

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 120 (1969)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Modèle pour l'étude de la rentabilité des investissements routiers  
**Autor:** Bartet, J.-H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767742>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Modèle pour l'étude de la rentabilité des investissements routiers

Par *J.-H. Bartet*

Oxf. 686.3:67

Ingénieur du Génie rural, des Eaux et des Forêts

## 1. Introduction

Dans le cadre des études faites par le bureau technique du Service cantonal des Forêts à Lausanne sur la prévision à court, moyen et long terme (Robert, 1969; Horisberger, 1969), et rejoignant les préoccupations manifestées à l'étranger (Johnston, Grayson, Bradley, 1967, et Bourgau, Guet, Rimkine, 1969), nous avons voulu fournir aux inspecteurs du service, des outils leur permettant de raisonner l'influence à long terme de leur action. L'article qui suit a pour but de présenter l'un de ces outils.

Il s'agit d'un modèle s'appliquant à l'étude de la rentabilité des investissements routiers en forêt. L'objet est double. D'une part il doit permettre de mieux analyser les facteurs qui influencent la rentabilité. D'autre part il peut fournir l'indication du niveau de rentabilité auquel on travaille.

## 2. Construction du modèle

Nous avons essayé d'analyser les facteurs qui influencent la rentabilité d'un investissement routier, et de les exprimer d'une façon simple à utiliser. Pour cela, nous avons fait l'hypothèse suivante :

2.1 Nous supposons que l'effet d'une construction de route peut se réduire à trois conséquences exprimées sous forme annuelle en valeur à l'hectare :

- Une économie annuelle obtenue par la réduction de la distance de débardage des bois exploités.
- Un coût annuel d'amortissement du prix de la construction.
- Un coût annuel d'entretien de la route construite.

La première doit servir à compenser les deux autres; c'est ce que le modèle cherche à exprimer.

2.2 Pour calculer la diminution du coût de débardage entraîné par la construction d'une route, nous avons fait le raisonnement qui suit :

- Il existe évidemment une relation entre la densité de route  $x$  (en m/ha) et la distance moyenne  $d$  d'un point de la forêt à la route la plus proche (en m). Pour un réseau de structure donnée, la relation peut se mettre sous la forme

$$d = Q \frac{3000}{x} \quad (1)$$

où  $Q$  est une constante qui représente la *qualité du réseau*:  $Q$  est d'autant plus faible que le réseau est plus rationnel et plus homogène.

Par le calcul et par des mesures sur des forêts réelles, on trouve les valeurs suivantes:

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Réseau théorique de chemins parallèles               | $Q = 0,85$ |
| Réseau théorique à chemins principaux et secondaires | $Q = 0,9$  |
| Réseau réel de chemins rectangulaires (Suchy)        | $Q = 1,0$  |
| Réseau réel en terrain plat (Jorat)                  | $Q = 1,1$  |
| Valeur maximum observée                              | $Q = 1,4$  |
| Moyenne pour le Canton                               | $Q = 1,25$ |

- La distance  $D$  effectivement parcourue par l'engin de débardage s'obtient en multipliant la distance à vol d'oiseau  $d$  par le *coefficient de sinuosité*  $S$  qui tient compte des détours imposés par le terrain.

$S$  varie de 1 à 1,5

$S$  est pris égal à 1,32 par les nordiques (Larsson, Rydstern, 1968)

$$D = S \cdot Q \frac{3000}{x} \quad (2)$$

- Soit  $C_t(D)$  le coût total de débardage/m<sup>3</sup> en fonction de la distance. La construction d'une nouvelle route entraîne une augmentation de la densité  $dx$  et donc une diminution  $dD$  de la distance de débardage; d'après (2), en supposant  $S$  et  $Q$  indépendants de  $x$

$$dD = S \cdot Q \frac{d}{dx} \left( \frac{3000}{x} \right) \cdot dx \quad (3)$$

Le coût de débardage va lui-même varier de:

$$dC_t(D) = \frac{d}{dD} C_t(D) \cdot \frac{dD}{dx} \cdot dx$$

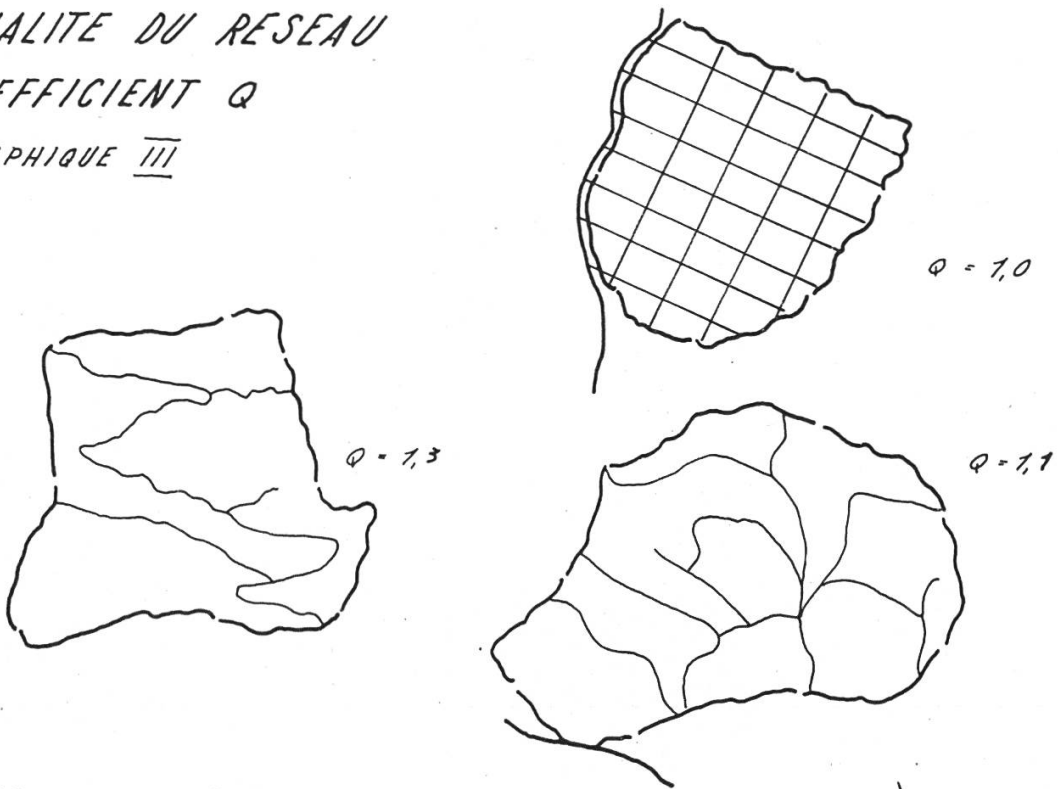
soit:

$$dC_t(D) = \frac{d}{dD} C_t(D) \cdot S \cdot Q \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{3000}{x} \right) \cdot dx \quad (4)$$

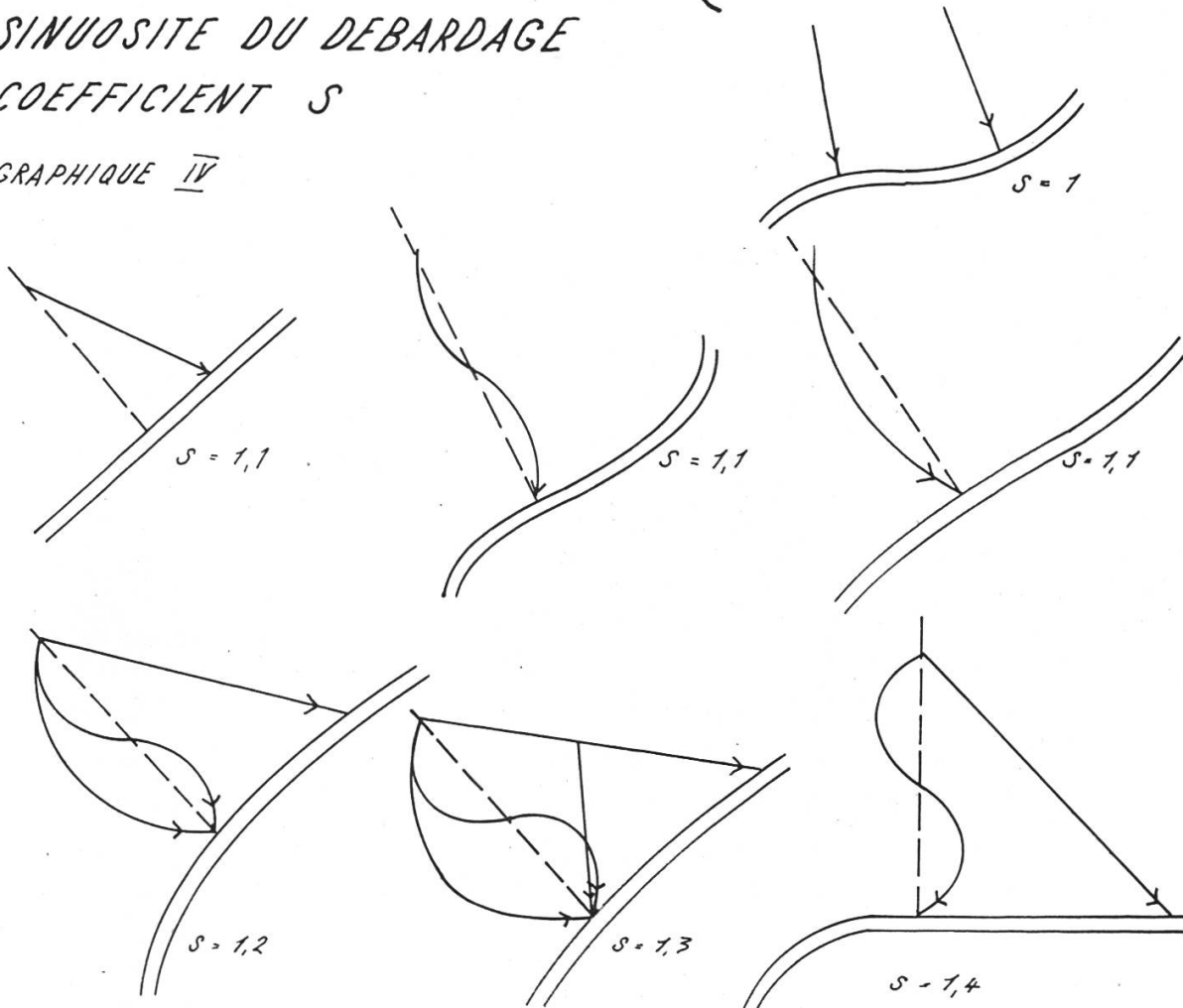
Or,  $\frac{d}{dD} C_t(D)$  représente le coût marginal de débardage/m<sup>3</sup> en fonction de la distance. Nous l'avons exprimé en franc d'économie par réduction de 100 m de la distance de débardage, en posant:

$$C_d = 100 \frac{d}{dD} C_t(D)$$

QUALITE DU RESEAU  
 COEFFICIENT Q  
 GRAPHIQUE III



SINUOSITE DU DEBARDAGE  
 COEFFICIENT S  
 GRAPHIQUE IV



L'équation (4) devient :

$$dC_t(D) = C_d \cdot S \cdot Q \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{30}{x} \right) \cdot dx$$

Nous négligeons ainsi le fait que la diminution de distance de débarquement s'accompagne d'une augmentation du trajet du camion, ce qui nous fera surestimer la rentabilité.

- Cette diminution de coût étant rapportée au mètre cube, il faut encore la multiplier par le volume débarqué  $V$  ( $m^3/ha/an$ ) pour obtenir l'économie annuelle  $dC$  obtenue par la construction de route.

$$dC = V \cdot dC_t(D) = C_d \cdot V \cdot S \cdot Q \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{30}{x} \right) \cdot dx \quad (5)$$

- Posons  $K = C_d \cdot V \cdot S \cdot Q$  qui est le coefficient de débarquement. Il représente les facteurs qui influencent le débarquement.

Nous obtenons :  $dC = K \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{30}{x} \right) \cdot dx \quad (6)$

Or,  $K \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{30}{x} \right) = \frac{dC}{dx}$  représente en chaque point la pente de la tangente à l'hyperbole  $\frac{30 \cdot K}{x}$

2.3 Nous avons donc choisi de raisonner graphiquement en exprimant aussi les dépenses annuelles sous forme d'une pente, obtenue en portant en abscisse une longueur de route et en ordonnée les dépenses annuelles sous forme d'amortissement et d'entretien pour la longueur correspondante. L'amortissement est choisi constant.

### 3. Le modèle obtenu

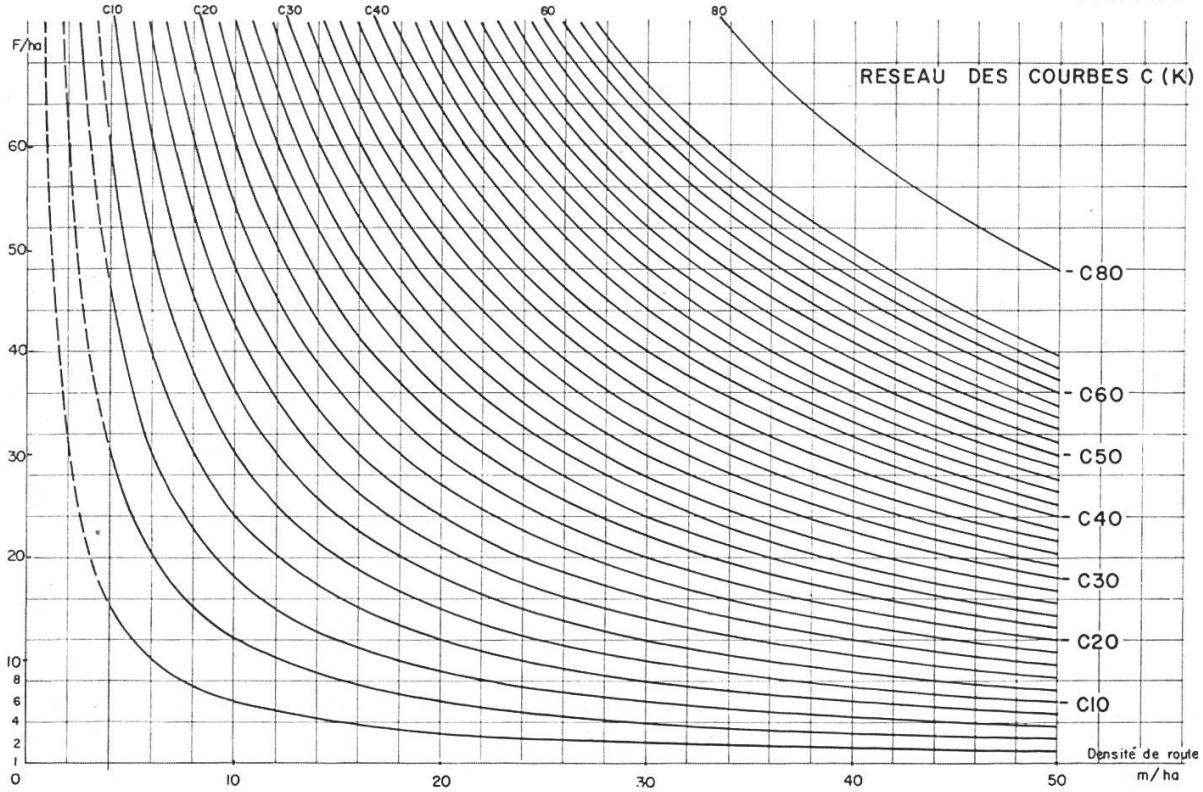
#### 3.1 Présentation

Le modèle se présente sous la forme de deux graphiques au format A4. Le premier comporte le réseau d'hyperbole  $C(K) = K \cdot \frac{30}{x}$  donnant le coût du débarquement qui dépend de la distance en fonction de la densité de route. Le second comporte une série de segments de droites dont les pentes correspondent à l'amortissement à différents taux de différents coûts de construction, sur une période de 50 ans. Il est fourni sur du papier calque.

Avec ces graphiques, figure un mode d'emploi détaillé, l'explication du modèle et une série d'exemples indicatifs pour la détermination des valeurs  $C_d$ ,  $V$ ,  $S$  et  $Q$ .

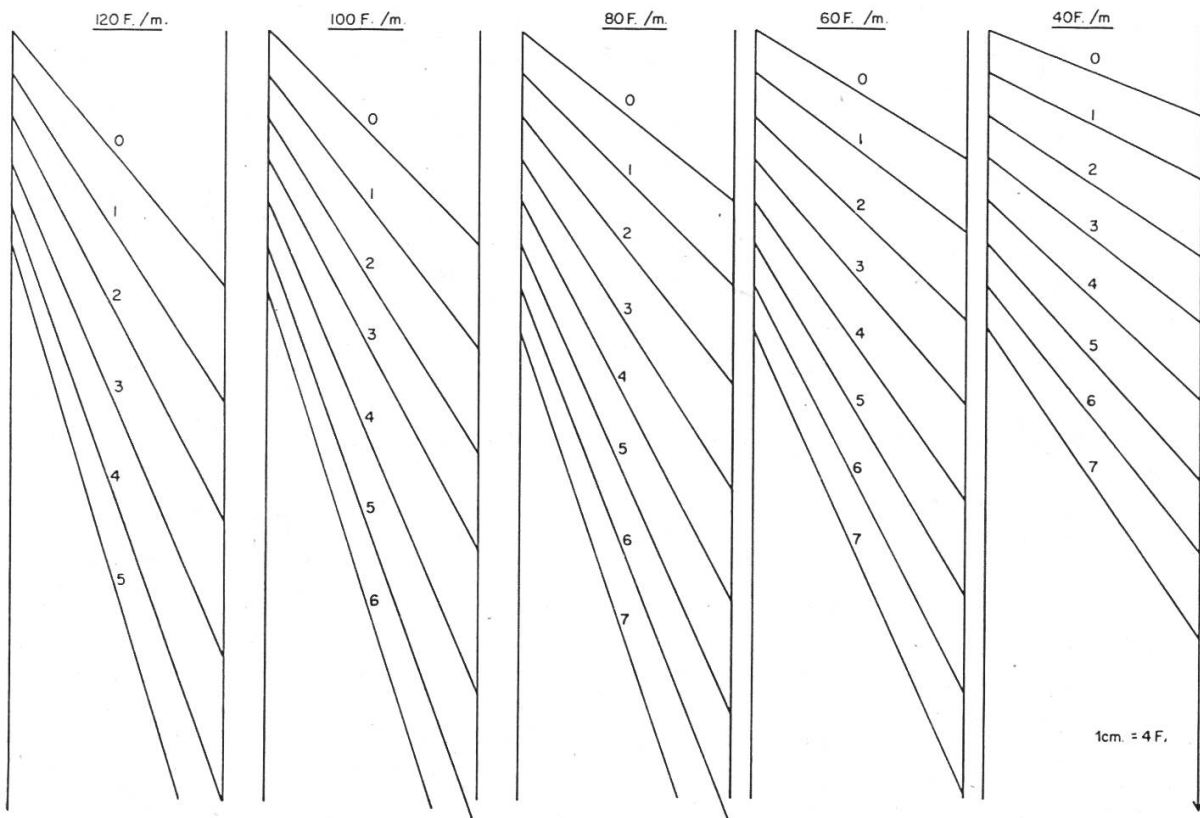
Coût variable avec la distance

GRAPHIQUE 1



GRAPHIQUE 2

Annuité d'amortissement en 50 ans de 10m. de route au prix de :



### 3.2 Mode d'emploi

- En fonction de ses données de débardage, le gestionnaire détermine  $C_d$ ,  $V$ ,  $S$ ,  $Q$ . Puis il fait  $K = C_d \cdot V \cdot S \cdot Q$ , ce qui lui donne une des courbes  $C(K)$  sur le premier graphique.
- S'il veut déterminer la densité optimale de route à construire, il choisit le coût de construction et le taux d'actualisation adapté, ce qui définit un segment sur le second graphique. Eventuellement il augmente la pente par le coût de l'entretien.

Par transparence, il amène ce segment à être tangent à la courbe  $C(K)$  en un point dont l'abscisse représente la densité optimale. Avec une densité plus faible, on gagne à construire des routes, avec une densité plus forte, on y perd.

S'il veut déterminer la rentabilité d'un projet déterminé, il se place sur la courbe  $C(K)$  au point correspondant à la densité actuelle. Il cherche alors, parmi les segments correspondant au coût de la construction du projet, celui qui est tangent à la courbe en ce point. Ce segment définit le taux de rentabilité du projet. (Eventuellement, il faut modifier ce segment par le coût de l'entretien.)

### 4. Possibilités d'extension

Sous cette forme simple, le modèle s'applique à une analyse marginale, pour un système de débardage invariant. En particulier, on ne peut l'utiliser pour choisir entre deux modes de débardage. Toutefois, on peut l'étendre sous sa forme actuelle à des cas plus compliqués: durée d'amortissement différente, amortissement non constant, coût marginal  $C_d$  variable avec la distance, modes de débardage mixte, projet non marginal, route d'accès à un massif, économies autres que celles de débardage, etc...

### 5. Résultats

A l'aide des chiffres fournis par l'Institut Fédéral de recherches forestières, concernant les temps et les coûts de débardage, ainsi qu'avec des mesures faites dans des forêts du Canton, nous avons calculé différents exemples. Les résultats nous ont surpris par leur pessimisme.

Dans un large éventail de conditions, et pour un taux d'actualisation de 3% (ce qui est faible) nous trouvons une densité optimale de routes entre 10 et 20 m/ha. Il faut vraiment des conditions exceptionnelles pour justifier une densité de plus de 20 m/ha. En effet la production et la difficulté du terrain, variant souvent en sens inverse se compensent en grande partie.

Pour beaucoup des nouvelles routes du Canton, la rentabilité n'existe que si l'on retranche la valeur de la subvention. Il faut alors dire que la subvention représente l'intérêt que la collectivité trouve à construire cette route,

en dehors de l'économie sur l'exploitation. On s'aperçoit alors de l'importance que cela représente.

## 6. Conclusions

Nous n'avons pas l'ambition d'avoir définitivement réglé la question; mais, puisque rien d'autre n'est fourni, nous espérons que ce modèle permettra aux forestiers de mieux savoir ce qu'ils font, dans un domaine où les sommes mises en jeu sont considérables. (Ce modèle devrait, en particulier, être précisé par la prise en compte des pistes de débardage qui sont appelées à prendre plus d'importance avec l'extension des tracteurs articulés.)

Rien que sur le plan des subventions, des raisonnements de ce genre permettent de constater que la collectivité agit souvent comme si elle attachait un grand prix aux effets non directement économiques des constructions de route. Ceci est parfait, dans la mesure et dans la mesure seulement où elle sait précisément quels sont ces effets et le prix qu'elle les paie. Car peut-être pourrait-elle les obtenir autrement qu'en construisant des routes, et à meilleur compte.

Le forestier est contraint d'agir dans une perspective à long terme. Il ne pourra donc jamais s'appuyer sur des prévisions très sûres et les raisonnements économiques ne pourront jamais lui dire exactement ce qu'il doit faire. Nous espérons simplement qu'ils l'aideront à mieux connaître ce qu'il fait.

## Bibliographie

- Horisberger, D.*, 1969 : L'interprétation des résultats d'inventaire par échantillonnage dans le Canton de Vaud. *Journal forestier suisse*; mars/avril 1969
- Robert, J.-F.*, 1969 : Aménagement et politique forestière. *Journal forestier suisse*; février 1969
- Larsson, G., Rydstern, O.*, 1968 : Economie design of motor truck haul road systems in forest areas. *Acta Polytechnica Scandinavica* 52
- Bourgau, J.-M., Guet, M., Rimkine, P.*, 1969 : Note préliminaire sur la définition d'un programme d'études d'économie forestière. *Revue forestière française* 1. Janvier/février 1969
- Johnston, D.-R., Grayson, A.-J., Bradley, R.-T.*, 1967 : *Forest Planning*, Faber and Faber.
- Service cantonal des forêts (Lausanne)*: Modèle pour la rentabilité des investissements routiers. Notice interne polycopiée.

## **Zusammenfassung**

### **Die Beurteilung der Rentabilität forstlichen Straßenbaues mit Hilfe einer Modellstudie**

Um der forstlichen Praxis eine Schätzung der finanziellen Rentabilität beim Straßenbau zu ermöglichen, hat der Autor vorliegender Arbeit ein Modell entwickelt. Dieses beruht auf einem Vergleich der jährlich zu erzielenden Einsparungen beim Rücken und bei der Holzabfuhr (2. Stufe der Produktion) mit den jährlichen Amortisations- und Instandhaltungskosten.

Das Modell ist in der Form zweier einfacher Nomogramme (Abb. 1 und 2), hier stark verkleinert, wiedergegeben. Um eine Kostenschätzung nach den im vorliegenden Falle errechneten Grundlagen durchzuführen, müßten die beiden Kurvenbilder auf Transparentpapier übertragen und durch Aufeinanderlegen verglichen werden.

Es ergibt sich bei dieser Betrachtungsweise, die also bloß die zweite Produktionsstufe berücksichtigt, daß bei einem auf 3% angesetzten Zinsfuß unter einer Vielzahl verschiedener Bedingungen die optimale Straßendichte nicht mehr als 10 bis 20 m pro Hektare erreichen dürfte.

*Übersetzt: F. Fischer*