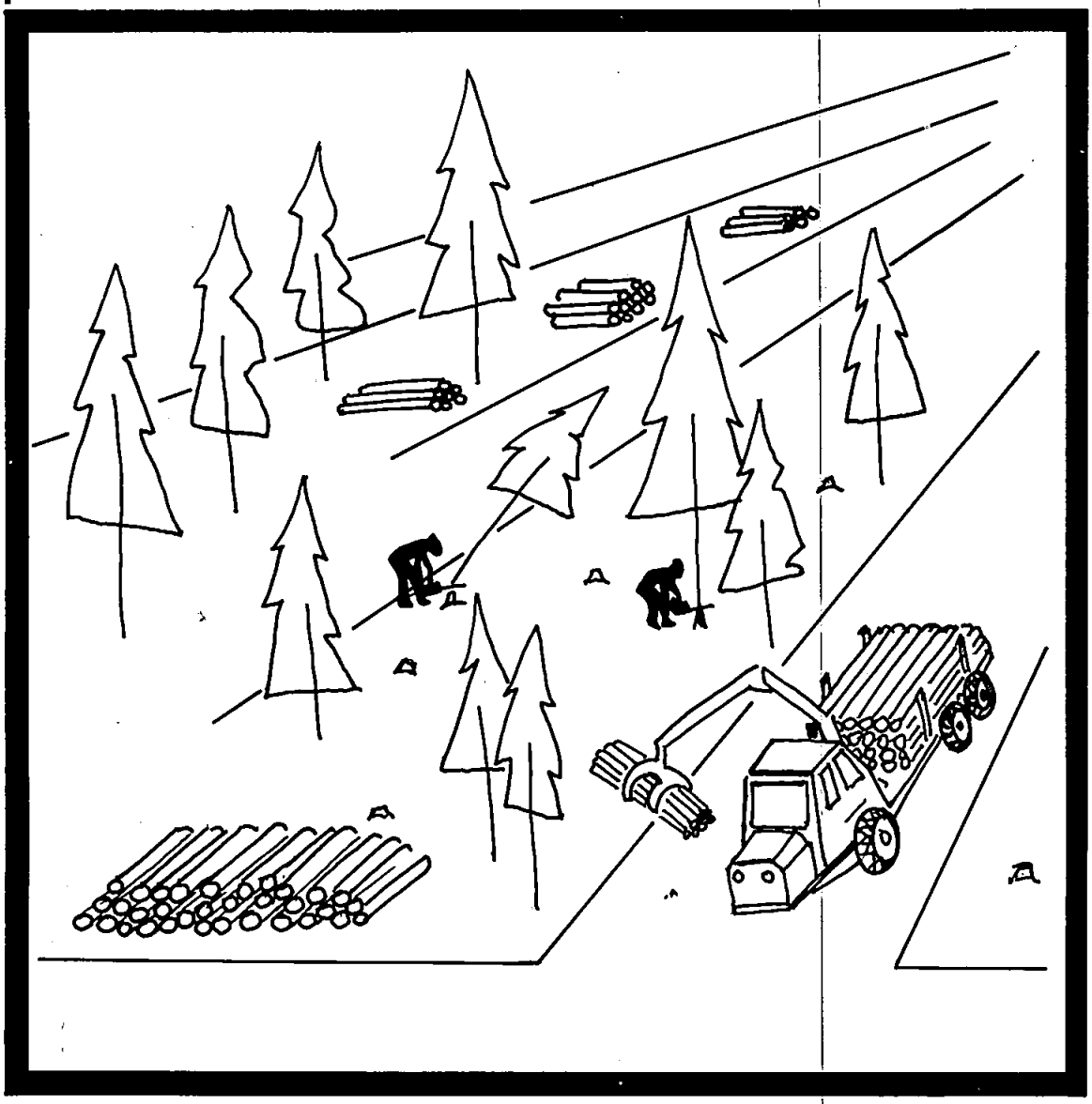
GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES TERRES
ET FORÊTS
SERVICE DE LA RECHERCHE

MÉMOIRE Nº 10
1973

PRODUCTIVITÉ ET COÛT DE DIVERSES MÉTHODES DE TRAITEMENTS SYLVICOLES

par Louis-Jean Lussier et Jean Tomlinson



PRODUCTIVITÉ ET COÛT DE DIVERSES MÉTHODES DE TRAITEMENTS SYLVICOLES

par

LOUIS-JEAN LUSSIER ET JEAN TOMLINSON

DE

OMER LUSSIER ET ASSOCIÉS

Travail effectué pour et
en collaboration avec

LE FONDS DE RECHERCHES FORESTIÈRES

DE L'UNIVERSITÉ LAVAL*

MÉMOIRE N° 10

SERVICE DE LA RECHERCHE

DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS

MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS

1973

* Ce travail a été confié à contrat au Fonds de recherches forestières de l'université Laval par le Service de la recherche et le Service de la restauration forestière.

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

RÉSUMÉ

Le présent travail décrit les résultats des recherches sur la productivité et le coût de diverses méthodes de traitements sylvicoles effectuées au cours des années 1967 à 1970. Ces recherches se sont déroulées dans la réserve cantonale de Talon, à Sainte-Lucie-de-Beauregard, dans le comté de Montmagny. On y a effectué durant quatre ans des coupes partielles commerciales dans des peuplements de sapin de 40 à 50 ans et dans de vieux peuplements mélangés fortement dégradés.

La campagne de 1967 a été très satisfaisante, on a alors utilisé une méthode d'exploitation conventionnelle qui consiste à produire des billes de 4 pieds (*1,2 m*), à les empiler à la souche, à les charger manuellement sur de petits tracteurs et à les transporter en bordure de la route de camionnage

Par contre, la campagne de 1968 a été un échec. La méthode d'exploitation était celle du débusquage des tiges ébranchées à la souche mais tronçonnées seulement en bordure de la route de camionnage en billes de différentes longueurs. Le coût de production qui était de $18.86/corde (*$5.20/st*) en 1967 est passé à $31.62/corde (*$8.73/st*) en 1968.

En 1969, on a essayé une nouvelle méthode soit celle de l'abattage directionnel. Elle a été améliorée en 1970 et s'est avérée un réel succès puisque le coût de production était de $16.50/corde ($4.55/st) en 1969.

Ces expériences prouvent donc qu'on peut trouver des méthodes de coupe ou de traitements sylvicoles efficaces lorsqu'on fait les efforts voulus.

SUMMARY

This report presents research results on the productivity and cost of several methods of silvicultural treatments applied during the years 1967 to 1970. This research was conducted in the Talon township forest reserve, at Sainte-Lucie-de-Beauregard in Montmagny County. Commercial partial cuttings were made during four years in 40 to 50 year old balsam fir stands and in highly high graded mixedwood stands.

The 1967 experience was very satisfactory; a conventional method of exploitation was used. It consists of producing four foot (*1,2 m*) bolts, piling them at the stump, loading them manually on small tractors and transporting them near the hauling road.

On the contrary, the experience of 1968 was a failure. The method of exploitation was the skidding of trees lopped at the stump but cut in bolts of different length only at the hauling road. The production cost which was of $18.86/cord (*$5.20/st*) in 1967 was of $31.62/cord (*$8.73/st*) in 1968.

A new method, called directional felling, was tried in 1969 and improved in 1970. It was a real success and the production cost was of $16.50/cord (*$4.55/st*) in 1969.

This research shows that efficient methods of cutting or of applying silvicultural treatments can be developped when required efforts are made.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. Hans Troedsson, ingénieur forestier suédois, pour sa contribution dans la planification et l'élaboration des méthodes d'exploitation analysées.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

L'année 1971 marque pour le Québec les débuts de la sylviculture à haute échelle. En effet, le ministère des Terres et Forêts, en collaboration avec celui des Affaires sociales, a mis sur pied un vaste programme de travaux de restauration forestière qui emploiera 2 000 hommes annuellement au cours des cinq prochaines années.[1] On ne peut que se réjouir d'une telle initiative, non seulement parce que le Québec reconnaît la nécessité de mettre en valeur sa ressource naturelle la plus importante au plan de l'économie nationale, mais aussi et surtout parce qu'elle contribue à remettre au travail une population laborieuse que la stagnation économique du Québec rural a tenue trop longtemps en chômage.

Les divers travaux de mise en valeur du territoire forestier ne doivent toutefois pas devenir de l'assistance sociale déguisée. Il faut, bien au contraire, qu'ils contribuent le plus possible, à court et à long terme, à augmenter les richesses et le bien-être des membres de la collectivité. Or, pour atteindre cet objectif, l'on doit satis-

---

[1] Notons que dans le secteur forestier, 10 000 emplois au primaire peuvent contribuer à créer de 10 000 à 15 000 emplois au secondaire et au tertiaire.

faire à plusieurs conditions. Mentionnons entre autres l'importance de maximiser la productivité des agents de production et la nécessité de trouver des débouchés pour les produits additionnels mis sur le marché.

La présente publication se propose d'aborder la question de la productivité des agents de production. On entend par agents de production les divers facteurs qui contribuent à la production d'un bien, soit le sol, le travail, l'équipement et le capital. Il ne sera ici question que des trois derniers agents.

Les travaux sylvicoles ont assez mauvaise presse en Amérique du Nord (sauf dans le Sud des Etats-Unis où le sol est très productif) parce que la plupart des études économiques faites par divers spécialistes en la matière démontrent que leur rentabilité est très marginale (un taux variant entre 2 et 4% au Québec). En dépit de ces résultats pessimistes, nous croyons que la sylviculture peut constituer pour un pays comme le nôtre, où les sols ont une vocation beaucoup plus forestière qu'agricole, un excellent investissement. Si les études antérieures sont si peu encourageantes, ceci est dû à trois raisons principales:

a) On isole le peuplement forestier au lieu de le considérer comme faisant partie d'une unité d'aménagement. De ce fait, on ne tient pas compte de l'augmentation immédiate de la récolte qui peut découler de l'application d'un programme sylvicole. Les dépenses se faisant généralement dans les premières années de l'horizon économique et les revenus s'obtenant dans les dernières années, il en découle, par le jeu de l'intérêt composé, des revenus nets actualisés extrêmement faibles.

b) On ne retient qu'une fraction des revenus que procurent à la collectivité l'augmentation de la récolte forestière et la transformation au Québec de cette récolte en produits finis. En fait, on ne considère que les profits du propriétaire forestier, ce qui représente à peine 4% du revenu total.

c) Les coûts d'application des traitements sont basés sur des méthodes de travail à très basse productivité, ce qui exagère considérablement le montant des dépenses encourues.

Partant de ces constatations et considérant qu'à la suite d'un jugement trop sommaire il serait injuste de priver la population rurale d'une activité capable de la sortir de sa pauvreté actuelle, le ministère des Terres et Forêts confiait en 1967, au Fonds de recherches forestières de l'université Laval, la tâche de refaire le procès de la sylviculture. Le présent travail décrit les résultats des recherches sur la productivité et le coût de diverses méthodes de traitements sylvicoles effectuées au cours des années 1967-68-69 et 70.[1]

Ces recherches se sont déroulées dans la réserve cantonale de Talon, à Sainte-Lucie-de-Beauregard, dans le comté de Montmagny (figure 1). On y a effectué durant quatre ans des coupes partielles commerciales dans des peuplements de sapins de 40 à 50 ans et dans de vieux peuplements mélangés fortement dégradés. Ces peuplements sont très fréquents dans cette région du Québec, si bien que les résultats

---

[1] La liste des rapports préparés après chaque année d'opération est présentée dans la bibliographie.

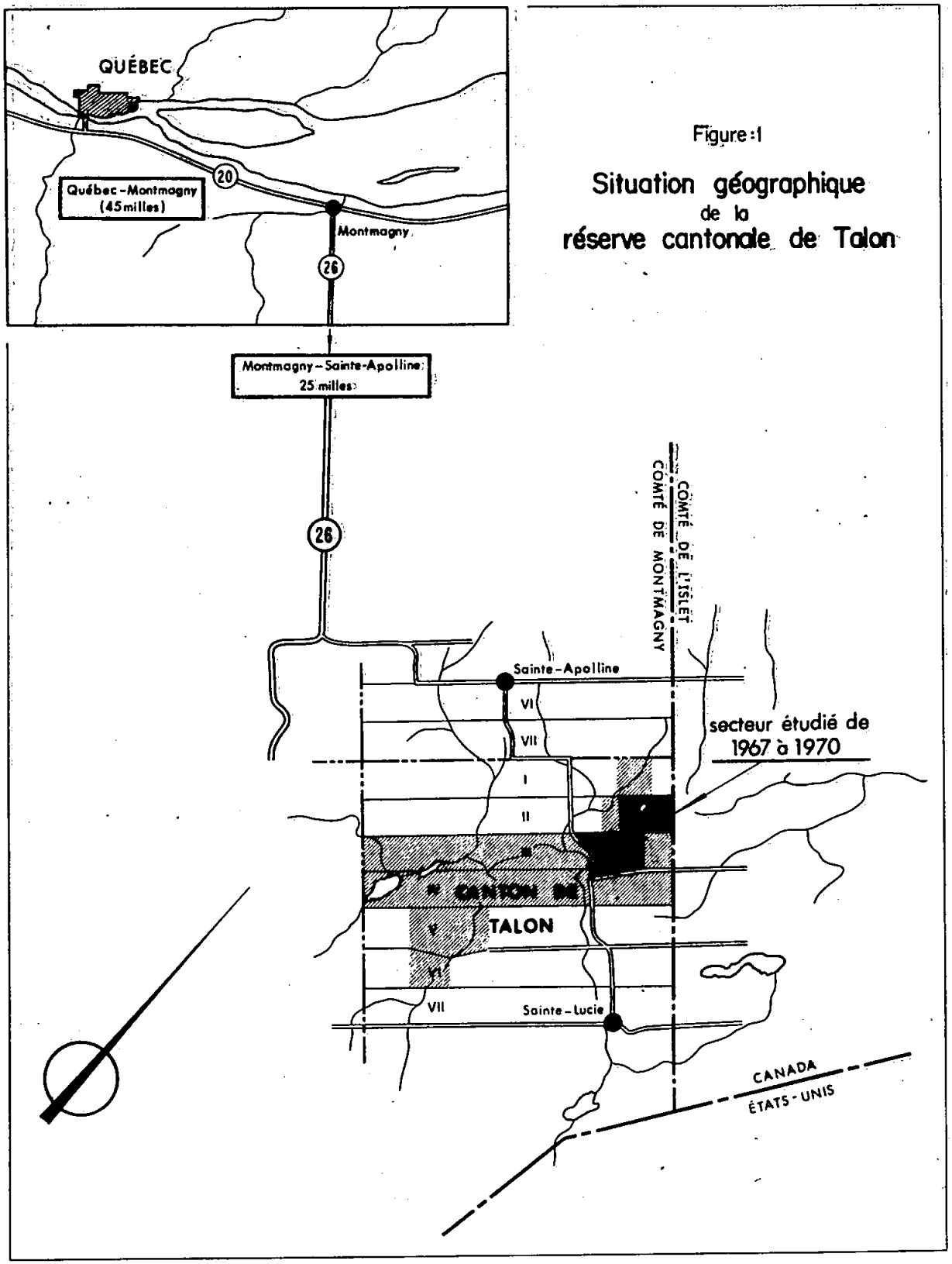


Figure : 1

Situation géographique
de la
réserve cantonale de Talon

obtenus seront immédiatement applicables à un vaste territoire. Au total, on a exploité en coupe partielle près de 5 000 cordes (*18 120 st*) de bois à pâte et de sciage.

Les objectifs concernant l'aspect économique des études peuvent se résumer comme suit:

1. Trouver les méthodes d'exploitation ou de traitement les moins chères possibles et les moins exigeantes du point de vue énergie musculaire.

2. Elaborer une méthode d'analyse économique permettant de tenir compte de tous les facteurs ayant une incidence quelconque sur la rentabilité de la sylviculture et d'évaluer les avantages que retirent des investissements en forêt tous les agents économiques: le propriétaire forestier, l'industrie de transformation, l'ouvrier, l'Etat.

Les recherches n'ont jusqu'à ce jour porté que sur le premier objectif. L'importance accordée à cette question de méthodes efficaces provient du fait que l'une des causes de la non rentabilité de la sylviculture se trouve justement dans un coût trop élevé des divers traitements. En réduisant ces coûts par la mise au point de méthodes efficaces, on augmente considérablement les chances de succès, si bien que la sylviculture peut devenir un investissement intéressant non seulement au niveau de la collectivité mais aussi au niveau de la firme qui exploite et transforme la matière première.

Les recherches de la première année (saison 1967) se sont déroulées dans les peuplements les plus faciles à traiter, soit les sapinières de 40 à 50 ans. On a retiré de ces peuplements environ 1/3 du volume, lequel fut exploité à l'aide d'une méthode traditionnelle, la production de billes de 4 pieds (*1,2 m*) empilées à la souche, chargées manuellement sur de petits tracteurs à chenilles ou à roues et transportées en bordure de route de camionnage. Les résultats furent assez satisfaisants, soit un coût de $ 17.46/corde (*$ 4.82/st*) en bordure de route comparativement à un coût de $ 18.86/corde (*$ 5.20/st*) en coupe à blanc, et un gain journalier moyen de $ 21.50. Cependant, cette méthode ne pouvait être considérée comme acceptable parce que

- n'étant pas suffisamment mécanisée, elle demandait de l'ouvrier des efforts musculaires considérables et risquait d'être coûteuse à long terme;

- ne se prêtant pas à une exploitation mixte pâte/sciage et à la production de billes à fort diamètre, elle ne pouvait s'utiliser dans l'amélioration des peuplements mélangés ou feuillus dégradés où l'on devait envisager la coupe de plusieurs produits provenant d'arbres de forte taille.

Au cours de la saison 1968, on s'est attaqué à ces peuplements, utilisant pour leur exploitation la méthode la plus en vogue présentement au Québec, celle du débusquage des tiges ébranchées à la souche mais tronçonnées seulement en bordure de route de camionnage en billes de différentes longueurs. Cette campagne a été un échec, le

coût grimpant à $ 31.62/corde (*$ 8.73/st*), en raison principalement de l'éparpillement des tiges qui ne permettait pas d'assembler une charge convenable pour la débusqueuse, et du problème de triage que posait en bordure de route la multiplicité des essences et des produits.

S'inspirant des observations des années précédentes, on a conçu au printemps de 1969 une méthode d'exploitation totalement différente, laquelle a été testée au cours de l'été de la même année dans les peuplements extrêmement difficiles à exploiter. Cette méthode, qui a été améliorée en 1970, fait l'objet de la deuxième partie du présent document. Elle s'est avérée un réel succès. En effet, le coût est passé de $31.62/corde (*$ 8.73/st*) à $ 16.50/corde (*$ 4.55/st*) (1969), le taux de mécanisation a été très satisfaisant, et les ouvriers ont fait de bons salaires, soit un gain journalier moyen d'environ $ 24.00.

Ces expériences prouvent deux choses: d'abord, qu'en faisant les efforts voulus, on peut trouver des méthodes de coupe ou de traitements sylvicoles efficaces; ensuite, qu'en n'effectuant pas de telles recherches, on risque de tirer de fausses conclusions en ce qui a trait à la rentabilité de la sylviculture. En effet, si l'on s'était arrêté aux expériences de 1968 où le coût du bois était de $31.82/corde (*$ 8.78/st*) en bordure de route, on aurait tout simplement conclu que l'amélioration des peuplements constitués d'arbres de forte taille et d'essences variées était impensable. C'est souvent en partant de chiffres aussi peu contrôlés que certains économistes nous font voir la foresterie comme une activité indésirable. Evidemment, leur tableau

devient encore plus sombre s'ils ne retiennent dans leurs études qu'une faible partie des revenus découlant de la sylviculture.

Que suggérer pour les années à venir en ce qui concerne les expériences de Sainte-Lucie? On devrait s'attaquer au second objectif de ces recherches, qui consiste à mettre au point une méthode d'analyse économique satisfaisante des investissements forestiers. Un premier pas a été fait dans cette voie en 1969 par l'Association des industries forestières du Québec*. Il reste cependant encore du travail à faire pour que cette méthode soit vraiment complète.

On devrait ensuite continuer les expériences des années 1967-70 en effectuant, pour les traitements des jeunes peuplements où l'on ne retire aucun produit de commerce, des recherches analogues à celles des coupes partielles commerciales.

Mentionnons à cet égard le problème des sapinières très denses de 10 à 20 ans qui couvrent de grandes surfaces au Québec. Plusieurs industriels seraient prêts à traiter ces peuplements mais ne savent pas encore comment s'y prendre pour le faire d'une façon économique. La solution à ce problème, jointe à celle déjà trouvée concernant les coupes partielles commerciales, contribuerait beaucoup à hâter la mise en oeuvre de vastes programmes de travaux sylvicoles au Québec, ce qui serait extrêmement profitable à la population rurale.

---

* Voir à ce sujet: "Etude des problèmes liés à l'utilisation optimale des petites forêts privées du Québec", par L.-J. Lussier et G. Tardif.

Enfin, il y aurait lieu de faire, en marge des recherches de Sainte-Lucie, des efforts considérables en vue de trouver des marchés pour les essences dites secondaires provenant des forêts mélangées et feuillues. La méthode d'exploitation est trouvée; reste maintenant à vendre les produits de la récolte, tâche difficile avouons-le, mais sûrement pas insurmontable.

CHAPITRE I

HISTORIQUE DES RECHERCHES ET RÉSULTATS COMPARATIFS DES DIVERSES CAMPAGNES.

1.1 CONDITIONS D'EXPLOITATION

Durant la campagne de 1967, seuls des peuplements résineux (sapinières de 50 ans) ont été exploités. De ces derniers, on a retiré 9.5 cunits par acre (*66 m^3/ha*) dont 70 p. 100 du volume était composé de sapin et 30 p. 100 d'épinette rouge. Le volume résiduel a été plutôt dense (16 cunits) (*112 m^3/ha*) et le volume de l'arbre moyen faible (4 pi^3) (*0,11 m^3*). Ces conditions peu faborables pour l'ouvrier ont été légèrement compensées par la bonne qualité du terrain. L'espacement des routes de débardage a été fixé à 60 pieds (*18 m*) et leur largeur, à 8 pieds (*2,4 m*). La distance moyenne de débardage a été de quelque 450 pieds (*137 m*) pour le J-5 et de quelque 900 pieds (*275 m*) pour le tracteur Massey-Ferguson. La coupe totale a été de l'ordre de 1 000 cunits (1 230 cordes) (*2 830 m^3*). La production journalière moyenne des bûcherons s'est élevée à 2.65 cordes (*9,60 st*) pour un gain journalier

moyen de $ 21.20. Un total de 20 bûcherons ont été embauchés au taux forfaitaire de $ 8.00 la corde (*$ 2.21/st*).

Durant la campagne de 1968, la coupe a été effectuée dans des peuplements résineux et dans des bétulaies à bouleau jaune et sapin; cependant, les chronométrages n'ont été pris que dans les bétulaies. La coupe totale, cette année-là, a été de 805 cunits (*2 280 m^3*), dont 202 (*572 m^3*) provenant des bétulaies jaunes. Ces derniers peuplements sont très dégradés et on pourrait les qualifier de vieux irréguliers. Le volume total y était de 19.3 cunits par acre (*135 m^3/ha*) et on en a récolté 5.6 cunits par acre (*39,2 m^3/ha*), ce qui donne 29 p. 100 comme intensité d'éclaircie. Le terrain y était généralement vallonné. Le coût moyen au cunit a atteint $ 37.44 (*$ 13.22/m^3*) pour un gain moyen journalier de $ 23.88.

Les travaux sylvicoles de la campagne 1969 ont porté sur des peuplements de bouleau jaune à sapin moyens irréguliers. La densité des éclaircies a été d'environ 38 p. 100, ce qui représente un volume exploité de quelque 7 cunits par acre (*49 m^3/ha*). La topographie des lieux y était facile: pente légère et très peu variable. L'espacement des routes de débardage a été établi à quelque 60 pieds (*18 m*) et leur largeur a varié de 10 à 12 pieds (*3,0 à 3,6 m*). Les distances de débardage ont été relativement élevées, variant de 1 000 è 1 500 pieds (*305 à 457 m*). La coupe totale, cette année-là, a atteint 900 cunits (*2 550 m^3*). Le coût moyen au cunit a été de $20.31 (*$ 7.17/m^3*) et le gain journalier moyen de $ 34.46.

Pour la campagne de 1970, les recherches se sont déroulées dans les peuplements résineux (sapinières), le nombre d'arbres feuillus abattus étant presque nul. Les principales essences récoltées ont été l'épinette rouge (28 p. 100) et le sapin (71 p. 100). De façon générale, la coupe d'éclaircie qui a été appliquée peut être qualifiée d'uniforme, *i.e.* récolte de 40 p. 100 du volume et de 40 p. 100 du nombre de tiges. Une superficie restreinte a toutefois été soumise à une coupe d'éclaircie par le bas, *i.e.* récolte de 23 p. 100 du volume et de 59 p. 100 du nombre de tiges. L'espacement des routes de débardage a été d'environ 60 pieds (*18 m*) et leur largeur a varié de 12 à 14 pieds (*3,6 à 4,3 m*). En 1970, la récolte s'est élevée à 3 223 cunits (*9 125* m^3). De nouveau, le coût moyen au cunit a été de $ 20. (*$7.06/*$m^3$) mais le gain journalier est descendu à $ 25. sans doute dû à l'embauche d'hommes peu expérimentés dans ce genre de coupe.

1.2 SYSTÈMES D'EXPLOITATION.*

En 1967, deux méthodes d'abattage et deux machines de débardage ont été étudiées. La coupe a consisté en la production de rondins de 4 pieds (*1,2 m*) à l'aide de la scie mécanique. Les rondins ont été empilés manuellement en bordure des routes de débardage, ces routes étant espacées de 60 pieds (*18 m*). Les deux méthodes d'abattage observées ont été:

- un bûcheron travaillant seul,
- une équipe de deux bûcherons.

---

* Le lecteur trouvera à l'appendice E une liste de définitions des principaux termes utilisés dans le texte.

Indépendamment de ces deux méthodes d'abattage, deux machines de débardage ont été étudiées: un tracteur de ferme Massey-Ferguson et le débardeur J-5 Bombardier. Le chargement et le déchargement des débardeurs ont été manuels.

Au cours de la campagne de 1968, on a analysé le système d'exploitation la plus en vogue, soit le débusquage des arbres ébranchés à la souche mais tronçonnés en billes de différentes longueurs en bordure de la route de camionnage.

La campagne de 1969 a connu l'étude du tracteur auto-chargeur Quatrack pour l'opération du débardage. Cette opération s'est effectuée séparément pour les essences résineuses et feuillues, ceci rendant plus facile le triage en bordure des routes.

En 1970, l'abattage aussi bien que le débardage ont été étudiés. L'abattage s'est fait par l'emploi d'une méthode directionnelle (voir l'appendice A). Les arbres à abattre étant préalablement marqués, les bûcherons n'ont eu qu'à se conformer à ce marquage. Le cycle d'abattage a englobé les éléments suivants: abattage, ébranchage, tronçonnage des bois en 8 pi (*2,4 m*) et/ou 12 pi (*3,6 m*) et/ou 16 pi (*4,9 m*) (les grumes de 8 pi (*2,4 m*) ont été, et de beaucoup, les plus fréquentes), et assemblage des grumes en bordure des routes de débardage. Le cycle de débardage s'est identifié au transport des bois vers les routes de camionnage à l'aide d'un débardeur sur roues, muni d'une pince pour le chargement.

Deux machines différentes ont été observées:

a) un débardeur à roues Timberjack communément appelé Pulpjack.

b) une machine de type International Paylogger transformée en débardeur à roues.

Une troisième machine a aussi fait l'objet d'une étude dont les résultats, très fragmentaires, ne justifient pas de considération spéciale dans ce texte.

1.3 MÉTHODES D'OBSERVATION.

Sauf pour une brève étude de l'abattage effectué par des équipes de deux bûcherons durant la campagne de 1967, et pour laquelle la méthode des observations instantanées a été retenue, les différents éléments des systèmes d'exploitation ont tous été soumis à une observation continue (méthode du chronométrage).

La littérature étant abondante sur le sujet, il nous paraît inutile de décrire en détail ces deux méthodes d'observation.

En résumé, l'observation continue s'effectue comme suit:

a) On subdivise le cycle de travail en opérations (ou éléments),

b) On mesure à l'aide d'un chronomètre le temps d'exécution de chacune des opérations,

c) On enregistre ces temps sur des formulaires spécialement conçus à cette fin,

d) On enregistre sur le même formulaire les valeurs des variables (diamètres, distances, etc.) du milieu ayant une incidence sur la durée d'exécution des divers éléments du cycle.

Le lecteur trouvera à la page suivante un exemple des formulaires utilisés pour la prise des temps d'exécution de différents éléments, lors de l'observation continue d'un débardeur (voir figure 2).

La méthode des observations instantanées consiste à observer, à intervalles réguliers, un élément donné (un ouvrier, une machine, un groupe d'ouvriers ou de machines), et à noter tout simplement ce qui se produit au moment précis de l'observation.

Ces observations qualitatives permettent, si elles sont répétées un certain nombre de fois (le nombre d'observations est lié à la précision recherchée), de déduire de façon satisfaisante la proportion de chacun des éléments du temps total du cycle de travail.

1.4 RÉSULTATS DES OBSERVATIONS.

1.4.1 LE CYCLE D'ABATTAGE.

En 1967, un total de 11 bûcherons, sur 20 embauchés, ont été chronométrés sur une période de 114.93 heures couvrant ainsi l'observation de l'abattage de quelque 1 175 arbres; nous résumons au tableau I les résultats obtenus du chronométrage. Les temps les plus longs sont:

- l'ébranchage 25.96 p. 100 du temps total
- les temps improductifs 24.14 p. 100 du temps total
- l'empilage 17.85 p. 100 du temps total

Le salaire journalier moyen des bûcherons chronométrés a été de $ 23.12, soit légèrement supérieur à la moyenne générale.

Figure 2 — Formulaire de chronométrage

Etude d'un débardeur

Opérateur _____

1. ☐ _____
2. ☐ _____
3. ☐ _____

Date _____ Voyage n° _____

Début Chrono _____ Fin chrono _____

1. Chargement

Endroit n°	Longueur des billes	Nombre de billes	Ess.	Temps	Remarques

2. Déplacement durant chargement

Endroit n°	Distance	Temps	Remarques

3. Transport en charge

Distance	Pente	Temps	Remarques

4. Déchargement

Temps	Remarques

5. Demi-tour au déchargement

Temps	Remarques

6. Transport à vide

Distance	Pente	Temps	Remarques

7. Demi-tour au chargement

Temps	Remarques

8. Temps improductif

Temps	Cause

Au même tableau, nous comparons les rendements de la coupe partielle à ceux d'une coupe à blanc normale. Les chiffres de ce dernier mode de coupe proviennent d'études déjà conduites par la firme Ômer Lussier & Associés au compte de diverses compagnies. On voit que si l'on avait utilisé la coupe à blanc, le rendement aurait été d'environ 8.7 p. 100 supérieur à celui de la coupe partielle, ce qui signifie, en termes de coût, $ 0.70 la corde (*$ 0.19/st*). Ce coût représente donc, pour les conditions de Sainte-Lucie, le coût marginal du seul cycle d'abattage d'une coupe d'éclaircie.

Au cours de la même année, l'abattage par des bûcherons travaillant en équipes de deux a été étudié par la méthode des observations instantanées. Au total, deux équipes ont été retenues et 4 560 observations réparties sur six jours de travail ont été effectuées (18.93 heures d'observation). Nous en présentons les résultats au tableau II. Les temps improductifs, et plus particulièrement les temps d'attente, forment ici une fraction importante du cycle de travail, soit 40 p. 100 alors que, chez les bûcherons travaillant seuls, ils ne représentent que 24 p. 100 du cycle.

La production observée (exprimée en cunits par heure) n'est que de 0.300 (*0,85 m^3/h*) par bûcheron dans le cas d'équipe de deux, alors qu'elle s'élève à 0.588 (*1,66 m^3/h*) dans le cas du travailleur individuel. La production relative par homme dans les équipes de deux n'est donc que d'environ 62.4 p. 100 de la production du bûcheron travaillant seul. Conséquemment, il n'est pas surprenant que le gain moyen journalier par homme n'ait été que de $ 14.40 avec cette méthode.

Tableau I

Résumé des chronométrages (production de rondins de 4 pi *(1,2 m)*)

Eléments de travail	Coupe partielle			Coupe à blanc	
	heures/ cunit	*heures/ m^3*	Pourcentage du temps total	heures/ cunit	*heures/ m^3*
1. Débroussaillage	.139	*0.049*	5.73	.125	*0.044*
2. Abattage	.251	*0.089*	10.30	.206	*0.073*
3. Ebranchage	.632	*0.223*	25.96	.600	*0.212*
4. Tronçonnage	.158	*0.056*	6.51	.150	*0.053*
5. Assemblage	.232	*0.082*	9.51	.197	*0.069*
6. Empilage	.434	*0.153*	17.85	.430	*0.152*
Temps productif	1.846	*0.652*	75.86	1.708	*0.603*
7. Réparation de scie	.180	*0.064*	7.40	.180	*0.064*
8. Repos	.222	*0.078*	9.10	.222	*0.078*
9. Autres	.186	*0.066*	7.64	.130	*0.046*
Temps improductif	.588	*0.208*	24.14	.532	*0.188*
TOTAL	2.434	*0.860*	100.00	2.240	*0.791*
cunits/heure *m^3/heure*	0.411 *1,16*			0.446 *1,26*	
cunits/jour *m^3/jour*	2.47 *6,99*			2.68 *7,59*	
cordes/jour *st/jour*	2.89 *10,47*			3.14 *11,38*	
salaires/jour ($8./corde) *($2.21/st)*	$23.12			25.12	

Coupe à blanc: Production d'environ 8.7 p. 100 supérieure à la coupe partielle

Coût marginal, coupe partielle: $25.12 ÷ 2.89 cordes = $8.70/corde *($2.40/st)*

$ 8.70 ÷ 8.00 = $0.70/corde *($0.19/st)*

Tableau II

Répartition des éléments de travail, équipes de deux bûcherons

Eléments	Nombre d'observations	Pourcentage du total
Productif:		
- débroussaillage	139	3.0
- abattage	601	13.2
- ébranchage	736	16.1
- tronçonnage	285	6.3
- assemblage	978	21.4
Total - productif	2 739	60.0
Improductif:		
- attente	1 325	29.1
- autres	496	10.9
Total - improductif	1 821	40.0

Vu que cette méthode n'a été étudiée que brièvement et que les résultats ont été très peu encourageants, l'analyse n'en a pas été poursuivie plus avant.

En 1968, deux bûcherons ont été étudiés sur une période de 163 heures, permettant la prise de données de 428 arbres. Nous présentons au tableau III les résultats obtenus des chronométrages.

On y voit la très grande proportion du cycle de travail formée de temps improductifs (43 p. 100); parallèlement, elle n'était que de 24 p. 100 l'année précédente. Telle qu'appliquée, la méthode semble donc absolument inefficace.

Le cycle d'abattage n'a pas été étudié en 1969.

En 1970, cinq bûcherons ont été chronométrés durant 35 jours, permettant une prise de données sur environ 1 000 arbres; ils utilisaient alors la méthode de l'abattage directionnel.

Des résultats plus détaillés sur cette campagne se trouvent au chapitre suivant. Nous nous limitons ici à montrer au tableau IV la proportion des différentes causes de délai par rapport au temps de délai total; à une exception près, les délais personnels en constituent la plus grande partie.

1.4.2 LE CYCLE DE DEBARDAGE (OU DE DEBUSQUAGE) DU BOIS.

En 1967, il y a eu débardage avec deux machines: un J-5 (tracteur Bombardier) et un Massey-Ferguson (tracteur de ferme). Les deux machines seront considérées simultanément ici afin d'en présenter une analyse comparative.

Tableau III

Résultats de chronométrage (1968)

Eléments de travail	Pourcentage du temps total	
Productif:		
- Débroussaillage	4.8	
- Abattage	10.4	
- Ebranchage	19.4	
- Débarras des Houppiers	1.1	
- Chaînage des tiges	15.0	
Total - productif		50.7
Improductif:		
- Bris et réparation de l'équipement	3.3	
- Entretien de l'équipement	4.2	
- Repos	23.2	
- Attente pour chaîner les arbres	4.3	
- Recherches des arbres à abattre	2.0	
- Autres causes	12.3	
Total - improductif		49.3
Total		100.0

Tableau IV

Enumération des délais distribués par cause
(Pourcentage) - Abattage - Campagne 1970

Causes des délais	- Bûcheron -					Total
	1	2	3	4	5	
1. Personnel	* 73.07	39.81	68.03	49.55	76.07	61.68
1.1 Repos et délais divers	73.07	39.81	68.03	49.55	76.07	61.68
2. Scie mécanique	9.40	40.05	19.14	19.30	6.89	17.49
2.1 Entretien (essence+huile)	8.48	25.86	13.07	11.77	6.47	12.17
2.2 Bris	--	14.19	5.04	2.35	0.42	3.40
2.3 Affûtage	0.92	---	1.03	5.18	--	1.92
3. Divers	17.53	20.14	12.83	31.15	17.04	20.83
3.1 Discussion avec le contremaître	5.90	6.65	6.25	14.11	2.71	8.00
3.2 Désencrouage	2.20	12.63	6.59	4.57	6.31	5.47
3.3 Récupération	6.83	---	--	2.88	5.33	3.45
3.4 Scie immobilisée	0.52	---	--	--	1.72	0.36
3.5 Amélioration des empilements	--	0.86	--	0.55	--	0.26
3.6 Autres	2.08	---	--	9.04	0.97	3.29
Temps total des délais (minutes)	587.93	255.96	362.47	579.00	251.18	2 036.59

* Les valeurs contenues dans ce tableau indiquent le pourcentage du temps total des délais attribuable à chaque cause de délai.

Les éléments de travail observés ont été:

- chargement
  - demi-tour avant chargement
  - chargement proprement dit
  - déplacement durant le chargement
- transport en charge
- déchargement
  - demi-tour avant déchargement
  - déchargement proprement dit
  - déplacement durant le déchargement
- transport à vide
- temps improductifs

Au tableau V, le lecteur trouvera un résumé de certaines valeurs calculées. Entre autres conclusions découlant de l'analyse des données, on a trouvé que la pente n'affecte pas la vitesse de déplacement durant le chargement ou la vitesse de transport en charge, mais affecte légèrement la vitesse de transport à vide.

Les temps de transport en charge et à vide sont, à peu de choses près, directement proportionnels à la distance. En général, le Massey-Ferguson est un peu plus rapide que le J-5. La principale différence entre les deux équipements quant aux temps improductifs se situe:

- au niveau de la charge: les temps improductifs liés à la charge sont plus élevés chez le J-5;

- au niveau de la machine: les bris liés à la machine sont plus fréquents chez le Massey-Ferguson.

En 1968, 38 voyages de débusquage des arbres en longueur ont été chronométrés. Au tableau VI, le lecteur trouvera certaines valeurs

Tableau V

Etude comparative entre le J-5 et le tracteur de ferme Massey-Ferguson - campagne 1967

Description de l'élément	Type de machine	ELEMENT DE COMPARAISON				
		Vitesse de déplacement mn/100 pi *mn/100 m*	Distance de déplacement 100 pi *100 m*	Durée de l'opération minutes	Dimensions de la charge rondins	Pourcentage du cycle complet de travail
Transport à vide	*J-5* *M-F*	0.64 *2.10* 0.51 *1.67*				
Demi-Tour avant le chargement	*J-5* *M-F*	1.03 *3.38* 1.13 *3.71*	0.60 *0.18* 0.29 *0.09*			
Chargement proprement dit	*J-5* *M-F*			13.91 17.31	155 203	
Déplacement durant le chargement	*J-5* *M-F*	1.32 *4.33* 1.18 *3.87*	2.11 *0.64* 3.07 *0.94*			
Transport en charge	*J-5* *M-F*	1.02 *3.35* 0.69 *2.26*	4.42 *1.35* 8.93 *2.72*			
Demi-tour avant le déchargement	*J-5* *M-F*	0.71 *2.33* 0.46 *1.51*	1.75 *0.53* 2.90 *0.88*			
Déchargement proprement dit	*J-5* *M-F*			11.94 14.59	155 203	
Déplacement durant le déchargement	*J-5* *M-F*	1.80 *5.90* 1.39 *4.56*	0.33 *0.10* 0.48 *0.15*			
Temps improductifs	*J-5* *M-F*					9.4 16.6

Tableau VI

Etude du débusquage, campagne de 1968

1- Câblage

temps moyen par voyage	= 7.4 minutes
nombre moyen de tiges par voyage	= 12.3
temps moyen par tige	= 0.60 minutes

2- Déplacement durant le câblage

distance moyenne de déplacement par voyage	= 205 pi (*62,5m*)
temps moyen de déplacement par 100 pi	= 1.62 minutes (*5.31mm /100m*)
durée moyenne de déplacement par voyage	= 3.4 minutes

3- Temps improductifs

Cause des temps improductifs	Pourcentage des temps improductifs en fonction de la durée totale de travail
goûter	0.4
chemin	1.2
charge de bois	0.4
machine	7.3
attente durant le triage	0.6
autre	3.1
Total	13.0

obtenues pour le câblage et les temps improductifs. Le temps de transport en charge n'est pas influencé par la pente et est presque proportionnel à la distance; la vitesse moyenne de déplacement est de 1.15 mn par unité de 100 pi *(3.77 mn/100 m)*. Le temps de transport à vide n'est pas influencé par la pente.

Le temps moyen de décablage par voyage est de 3.30 minutes. Le triage des bois, opération qui consiste à séparer les bois francs des résineux, a un temps moyen par voyage de 0.66 minute. Le temps moyen d'empilage est de 8.3 minutes par voyage.

En 1969, le débardage a été effectué à l'aide d'un tracteur-débardeur Quatrack (fabriqué par Bombardier) qui accomplissait les éléments de travail suivants:

- transport à vide depuis la bordure de la route de camionnage jusqu'à une première position d'arrêt;
- demi-tour au chargement;
- chargement proprement dit: prise et mise en charge des billes ainsi que déplacement de la machine entre les positions d'arrêt;
- transport en charge depuis la dernière position d'arrêt jusqu'en bordure de route de camionnage;
- déchargement;
- demi-tour au déchargement.

Pour une charge donnée, certains de ces éléments peuvent être nuls: ce sont les demi-tours au chargement et au déchargement. Tous par contre peuvent donner lieu à des temps improductifs.

Au tableau VII, le lecteur pourra trouver les moyennes obtenues pour chacun des éléments énumérés plus haut. Pour le Quatrack, le transport à vide n'est pas sensiblement influencé par la pente, mais le transport en charge l'est; c'est pourquoi nous avons au tableau VII deux valeurs moyennes pour le transport en charge.

Les temps improductifs ont été chronométrés en détail; ils se divisent en deux groupes principaux, soit ceux qui sont imputables à des pannes de la machine (30.2 p. 100) et ceux qui ne le sont pas (69.8 p. 100). Les premiers sont surtout constitués du déplacement de la chenille (42 p. 100) et du bris de la jointure du cylindre (40 p. 100). Les temps improductifs non imputables à des pannes de la machine sont surtout formés de temps de repos (76 p. 100).

Lors de la campagne de 1970, deux machines de débardage ont été étudiées. Le nombre de voyages observés pour chaque opérateur (et aussi pour chaque machine, étant donné que les opérateurs sont demeurés sur les mêmes machines) est donné au tableau VIII. Le transport à vide et le transport en charge sur route de débardage ou sur route de camionnage sont tous fonction de la distance parcourue quoique la forme des équations varie d'un cas à l'autre (voir l'appendice D). Pour les deux opérateurs groupés, la moyenne arithmétique du temps par prise est de 1.05 mn (opérateur 1: 1.18 mn, opérateur 2: 0.81 mn). Le temps moyen de déchargement pour les deux opérateurs est de 1.05 mn par prise (opérateur 1: 1.25 mn, opérateur 2: 0.72 mn). La moyenne des autres temps effectifs par voyage est de 0.86 mn par voyage. Parmi les délais, les plus importants sont les délais personnels (47 p. 100 du temps total)

Tableau VII

Débardage avec Quatrack, campagne 1969

1. Vitesse moyenne de transport à vide	0.59 mn/100pi (*1.94 mn/100m*)
2. Temps moyen du demi-tour au chargement	0.72 mn/voyage
3. Temps de chargement moyen	0.496 mn/prise
4. Temps de déplacement durant le chargement (temps correspondant à une distance moyenne)	0.62 mn/voyage
5. Vitesse moyenne de transport en charge	
- pente positive	0.89 mn/100 pi (*2.92 mn/100m*)
- pente négative et nulle	0.73 mn/100 pi (*2.11 mn/100m*)
6. Temps moyen de déchargement	5.3 mn/voyage
7. Temps moyen du demi-tour au déchargement	0.33 mn/voyage
Nombre de voyages chronométrés	117
Volume de la bille moyenne	2.83 pi^3 (*0,08*m^3)
Nombre moyen de billes par voyage (moyenne sur 113 voyages)	36
Charge moyenne (moyenne sur 113 voyages)	1.02 cunits (*2,89*m^3)
Nombre moyen de billes par prise	1.85
Nombre moyen de billes par position d'arrêt	4.5
Distance moyenne de déplacement durant le chargement	50 pi (*15m*)
Distance moyenne de débardage	1160 pi (*354m*)

Tableau VIII

Étude du débardage, campagne de 1970

Types de peuplement	Politique de tronçonnage	Classes de terrain *	Nombre de voyages observés		
			Opérateur 1	Opérateur 2	Total
Résineux	8 pi	1	30	20	50
	Longueurs mélangées	2	20	-	20
Mélangés	8 pi	1	11	10	21
		2	9	10	19
TOTAL			70	40	110

* Les classes de terrain sont définies comme suit:

1: Terrain plat; aucun obstacle affectant le rendement du débardeur

2: Terrain en pente légère; présence de quelques grosses roches ayant une certaine influence sur le rendement du débardeur.

et les délais dus à la machine (27 p. 100 du temps total). Le lecteur peut voir au tableau IX les moyennes et les déviations standards des différentes variables indépendantes.

1.4.3 ÉTUDE DU TRONCONNAGE EN BORDURE DE ROUTE.

Le tronçonnage en bordure de route n'a été chronométré qu'en 1968. Le temps de tronçonnage proprement dit ne varie pas d'une essence à l'autre mais augmente en fonction du diamètre. Le temps moyen de déplacement d'un empilement à l'autre est de 0.74 minute par voyage, ce qui équivaut à 1.45 p. 100 du temps total de tronçonnage. Le temps d'assemblage constitue 7.7 p. 100 du temps total. Le temps moyen d'empilage par rondin est de 0.16 minute et représente 8.3 p. 100 du temps total. Les temps improductifs constituent 44.8 p. 100 du temps total.

1.5 ÉTUDE DES TEMPS ÉLÉMENTAIRES.

Nous présentons de façon très succincte les principales fonctions de temps établies au cours des différentes campagnes. Nous avons autant que possible uniformisé les temps élémentaires intégrés à un même cycle d'opérations. Les variables indépendantes ou dépendantes retenues sont définies dans les lignes suivantes:

T (J), cycle d'abattage = temps nécessaire à l'accomplissement de l'élément "J", exprimé en minutes/arbre.

T (J), cycle de débardage ou débusquage = temps nécessaire à l'accomplissement de l'élément "J", exprimé en minutes/voyage.

DHP = diamètre à hauteur de poitrine, exprimé en pouces.

Tableau IX

Énumération des moyennes et déviations standards des différentes variables indépendantes

Elément sous considération	Unité	Moyenne	Déviation standard
1. Distance de transport à vide sur route de débardage	Pieds *Mètres*	707 *215*	426 *130*
2. Distance de transport à vide sur route de camionnage	Pieds *Mètres*	126 *38*	97 *30*
3. Distance de transport en charge sur route de débardage	Pieds *Mètres*	370 *113*	311 *95*
4. Distance de transport en charge sur route de camionnage	Pieds *Mètres*	131 *40*	75 *23*
5. Dimension des empilements au chargement	Pi^3 m^3	18.1 *0,51*	9.3 *0,26*
6. Dimension des prises au chargement	Pi^3 m^3	10.4 *0,29*	2.4 *0,07*
7. Dimension des grumes au chargement	Pi^3 m^3	3.28 *0,09*	3.35 *0,09*
8. Distance de déplacement durant le chargement	Pieds *Mètres*	318 *97*	222 *68*
9. Dimension des prises au déchargement	Pi^3 m^3	14.5 *0,41*	2.9 *0,08*
10. Facteur "Distance X Charge", route de débardage	pi/cunits m/m^3	629 *68*	534 *57*
11. Facteur "Distance X Charge", route de camionnage	pi/cunits m/m^3	221 *24*	131 *14*

DHS = diamètre à hauteur de souche, exprimé en pouces.

L = longueur marchande, exprimée en pieds.

D = distance de déplacement, exprimée en unités de 100 pieds *(30 m)*.

V = charge du débardeur, exprimée en cunits.

N = nombre de billes débusquées/voyage.

Les temps improductifs sont généralement définis en pourcentage du temps productif (ou effectif) des opérations.

1.5.1 CYCLE DE L'ABATTAGE.

1.5.1.1 Campagne 1967

a) Débroussaillage

T (1) = 0.20 mn/arbre

b) Abattage

T (2) = - 4.0 + 9.5 DHP

c) Ebranchage

T (3) = - 186.89 + 38.09 DHP + 7.02 L - 0.58 L (DHP)

d) Tronçonnage

T (4) = 21.34 + 9.57 DHP + 1.10 DHP^2 + 1.23 L

e) Assemblage - empilage

T (5) = 1.60 mn/arbre

f) Temps improductifs = 33 p. 100 du temps total productif.

1.5.1.2 Campagne 1968

a) Débroussaillage

T (1) = 0.23 mn/arbre

b) Abattage

T (2) = - 11.0 + 14 DHS

c) Ebranchage

T (3) = - 139 + 43 DHS résineux

T (3) = - 107 + 29 DHS feuillus

d) Chaînage des tiges

42 p. 100 du temps productif cumulé
(débroussaillage, abattage + ébranchage)

e) Temps improductifs

96 p. 100 du temps productif cumulé
(débroussaillage, abattage, ébranchage + chaînage des tiges)

f) Tronçonnage (élément de travail occurant après le débusquage, en bordure des routes)

T (4) = - 57 + 33 DHS

g) Assemblage - empilage (élément de travail occurant après le débusquage, en bordure des routes)

T (5) = 1.32 mn/arbre

1.5.1.3 Campagne 1970

a) Marche et débroussaillage

T (1) = 0.68 mn/arbre

b) Abattage

$$T\ (2) = -\ 80.93 + 26.470\ DHP - 0.939\ DHP^2$$

c) Ebranchage et tronçonnage

$$T\ (3) = -\ 566.71 + 184.676\ DHP - 6.670\ DHP^2$$

d) Empilage

$$T\ (4) = -\ 489.28 + 150.871\ DHP - 6.374\ DHP^2$$

e) Temps improductifs

$$T\ (5) = 2.30\ mn/arbre$$

1.5.2 CYCLE DU DÉBARDAGE OU DU DÉBUSQUAGE

Exception faite de la campagne 1968 où le transport du bois a été fait en longueur d'arbres, toutes les campagnes ont connu un transport du bois par débardeur. Les six machines suivantes ont tour à tour été étudiées.

IDENTIFICATION	MACHINE	CAMPAGNE
M1	Tracteur J-5	1967
M2	Tracteur de ferme Massey-Ferguson	1967
M3	Quatrak	1967
M4	Pulp jack	1970
M5	International Paylogger	1970
M6	Débusqueuse	1968

L'étude comparative du débardage est présentée dans les lignes suivantes:

1.5.2.1 Transport à vide (temps exprimé en minutes/voyage)

M1 $T(1) = 0.64\ D$
M2 $T(1) = 0.51\ D$
M3 $T(1) = 0.59\ D$
M4 $T(1) = (17.32 + 67.722D)/100$
M5 $T(1) = (53.03 + 84.662D - 1.208D^2)/100$

1.5.2.2 Chargement (temps exprimé en minutes/voyage)

M1 $T(2) = 11.2\ V + 1.32\ D$
M2 $T(2) = 10.7\ V + 1.18\ D$
M3 $T(2) = 9.5\ V + 1.582 + 0.78\ D$
M4 $T(2) = 7.67\ V + (2.30 + 205.236D - 11.986D^2)/100$
M5 $T(2) = 12.27\ V + (31.69 + 204.119D - 11.045D^2)/100$

1.5.2.3 Transport en charge (temps exprimé en minutes/voyage)

M1 $T(3) = 1.02\ D$
M2 $T(3) = 0.69\ D$
M3 $T(3) = 0.81\ D$
M4 $T(3) = (35.65 + 91.210D)/100$
M5 $T(3) = (-31.69 + 146.156D - 5.027D^2)/100$

1.5.2.4 Déchargement (temps exprimé en minutes/voyage)

M1 $T(4) = 11.1\ V$
M2 $T(4) = 10.2\ V$
M3 $T(4) = 5.2\ V$
M4 $T(4) = 9.82\ V$
M5 $T(4) = 14.89\ V$

1.5.2.5 Autres temps effectifs (temps exprimé en minutes/voyage)

M1 $T(5) = 0.62$
M2 $T(5) = 0.33$
M3 $T(5) = 1.05$
M4 $T(5) = 0.33$
M5 $T(5) = 1.17$

1.5.2.6 Temps improductifs (exprimés en pourcentage de tous les temps productifs)

M1 p. 100 = 11.1
M2 p. 100 = 20.5
M3 p. 100 = 18.9
M4 p. 100 = 15.4
M5 p. 100 = 15.9

1.5.2.7 L'étude du seul cas de débusquage apparaît ci-après:

Transport à vide (temps exprimé en minutes/voyage)

M6 $T(1) = 0.75 + 0.09\ D$

Câblage (temps exprimé en minutes/voyage)

M6 $T(2) = 0.88\ N$

Transport en charge (temps exprimé en minutes/voyage)

M6 $T(3) = 1.15\ D$

Décâblage (temps exprimé en minutes/voyage

M6 $T(4) = 0.27\ N$

Empilage (temps exprimé en minutes/voyage

M6 $T(5) = 9.0$

Temps improductifs (exprimés en pourcentage de tous les temps productifs)

M6 p. 100 = 15.0

CHAPITRE II

ANALYSE DE LA CAMPAGNE 1970

Parce que la campagne 1970 marque l'aboutissement logique de toutes les recherches effectuées à Sainte-Lucie et que les résultats obtenus sont très probants, ce chapitre sera consacré à en faire une analyse plus détaillée. Les conditions et le système d'exploitation, ainsi que certains résultats ont été décrits ou présentés dans le premier chapitre, de même que dans l'appendice A.

2.1 CUEILLETTE DES DONNÉES

Une observation continue des cycles complets d'abattage et de débardage a été effectuée et toute l'information pertinente a été recueillie sur des formulaires spéciaux présentés aux figures 3 et 4: on y voit pour chaque cycle, la liste des temps élémentaires retenus, une énumération des variables les affectant ainsi que des unités dans lesquelles ces variables sont exprimées.

Toutes les variables importantes n'ont pas nécessairement été prises lors de l'observation continue. Le chronométreur a de plus procédé à l'établissement de places (superficie couverte par un homme en une journée) dans lesquelles certaines mesures ont été effectuées, telles que:

- nombre d'arbres non récoltés
- volume marchand non exploité
- DHP moyen des arbres non coupés
- etc...

2.2 TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Vu l'immense somme de renseignements recueillis dans la période de chronométrage, tout le traitement de cette information (calcul des moyennes et des déviations standards, détermination des équations de régression, établissement des coefficients de corrélation, etc) a été fait sur ordinateur. Pour ce faire, il a fallu:

a) adapter à la situation sous étude, un certain nombre de sous-routines appropriées, et mettre au point le programme définitif;

b) présenter l'information recueillie sur le terrain sous une forme directement utilisable pour la perforation et subséquemment, lisible par l'ordinateur (à cet effet, voir les formulaires aux figures 5, 6 et 7);

c) perforer les données sur cartes IBM;

d) commander l'exécution du programme aussi souvent que nécessaire.

Figure 3 — Étude de l'abattage directionnel

Place n° ________
Bûcheron n° ______

Date ______________
Chronométreur ____________________

Feuille n° ________ de ______
Commencé à __________ Temps total
Terminé à __________ ______________

Données par arbre												Données par groupe d'arbres							Remarques
Arbre n°	Zone	Essence	DHP Pouces	Nombre de billes						Temps — C Minutes		Temps — C Minutes		Nettoiement		Pertes de temps			
				8 pi			12 pi												
				0	1	2	0	1	2	Abattage	Ébranchage et Tronçonnage	Marche et recon.	Assemblage	C Minutes	Nombre d'arbres	Person.	Scie	Autres	
																			Temps Total

Figure 4 — Étude du débardage

Date ☐☐☐ Voyage ☐

Opérateur _____ Début _____

Tracteur _____ Peuplement (R/M) _____ Fin _____

Dimension des grumes B ☐ M ☐

Classe de terrain _____

Transport à vide				Transport en charge			
Route de débardage		Route de camionnage		Route de débardage		Route de camionnage	
Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.

_____
Signature

	Hauteur	Longueur	Largeur
Charge	pieds _____	pieds _____	pieds _____

Volume solide

Pourcentage du volume solide _____ pieds cubes _____

Chargement (par position d'arrêt)				Déplacement durant chargement	
Nombre d'empilement	Nombre de prises	Nombre de grumes	C min.	Distance (pieds)	C min.

Remarques

Déchargement		Déplacement durant le déchargement		Pertes de temps C min.			Divers
Nombre de prises	C min.	Distance (pieds)	C min.	Travail	Personnel	Machine	C min.

Page_____

Figure 5 — Données/Arbres

Ident carte	Place nº	Bûcheron nº	Terrain	Arbres laissés/ acre	Arbre nº	Zone	Espèce	DHP (pouces)	Hauteur (pieds) excl. le houppier	Branchité relative (%)	Temps d'abattage c min.	Temps d'abattage et tronçonnage c min.	Arbre nº	Zone	Espèce	DHP (pouces)	Hauteur (pieds) excl. le houppier	Branchité relative (%)	Temps d'abattage c min.	Temps d'abattage et tronçonnage c min.	Arbre nº	Zone	Espèce	DHP (pouces)	Hauteur (pieds) excl. le houppier	Branchité relative (%)	Temps d'abattage c min	Temps d'abattage et tronçonnage c min
1 2	3 4	5 6	7	8 9 10 11	12 13	14	15	16 17 18	19 20 21	22 23 24	25 26 27	28 29 30 31	32 33 34	35	36 37	38 39	40 41 42	43 44	45 46 47	48 49 50	51 52 53	54	55 56	57 58	59 60	61 62	63 64	65 66 67	68 69 70	71 72 73	74

Figure 6 — Données/Place

Page.....

* Code : 1 - Résineux
2 - Mélangés

** Code : 1 - 8 pieds
2 - Plusieurs longueurs

Ident. carte	Place no	Bûcheron no	Superficie (acre)	[illegible]	[illegible]	Arbres abattus		Arbres laissés	Volume marchand abattu, cubis	Nombre d'emplacements	Nombre de billes	DHP moyen - pouces (arbres marchands)	Temps exprimé en c min.								
						Marchand	Non marchand						Abattage	Ébrench. et tronçon.	Marche et recom.	Assembl. et Empilage	Nettoiement	Délais		
																		Personnel	Scie	Autres
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72	73	74	75													

Figure 7 – Données – Phases du débardage

*Type de peuplement: 1-Résineux
2-Mélangés

*Dimension des grumes: 1-8 pieds
2-Différentes

*Classes de terrain: (1,2,3)

Page........

							Transport à vide				Transport en charge				Chargement				Déplacement dur. charge		Déchargement		Déplacement dur. décharge		Pertes de temps c min				
							Route de débardage		Route de camionnage		Route de débardage		Route de camionnage																
Ident. carte	Numéro du voyage	Opération (code)	Tracteur (code)	Type de peuplement *	Dimension des grumes *	Classes de terrain *	Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.	Nombre d'empilement	Nombre de prises	Nombre de grumes	C min.	Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.	Distance (pieds)	C min.	Travail	Personnel	Machine	Autres temps c min.	Charge en pieds cubes

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

2.3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

2.3.1 RÉSULTATS

Nous présentons, aux appendices B, C et D, une énumération complète de tous les résultats obtenus lors de la campagne 1970, les appendices B et C couvrant le cycle de l'abattage et l'appendice D, celui du débardage. Cette somme d'information n'a pu être calculée que grâce à une utilisation assez poussée de l'ordinateur. Ces appendices comportent suffisamment de renseignements pour permettre la prédiction de la productivité du système d'exploitation retenu dans plusieurs situations similaires.

2.3.2 CONCLUSIONS

Le travail s'est déroulé en accord avec nos prévisions et les résultats obtenus sont très probants. Les efforts consacrés à l'amélioration du système de récolte en coupes d'éclaircies ont réellement porté fruits durant la saison 1970. Entre autres points importants à souligner, mentionnons:

- l'introduction d'un mode de récolte des bois à peu près inconnu;
- l'embauche d'hommes n'ayant pas travaillé en forêt depuis bon nombre d'années;
- l'adaptation très rapide de ces hommes au mode de récolte proposé;
- la productivité observée a été très bonne dans les circonstances et pourrait sans doute être améliorée;

- les gains journaliers ont été très acceptables.

Si on ajoute à cette liste les avantages d'ordre purement forestier, *i.e.*, amélioration des peuplements, récolte d'arbres sujets à une mortalité naturelle à plus ou moins brève échéance, augmentation immédiate de la possibilité, etc., on ne peut que souhaiter la poursuite de tels travaux dans les années à venir, et sur une grande échelle, à la condition très importante de trouver un marché pour tous ces bois.

CHAPITRE III

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

3.1 SIMULATION DES MÉTHODES D'APPLICATION DES TRAITEMENTS SYLVICOLES

Afin d'exploiter rapidement et efficacement les diverses fonctions de production établies à Sainte-Lucie, on a conçu un modèle de détermination de simulation, qui fut ensuite traduit en langage ordinateur de façon à traiter électroniquement les données pertinentes au problème étudié.

3.1.1 BUT DU PROGRAMME ET SES COMPOSANTES

Le programme a pour but de calculer pour les conditions particulières d'un peuplement forestier donné - diamètre moyen, volume à l'acre, relief, sol, etc. - la productivité horaire et le coût par unité de production (cunit, acre, arbre, bille, etc.) correspondant à l'opération que l'on désire simuler (débardage avec petit tracteur, avec

tracteur muni d'un vérin hydraulique, nettoiement manuel ou mécanisé, etc.). Le programme est donc formé de trois composantes principales:

a) le calcul du coût horaire;

b) le calcul de la production horaire;

c) le calcul du coût par unité de production.

Ces composantes sont les éléments permanents du programme. Elles permettent de calculer, à partir d'un minimum de données d'entrée, les valeurs recherchées.

3.1.2 LES DONNEES D'ENTREE

Les données d'entrée peuvent se subdiviser en quatre groupes:

3.1.2.1 Les paramètres de l'équipement

Il y a d'abord les paramètres économiques: le prix d'achat, la vie économique, le coût de la main-d'oeuvre, le taux d'intérêt; il y a ensuite les paramètres techniques: la capacité de charge, la longueur utile de la flèche articulée et la capacité de la pince s'il s'agit d'un tracteur auto-chargeur, etc.

3.1.2.2 Les fonctions de production

Chaque cycle complet d'une opération donnée peut être subdivisé en éléments de travail. Ainsi, pour le cycle "débardage" (un voyage aller-retour), on a retenu les éléments suivants:

- chargement;
- déplacement durant le chargement;

- transport en charge;
- déchargement;
- transport à vide;
- autres temps productifs.

A l'aide d'études de temps ou autres données disponibles, on établit la relation entre le temps d'exécution de chaque élément et les variables du milieu qui lui sont liés. Ainsi, dans la présente étude, on a utilisé les relations suivantes [1] pour le débardage fait avec un tracteur auto-chargeur.

Chargement:

$$T1 = 86.69 - 3.172\ Vg + 5.428\ Vp - 0.646\ Ve$$

Déplacement durant le chargement:

$$T2 = 32.34 + 201.54\ D_1 - 11.728\ (D_1)^2$$

Transport en charge:

$$T3 = 1.70 + 118.936\ D_2 - 2.68\ (D_2)^2$$

Déchargement:

$$T4 = 2.89 + 4.10\ Vp$$

Transport à vide:

$$T5 = 93.11 + 63.389\ D_3$$

Autres temps productifs:

$$T6 = 86.5$$

---

[1] Relations calculées par méthodes statistiques à partir de données provenant des expériences de Sainte-Lucie, comté de Montmagny.

$T = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6$

où

T = temps total d'un cycle complet, en (1/100 mn)

$= \sum_{i=1}^{6} T_i$ = fonction de production du cycle complet

VG= volume/grume, pi^3

Vp= volume/prise, pi^3

Ve= volume/empilement, pi^3

D_1= distance du déplacement durant le chargement, unités de 100 pieds (*30 m*)

D_2= distance du transport en charge, 100 pieds (*30 m*)

D_3= distance du transport à vide, 100 pieds (*30 m*)

3.1.2.3 Les facteurs d'ajustement

Les fonctions de production permettent de prédire pour des conditions données le temps d'exécution des diverses opérations de la méthode étudiée. Ce temps ne tient toutefois pas compte de la variation dans les conditions d'opération que l'on peut rencontrer sur le terrain. Les facteurs d'ajustement ont pour but de compléter les fonctions fondamentales tenant compte de cette variation. Ainsi, le temps de chargement T1 sera multiplié par un facteur K1 qui variera selon les difficultés du milieu de travail. Si le milieu est facile, K1 pourra être égal à 0.80; s'il est très difficile, il pourra atteindre 1.30. Les valeurs des facteurs d'ajustement peuvent être subjectives ou objectives, selon les données disponibles.

3.1.2.4 Les variables du milieu

Les variables retenues sont celles qui se trouvent dans les fonctions de production. On peut ici distinguer trois types de variables:

a) la variable indépendante principale,

b) les variables dépendantes de la variable principale,

c) les variables indépendantes secondaires.

La variable indépendante principale est généralement (mais pas nécessairement) celle qui a le plus d'effet sur la productivité et le coût de la méthode de travail étudiée. C'est avant tout la variable qu'on désire paramétrer et dont on veut voir apparaître dans l'*output* les valeurs correspondantes de production et de coût. (Voir exemple d'*output* à la figure 8). Dans le cas de l'abattage, cette variable pourra être le diamètre moyen du peuplement, dans le cas du débardage, ce sera la distance moyenne, etc.

Les variables dépendantes de la variable principale sont celles qui ont un effet sur le temps d'exécution de l'opération par cycle ou unité de production et qui varient en fonction de la variable principale. Ainsi, dans le cas de l'abattage, le temps d'exécution ne dépendra pas nécessairement du diamètre seulement, mais peut-être aussi de la hauteur de l'arbre, de sa branchité, etc. De même, le volume de production d'un cycle variera en fonction du diamètre de l'arbre abattu. Donc, si l'on désire paramétrer la variable "diamètre", il faudra pour chacune des valeurs prises par cette variable calculer les valeurs des autres variables "significatives", ce qui sera fait à l'aide de fonctions liant la variable principale à ces diverses variables.

Dans la présente étude, nous n'avons retenu que deux variables dépendantes, soit la hauteur et le volume de l'arbre qui varient en fonction de son diamètre.

Les variables indépendantes secondaires sont celles qui ne sont pas liées à la variable principale et qui ne prendront qu'une seule valeur au cours d'une simulation. Si l'on désire paramétrer ces variables, il faudra donc effectuer plusieurs simulations.

3.1.3 LES DONNÉES DE SORTIE (L'*OUTPUT*)

L'*output* est d'abord constitué d'une partie des données d'entrée: les données générales (méthode simulée, équipement, opération, etc.), les paramètres de l'équipement, et les variables du milieu (à l'exception des variables dépendantes). Il fournit ensuite les données de production et de coût recherchées (cunits/heure, acres/heure, coût/cunit, coût/acre, etc.). Il donne enfin le coût horaire de l'équipement utilisé par poste de dépense, soit la dépréciation et l'intérêt, les dépenses d'opération et les frais de réparation. A noter que le programme a été conçu de façon à pouvoir exclure certaines parties de l'*output*. On trouve à la figure 8 un *output*-type; le lecteur est prié de référer à l'appendice F pour en avoir la série plus complète.

3.1.4 LES AVANTAGES DU PROGRAMME

Le programme est très facile d'emploi et peut être manipulé par une secrétaire. Il fournit un *output* clair et bien aéré de format 8½ x 11 po *(21,6 x 27,9 cm)*, ce qui permet de l'introduire dans un rapport technique sans travail de dactylographie. Il est à toute fin pratique, illimité quant au nombre de paramètres, de fonctions et de variables qu'on peut y introduire. Son plus grand avantage cependant est qu'il permet de faire dans une fraction de seconde des calculs qui

Figure 8

Exemple d'output

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 1E

STRATE: SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: PETIT TRACTEUR (j-5 OU AUTRE)

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	1.512	*4,282*	4.84	*1.71*
4	*1,22*	1.388	*3,930*	5.27	*1.86*
6	*1,83*	1.283	*3,633*	5.71	*2.02*
8	*2,44*	1.192	*3,375*	6.14	*2.17*
10	*3,05*	1.114	*3,154*	6.57	*2.32*
12	*3,66*	1.045	*2,959*	7.00	*2.47*
14	*4,27*	0.984	*2,786*	7.44	*2.63*
16	*4,88*	0.930	*2,633*	7.87	*2.78*

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	1.82
FRAIS DE RÉPARATION	1.48
FRAIS D'OPÉRATION	0.51
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$ 3.82
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$ 7.32

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A = 7000 N = 4 H = 1200 I = .095 D = .780 L = 3.50 V = 100 G = 0

VARIABLES DU MILIEU

K8 = 0.80

normalement prendraient plusieurs heures. La contrainte de temps que pose le "paramétrage" des caractéristiques de l'équipement, des prix des agents de production, des conditions du milieu de travail, disparaît et l'on peut ainsi dégager rapidement des tendances qui seront d'une très grande utilité pour la prise de décisions rationnelles. Enfin, le programme exige de son utilisateur beaucoup d'objectivité et de système lors de la collecte et de la préparation des données, ce qui permet d'en améliorer considérablement la précision. Rappelons que les données qui ont un caractère de stabilité (les fonctions de production par exemple) demeurent en permanence dans la mémoire de l'ordinateur, et qu'il suffit d'un simple commandement pour les introduire dans le programme principal), simplifiant ainsi considérablement l'emploi du programme, et éliminant le temps consacré aux données d'entrée.

3.2 ÉTUDE DE DEUX MÉTHODES D'ÉCLAIRCIE COMMERCIALE

L'éclaircie commerciale est pratique courante en Europe et de ce fait elle a fait l'objet de nombreuses études. Les scandinaves, et plus particulièrement les suédois [1], ont mis au point des méthodes de travail dont l'efficacité est de beaucoup supérieure aux méthodes québécoises. Mentionnons, entre autres, l'abattage directionnel et le débardage avec tracteur auto-chargeur, dont on a fait l'essai à Sainte-Lucie dans le comté de Montmagny au cours de deux années consécutives et dont les résultats ont été excellents.

---

[1] Les références sur ce sujet sont présentées dans la bibliographie.

On a simulé dans la présente étude deux méthodes d'éclaircie:

a) l'abattage manuel non directionnel et le transport à l'aide d'un petit tracteur (J-5 ou autre);

b) l'abattage manuel directionnel et le transport à l'aide d'un tracteur auto-chargeur à forte capacité de charge.

Les données de base relatives à ces méthodes sont très précises puisqu'elles proviennent d'études bien contrôlées.

3.2.1 ABATTAGE ET CHARGEMENT MANUELS (méthode 1E - figure 9)

La méthode 1E est la plus populaire dans les coupes d'éclaircie québécoises. On utilise des tracteurs de divers modèles - tracteurs de ferme et Bombardier J-5 chez les petits exploitants, tracteurs à plus forte capacité de charge chez les grands exploitants (ex: le DION chez Domtar).

La méthode présente plusieurs inconvénients. Avec l'augmentation du coût de la main-d'oeuvre, elle devient de plus en plus onéreuse. Elle est pénible pour les ouvriers puisqu'elle requiert un maximum d'énergie musculaire. La production de billes de quatre pieds *(1,2 m)* de longueur diminue l'efficacité des opérations de manutention lors du transport final. Elle comporte toutefois l'avantage de permettre la construction de pistes de débardage étroites (8 pi à 10 pi) *(2,4 à 3,0 m)*, le tracteur utilisé étant de faibles dimensions.

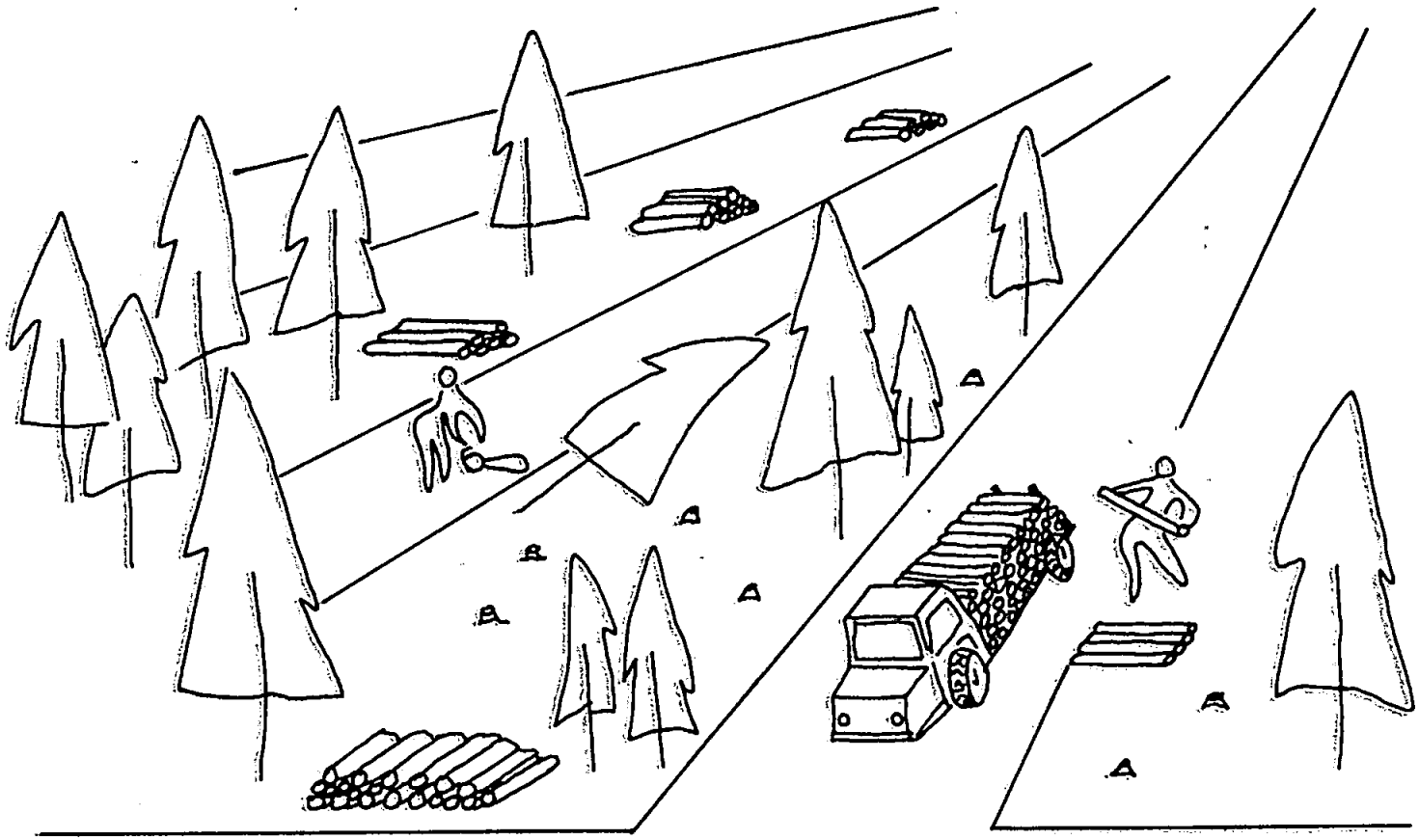


Figure 9– Méthode 1e– Éclaircie commerciale traditionnelle chargement manuel

Les résultats des simulations de la méthode 1E sont montrés aux figures 10, 11 et 12.

3.2.2 ABATTAGE MANUEL ET CHARGEMENT MÉCANISÉ (méthode 2E - figure 13)

La méthode de l'abattage directionnel et du débardage avec tracteur auto-chargeur a été mise au point par les suédois. Ainsi qu'on la vu précédemment, on en a fait l'essai à Sainte-Lucie en 1969 et 1970. Cette dernière expérience a donné des résultats particulièrement intéressants puisque seuls des assistés sociaux y ont participé. Ces essais ont démontré que la méthode 2E est de beaucoup supérieure à la méthode 1E tant sur le plan humain que financier. La différence de coût varie en fonction de la distance de débardage, du diamètre moyen du peuplement, du volume à l'acre et de l'intensité de l'éclaircie. La figure 14 montre que la différence de coût pour un diamètre moyen de 5.5 pouces *(14 cm)* (environ 3 pi^3 *(0,08 m^3)*) et une distance de 1000 pieds *(305 m)* est d'environ $6.00 le cunit ($2.12/*m*^{3}). Notons que dans le cas de la méthode 2E, le coût de l'abattage est égal à 90 p. 100 du coût de la méthode 1E.

Vu l'importance de cette méthode, nous avons préparé deux modèles de prévision de la productivité et du coût, l'un pour l'abattage, l'autre pour le débardage (voir figures 15 et 16). Le modèle de la figure 15 permet de prédire le prix forfaitaire devant être accordé aux ouvriers en fonction du diamètre moyen du peuplement (la variable la plus importante) et de la rémunération horaire désireé. On pourrait évidemment faire des prévisions plus justes en utilisant les fonctions

Figure 10– Abattage (1e)– Travail manuel
Sapinière 30-50 ans

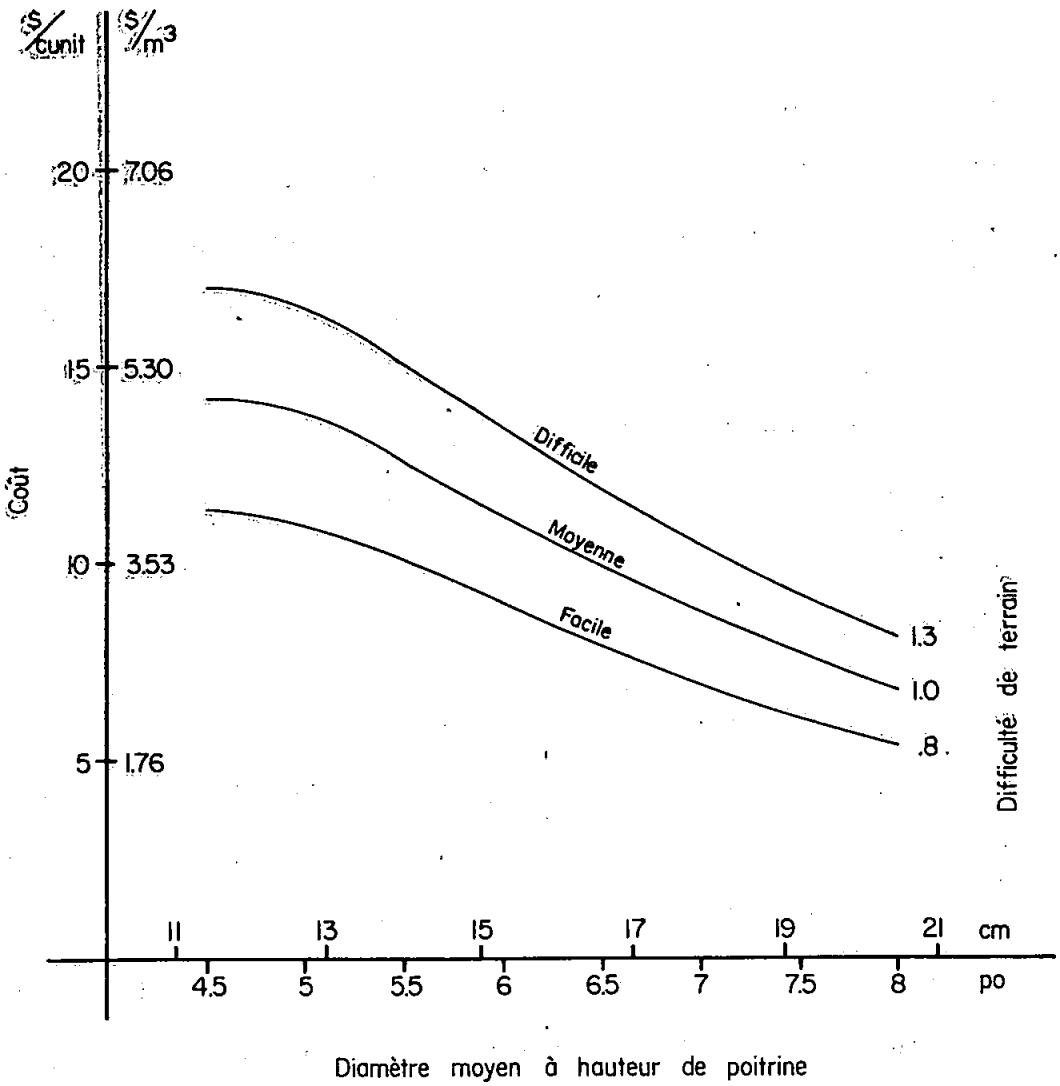


Figure 11- Débardage (1e)- Travail manuel
Sapinière 30-50 ans

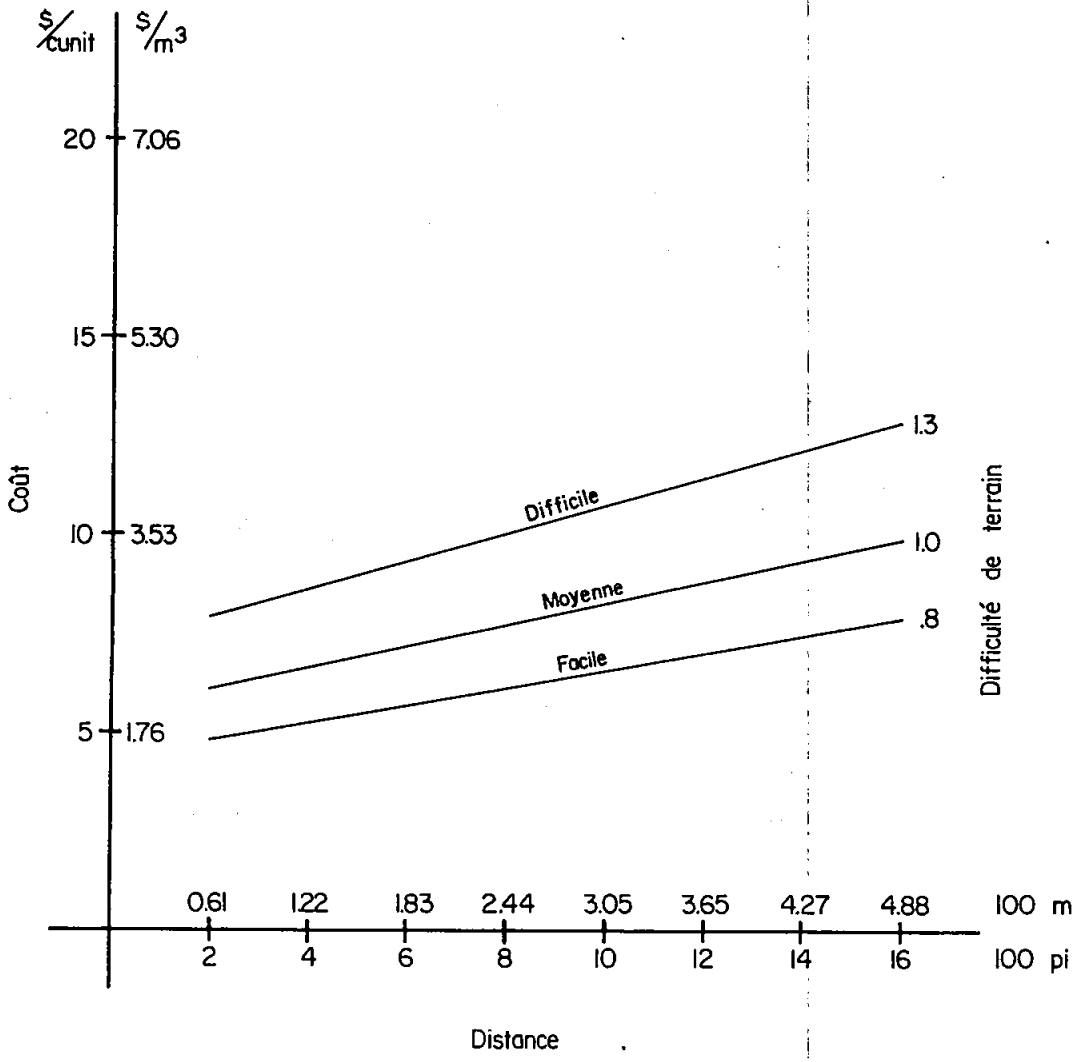
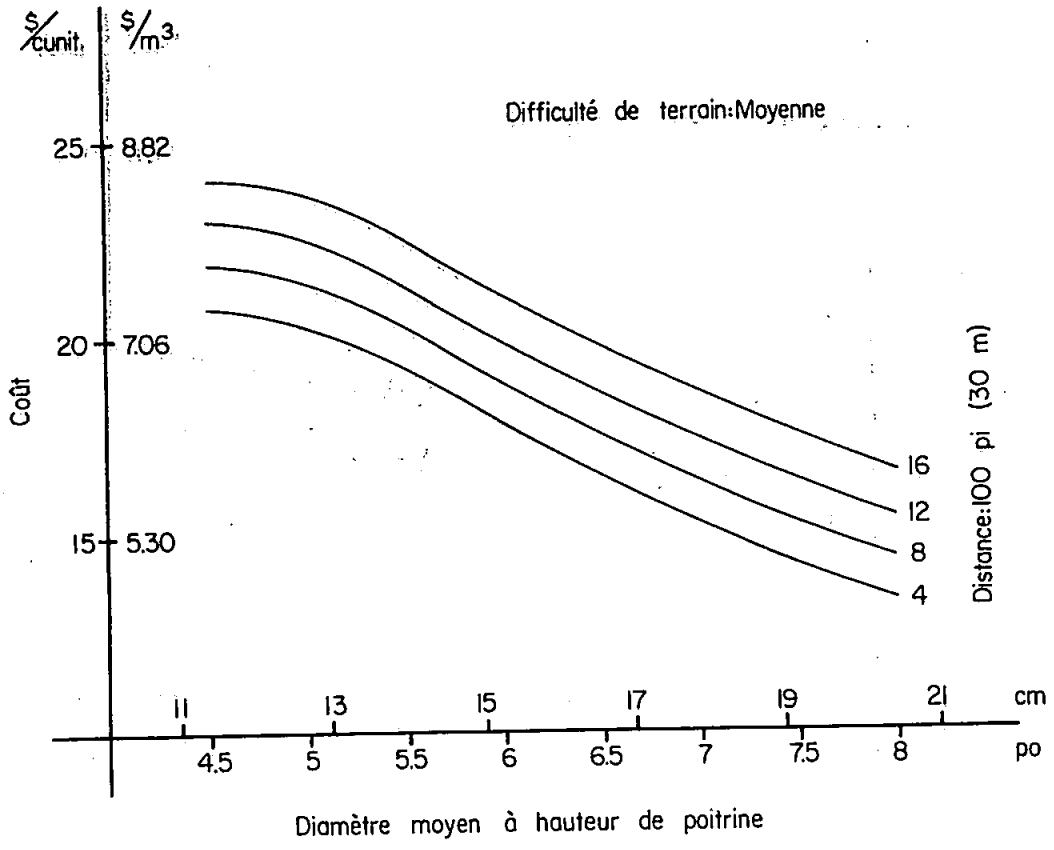


Figure 12- Abattage et debardage (te)- Travail manuel
Sapinière 30-50 ans



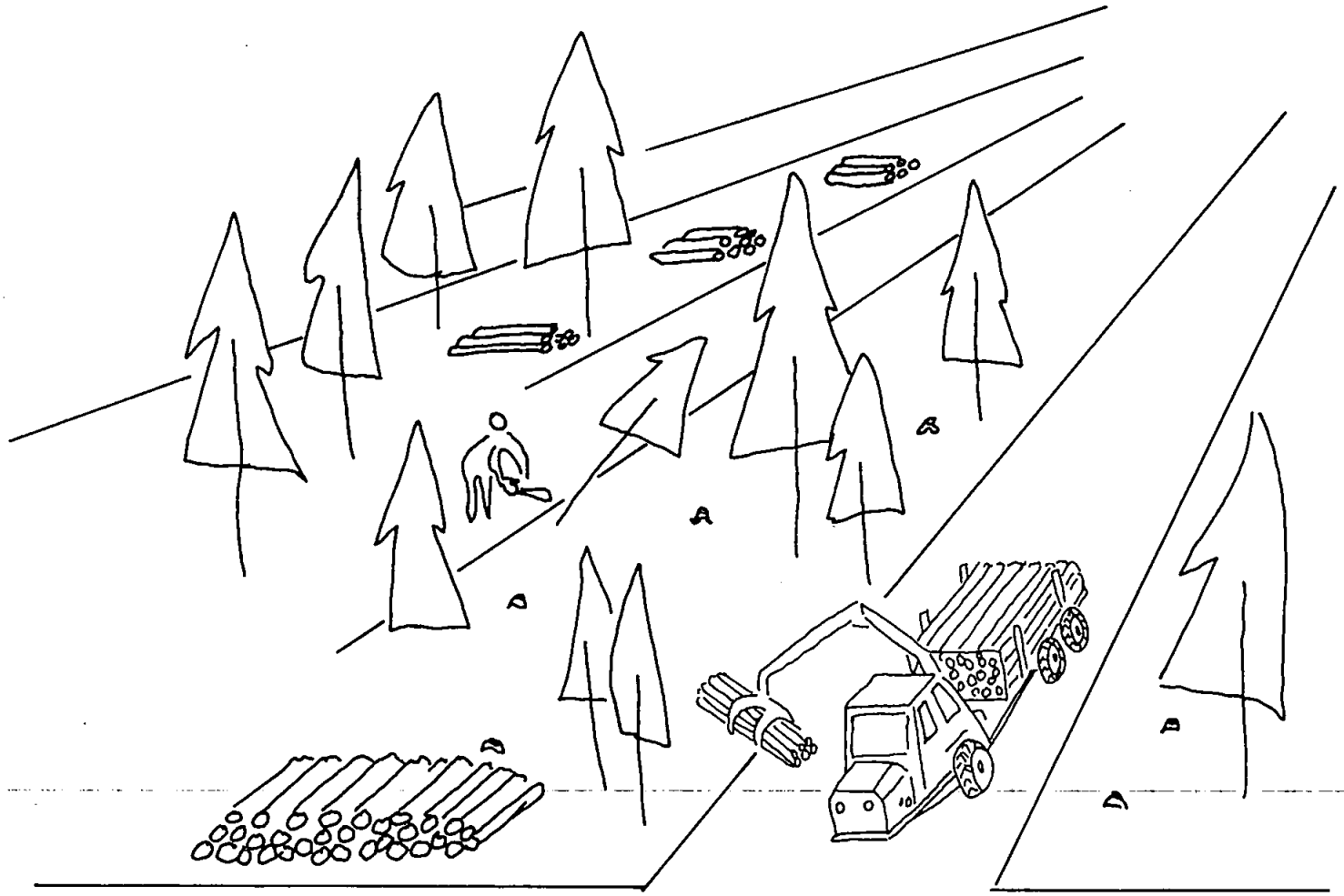


Figure 13- Méthode 2e- Éclaircie commerciale traditionnelle tracteur auto-chargeur

Figure 14- Coûts comparés des deux méthodes d'éclaircie commerciale étudiées

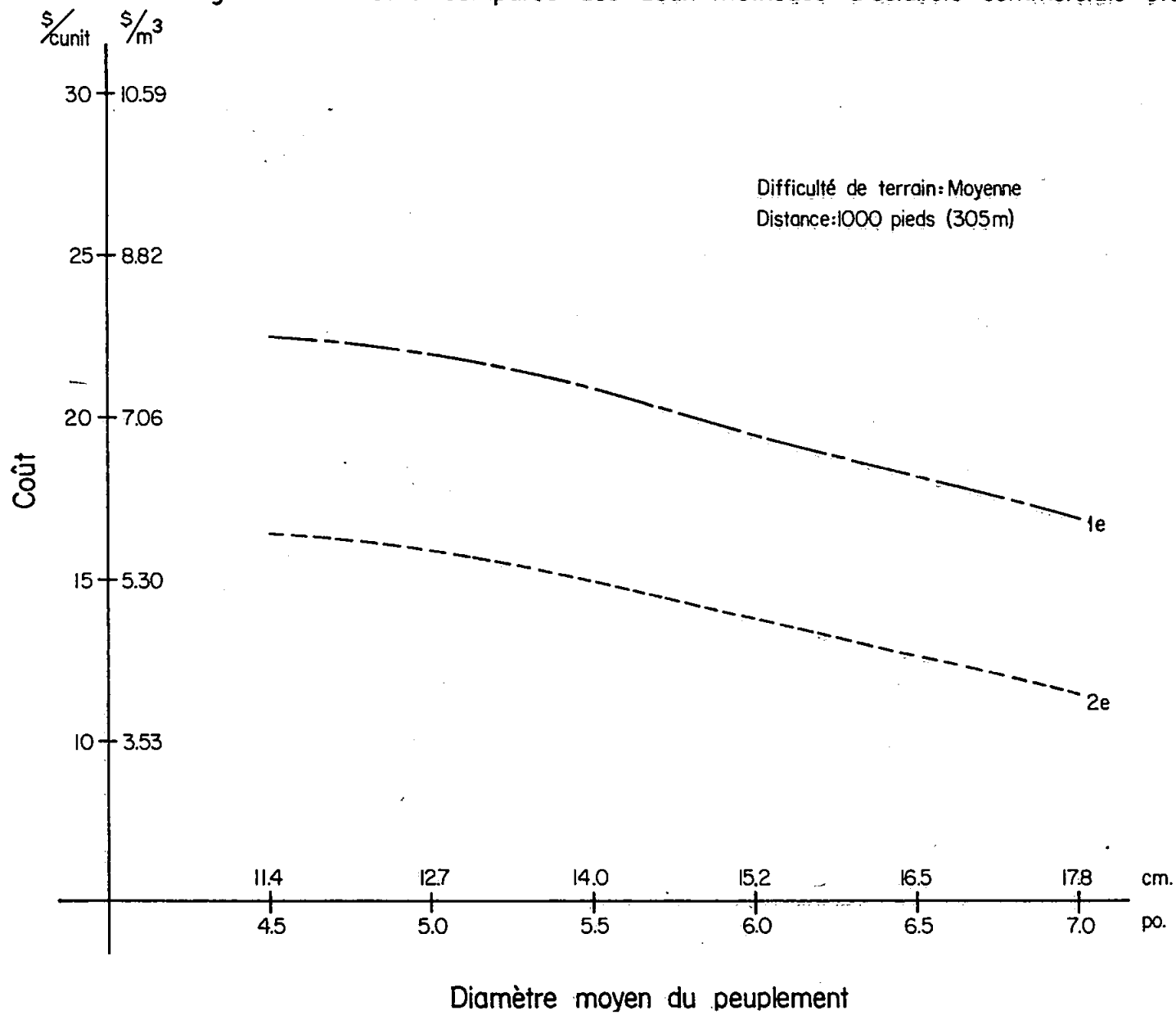


Figure 15– Méthode 2e

Modèle de prédiction de la productivité et du coût — Abattage

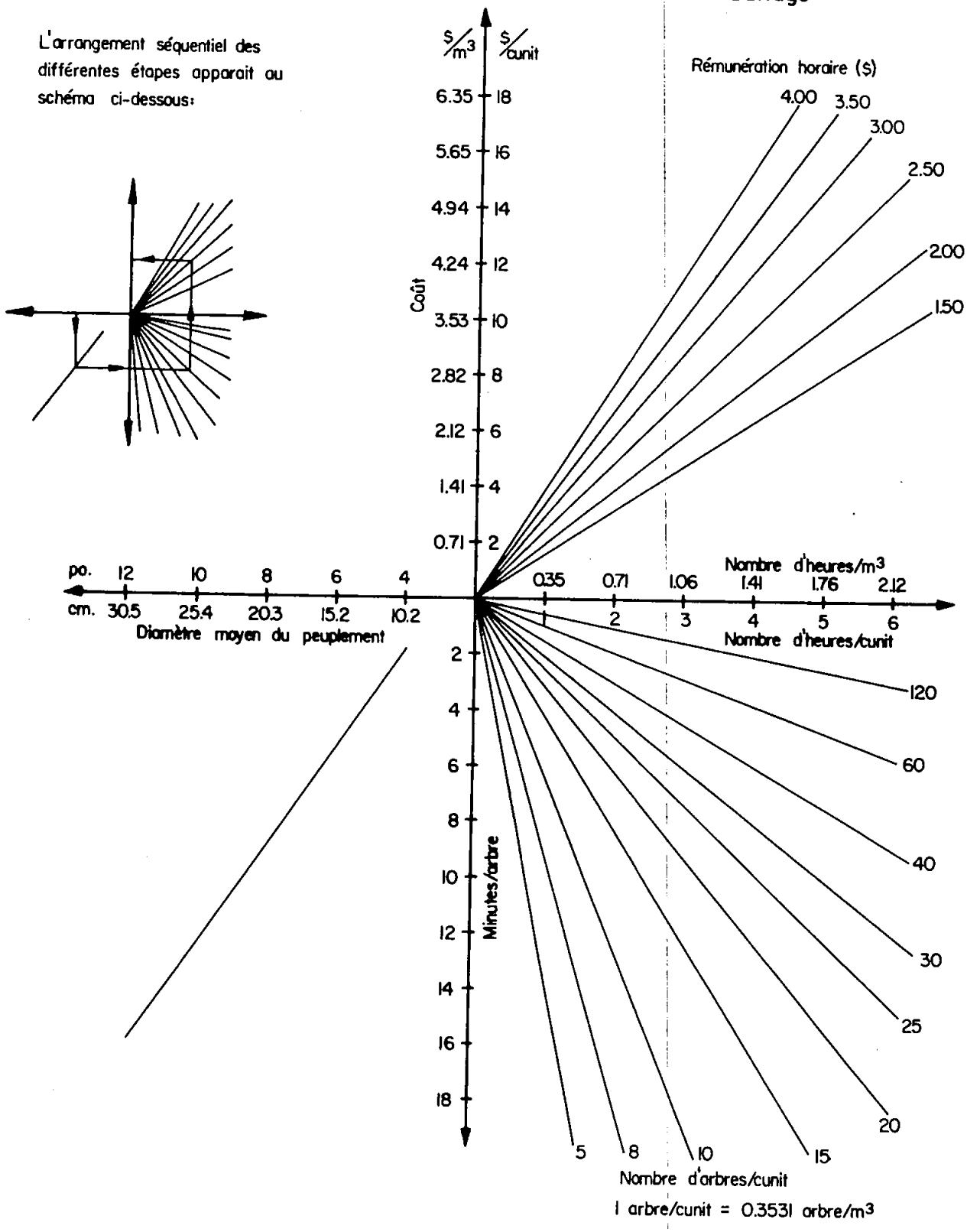
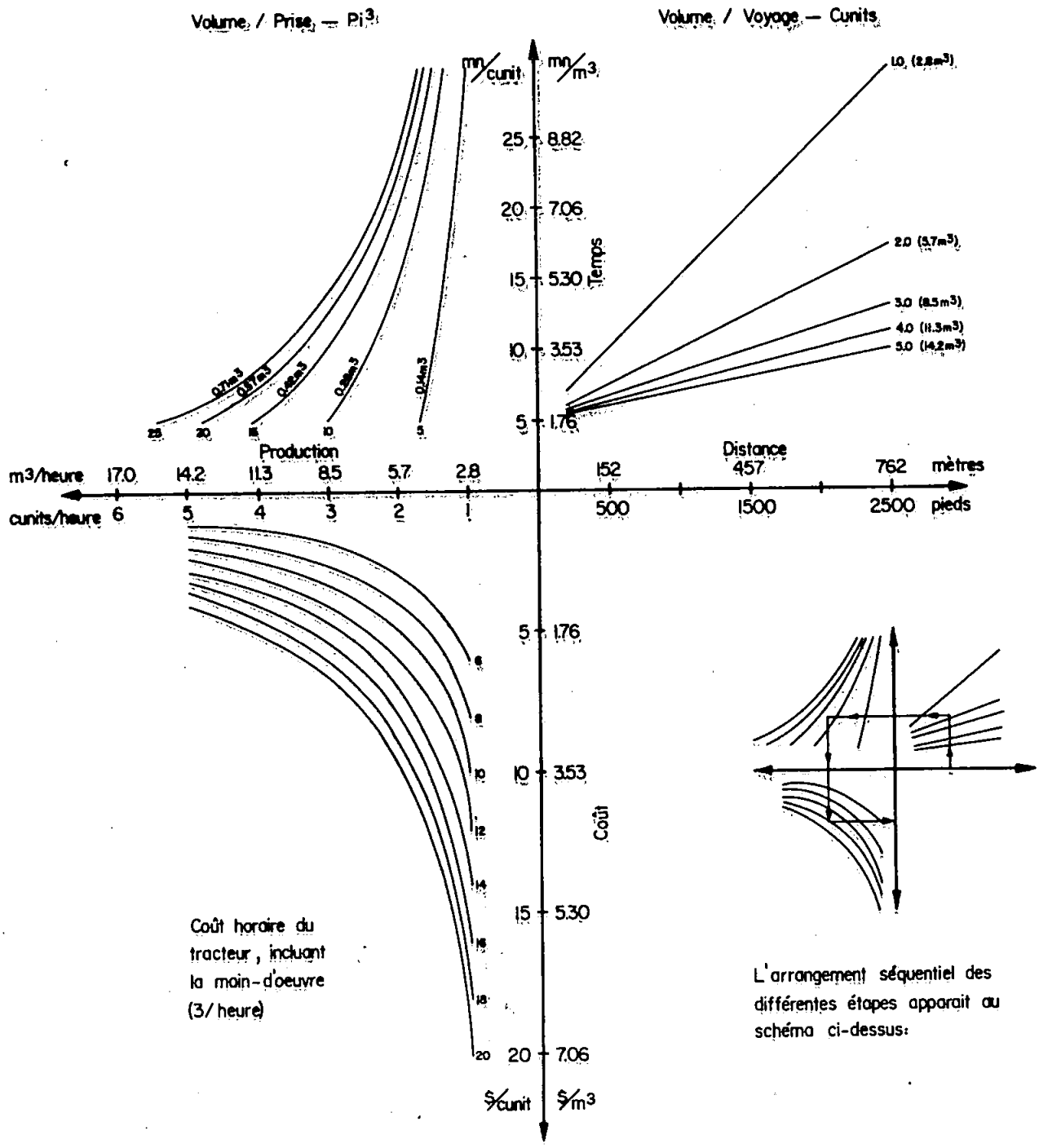


Figure 16— Méthode 2e

Modèle de prédiction de la productivité et du coût — Débardage

Tracteur auto-chargeur



Coût horaire du tracteur, incluant la main-d'oeuvre ($/heure)

L'arrangement séquentiel des différentes étapes apparait au schéma ci-dessus:

de production mais leur manipulation peut être difficile pour le contre-maître moyen. D'ailleurs, on pourrait préparer une série de nomogrammes qui tiendraient compte d'un plus grand nombre de facteurs.

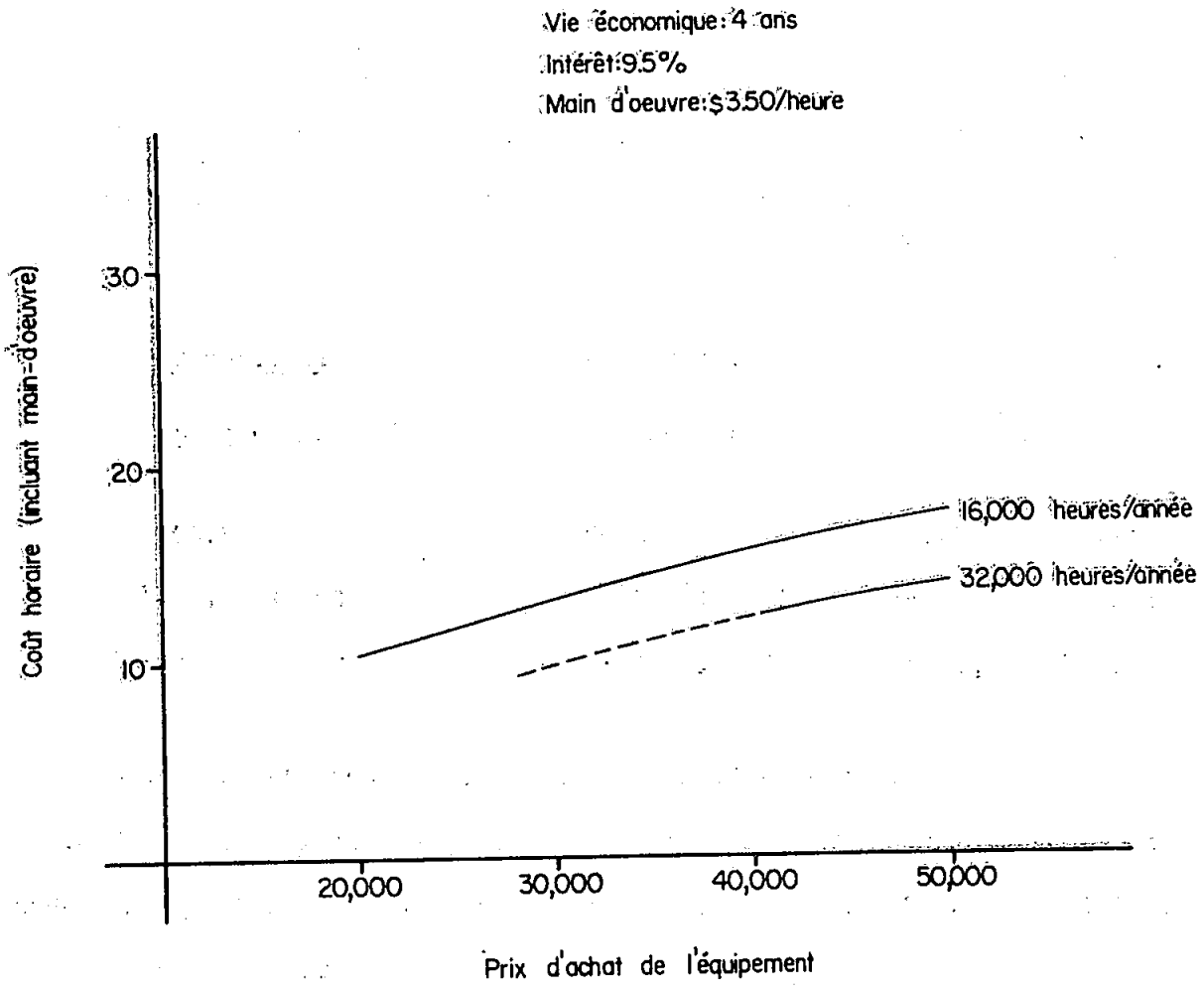
Le modèle de la figure 16 présente un intérêt particulier puisqu'il permet de choisir le type de tracteur qui convient le mieux à des conditions données. L'exemple suivant aidera à comprendre l'emploi du nomogramme. La distance moyenne de débardage de l'éclaircie envisagée sera de 1000 pieds *(305 m)*, et l'on prévoit que le volume de la pile moyenne sera de 20 pieds cubes *(0,57 m^3)*. On a à choisir entre deux types de tracteur:

	Tracteur A	Tracteur B
Prix d'achat	$20 000.00	$55 000.00
Coût horaire (voir figure 17)	10.00	18.00
Capacité de charge	250 pi^3 *(7 m^3)*	500 pi^3 *(14 m^3)*
Prise de la pince	15 pi^3 *(0,4 m^3)*	20 pi^3 *(0,6 m^3)*

On voit à la figure 16 que le tracteur A devrait être choisi de préférence au tracteur B. D'autre part, si la distance était de 2 000 pieds *(610 m)* et si le tracteur A ne prenait que 200 pieds cubes *(5,7 m^3)*/voyage et 10 pi^3 *(0,3 m^3)*/prise, il serait préférable de choisir le tracteur B même si le coût de B est égal à celui de A, car la plus forte productivité de B permettrait de réaliser des économies dans les frais d'administration.

Figure 17— Méthode 2e

Coût horaire de l'équipement forestier en fonction de son prix d'achat



On peut conclure à la suite de nos recherches, que dans les éclaircies commerciales où l'on récolte 10 cunits à l'acre *(70 m^3/ha)* et plus et où la distance moyenne de débardage est supérieure à 1 500 pieds *(457 m)*, il est souhaitable de retenir un débardeur à forte capacité de charge et de prise.

CONCLUSION

La principale conclusion qu'on peut tirer des recherches de Sainte-Lucie est que l'analyse systématique des méthodes d'exploitation peut contribuer à réduire sensiblement le coût des traitements sylvicoles et partant en augmenter le taux de rentabilité. Une étude faite pour le Service de l'aménagement forestier du ministère des Terres et Forêts [1] a démontré que le taux de rentabilité au niveau de l'Etat des éclaircies précommerciales pourrait dans certains cas atteindre 100 p. 100 si le coût du traitement était d'environ $35 l'acre *($86.48/ha)* (comparativement au coût actuel de $100 ($247.10/*ha*) à un taux de 2%). Or, certaines recherches faites au Canada et ailleurs montrent que ce coût pourrait être facilement atteint en mécanisant intégralement l'éclaircie précommerciale.

On devrait donc encourager la continuation des recherches de Sainte-Lucie en exploitant par coupe partielle des peuplements différents de ceux déjà étudiés et en faisant l'analyse systématique d'autres

---

[1] Etude des possibilités de mécanisation de certains travaux sylvicoles, L.-J. Lussier, 1971.

types de traitement. Il faudrait aussi mettre au point le plus tôt possible un modèle économique tenant compte de tous les facteurs ayant une incidence quelconque sur la rentabilité des traitements. En effectuant de tels travaux, on contribuerait d'une part à mettre au travail une partie assez importante de la population rurale et on obtiendrait d'autre part les données nécessaires à la préparation de programmes rationnels d'aménagement forestier intensif.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYMOUS. *Strip road felling for tractor forwarding.* Logging Research Foundation, Sweden.

CARLSSON, B., 1968. *Routines for short-range planning of logging operations.* Bulletin No 5. Logging Research Foundation, Sweden.

CÔTÉ, M., 1968. *Coupes expérimentales, réserve forestière cantonale de Talon, paroisse de Sainte-Lucie-de-Beauregard, comté de Montmagny.* Rapport du Fonds de recherches forestières de l'université Laval soumis au Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec. Rapport interne no 9, 33 p.

CÔTÉ, M., 1969. *Coupes expérimentales (1968), réserve forestière cantonale de Talon, paroisse de Sainte-Lucie-de-Beauregard, comté de Montmagny.* Rapport du Fonds de recherches forestières de l'université Laval soumis au Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec. Rapport interne no 31, 55 p.

CÔTÉ, M., L.-J. LUSSIER et J. TOMLINSON, 1970. *Recherches de Sainte-Lucie-de-Beauregard, saison 1969.* Rapport du Fonds de recherches forestières de l'université Laval et de Omer Lussier et Associés présenté au Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec. Rapport interne no 49, 111 p.

CÔTÉ, M., L.-J. LUSSIER, J. TOMLINSON et H. TROEDSSON, 1971. *Expériences sylvicoles de Sainte-Lucie-de-Beauregard, saison 1970.* Rapport du Fonds de recherches forestières de l'université Laval et de Omer Lussier et Associés, présenté au Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec. Rapport interne no 77, 141 p.

HEDBRING, O. and H. AKESSON, 1966. *Analysis of highly mechanized logging systems of possible use in 1970.* Report No. 4. Logging Research Foundation, Sweden.

HEDBRING, O., P.O. NELSSON and H. AKESSON, 1968. *Analysis of some logging systems for thinning.* Report No. 4. Logging Research Foundation, Sweden.

LUSSIER, L.-J., 1961. *Planning and control of logging operations.* The Forest Research Foundation, Laval university, Québec.

LUSSIER, L.-J. et G. TARDIF, 1969. *Etude économique des coupes partielles de Sainte-Lucie-de-Beauregard.* Campagne de 1968. Rapport de Omer Lussier et Associés soumis au Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec. Rapport interne no 32, 61 p.

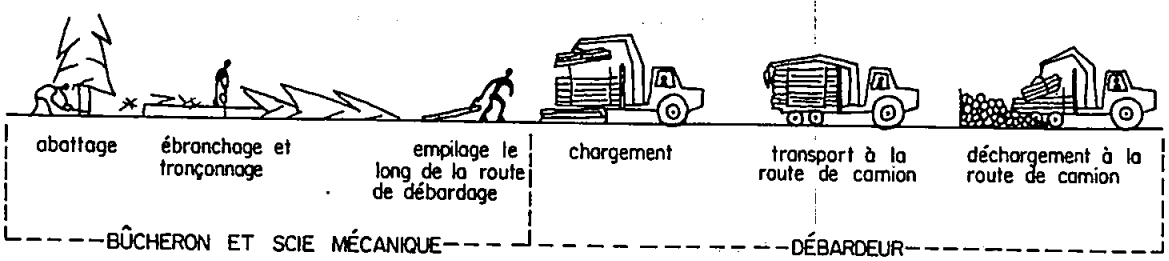
LUSSIER, L.-J., 1969. *Notes sur l'étude du travail forestier.* Notes de cours no 1. Département d'exploitation et d'utilisation des bois, université Laval, Québec.

LUSSIER, L.-J. et G. TARDIF, 1969. *Etudes des chronométrages effectués dans les coupes partielles en peuplements mélangés à Sainte-Lucie-de-Beauregard.* Campagne de 1968. Rapport de Omer Lussier et Associés, présenté au Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec. Rapport interne no 33, 35 p.

APPENDICE A

NORMES RELATIVES A L'ABATTAGE DIRECTIONNEL - 1970

La méthode d'exploitation utilisée pour les coupes d'éclaircie commerciales est illustrée ci-dessous.



1. OBJECTIFS DE L'ABATTAGE DIRECTIONNEL.

- Préparer les empilements de billes de façon à rendre l'opération débardage la plus efficace possible;

- permettre à l'ouvrier d'augmenter son rendement et son revenu tout en réduisant au maximum les risques d'accident.

2. NORMES DE TRAVAIL

2.1 LA ROUTE DE DÉBARDAGE

- La largeur de la route doit être de 12 pieds *(3,6 m)* dans les parties droites et de 14 pieds *(4,3 m)* dans les courbes. Vérifier fréquemment cette largeur;

- abattre tous les arbres qui se trouvent dans la route, même ceux qui ne sont pas marqués;

- enlever de la route les obstacles qui peuvent nuire au débardeur. Raser les souches près du sol;

- placer la plus grande quantité possible de branches et de houppiers dans la route elle-même, ce qui améliore considérablement sa qualité pour le débardage. Débiter cependant les grosses branches et les gros houppiers (ex. arbres feuillus) qui pourraient nuire au débardeur.

2.2 LES ZONES D'EMPILAGE

- Les zones où seront empilées les billes se trouvent de chaque côté de la route. Elles doivent avoir de 6 à 7 pieds *(1,8 à 2,1 m)* de largeur;

- nettoyer le mieux possible les zones d'empilage, couper les petits arbres, enlever les houppiers et les grosses branches de manière à rendre facile l'opération chargement.

2.3 L'EMPILAGE DES BILLES

- Ne placer aucune bille à moins de 6 pieds *(1,8 m)* du centre de la route;

- ne placer aucune bille à plus de 15 pieds *(4,6 m)* du centre de la route;

  Exception: Si une bille est grosse et lourde (ex.: bille de sciage de 8 po *(20,32 cm)* ou plus au fin bout) on peut la laisser à l'extérieur de la zone d'empilage pourvu que l'une de ses extrémités se trouve à moins de 15 pieds *(4,6 m)* du centre de la route.

- ne placer aucune bille à moins de 2 pieds *(0,6 m)* d'un arbre non abattu;

- ne placer aucune bille en arrière d'un arbre non abattu;

- préparer dans la mesure du possible des empilements d'au moins 10 pieds cubes *(0,28 m^3)* de bois;

- éviter de placer les branches et houppiers sous, sur ou dans les empilements;

- empiler séparément les billes de bois mous et de bois francs.

2.4 LA MÉTHODE DE COUPE

La méthode d'abattage, d'ébranchage et de tronçonnage est illustrée à l'aide des sept graphiques ci-attachés. A remarquer que

chaque arbre doit être ébranché et tronçonné immédiatement après avoir été abattu (voir figure 24).

La préparation de la route et des zones d'empilage doit se faire en même temps que la coupe des arbres.

En principe, les petits arbres doivent être abattus avant les gros arbres. De même, il est préférable d'abattre en premier les arbres les plus branchus.

Ne pas façonner trop d'arbres avant d'exécuter l'empilage des billes (environ 10 à 30 dépendant de leur grosseur).

Apporter beaucoup de soin à la qualité de l'empilage en suivant les règles ci-dessus.

Figure 18– Abattage directionnel dans les coupes d'éclaircie
Section d'une route — Peuplement avant le début de la coupe

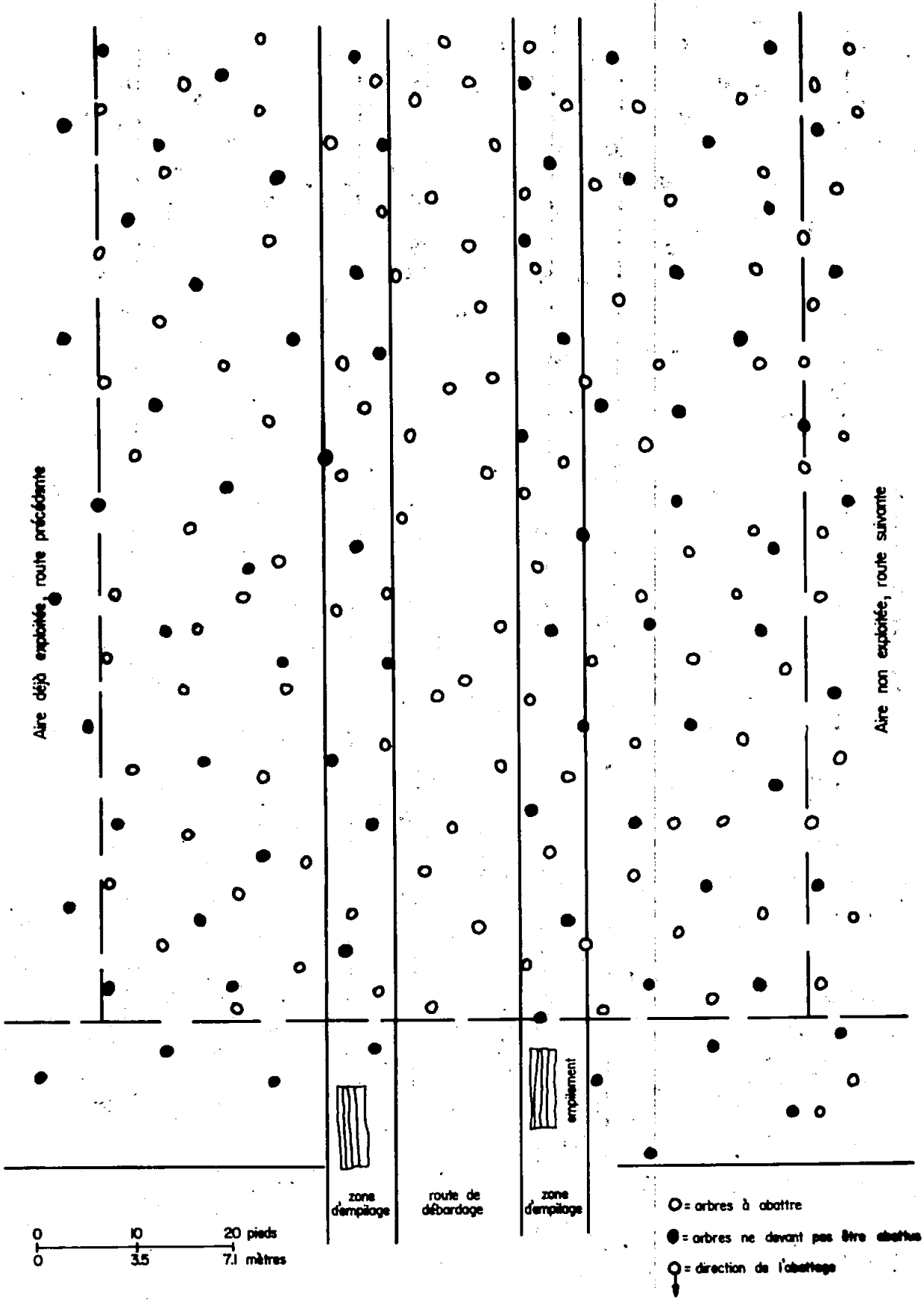


Figure 19- Abattage directionnel dans les coupes d'éclaircie
Première étape — Abattage, ébranchage et tronçonnage

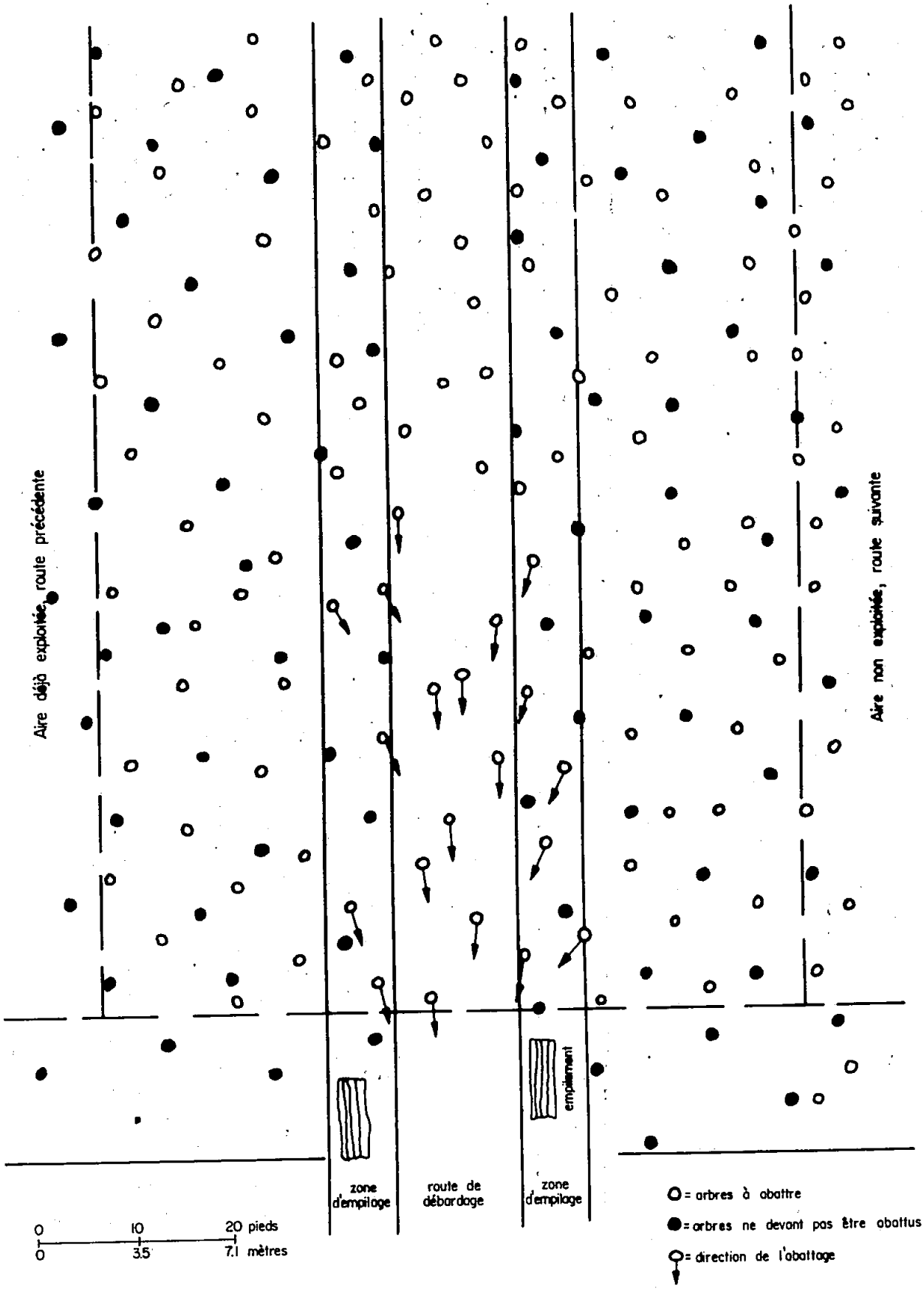


Figure 20— Abattage directionnel dans les coupes d'éclaircie

Deuxième étape — Empilage

Troisième étape — Abattage, ébranchage, tronçonnage du groupe d'arbres suivants

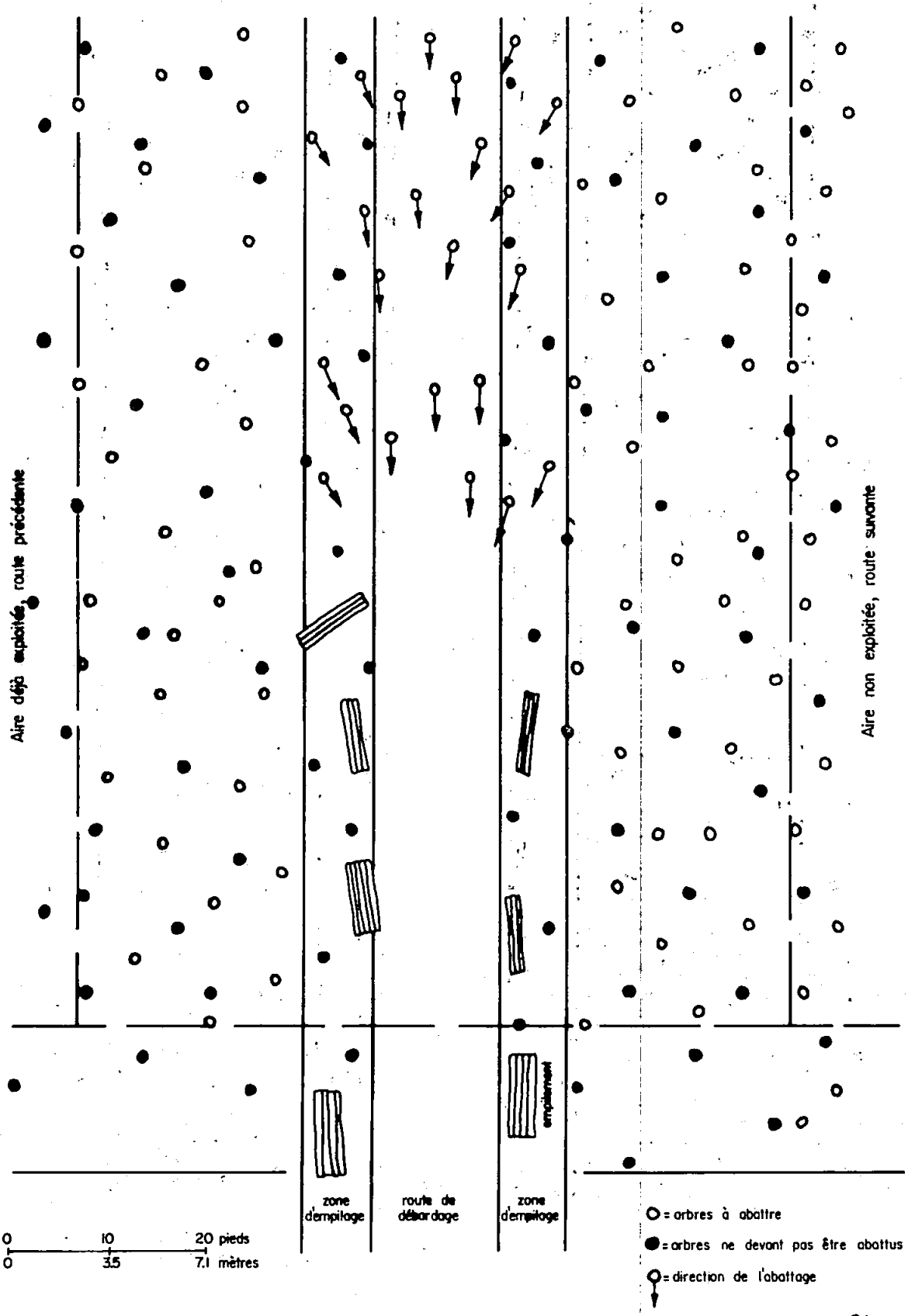


Figure 21 — Abattage directionnel dans les coupes d'éclaircie

Quatrième et cinquième étapes — Empilage complet des billes de la route et de la zone d'empilage, abattage, ébranchage et tronçonnage des arbres de l'autre côté de la route

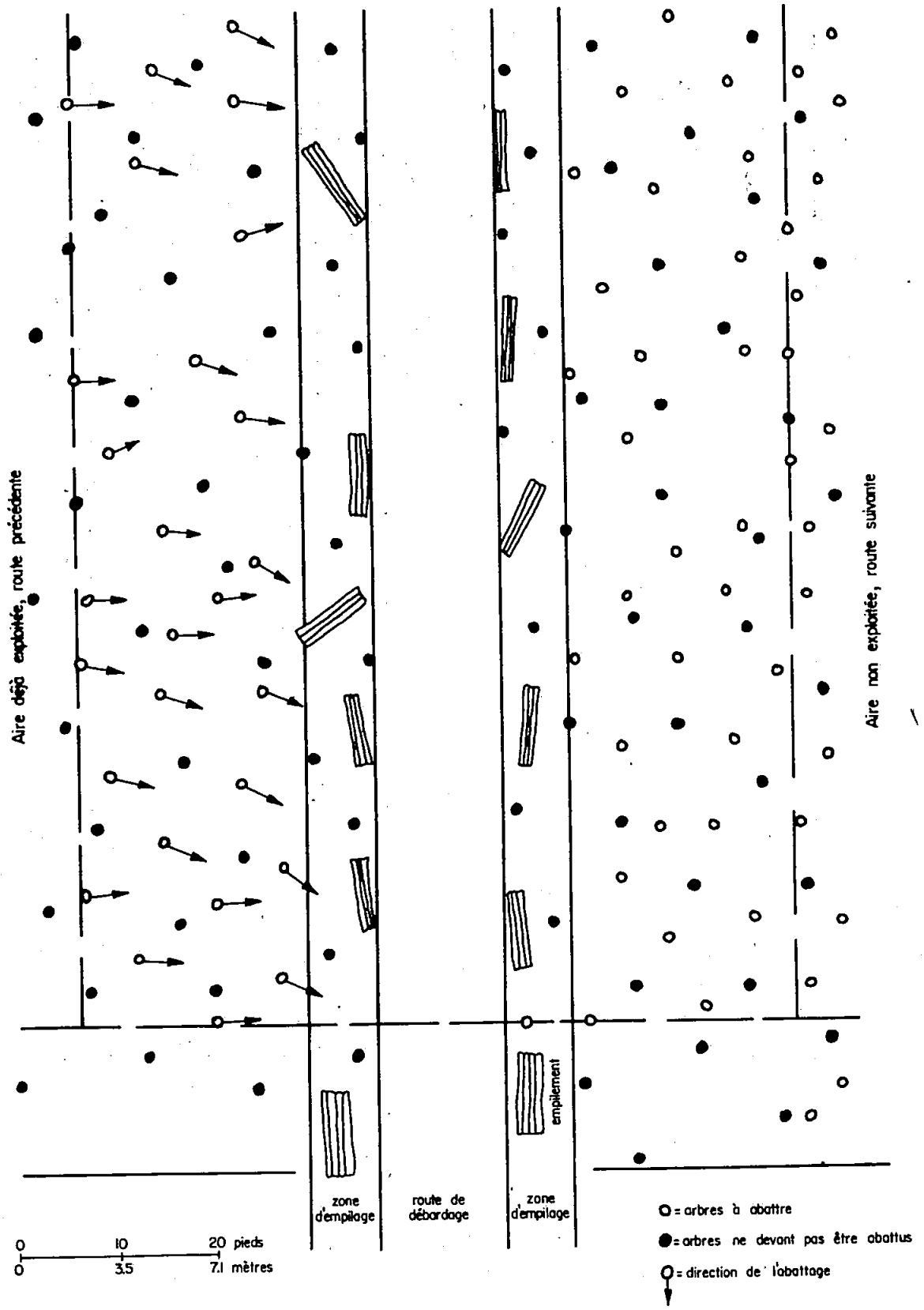


Figure 22– Abattage directionnel dans les coupes d'éclaircie

Sixième et septième étapes — Empilage complet des billes d'un côté de la route, abattage, ébranchage, tronçonnage des arbres de l'autre côté de la route

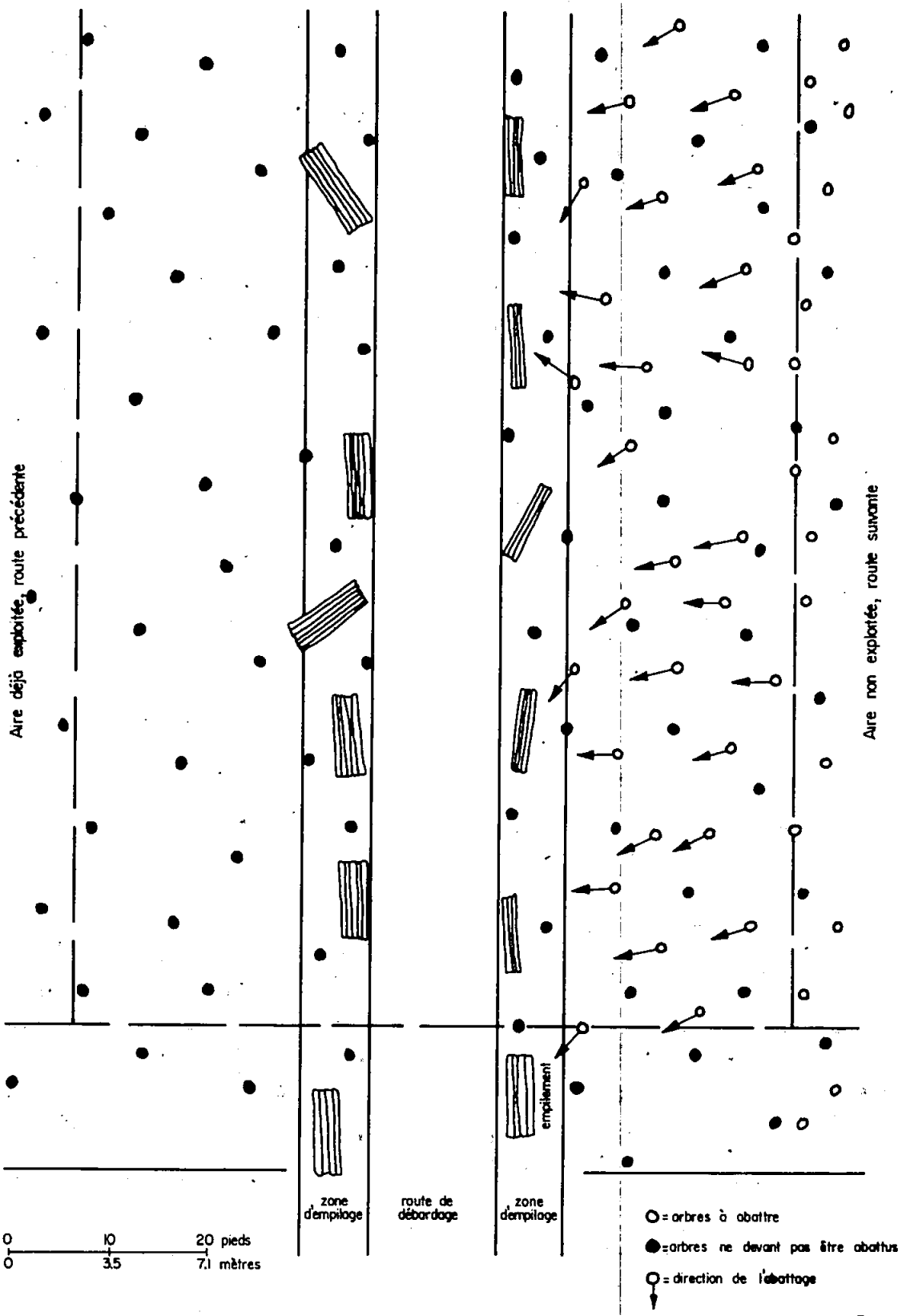


Figure 23– Abattage directionnel dans les coupes d'éclaircie

Huitième étape — Empilage des billes du deuxième côté. Travail terminé.

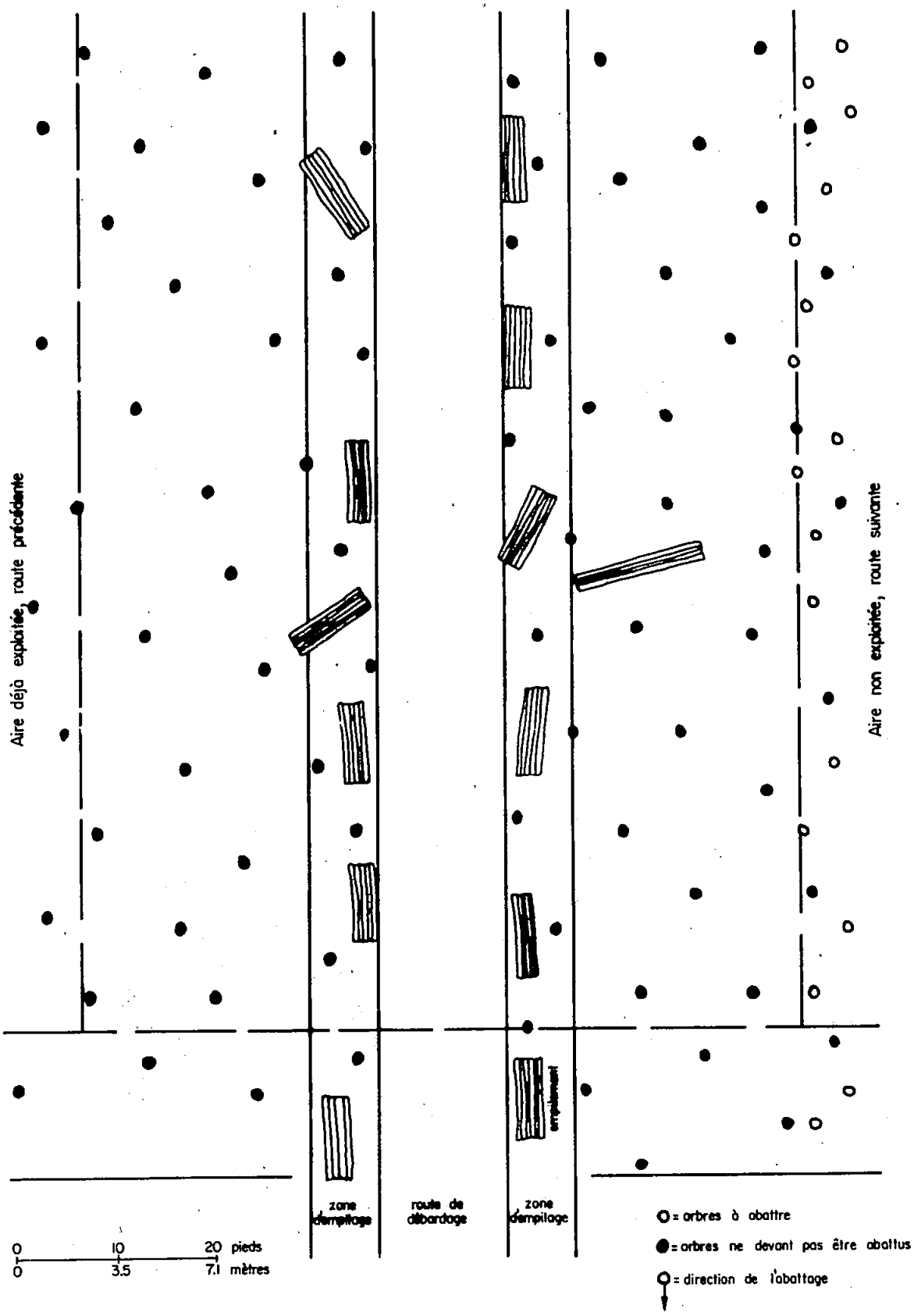
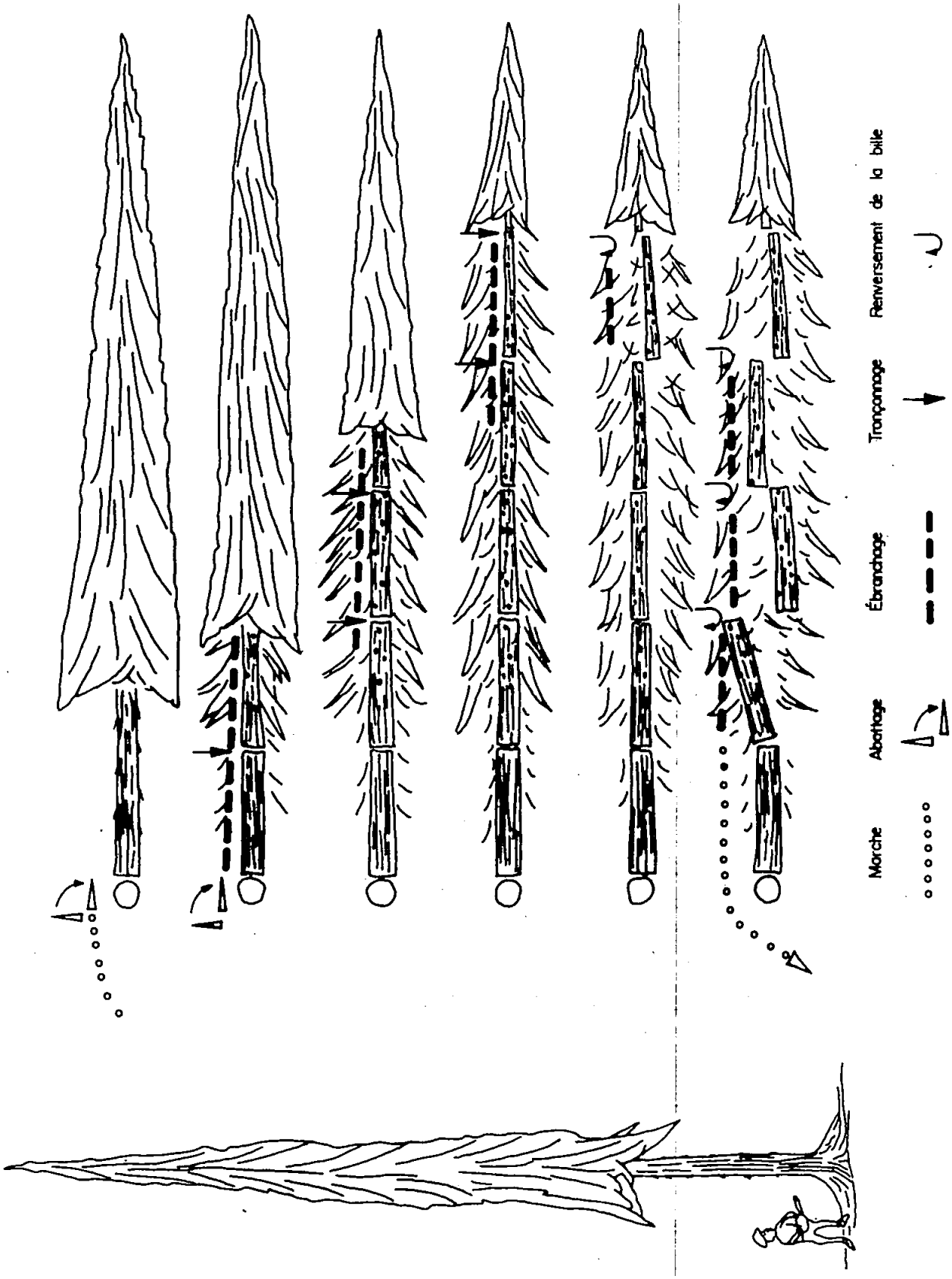


Figure 24- Abattage, ébranchage et tronçonnage d'un arbre



APPENDICE B

ÉNUMERATION DES MOYENNES ET DÉVIATIONS STANDARDS DES DIFFÉRENTES VARIABLES INDÉPENDANTES - ÉTUDE DE L'ABATTAGE - 1970

1. DONNÉES/ARBRE

1.1 TERRAIN

- classe 1 seulement

1.2 NOMBRE D'ARBRES LAISSÉS/ACRE

- moyenne: 1 023 *(2 528/ha)*
- déviation standard: 398 *(983/ha)*

1.3 ZONE

- pourcentage des arbres étudiés se trouvant dans la zone 1 : 53
- pourcentage des arbres étudiés se trouvant dans la zone 2 : 47

1.4 ESPÈCES

- épinette rouge: 28 p. 100
- sapin baumier: 71 p. 100
- autres espèces résineuses: 1 p. 100

1.5 DHP, pouces

- moyenne: 6.15 *(15,6 cm)*
- déviation standard: 3.07 *(7,8 cm)*

1.6 HAUTEUR MARCHANDE, pieds

- moyenne: 24.13 *(7,3 m)*
- déviation standard: 13.93 *(4,2 m)*

1.7 POURCENTAGE DE BRANCHITE RELATIVE

- moyenne: 64.20
- déviation standard: 13.63

2. DONNÉES/PLACE

2.1 NOMBRE D'ARBRES MARCHANDS ABATTUS/ACRE

- moyenne: 310.3 *(767/ha)*
- déviation standard: 179.9 *(445/ha)*

2.2 NOMBRE D'ARBRES NON MARCHANDS ABATTUS/ACRE

- moyenne: 200.4 *(495/ha)*
- déviation standard: 166.4 *(411/ha)*

2.3 NOMBRE D'ARBRES LAISSÉS/ACRE

- moyenne: 874.9 *(2 162/ha)*
- déviation standard: 323.6 *(800/ha)*

2.4 VOLUME MARCHAND EXPLOITÉ, CUNITS/ACRE

- moyenne: 14.60 *(102 m^3/ha)*
- déviation standard: 10.77 *(75 m^3/ha)*

(Ces données sont des approximations; nous les croyons trop élevées et ceci est dû à une sous-estimation de la superficie/place)

2.5 VOLUME DES EMPILEMENTS, PIEDS CUBES

- moyenne: 18.26 *(0,52 m^3)*
- déviation standard: 9.99 *(0,28 m^3)*

2.6 NOMBRE DE GRUMES/ARBRE

- moyenne: 3.31
- déviation standard: 0.96

2.7 DHP MOYEN, POUCES

- moyenne: 7.14 *(18,1 cm)*
- déviation standard: 2.65 *(6,7 cm)*

2.8 VOLUME/ARBRE MARCHAND ABATTU, PIEDS CUBES

- moyenne: 6.38 *(0,18 m^3)*
- déviation standard: 5.76 *(0,16 m^3)*

APPENDICE C

ÉNUMERATION DES ÉQUATIONS DE RÉGRESSION, MOYENNES DES TEMPS ET DÉVIATIONS STANDARDS ÉTUDE DE L'ABATTAGE - 1970

Ces données sont réparties en 3 types de tableaux:

a) Tableau X: Etude comparative des différents ouvriers observés, pour chaque élément du cycle d'abattage, à partir des données recueillies par arbre.

Les variables indépendantes sont:

D : DHP, pouces
H : hauteur marchande, pieds

b) Tableau XI: Etude comparative des différents ouvriers observés, pour chaque élément du cycle d'abattage, à partir des données recueillies par place.

Les variables indépendantes considérées sont:

D : DHP moyen des arbres abattus, pouces
H : volume marchand moyen/arbre abattu, pieds cubes

c) Tableau XII: Etude comparative de différentes politiques de tronçonnage et de différents systèmes d'éclaircies, à partir des données recueillies par place.

La seule variable indépendante considérée est:

D : DHP moyen des arbres abattus, pouces

Tableau X

Étude comparative des différents ouvriers observés, pour chaque élément du cycle d'abattage, à partir des données recueillies par arbre

Élément sous étude	Bûcheron considéré	Moyenne	Déviation standard	Équation de régression	(Coefficient de corrélation multiple)^2
Abattage	Tous	42.50	56.48	$-4.37 + 0.635d^2 + 0.702H$	0.573
	Tous	42.50	56.48	$6.39 + 0.765d^2$	0.559
	1	35.86	49.12	$2.06 + 0.709d^2$	0.603
	2	42.04	30.58	$7.16 + 0.930d^2$	0.701
	3	42.75	68.29	$-2.95 + 1.024d^2$	0.580
	4	46.79	55.66	$6.99 + 0.806d^2$	0.644
	5	44.84	61.34	$-29.03 + 11.840d$	0.509
Ébranchage et tronçonnage	Tous	285.97	308.41	$-280.79 + 63.910d + 7.209H$	0.852
	Tous	285.97	308.41	$-273.53 + 91.033d$	0.819
	1	273.98	280.31	$-224.20 + 80.701d$	0.797
	2	308.34	278.94	$-50.64 + 9.569d^2$	0.892
	3	239.48	267.84	$-258.57 + 83.224d$	0.852
	4	332.93	342.94	$-332.41 + 105.143d$	0.882
	5	272.36	347.70	$-250.72 + 83.841d$	0.794
Abattage, ébranchage et tronçonnage	Tous	328.47	352.78	$-322.26 + 76.616d + 7.453H$	0.854
	Tous	328.47	352.78	$-314.75 + 104.654d$	0.827
	1	309.84	317.80	$-259.38 + 92.210d$	0.810
	2	350.38	305.49	$-43.48 + 10.498d^2$	0.896
	3	282.22	323.83	$-316.08 + 99.975d$	0.841
	4	379.72	388.92	$-377.80 + 119.709d$	0.889
	5	317.19	394.91	$-279.75 + 95.682d$	0.802

Tableau XI

Étude comparative des différents ouvriers observés, pour chaque élément du cycle d'abattage, à partir des données recueillies par place

Élément sous étude	Bûcheron considéré	Moyenne	Déviation standard	Équation de régression	(Coefficient de corrélation multiple)^2
Abattage	Tous	53.68	31.45	$-80.93 + 26.470D - 0.939D^2$	0.885
	1	51.45	33.39	$6.33 + 0.666D^2$	0.991
	2	39.55	2.94	$16.43 + 3.854D$	0.440
	3	47.57	26.63	$-43.90 + 14.166D$	0.958
	4	62.98	35.98	$-179.99 + 52.132D - 2.343D^2$	0.913
	5	57.40	31.40	$-94.53 + 33.069D - 1.405D^2$	0.998
Ébranchage et tronçonnage	Tous	365.48	216.07	$-566.71 + 184.676D - 6.670D^2$	0.869
	1	364.19	199.37	$-297.74 + 114.062D - 3.111D^2$	0.997
	2	314.98	22.46	$106.13 + 34.809D$	0.613
	3	275.76	156.89	$-269.08 + 84.379D$	0.980
	4	458.64	259.87	$-1\,255.56 + 366.429D - 16.373D^2$	0.895
	5	352.71	225.75	$-810.64 + 259.322D - 11.523D^2$	1.000
Marche et et nettoiement	Tous	67.87	37.66	$-59.27 + 29.842D - 1.484D^2$	0.203
	1	46.31	9.94	$120.93 - 21.217D + 1.295D^2$	0.785
	2	56.81	9.90	$95.87 - 6.510D$	0.110
	3	53.47	26.06	$-10.42 + 9.894D$	0.488
	4	101.16	45.45	$-329.32 + 105.184D - 5.585D^2$	0.742
	5	58.79	22.54	$-115.61 + 44.528D - 2.436D^2$	0.914

Tableau XI

(suite)

Élément sous étude	Bûcheron considéré	Moyenne	Déviation standard	Équation de régression	(Coefficient de corrélation multiple)^2
Empilage	Tous	218.76	143.66	$-427.69 + 153.139D - 14.908D^2 + 65.244V$	0.849
	Tous	218.76	143.66	$-489.28 + 150.871D - 6.374D^2$	0.782
	1	173.89	106.91	$-268.40 + 87.821D - 3.390D^2$	0.978
	2	134.52	18.51	$77.85 + 1.563D^2$	0.277
	3	195.02	108.78	$-380.03 + 121.384D - 4.640D^2$	0.987
	4	269.45	156.88	$-883.56 + 254.475D - 11.909D^2$	0.874
	5	276.72	197.55	$-682.21 + 209.050D - 8.908D^2$	0.997
Délais (tous)	Tous	230.33	144.49	$-260.69 + 95.918D - 3.346D^2$	0.575
	Tous	230.33	144.49	$-58.38 + 40.448D$	0.552
	1	307.22	194.10	$189.38 - 35.253D + 5.723D^2$	0.844
	2	263.12	82.63	$-718.33 + 163.575D$	1.000
	3	158.48	107.55	$42.55 - 16.989D + 5.016D^2$	0.784
	4	236.58	88.79	$-72.03 + 63.335D - 2.653D^2$	0.329
	5	202.08	183.65	$-260.55 + 66.565D$	0.969
Temps total	Tous	705.80	410.89	$-1\,096.97 + 395.448D - 29.181D^2 + 104.872V$	0.847
	Tous	705.80	410.89	$-1\,196.14 + 391.847D - 15.466D^2$	0.826
	1	635.85	335.38	$-455.71 + 185.468D - 4.833D^2$	0.995
	2	545.86	27.39	$395.03 + 4.161D^2$	0.897
	3	571.83	309.37	$-504.82 + 166.738D$	0.984
	4	892.23	487.74	$-2\,648.45 + 778.225D - 36.210D^2$	0.880
	5	745.62	474.85	$-1\,703.00 + 545.974D - 24.272D^2$	1.000

Tableau XI

(suite)

Élément sous étude	Bûcheron considéré	Moyenne	Déviation standard	Équation de régression	(Coefficient de corrélation multiple)^2
Temps total	Tous	936.13	515.71	$-1\,456.78 + 487.750D - 18.811D^2$	0.877
	1	943.08	513.09	$-315.20 + 164.481D$	0.977
	2	808.98	108.95	$177.68 + 17.467D^2$	0.993
	3	730.31	402.86	$-676.96 + 217.939D$	0.991
	4	1 128.82	544.01	$-2\,720.49 + 841.563D - 38.863D^2$	0.871
	5	947.69	651.59	$-1\,908.72 + 596.273D - 23.222D^2$	0.999

Tableau XII

Étude comparative de différentes politiques de tronçonnage et de différents systèmes d'éclaircies à partir des données recueillies par place

Élément sous étude	Cas considéré	Moyenne	Déviation standard	Équation de régression	(Coefficient de corrélation multiple)^2
Abattage	Éclaircie uniforme (8 pi) *(2,4 m)*	39.29	8.49	$945.04 - 308.438D + 26.099D^2$	0.559
	" " (longueurs mélangées)	86.81	18.02	$30.34 + 5.787D$	0.431
	Éclaircie par le bas (8pi) *(2,4m)*	22.31	4.17	$- 629.22 + 273.032D - 28.408D^2$	0.083
Ébranchage et tronçonnage	Éclaircie uniforme (8 pi)	281.37	45.029	$6\ 411.53 - 2\ 059.013D + 171.949D^2$	0.508
	" " (longueurs mélangées)	590.31	125.92	$826.07 - 86.015D + 6.079D^2$	0.378
	Éclaircie par le bas (8pi) *(2,4m)*	140.48	35.45	$- 903.22 + 364.823D - 30.509D^2$	0.675
Marche et nettoiement	Éclaircie uniforme (8 pi) *(2,4 m)*	50.61	10.67	$96.21 - 7.538D$	0.099
	" " (longueurs mélangées)	92.55	46.40	$489.82 - 76.042D + 3.473D^2$	0.133
	Éclaircie par le bas (8pi) *(2,4m)*	50.31	14.97	$1\ 100.45 - 480.522D + 54.510D^2$	0.638
Empilage	Éclaircie uniforme (8 pi) *(2,4 m)*	150.26	39.68	$2\ 838.87 - 933.353D + 80.396D^2$	0.438
	" " (longueurs mélangées)	367.86	90.10	$268.93 + 10.139D$	0.053
	Éclaircie par le bas (8pi) *(2,4m)*	80.84	25.68	$- 230.37 + 67.492D$	0.860
Délais	Éclaircie uniforme (8 pi) *(2,4 m)*	205.41	74.13	$2\ 463.74 - 800.464D + 70.240D^2$	0.155
	" " (longueurs mélangées)	330.98	144.41	$- 1\ 684.38 + 376.687D - 16.724D^2$	0.463
	Éclaircie par le bas (8pi) *(2,4m)*	118.28	89.21	$8\ 482.03 - 3\ 740.076D + 415.378D^2$	0.579
Temps total (effectif)	Éclaircie uniforme (8 pi) *(2,4 m)*	521.53	72.10	$10\ 413.13 - 3\ 348.101D + 281.680D^2$	0.723
	" " (longueurs mélangées)	1137.54	243.84	$1\ 553.30 - 133.335D + 8.917D^2$	0.166
	Éclaircie par le bas (8pi) *(2,4m)*	293.94	69.67	$- 566.26 + 186.548D$	0.892

Tableau XII

(suite)

Élément sous étude	Cas considéré	Moyenne	Déviation standard	Équation de régression	(Coefficient de corrélation multiple)^2
Temps total (incluant les délais)	Éclaircie uniforme (8 pi) *(2,4 m)*	726.94	111.47	$12\ 873.92 - 4\ 147.598D + 351.841D^2$	0.646
	" " (longueurs mélangées)	1468.52	303.52	$- 131.18 + 243.37D - 7.808D^2$	0.343
	Éclaircie par le bas (8pi) *(2,4m)*	412.22	146.03	$7\ 835.84 - 3\ 519.190D + 411.712D^2$	0.745

APPENDICE D

ÉNUMÉRATION DES ÉQUATIONS DE RÉGRESSION, MOYENNES DE TEMPS ET DÉVIATIONS STANDARDS ÉTUDE DU DÉBARDAGE - 1970

Nous présentons au tableau de la page suivante les résultats obtenus pour chaque élément de déplacement du cycle de débardage; il s'agit d'une énumération de données comparatives sur deux plans:

- comparaison des opérateurs entre eux;
- comparaison des opérateurs avec les données moyennes.

Les seules variables indépendantes considérées sont, suivant les éléments sous étude et dans l'ordre où ils sont présentés au tableau:

- distance de transport à vide sur route de débardage;
- distance de transport à vide sur route de camionnage;
- distance de transport en charge sur route de débardage;
- distance de transport en charge sur route de camionnage;
- distance de déplacement durant le chargement;
- distance de déplacement durant le déchargement.

Tableau XIII

Étude comparative des différents opérateurs observés, pour chaque élément de déplacement du débardage

Élément sous étude	Opérateur considéré	Moyenne	Déviation standard	Équation de régression	(Coefficient de corrélation multiple)^2
Transport à vide, route de débardage	1 et 2	541.15	291.45	$93.11 + 63.389D$	0.860
	1	486.99	301.81	$53.03 + 84.662D - 1.208D^2$	0.903
	2	635.95	246.94	$17.32 + 67.722D$	0.771
Transport à vide, route de camionnage	1 et 2	80.32	56.48	$7.79 + 74.734D - 8.697D^2$	0.492
	1	91.86	63.54	$6.33 + 85.571D - 10.762D^2$	0.484
	2	60.15	33.21	$21.03 + 36.909D$	0.635
Transport en charge route de débardage	1 et 2	379.25	305.28	$1.70 + 118.936D - 2.680D^2$	0.842
	1	335.07	307.00	$- 31.69 + 146.156D - 5.027D^2$	0.822
	2	456.57	288.14	$35.65 + 91.210D$	0.896
Transport en charge route de camionnage	1 et 2	73.25	26.25	$47.32 + 19.768D$	0.321
	1	75.01	28.92	$34.37 + 36.991D - 3.962D^2$	0.389
	2	70.17	20.62	$93.71 - 43.764D + 15.420D^2$	
Déplacement durant le chargement	1 et 2	497.44	271.98	$32.34 + 201.540D - 11.728D^2$	0.736
	1	420.96	242.56	$31.69 + 204.119D - 11.045D^2$	0.822
	2	631.27	269.91	$2.30 + 205.236D - 11.986D^2$	0.524
Déplacement durant le déchargement	1 et 2	27.93	52.86	$4.92 + 154.496D - 23.169D^2$	0.852
	1	40.47	61.14	$10.15 + 123.418D$	0.930
	2	5.97	20.31	$0.01 + 196.653D - 57.293D^2$	0.990

Nous avons retenu le symbole "D" dans chacun des cas.

Certaines données pertinentes aux éléments non considérés jusqu'ici sont présentées dans les lignes suivantes:

1 CHARGEMENT

1.1 TEMPS D'UNE PRISE

1.1.1 Cas des 2 opérateurs ensemble

- temps moyen: 1.05 mn effective/prise
- déviation standard: 0.26
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

1.1.2 Cas de l'opérateur 1

- temps moyen: 1.18 mn effective/prise
- déviation standard: 0.22
- équation de régression

$$T = 86.69 - 3.172Vg + 5.428Vp - 0.647Ve$$

où

T = temps d'une prise; 0.01 mn effective
Vg = volume/grume; pieds cubes
Vp = volume/prise; pieds cubes
Ve = volume/empilement; pieds cubes

1.1.3 Cas de l'opérateur 2

- temps moyen: 0.81 mn effective/prise
- déviation standard: 0.11

- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

1.2 TEMPS DU CHARGEMENT/PIED CUBE

1.2.1 Cas des 2 opérateurs ensemble

- temps moyen: 0.11 mn effective/pied cube
- déviation standard: 0.04
- équation de régression

  $T = 21.77 - 1.069Vp$

où

T = temps de chargement, 0.01 mn effective/pied cube
VP = volume/prise, pieds cubes

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.503

1.2.2 Cas de l'opérateur 1

- temps moyen: 0.12 mn effective/pied cube
- déviation standard: 0.03
- équation de régression

  $T = 21.82 - 0.289Vg - 0.715Vp - 0.075Ve$

où

T = temps de chargement, 0.01 mn effective/pied cube
Vg = volume/grume, pieds cubes
Vp = volume/prise, pieds cubes
Ve = volume/empilement, pieds cubes

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.503

1.2.3 Cas de l'opérateur 2

- temps moyen: 0.08 mn effective/pied cube

- déviation standard: 0.02

- équation de régression

$$T = 15.02 + 0.195Vg - 0.707Vp$$

où

T = temps de chargement, 0.01 mn effective/pied cube
Vg = volume/grume, pieds cubes
Vp = volume/prise, pieds cubes

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.733

2 DÉCHARGEMENT

2.1 TEMPS D'UNE PRISE

2.1.1 Cas des 2 opérateurs ensemble

- temps moyen: 1.05 mn effectives/prise

- déviation standard: 0.34

- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

2.1.2 Cas de l'opérateur 1

- temps moyen: 1.25 mn effective/prise

- déviation standard: 0.23

- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

2.1.3 Cas de l'opérateur 2

- temps moyen: 0.72 mn effective/prise

- déviation standard: 0.20

- équation de régression

$T = 2.89 + 4.104Vp$

où

T = temps d'une prise, 0.01 mn effective
Vp = volume/prise, pieds cubes

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.226

2.2 TEMPS DU DÉCHARGEMENT/PIED CUBE

2.2.1 Cas des 2 opérateurs ensemble

- temps moyen: 0.08 mn effective/pied cube
- déviation standard: 0.03
- équation de régression

$T = 18.96 - 0.775Vp$

où

T = temps de chargement, 0.01 mn effective/pied cube
Vp = volume/prise, pieds cubes

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.484

2.2.2 Cas de l'opérateur 1

- temps moyen: 0.10 mn effective/pied cube
- déviation standard: 0.02
- équation de régression

$T = 17.26 - 0.575Vp$

où

T = temps de chargement, 0.01 mn effective/pied cube
Vp = volume/prise, pieds cubes

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.360

2.2.3 Cas de l'opérateur 2

- temps moyen: 0.04 mn effective/pied cube
- déviation standard: 0.01
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

3 AUTRES TEMPS EFFECTIFS

3.1 CAS DES 2 OPÉRATEURS ENSEMBLE

- temps moyen: 0.86 mn effective
- déviation standard: 3.90
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

3.2 CAS DE L'OPÉRATEUR 1

- temps moyen: 1.17 mn effective
- déviation standard: 4.80
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

3.3 CAS DE L'OPÉRATEUR 2

- temps moyen: 0.33 mn effective
- déviation standard: 1.16
- équation de régression

$$T = 89.60 - 75.87C$$

où

T : autres temps effectifs, 0.01 mn
C = 1 (terrain de classe 1)
= 0 (terrain de classe 2)

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.081

4 DÉLAIS (EXPRIMÉS EN POURCENTAGE DU TEMPS TOTAL EFFECTIF)

4.1 DÉLAIS DUS AU TRAVAIL

4.1.1 Cas des 2 opérateurs ensemble

- pourcentage moyen: 2.48
- déviation standard: 3.73
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

4.1.2 Cas de l'opérateur 1

- pourcentage moyen: 2.81
- déviation standard: 3.94
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

4.1.3 Cas de l'opérateur 2

- pourcentage moyen: 1.90
- déviation standard: 3.28
- équation de régression

$$P = 0.50 - 2.325C + 0.223D$$

où

P : pourcentage du temps total effectif
C = 1 (terrain de classe 1)
= 0 (terrain de classe 2)
D : distance de transport à vide sur route de débardage, unités de 100 pieds *(30 m)*

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.177

4.2 DÉLAIS PERSONNELS

4.2.1 Cas des 2 opérateurs ensemble

- pourcentage moyen: 7.64
- déviation standard: 11.18
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

4.2.2 Cas de l'opérateur 1

- pourcentage moyen: 6.01
- déviation standard: 8.70
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

4.2.3 Cas de l'opérateur 2

- pourcentage moyen: 10.84
- déviation standard: 14.06
- équation de régression

$$P = -2.03 \quad 1.408D$$

où

P : pourcentage du temps total effectif
D : distance de transport à vide sur route de débardage, unités de 100 pieds *(30 m)*

- (coefficient de corrélation multiple)^2: 0.103

4.3 DÉLAIS DUS A LA MACHINE

4.3.1 Cas des 2 opérateurs ensemble

- pourcentage moyen: 5.48

- déviation standard: 22.35
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

4.3.2 Cas de l'opérateur 1

- pourcentage moyen: 7.09
- déviation standard: 26.35
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

4.3.3 Cas de l'opérateur 2

- pourcentage moyen: 2.68
- déviation standard: 12.38
- il n'a pas été possible d'obtenir de régression significative

APPENDICE E

ÉNUMÉRATION ET DÉFINITION DE CERTAINS TERMES UTILISÉS DANS LE TEXTE

ABATTAGE

Temps nécessaire à la coupe de l'arbre:

- commence à l'instant où le bûcheron approche la scie de l'arbre à abattre,
- finit avec le début de l'ébranchage.

ASSEMBLAGE - EMPILAGE

Temps nécessaire au rassemblement partiel ou total des grumes en bordures des routes de débardage:

- commence à l'instant où le bûcheron dépose sa scie,
- finit à l'instant où il la reprend.

CÂBLAGE DES TIGES

Temps nécessaire à la réunion, à l'aide de câbles, des tiges à débusquer avec la machine:

- commence à la première immobilisation de la machine,
- finit à la fin du traitement de la dernière tige.

CHAÎNAGE DES TIGES

Temps nécessaire au rassemblement des tiges ébranchées en faisceau, en vue de l'opération du débusquage:

- commence à l'instant où le bûcheron dépose sa scie,
- finit à l'instant où il la reprend.

CHARGEMENT

Temps nécessaire à la constitution de la charge de la machine:

- commence à la première immobilisation de la machine,
- finit avec la dernière mise en charge de grumes.

CYCLE D'ABATTAGE

1. Récolte du bois en courtes longueurs

Ensemble des temps élémentaires depuis le débroussaillage et l'abattage des arbres jusqu'à l'empilage des grumes tronçonnées en bordure des routes de débardage.

2. Récolte du bois en longueurs d'arbres

Ensemble des temps élémentaires depuis le débroussaillage et l'abattage des arbres jusqu'au chaînage des tiges ébranchées.

CYCLE DE DÉBARDAGE OU DÉBUSQUAGE

Ensemble des temps élémentaires dont se compose un voyage aller-retour du débardeur ou débusqueur, en vue du transport des bois (de la route de débardage à celle du camionnage) jusqu'à la route de camionnage.

DÉBROUSSAILLAGE

Temps nécessaire à la coupe des broussailles:

- commence avec la fin du façonnage de la tige précédente,
- finit avec le début de l'abattage de la tige suivante.

DÉCABLAGE ET EMPILAGE

Temps nécessaire à la mise en empilement des tiges débusquées:

- commence à la première immobilisation de la machine à la jetée,
- finit avec la mise en empilement de la dernière tige.

DÉCHARGEMENT

Temps nécessaire au vidage de la remorque et à l'empilage des grumes à la jetée:

- commence au début de la première prise de grumes,
- finit à la fin de la mise en empilement des dernières grumes.

ÉBRANCHAGE

Temps nécessaire à l'enlèvement des branches de l'arbre qui vient d'être abattu:

- commence à l'instant où le bûcheron approche sa scie d'une première branche à couper,
- finit après la coupe de la dernière branche.

TRANSPORT A VIDE

Temps de déplacement de la jetée à la première position d'arrêt en vue du chargement:

- commence à l'instant où la machine quitte la jetée,
- finit à la première immobilisation de la machine.

TRANSPORT EN CHARGE

Temps de déplacement de la dernière position d'arrêt à la jetée, en vue du déchargement:

- commence lorsque la machine quitte la position d'arrêt,
- finit à son immobilisation à la jetée.

TRONCONNAGE

Temps nécessaire à la coupe des troncs en grumes de longueurs quelconques:

- commence lorsque le bûcheron approche sa scie pour une première coupe,
- finit lorsque prend fin la dernière coupe.

APPENDICE F

SÉRIE D'*OUTPUTS* DU PROGRAMME DE SIMULATION DE LA PRODUCTION ET DES COÛTS

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 1E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: ABATTAGE

ÉQUIPEMENT: TRAVAIL MANUEL

DHP MOYEN po	cm	PRODUCTION CUNITS/H	m^3/h	COÛT $/CUNIT	$/m^3$
4.5	11,4	0.264	0,748	11.38	4.02
5.0	12,7	0.272	0,770	11.02	3.89
5.5	14,0	0.298	0,844	10.06	3.55
6.0	15,2	0.334	0,946	8.97	3.17
6.5	16,5	0.378	1,070	7.93	2.80
7.0	17,8	0.430	1,218	6.93	2.45
7.5	19,1	0.489	1,385	6.14	2.17
8.0	20,3	0.555	1,572	5.41	1.91

VARIABLES DU MILIEU

K8= 0.80

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 1E

STRATE: SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: ABATTAGE

ÉQUIPEMENT: TRAVAIL MANUEL

DHP MOYEN po	cm	PRODUCTION CUNITS/H	m^3/h	COÛT $/CUNIT	$\$/m^3$
4.5	11,4	0.211	0,597	14.23	5.02
5.0	12,7	0.218	0,617	13.78	4.86
5.5	14,0	0.239	0,677	12.58	4.44
6.0	15,2	0.267	0,756	11.22	3.96
6.5	16,5	0.303	0,858	9.91	3.50
7.0	17,8	0.344	0,974	8.72	3.08
7.5	19,1	0.391	1,107	7.68	2.71
8.0	20,3	0.444	1,257	6.76	2.39

VARIABLES DU MILIEU

K8= 1.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 1E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: ABATTAGE

ÉQUIPEMENT: TRAVAIL MANUEL

DHP MOYEN po	*cm*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
4.5	*11,4*	0.176	*0,498*	17.08	*6.03*
5.0	*12,7*	0.181	*0,512*	16.53	*5.84*
5.5	*14,0*	0.199	*0,564*	15.09	*5.33*
6.0	*15,2*	0.223	*0,631*	13.46	*4.75*
6.5	*16,5*	0.252	*0,714*	11.89	*4.20*
7.0	*17,8*	0.287	*0,813*	10.47	*3.70*
7.5	*19,1*	0.326	*0,923*	9.21	*3.25*
8.0	*20,3*	0.370	*1,048*	8.11	*2.86*

VARIABLES DU MILIEU

K8= 1.20

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 1E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: PETIT TRACTEUR (J-5 OU AUTRE)

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	1.210	*3,426*	6.05	*2.14*
4	*1,22*	1.111	*3,146*	6.59	*2.33*
6	*1,83*	1.026	*2,905*	7.13	*2.52*
8	*2,44*	0.954	*2,701*	7.67	*2.71*
10	*3,05*	0.891	*2,523*	8.21	*2.90*
12	*3,66*	0.836	*2,367*	8.76	*3.09*
14	*4,27*	0.787	*2,228*	9.30	*3.28*
16	*4,88*	0.744	*2,107*	9.84	*3.47*

VARIABLES DU MILIEU

K8= 1.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 1E

STRATE: SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: PETIT TRACTEUR (J-5 OU AUTRE)

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	0.931	*2,636*	7.87	*2.78*
4	*1,22*	0.854	*2,418*	8.57	*3.03*
6	*1,83*	0.789	*2,234*	9.27	*3.27*
8	*2,44*	0.734	*2,078*	9.98	*3.52*
10	*3,05*	0.685	*1,940*	10.68	*3.77*
12	*3,66*	0.643	*1,821*	11.38	*4.02*
14	*4,27*	0.606	*1,716*	12.09	*4.27*
16	*4,88*	0.572	*1,620*	12.79	*4.52*

VARIABLES DU MILIEU

K8= 1.30

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	2.219	*6,284*	4.66	*1.64*
4	*1,22*	2.108	*5,969*	4.91	*1.73*
6	*1,83*	2.008	*5,686*	5.15	*1.82*
8	*2,44*	1.917	*5,428*	5.40	*1.91*
10	*3,05*	1.833	*5,190*	5.64	*1.99*
12	*3,66*	1.757	*4,975*	5.89	*2.08*
14	*4,27*	1.687	*4,777*	6.13	*2.16*
16	*4,88*	1.622	*4,593*	6.38	*2.25*
18	*5,49*	1.562	*4,423*	6.62	*2.34*
20	*6,10*	1.506	*4,264*	6.87	*2.42*
22	*6,71*	1.455	*4,120*	7.11	*2.51*
24	*7,32*	1.406	*3,981*	7.36	*2.60*

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	3.90
FRAIS DE RÉPARATION	2.12
FRAIS D'OPÉRATION	0.83
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$ 6.84
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$10.34

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 20000 N= 4 H= 1600 1= .095 D= .788 L= 3.50 V= 200 G= 10

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE: SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	2.519	*7,133*	5.19	*1.83*
4	*1,22*	2.424	*6,861*	5.39	*1.90*
6	*1,83*	2.333	*6,606*	5.60	*1.98*
8	*2,44*	2.250	*6,371*	5.80	*2.05*
10	*3,05*	2.173	*6,153*	6.01	*2.12*
12	*3,66*	2.101	*5,949*	6.22	*2.20*
14	*4,27*	2.034	*5,760*	6.42	*2.27*
16	*4,88*	1.970	*5,578*	6.63	*2.34*
18	*5,49*	1.911	*5,411*	6.83	*2.41*
20	*6,10*	1.855	*5,253*	7.04	*2.48*
22	*6,71*	1.802	*5,103*	7.25	*2.56*
24	*7,32*	1.752	*4,961*	7.45	*2.63*

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	5.85
FRAIS DE RÉPARATION	2.65
FRAIS D'OPÉRATION	1.06
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$ 9.56
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$13.06

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 30000 N= 4 H= 1600 I= .095 D= .788 L= 3.50 V= 300 G= 10

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	100 m	PRODUCTION CUNITS/H	m^3/h	COÛT $/CUNIT	$/$m^3$
2	0,61	3.655	10,350	4.32	1.52
4	1,22	3.503	9,919	4.50	1.59
6	1,83	3.364	9,526	4.69	1.66
8	2,44	3.235	9,160	4.88	1.72
10	3,05	3.116	8,824	5.06	1.79
12	3,66	3.005	8,509	5.25	1.85
14	4,27	2.901	8,215	5.44	1.92
16	4,88	2.805	7,943	5.62	1.98
18	5,49	2.715	7,688	5.81	2.05
20	6,10	2.630	7,447	6.00	2.12
22	6,71	2.551	7,224	6.18	2.18
24	7,32	2.476	7,011	6.37	2.25

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	7.80
FRAIS DE RÉPARATION	3.17
FRAIS D'OPÉRATION	1.30
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$12.28
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$15.78

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 40000 N= 4 H= 1600 I= .095 D= .788 L= 3.50 V= 400 G= 15

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	4.438	*12,567*	3.56	*1.26*
4	*1,22*	4.216	*11,938*	3.74	*1.32*
6	*1,83*	4.016	*11,372*	3.93	*1.39*
8	*2,44*	3.833	*10,854*	4.12	*1.45*
10	*3,05*	3.667	*10,384*	4.30	*1.52*
12	*3,66*	3.514	*9,950*	4.49	*1.58*
14	*4,27*	3.374	*9,554*	4.68	*1.65*
16	*4,88*	3.244	*9,186*	4.86	*1.72*
18	*5,49*	3.124	*8,846*	5.05	*1.78*
20	*6,10*	3.013	*8,532*	5.24	*1.85*
22	*6,71*	2.909	*8,237*	5.42	*1.91*
24	*7,32*	2.812	*7,963*	5.61	*1.98*

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	7.80
FRAIS DE RÉPARATION	3.17
FRAIS D'OPÉRATION	1.30
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$12.28
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$15.78

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 40000 N= 4 H= 1600 I= .095 D= .788 L= 3.50 V= 400 G= 20

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	100 m	PRODUCTION CUNITS/H	m^3/h	COÛT $/CUNIT	$/$m^3$
2	0,61	4.779	13,533	3.87	1.37
4	1,22	4.572	12,946	4.04	1.43
6	1,83	4.382	12,408	4.22	1.49
8	2,44	4.208	11,916	4.39	1.55
10	3,05	4.047	11,460	4.57	1.61
12	3,66	3.897	11,035	4.75	1.68
14	4,27	3.758	10,642	4.92	1.74
16	4,88	3.629	10,276	5.10	1.80
18	5,49	3.509	9,936	5.27	1.86
20	6,10	3.396	9,616	5.45	1.92
22	6,71	3.290	9,316	5.62	1.98
24	7,32	3.191	9,036	5.80	2.05

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	9.75
FRAIS DE RÉPARATION	3.70
FRAIS D'OPÉRATION	1.54
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$14.99
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$18.49

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 50000 N= 4 H= 1600 I= .095 D= .788 L= 3.50 V= 500 G= 20

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PROCUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	3.555	*10,067*	3.42	*1.21*
4	*1,22*	3.407	*9,648*	3.57	*1.26*
6	*1,83*	3.271	*9,262*	3.72	*1.31*
8	*2,44*	3.146	*8,908*	3.87	*1.36*
10	*3,05*	3.030	*8,580*	4.01	*1.42*
12	*3,66*	2.922	*8,274*	4.16	*1.47*
14	*4,27*	2.822	*7,991*	4.31	*1.52*
16	*4,88*	2.728	*7,725*	4.46	*1.57*
18	*5,49*	2.641	*7,478*	4.61	*1.63*
20	*6,10*	2.558	*7,243*	4.75	*1.68*
22	*6,71*	2.481	*7,025*	4.90	*1.73*
24	*7,32*	2.408	*6,819*	5.05	*1.78*

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	3.90
FRAIS DE RÉPARATION	3.50
FRAIS D'OPÉRATION	1.27
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$ 8.96
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$12.16

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 40000 N= 4 H= 3200 I= .095 D= .767 L= 3.50 V= 400 G= 15

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PROCUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	4.316	*12,222*	2.82	*0.99*
4	*1,22*	4.101	*11,613*	2.97	*1.05*
6	*1,83*	3.906	*11,061*	3.11	*1.10*
8	*2,44*	3.728	*10,556*	3.26	*1.15*
10	*3,05*	3.567	*10,101*	3.41	*1.20*
12	*3,66*	3.418	*9,679*	3.56	*1.26*
14	*4,27*	3.282	*9,294*	3.71	*1.31*
16	*4,88*	3.156	*8,937*	3.85	*1.36*
18	*5,49*	3.039	*8,606*	4.00	*1.41*
20	*6,10*	2.930	*8,297*	4.15	*1.46*
22	*6,71*	2.830	*8,014*	4.30	*1.52*
24	*7,32*	2.735	*7,745*	4.45	*1.57*

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	3.90
FRAIS DE RÉPARATION	3.50
FRAIS D'OPÉRATION	1.27
TOTAL,SANS MAIN-D'OEUVRE	$ 8.66
TOTAL,AVEC MAIN-D'OEUVRE	$12.16

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 40000 N= 4 H= 3200 I= .095 D= .767 L= 3.50 V= 400 G= 20

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

LUSSIER & ASSOCIÉS
QUÉBEC

ANALYSE D'UNE OPÉRATION FORESTIÈRE

MÉTHODE: 2E

STRATE : SAPINIÈRE 30 - 50 ANS

OPÉRATION: DÉBARDAGE

ÉQUIPEMENT: TRACTEUR AUTO-CHARGEUR

DISTANCE 100 pi	*100 m*	PRODUCTION CUNITS/H	*m^3/h*	COÛT $/CUNIT	*$/$m^3$*
2	*0,61*	4.648	*13,162*	3.00	*1.06*
4	*1,22*	4.447	*12,592*	3.14	*1.11*
6	*1,83*	4.262	*12,069*	3.27	*1.15*
8	*2,44*	4.093	*11,590*	3.41	*1.20*
10	*3,05*	3.936	*11,146*	3.55	*1.25*
12	*3,66*	3.790	*10,732*	3.68	*1.30*
14	*4,27*	3.655	*10,350*	3.82	*1.35*
16	*4,88*	3.530	*9,996*	3.95	*1.39*
18	*5,49*	3.413	*9,664*	4.09	*1.44*
20	*6,10*	3.303	*9,353*	4.22	*1.49*
22	*6,71*	3.200	*9,061*	4.36	*1.54*
24	*7,32*	3.103	*8,787*	4.50	*1.59*

COÛT HORAIRE DE L'ÉQUIPEMENT

DÉPRÉCIATION ET INTÉRÊT	4.88
FRAIS DE RÉPARATION	4.08
FRAIS D'OPÉRATION	1.50
TOTAL, SANS MAIN-D'OEUVRE	$10.45
TOTAL, AVEC MAIN-D'OEUVRE	$13.95

PARAMÈTRES DE L'ÉQUIPEMENT

A= 50000 N= 4 H= 3200 I= .095 D= .767 L= 3.50 V= 500 G= 20

VARIABLES DU MILIEU

F2= 1.00 F3= 0.00 F4= 0.00 F5= 0.00 F6= 0.00 F7= 0.00

MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS
SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Décembre 1973