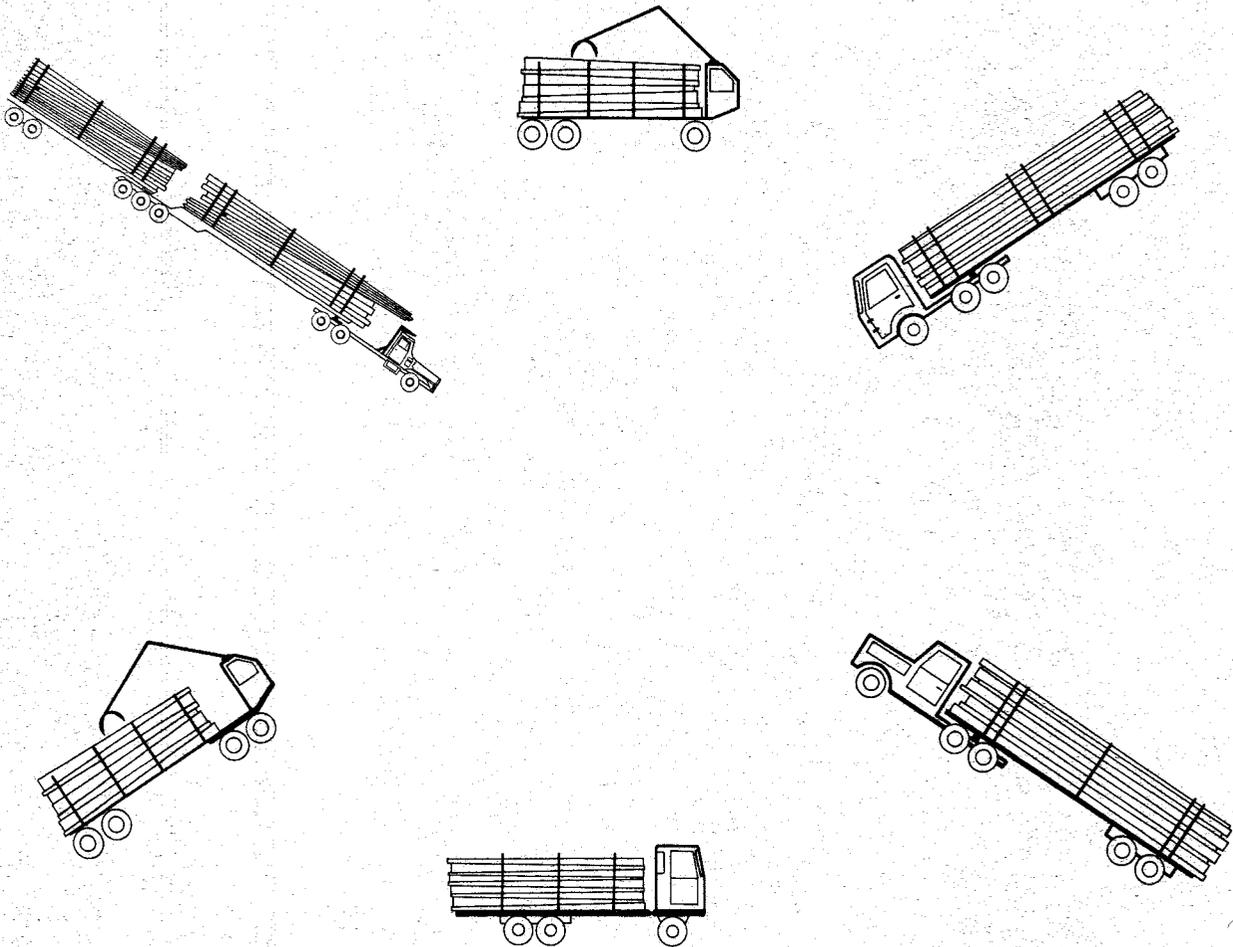


R.T. -
26

Rapport Technique No RT-26
novembre 1978

Débardage et camionnage du bois



Débardage et camionnage du bois

Rapport Technique No RT-26
novembre 1978

This Technical Report is available in English

FERIC

**FOREST ENGINEERING
RESEARCH INSTITUTE
OF CANADA**

**INSTITUT CANADIEN
DE RECHERCHES
EN GÉNIE FORESTIER**

AVANT-PROPOS

Lors de son séjour à FERIC, au cours d'une période sabbatique de six mois, Monsieur T.C. Bjerkelund, directeur du département de génie forestier à l'Université du Nouveau-Brunswick, a entrepris l'étude d'un projet portant sur le transport des arbres hors-route.

Après le retour de Monsieur Bjerkelund à l'Université, FERIC a poursuivi l'analyse des données qu'il avait recueillies.

FERIC désire remercier Monsieur Bjerkelund pour tous les efforts qu'il a faits en amorçant ce projet, ainsi que Monsieur J.-G. Routhier pour ses précieux conseils dans la préparation finale du rapport.

Étant donné les nombreux tableaux contenus dans cette étude, seules ont été utilisées les unités de mesure anglaises.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
SOMMAIRE	S-1
INTRODUCTION	1
Avantages du concept proposé	2
Application du concept	3
ÉVALUATION THÉORIQUE DU PORTAGE LONGUE-DISTANCE DES ARBRES	7
Introduction	7
Description de l'exploitation et de l'aire de coupe	7
Procédé d'exploitation utilisé	10
Évaluation comparative du concept de portage longue- distance hors-route et sur-route	12
UN PORTEUR LONGUE-DISTANCE, LE DUNGARVON	28
CONCLUSION	31
ANNEXE A — CARACTÉRISTIQUES DE L'AIRE DE COUPE RELATIVEMENT AU PEUPEMENT, AUX ARBRES, AU SOL ET AU CLIMAT	32
ANNEXE B — FACTEURS DE PLANIFICATION DES BLOCS D'EXPLOITATION	36
ANNEXE C — RÉPARTITION DU TEMPS-MACHINE D'EXPLOITATION SUR UNE BASE ANNUELLE	39
ANNEXE D — DESCRIPTION DU PARCOURS ET ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DES CAMIONS	41
ANNEXE E — CARACTÉRISTIQUES DÉTAILLÉES DU PORTEUR LONGUE-DISTANCE DUNGARVON	45

SOMMAIRE

Le transport du bois entre la forêt et l'usine représente un pourcentage sans cesse croissant du coût total de cette matière première. Parmi les facteurs principaux qui contribuent à cette hausse, notons la distance entre la forêt et l'usine, qui augmente d'année en année, les coûts de construction de la voirie forestière et, depuis quelque temps, les contraintes réglementaires touchant l'utilisation de la voirie ainsi que les forêts publiques pour fins industrielles.

Les progrès technologiques des dernières années dans le secteur de l'exploitation forestière laissent entrevoir une solution aux problèmes énoncés plus haut. Ainsi une rationalisation du transport hors-route avec le transport sur-route pourrait entraîner une diminution appréciable du coût total de l'acheminement du bois vers l'usine.

L'étude "transport hors- et sur-route" avait comme but principal l'analyse, à l'aide d'un modèle théorique, des conséquences d'une telle rationalisation.

Une exploitation forestière fut simulée, basée sur les conditions réelles d'une assiette de coupe choisie sur les concessions forestières d'une société membre du Nouveau-Brunswick, Fraser Companies Ltd. Les données sur la productivité et les coûts utilisés dans cette analyse furent obtenues de FERIC et d'autres sources.

Ce chantier théorique a fourni environ 70,000 cunits de bois d'essences résineuses et feuillues à un complexe intégré de produits forestiers. Le système d'exploitation en grûmes fut choisi pour fins de comparaison avec le système à l'étude.

Le débardeur Dungarvon, qui est encore au stage prototype, fut introduit dans le modèle de simulation et utilisé sur des distances de transport hors-route allant jusqu'à 4 milles, remplaçant les débardeurs conventionnels dont le rayon d'opération maximum était de 1,800 pieds, éliminant ainsi la construction de routes secondaires.

L'analyse comparative du système conventionnel d'exploitation en grûmes avec celui incorporant le débardeur Dungarvon indique qu'un investissement de \$277,000 pourrait réduire les coûts opérationnels de \$214,000 par année pendant deux ans. Dans le cas présent, cette amélioration signifie une réduction de \$3.03 le cunit.

INTRODUCTION

Le transport des arbres hors-route, sous diverses formes, à l'aide d'engins traditionnels, montés sur roues ou sur chenilles, fait partie intégrante de la plupart des systèmes d'exploitation canadiens. Cependant, tel que pratiqué actuellement, il peut constituer un facteur limite important dans l'efficacité globale de toute l'opération de récolte des arbres dont il n'est qu'un élément. Même lorsque les accidents du terrain et l'état du sol demeurent relativement propices à la circulation, il existe des contraintes souvent liées aux pauvres caractéristiques de mobilité des véhicules utilisés. Il s'agit ici aussi bien d'engins porteurs des éléments d'abattage et de façonnage que de véhicules qui transportent les arbres.

Plusieurs des améliorations récentes apportées aux procédés de récolte forestière ont vu le jour grâce à de nouveaux progrès technologiques dans la conception des engins de chantier; on en trouve des exemples frappants dans les travaux de Bruce J. McColl et Carl-Einar Malmberg. Malgré ces efforts fructueux, il existe encore dans la récolte des arbres, plusieurs contraintes liées de près au transport hors-route. L'Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC) a entrepris l'étude et l'évaluation du portage hors-route et sur-route. C'est essentiellement la continuation du travail précédemment effectué par la Société forestière Domtar limitée et par l'Institut d'aménagement forestier du Service forestier canadien.

L'idée maîtresse qui se trouve au coeur même de ce projet est le transport économique des arbres sous diverses formes (tel que nécessaire), sur de plus longues distances, préalablement à l'utilisation de camions routiers équipés de diverses combinaisons de remorques et semi-remorques.

Le projet entrepris par FERIC, comprend trois parties:

1. La cueillette et le résumé des informations pertinentes disponibles, directement reliées au concept proposé.
2. L'organisation de séminaires et de réunions privées ayant pour but de faire connaître et de répandre cette nouvelle conception parmi les compagnies membres, et les autres groupes intéressés.
3. La préparation d'une évaluation théorique en vue de comparer le procédé proposé à un procédé concurrentiel, hautement mécanisé.

On ne traitera pas dans ce rapport des parties 1 et 2 qui visaient avant tout à appuyer la partie 3. Quant à cette dernière, elle fut effectuée en collaboration avec la division Plaster Rock de la compagnie Fraser Ltée., dont le bureau du département forestier est situé à

Edmunston, au Nouveau-Brunswick. A même l'aire d'exploitation de la division Plaster Rock, le projet se vit assigner une assiette de coupe déterminée, et l'analyse théorique tient compte rigoureusement sous presque tous leurs aspects, des conditions réelles de cette assiette de coupe, aussi bien que des exigences de l'usine qu'elle dessert. On traitera en détail de cette évaluation et des résultats obtenus, plus loin dans ce rapport.

AVANTAGES DU CONCEPT PROPOSÉ

L'idée du portage longue-distance hors-route et sur-route, en exploitation forestière, est d'abord basée sur l'hypothèse qu'il devrait être possible de mettre au point un engin porteur susceptible de se mouvoir efficacement hors-route, dans des conditions très variées, et à des vitesses relativement élevées, tout en transportant des charges plus fortes qu'à l'accoutumée. On présume également que ce même engin pourrait être conçu de façon à concurrencer favorablement les systèmes actuels de transport sur-route, tels que combinaison de camion et semi-remorque, sur des routes de vidange ou des sentiers dont la construction n'entraînerait qu'une perturbation minime du milieu.

Depuis que cette idée a pris naissance, on a mis au point plusieurs engins qui offrent des possibilités en ce sens, tels que le porteur Dungarvon, le Volvo-BM 860 TC et l'abatteuse-porteuse Koehring (KFF). En examinant les résultats obtenus jusqu'à maintenant avec ces engins, on voit surgir plusieurs possibilités de solution aux contraintes habituelles que pose la récolte des bois. Parmi ces solutions, les plus susceptibles d'améliorer l'efficacité sont les suivantes:

1. Une diminution dans le nombre de routes de vidange à construire, aussi bien que dans les normes de qualité du revêtement de routes ou sentiers. L'enlèvement des roches et des souches, joint à un terrassement préliminaire, est souvent tout ce qu'exige la construction de sentiers adéquats au portage.
2. L'amélioration dans l'acheminement des bois grâce à l'élimination de la circulation des camions sur les routes de vidange. Lorsque les camions ne doivent circuler que sur des voies d'accès ou des routes principales, l'équipement routier standard convient bien; mais s'ils doivent aussi se déplacer sur les routes de vidange, on doit utiliser de l'équipement plus lourd. Ce dernier est plus coûteux au niveau de l'achat et du fonctionnement et a un poids à vide plus élevé. Les charges plus faibles ainsi transportées à un coût plus élevé entraînent une augmentation des coûts du bois, lorsque les camions doivent circuler sur des routes de vidange.
3. Une diminution de la quantité de façonnage à exécuter sur les lieux d'abattage. On obtient ainsi un contrôle plus facile du classement selon les divers types de produits et un meilleur maintien des normes de qualité. Le fait de transporter les arbres sur de plus grandes distances peut également permettre

une efficacité accrue dans le façonnage, étant donné le volume, et conséquemment une réduction du coût unitaire d'opération. On doit remarquer toutefois que le façonnage en un point central est plus efficace s'il y a un classement initial effectué au moment de l'abattage (tel que l'empilage en tas séparés des arbres susceptibles de contenir des billes de sciage et de ceux qui n'en contiennent pas).

4. L'augmentation de la faisabilité économique dans l'application d'au moins quelques-uns des nouveaux principes d'aménagement forestier, tel que la coupe à blanc par blocs. Pour les besoins de l'analyse théorique qui forme une partie de la présente étude, on a supposé que la coupe à blanc contrôlée constituait une méthode sylvicole dont l'application était appropriée dans la superficie à l'étude, et ce tant d'un point de vue opérationnel que biologique. Les critères établis pour l'application de cette méthode prévoyaient que les dimensions maximales d'un bloc ne devraient pas dépasser 200 acres, que la superficie coupée au cours d'une même année n'atteindrait pas plus qu'environ 25% de la superficie totale concernée, et que les blocs adjacents ne sauraient être coupés en-dedans d'une période minimale de dix (10) ans.
5. Une réduction de la perturbation du milieu, surtout de celle qui est due à l'emploi du bulldozer. Il est généralement reconnu que le bulldozage constitue la cause principale de la perturbation du sol et de l'érosion attribuées à l'exploitation forestière. Au point de vue de la protection de l'environnement, on croit que l'utilisation de porteurs longue-distance sera préférable en ce qu'elle réduira à la fois la quantité de routes de vidange requises et la superficie nécessaire aux sites de façonnage. La construction de sentiers adéquats au transport par portage peut se faire à l'aide de techniques d'excavation plutôt que par bulldozage.

Au cours des essais sur le terrain, un premier prototype hors-route et sur-route achemina de fortes charges d'arbres en logueur (environ 65,000 lb) à des vitesses moyennes relativement élevées (environ 530 pi. à la minute hors-route et 1900 pi. à la minute sur-route) sur la distance totale entre le site d'abattage et le dépôt final situé le long d'une route principale. On élimina ainsi le débardage courte-distance, la construction et l'entretien de routes de vidange, de même que la nécessité pour les camions de circuler sur ces dernières, ce qui entraîna une amélioration importante de l'efficacité du procédé de récolte dans son ensemble.

APPLICATION DU CONCEPT

Bien que relativement nouveau, le concept du portage longue-distance, hors-route et sur-route semble très prometteur dans son application aussi bien dans l'est que dans l'ouest du Canada. Myles¹ (1976), a

¹ Myles, D.V., Development of a tree-length forwarder. Forest Management Institute information report FMR-X-88. 1976.

publié les résultats des premiers essais effectués sur le terrain, au Québec et en Ontario, à l'aide d'un prototype du porteur Dungarvon. Celui-ci a été conçu spécialement en fonction de ce concept et répond à ses exigences tant du point de vue de la capacité de charge que des vitesses de déplacement, qu'il soit chargé ou non chargé. Des résultats inédits d'essais sur le terrain faits au Québec en terrain escarpé indiquent que le porteur Dungarvon possède des caractéristiques de stabilité et de maniabilité satisfaisantes, chargé et non chargé, sur des pentes évaluées à plus de 40%. L'évaluation théorique (décrite plus loin dans ce rapport) qui compare un procédé d'exploitation basé sur ce concept à un procédé concurrentiel, a montré que le premier constitue un meilleur choix aux points de vue: a) du coût du bois rendu à diverses usines de façonnage, b) de l'investissement nécessaire à l'achat d'équipement, et c) de la productivité de la main-d'oeuvre. L'ensemble de ces résultats indique qu'il vaut la peine d'entreprendre des essais sur le terrain à une échelle opérationnelle, essais qui devraient être effectués avec l'équipement disponible le mieux approprié. Idéalement ces essais devraient avoir lieu à un endroit où le sol est très accidenté, tel que la région de Plaster Rock qui a servi à l'analyse théorique, et à un autre endroit où les pentes sont suffisamment escarpées pour constituer un obstacle aux procédés d'exploitation traditionnels.

Les premiers critères ayant servi de base à la conception de ce projet cherchaient à vaincre certaines faiblesses bien précises dans les procédés de récolte, en adoptant une approche complètement nouvelle de l'opération de transport hors-route et en modifiant de façon appropriée les opérations connexes. Afin de tirer profit au maximum des avantages offerts par ce concept, il semble que l'on doive l'appliquer surtout dans les endroits où:

1. Le coût de construction des routes de vidange est relativement élevé.

Il permet alors de réduire considérablement la quantité de routes de vidange nécessaires, de même que la qualité de la surface de roulement; et il offre une plus grande versatilité dans le choix du tracé des routes; on obtient ainsi des économies appréciables dans le coût de la route. Le matériel de transport utilisé doit être conçu de façon à atténuer le besoin de réseaux routiers très serrés, en augmentant les vitesses de déplacement et la capacité de charge des véhicules, par rapport aux débardeuses et porteurs traditionnels actuels.

2. Les distances de livraison par camion varient de "courte" à "longue".

Dans le cas de "courtes" distances, les porteurs hors-route et sur-route sont considérés comme capables de transporter économiquement les arbres (généralement sous formes d'arbres en longueur) du site d'abattage directement au dépôt final. Des notes inédites compilées par l'auteur lors d'une visite à Atvidaberg, en Suède, en juin 1975, font mention d'une exploitation forestière où les arbres en longueur étaient acheminés

à l'aide d'un porteur Volvo-BM 860 TC sur une distance de 12.5 milles par des sentiers et des routes de campagne. L'engin chargeait automatiquement les troncs entiers près du site d'abattage et les déchargeait automatiquement à un dépôt où l'on procédait au triage des billes de sciage et au façonnage, dépôt relié à une scierie. Le coût de construction des sentiers à l'aide de techniques d'excavation et selon des normes convenant au porteur n'atteignait que 22% du coût des routes de vidange requises par l'usage de camions grumiers traditionnels, dans la même région.

Lorsque les distances sont "longues", les porteurs hors-route et sur-route peuvent transporter les arbres jusqu'aux routes principales et aux voies d'accès et alors les déposer dans des camions spécialement conçus en vue d'une livraison subséquente jusqu'à la destination finale. Lorsque le transport doit s'effectuer sur des réseaux de routes publiques, on en retire un gain économique majeur puisque l'on peut remplacer par des camions plus légers conçus en fonction de la grand'route, des camions de conception beaucoup plus lourde, qui ne sont nécessaires que pour circuler sur les routes de vidange. Lorsqu'il est possible de circuler uniquement sur des routes privées, on peut au moyen de ces porteurs, obtenir une efficacité accrue comparativement aux procédés traditionnels. On en trouve un exemple dans l'utilisation de trains routiers ayant une capacité de charge de plus de 40 cunits d'arbres en longueur. Ces trains sont très économiques, mais seulement si on peut éviter de circuler sur les routes de vidange. C'est ce qui a servi de point de départ au présent projet.

3. Compte tenu des exigences de l'aménagement forestier, les étendues coupées à blanc sont relativement faibles et soumises à des contrôles rigides de facteurs tels que le pourcentage de superficie totale coupée durant une période de temps déterminée, et la période de temps requise avant que les superficies adjacentes puissent aussi être exploitées.

Là où ces restrictions existent, l'application de procédés d'exploitation traditionnels entraîne invariablement une augmentation appréciable dans le coût de construction et d'entretien des routes. Le présent rapport donne également un exemple d'exigences semblables relatives à l'aménagement forestier et montre les avantages que comporterait en ce cas le portage hors-route et sur-route.

4. Les conditions du sol et les contraintes en forêt publique (récréation en forêt, modification du climat, etc.) sont telles qu'il faut minimiser sinon éliminer le bulldozage.

Ce nouveau procédé de transport réduit considérablement la

quantité de routes nécessaires, augmente les choix de tracés par rapport aux procédés traditionnels en usage courant, et diminue ainsi le bulldozage à effectuer. On présume que l'aménagement de simples sentiers suffira à la circulation des porteurs hors-route et sur-route (il ne sera donc plus nécessaire de répondre aux normes des routes de vidange requises, même pour des unités lourdes de camionnage); ainsi, les techniques de construction de routes à l'aide d'excavateurs élimineront sans doute la nécessité de bulldozer.

On n'a pas encore bien défini l'accès au site d'abattage, lors de l'application de ce nouveau procédé. Il est évident que la réduction du réseau traditionnel de routes de vidange entraînera la nécessité de mettre au point de nouvelles façons a) de transporter le personnel et le matériel jusqu'au site d'abattage, b) d'assurer l'entretien mécanique, et c) de procéder aux opérations sylvicoles visant à l'établissement d'un nouveau peuplement.

La supervision de la planification et du contrôle des exploitations ne présentera pas, semble-t-il, de contraintes additionnelles ou particulières. On devra toutefois procéder à des essais sur le terrain à une échelle opérationnelle, si l'on veut acquérir une meilleure compréhension de cet aspect du procédé.

ÉVALUATION THÉORIQUE DU
PORTAGE LONGUE-DISTANCE DES ARBRES

INTRODUCTION

En vue d'évaluer l'effet du portage longue-distance sur les coûts d'une exploitation forestière, ainsi que sur la main-d'oeuvre et les capitaux requis, on a procédé à l'étude d'un cas théorique à partir d'une superficie déterminée de la division Plaster Rock de Fraser Companies Ltd. Cette superficie sera exploitée dans les années à venir et peut servir de coupe pilote pour explorer davantage les possibilités du procédé étudié.

DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION ET DE L'AIRE DE COUPE

Pour les besoins de cette étude, la superficie a été exploitée théoriquement selon une technique de coupe à blanc contrôlée. Les critères utilisés étaient les suivants:

- les superficies coupées à blanc ou blocs d'exploitation, ne devaient pas dépasser 200 acres,
- chaque bloc d'exploitation était de forme carrée,
- la superficie coupée au cours d'une même année couvrait environ 25% de la surface totale,
- une période d'au moins dix (10) ans devait s'écouler avant la coupe de blocs adjacents,
- les blocs d'exploitation étaient disposés en damier,
- les blocs situés en diagonale avec les blocs coupés l'année précédente seraient exploités la seconde année,
- le reste de la superficie serait exploitée durant la onzième et douzième années.

L'agencement général est illustré à la figure 1.

Seule la première année d'exploitation a été analysée en détail, et on présume que la superficie coupée cette année-là est représentative de la région.

Tous les arbres marchands ont été récoltés. Les essences résineuses ont été livrées sous forme d'arbres en longueur à une usine de façonnage de Plaster Rock, où l'on récupérerait un volume maximum de billes de sciage avant de convertir le reste en pâte. Afin d'augmenter la productivité de l'usine, on procédait à la souche à une première sélection en séparant des autres les arbres susceptibles de fournir des

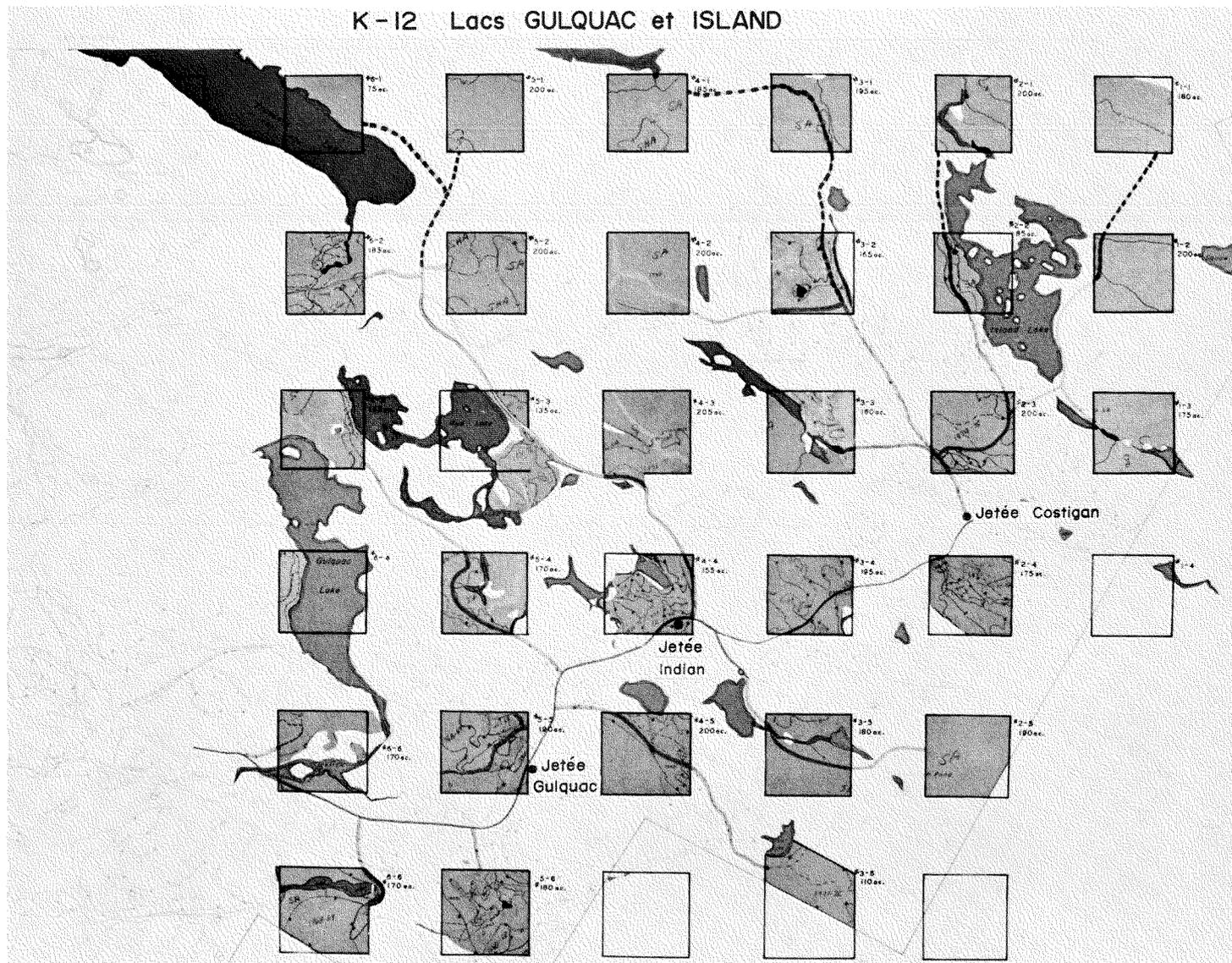


Figure 1. Agencement des blocs d'exploitation. Les superficies ombragées (généralement de forme carrée) indiquent les blocs coupés au cours du premier cycle d'abattage durant la première année.

billes de sciage. Ce triage préliminaire était respecté durant toutes les phases de l'opération (transport, camionnage) jusqu'à l'usine de façonnage. Quant aux essences feuillues, elles étaient abattues et livrées sous forme d'arbres entiers à des jetées où, après avoir récupéré les billes de sciage, on réduisait le reste en copeaux.

Au cours de la première année, la coupe s'élevait à 70,800 cunits, dont 59,200 de résineux et 11,600 d'essences feuillues. Elle couvrait une superficie de 4,170 acres répartis en 24 blocs d'exploitation de 200 acres chacun.

Les peuplements furent coupés selon leur composition, i.e. résineux, mélangés ou feuillus, et comportaient les paramètres suivants:

- peuplements résineux: composés d'épinette noire, épinette blanche et sapin baumier; le volume moyen d'un arbre était de 5.5 pi³; 43,000 cu. (61% de la coupe totale) provenaient de ces peuplements;
- peuplements mélangés: on récolta 27,000 cu. (38% de la coupe totale) dans ces peuplements; 60% du volume consistait en essences résineuses et 40% en feuillus; le volume moyen à l'arbre était de 9.1 pi³ pour les résineux et de 7.0 pi³ pour les feuillus.
- peuplements feuillus: seulement 800 cu. (1% de la coupe totale) provenaient de ces peuplements; le volume moyen de l'arbre atteignait 7.0 pi³.

Le tableau 1 résume ces paramètres; on trouvera à l'annexe A des détails additionnels.

Tableau 1. Paramètres des peuplements et des arbres de la superficie coupée la première année

Superficie coupée	4,170 acres
Nombre de blocs d'exploitation	24
Volume total coupé	70,800 cu
. Essences résineuses	59,200 cu (86%)
. Essences feuillues	11,600 cu (14%)
. Volume provenant de peuplements résineux	43,000 cu (61%)
. Volume provenant de peuplements mélangés	27,000 cu (38%)
- résineux	16,200 cu
- feuillus	10,800 cu
. Volume provenant de peuplements feuillus	800 cu (1%)
Volume moyen à l'acre	17.0 cu
Nombre moyen de tiges marchandes à l'acre	270
. Essences résineuses	230
. Essences feuillues	40
Volume moyen à l'arbre	
. Essences résineuses	6.2 pi ³
. Essences feuillues	7.0 pi ³

La topographie était ondulée, la plus grande partie du terrain présentant une pente inférieure à 10%. La configuration du terrain était très défavorable, les engins d'exploitation étant souvent gênés par la présence de blocs émoussés au point de devoir modifier leur parcours normal sur 70% de la superficie. Le sol offrait une bonne résistance et 95% de la superficie était classifiée comme dure.

PROCÉDÉ D'EXPLOITATION UTILISÉ

On appliqua le concept à une exploitation mécanisée théorique et on le compara à un procédé fondamentalement identique, mais dans lequel l'opération de débardage se faisait aux distances habituelles. La technique de portage hors-route et sur-route fut introduite selon les principes déjà décrits dans ce rapport.

Le procédé d'exploitation de base choisi comportait diverses méthodes d'abattage selon le type de peuplement et le volume des arbres (tableau 2). L'ébranchage et l'écimage des résineux avait lieu à la souche à l'aide d'un Logma T-310. On n'ébranchait pas les feuillus, mais on les déposait sous forme d'arbres entiers en bordure de route. On effectuait de la même manière les opérations d'abattage et d'ébranchage, quelle que soit la technique de transport hors-route. On supposa que la production journalière était la même dans les deux procédés et que, dans le cas du portage longue-distance, le coût de fonctionnement des engins n'était pas affecté par l'absence de routes menant au bloc d'exploitation.

Un Dungarvon, muni d'une flèche d'alimentation articulée, recueillait les arbres et les transportait sur les routes de vidange, prenant séparément les empilements de résineux contenant des billes de sciages, de résineux à pâte, et d'essences feuillues. Au cours de cette expérience, la distance maximale de portage s'élevait à 4 milles, et la moyenne à 2 milles.

Pour le débardage courte-distance, on construisit une route de vidange jusqu'aux blocs d'exploitation et à l'intérieur de ceux-ci. Des débardeuses à pince (Kockums CS-21) débarquaient les arbres en longueur en bordure de route, sur une distance maximale de 1800 pi. (.34 mi.). Chaque produit était débardé et empilé séparément. L'abatteuse-porteuse Koehring (tableau 2) déposait en bordure de route les feuillus qu'elle avait abattus.

Suivant la méthode de transport hors-route utilisée, on chargeait les camions soit le long de la route de vidange, soit à une jetée centrale. Ils devaient circuler sur une route publique où il ne leur était pas permis de dépasser une combinaison de poids brut (CPB) de 92,000 lb. Les essences résineuses étaient chargées en alternant gros bouts et fins bouts afin d'assurer une répartition égale du poids sur les essieux.

Les essences feuillues étaient façonnées, en bordure de route ou à des jetées, en billes de sciage ou en copeaux d'arbres entiers chargés directement dans des remorques fermées.

Tableau 2. Méthodes d'abattage

	PEUPLEMENTS RÉSINEUX	PEUPLEMENTS MÉLANGÉS	PEUPLEMENTS FEUILLUS
	43,000 cu.	27,000 cu.	800 cu.
ÉQUIPEMENT UTILISÉ	Abatteuse-empileuse montée sur roues (Forano BJ-20)	Abatteuse-transporteuse montée sur roues (Koehring KFF)	Scie mécanique Débardeuse munie d'élingues (Clark 664-B)
PROCÉDÉ	Les arbres sont abattus et empilés séparément suivant qu'ils sont ou non susceptibles de donner des billes de sciage. L'opérateur utilise une scie mécanique pour abattre les quelques arbres qui dépassent la capacité de la tête d'abattage.	Les essences résineuses sont abattues et empilées séparément suivant qu'elles sont susceptibles ou non de donner des billes de sciage (15,390 cu.) Les essences feuillues sont retenues sur l'engin. Elles sont déchargées en bordure de route dans le cas de transport courte-distance. Elles sont laissées en piles sur le parterre de coupe dans le cas de portage longue-distance hors-route et sur-route (10,260 cu.) Les quelques arbres dépassant la capacité de la tête d'abattage sont abattus à l'aide d'une scie mécanique.	Les arbres sont abattus à la main (scie mécanique) et empilés tous les 300 pieds à l'aide d'une débardeuse munie d'élingues.
EXCEPTION	On exploitait de la même façon que les peuplements feuillus les îlots que l'engin ne pouvait atteindre à cause de la topographie ou d'autres raisons. (5% du volume total)		

En théorie, chaque bloc d'exploitation correspondait à un carré de 200 acres, dont chaque côté mesurait 2,950 pi. Cependant, étant donné la topographie, la présence de lacs et de rivières, les limites des concessions forestières, la superficie nette de chaque bloc variait considérablement, de même que la forme de l'aire de coupe. L'annexe B donne de plus amples détails sur la superficie nette de chaque bloc, sur son volume et son accessibilité.

Lors du portage longue-distance hors-route et sur-route, on construisait, à partir de la route principale jusqu'à chaque bloc d'exploitation, un sentier dont on enlevait les roches et les souches, dont on aplissait les cahots et dont on remplissait les trous. Aucun sentier n'était tracé à l'intérieur du bloc lui-même. L'abattage et les opérations subséquentes s'effectuaient à partir du point d'accès, en tenant compte de la topographie et des accidents du terrain.

Les véhicules routiers réguliers, autobus, camionnettes ou camions de service, ne pouvaient circuler sur ces sentiers et on devait utiliser des véhicules spéciaux pour transporter les ouvriers, le carburant et le matériel d'entretien. Pour faire la présente évaluation, on a supposé que l'on utilisait pour le transport des hommes des véhicules à chenilles souples de six passagers. De même, deux types d'engins de service, également montés sur chenilles souples, servaient à l'entretien de l'équipement d'exploitation, l'un faisant la livraison du carburant et des lubrifiants et l'autre assurant la maintenance et les réparations.

Quant au débardage à des distances habituelles, il s'effectuait sur le même sentier, amélioré de façon à rencontrer les normes d'une route de vidange avec surface en gravier, afin de permettre une circulation et un camionnage normaux. Cette route fut prolongée dans chaque bloc d'exploitation de façon à ce que la distance maximale de débardage ne dépassât pas 1,800 pieds. L'opération d'abattage se faisait par bandes perpendiculaires à la route de vidange et les arbres étaient empilés séparément en bordure de route (feuillus, bois à pâte, billes de sciage).

EVALUATION COMPARATIVE DU CONCEPT DE PORTAGE LONGUE-DISTANCE HORS-ROUTE ET SUR-ROUTE

Afin d'évaluer les effets de la technique de portage hors-route et sur-route sur les investissements et les frais d'opération, on a procédé à l'étude de chaque phase de l'exploitation et on a quantifié les changements résultant de la technique proposée. On ne tient compte ici que des coûts de fonctionnement de l'engin, sans inclure la dépréciation.

On suppose que tous les engins seront utilisés durant une période de cinq ans et auront une valeur résiduelle de 25% de leur coût original. Seule la différence dans l'investissement requis par chacune des deux méthodes de transport hors-route a un impact sur l'attrait exercé par chacune d'elles. Cet impact fut évalué selon la méthode du flux monétaire actualisé (DCF) qui tient compte de la dépréciation et est couramment utilisée par l'industrie.

Construction et entretien de la route ou du sentier

Les sentiers étaient moins coûteux à construire et à entretenir que les routes de vidange. De plus, contrairement à ces dernières, on ne construisait pas de sentiers dans tous les blocs d'exploitation. Ainsi, on faisait des économies à cause des coûts de construction et d'entretien moins élevés, et à cause de la diminution de la longueur totale. En se basant sur l'expérience locale, on évalua comme suit les coûts des routes:

- \$7,200 du mille pour la construction de la route de vidange (\$5,000 pour le terrassement et le drainage, et \$2,200 pour le revêtement).
- \$1,800 du mille par an pour l'entretien.

Le coût de construction du sentier fut établi à partir d'observations prises à Atvidaberg en Suède, où l'on utilisait une pelle hydraulique pour enlever les obstacles, remplir les trous, et créer un drainage suffisant. On croit que les coûts s'élèveront à:

- \$2,500 du mille pour la construction, ce qui servira uniquement au terrassement et au drainage, puisqu'on ne fera aucun revêtement routier.
- \$1,200 du mille par an pour l'entretien.

Le tableau 3 résume l'ensemble des coûts prévus pour la route ou le sentier en tenant compte des distances établies à l'annexe B, pour l'agencement des blocs d'exploitation suggéré. L'application de la méthode de portage hors-route et sur-route, tel qu'indiqué dans cette étude, entraînerait une économie annuelle de \$191,700 dans les coûts de construction et d'entretien de la route, ce qui signifie, pour une coupe de 70,800 cunits, une économie de \$2.71 du cunit.

Tableau 3. Coûts de construction et d'entretien de la route et du sentier

	DURÉE DE VIE (années)	LONGUEUR (milles)	COÛT DE CONSTRUCTION PAR MILLE (\$)	COÛT D'ENTRETIEN PAR ANNÉE- MILLE (\$)	COÛT TOTAL MOYEN PAR ANNÉE (\$)
Routes de vidange					
. section hors du bloc	2	18.0	7,200	1,800	97,200
. section à l'intérieur du bloc	1	15.4	7,200	1,800	<u>138,600</u>
. coût total annuel					<u>235,800</u>
Sentiers de vidange					
. section hors du bloc	2	18.0	2,500	1,200	44,100
. section à l'inté- rieur du bloc	—	—	—	—	—
Economies annuelles avec les sentiers de vidange					191,700
. économie par cunit (coupe de 70,800 cu/an)					2.71

Abattage

On a supposé que, dans le cas du portage longue-distance, l'absence de routes de vidange n'affectait pas la productivité ni l'utilisation des engins travaillant dans l'aire de coupe. On prenait en-dehors de la période de travail le temps supplémentaire nécessaire au transport des ouvriers; ce sujet est traité dans une section ultérieure.

Le volume (5%) des peuplements résineux et mélangés qui ne pouvait être récolté mécaniquement était abattu au moyen d'une scie mécanique et empilé sur l'aire de coupe à l'aide d'une débusqueuse à câbles. On peut détailler l'opération d'abattage de la façon suivante:

- volume coupé et empilé à l'aide d'abatteuses-empileuses Forano BJ-20 (peuplements résineux) 40,850 cu.
- volume coupé et empilé ou assemblé à l'aide d'abatteuses-porteuses Koehring KFF (peuplements mélangés) 25,650 cu.
- volume coupé manuellement et débardé sur une courte distance (peuplements feuillus et terrains difficiles) 4,300 cu.
70,800 cu.

L'opération d'abattage effectuée à l'aide d'abatteuses-empileuses Forano BJ-20 et de scies mécaniques était identique pour les deux procédés d'exploitation; le nombre d'hommes nécessaires est donc la seule information requise pour calculer le coût du transport des travailleurs, dont on traitera plus loin.

A partir de données sur la productivité de l'abatteuse Forano BJ-20¹ et en supposant un volume moyen de 5.5 pi³ à l'arbre, on a évalué la productivité des abatteuses-empileuses à 6.3 cu. par heure-machine productive (HMP). A un taux d'utilisation de 65% (2,340 HMP), une coupe annuelle de 15,000 cu. demande donc trois engins et six opérateurs, dans le cas d'une opération comportant deux périodes de travail.

L'opération comportant un abattage manuel suivi d'un débardage courte-distance (maximum de 300 pieds) se faisait de mai à décembre, à raison d'une période de travail par jour seulement, avec deux hommes par équipe: un abatteur et un opérateur de débardeuse. Les arbres à couper se trouvaient en petits îlots, généralement sur des pentes escarpées, ou en terrain difficile. Il fallait trois équipes (6 hommes) pour produire 4,300 cu. annuellement.

Quant à l'abatteuse-porteuse, qui était au cours de cette étude une Koehring KFF, la méthode de travail différait légèrement suivant le procédé d'exploitation employé. Dans les deux cas, on plaçait les résineux

¹ Powell, L.H., Evaluation of new logging machines: Forano BJ-20 feller-buncher. LRR No. 62, Pulp and Paper Research Institute of Canada. May 1975.

en piles sur le sol, mais on transportait les feuillus en bordure de route s'il s'agissait de débardage courte-distance, alors que, pour le portage longue-distance, on les laissait sur le parterre de coupe par groupes de 65 à 70 arbres.

Lorsqu'elle abattait et assemblait les arbres, la Koehring KFF ne pouvait travailler que dans une seule direction. Après avoir terminé une bande, elle devait retourner à l'autre extrémité de l'aire pour commencer une autre bande. La méthode habituelle consistait à couper en moyenne une bande de 1,500 pi. de long couvrant une superficie de 0.75 acre et contenant environ 100 tiges feuillues, ce qui correspond à la capacité de charge normale de la KFF. Compte tenu de ces données, on a supposé qu'au moment où l'engin retournerait sur ses pas pour commencer une nouvelle bande, il pourrait transporter en même temps les 2/3 du volume de feuillus, augmentant ainsi le temps de déplacement. La Koehring KFF ne devait donc faire un voyage spécial que pour transporter 1/3 du volume sur une distance moyenne de 1,000 pieds. Le temps additionnel nécessaire pour apporter tous les feuillus en bordure de route au lieu de les laisser en piles sur le parterre de coupe fut évalué à 239 HMP, ce qui implique un coût total de \$12,920 ou \$1.26 par cunit de feuillus. Les détails de ces calculs se trouvent au tableau 4.

Tableau 4. Calcul du temps additionnel nécessaire à l'abatteuse Koehring KFF pour transporter les essences feuillues en bordure de route

Volume total de feuillus	10,260 cu.
Volume transporté en revenant sur ses pas pour commencer une nouvelle bande	6,840 cu.
Volume transporté lors de voyages spéciaux	3,420 cu.
Volume moyen par charge - 100 arbres	7.0 cu.
Vitesse de déplacement à vide ¹	180 pi/min.
Vitesse de déplacement en charge ¹	100 pi/min.
Temps de déplacement (aller - retour) par charge, à une distance de 1,000 pi.	16 min.
Temps total de déplacement pour les 3,420 cu.	130 HMP
Temps additionnel de déplacement pour les 6,840 cu. à une distance moyenne de 1,500 pi.	109 HMP
Temps additionnel total requis pour le transport	239 HMP
Coût total à \$54.05/HMP (voir tableau 5)	\$12,920
Coût au cunit (10,260 cu.)	\$1.26

¹ Legault, R.L., Evaluation of Koehring Feller-Forwarder, Model KFF. TR-7, Forest Engineering Research Institute of Canada. Sept. 1976.

La production annuelle d'une abatteuse Koehring KFF fut évaluée à 17,000 cu. lorsqu'on laissait les feuillus en pile sur le parterre de coupe, ou à 7,800 cu. lorsqu'on les transportait en bordure de route. Cette production fut établie en se basant sur les données de Legault¹ et sur l'hypothèse que le taux de production était identique pour les résineux, avec l'abatteuse-débardeuse et avec la Forano BJ-20. Deux engins et quatre opérateurs étaient nécessaires à la récolte de 25,650 cu. par an.

Tableau 5. Calcul du coût de fonctionnement d'une abatteuse-porteuse Koehring KFF et d'une débardeuse à pinces Kockums CS-21.

	ABATTEUSE- PORTEUSE KOEHRING KFF	DÉBARDEUSE A PINCES KOCKUMS CS-21
Coût d'achat (incluant les taxes et le coût de livraison)	\$265,400	\$104,050
Durée de vie en HMD (heures-machine disponibles)	15,000	15,000
Durée de vie en HMP	11,900	12,300
. Disponibilité	82%	82%
. Utilisation	65%	67%
. HMP par an	2,340	2,412
Maintenance et entretien en % du coût d'achat	150%	120%
<u>COÛT DE FONCTIONNEMENT DE L'ENGIN PAR HMP</u>		
. Entretien	\$33.45	\$10.15
. Lubrifiants et pièces	\$ 0.50	\$ 0.30
. Carburant (calculé en fonction des HP du moteur)	\$ 5.10	\$ 3.70
. Assurances et immatriculation	\$ 1.00	\$ 0.55
Total	\$40.05	\$14.70
<u>COÛT DE LA MAIN-D'OEUVRE</u>		
Taux horaire moyen	\$ 7.28	\$ 7.28
Bénéfices marginaux (25% du taux précédent) ²	\$ 1.82	\$ 1.82
Coût par période de travail	\$72.80	\$72.80
Coût par HMP	\$14.00	\$13.60
Coût total de fonctionnement par HMP	\$54.05	\$28.30

² Les bénéfices marginaux comprennent le coût normal de transport, les vacances, les contributions aux plans d'assurance-accident et d'assurance chômage, etc.

¹ Legault, R.L., Evaluation of Koehring Feller-Forwarder, Model KFF. TR-7, Forest Engineering Research Institute of Canada. Sept. 1976.

Ébranchage

Dans les deux procédés d'exploitation, les essences résineuses étaient ébranchées à la souche au moyen d'un Logma T-310. Comme l'opération était exactement la même dans les deux cas, le nombre d'opérateurs nécessaires est la seule information dont nous ayons besoin ici.

A partir des données sur la productivité de Powell¹, ainsi que de mesures prises sur les exploitations de Fraser Company Ltd, la production annuelle d'un Logma T-310 a été évaluée à 14,000 cunits, dans les conditions de l'étude. Quatre engins servirent à façonner les 59,200 cunits et on dut faire des heures supplémentaires afin de rencontrer la production projetée. L'opération d'ébranchage demandait huit (8) hommes.

Les essences feuillues n'étaient pas ébranchées, mais débardées ou transportées sous forme d'arbres entiers, pour être ensuite façonnées en billes et en copeaux. L'opération de façonnage était identique dans les deux procédés d'exploitation et les travailleurs avaient dans les deux cas les mêmes facilités d'accès.

Tableau 6. Abattage: Nombre d'hommes requis et différences dans les coûts des deux procédés d'exploitation

METHODE D'ABATTAGE	HOMMES REQUIS		DIFFÉRENCES DE COÛTS (DCD-PLD)	
	PLD	DCD	INVESTISSEMENT (\$)	COÛT D'OPÉRA- TION (\$)
Forano BJ-20	6	6	0	0
Koehring KFF	4	4	0	12,920
Abattage manuel	6	6	0	0
Total	16	16	0	12,920

DCD: Débardage ou transport courte-distance

PLD: Portage longue-distance hors-route et sur-route

Débardage

Le portage longue-distance ne comportait pas de débardage puisque l'engin porteur recueillait les arbres ou les troncs entiers sur le parterre de coupe pour les porter à une jetée centrale. Quant au débardage courte-distance, il se fit au moyen de débardeuses à pinces Kockums CS-21, sur une distance maximum de 1,800 pi. et une moyenne de 900 pieds.

Il y avait à débarder 59,200 cunits de résineux, sous forme d'arbres en longueur, groupés par le Logma en piles différentes, suivant qu'ils étaient ou non susceptibles de fournir des billes de sciage. On débardait

¹ Powell, L.H., Evaluation of New Logging Machines: Logma T-310 Limber-Buncher. LRR No. 46. Pulp and Paper Research Institute of Canada. June 1972.

séparément les piles classifiées comme billes de sciage. Il y avait également 1,340 cunits d'essences feuillues en piles d'arbres entiers à débarder.

La productivité de la débardeuse à pinces Kockums CS-21 fut calculée à partir des renseignements contenus dans Powell¹ et McMoland². Tel qu'indiqué au tableau 7, un total de 11,012 heures-machine productives (HMP) était nécessaire au débardage des résineux et des feuillus. Compte tenu de frais d'opération de \$28.30/MHP (voir tableau 5), le débardage revient à \$311,600 ou \$5.15 du cunit débardé.

Chaque débardeuse produisant 13,300 cunits, il en fallait cinq (5) pour débarder 60,540 cu., c'est-à-dire un investissement total de \$520,250.

Transport des ouvriers, du carburant et des services d'entretien mécanique

On ne tient compte ici que du transport additionnel nécessité lors du portage longue-distance pour assurer l'abattage, l'ébranchage et les opérations connexes. On a supposé que le mesurage se faisait aux jetées ou même plus tard. Au cours des autres opérations, telles que portage ou débardage, chargement du camion, façonnage et mise en copeaux des feuillus, l'accès, identique pour les deux procédés d'exploitation, se faisait par une route en gravier.

L'équipe de jour comprenait:

- . 3 équipes (6 hommes) abattant les arbres au moyen d'une scie mécanique et les assemblant à l'aide d'une débardeuse à roues
- . 3 abatteuses-empileuses montées sur roues (3 hommes)
- . 2 abatteuses-porteuses Koehring KFF (2 hommes)
- . 4 ébrancheuses Logma T-310 (4 hommes)

La supervision relevait de deux contremaîtres durant la période de jour et deux autres durant la période de nuit, ce qui donnait un total de 17 hommes le jour et 11 la nuit.

On proposa d'effectuer le transport des ouvriers à l'aide de deux véhicules à chenilles souples, à six passagers, capables d'atteindre une vitesse de 10 m/h sur le sentier. Ces véhicules étaient utilisés par les contremaîtres durant la période de travail. On ne fit aucune recherche à propos de tels véhicules, mais on croit qu'il serait possible de les construire pour \$35,000 avec un coût de fonctionnement de \$8.00 par heure-machine.

On prenait hors de la période de travail le temps nécessaire pour se déplacer de la route à l'aire de coupe, et les ouvriers étaient alors payés selon le taux horaire régulier.

¹ Powell, L.H., Evaluation of Logging Machine Prototypes: BM Volvo SM 868 grapple skidder. LRR No. 45, Pulp and Paper Research Institute of Canada. December 1971.

² McMorland, B.A., Evaluation of Volvo BM 971 Clam-Bunk Skidder. TR-16, Forest Engineering Research Institute of Canada. June 1977.

Tableau 7. Calcul de la productivité d'une débardeuse à pinces
Kockums CS-21

<u>Données sur l'utilisation (voir détails à l'annexe C)</u>		
Heures-machine prévues (HMPv) par an		3,600
Facteur de disponibilité		82%
Facteur d'utilisation		67%
Heures-machine productives (HMP) par an		2,410
<u>Caractéristiques de l'engin</u>		
Capacité de charge: 8 tonnes		
. en résineux: 48 arbres, ou 3.0 cu.		
. en feuillus: 35 arbres, ou 2.5 cu.		
<u>Caractéristiques de production¹</u>		
	<u>RÉSINEUX</u>	<u>FEUILLUS</u>
Volume moyen des empilements	60 pi ³	460 pi ³
Temps de chargement: on suppose 30 pi ³ par charge de grappin, 100 cmin par charge	1,000 cmin	900 cmin
Mouvement durant le chargement (83 cmin/mouvement)	332 cmin	0 cmin
Manoeuvre à la souche	80 cmin	80 cmin
Déchargement et redressement de l'empilement	330 cmin	330 cmin
Temps de déplacement à 900 pi	<u>1,200 cmin</u>	<u>1,200 cmin</u>
Temps total par charge	2,942 cmin	2,510 cmin
Temps total ajusté selon un facteur de 90% de rendement de l'opérateur	3,269 cmin	2,789 cmin
Productivité par HMP	5.5 cu.	5.4 cu.
Volume à débarder	59,200 cu.	1,340 cu.
HMP nécessaires	10,764	248
Production par année-machine (2,410 HMP)		13,300 cu.
Engins nécessaires		5

¹ Powell, L.H., LRR no. 45.

Un abri élevé sur le parterre de coupe permettait aux hommes de prendre leur repas sans avoir à retourner à la route. Les contremaîtres étaient responsables des véhicules et du transport de leurs ouvriers.

Le temps payé aux travailleurs durant leur transport et le coût de fonctionnement des véhicules à chenilles représentait une dépense annuelle de \$46,235 (voir les calculs au tableau 8).

Un véhicule à chenilles semblable à celui qui servait au transport des travailleurs apportait le carburant jusqu'aux engins travaillant à la souche (3 débardeuses, 3 abatteuses-empileuses, 2 abatteuses-porteuses, 4 ébrancheuses-assembleuses). Le coût d'achat de cet engin a été estimé à \$45,000 et son coût d'opération à \$10.00 l'heure. Bien que le ravitaillement des véhicules en carburant ne prît que quatre heures, un homme était spécialement affecté au camion-citerne, et était payé huit heures par période de travail.

Un véhicule spécial, d'une capacité de charge de 8,000 livres, était nécessaire au maintien des services de réparation et d'entretien. Ici encore, on utilisa un véhicule à chenilles semblable aux autres, à un coût d'opération de \$8.00 par heure-machine.

L'augmentation des frais due au ravitaillement des engins en carburant ainsi qu'à la maintenance et aux réparations fut évaluée à \$37,600 par an, tel qu'indiqué au tableau 9.

En résumé, l'absence de routes à proximité de l'aire de coupe, dans le cas de portage longue-distance, entraînera un investissement de \$150,000 en véhicules spéciaux affectés aux divers services et des frais d'opération additionnels de \$83,835 par an (tableau 10).

Camionnage

On n'a pas tenu compte des coûts de chargement (opérateur et engin) puisqu'on utilisait le même genre de chargeuse, que ce soit le long de la route de vidange ou à la jetée centrale. Bien que le chargement en bordure de la route de vidange donne lieu à un cycle plus long, la différence n'était pas assez importante pour justifier de l'équipement additionnel de chargement. Cette différence dans le temps du cycle de camionnage affecta les coûts de celui-ci.

Le volume de bois à transporter comprenait:

- . 59,200 cu. de résineux sous forme d'arbres en longueur
- . 4,400 cu. de feuillus sous forme de billes de sciage
- . 7,200 cu. de copeaux d'arbres entiers feuillus.

Les remorques transportaient soit les arbres en longueur, soit les billes de sciage, alors que les remorques fermées servaient aux copeaux d'arbres entiers. Les mêmes camions-tracteurs tiraient les remorques ouvertes et fermées. Tous les produits étaient livrés au même endroit (Plaster Rock) de sorte qu'un camion-tracteur pouvait facilement passer d'une remorque ouverte à une remorque fermée ou vice-versa, si nécessaire.

C'était la même chargeuse qui faisait le chargement des résineux et des billes de sciage de feuillus alors que les copeaux étaient chargés directement par la déchiqueteuse. Il y avait deux remorques à copeaux par

Tableau 8. Portage longue-distance: calcul des frais occasionnés par le transport des hommes et les déplacements du contremaître lors d'opérations hors-route

<u>DONNÉES FONDAMENTALES</u>	
Nombre de passagers par véhicule	6
Vitesse moyenne du véhicule	10 mi/h
Distance moyenne hors-route	2 mi
Temps moyen par voyage	.25 h
Temps moyen par jour-homme (2 voyages)	.5 h
Coût de fonctionnement de l'engin par heure-machine	\$8.00
Taux horaire moyen de la main-d'oeuvre*	\$7.28
<u>TEMPS PAYÉ AUX OUVRIERS DURANT LEUR TRANSPORT</u>	
Équipe de jour: 15 ouvriers pendant 145 jours	1,087.5 h
9 ouvriers pendant 55 jours	247.5 h
Équipe de nuit: 9 ouvriers pendant 200 jours	900.0 h
Temps total	2,235.0 h
Coût à \$7.28/heure	\$16,275
<u>HEURES-MACHINE NÉCESSAIRES AU TRANSPORT DES HOMMES</u>	
Équipe de jour: un véhicule 1.5 heure/équipe pendant 145 jours	217.5 h
.5 heure/équipe pendant 55 jours	27.5 h
un véhicule .5 heure/équipe pendant 200 jours	100.0 h
Équipe de nuit: deux véhicules .5/heure/équipe pendant 200 jours	200.0 h
Total	545.0 h
<u>HEURES-MACHINE A L'USAGE DU CONTREMAÎTRE</u>	
Évalué à 4 heures par contremaître par équipe, 400 équipes et deux contremaîtres par équipe	3,200.0 h
Nombre total d'heures-machine	3,745.0 h
Coût total des engins à \$8.00/heure-machine	\$29,960
Coût total annuel, engins et main-d'oeuvre	\$46,235

* Aucun bénéfice marginal n'est ajouté pour le temps hors-période de travail.

Tableau 9. Portage longue-distance: frais additionnels dus au ravitaillement des engins en carburant et aux service d'entretien mécanique

<u>RAVITAILLEMENT EN CARBURANT</u>	
Coût de la main-d'oeuvre	
. Coût horaire	\$ 6.00
. Bénéfices marginaux (25% du coût précédent)	\$ 1.50
. Coût journalier	\$ 68.00
. Coût annuel (200 jours)	\$13,600.00
Coût de l'engin	
. Heures-machine par jour	4
. Heures-machine par année	800
. Coût de l'engin par année à \$10.00/heure	\$ 8,000.00
<u>SERVICE D'ENTRETIEN MÉCANIQUE</u>	
Coût de la main-d'oeuvre	
. Aucun coût additionnel de mécaniciens dans l'hypothèse retenue	
Coût de l'engin	
. Heures-machine prévues par équipe	5
. Equipes par année	400
. Heures-machine par année	2,000
. Coût de l'engin à \$8.00/heure	\$16,000.00
Coût total des deux opérations	\$37,600.00

Tableau 10. Portage longue-distance: investissement et frais d'opération additionnels dus au transport des hommes ainsi qu'au ravitaillement en carburant et aux services d'entretien mécanique

<u>INVESTISSEMENT</u>	
2 véhicules pour le transport des hommes	\$ 70,000.00
1 véhicule pour distribuer le carburant	\$ 45,000.00
1 véhicule pour assurer les services d'entretien mécanique	\$ 35,000.00
Total	\$150,000.00
<u>FRAIS D'OPÉRATION</u>	
Temps payé aux ouvriers durant leur transport	\$ 16,275.00
Emploi de véhicules pour transporter les ouvriers	\$ 29,960.00
Main-d'oeuvre employée au ravitaillement en carburant	\$ 13,600.00
Fonctionnement des véhicules de ravitaillement	\$ 8,000.00
Fonctionnement des véhicules assurant l'entretien mécanique	\$ 16,000.00
Dépenses totales d'opération	\$ 83,835.00
Dépenses par cunit (70,800 cu.)	\$ 1.18

camion-tracteur, l'une étant chargée pendant le transport de l'autre. On prévoyait que le camionnage et le chargement se feraient à raison de deux périodes de travail par jour et que le temps supplémentaire atteindrait 20% du temps prévu. La distance moyenne était de 29.1 milles pour le portage longue-distance hors-route et sur-route; et 2.0 milles de plus sur une route de vidange lors d'un débardage normal. Le transport peut se disséquer comme suit:

- . 2.0 milles sur route de vidange (une seule méthode)
- . 10.5 milles sur route principale
- . 18.6 milles sur la grand'route de Renous (11.1 milles sont pavés et 7.5 milles en gravier).

La pente la plus forte sur les routes de vidange atteignait 16% sur une distance de 800 pieds. On trouvera à l'annexe D une description plus détaillée du parcours.

Les caractéristiques du camion, relatives au moteur, à la boîte de transmission et au rapport de démultiplication de l'essieu arrière furent étudiées à l'aide du programme de simulation ICES¹ pour véhicules routiers, basé sur les camions et l'équipement Mack. On a retenu les combinaisons suivantes:

- sur la route principale et la grand'route de Renous seulement: le camion modèle R685-ST, muni d'un moteur ENDT-675 (235 HP) et d'une transmission modèle TRXL-107 (6 vitesses)
- sur la route vidange: le camion modèle RD-797SX muni d'un moteur ENDT-866 (375 HP) et d'une transmission modèle TRTXL-17 (12 vitesses).

Compte tenu de montées plus escarpées et de la plus grande résistance au roulement du revêtement, la route de vidange demandait des unités plus puissantes ayant un mécanisme d'engrenage différent afin de pouvoir grimper ces pentes. Les conditions difficiles de roulement de cette route et la force plus élevée de tirage requise exigeaient de la part des camions qui devaient l'emprunter une suspension plus puissante et un bogie plus fort. On recommanda donc pour ces unités un bogie modèle SWS-68C (avec capacité de charge de 55,000 livres) avec suspension correspondante, et un bogie modèle SWW-76CW (avec capacité de charge de 38,000 livres) pour les camions-tracteurs circulant uniquement sur les routes principales et les voies d'accès. Ces différences dans la conception du camion entraînent pour le véhicule plus lourd (route de vidange) une augmentation de poids de 6,200 livres. Etant donné que les deux types de camion sont limités à la même combinaison de poids brut (CPB) sur les routes publiques, on a donc une perte équivalente dans le poids de la charge pour les unités plus lourdes,

¹ Voir le programme de simulation à l'annexe D

ce qui revient à 1.1 cunit pour les essences résineuses et 0.9 cunit dans le cas des essences feuillues.

Le programme de simulation ICES pour véhicules routiers sert à évaluer le temps de déplacement en charge et à vide, ainsi que la consommation de carburant pour chacun des deux types de camion, compte tenu de distances de transport de 29.1 et 31.1 milles respectivement. A l'aide de ces chiffres, on a dérivé le temps du cycle de camionnage, donné au tableau 11; on trouvera plus de détails à l'annexe D.

Les données des tableaux 11 et 12 ont servi à évaluer le coût total de transport de chacun des deux procédés (tableau 13). Bien que le coût d'opération par HMP ne diffère que de \$2.35 (9%) d'un type d'unité de camionnage à l'autre, la différence dans le coût total de transport s'est élevée à \$154,800 (34%) ou \$2.19 le cunit. La cause principale de cette importante augmentation du coût de transport, dans le cas de camions chargés le long d'une route de vidange, provient de la diminution de la charge due à l'emploi d'équipement plus lourd.

Étant donné que la charge était moindre et que le cycle de camionnage durait plus longtemps, on devait, lorsqu'il y avait une route de vidange et que la distance de débarquement ne dépassait pas 1,800 pieds, ajouter deux camions-tracteurs et une remorque de plus. Ceci entraînait alors un investissement additionnel de \$203,900 dû en partie à l'achat d'unités additionnelles et en partie à l'emploi d'un camion-tracteur plus coûteux (tableau 13).

Tableau 11. Temps du cycle de camionnage

	DEPUIS LA JETÉE		DEPUIS LA ROUTE DE VIDANGE	
	RÉSINEUX ET BILLES DE SCIAGE (min)	COPEAUX D'ARBRES ENTIERS (min)	RÉSINEUX ET BILLES DE SCIAGE (min)	COPEAUX D'ARBRES ENTIERS (min)
Temps de chargement	15	12	20	18
Déplacement, en charge				
. route de vidange (2.0 mi.)	--	--	11	11
. route principale (10.5 mi.)	25	25	21	21
. grand'route (18.6 mi.)	42	34	39	30
Pesée	5	5	5	5
Déchargement	20	20	20	20
Déplacement, à vide	49	49	52	52
Temps morts inhérents à l'opération	10	10	15	15
Temps total par charge	166	155	183	172
	2.77 h	2.48 h	3.05 h	2.87 h
Carburant consommé en gallons	14.6	14.6	19.9	19.9

Tableau 12. Coût de fonctionnement du camion et de la remorque

	DEPUIS LA JETÉE		DEPUIS LA ROUTE DE VIDANGE	
	BILLES DE SCIAGE DE FEUILLUS ET DE RÉSINEUX	COPEAUX D'ARBRES ENTIERS FEUILLUS	BILLES DE SCIAGE DE FEUILLUS ET DE RÉSINEUX	COPEAUX D'ARBRES ENTIERS FEUILLUS
Modèle du camion	MACK R685-ST, 235 HP		MACK RD-797 SX, 375 HP	
Remorque ouverte ou fermée	40 pi	40 pi	40 pi	40 pi
	2 essieux	2 essieux	2 essieux	2 essieux
	4 plateaux		4 plateaux	
Coût d'achat				
. camion-tracteur	\$ 48,200	\$ 48,200	\$ 59,400	\$ 59,400
. remorque ouverte ou fermée	\$ 17,900	\$ 26,800	\$ 17,900	\$ 26,800
Durée de vie en heures-machine disponibles (HMD)	15,000	15,000	15,000	15,000
Durée de vie en HMP	13,500	13,500	13,500	13,500
Disponibilité	87%	87%	87%	87%
Utilisation	78%	78%	78%	78%
HMP par an (incl. 20% temps supplémentaire)	3,000	3,000	3,000	3,000
Entretien en % du coût d'achat	100%	100%	100%	100%
<u>Coût de fonctionnement de l'engin par HMP</u>				
. entretien	\$ 4.90	\$ 5.55	\$ 5.75	\$ 6.40
. pneus (\$0.08/mi)	\$ 1.68	\$ 1.80	\$ 1.63	\$ 1.73
. carburant (\$0.83/gal.)	\$ 4.37	\$ 4.70	\$ 5.42	\$ 5.76
. lubrifiants et pièces (34% de carburant)	\$ 1.49	\$ 1.60	\$ 1.84	\$ 1.96
. assurance et immatriculation	\$ 0.75	\$ 0.75	\$ 0.90	\$ 0.90
	\$ 13.19	\$ 14.40	\$ 15.54	\$ 16.75
<u>Coût de la main-d'oeuvre</u>				
. taux horaire	\$ 7.28			
. bénéfices marginaux (25% du taux horaire)	\$ 1.82			
. coût/équipe (20% temps supplémentaire) *	\$ 90.27			
. coût/HMP (7.5 HMP/équipe)	\$ 12.04	\$ 12.04	\$ 12.04	\$ 12.04
Coût total d'opération par HMP	\$25.23	\$ 26.44	\$ 27.58	\$ 28.79

* Le temps supplémentaire est payé au taux de \$10.92, mais on n'y ajoute pas de bénéfices marginaux.

Construction de jetées

Le portage longue-distance hors-route et sur-route nécessite la construction de vastes jetées. Lors de la présente étude, on a évalué qu'il serait possible de stocker à chaque jetée jusqu'à 3,000 cunits de bois, et bien que trois jetées aient été utilisées au cours de l'année, on ne se servait à la fois que d'une seule d'entre elles, ou au plus de deux.

Ces jetées étaient le siège de nombreuses activités. En effet:

- les porteurs longue-distance venaient y laisser leur charge
- on chargeait les camions qui parfois devaient attendre
- on procédait à la mise en copeaux d'arbres entiers et au tronçonnage manuel des billes de sciage.

On proposa la construction d'une jetée nivelée et gravelée de 2 acres, qui allouerait suffisamment d'espace de stockage et permettrait aux divers engins de manoeuvrer en toute sécurité.

Chaque jetée devait servir durant deux années consécutives. Le coût d'aménagement du site était évalué à \$5,000 par jetée, ce qui donnait un coût annuel total de \$7,500 pour les trois jetées.

Résumé des changements survenus dans l'exploitation suite à l'application du procédé de portage longue-distance hors-route et sur-route

Le transport d'arbres ou de grumes, directement depuis la souche à une jetée centrale située jusqu'à 4 milles de distance, a produit sur l'exploitation les effets suivants:

- Une réduction du coût de construction et d'entretien des routes, due à l'emploi d'un sentier au lieu d'une route de vidange.
- une réduction dans le temps de transport des abatteuses-porteuses
- l'élimination de l'opération de débarbage
- l'utilisation de véhicules hors-route pour le transport des hommes et les services itinérants puisque les véhicules routiers habituels ne pouvaient parvenir au parterre de coupe
- une augmentation de la productivité du camionnage et une réduction du coût de transport, suite à l'emploi d'équipement plus léger
- la construction de jetées de 2 acres.

Ces modifications n'affectaient en rien les phases d'abattage et d'ébranchage.

Le tableau 14 fait le sommaire des modifications dans les investissements nécessaires et les frais d'opération à la suite de ces changements. La section suivante s'attachera à savoir si un porteur longue-distance éventuel fonctionnera à un coût moindre que les économies ainsi réalisées, ce qui confirmera l'attrait exercé par ce nouveau procédé.

Tableau 13. Productivité du camion et de la remorque, coût de production et investissement

	DEPUIS LA JETÉE			DEPUIS LA ROUTE DE VIDANGE		
	PORTAGE LONGUE-DISTANCE			DISTANCES HABITUELLES DE DÉBARDAGE		
	RÉSINEUX	BILLES DE SCIAGE DE FEUILLUS	COPEAUX D'ARBRES ENTIERS	RÉSINEUX	BILLES DE SCIAGE DE FEUILLUS	COPEAUX D'ARBRES ENTIERS
<u>CALCUL DU COÛT DE TRANSPORT</u>						
Combinaison de poids brut (CPB) permis en livres	92,000	92,000	92,000	92,000	92,000	92,000
Poids de l'équipement en livres	32,000	32,000	32,000	38,200	38,200	38,200
Charge en livres	60,000	60,000	60,000	53,800	53,800	53,800
Charge en cunits	11.1	9.2	9.2	10.0	8.3	8.3
HMP/charge (tableau 11)	2.77	2.77	2.58	3.05	3.05	2.87
Cunits/HMP	4.01	3.32	3.57	3.28	2.72	2.89
Volume à transporter en cunits	59,200	4,400	7,200	59,200	4,400	7,200
HMP requises	14,773	1,325	2,019	18,056	1,617	2,490
Coût/HMP (tableau 12)	\$25.23	\$25.23	\$26.44	\$27.58	\$27.58	\$28.79
Coût de transport	\$372,700	\$33,400	\$53,400	\$498,000	\$44,600	\$71,700
Coût total du transport	\$459,500			\$614,300		
<u>CALCUL DU NOMBRE DE CAMIONS ET DE REMORQUES</u>						
HMP de camion-tracteur requises	18,117			22,163		
HMP de remorque requises	16,098			19,673		
HMP de remorque fermée requises	2,019			2,490		
Compte tenu de 3,000 HMP/année machine						
nombre de camions-tracteurs	6			8		
nombre de remorques	6			7		
nombre de remorques à copeaux (minimum 2)	2			2		
Investissement total en équipement	\$450,200			\$654,100		

Tableau 14. Sommaire des investissements et des coûts d'opération qui seront éliminés ou réduits grâce à l'emploi d'un porteur longue-distance produisant 70,800 cunits par année

	INVESTISSE- MENT	FRAIS D'OPÉRATION		
		DÉPENSES ANNUELLES	DÉPENSES FAITES TOUS LES DEUX ANS	DÉPENSES ANNUELLES MOYENNES
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Construction et entretien des routes	-	149,000	84,600	191,300
Portage à l'aide d'une abatteuse-porteuse	-	12,900	-	12,900
Débardage	520,200	311,600	-	311,600
Transport des hommes et services itinérants	(150,000)	(83,800)	-	(83,800)
Camionnage	203,900	154,800	-	154,800
Construction des jetées	-	-	(15,000)	(7,500)
Total	574,100	-	-	579,300

() Éléments pour lesquels le coût est plus élevé pour le procédé de portage longue-distance hors-route et sur-route.

UN PORTEUR LONGUE-DISTANCE, LE DUNGARVON

Le Dungarvon est un porteur longue-distance d'arbres en longueur ou d'arbres entiers, à l'état de prototype. Il a été mis au point par la compagnie Dungarvon limitée en collaboration avec la Société forestière Domtar limitée et l'institut d'aménagement forestier. On trouvera à l'annexe E les caractéristiques de cet engin.

Il chargeait, portait et déchargeait les résineux en longueur et les feuillus entiers depuis le site d'abattage jusqu'aux parcs de façonnage ou jetées situés sur la route principale. Il circulait hors-route sur le tapis forestier naturel, et sur-route sur un sentier aménagé dont on avait enlevé les obstacles, rempli les trous et où on avait effectué un minimum de drainage.

Le tableau 15 donne le coût de fonctionnement du porteur, calculé suivant les mêmes règles générales que les autres engins d'exploitation dont il a été question dans cette étude. Son prix d'achat est établi à partir du coût de fabrication, basé sur la conception et les composantes du prototype actuel.

Tableau 15. Coût de fonctionnement escompté du porteur Dungarvon

<u>DONNÉES DE BASE</u>		
Prix d'achat incluant les taxes et le coût du transport		\$212,800
Durée en heures-machine disponibles (HMD)	15,000	
Durée en heures-machine productives (HMP)	12,300	
Facteur de disponibilité	82%	
Facteur d'utilisation	67%	
HMP/année	2,410	
Entretien en % du prix d'achat	120%	
<u>COÛT D'OPÉRATION DE L'ENGIN PAR HMP</u>		
Entretien		\$20.76
Lubrifiants et pièces		\$ 0.30
Carburant (calculé d'après le nombre de HP du moteur)		\$ 6.85
Assurances et immatriculation		<u>\$ 1.10</u>
Total		\$29.01
<u>COÛT DE LA MAIN-D'OEUVRE</u>		
Taux horaire moyen	\$ 7.28	
Bénéfices marginaux (25%)	\$ 1.82	
Coût par période de travail	\$72.80	
Coût par HMP (\$5.36 HMP/période)		<u>\$13.60</u>
Coût total de fonctionnement par HMP		<u><u>\$42.61</u></u>

Les données sur la productivité proviennent des sources suivantes:

- les rapports sur l'essai du prototype faits par I.F. Humar¹ et D.V. Myles², en ce qui concerne les vitesses de déplacement et les dimensions de la charge.
- Quant aux données sur les activités de chargement, elles ont été tirées du rapport de Powell³, car le prototype du porteur n'a pas été mis à l'essai avec une grue de chargement mobile intégrée. On trouvera au tableau 16 le calcul de la productivité et du coût du transport du Dungarvon.

¹ Humar, I.F., An appraisal of the off-road tree-length transport function with particular reference to the off- and on-road tree-length forwarder concept. Unpublished thesis, University of New Brunswick. 1976.

² Myles, D.V., Development of a tree-length forwarder. Forest Management Institute information report FMR-X-88. 1976.

³ Powell, L.H., LRR No. 45.

Tableau 16. Productivité et coût du transport du porteur Dungarvon

DONNÉES SUR LE TEMPS D'UTILISATION (voir détails à l'annexe C)			
Heures-machine prévues (HMPv) par an:		3,600	
Heures-machine productives (HMP) par an:		2,410	
DONNÉES SUR L'ENGIN			
Dimensions de la charge: 58,500 li.			
en résineux: 175 arbres, 10.85 cu.			
en feuillus: 129 arbres, 9.00 cu.			
DÉPLACEMENT	HORS-ROUTE	SENTIER DE PORTAGE	ROUTE PRINCIPALE
Distance moyenne en pieds (milles)	1,600 (0.3)	7,240 (1.37)	1,690 (0.32)
Vitesse à vide, pi/min (mi/h)	425 (4.8)	950 (10.8)	1,840 (20.9)
Vitesse en charge, pi/min (mi/h)	225 (2.6)	695 (7.9)	1,585 (18.0)
DONNÉES SUR LA PRODUCTIVITÉ		RÉSINEUX	FEUILLUS
Volume moyen d'un empilement		60 pi ³	41 pi ³
Temps de chargement (30 pi ³ /charge du grappin, 100 cmin/charge de grappin)		1,800 cmin	2,200 cmin
Déplacement en cours de chargement (83 cmin/mouvement)		1,410 cmin	1,743 cmin
Temps de déplacement		3,089 cmin	3,089 cmin
Déchargement et manoeuvre		400 cmin	400 cmin
Temps par charge livrée		6,699 cmin	7,432 cmin
Temps/charge, compte tenu de l'efficacité de l'opérateur		7,450 cmin	8,260 cmin
Productivité par HMP		8.72 cu.	6.54 cu.
Volume à porter		59,200 cu.	11,600 cu.
Total des HMP requises		6,790	1,774
Total des HMP requises		8,564	
Coût total de portage à \$42.61/HMP		\$364,900 (\$5.15/cu.)	
Nombre d'engins requis (8,564/2,410)		4	
Investissement total nécessaire		\$851,200	

Tel qu'indiqué au tableau 16, le coût du portage effectué par le Dungarvon, sur une distance moyenne de deux milles, s'élevait à \$5.15 le cunit, donnant un coût total de \$364,900. Le transport de 70,800 cunits nécessitait quatre engins, c'est-à-dire un investissement total de \$851,200.

On a montré plus tôt (tableau 14) que l'introduction d'un porteur longue-distance entraînait dans une exploitation forestière une réduction de \$579,700. (\$8.19/cunit) du total des coûts d'opération, ainsi qu'une réduction de \$574,100. en investissements.

CONCLUSION

A la suite de cette comparaison entre les deux procédés d'exploitation étudiés, lesquels sont fondamentalement identiques sauf en ce qui concerne le débardage ou le portage, on peut conclure que le portage longue-distance hors-route et sur-route entraîne:

- une réduction des frais d'opération s'élevant à \$214,400 (\$579,300 - \$364,900) ou \$3.03/cunit
- une augmentation des investissements de \$297,100 (\$851,200 - \$574,100)

Il est très attrayant d'investir \$277,100 pour en économiser \$214,000 par an pendant deux ans ou plus. Si l'on se sert de la méthode du flux monétaire actualisé (DCF), on obtient un taux interne de rentabilité après impôt de 44%, en posant les hypothèses suivantes:

- tout l'équipement utilisé a une durée de vie de 5 ans
- les économies annuelles s'élèvent à \$214,400, et cela durant 5 ans
- la valeur résiduelle de l'équipement correspond à 25% de l'investissement original.

Compte tenu d'économies annuelles de \$214,000 (\$3.03/cu.) combien pourrait-on investir, tout en posant les mêmes hypothèses relatives à la durée de vie et à la valeur résiduelle, pour obtenir un taux interne de rentabilité de 20% après impôt? Les calculs nous donnent un investissement de \$516,200. Même si l'investissement nécessaire à l'achat de porteurs longue-distance atteignait \$1,090,300 (\$516,200 + \$574,100) au lieu de \$851,200, le projet donnerait encore un taux interne de rentabilité de 20% après impôt.

Étant donné un investissement de \$277,100 tel qu'évalué, des économies annuelles de \$113,900 ou \$1.61 par cunit suffiraient à justifier le projet, à un taux interne de rentabilité de 20% après impôt sur l'investissement additionnel.

Compte tenu de la méthode de coupe (coupe à blanc contrôlée), du procédé d'exploitation et des diverses hypothèses posées, la présente étude a démontré qu'un porteur longue-distance hors-route et sur-route est susceptible de réduire les frais d'opération d'une exploitation forestière et, ce faisant, peut générer un taux intéressant de rentabilité sur l'investissement additionnel nécessaire.

ANNEXE A

CARACTÉRISTIQUES DE L'AIRE DE COUPE
RELATIVEMENT AU PEUPEMENT, AUX
ARBRES, AU SOL ET AU CLIMAT

CARACTÉRISTIQUES DU PEUPEMENT

CLASSES DE DHP*	ARBRES A L'ACRE		VOLUME MOYEN A L'ARBRE (pi ³)	VOLUME A L'ACRE	
	(nombre)	(%)		pi ³	%
<u>ESSENCES RÉSINEUSES</u>					
(Sapin baumier 67%, épinettes noire et blanche 33%)					
4 po. - 9 po.	168	73	3.47	582	41
10 po. - 15 po.	57	25	11.58	667	47
> 15 po.	5	2	36.98	170	12
Total	230	100	6.17	1,419	100
<u>ESSENCES FEUILLUES</u>					
Tiges marchandes	40		5.80	232 (279)*	
Total des résineux et des feuillus	270		6.11	1651 (1698)*	
Tiges non marchandes	100				
Gaulis	200				

Branchité des essences résineuses: Classe 1 - 33% du nombre d'arbres
 Classe 2 - 60% du nombre d'arbres
 Classe 3 - 10% du nombre d'arbres

* On pose l'hypothèse que la récolte des essences feuillues sous forme d'arbres entiers plutôt que d'arbres en longueur permettra d'augmenter le volume marchand de 20%, donnant ainsi un volume de 279 pi³ à l'acre, au lieu de 232.

PEUPELEMENTS A EXPLOITER

	NOMBRE D'ARBRES	VOLUME A L'ARBRE (pi ³)	VOLUME A L'ACRE (cu)	% DE LA COUPE
<u>PEUPELEMENTS RESINEUX</u>				
Arbres pour bois à pâte seulement (≤ 9 po. DHP)	622,500	3.47	21,600	31
Arbres pour billes de sciage et bois à pâte (DHP >9 po.)	158,870	13.47	21,400	30
Total	781,370	5.50	43,000	61
<u>PEUPELEMENTS MÉLANGÉS</u>				
Arbres pour bois à pâte seulement (≤ 9 po. DHP)	77,800	3.47	2,700	4
Arbres pour billes de sciage et bois à pâte (DHP >9 po.)	100,150	13.47	13,500	19
Arbres feuillus - arbres entiers	155,310	6.96	10,800	15
Total	333,260	12.34	27,000	38
<u>PEUPELEMENTS FEUILLUS</u>				
Arbres feuillus - arbres entiers	11,500	6.96	800	1
<u>TOTAL DE L'AIRE DE COUPE</u>				
Arbres pour bois à pâte seulement (≤ 9 po. DHP)	700,300	3.47	24,300	35
Arbres pour billes de sciage et bois à pâte (DHP >9 po.)	259,020	13.47	34,900	49
Arbres feuillus - arbres entiers	166,810	6.96	11,600	16
Total	1,126,130	6.29	70,800	100

Note: On suppose que 38% (4,400 cu) du volume des feuillus sera converti en billes de sciage et 62% (7,200 cu) en copeaux d'arbres entiers.

On évalue le poids au cunit à 5,400 lb pour les essences résineuses et 6,500 lb pour les essences feuillues.

PARAMETRES DU SOL

Classes de pente

- 0 - 10% de pente sur 75% de la superficie
- 10% - 20% de pente sur 20% de la superficie
- 20% - 60% de pente sur 5% de la superficie

Classes de difficulté du terrain

- Classe 1 - 0% de la superficie
- Classe 2 - 30% de la superficie
- Classe 3 - 70% de la superficie

Classes de capacité portante du sol

- Classe 1 - 95% de la superficie
- Classe 2 - 0% de la superficie
- Classe 3 - 5% de la superficie

Facteurs climatiques

- Précipitation annuelle moyenne: 33 pouces
- Hauteur de neige annuelle moyenne: 102 pouces cumulatifs
- Période de neige annuelle moyenne: 25 semaines

ANNEXE B

FACTEURS DE PLANIFICATION DES BLOCS D'EXPLOITATION

SUPERFICIE, VOLUME ET DISTANCE DE PORTAGE PAR BLOC D'EXPLOITATION

IDENTIFICATION DES BLOCS	SUPERFICIE PRODUCTIVE (acres)	VOLUME		DISTANCE DE PORTAGE		
		RÉSINEUX (cu)	FEUILLUS (cu)	HORS-ROUTE (milles)	SENTIER (milles)	ROUTE PRINCIPALE (milles)
<u>JETÉE COSTIGAN</u>						
1-2	200	2,840	560	.35	2.35	-
1-3	175	2,480	490	.40	1.80	-
2-2	85	1,210	240	.30	1.90	-
2-3	200	2,840	560	.15	.75	-
2-4	175	2,480	490	.45	-	.35
3-2	165	2,340	460	.25	1.90	-
3-3	160	2,270	440	.40	1.10	-
4-2	200	2,840	560	.45	2.75	-
<u>JETÉE INDIENNE</u>						
2-5	190	2,700	530	.35	1.80	.55
3-4	195	2,770	540	.20	-	1.00
3-5	180	2,550	500	.20	.90	.55
4-3	205	2,910	570	.35	1.10	-
4-4	155	2,200	430	.20	.10	-
5-2	200	2,840	560	.35	3.50	-
5-3	135	1,920	380	.25	2.25	-
6-2	185	2,630	510	.30	3.75	-
<u>JETÉE GULQUAC</u>						
3-6	110	1,560	310	.30	2.00	.35
4-5	200	2,840	560	.15	.70	.35
5-4	170	2,410	470	.15	.85	.65
5-5	190	2,700	530	.30	-	-
5-6	180	2,550	500	.35	.30	.50
6-3	145	2,060	400	.30	2.25	.65
6-5	110	1,560	310	.30	.20	2.00
6-6	170	2,410	470	.25	.65	1.35
<u>EMPRISE DE ROUTE</u>	90	1,280	240	-	1.30	.25
TOTAL	4,170	59,190	11,610	-	-	-
MOYENNE	175	2,466	484	.30	1.37	.32

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

Superficie nette moyenne par bloc:	175 acres
Volume moyen par bloc:	2,950 cunits
Distance de portage moyenne pondérée	
- hors-route: .30 mi. (1,530 pi)	
- sentier: 1.37 mi. (7,240 pi)	
- route principale: .32 mi. (1,690 pi)	
Longueur totale de sentiers à construire:	18.0 milles
Longueur totale de routes de vidange à construire:	33.4 milles

ANNEXE C
RÉPARTITION DU TEMPS-MACHINE
D'EXPLOITATION SUR UNE BASE
ANNUELLE

RÉPARTITION DU TEMPS-MACHINE D'EXPLOITATION SUR UNE BASE ANNUELLE

	KOEHRING KFF BJ-20 LOGMA	KOCKUMS CS-21 DUNGARVON	DÉBARDEUSE	MACK
Nombre de jours de travail par an	225	225	145	200
HMPv par période de travail	8	8	8	9.6 (8 + 20% temps supplémentaire)
Périodes de travail par jour	2	2	1	2
HMPv par an	3,600	3,600	1,160	3,840
<u>Utilisation du temps</u>				
. Service en période de travail	8%	8%	3%	8%
. Réparations en période de travail	10%	10%	3%	5%
. Temps morts inhérents à l'opération	5%	5%	10%	4%
. Temps morts personnels	8%	8%	8%	5%
. Déplacement en période de travail	4%	2%	2%	0
. Disponibilité	82%	82%	94%	87%
. Utilisation	65%	67%	74%	78%
Heures-machine disponibles/an	2,952	2,952	1,090	3,340
Heures-machine productives/an	2,340	2,412	858	2,995
Durée de vie en HMD	15,000	20,000	10,000	15,000
Durée de vie en HMP	11,890	12,255	7,870	13,450
Durée de vie en années	5.1	5.1	9.2	4.5
Coût d'entretien en % du prix d'achat	150%	120%	100%	100%

ANNEXE D

DESCRIPTION DU PARCOURS ET ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DES CAMIONS

DESCRIPTION DU PARCOURS

On trouvera ci-dessous une description du parcours telle que donnée dans le programme de simulation ICES pour véhicules routiers, visant à simuler la consommation de temps et de carburant des camions, et les exigences en horsepowers. La longueur totale de la route est de 31.1 milles. Les valeurs des stations utilisées correspondent à des distances de 100 pieds commençant à la station (STA) 3025+00, le pont-bascule de Plaster Rock (0 mi).

1. Camion en charge

- 1.1 STA 4665+00 (31.1 mi du pont-bascule). Le camion chargé quitte la jetée à 5 mi/h et circule sur la route de vidange, à une vitesse limite de 30 mi/h. La résistance moyenne de roulement du camion (RRC) présumée sur la route de vidange est de 25 livres par 1,000 livres de combinaison de poids brut (CPB), et la résistance maximale possible est de 75 lb par 1,000 lb.
- 1.2 STA 4636+00 (30.5 mi). Le camion monte la pente la plus forte de la route de vidange, +16% sur une longueur de 800 pieds.
- 1.3 STA 4559+00 (29.1 mi). Il entre sur la route principale à l'intersection de la route du Lac Trouser, à 10 mi/h. La limite de vitesse présumée sur une route principale est de 40 mi/h. Le revêtement est en gravier, et on suppose une RRC moyenne de 15 livres et une RRC maximale de 25 livres par 1,000 lb de CPB.
- 1.4 STA 4525+00 (28.4 mi). Pont à voie unique et courbe en S. Limite de vitesse présumée de 20 mi/h (Indian Lake Creek).
- 1.5 STA 4007+00 (18.6 mi). Intersection de la route de Gulquac et de la grand'route de Renous. Panneau d'arrêt et attente de 8 minutes pour vérifier la charge. La grand'route de Renous est pavée à cet endroit; on suppose donc une RRC de 8 livres par 1,000 livres de CPB. La vitesse limite permise est de 50 mi/h.
- 1.6 STA 3912+00 (17.1 mi). Le revêtement de gravier commence à une courbe en S où la limite de vitesse présumée est de 30 mi/h. La RRC présumée pour un revêtement en gravier est de 15 lb.
- 1.7 STA 3532+00 (9.6 mi). Le pavage reprend à un ponceau suivi d'une courbe à droite. La limite de vitesse est de 40 mi/h sur 200 pieds.
- 1.8 STA 3041+00 (0.3 mi). L'arrivée à la scierie de Plaster Rock par la grand'route de Renous se fait à 5 mi/h sur 100 pieds de long. La limite de vitesse est de 15 mi/h à l'intérieur du parc de la scierie.
- 1.9 STA 3025+40 (0.01). Arrêt et attente de 30 secondes avant de monter sur le pont-bascule.

1.10 STA 3025+00 (0 mi). Pesée.

2. Camion à vide

Comme le camion en charge, sauf les exeptions suivantes:

2.1 STA 3041+00 (0.3 mi). Arrêt obligatoire à l'entrée de la grand' route de Renous et attente de 0.5 min.

2.2 STA 4007+00 (18.6 mi). Arrivée sur la route de Gulquac depuis la grand'route de Renous, à 10 mi/h.

Note: Facteur de circulation - 0

PERFORMANCE DES VÉHICULES SELON LE
PROGRAMME DE SIMULATION ICES

	DISTAN- CE (mi)	CONSOM- MATION DE CAR- BURANT (gal)	TEMPS DE DÉPLACEMENT			* VITESSE MOYENNE mi/h	CONSOM- MATION MOYENNE DE CAR- BURANT mi/gal
			EN MARCHE (min)	EN ATTENTE (min)	TOTAL (min)		
<u>MACK R685-ST (235 HP)</u> <u>DEPUIS LA JETÉE</u>							
Déplacement en charge							
. Route principale	10.5	3.6	22	0	22	29	2.9
. Grand'route de Renous	<u>18.6</u>	<u>5.4</u>	<u>30</u>	<u>8</u>	<u>38</u>	<u>37</u>	<u>3.4</u>
Total	29.1	9.0	52	8	60	34	3.2
Déplacement à vide	29.1	5.6	44	0	44	40	5.2
Voyage aller-retour	58.2	14.6	96	8	104	36	4.0
<u>MACK RD-797-SX (375 HP)</u> <u>DEPUIS LA ROUTE DE</u> <u>VIDANGE</u>							
Déplacement en charge							
. Route de vidange	2.0	2.7	10	0	10	12	0.7
. Route principale	10.5	3.9	19	0	19	33	2.7
. Grand'route de Renous	<u>18.6</u>	<u>5.5</u>	<u>26</u>	<u>8</u>	<u>34</u>	<u>43</u>	<u>3.4</u>
Total	31.1	12.1	55	8	63	34	2.6
Déplacement à vide	31.1	7.8	46	1	47	40	4.0
Voyage aller-retour	62.2	19.9	101	9	110	37	3.1

* La vitesse moyenne est calculée à partir du temps en marche seulement.

Note: Pour obtenir les temps de cycles de camionnage donnés au tableau 11, on a appliqué un facteur de 90% d'efficacité de l'opérateur.

ANNEXE E

CARACTÉRISTIQUES DÉTAILLÉES DU PORTEUR LONGUE-DISTANCE DUNGARVON

PORTEUR DUNGARVON

Poids brut du véhicule	130,000 lb. Charge 70,000 lb
Moteur	GM 8/71
Refroidissement	Radiateur à tubes et à ailettes
Transmission	Automatique de marque Allison
Boîte de vitesse intermédiaire	Intégrée et montée au centre du carter du différentiel, blocage automatique du différentiel.
Différentiels	Rapport de démultiplication 1.08:1 Trois différentiels à blocage automatique: centre, avant et arrière. Rapport de démultiplication: 4:1
Essieux	Ponts avant et arrière complètement flottants avec roue directionnelle et joints homocinétiques. Pignon et engrenage à denture intérieure (immergé dans bain d'huile). Démultiplication finale Rapport 7.1:1
Châssis	Acier soudé. Joint entre sections avant et arrière permet rotation de 40°
Direction	Pont avant: servodirection hydrostatique Pont arrière: commande hydraulique (manuelle)
Ressorts	Avant et arrière
Pneus	38 x 35, pneus forestiers à larges barrettes

Freins	Freins à disque montés à l'intérieur de chaque roue motrice
Cabine	Demi-cabine en acier
Réservoir	Capacité de 170 gal imp.
Garde au sol	36 pouces sous les essieux
Dimensions	Longueur 27.5 pieds
	Largeur 150 pouces
	Empattement 150 pouces