle-même.

Tous les planteurs observés, sauf ceux employés par un des entrepreneurs, demeuraient soit à la maison, soit dans des camps forestiers réguliers, et faisaient la navette matin et soir pour se rendre sur l'aire de plantation et en revenir. Les employés de l'entrepreneur demeuraient sous la tente près de la superficie à reboiser. C'est là une pratique courante dans les travaux confiés à des entrepreneurs.

Méthodes

Nous avons procédé par échantillonnage systématique des activités dans les six opérations. La méthode prévoyait la prise d'observations instantanées à intervalles déterminés, avec indication de l'activité en cours à ce moment. Pour la collecte des données, les activités étaient codées tel qu'indiqué à l'annexe A. L'échantillonnage des activités présente l'avantage qu'un seul observateur peut garder un plus grand nombre de planteurs sous observation que dans une étude chronométrique continue. Les résultats peuvent aussi donner une image d'ensemble plus réelle de l'opération que l'étude continue d'un nombre relativement faible de planteurs (Wittering, 1973).

Dans chacune des opérations étudiées, on demanda au surveillant de sélectionner une équipe "moyenne" de planteurs, chaque fois que c'était possible. Quelques membres de cette équipe, choisis au hasard, demeuraient sous observation constante lorsque le personnel affecté à l'étude était sur place. Cela pouvait varier d'une journée complète à quelques heures suivant les circonstances. L'annexe B montre la répartition des temps chronométrés. On observait jusqu'à six planteurs à la fois, selon la distance de l'un à l'autre durant le travail, selon l'organisation de l'équipe, et selon la quantité de végétation nuisible présente sur les lieux de plantation.

Tableau 1. Paramètres du site et de l'opération

Étude #	Dates de l'étude (a-m-j)	Préparation du terrain		Type de récipients et dimensions; essences plantées	Équipement utilisé pour planter
		Type	Année		
1	850620-21	Lance de boteur droite	1985	Paperpot FH408; EPN ²	Pottipucki + panier rigide
2	850723 850724 850725 850726	Pelle en V (C&H) Bracke Pelle en V (C&H) Pelle en V (C&H)	1983 1984 1984 1982	Paperpot FH408; EPN " " " " " " Multipot # 2; EPN	Pottipucki + panier rigide Plancoir + sacs " "
3	860506-08	(Enlèvement des débris ¹)	1985	Multipot #2; EPN	Plancoir à pointe crasse, supports à la main pour multipots, poteaux d'alignement
4	860527-29	Dents Young	1984	Paperpot FH408; FIG ²	Pottipucki + panier rigide ³
5	860617-18	Scarificateur à disques	1985	Paperpot FH408; FIG	Pottipucki + sacs
6	860916-17 860918	Scarificateur à disques Fou non contrôlé	1986 1983	Scyrobloc 313; EPN " " " "	pelle à raboiser + sacs

1. Aucune préparation du terrain sauf l'enlèvement des débris de coupe au moyen d'un porteur équipé d'un grappin, ou la coupe des arbres entiers en vue de la production de biomasse énergétique, c'est-à-dire enlèvement de tous les feuillus et de tous les résineux.

2. EPN: épinette noire, FIG: pin gris.

3. Un des planteurs utilisait une pelle en forme de lance et des sacs.

La plupart des planteurs étaient observés une fois par minute (annexe B) et les activités étaient enregistrées en entrant les codes appropriés (annexe A) dans un enregistreur de données Datamyte 1005. Le Datamyte émettait un signal audio dans un écouteur pour permettre à la personne chargée de l'étude de faire les observations exactement à l'intervalle de temps désiré. Les données enregistrées étaient transférées sur un ordinateur portatif HP 110 à la fin de chaque journée aux fins de révision, d'édition et de traitement.

On déterminait la vitesse de plantation des travailleurs, à intervalles pris au hasard durant la journée, au moyen de chronomètres et d'enregistrements sur bandes vidéo de 8 mm. Même si les planteurs se rendaient compte qu'ils étaient filmés, cela ne semblait pas les déranger ni affecter leur travail. Nos observations se faisaient à une certaine distance afin de minimiser toute interférence, réelle ou imaginaire. Nous n'avons pas évalué le taux de performance des planteurs, puisque l'étude ne visait pas à comparer les outils ou les techniques, ni à établir des barèmes de temps pour les diverses combinaisons d'outils et de matériel de reproduction en fonction des conditions du site.

À chaque endroit, le site a été classifié selon la difficulté de plantation, conformément à une adaptation d'un système de classification proposé par Vyse (1974). Le système comportait trois classes: les classes 1, 2 et 3, correspondant respectivement à une difficulté nulle, moyenne et sévère. On évaluait visuellement les paramètres suivants: la pente, les déchets de coupe fins ou grossiers, la végétation, l'épaisseur de la litière, le compactage, la pierrosité, la présence de roche-mère ou d'eau de surface. On calculait ensuite les facteurs de difficulté de plantation en se basant sur les valeurs évaluées, au moyen d'une méthode élaborée par Vyse

et Wallinger (1974) et adaptée ici aux conditions du centre et de l'est du Canada. L'annexe C donne les détails du système de classification et montre également les valeurs d'évaluation du site et les facteurs correspondants de difficulté de plantation (FDP).

L'indice de pierrosité (annexe C) constitue une indication du nombre d'obstacles qu'un planteur peut rencontrer sous la surface du sol. Il était déterminé en insérant une tige d'acier dans des microsites de plantation éventuels, choisis au hasard, et en comptant le nombre de fois que la tige frappait une roche à moins de 20 cm de la surface. On avait choisi une profondeur de 20 cm parce que souvent les planteurs enlevaient la couche supérieure de litière et d'humus avant de planter. L'indice est exprimé en pourcentage.

Les autres types d'information recueillie au cours des études comprenaient des renseignements sur:

- les types de plants;
- les outils de plantation;
- l'équipement de plantation;
- les techniques de plantation;
- le mode d'organisation;
- les méthodes de contrôle de la qualité de plantation;
- la sélection des planteurs;
- la formation des planteurs;
- les modes de rémunération des planteurs;
- la préparation du terrain;
- les systèmes de transport des semis.

En outre nous avons eu avec quelques-uns des planteurs de courtes entrevues amicales pendant les pauses dans le but de constater leur niveau de motivation et de leur demander des suggestions susceptibles d'améliorer les conditions de travail en général.

Résultats

Les deux premières opérations ont été étudiées durant la saison de plantation 1985 et l'expérience ainsi acquise a servi à la planification et à la réalisation des quatre études effectuées en 1986. Par conséquent, il y a certains renseignements qui ne sont pas disponibles pour les deux premières opérations. Comme le montre l'annexe B, plus de 20 000 observations ont été prises durant pratiquement 89 heures de travaux de plantation observés.

Conditions de plantation

Les études portaient sur trois types de récipients, deux essences ligneuses, quatre types d'outils à planter, deux dispositifs pour porter les semis, et sept modes de

préparation du terrain (tableau 1). De plus, les conditions du site étaient variées, comme le montrent l'indice de pierrosité et les facteurs de difficulté de plantation (annexe C). Les conditions climatiques au cours des études ont passé de froid, humide et venteux, à chaud et sec au point que les opérations ont dû être suspendues par crainte du feu.

Toutes les variables mentionnées influençaient les résultats à des degrés différents; aussi les études ne sont-elles pas directement comparables. Néanmoins, le grand nombre de variables reflète bien la diversité des conditions que les compagnies-membres de FERIC sont appelées à rencontrer.

Modes de rémunération

La plupart des planteurs observés (86%) étaient rémunérés selon un taux à la pièce. Parmi ceux-ci, 57% travaillaient seuls et étaient payés selon leur production individuelle. Les autres travaillaient en équipes, chaque membre recevant le même salaire en fonction de la production de l'équipe. Les taux à la pièce, qui apparaissent au tableau 2, variaient de 3,76 à 8,00 cents par semis. Les taux les plus faibles se trouvaient augmentés par l'addition de primes pour une plantation de haute qualité et de compensations dans les sites difficiles et (ou) pour le temps passé à la distribution manuelle des semis.

Dans les études 1 et 5, les planteurs étaient des employés syndiqués de la compagnie. Aux deux endroits, ils avaient le choix de travailler selon un taux horaire déterminé par la convention syndicale, ou d'être payés selon un taux à la pièce, lui aussi mentionné dans la convention. Les planteurs de l'étude 1 choisissaient invariablement le taux à la pièce, sauf les jours où ils devaient décharger un arrivage de semis. Ces journées là, ils continuaient à travailler selon un taux horaire, plutôt que d'essayer de produire suffisamment durant le reste de la journée pour atteindre un salaire satisfaisant. Dans l'étude 5, tous les planteurs avaient choisi de travailler selon leur salaire régulier prévu par la convention plutôt que selon les taux offerts à la pièce.

Les planteurs de l'étude 2 étaient rémunérés selon un taux à la pièce, mais ils travaillaient par équipes et étaient tous payés également en fonction de la production réalisée. On leur garantissait de plus un salaire horaire minimum en cas de production insuffisante. Cette étude portait sur deux types différents de récipients; les résultats pour chaque type apparaissent séparément dans les tableaux.

Tableau 2. Taux de rémunération

Étude #	Taux horaire (\$/h)	Taux de base à la pièce (cents/arbre)	Type de prime et montant	Qualité min. pour la prime (%)	Qualité min. acceptable (%)
1	*4.10	*8.00	-	-	85
2	(Taux horaire minimum garanti)	*3.76	Qualité - 20% du taux de base; Site difficile - 15% du taux de base à la pièce	90	85
3	Moyenne du salaire durant l'emploi précédent avec la compagnie (s'applique pour les tâches autres que la plantation)	*5.20 (site de qualité) *5.84 (site moyen) *6.51 (site médiocre)	Temps passé à la distribution manuelle des semis rémunéré au taux moyen horaire des emplois précédents avec la compagnie	-	90
4	14.20	*8.00 avec prép. terr. 9.00 sans prép. terr.	-	-	85
5	*Taux syndical pour emploi habituel	8.00	-	-	85
6	Non disponible	*7.50 x qualité	-	-	80

(*) Voir explication dans le texte.
* S'applique aux planteurs participant aux études.

Échantillonnage systématique des activités

Le calcul des erreurs dans l'échantillonnage des activités indique une précision de 1% près dans la répartition des temps présentée. On peut obtenir de plus amples détails sur l'analyse statistique en s'adressant à FERIC ou en consultant les articles publiés par Flowerdew et Malin (1963) et par Davidson et al. (1960).

a) Temps non productif

La répartition du temps productif et non productif (codes 1-6 et 7-8 respectivement, annexe A) apparaît au tableau 3. La proportion de temps non productif s'élevait en moyenne à 12% pour toutes les opérations. Ce résultat est analogue à ceux qui ont été trouvés dans d'autres études sur les plantations. Ainsi, Appelroth (1983) a constaté dans son étude que le temps des pauses approchait en fait 30%. Häggblom et Kaila (1982) ont enregistré des temps non productifs se situant entre 8 et 18%, alors que Vyse et Birchfield (1968) ont obtenu des temps morts sans plantation variant de 7,8 à 16,1% du temps disponible pour planter. Toutes ces études sont basées sur la plantation de semis à racines nues et en récipients, de dimensions et de types variés, au moyen de plusieurs outils différents.

La proportion de temps non productif est plus élevée dans les opérations où les planteurs sont rémunérés selon un taux horaire. Ceci est particulièrement évident dans l'étude 5 où 26,1% du temps disponible est affecté

Tableau 3. Répartition du temps productif et non productif

Étude #	Temps Productif (%)		Temps non productif (%)	
	Moyenne*	Variation	Moyenne*	Variation
1. Salaire horaire	85.7	84.9-86.4	14.3	13.6-15.1
Salaire à la pièce (individuel)	92.5	86.8-95.6	7.5	4.4-13.2
Total	90.7	84.9-95.6	9.3	4.4-15.1
2. Salaire à la pièce (par équipe) 1	92.4	90.0-95.6	7.6	4.4-10.0
Salaire à la pièce (par équipe) 2	91.7	91.2-92.5	8.3	7.5-8.8
Total	92.2	90.0-95.6	7.8	4.4-10.0
3. Salaire à la pièce (individuel)	88.3	57.9-93.1	11.7	6.9-42.1
4. Salaire à la pièce (individuel)	94.4	89.5-98.7	5.6	1.3-10.5
5. Salaire horaire	73.9	66.5-83.2	26.1	16.8-33.5
6. Salaire à la pièce (individuel)	84.8	76.5-91.9	15.2	8.1-23.5
Toutes les études combinées	88.0	57.9-98.7	12.0	1.3-33.5

* Toutes les moyennes dans ce tableau et les tableaux suivants ont été pondérées.

à des activités non productives. De même, quand les planteurs de l'étude 1 étaient payés à l'heure, ils passaient pratiquement deux fois plus de temps à des activités non productives que lorsqu'ils travaillaient selon un taux à la pièce.

L'étude 4 était celle où on constatait le moins de temps non productif. Ici les planteurs voyaient leur journée de travail écourtée à cause des dangers de feux de forêt qui forçaient les opérations de plantation à s'arrêter à midi. Cela incitait peut-être les planteurs à travailler autant que possible durant le temps qui leur était alloué. Peut-être aussi combinaient-ils leurs périodes de repos avec l'approvisionnement des paniers rigides. Il devenait alors impossible de séparer les deux activités et le temps se trouvait imputé à la plus évidente, c'est-à-dire à l'approvisionnement des paniers.

b) Temps productif

Le temps productif comprend le temps passé à: marcher jusqu'à la parcelle à reboiser et en revenir, marcher entre les parcelles et pour aller chercher des plants supplémentaires; remplir le dispositif pour porter les semis; planter; et accomplir diverses tâches. Le tableau 4 montre la répartition du temps productif par activité.

Tableau 4. Répartition du temps productif par activité

Étude #	Marche (%)	Plantation (%)	Approvisionnement (%)	Temps prod. divers (%)	Temps prod. total (%)
1. Salaire horaire	12.6	63.3	8.8	1.0	85.7
Salaire à la pièce (individuel)	11.9	71.4	7.5	1.7	92.5
Total	12.1	69.2	7.8	1.6	90.7
2. Salaire à la pièce (par équipe) 1	5.7	64.4	14.5	7.8	92.4
Salaire à la pièce (par équipe) 2	12.9	67.7	7.6	3.5	91.7
Total	8.3	65.6	12.0	6.3	92.2
3. Salaire à la pièce (individuel)	14.2	60.5	7.2	6.4	88.3
4. Salaire à la pièce (individuel)	8.1	71.3	14.0	1.0	94.4
5. Salaire horaire	5.9	61.0	3.6	3.4	73.9
6. Salaire à la pièce (individuel)	6.5	73.5	2.1	2.7	84.8
Toutes les études combinées	9.0	66.0	8.6	4.4	88.0

i) Temps de marche

La marche occupait en moyenne 9% du temps total disponible (codes 1, 3 et 6; annexe A). Sur un poste de travail de 8 heures, l'activité de marche seulement représenterait donc trois quarts d'heure. Une autre ventilation du temps de marche apparaît au tableau 5; elle couvre les 4 études de 1986. Remarquer que la marche entre les microsites de plantation est considérée comme faisant partie du temps de plantation.

Une certaine quantité de marche est évidemment inévitable, par exemple au début d'un rang, pour retourner s'approvisionner en plants, et pour se déplacer d'une parcelle à l'autre. Toutefois une certaine partie du temps de marche pourrait être évitée, entre autres quand un planteur manque de plants le long d'un rang. Il serait possible d'éliminer pratiquement les temps de marche de ce genre par la mise sur pied d'un système efficace de distribution des semis, par un agencement minutieux des parcelles à reboiser et par une formation appropriée aux planteurs.

Tableau 5. Répartition du temps de marche¹

Étude #	Marche jusqu'au début du rang et retour (%)	Marche pour aller chercher d'autres semis quand il en manque (%)	Marche jusqu'à un nouveau site ou parcelle (%)	Temps total de marche (%)
3. Salaire à la pièce (individuel)	6.0	7.8	0.4	14.2
4. Salaire à la pièce (individuel)	1.0	6.3	0.8	8.1
5. Salaire horaire	4.1	0.7	1.1	5.9
6. Salaire à la pièce (individuel)	0.3	3.7	2.5	6.5
Moyenne des quatre études	3.1	4.7	1.2	9.0

¹. Aucune répartition du temps de marche n'a été faite pour les deux premières études.

Certaines distances de marche observées au cours de l'étude 3 atteignaient jusqu'à 450 m. Cette distance devait être parcourue deux fois pour chaque 250 arbres plantés, puisque l'opération prévoyait la distribution manuelle des semis. Non seulement le fait de marcher en transportant une charge de semis est-il physiquement exténuant pour les planteurs qui peuvent alors avoir besoin d'un temps de repos supplémentaire, mais la distribution manuelle des semis demande également beaucoup de temps, temps enlevé aux planteurs pour accomplir leur fonction première qui consiste à planter des arbres. L'élimination de ce temps de marche de 7,8% pour aller chercher des plants pourrait, au moins en théorie, augmenter la production de 200 arbres par jour-homme. Ce chiffre est basé sur un poste de travail de 8 heures et sur la vitesse moyenne de plantation. Un calcul semblable pour l'étude 4 laisse entrevoir une possibilité d'augmentation de la production d'environ 100 arbres par jour-homme.

Dans l'étude 5, grâce à une bonne planification de l'opération, les planteurs à court de semis ne prenaient que 0,7% de leur temps pour se réapprovisionner. Les semis étaient en effet distribués à des endroits appropriés sur le parterre de coupe au moyen d'un débusqueur, ce qui réduisait la distance de marche des planteurs; ou bien le chef d'équipe apportait des semis aux planteurs, s'assurant qu'ils aient toujours un approvisionnement suffisant à leur disposition une fois leurs sacs vides.

Dans l'étude 6, les planteurs étaient peut-être plus conscients du temps, et planifiaient leur travail de façon à ne pas manquer de semis le long d'un rang. Ils s'approvisionnaient plus souvent en fin de rang ou prenaient suffisamment de semis pour tout le trajet aller-retour.

ii) Approvisionnement des dispositifs pour porter les semis

Le temps d'approvisionnement le plus court a été observé dans l'étude 6 où 2,1% seulement du temps disponible pour les activités de plantation servait à remplir les sacs. On utilisait ici des semis cultivés dans des styroblocs 313; ils avaient été retirés des récipients et mis en paquets à la pépinière. Chaque paquet comprenait 25 semis enveloppés dans une feuille de plastique. Les planteurs mettaient le nombre désiré de paquets, habituellement 9, dans leurs sacs sans les défaire. Ceci gardait les mottes intactes et en rendait la manipulation plus aisée. Les paquets étaient faciles à développer au besoin.

Au cours des études 2 et 4, les planteurs passaient énormément de temps à remplir les paniers ou les sacs. Il est probable que dans les deux cas, ils aient combiné leur temps de repos avec l'activité d'approvisionnement, mais cela est difficile à prouver. Dans l'étude 2,

les rangs étant très longs, ils remplissaient soigneusement les paniers rigides jusqu'à leur capacité maximale. Malgré leurs précautions, il arrivait souvent que des semis tombent sur le sol dès le début des rangs, particulièrement quand les planteurs se penchaient pour vérifier la solidité d'un semis mis en terre.

Le faible pourcentage du temps d'approvisionnement dans l'étude 5 peut s'expliquer partiellement par la proportion relativement faible du temps de plantation qui, combinée à une vitesse plutôt lente de plantation, réduisait la nécessité de remplir les sacs aussi souvent.

La séparation et la sélection du matériel de reproduction se faisaient normalement en bordure de route, et étaient considérées comme faisant partie du temps d'approvisionnement. Le démariage, c'est-à-dire l'enlèvement du récipient de tous les semis sauf le plus fort, était effectué soit en bordure de route, soit au moment de la plantation; ce temps est donc inclus dans les activités d'approvisionnement ou de plantation, selon le cas.

iii) Plantation

En moyenne, environ les deux-tiers du temps disponible se passait réellement à planter des arbres. Cette proportion variait de 60,5% à 73,5%.

Les études 3 et 5 montrent toutes deux des temps effectifs de plantation plutôt faibles, soit 60,5% et 61%, mais pour des raisons fort différentes. Même si les planteurs de l'étude 3 passaient en fait 88,3% de leur temps en travail productif, ils perdaient considérablement de temps en activités autres que la plantation, comme transporter les semis depuis le bord de la route, s'approvisionner, et diverses autres tâches productives. On constate donc ici un problème d'organisation. Au contraire, l'équipe de l'étude 5 passait relativement peu de temps à ces activités productives autres que la plantation, compte tenu d'un bon système de distribution des semis, mais elle ne passait que 73,9% du temps disponible en travail productif. Cette forte proportion de temps d'arrêt indiquerait plutôt des problèmes de motivation. Comme commentaire à la différence observée dans le niveau de motivation, mentionnons que les planteurs de l'étude 3 n'étaient payés que pour ce qu'ils avaient planté, alors que ceux de l'étude 5 recevaient un salaire horaire ne tenant pas compte de la production.

Il n'y a pas seulement le temps net de plantation qui détermine la productivité, mais aussi la vitesse moyenne de plantation. Ces deux variables sont affectées par un grand nombre d'autres facteurs, dont le site, la méthode de plantation, les objectifs de qualité de plantation, la surveillance, le potentiel de l'équipe et son moral (Vyse 1974).

Les vitesses de plantation qui apparaissent au tableau 6 correspondent aux moyennes des temps mesurés dans chaque étude. Elles sont en fait influencées par plusieurs des variables indiquées ci-dessus. Les vitesses ont été obtenues en chronométrant des planteurs individuels durant une période de plantation ininterrompue et en comptant le nombre de semis mis en terre. Les planteurs n'étaient pas conscients de ce chronométrage. Des échantillons ont été recueillis sur tous les planteurs participant aux études, à intervalles choisis au hasard durant la journée.

Tableau 6. Mesure des vitesses de plantation et du nombre de semis plantés

Étude #	Vitesse de plantation		Nombre d'échantillons (nombre d'arbres)
	Moyenne (s/arbre)	Variation (s/arbre)	
1. Salaire horaire	5.6	5.6	160
Salaire à la pièce (individuel)	5.2	4.1-6.2	834
Total	5.3	4.1-6.2	994
2. Salaire à la pièce (par équipe) 1	15.8	10.1-19.0	324
Salaire à la pièce (par équipe) 2	11.1	9.8-13.3	460
Total	13.0	9.8-19.0	784
3. Salaire à la pièce (individuel)	10.0	6.8-18.3	879
4. Salaire à la pièce (individuel)	15.6	8.8-32.6	646
5. Salaire horaire	16.1	12.3-24.3	567
6. Salaire à la pièce (individuel)	15.7	9.5-31.5	493
Toutes les études combinées	11.7	4.1-32.6	4363

Le tableau 6 montre que la vitesse de plantation dans l'étude 1 était de 2 à 3 fois aussi rapide que dans toute autre opération. Il y a au moins deux raisons à cela. D'abord, le terrain avait été préparé quelques mois plus tôt en passant une lame de buteur droite et la plantation se faisait principalement dans un sol meuble, sans roche, au moyen d'un tube plantoir Pottiputki. Il n'était généralement pas nécessaire de tasser le sol. La plantation demandait donc peu d'effort. En outre les planteurs, qui étaient des employés réguliers de la compagnie, étaient très motivés. Les conditions faciles de l'opération leur permettaient de gagner des salaires nettement supérieurs, en travaillant à la pièce, qu'ils ne l'auraient fait dans leur travail régulier rémunéré à l'heure. Il est intéressant de noter toutefois qu'il y avait peu de différence dans la vitesse de ces planteurs lorsqu'ils étaient payés à l'heure. On peut croire que les variations dans leur motivation s'exprimaient surtout par la quantité de temps passé à planter plutôt que par la vitesse même de plantation.

Tableau 7. Vitesses de plantation mesurées comparativement aux vitesses calculées

Étude #	Vitesse de plantation mesurée et production calculée correspondante		Vitesse de plantation calculée à partir des résultats d'échantillonnage des activités et production réelle obtenue		Différence entre les vitesses de plantation mesurées et calculées (±%)
	(s/arbre)	(arbres/h ¹)	(arbres/h ¹)	(s/arbre)	
1. Salaire horaire	5.6	643	N/A ²	N/A ²	--
Salaire à la pièce	5.2	692	N/A ²	N/A ²	--
2. Salaire à la pièce, 1	15.8	228	213	16.9	+ 7.0
Salaire à la pièce, 2	11.1	324	303	11.9	+ 7.2
3. Salaire à la pièce	10.0	360	383	9.4	- 6.0
4. Salaire à la pièce	15.6	231	255	14.1	- 9.6
5. Salaire horaire	14.0 ³	257	213	16.9	+20.7
6. Salaire à la pièce	11.6 ⁴	310	300	12.0	+ 3.4
Salaire à la pièce	24.5 ⁴	147	128	28.1	+14.7

1- Heure de travail passée à planter seulement (code 2).

2- Aucune donnée de production obtenue.

3- Basé seulement sur la partie de l'étude pour laquelle on dispose de données de production.

4- Deux entrepreneurs différents.

Les vitesses de plantation mesurées ont été comparées à celles qui avaient été calculées à partir de l'échantillonnage des activités et de la production obtenue (tableau 7). La différence entre les vitesses de plantation mesurées et calculées était généralement inférieure à 10%. Les vitesses de plantation mesurées étaient donc relativement constantes durant la journée.

Les études d'échantillonnage des activités n'étaient pas conçues dans le but de mesurer la proportion de temps passé aux divers éléments du cycle de plantation. De plus, en mesurant la vitesse de plantation, on n'évaluait pas les conditions spécifiques du terrain à reboiser. Il n'est donc pas possible de donner des chiffres précis quant à l'influence des conditions du site sur les vitesses et la qualité de plantation. Les facteurs de difficulté de plantation mentionnés à l'annexe C, par contre, offrent un indice de la façon dont les sites se comparaient l'un à l'autre.

iv) Temps productifs divers

Cet élément de temps (tableau 4) comprenait certains travaux occasionnels comme nettoyer les outils à plan-

ter, déplacer les poteaux d'alignement, parler aux contremaîtres et repérer le rang ou la parcelle à reboiser. Au cours de la première partie de l'étude 2 et durant l'étude 3, les temps divers ont été plus élevés que la moyenne parce que les planteurs devaient chercher les rangs et les parcelles à planter, respectivement. Dans le premier cas, le terrain avait été préparé avec un scarificateur par placettes Bräcke et la direction d'avancement était difficile à déterminer. Les planteurs travaillaient côte à côte et perdaient chacun beaucoup de temps à démêler le bon rang. Le chef d'équipe, qui aurait eu amplement le temps de le déterminer à l'avance, ne l'avait pas fait et ne faisait qu'ajouter à la confusion. La difficulté à aligner une équipe entière de planteurs côte à côte dans un terrain scarifié par placettes fut amplement démontrée. Dans l'étude 3, des fanions indiquant les parcelles à reboiser avaient été placés par des personnes qui n'étaient pas directement impliquées dans la plantation. Certains des planteurs ont dû perdre énormément de temps à essayer de trouver les parcelles qui leur avaient été allouées sur la coupe. Ici encore le manque de préparation par le chef d'équipe et le nombre insuffisant de fanions entraînaient des pertes de temps.

Quelques facteurs qui affectent le rendement d'une opération de plantation

On constate dans l'industrie forestière une très forte tendance à donner les travaux sylvicoles à contrat, particulièrement les travaux de plantation. Il semble probable que dans un avenir rapproché la plupart des plantations seront réalisées par des entrepreneurs. Le présent projet visait toutefois à étudier les opérations effectuées par des entreprises forestières, même si une des compagnies participantes avait retenu des entrepreneurs pour faire le travail, tout en fournissant elle-même une partie du support logistique.

La section suivante traite principalement des facteurs susceptibles d'être contrôlés en tout ou en partie par les responsables des opérations de plantation. Ce n'est pas une liste exhaustive de tous les éléments auxquels on devrait s'arrêter. Il s'agit surtout des facteurs qui af-

fectent la productivité. Nous n'avons pas tenu compte de considérations d'ordre biologique, comme l'entreposage et l'arrosage des semis, leur état de santé, leur survie, etc. Certains des points discutés se rapportent à l'échantillonnage des activités alors que d'autres sont basés sur des observations faites dans les diverses opérations de plantation.

Systèmes de distribution des semis

Plusieurs systèmes différents de distribution servent à acheminer les semis depuis les pépinières jusqu'aux planteurs sur le terrain. Normalement, l'organisme qui produit les semis est également responsable de leur livraison jusqu'à un abri situé à un endroit central dans la superficie à reboiser. Cette partie de la chaîne de transport est donc pratiquement hors du contrôle des responsables de l'opération de plantation. C'est par contre leur responsabilité de fournir la main-d'oeuvre requise pour décharger les semis à l'abri et ensuite pour les distribuer aux planteurs sur le terrain.

Tableau 8. Systèmes de transport des semis de la pépinière à l'abri

	Étude #1	Étude #2		Étude #3	Étude #4	Étude #5	Étude #6
		1ere partie	2e partie				
1. Type de récipients	PP FH408	PP FH408	Multipots	Multipots	PP FH408	PP FH408	Styroblocs 313
2. Semis/unité de croissance	336	336	67	67	336	336	160
3. Unité de transport	Cadre d'acier à 8 étages	Unité de croissance	Cadre d'acier à 5 étages	Unité de croissance	10 caisses d'acier empilées en hauteur	Panier de plastique	Boîte de carton paraffiné
4. Nombre d'unités de croissance par unité de transport	24 (3 x 8)	1	150	1	30 (3 x 10)	1	(Semis enlevés et mis dans les boîtes à la pépinière)
5. Nombre d'unités de transport par charge	28	162	9	1900 or 2700	25	340	334
6. Nombre de semis par charge (nombre max. de cavités ou récipients)	225 792	54 432	90 450	127 300 or 180 900	252 000	114 240	150 300
7. Méthode de déchargement	Méc. + manuelle	Manuelle	Mécanique	Manuelle	Méc. + manuelle	Manuelle	Manuelle
8. Équipement de déchargement	Fourche de levage manuelle Treuil hydraulique	Aucun	Grue montée sur camion	Aucun	Fourche de levage manuelle Hayon hydraulique	Convoyeur mobile à courroie	Aucun
9. Temps de déchargement rapportés ou observés (heures-hommes/100 k)	6.33 ¹	2.76 ¹	Non disp. ²	9.82 ³	4.17 ⁴	Non disp. ⁵	Non disp. ⁶

1. Temps basés sur le déchargement observé d'un seul camion ou semi-remorque.

2. Aucune observation de temps n'a été faite, mais le conducteur du camion décharge lui-même les cadres de transport au moyen de la grue montée sur le camion; c'est sans aucun doute la méthode la plus rapide.

3. Basé sur un temps total de déchargement de 2½ heures pour 5 personnes, tel que rapporté par la compagnie.

4. Ce temps est une extrapolation du temps observé pour décharger quelques piles de caisses.

5. Voir explications dans le texte.

6. Aucune observation n'a été faite.

a) De la pépinière à l'abri

On trouvera au tableau 8 un sommaire des systèmes de transport utilisés entre la pépinière et l'abri. Les figures 3 à 9 en illustrent quelques-uns. Le nombre de semis effectivement transportés dans une charge est variable, puisque les unités de croissance ne sont jamais entièrement remplies. Les unités de croissance doivent toutes être retournées à la pépinière en même temps que le cadre de transport s'il y a lieu. Il y a exception pour le système de styroblocs où les semis ont déjà été retirés de l'unité de croissance à la pépinière et emballés dans des boîtes de carton non retournables.

Les temps de déchargement indiqués au tableau 8 sont basés sur des observations très limitées (voir renvois) et sont vraisemblablement sujets à de grandes variations. Le lecteur ne devrait donc les considérer que comme des indices de temps possibles de déchargement.

Même si nous avons observé une opération de déchargement au cours de l'étude 5, il est difficile d'établir un temps significatif puisque l'opération impliquait au moins deux équipes de planteurs qui n'ont pas tous participé également au travail. Il a toutefois été démontré clairement que le fait d'ajouter des ouvriers à l'équipe de déchargement n'accélère pas nécessairement le processus. Le goulot se trouve à l'intérieur de la remorque et dans la méthode de transport des semis par convoyeur aux personnes qui attendent à l'extérieur. La présence d'un trop grand nombre de personnes autour de la remorque est une cause d'encombrement et personne n'est alors capable de travailler à une vitesse raisonnable. C'est aussi une perte de temps effectif de plantation.



Figure 3. Déchargement à l'abri: étude 1.



Figure 4. Déchargement manuel en faisant une "chaîne humaine": étude 2 (première partie).

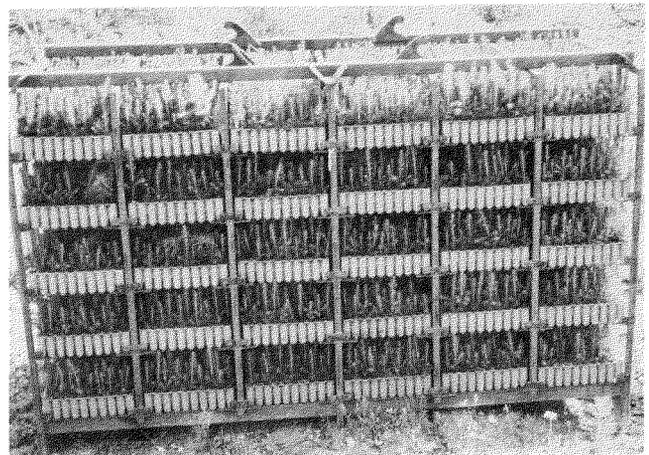


Figure 5. Le cadre de transport utilisé au cours de l'étude 2 (deuxième partie) contient 150 unités de croissance de type multipots.



Figure 6. Étude 2 (deuxième partie): le chargement et le déchargement du cadre de transport sont effectués par une grue montée sur le camion.



Figure 7. Déchargement de caisses empilables contenant chacune trois unités de croissance: étude 4.

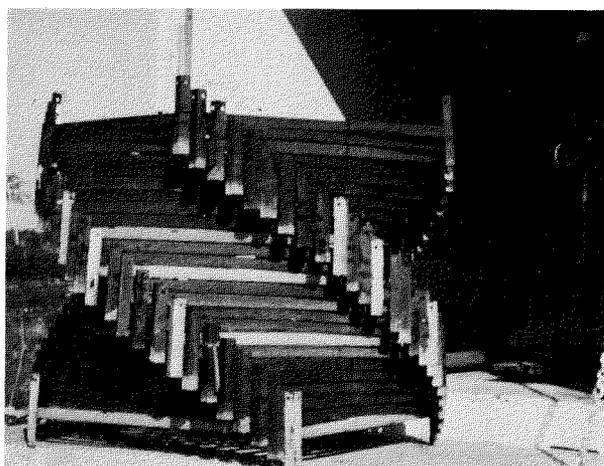


Figure 8. Les caisses vides, empilées de manière compacte pour le voyage de retour, sont soulevées au moyen de la porte arrière à rabattement hydraulique: étude 4.

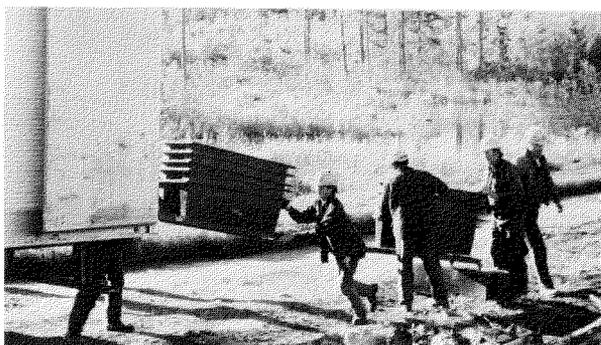


Figure 9. Des paniers de plastique vides empilés sont retournés au véhicule de livraison au moyen d'un convoyeur à rouleaux: étude 5.

b) De l'abri à la bordure de route

La plupart des abris à semis étaient situés à proximité des étendues à reboiser, mais un transport supplémentaire par route était toujours nécessaire. On se servait souvent pour cela de camions légers (une tonne ou une demi-tonne) qui avaient été équipés de supports ou de tablettes pour recevoir les caissettes. Le nombre de semis transportés par charge variait considérablement: de quelques milliers jusqu'à 20 000 (par exemple, 64 plateaux de PP FH408) (figure 10). Dans une des opérations, on avait attaché une remorque en arrière de la camionnette de l'équipe de planteurs, ce qui permettait le transport de 280 caissettes multipots (figure 11). Plus le véhicule transportait une grosse charge, plus il pouvait desservir un grand nombre d'équipes ou une grande superficie. Habituellement, les caissettes étaient abandonnées le long de la route d'où partaient les planteurs.

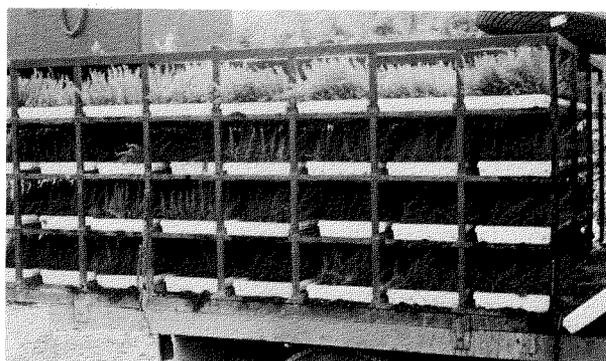


Figure 10. Camion d'une tonne contenant 64 plateaux de paperpots FH408.



Figure 11. Cette remorque, tirée par la camionnette de l'équipe de planteurs, peut contenir jusqu'à 280 caissettes multipots.

c) De la route au site de plantation

Des véhicules hors-route (figure 12) servaient dans certains cas à transporter les semis du bord de la route jusqu'aux sites de plantation. Si l'abri ne se trouvait pas trop loin, le véhicule pouvait y prendre les semis directement sans qu'on fasse appel à de petits camions ou à des remorques pour le transport intermédiaire sur route. Ces véhicules hors-route étaient parfois des débusqueurs qui avaient été munis de supports adaptés au système de récipients utilisé (figures 13 et 14). Dans l'une des opérations, le débusqueur tirait une remorque équipée de roues de mêmes dimensions que les siennes (figure 15). À un autre endroit, le débusqueur avait été remis à neuf pour le transport du personnel (figure 16), mais il servait également à la distribution des semis hors-route.

Le nombre de semis transportés variait de quelques milliers à environ 10 000 selon le type de véhicule utilisé. Les semis étaient habituellement livrés le long de lignes perpendiculaires aux rangs de plantation de sorte que les planteurs avaient une distance relativement courte à marcher pour se réapprovisionner.

Quand ils ne disposaient pas d'un véhicule hors-route, les planteurs devaient prendre les semis directement en bordure du chemin. S'ils plantaient à une certaine distance, ils prenaient parfois une quantité plus élevée que la normale. Ils laissaient alors l'excédent au début des rangs de plantation afin de réduire le temps de marche au moment de se réapprovisionner.

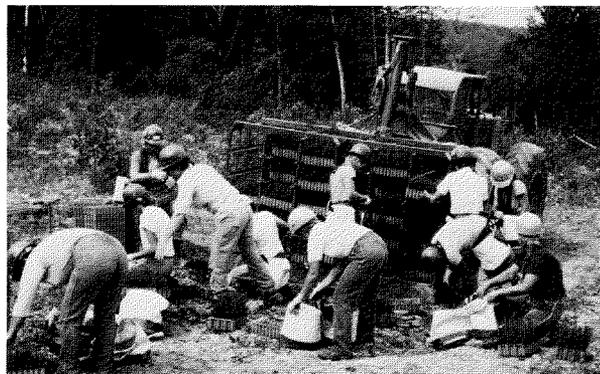


Figure 13. Cadre de transport (figure 5) soudé à l'arrière d'un débusqueur pour le transport hors-route de caissettes multipots.

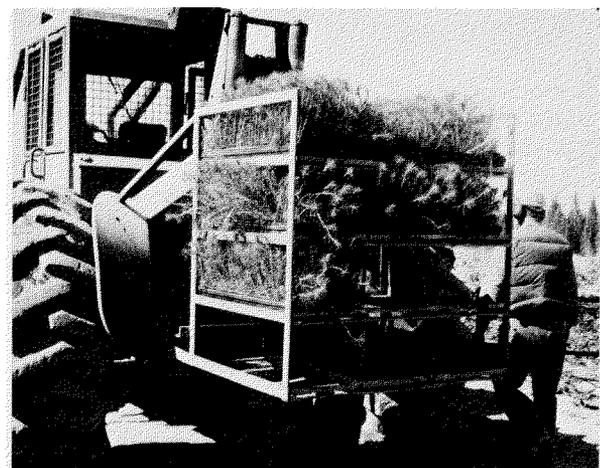


Figure 14. Support pour plateaux de paperpots, monté sur un débusqueur.



Figure 12. Véhicule à chenilles servant au transport des semis hors-route.

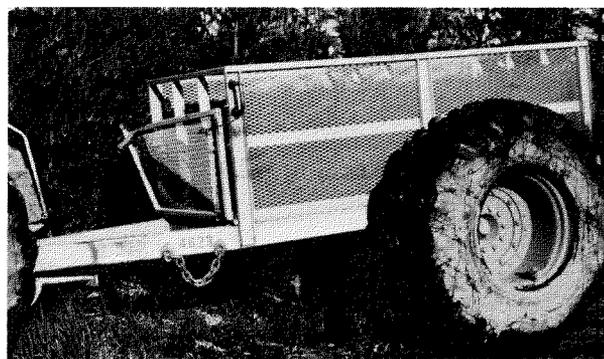


Figure 15. Remorque équipée de roues de débusqueur.

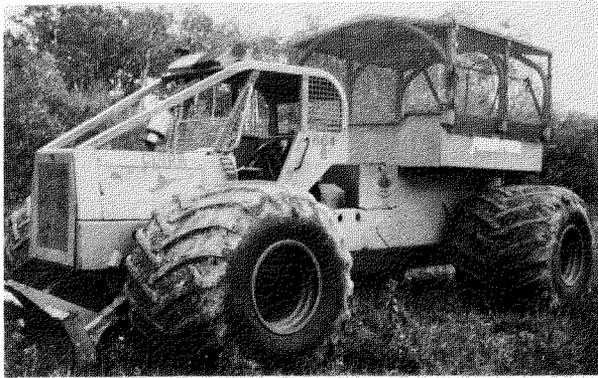


Figure 16. Un débusqueur modifié pour le transport du personnel peut également servir au transport des semis hors-route. Remarquer l'emploi de pneus larges.

d) Transport par hélicoptère

Une des compagnies employait un hélicoptère (Bell JetRanger) pour transporter les planteurs et les semis jusqu'à l'aire à reboiser, située à 10 km de la route de gravier la plus proche. On entraînait et on sortait ainsi chaque jour 30 planteurs, de même que les 75 000 arbres dont ils avaient besoin. Un véhicule à chenilles (tracteur Bombardier Muskeg, figure 12) se rendait d'abord sur les lieux et servait à distribuer les semis à partir des endroits où l'hélicoptère les avait déposés.

e) Discussion

Les systèmes de distribution des semis dans les diverses opérations observées n'ont pas été analysés en détail et aucun coût n'est disponible. Toutefois d'autres études (Brunberg et Fries, 1986; Thorsén, 1982) indiquent qu'en Suède les coûts de transport représentent environ de 5 à 10% du coût total du reboisement, lequel comprend en plus de la préparation du terrain, la culture des semis, leur distribution et leur plantation. En outre, il constitue une partie importante de l'opération puisqu'il affecte directement la productivité de la plantation et l'état des semis. Toute faille dans le système de distribution peut avoir des effets néfastes, de façon immédiate et à long terme.

Le transport des semis entre la pépinière et l'abri en bordure de route présente habituellement peu de problèmes. Le défi consiste à les acheminer avec efficacité sur le parterre de coupe et à les distribuer selon une méthode qui minimise la distance de marche que les planteurs doivent parcourir pour se réapprovision-

ner. La distribution manuelle peut être justifiée dans certaines conditions, mais c'est un travail dur et exténuant. Si les planteurs doivent le faire eux-mêmes, ils passent alors moins de temps à leur fonction première qui consiste à planter, et plus de temps à marcher et à récupérer leurs forces. Ils peuvent aussi être tentés de régler leur rythme de travail de façon à faire coïncider l'approvisionnement avec l'heure des repas et (ou) de prendre une pause en bordure de route à chaque voyage, ce qui peut toutefois constituer un temps de repos légitime.

Une des compagnies utilisait auparavant un système de distribution manuelle des semis au moyen de supports à dos (figure 17). Deux personnes distribuaient les caissettes multipots à huit planteurs qui les transportaient ensuite dans un support placé sur la hanche (figure 18). La compagnie a modifié ce système de sorte que tous les planteurs utilisent présentement des sacs et vont chercher leurs propres semis au bord de la route. Ceci permet aux deux personnes préalablement chargées de la distribution des semis de travailler elles aussi à planter. La production individuelle a alors baissé légèrement, mais la production totale de l'équipe a augmenté, puisqu'il y avait maintenant 10 planteurs au lieu de huit. Toutefois les planteurs, particulièrement les femmes qui participaient à l'étude, ont déclaré qu'ils n'aimaient pas le poids supplémentaire qu'ils devaient transporter en utilisant les sacs. En essayant de ne prendre que le nombre suffisant de semis pour un voyage aller-retour, ils étaient souvent à court de plants avant la fin du rang. Ils devaient également passer un certain temps au bord de la route à remplir leurs sacs, temps qu'ils combinaient souvent avec une pause. Enfin, si le système racinaire n'était pas bien développé, une partie de la motte de sol tombait au fond du sac, et le semis était alors difficile à solidifier une fois mis en terre. On peut dès lors mettre en doute l'avantage réel que la compagnie a retiré de cette modification. Une méthode mécanique d'approvisionnement des planteurs en multipots leur aurait permis de conserver les supports à la hanche et de planter des semis dont le système racinaire serait demeuré intact. Par ailleurs, il y a un risque que la partie verte des semis se trouve endommagée s'ils sont transportés dans les supports à la hanche à travers des broussailles.

Dans certaines des opérations, on utilisait pour la distribution des semis des véhicules hors-route, tels que débusqueurs et VTT. Ils déposaient habituellement les caissettes à des points d'approvisionnement dispersés sur le parterre de coupe, ce qui réduisait de beaucoup le temps de marche des planteurs; mais quelques-uns parvenaient encore à manquer de plants entre ces points. Une bonne planification, la formation adéquate des planteurs et une meilleure surveillance auraient constitué des atouts dans la plupart des cas.



Figure 17. Support à dos pour caissettes multipots.

Les débusqueurs et les tracteurs à chenilles utilisés étaient capables de se déplacer sur le terrain en transportant les caissettes de semis dans des supports ou des remorques. Cependant les petites trimotos équipées de remorques à 2 roues ne pouvaient être utilisées que sur les routes, et même les routes d'hiver présentaient parfois des problèmes. Une remorque de conception nouvelle dotée d'un système de pont tandem est maintenant disponible et peut généralement être tirée par un VTT à 4 roues motrices. Son aptitude à franchir les obstacles se trouve grandement favorisée par le pont tandem (figure 19).



Figure 19. Remorque à semis dotée d'un système de pont tandem et d'un balancier.

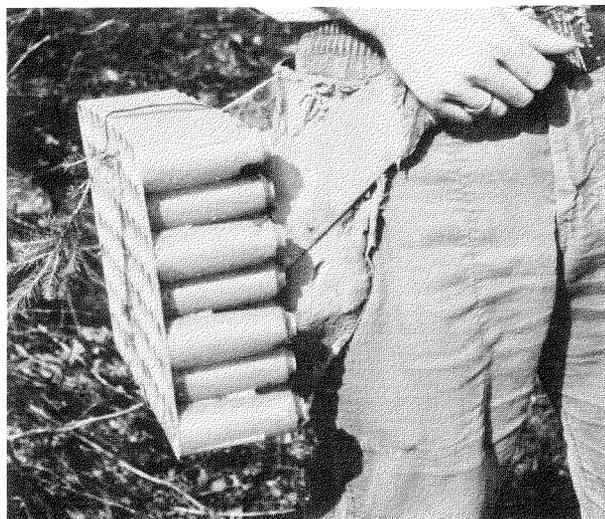


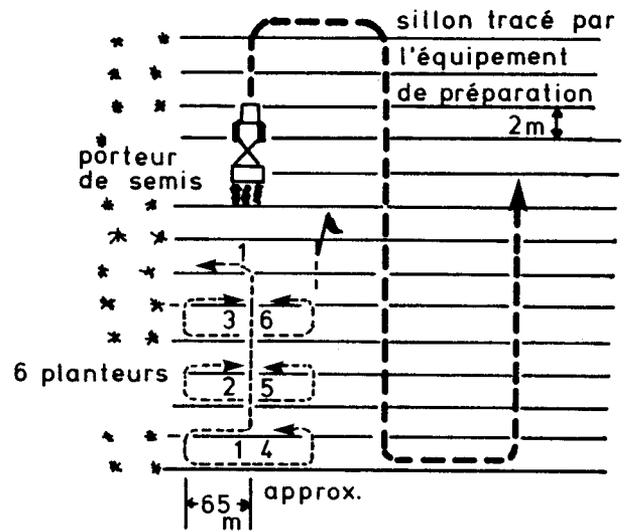
Figure 18. Support à la hanche pour caissettes multipots.

Il n'y avait pas de véhicule affecté à l'équipe dans les opérations de plantation qui ont servi de base à la préparation de ce rapport; mais il pourrait être intéressant de noter que dans certaines opérations suédoises, telles que décrites par Olsson et Sandgren (1982), on utilise des porteurs et des débusqueurs spécialement équipés pour distribuer les caissettes multipots. Les porteurs transportent suffisamment de semis pour une journée, avec en plus:

- un réservoir d'eau de 900 L pour l'arrosage des semis et l'hygiène personnelle;
- un espace pour conserver la nourriture et les breuvages;
- un espace pour conserver la nourriture chaude;
- une tente d'installation rapide en cas de pluie;
- un espace pour les effets personnels et l'équipement de plantation.

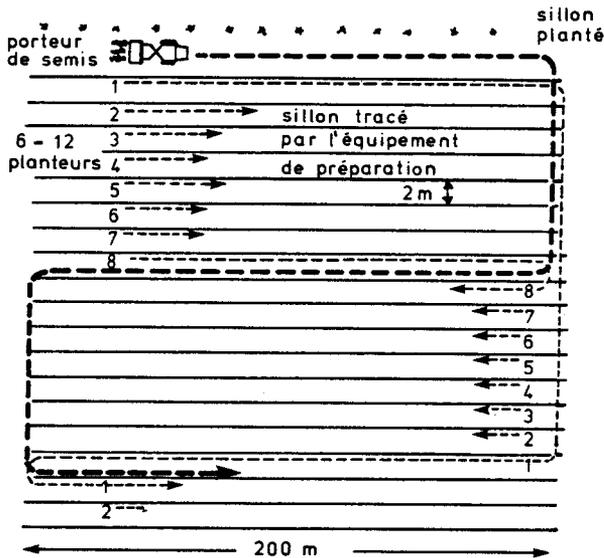
Il y a plusieurs façons de se servir du porteur. Dans un des cas, les planteurs travaillaient côte à côte dans les sillons en transportant une caissette dans un support à la hanche. Le porteur suivait à côté et quand les planteurs manquaient de semis, il traversait tous les sillons permettant à chacun d'échanger sa caissette vide contre une autre pleine (figure 20). Les ouvriers les plus rapides aidaient les plus lents et l'équipe fonctionnait comme un tout. À un autre endroit, le porteur

traversait les sillons, les planteurs travaillant d'un côté et de l'autre (figure 21). Le véhicule se déplaçait toujours à environ 65 m en avant de la superficie déjà plantée, ce qui permettait aux planteurs de faire un trajet aller-retour avec une caissette. Ceux qui se trouvaient du côté éloigné de la superficie déjà plantée s'arrêtaient à une ligne indiquée par une rangée de perches qu'ils déplaçaient à mesure qu'ils avançaient. Dans une autre opération également, un débusqueur était doté à l'arrière d'un support contenant 150 caissettes multipots, semblable à celui qui apparaît à la figure 13. Une journée à l'avance, il traversait les sillons à une distance de 120 à 150 mètres du terrain ou de la partie plantée et déposait 2x10 caissettes à tous les 10 sillons (figure 22). Les planteurs, travaillant en équipe ou à titre individuel, transportaient alors deux caissettes et en plantaient une dans chaque direction en commençant à la ligne traversée par le débusqueur. Cette ligne était indiquée au moyen d'un ruban rouge et la ligne de retour avec un ruban jaune de sorte que les couleurs alternaient.



Adapté d'un croquis de
Foskningsstiftelsen Skogsarbeten

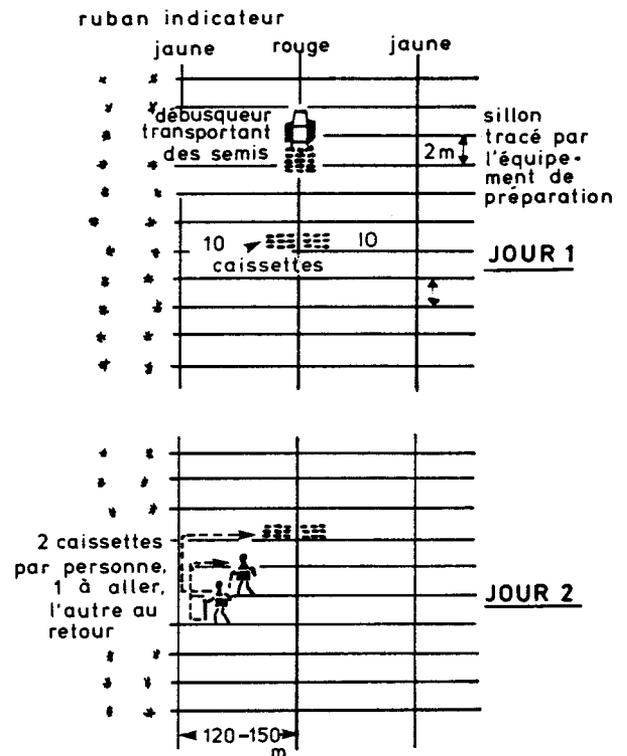
Figure 21. Autre méthode de plantation utilisant un porteur spécialement équipé pour le transport des semis.



Adapté d'un croquis de
Foskningsstiftelsen Skogsarbeten

Figure 20. Méthode de plantation utilisant un porteur spécialement équipé pour le transport des semis.

Le coût qu'implique l'utilisation d'un véhicule de distribution affecté à l'équipe devra être compensé par une hausse dans la productivité de celle-ci. L'augmentation requise dépend en partie du taux imputé à l'opération pour l'utilisation du véhicule, et en partie du coût d'option si on avait utilisé le véhicule à d'autres fins durant la même période. Le tracé de préparation du terrain affecte également l'utilisation de ces méthodes de distribution.



Adapté d'un croquis par
Foskningsstiftelsen Skogsarbeten

Figure 22. Méthode de distribution des semis au moyen d'un débusqueur.

Nous avons effectué un calcul simple pour montrer de combien la productivité des planteurs doit augmenter pour compenser le coût d'un véhicule affecté à chaque équipe pour la distribution des semis. Les résultats qui apparaissent au tableau 9 sont basés sur les hypothèses suivantes: l'équipe compte 10 planteurs qui gagnent chacun 125 \$ par jour; le chef d'équipe gagne 160 \$ par jour; la production moyenne est de 1500 arbres par jour sans véhicule; tout véhicule utilisé travaille 6 heures-machine productives par jour; le conducteur du véhicule est le chef d'équipe. Dans certains cas, on peut avoir besoin d'un conducteur supplémentaire pour le véhicule. Son salaire, pour le poste entier de 8 heures, doit alors s'ajouter au coût du véhicule qui travaille 6 heures-machine productives. On peut ensuite utiliser le coût total par HMP dans le tableau 9.

Tableau 9. Augmentation de production requise pour compenser le coût d'un véhicule de distribution des semis affecté à chaque équipe

Coût du véhicule (avec ou sans opérateur) (\$/HMP)	Augmentation requise de production pour compenser le coût du véhicule (nombre d'arbres/jour-homme)	Changement dans la production (%)
6	38	2.5
10	64	4.3
14	89	5.9
18	115	7.7
22	140	9.4
26	166	11.1
30	191	12.8
34	217	14.5

Influence du tracé et de la qualité de la préparation du terrain

a) Tracé

En général, on avait procédé à la préparation du terrain de façon à ce que l'équipement puisse fonctionner, dans la mesure du possible, d'une manière continue. Souvent cela signifiait que la machine s'était déplacée en suivant des cercles concentriques. C'est une méthode fort judicieuse au point de vue de la productivité de la préparation du terrain. Elle peut également être imposée par le type d'équipement utilisé, par exemple des barils et des chaînes. Toutefois, elle ne facilite pas l'opération de plantation. L'espacement des arbres peut devenir irrégulier et il est plus facile de manquer des placettes dans la parcelle à reboiser, surtout si l'organisation du travail fait défaut.

Il est préférable que les principaux rangs de plantation s'étendent perpendiculairement au chemin d'accès.

Cela permet aux planteurs de commencer et de terminer près de la route, et simplifie également la distribution des semis. On pourra aussi faciliter la distribution en faisant passer l'équipement de préparation du terrain à travers les rangs, à intervalles choisis. Ces rangs transversaux donneront accès aux planteurs et aux véhicules servant à la distribution, et ils aideront à délimiter les parcelles individuelles de plantation.

Dans les superficies où les broussailles et les déchets de coupe ont été mis en andains au moyen de râtaux ou de dents Young, on devrait assurer l'accès en laissant des ouvertures dans les andains suffisamment larges pour que les planteurs et les machines puissent traverser facilement et en toute sécurité. Les planteurs perdent parfois énormément de temps à contourner de tels obstacles.

Il est relativement aisé de suivre les rangs tracés par les charrues et les scarificateurs à disques, mais il est parfois difficile de suivre la direction de marche des scarificateurs par placettes. Cela est particulièrement vrai en présence de végétation concurrente. Garder ces rangs aussi droits que possible facilitera la tâche des planteurs.

b) Qualité

Il n'y a aucun doute que la qualité de la préparation du terrain exerce une influence profonde sur les opérations de plantation, à la fois en termes de vitesse de plantation et de qualité. La relation n'est toutefois pas facile à quantifier. On a observé que quand le sol n'était pas suffisamment bouleversé, les planteurs consciencieux passaient énormément de temps à le travailler eux-mêmes avec leurs bottes. Même si cela ne représentait pas une activité séparée dans l'étude d'échantillonnage des activités, il était évident sur les enregistrements vidéo qu'à certains moments la préparation manuelle du sol prenait plus de temps que la plantation réelle. Aux endroits où la préparation du terrain avait eu lieu deux ans ou plus auparavant, la végétation concurrente avait commencé à envahir les sites (figure 23). Non seulement cela ralentissait-il le travail des planteurs, mais cela pouvait également créer un risque de danger, particulièrement pour les yeux, quand ils devaient se pencher pour mettre le semis en terre.

Bien que ce soit un facteur hors-contrôle, la pierrosité affectait indirectement la plantation en diminuant la qualité de la préparation du terrain et directement en empêchant la pénétration de l'outil à planter. Dans certaines régions, les planteurs devaient faire des tentatives répétées avant de trouver une microsite de plantation libre de roches. Ils perdaient ainsi beaucoup de temps et l'impact se faisait sentir sur les mains et les bras.



Figure 23. La végétation concurrente qui a envahi la superficie où le terrain avait été préparé deux ans auparavant ralentit le travail des planteurs.

Comme la plupart des compagnies insistaient sur le fait que la qualité de la plantation était plus importante que la vitesse ou la production, les planteurs qui travaillaient selon un taux à la pièce se trouvaient en conflit d'intérêt. Ils devaient essayer de maintenir en même temps la productivité et la qualité. C'était encore plus difficile s'ils avaient à préparer manuellement le terrain. Le risque aussi était plus grand de se blesser aux jambes et au dos en donnant un coup de pied (Smith, 1986). Une préparation du terrain de bonne qualité contribuera à réduire ce problème et sera profitable en fin de compte puisqu'elle assurera une meilleure plantation.

Agencement des parcelles à reboiser

L'agencement des parcelles à reboiser sera plus facile si on a tenu compte de la discussion précédente au moment de la préparation du terrain. Les dimensions des parcelles devraient être compatibles avec le type de dispositifs pour porter les semis utilisés et avec le système de distribution. Les parcelles qui peuvent être reboisées en un ou deux jours facilitent la surveillance et le contrôle de la qualité et permettent au planteur de constater ses progrès. Quand le terrain présente des conditions variables, les dimensions des parcelles devraient être ajustées de façon à ce que chacun obtienne une part équitable de bonnes et de mauvaises conditions. On favorisera ainsi le bon moral de l'équipe. Il est également important que l'allocation initiale des parcelles soit faite au hasard; les planteurs peuvent ensuite accéder tour à tour à la prochaine parcelle

disponible. Des limites clairement définies empêcheront de perdre du temps à chercher.

Types de récipients

Bien que la présente étude n'ait pas eu pour objectif de déterminer le pour et le contre des divers types de récipients, nous avons fait quelques observations sur la façon dont ils influençaient la plantation des semis.

Dans les six opérations étudiées, nous avons vu trois types différents de récipients: les paperpots (4); les multipots (2); et les styroblocs (1). La séparation des récipients paperpots prend beaucoup de temps si les racines ont poussé à travers le papier dans les pots adjacents (figure 24). En brisant ces racines, on détruit également les extrémités les plus actives, ralentissant ainsi la vitesse d'établissement après la plantation. Pour trouver une solution à ce problème ainsi qu'à celui du papier non dégradable, le fabricant a mis au point un nouveau récipient, l'Ecopot. Il n'est cependant pas encore utilisé à l'échelle opérationnelle au Canada. Les plateaux de paperpots FH408 pesaient entre 11 et 19 kg selon la teneur en humidité du milieu de croissance. Le nombre de récipients transportés variait beaucoup d'un planteur à l'autre. Quand il n'y avait pas de distribution des semis à l'intérieur de la parcelle, et que les rangs de plantation étaient longs, ils chargeaient parfois un plateau entier dans leurs sacs ou leur panier.



Figure 24. Séparation des récipients paperpots.

Des deux compagnies qui utilisaient les multipots, l'une les plantait directement à partir de la caisse, ce qui laissait les mottes de terre intactes jusqu'au moment de la plantation. Les planteurs transportaient normalement deux caissettes au moyen d'une simple poignée. Les caissettes pesaient en moyenne 3,3 kg chacune, variant de 2,9 kg quand elles étaient sèches à 3,8 kg quand elles étaient fraîchement arrosées. Les caissettes vides pesaient environ 1,1 kg chacune. Dans l'autre opération, les semis étaient retirés de leurs caissettes en bordure de route et tassés dans les sacs. Les planteurs

transportaient jusqu'à cinq caissettes de semis dans leurs sacs, soit un poids d'environ 11 kg. Quand le système racinaire était faible ou pas encore entièrement développé, il y avait une perte de sol qui laissait les racines à nu. Les planteurs éprouvaient alors des difficultés à solidifier les semis à la profondeur voulue. Il y avait manipulation des semis au moment du chargement des sacs, quand un des sacs était vide et devait être rempli à même le deuxième, et au moment de la plantation (figure 25). Nous ne savons pas à quel point cette manipulation de semis en récipients, débarrassés de leur emballage, affecte leur survie.



Figure 25. Plantation de semis en multipots au moyen d'un plantoir. Remarquer les lunettes de sécurité.

L'avantage que présentent les semis en mottes, cultivés dans les styroblocs, est qu'ils sont préemballés et que seuls les semis aptes à être plantés sont acheminés sur le terrain. De plus, il n'y a aucun matériel à retourner à la pépinière, et les mottes sont bien protégées par l'emballage de plastique jusqu'au moment de la plantation. Cette technique pourrait également s'appliquer

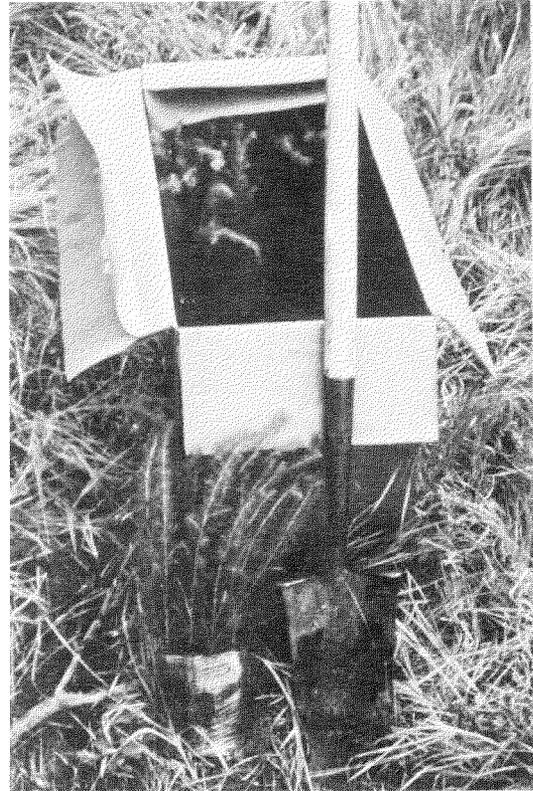


Figure 26. Boîte servant à l'expédition de mottes de semis cultivés dans des styroblocs 313 et paquet de semis.

aux semis en multipots. Le remplissage des sacs est facile et le nombre d'arbres se compte aisément si on prend soin de faire des paquets de 25 arbres chacun. Si le système racinaire n'est pas bien développé, il peut y avoir un risque qu'une partie de la motte de sol tombe au fond du sac. Cependant comme on ne développe qu'un paquet à la fois, les mottes se trouvent non protégées pendant une période de temps relativement courte et le risque est donc réduit. Les semis cultivés dans les styroblocs 313 sont expédiés sur le site de plantation dans des boîtes contenant 450 semis séparés en 18 paquets (figure 26). Ces boîtes pèsent environ 16 à 20 kg selon la teneur en humidité des mottes. Les planteurs mettent habituellement neuf paquets (environ 9 kg) dans leurs sacs pour commencer.

Démariage des semis

Le démariage des semis, quand il avait lieu, se faisait soit dans la serre, soit en bordure de route, ou encore au moment de la plantation. Les planteurs arrachaient habituellement tout semis supplémentaire avec leurs mains, sans l'aide d'un outil, bien que les supports à la hanche pour les multipots disposent parfois d'une lame intégrée à cette fin.

Une étude suédoise sur le démarrage des semis en récipients a estimé le temps consommé pour cette opération à 4 cmin à chaque fois, lorsqu'elle se fait en même temps que la plantation (Nyström et Petré, 1982). Si elle a lieu à la pépinière, elle prend en moyenne 2,5 cmin par récipient quand le nombre moyen de semis enlevés par récipient est de 0,74 et que le poids estimé des semis est de 200 g/m² (Brinnen et Nyström, 1984). D'après d'autres études suédoises, si l'éclaircie n'est effectuée que 10 ans après la plantation au moyen d'une débroussailleuse, le coût sera jusqu'à 12 fois plus élevé qu'à la pépinière. Cette affirmation repose sur l'hypothèse que les semis ont alors en moyenne de 1 à 2 m de hauteur, que 50% des récipients plantés contenaient plus d'un semis et que la production du débroussaillage atteint 1,2 ha par poste de travail.

Équipement de plantation

On utilisait lors de ces études une variété d'équipement pour planter. Les porte-semis étaient soit des paniers sur la hanche, soit deux (ou trois) sacs. Les paniers sont constitués de plastique rigide et comportent une courroie à la taille et une autre à l'épaule. On les avait modifiés dans certaines opérations en leur ajoutant une courroie supplémentaire qui partait de la courroie de l'épaule et passait autour de la poitrine. Quelques planteurs avaient placé un rembourrage autour de la courbe de la hanche et sous la courroie de l'épaule. Au point de vue ergonomique, le fait de transporter un tel panier d'un seul côté (figure 27) crée une charge statique sur les bras, les épaules et le tronc, qui est beaucoup plus fatigante qu'une charge distribuée également (Grandjean, 1982). Comparativement aux sacs, il est aussi plus facile de perdre des semis quand le panier est plein.



Figure 27. Paniers rigides pour porter les semis.

Les sacs à plants se portent dans un harnais qui passe sur l'épaule et est retenu par une courroie à la taille; le poids se trouve ainsi distribué plus également. Les harnais sont réglables jusqu'à un certain point, mais souvent cela n'est pas suffisant pour les personnes plus petites. Quelques-unes des femmes avaient de la difficulté à utiliser le harnais sur l'épaule pour des raisons anatomiques et elles devaient se fier entièrement à la courroie de la taille pour porter le poids. C'était pénible pour les hanches et les jambes. La plupart des sacs sont souples et mous et les semis sont susceptibles d'être endommagés, c'est-à-dire de perdre leur motte de sol. Il existe une garniture intérieure en polystyrène rigide qui se place au fond des sacs (figure 28) et permet de transporter les semis debout à une hauteur convenable dans le sac. Son emploi réduit toutefois le nombre de semis qu'on peut y mettre.



Figure 28. Sacs souples pour semis avec garniture intérieure en polystyrène.

On trouve sur le marché des supports spéciaux qui se placent sur la hanche pour les caissettes multipots. On peut porter un support sur chaque hanche (voir figure 18). L'emploi de ces supports exige un système efficace de distribution des semis puisqu'il faut remplacer les caissettes quand elles sont vides. Cependant les semis sont bien protégés jusqu'au moment de la plantation. Une compagnie avait inventé un dispositif de transport simple pour les multipots. Le dispositif comporte une mince barre d'acier qui est courbée de façon à former une poignée, et plusieurs crochets à ressorts qui permettent de porter jusqu'à quatre caissettes. Durant la plantation elle-même, l'ouvrier ne porte qu'une ou deux caissettes à la fois (figure 29). Un des planteurs accrochait la poignée dans une ceinture, ce qui donnait un support hybride sur la hanche (figure 30). Il augmentait ainsi sa vitesse de plantation puisqu'il pouvait sortir un semis tout en marchant d'un trou à l'autre, sans avoir d'abord à déposer la caissette au sol.



Figure 29. Support à la main pour caissettes multipots



Figure 30. Support hybride sur la hanche.

Tous les planteurs participant à l'étude utilisaient la force de la main pour insérer l'outil à planter, mais ils y ajoutaient parfois la force du pied. Tous les outils comportaient une plaque à la base qui servait d'indicateur de profondeur. Quand l'outil frappait une roche, les ondes de choc à travers la poignée étaient souvent suffisamment fortes pour ébranler le planteur. Pour l'insertion manuelle en sol meuble, ou quand l'insertion se fait principalement par la force du pied, le design ac-

tuel de la poignée semble adéquat. Toutefois un dispositif d'amortissement des chocs sur les outils serait certainement une caractéristique souhaitable.

Les planteurs se servent souvent de l'outil comme support pour se relever après avoir mis le semis en terre et la poignée horizontale actuelle se prête mieux à cet usage qu'une poignée droite qui demanderait un plus grand effort pour s'y agripper. L'aspect ergonomique de la plantation pourrait donc grandement être amélioré en ayant des outils qui sont, soit disponibles en différentes longueurs, soit réglables, et dont les poignées sont dotées de dispositifs d'amortissement des chocs, et ont un diamètre qui permet de s'y agripper aisément.

Le poids de l'outil à planter est également une question importante puisque le planteur peut avoir à le soulever 1500 fois ou plus au cours de la même journée. Dans notre étude, le poids des outils variait de moins de 1 kg pour la pelle en forme de lance à environ 2,5 kg pour le Pottiputki.

Les planteurs

Sur les planteurs qui ont participé aux études, 23% étaient des employés permanents de la compagnie. Ils travaillaient normalement comme bûcherons, conducteurs de débusqueurs, opérateurs d'abatteuses-porteuses, cuisiniers, mécaniciens, etc. Les planteurs temporaires étaient des étudiants, des ménagères, des chômeurs, etc. Leur âge variait de 20 à 60 ans, la majorité se situant entre 20 et 40 ans. Certains étaient des planteurs habiles, et d'autres pas. Quelques-uns d'entre eux possédaient plusieurs années d'expérience alors que d'autres en étaient à leur premier emploi de ce genre. L'aptitude naturelle à planter des arbres était fort différente de l'un à l'autre. Très peu d'entre eux avaient reçu une formation véritable en plantation. La plupart du temps, ils devaient apprendre sur le tas, le chef d'équipe vérifiant leurs efforts de près et les corrigeant pendant quelques jours. Dans certains cas, les nouveaux ouvriers étaient laissés à eux-mêmes, les instructions étant réduites au minimum. Comme résultat, certains planteurs inexpérimentés et peu habiles faisaient des efforts inouïs pour arriver à planter 700 arbres par jour, pendant que ceux qui étaient plus compétents et plus expérimentés en plantaient plusieurs fois ce nombre. Les planteurs ayant une production élevée avaient développé un rythme régulier de travail qui leur permettait de faire plusieurs choses à la fois, par exemple, marcher, charger le semis dans le tube plantoir, et repérer le prochain trou de plantation. Le planteur peu habile, bien que pas nécessairement sans expérience, ne pouvait accomplir qu'une chose à la fois. De toute évidence, une formation appropriée serait ici bénéfique.

La différence la plus remarquable entre les planteurs était sans doute leur motivation. Les employés réguliers de la compagnie plantaient dans la plupart des cas parce qu'ils y étaient obligés (c'était le seul emploi disponible pour eux à ce moment) et leur motivation variait d'élevée à nulle. Parmi les planteurs temporaires, certains considéraient cette tâche comme une occasion intéressante de travailler et de gagner de l'argent alors que d'autres n'y voyaient qu'un moyen de travailler suffisamment longtemps pour pouvoir retirer l'assurance-chômage. La motivation de ces planteurs également variait beaucoup. L'argent est souvent un puissant stimulant et un encouragement au travail. Mais il ne motive pas tout le monde et il y a évidemment d'autres facteurs, moins tangibles que l'argent, qui ont aussi leur importance. Découvrir ces facteurs et les appliquer avec habileté aux travaux de plantation semble constituer un des défis les plus sérieux à relever pour les responsables de ces opérations.

Même si la plantation est reconnue comme une tâche exigeante physiquement et souvent mentalement, les études n'indiquent aucune différence entre les hommes et les femmes au point de vue productivité. Dans la seconde partie de l'étude 2, les planteurs et les chefs d'équipe étaient pour la plupart des femmes. Le moral de ces équipes était le meilleur de toutes les équipes observées. Elles étaient très motivées, la qualité de leur plantation était élevée et constante et la relation entre les planteurs et les surveillants était excellente. Ces conditions reflétaient également la compétence des chefs d'équipe et des contremaîtres.

Les surveillants

Les surveillants de première ligne, c'est-à-dire les chefs d'équipe et les contremaîtres à la plantation, sont un personnel-clé. Ils doivent être motivés eux-mêmes pour obtenir une bonne productivité et une bonne qualité dans une tâche aussi dure et aussi monotone que la plantation d'arbres. Tout bon surveillant doit posséder entre autres les qualités suivantes: l'aptitude à travailler avec d'autres, la capacité à obtenir leur respect, l'aptitude à planifier le travail et à réaliser cette planification, l'aptitude à prendre des décisions. Il ou elle doit de plus bien connaître la région, posséder une certaine souplesse et être prêt à travailler de longues heures.

Par-dessus tout, le surveillant doit être capable de motiver les planteurs, ce qui n'est pas une mince tâche si on songe à la diversité des origines de chacun. Motiver les planteurs implique nettement davantage que l'argent payé dans les scénarios qui prévoient une prime au rendement. Werner (1982) a suggéré les facteurs suivants comme susceptibles d'apporter une certaine motivation chez les planteurs:

- la possibilité de penser par eux-mêmes et de prendre des décisions;
- la possibilité d'obtenir une formation, ce qui est stimulant puisque chacun possède le désir d'apprendre et d'évoluer;
- la possibilité de varier le rythme du travail;
- la possibilité de planifier le travail en fonction de ses besoins personnels;
- la possibilité de voir la relation entre son propre travail et l'effort de régénération dans son ensemble;
- la possibilité d'avoir des contacts avec d'autres personnes;
- la sécurité d'emploi et l'occasion d'effectuer d'autres types de travaux;
- la satisfaction personnelle du travail accompli;
- la possibilité d'augmenter leur salaire;
- l'appréciation de la part des surveillants;
- et la possibilité de juger de leur effort personnel en quantité et en qualité.

Conclusions

On doit d'abord admettre que la plantation manuelle d'arbres est une tâche extrêmement exigeante physiquement et mentalement. Les conditions de travail peuvent varier énormément selon la période, d'un site à l'autre et d'une compagnie à l'autre. Il est donc naturel que le rendement lui aussi varie, en quantité et en qualité.

Toutes les opérations de plantation étudiées présentaient de bons et de mauvais points. Chacune laisse donc place à l'amélioration. La proportion de temps non productif aurait pu être plus faible dans certains cas, mais dans l'ensemble la moyenne se compare bien à celle qu'on trouve dans d'autres études, que ce soit au Canada ou dans d'autres pays.

Il y a deux façons d'augmenter la productivité. La première consiste à laisser davantage de temps au travail même de plantation en réduisant le temps passé à d'autres tâches comme la distribution des semis, et en réduisant le temps non productif. L'autre façon consiste à augmenter la vitesse de plantation en motivant le planteur et en facilitant le travail par une meilleure organisation, une meilleure préparation du terrain et de meilleurs outils. Toute réduction dans les activités autres que la plantation, qui sont très exigeantes physiquement, laisse non seulement plus de temps pour planter, mais aussi plus d'énergie. Il est difficile de quantifier l'énergie ainsi sauvée, mais il est raisonnable de croire qu'elle suffit à compenser l'augmentation de plantation effectivement rendue possible. Elle peut également contribuer à maintenir et même à accélérer la vitesse de plantation.

Voici quelques-uns des points où des améliorations permettraient d'augmenter le temps, et parfois l'énergie, disponibles pour planter.

- la distribution des semis, particulièrement sur le parterre de coupe;
- le déchargement des semis à l'abri;
- la séparation et la sélection des semis;
- la localisation des parcelles et des rangs à reboiser;
- et la motivation des planteurs de façon à minimiser le temps non productif.

La vitesse de plantation pourrait être améliorée grâce aux dispositions suivantes:

- planifier les travaux de préparation du terrain en fonction des opérations éventuelles de plantation;

- s'assurer que la qualité de la préparation du terrain est acceptable; on réduira ainsi la nécessité pour le planteur de préparer manuellement le site, ce qui constitue une source de fatigue et prend du temps;
- s'assurer que les parcelles à reboiser sont définies clairement et équitablement;
- choisir l'équipement de plantation approprié et bien conçu au point de vue ergonomique;
- choisir les surveillants de première ligne avec grand soin;
- donner aux planteurs la formation adéquate;
- et motiver les planteurs et les surveillants.

Bibliographie

- Appelroth, S-E. 1983. Tidsbehovet vid manuell plantering av täckrotsplantor efter maskinell markberedning. [Summary: Time required for manual planting of containerised nursery stock, after mechanical site preparation]. Helsingfors Universitet, Helsinki, Finlande. 136 p.
- Berg, S. 1984. Några synpunkter på produktionen vid manuell plantering. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga, Suède. Stencil 1984-03-28, 7 p.
- Brinnen, U.; Nyström, C. 1984. Enkelställning i plantskolan. Avd. för skogsförnyelse, Sveriges lantbruksuniversitet, Garpenberg, Suède. Plantnytt 1984:2, 4 p.
- Brunberg, B.; Fries, C.; Samuelsson, H.; Thorsén, Å. 1986. Skogsodling i Södra Sverige - förutsättningar, problem och möjligheter. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga, Suède. Redogörelse nr.5. 142 p.
- Davidson, H.O.; Hines, W.W.; Newberry, T.L. 1960. The error of estimate in systematic activity sampling. Jour. Ind. Eng. 11(4): 290-292.
- Flowerdew, A.D.J.; Malin, P.W. 1963. Systematic activity sampling. Jour. Ind. Eng. 14(4): 201-207.
- Grandjean, E. 1982. Fitting the task to the man. An ergonomic approach. Taylor and Francis Ltd., Londres, Angleterre. 379 p.
- Häggbloom, R.; Kaila, S. 1982. Time expenditure on manual tree planting. Helsinki, Finlande. Metsäteho Review 8A, 4 p.
- Nyström, C.; Petré, E. 1982. Enkelställning av täckrotsplantor. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga, Suède. Resultat Nr 16, 4 p.
- Olsson, P.; Sandgren, M. 1982. Planteringsarbete med plant skotare. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga, Suède. Resultat Nr. 4. 4 p.
- Smith, T.J. 1986. Occupational characteristics of tree planting work. School of Kinesiology, Simon Fraser University, Burnaby, C.-B. Rapport non publié, 29 p.
- Stjernberg, E.I. 1985. Planteuse forestières: Revue des planteuses à sillon discontinu et à action ponctuelle. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Pointe Claire, Québec. Rap. Spéc. No. RS-31, 118 p.
- Thorsén, Å. 1982. Distribution av plantor. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga, Suède. Stencil Nr 1982-11-18. 25 p.
- Vyse, A.H. 1974. Preliminary performance standards for planting projects. Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Report No. 2 on the Labour Productivity of Planting Operations in B.C., 41 p.
- Vyse, A.H.; Wallinger, D. 1974. Planting performance studies, Nelson Forest District - 1973. Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Report #3 Labour Productivity of Planting Operations in B.C., 67 p.
- Vyse, A.H.; Birchfield, G.A. 1973. Labour productivity of planting operations in B.C. Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Rapport non publié, 52 p.
- Vyse, A.H.; Birchfield, G.A.; Van Eerden, E. 1971. An operational trial of the styrobloc reforestation system in British Columbia. Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Info. Rep. B.C.-X-59., 34 p.
- Vyse, A.H.; Birchfield, G.A. 1968. Production studies of the planting phase of several reforestation systems conducted on Vancouver Island in April, October and November 1968. Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Misc. Rep. No. 4 (non publié), 4 p.
- Werner, M. 1982. Aktiv arbetsledning för bättre plantering. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga, Suède. Resultat Nr. 6. 4 p.
- Wittering, W.O. 1973. Work Study in Forestry. Her Majesty's Stationery Office, Londres, Angleterre. Forestry Commission Bulletin No. 47, 100 p.

ANNEXE A

Travaux de plantation répartis en diverses activités codées pour la collecte des données avec un datamyte 1005

- code 0: Pas de plantation à cause des conditions atmosphériques; aucune observation - planteur hors de vue.
- code 1: Marche depuis un abri à semis en bordure de route jusqu'au début de la ligne et retour depuis la fin de la ligne.
- code 2: Plantation, y compris préparation manuelle du sol.
- code 3: Marche pour aller chercher des semis une fois à court le long de la ligne, et distribution manuelle des semis sur le parterre de coupe.
- code 4: Approvisionnement des paniers ou des sacs, y compris démariage et sélection.
- code 5: Temps productifs divers.
- code 6: Marche jusqu'à un nouveau site ou nouvelle parcelle de plantation.
- code 7: Repos et pauses personnelles.
- code 8: Pausés-café.
- code 9: Pausés pour le lunch.

ANNEXE B

Temps passé sur le site et nombre d'observations lors des études d'échantillonnage systématique des activités

Étude #	Date de l'étude	Nombre de planteurs observés (#)	Intervalle des observations (cmin)	Temps total d'observation sur le site (h + min)	Temps utile d'observation excl. lunch. (h + min)	Nombre total d'observations (#)	Nombre d'observations utilisées dans l'étude (#)
1	850620	4	50	3 + 42	3 + 18	888	792
	850621	4	50	3 + 03	2 + 18	730	676
2	850723	6	50	3 + 45	3 + 45	2 704	2 704
	850724	6	100	6 + 27	5 + 30	2 322	1 979
	850725	6	100	5 + 23	4 + 32	1 938	1 632
	850726	6	100	3 + 02	2 + 40	1 098	958
3	860506	3	100	7 + 54	7 + 07	1 422	1 281
	860507	6	100	5 + 08	5 + 08	924	924
	860508	3	100	8 + 18	6 + 44	1 494	1 212
4	860527	3	100	8 + 24	6 + 52	1 512	1 236
	860528	2	100	3 + 55	3 + 50	470	460
	860529	3	100	6 + 20	4 + 08	1 140	743
5	860617	3	100	7 + 47	7 + 20	1 401	1 321
	860618	4	100	7 + 36	6 + 52	1 824	1 648
6	860916	1	50	2 + 35	2 + 35	310	310
	860917	2	100	8 + 05	7 + 40	970	920
	860918	3	100	8 + 30	7 + 58	1 530	1 435
Σ	-	65	-	99 + 54	88 + 48	22 677*	20 231*

* La différence entre le nombre total d'observations et le nombre utilisé dans la compilation des résultats consiste en pauses pour le lunch, déchargement des semis du camion, planteur hors de vue, etc.

ANNEXE C

Classification du terrain en fonction de la difficulté de plantation ⁽¹⁾

Caractéristiques du site	Classification de la difficulté de plantation		
	Classe 1: Pas de difficulté	Classe 2: difficulté moyenne	Classe 3: difficulté grave
1. Pente	<15%	15-45%	>45%
2. Déchets de coupe:			
a) grossiers	- déchets ligneux combustibles peu nombreux - billes dispersées	- quantité moyenne de déchets ligneux combustibles - billes groupées, qq-unes se chevauchant à moins de 1 m au-dessus du sol	- nombreux déchets ligneux combustibles - billes groupées, se chevauchant à plus de 1 m au-dessus du sol
b) fins	- branches et houppiers dispersés	- branches et houppiers groupés - obstacles <1 m de hauteur - tapis non tassé de branches, de bouts de bois et d'écorce	- branches et houppiers empilés - obstacles >1 m de hauteur - tapis tassé
3. Végétation	- taches d'herbages peu fréquentes - plantes herbacées fréquentes - petits arbustes peu nombreux	- nombreuses taches d'herbages - couche continue de plantes herbacées - nombreux petits arbustes - peu d'arbres résiduels	- couche continue d'herbages - grands arbustes et arbres résiduels nombreux
4. Conditions du sol			
a) Litière	<5 cm	5-20 cm	>20 cm
b) Compactage	non tassé	compact	très compact
c) Pierrosité	- roches peu fréquentes	- roches nombreuses - quelques boulders - gravier grossier	- couche continue de roches - nombreux boulders
d) Roche-mère ou eau de surface	- taches peu nombreuses	- nombreuses petites taches <2500 m ² (50×50) m	- taches plus grandes >2500 m ² (50×50) m

(1) Adapté de Vyse (1974).

La relation entre la productivité et le site est bien établie (Vyse et Birchfield, 1973; Berg, 1984; Vyse, Birchfield, Van Eerden, 1971). Pour compenser pour les variations dans les conditions du site, Vyse et Wallinger (1974) ont conçu une méthode de calcul des facteurs de difficulté de plantation, qu'ils ont utilisée pour calculer une performance horaire de plantation, standard et corrigée en fonction du site. La méthode ne s'applique peut-être pas universellement, mais nous l'avons utilisée ici dans une tentative pour mieux illustrer les différences entre les divers sites. Il est à noter que plus les conditions du site sont mauvaises, plus le facteur de difficulté de plantation (FDP) est bas. Un FDP de 1,00 correspondrait donc au site idéal.

Les facteurs du site sont regroupés en facteurs primaires, secondaires et tertiaires, selon l'influence qu'ils semblent exercer sur le travail de plantation. Compte tenu des conditions de l'est du Canada, on suggère de les grouper de la façon suivante:

Facteurs primaires:

- Déchets de coupe fins
- Végétation
- Pierrosité (surface)
- Litière
- Compactage du sol

Facteurs secondaires:

- Déchets de coupe grossiers
- Roche-mère ou eau

Facteur tertiaire:

- Pente

Le calcul des facteurs de difficulté se fait selon les étapes suivantes.

Étape 1. Évaluer les facteurs conformément au tableau de classification du site donné plus haut.

Étape 2. Calculer la tolérance de difficulté de plantation pour les facteurs primaires. Classer les facteurs primaires par ordre de difficulté. Si deux facteurs ou plus sont au même rang, leur position relative n'a pas d'importance.

<u>Facteurs primaires</u>	<u>Évaluation de la difficulté</u>	
	<u>classe 2</u>	<u>classe 3</u>
	(% de tolérance)	
Facteur de 1er rang	15	30
Facteur de 2e rang	10	20
Facteur de 3e rang ou plus	5	10

Étape 3. Calculer la tolérance de difficulté de plantation pour les facteurs secondaires.

<u>Facteurs secondaires</u>	<u>Évaluation de la difficulté</u>	
	<u>classe 2</u>	<u>classe 3</u>
	(% de tolérance)	
Si aucun facteur primaire n'a été évalué ≥ 2:		
Facteur secondaire le plus difficile	10	20
Facteur secondaire le moins ou également difficile	5	10
Si un facteur primaire est évalué ≥ 2:		
Facteur secondaire le plus difficile	5	10
Facteur secondaire le moins ou également difficile	0	5
Si deux facteurs secondaires ou plus ont été évalués ≥ 2:		
Facteur secondaire le plus difficile	0	5
Facteur secondaire le moins ou également difficile	0	5

Étape 4. Calculer la tolérance de difficulté de plantation pour le facteur tertiaire. Ici encore le classement dépend du nombre des autres facteurs qui ont été classés ≥ 2 .

Facteur tertiaire

Évaluation de la difficulté	
classe 2	classe 3
(% de tolérance)	

Aucun autre facteur (primaire ou secondaire)

n'a été évalué ≥ 2

5

15

Un autre facteur ou plus ont été évalués ≥ 2

0

5

Étape 5. Additionner les tolérances pour chaque groupe de facteurs.**Étape 6.** Calculer le facteur de difficulté de plantation (FDP)

$$\text{FDP} = \frac{100 - \text{tolérance}}{100}$$

100

Exemple de calcul:**facteurs primaires**

- évaluation:	13122
- ordre de classement:	32211
% de tolérance =	$30 + 10 + 5 + 0 + 0 = 45$

facteurs secondaires

- évaluation:	23
- ordre de classement:	32
% de tolérance =	$5 + 0$

facteur tertiaire

- évaluation:	3
- ordre de classement:	3
% de tolérance =	5

$$\text{Tolérance totale (\%)} = 45 + 5 + 5 = 55$$

$$\text{FDP} = \frac{100 - 55}{100} = 0.45$$

Le tableau suivant montre les résultats de la classification du terrain et les facteurs de difficulté de plantation calculés.

ÉVALUATION DU SITE

ET FACTEURS DE DIFFICULTÉ DE PLANTATION ⁽¹⁾

Étude #	Date de l'étude	Indice de pierrosité (sous la surface) (%)	CLASSE								Tolérance (%)	Facteur de difficulté de plantation	
			Facteurs primaires					Facteurs secondaires		Facteurs tertiaire		(FDP) Quotidien	*** Moyenne Pondérée
			déchets de coupe: fins	Végétation	Pierrosité (en surface)	Litière	Compaction	Déchets de coupe grossiers	rochemère ou eau				
1	850620	N/A*	1	1	1	2	1	1	1	1	15	0.85	0.85
	850621	N/A*	1	1	1	2	1	1	1	1	15	0.85	
2	850723	N/A*	2	2	2	1	2	2	1	2	35	0.65	0.65
	850724	N/A*	2	2	2	1	2	2	1	1	35	0.65	
	850725	N/A*	2	1	2	1	2	2	1	1	30	0.70	
	850726	N/A*	2	2	2	1	2	2	1	1	35	0.65	
3	860506	12.6	1	1	1	2	1	1	1	1	15	0.85	0.80
	860507	16.8	1	1	1	2	1	1	1	1	15	0.85	
	860508	31.3	2	2	1	2	1	2	1	1	30	0.70	
4	860527	28.2	2	1	2	2	1	2	2	1	30	0.70	0.76
	860528	31.7	1	1	2	2	1	2	2	1	25	0.75	
	860529	3.7	1	1	1	2	1	1	1	1	15	0.85	
5	860617	35.6	2	1	2	1	2	2	1	1	30	0.70	0.64
	860618	31.4	2	2	2	2	2	2	1	1	40	0.60	
6	860916	9.9**	2	1	1	1	1	2	1	1	20	0.80	0.80
	860917	9.9**	2	1	1	1	1	2	1	1	20	0.80	
	860918	2.3	1	2	1	1	1	2	1	1	20	0.80	

(1) Adapté de Vyse et Wallinger (1974).

* Données non recueillies.

** Même site.

*** Pondération basée sur le nombre d'observations par site.