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

Ce mémoire contient un errata à la page ii du document

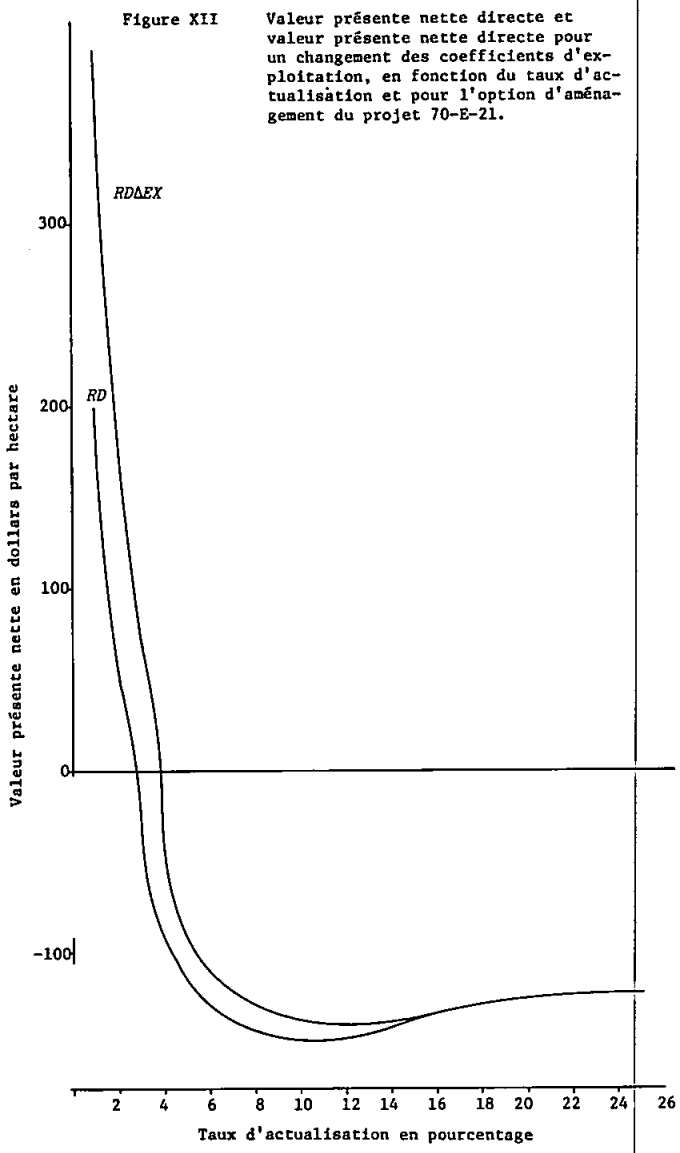
MÉMOIRE N° 37

RENTABILITÉ DES TRAVAUX SYLVICOLES AU QUÉBEC

I-RENTABILITÉ DE 33 OPTIONS D'AMÉNAGEMENT ET ANALYSES ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE DE QUATRE PROJETS DE RESTAURATION

par Jean-Marc Lavoie, Réjean Marois et Didier Boussemart

Figure XII Valeur présente nette directe et valeur présente nette directe pour un changement des coefficients d'exploitation, en fonction du taux d'actualisation et pour l'option d'aménagement du projet 70-E-21.



Jean-Marc LAVOIE est maître ès sciences de l'université Laval.

Réjean MAROIS est bachelier ès sciences appliquées (génie forestier) de l'université Laval et ingénieur forestier.

Didier BOUSSEMART est diplômé de l'École supérieure de Commerce de Lille (France) et *M.B.A.* de l'université Laval.

RENTABILITE DES TRAVAUX SYLVICOLES AU QUEBEC

I - RENTABILITE DE 33 OPTIONS D'AMENAGEMENT ET ANALYSES ECONOMIQUE ET FINANCIERE DE QUATRE PROJETS DE RESTAURATION

par

JEAN-MARC LAVOIE

REJEAN MAROIS

et

DIDIER BOUSSEMART

MEMOIRE N° 37

SERVICE DE LA RECHERCHE

DIRECTION GENERALE DES FORETS

MINISTERE DES TERRES ET FORETS

1977

ERRATA

page 16
page 80 la formule de la *VPN* se lirait mieux comme suit:

$$VPN = \left[\sum_{t=1}^{n} \frac{Rt - Ct}{(1 + x)^t} \right] - I_0$$

page 25 <u>Taux de rentabilité direct</u>

Coûts annuels ($/ha)

0.<u>74</u>	0.99	1.24	1.85	2.47

page 81 la formule de l'indice net se lirait mieux ainsi corrigée:

$$\text{Indice (net)} = \frac{\sum_{t=1}^{n} (Rt - Ct)/(1 + x)^t}{I_0} \qquad (3)$$

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

AVANT-PROPOS

Le présent mémoire est constitué de trois parties, dont la recherche et la rédaction ont été assumées respectivement par Jean-Marc Lavoie, ing.f., en 1971 pour la première, par le même et Réjean Marois, ing.f., en 1972 pour la seconde, par R. Marois et Didier Boussemart, *M.B.A.* en 1973 pour la troisième. Depuis leur présentation initiale, ces rapports ont été l'objet d'une certaine révision en 1975 par des membres du Service de la recherche.

Ces études déjà réalisées depuis quelques années n'ont pu être publiées en raison de certaines difficultés. En dépit du fait que certains chiffres qui étaient valables lors de la rédaction ne le sont peut-être plus jusqu'à un certain point aujourd'hui, il n'en demeure pas moins que la méthodologie générale développée ici constitue une étape majeure dans l'analyse de la rentabilité et l'aménagement forestier intensif au Québec. Etant donné que l'inflation affecte autant les coûts que les revenus, les résultats et conclusions de cette étude demeurent quand même valables, en dépit du fait que certaines valeurs ont changé en termes absolus. En effet, par exemple, le classement des options par ordre de rentabilité demeure le même en termes relatifs.

RESUME

L'objectif global de cette étude est d'estimer la rentabilité économique (directe et totale) de différents travaux sylvicoles effectués au Québec, dans le but de pouvoir optimiser l'aménagement de nos forêts. Ce travail est divisé en trois grandes parties. La première vise à calculer la rentabilité de 33 options d'aménagement définies pour les principaux peuplements résineux du Québec. La seconde a pour but de vérifier l'exactitude de ces calculs en les comparant à quatre projets réels exécutés par le Service de la restauration du ministère des Terres et Forêts. Enfin, la troisième partie étudie la possibilité d'employer le critère de la valeur présente nette pour comparer la rentabilité de différentes options d'aménagement.

La méthode du taux de rentabilité interne a été employée pour calculer la rentabilité des 33 options. Le taux de rentabilité interne se définit comme étant le taux d'actualisation pour lequel les revenus actualisés égalent les coûts actualisés.

Cette étude a été effectuée à prix constants, ce qui signifie que le taux d'inflation s'ajoute au taux interne de rendement sur investissement.

Le coût des traitements sylvicoles et les revenus attendus étant sujets à changement, il a fallu établir une échelle de sensibilité pour les différents coûts et revenus, chaque échelle représentant une série de valeurs possibles selon chacun des traitements. Par la suite, un taux de rentabilité interne a été calculé selon chaque combinaison possible des coûts et des revenus. Deux taux de rentabilité différents ont été calculés, l'un pour l'industrie privée (rentabilité directe) et l'autre pour l'Etat (rentabilité totale).

Le taux de rentabilité interne direct peut être augmenté dans toutes les options par l'aménagement intensif, excepté dans les peuplements de sapin et de pin gris. Par contre, dans tous les cas, le taux de rentabilité interne total est augmenté si l'on intensifie l'aménagement. Pour tous les peuplements que l'on peut aménager intensivement, le taux de rentabilité interne direct varie de 0,9 à 4,8 p. 100, alors que la rentabilité totale oscille entre 2,9 et 9,8 p. 100 (dollars constants). En aménagement intensif et pour tous les types de peuplements, le taux de rentabilité interne directe s'échelonne de 1,1 à 8,2 p. 100, comparativement au taux total qui varie de 4,0 à 12,3 p. 100 (dollars constants). Pour l'Etat, les travaux sylvicoles ont une rentabilité supérieure à cause des revenus indirects que l'Etat peut en retirer. Enfin, les résultats d'une telle analyse permettent d'établir parmi plusieurs options un ordre de priorité d'exécution basé sur des critères économiques. Cet ordre de priorité est essentiel pour optimiser l'investissement en sylviculture ou l'aménagement d'un territoire.

ABSTRACT

The overall objective of this research was to estimate the economic direct and indirect feasibility of various silvicultural projects, with the aim of optimizing forest management in Quebec. The present work is in three parts: the first one attempts to compute the profitability of 33 management options defined for the main coniferous stands of Quebec; the second part tries to verify those computations by comparing them with four actual stand improvement projects that were carried out by the Restoration Service of the Department of Lands and Forests; finally, the third part studies the possibility of using the "present net value" criterion in comparing the profitability of different management options.

The "internal rate of return" method was used to compute the profitability of the 33 options. The internal rate of return (IRR) is defined as the rate of interest for which the present value of revenues is equal to the present value of costs.

The present study was made at constant prices, which means that the rate of inflation is added to the internal rate of return on investment.

As the cost of silvicultural treatments and anticipated returns are subject to change, a sensitivity scale for the various costs and returns had to be established, each scale representing a series of possible values for each treatment. An internal rate of returns was then computed for each possible combination of costs and returns. Two different rates of return were computed, one for industry (direct) and one for the State (total).

The direct IRR can be increased for all the options by intensive management, except in fir and jack pine stands. On the other hand, in every case the total IRR is increased with intensified management. For all stands that can be intensively managed, the direct IRR varies from 0,9 to 4,8 per cent, while the total IRR varies between 2,9 and 9.8 per cent (in constant dollars). With intensive management and for all types of stands, the direct IRR varies between 1,1 and 8,2 per cent, as compared to the total IRR, 4,0 to 12,3 per cent (in constant dollars). For the State, silvicultural treatments have a higher rate because of the indirect returns the government can obtain from them. Finally, results of such an analysis can help to choose between several options along an order of priority based on economic criteria. This order of priority is essential in optimizing silvicultural investments or land management.

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux | Page

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE

L'augmentation de la demande des bois et la diminution des superficies vouées exclusivement à la production de matière ligneuse provoqueraient au Québec une pénurie globale de bois vers les années 1990, si l'on maintient le système d'aménagement extensif actuel de la forêt et la même technologie de transformation des produits forestiers. Sur une base régionale, deux régions sont particulièrement vulnérables, puisqu'elles doivent déjà importer des bois d'autres régions et surtout des états américains limitrophes: ce sont les régions de Québec et de l'Estrie et leur situation échappe au contrôle de l'Etat québécois. Viennent ensuite la région de la Mauricie, qui doit importer ses bois de quatres autres régions du Québec, et celle de l'Outaouais, qui importe de l'Ontario et de la région de Montréal. Ces quatre régions, comme celle de Montréal, font partie du Québec de base qui renferme les principaux centres de population; elles verront donc leur possibilité de récolte réduite à cause de l'accroissement des autres utilisations de la forêt. Enfin, la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, qui est une des quatre régions ressources, voit sa possibilité déjà utilisée à 92 p. 100.

Notons que l'infestation actuelle par la tordeuse, dont on ne peut prévoir la fin, contribuera à accroître ou à hâter cette pénurie.

C'est dans cette problématique que s'inscrit le présent texte. La sylviculture semble être un moyen efficace pour combler le déficit entre la demande et la disponibilité de la ressource ligneuse. Mais il ne s'agit pas d'entreprendre des travaux sylvicoles quel qu'en soit le coût, car les ressources financières sont limitées et il faut les utiliser efficacement.

Le but de cette étude est donc de déterminer la rentabilité économique (directe et indirecte) des diverses combinaisons de traitements sylvicoles appliqués aux peuplements résineux et feuillus. Il sera donc possible de choisir les options d'aménagement qui assureront la plus grande rentabilité financière et sociale.

La méthode appliquée dans cette étude consiste à comparer diverses options d'aménagement à l'aide de critères économiques reconnus tels la valeur présente nette et le taux interne de rentabilité. De cette comparaison seront dégagées les options les plus bénéfiques à être éventuellement appliquées concrètement dans le but de compenser cette pénurie future de matière ligneuse.

Ce document n'induit que les étapes de la première partie du projet de recherche intitulé "Rentabilité des travaux sylvicoles dans les peuplements résineux et feuillus". Ces étapes sont: description des options d'aménagement, analyse des critères économiques, étude des coûts, étude des revenus directs et indirects, rentabilité directe et

totale des options d'aménagements considérées et rentabilité directe et totale de quatre projets de restauration forestière. La deuxième partie de ce projet de recherche fera l'objet d'un autre document.

La première partie de ce rapport estime le taux de rentabilité de 33 options d'aménagement. Ces taux de rentabilité reflètent le type de peuplement ainsi que les coûts et revenus engendrés par les traitements.

La deuxième partie évalue, à l'aide du même critère que précédemment, la rentabilité de quatre projets de restauration en cours de réalisation. La rentabilité est estimée sur la période de révolution du peuplement.

La troisième partie étudie les mêmes projets de restauration que la partie II, en utilisant cependant la valeur présente nette comme critère d'évaluation. La rentabilité est estimée sur la période d'aménagement.

PREMIERE PARTIE

RENTABILITE DE 33 OPTIONS D'AMENAGEMENT

par

JEAN-MARC LAVOIE

1971

REVISE EN 1975

INTRODUCTION

L'allocation de fonds limités parmi plusieurs sphères d'activité est une étape importante dans le processus de planification d'un programme d'aménagement. Parce que la somme des coûts des projets d'investissement dépasse le montant des fonds disponibles, des critères sont requis pour l'allocation optimale des crédits de l'Etat. D'autre part, la possibilité d'investir dans plusieurs secteurs d'activité exige la connaissance de la rentabilité des travaux forestiers.

Dans la forêt résineuse de la région boréale du Québec, dix-sept types forestiers sont susceptibles d'être aménagés. L'objectif visé en sylviculture est généralement de maximiser la production du peuplement parvenu à maturité. Cependant, depuis quelques années, des efforts ont été tentés, tant par l'Etat que par les compagnies forestières, pour développer un aménagement plus intensif des aires boisées. Ces pratiques, souvent fort coûteuses, semblent, selon plusieurs auteurs, ne pas être économiquement rentables. Une telle incertitude ne peut subsister étant donné l'ampleur des projets entrepris dans la forêt naturelle du Québec.

Il est donc urgent pour les administrateurs et aménagistes d'établir une priorité parmi les projets à entreprendre. Cette étude consacrée à l'analyse économique de divers projets d'aménagement forestiers, se propose d'apporter un élément objectif utile à la prise de décisions rationnelles. A cette fin, le taux de rentabilité de 17 alternatives d'aménagement est estimé. Il permet un classement fondé sur des considérations purement économiques. Pour certains projets, des aspects de nature intangible peuvent avoir un effet décisif sur leur mise en application. L'aménagiste responsable d'un projet spécifique peut alors juger de l'incidence économique de tels projets.

CHAPITRE I

METHODES

L'étude actuelle présente deux aspects bien distincts: l'un, sylvicole, a trait à la croissance des peuplements forestiers; l'autre, économique, vise la détermination, à partir des principes d'estimation forestière, de la rentabilité des projets sylvicoles. Il est à souligner que la validité des calculs économiques dépend au départ de l'exactitude de l'information provenant du sylviculteur.

1.1 ASPECT SYLVICOLE

Même si des renseignements complets manquent en ce qui concerne les peuplements aménagés intensivement, il est possible de prédire la croissance et la production de ces peuplements en se servant de tables de rendement normal. C'est ainsi que P.-E. Vézina (1971) a estimé la production en matière ligneuse de quatre types de peuplements résineux de la forêt boréale traités suivant certaines options d'aménagement: sapin baumier, épinette noire, sapin-épinette, pin gris. Ces peuplements

comprennent 17 types forestiers pour lesquels les caractéristiques suivantes furent déterminées: âge, hauteur, indice de fertilité, nombre total d'arbres par hectare, surface terrière totale par hectare et volume marchand brut. Pour tester la valeur des traitements proposés, deux options d'aménagement, l'une extensive et l'autre intensive, sont recommandées pour chacun des types forestiers. Les diverses activités sylvicoles proposées sont:

- Scarifiage du sol
- Eclaircie précommerciale
- Eclaircie commerciale
- Coupe à blanc
- Arrosage chimique

L'étude est limitée à l'analyse des alternatives d'aménagement proposées par Vézina. La description de ces alternatives est donnée dans le tableau 1.

1.2 ASPECT ECONOMIQUE

La méthode choisie pour comparer les rendements des investissements impliqués dans les alternatives d'aménagement présentées au tableau 1, est fondée sur le critère économique du taux de rentabilité interne. Le taux de rentabilité interne est le taux d'actualisation pour lequel les revenus bruts égalent les dépenses d'investissements (liées à l'installation, la croissance et l'amélioration d'un peuplement forestier) au terme de la période de révolution. La différence entre les revenus et les dépenses actualisées pour une valeur donnée du taux

Tableau 1

Description des alternatives d'aménagement dans la forêt résineuse boréale du Québec

Alternative n°		Type de peuplement	Type forestier	Indice de fertilité* (mètres)	Option d'aménagement	Age (années)	Traitement	Récolte (m^3/ha)
1	A	Epinette noire	*Calliergon* ou *Hypnum*	12,50	Extensif	0 80	Scarifiage Coupe à blanc	181,2
	B	"	"	"	Intensif	0 50 70	Scarifiage Eclaircie Coupe à blanc	35,0 167,9
2	A	"	*Calliergon-Cornus*	10,67	Extensif	0 100	Scarifiage Coupe à blanc	164,4
	B	"	" "	"	Intensif	0 60 80	Scarifiage Eclaircie Coupe à blanc	35,0 142,7
3	A	"	*Calliergon-Vaccinium*	11,89	Extensif	0 80	Scarifiage Coupe à blanc	200,1
	B	"	"	"	Intensif	0 50 70	Scarifiage Eclaircie Coupe à blanc	38,5 181,9
4	A	"	*Calliergon-Ledum*	7,92	Extensif	110	Coupe à blanc	141,3
5	A	"	*Sphagnum-Petasites*	10,06	Extensif	0 80	Scarifiage Coupe à blanc	231,6

* Indice de fertilité: hauteur à 50 ans, en mètres.

Tableau 1

(suite)

Alternative n°	Type de peuplement	Type forestier	Indice de fertilité* (mètres)	Option d'aménagement	Age (années)	Traitement	Récolte (m^3/ha)
5 B	Epinette noire	*Sphagnum-Petasites*	10,6	Intensif	0 50 70	Scarifiage Eclaircie Coupe à blanc	49,0 215,5
6 A	"	*Cornus-Maianthemum*	17,7	Extensif	60	Coupe à blanc	165,8
6 B	"	"	"	Intensif	30 40 50	1re éclaircie 2e éclaircie Coupe à blanc	38,5 70,0 179,8
7 B	Sapin baumier	*Dryopteris*	15,24	Intensif	20 35 45 55	Eclaircie précommerciale 1re éclaircie 2e éclaircie 3e éclaircie	49,0 63,0 202,9
8 B	"	*Hylocomium*	12,19	Intensif	20 35 45 55 65	Eclaircie précommerciale 1re éclaircie 2e éclaircie 3e éclaircie Coupe à blanc	49,0 63,0 63,0 237,9

Tableau 1

(suite)

Alternative n°	Type de peuplement	Type forestier	Indice de fertilité* (mètres)	Option d'aménagement	Age (années)	Traitement	Récolte (m^3/ha)
A	Sapin baumier	*Dryopteris-Oxalis*	14,94	Extensif	65	Coupe à blanc	254,7
9 B	"	"	"	Moyennement extensif	20 60	Eclaircie précommerciale Coupe à blanc	241,4
C	"	"	"	Très intensif	20 35 47 60	Eclaircie précommerciale 1re éclaircie 2e éclaircie Coupe à blanc	49,0 70,0 241,4
A	"	*Hylocomium-Oxalis*	13,1	Extensif	70	Coupe à blanc	233,0
10 B	"	"	"	Moyennement Intensif	20 65	Eclaircie précommerciale Coupe à blanc	216,9
C	"	"	"	Très intensif	20 35 46 57	Eclaircie précommerciale 1re éclaircie 2e éclaircie 3e éclaircie	50,0 70,0 70,0 195,9

Tableau 1

(suite)

Alternative n°		Type de peuplement	Type forestier	Indice de fertilité* (mètres)	Option d'aména-gement	Age (années)	Traitement	Récolte (m^3/ha)
11	A	Epinette-sapin	*Hylocomium-Cornus*	13,72	Extensif	70 80	Coupe à blanc Coupe à blanc	203,6
	B	"	"	"	Intensif	50 70	Eclaircie Coupe à blanc	49,0 152,5
12	A	"	*Hypnum-Cornus*	12,80	Extensif	80	Coupe à blanc	222,5
	B	"	" "	"	Intensif	50 70	Eclaircie Coupe à blanc	49,0 202,2
13	A	Pin gris	*Cladonia-Kalmia*	13,11	Extensif	0 60	Scarifiage Coupe à blanc	144,1
	B	" "	"	"	Intensif	0 40 50	Scarifiage Eclaircie Coupe à blanc	32,9 131,5
14	A	" "	*Cladonia-Vaccinium*	12,19	Extensif	0 60	Scarifiage Coupe à blanc	116,2
	B	" "	"	"	Intensif	0 50	Scarifiage Coupe à blanc	89,6

Tableau 1

(suite)

Alternative n°	Type de peuplement	Type forestier	Indice de fertilité* (mètres)	Option d'aménagement	Age (années)	Traitement	Récolte (m^3/ha)
15 A		*Calliergon-Vaccinium*	13,4	Extensif	9 70	Scarifiage Coupe à blanc	172,8
15 B		"	"	Intensif	0 40 60	Scarifiage Eclaircie Coupe à blanc	31,5 164,4
16 A		*Cornus-Kalmia*	16,76	Extensif	50	Coupe à blanc	132,2
16 B		" "	"	Intensif	10 30 40	Arrosage chimique Eclaircie Coupe à blanc	35,0 112,7
17 A		*Alnus*	15,24	Extensif	60	Coupe à blanc	169,3
17 B		"	"	Intensif	10 40 50	Arrosage chimique Eclaircie Coupe à blanc	42,0 142,7

d'actualisation définit la valeur présente pour ce taux. Algébriquement, la valeur présente nette (*VPN*) s'écrit:

$$VPN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Rt - Ct}{(1+r)^t} - I_0$$

VPN = valeur présente nette à l'année zéro

t = compteur d'années

n = nombre d'années de la révolution

Rt = revenu brut de l'année t

Ct = coût de l'année t

r = taux d'actualisation

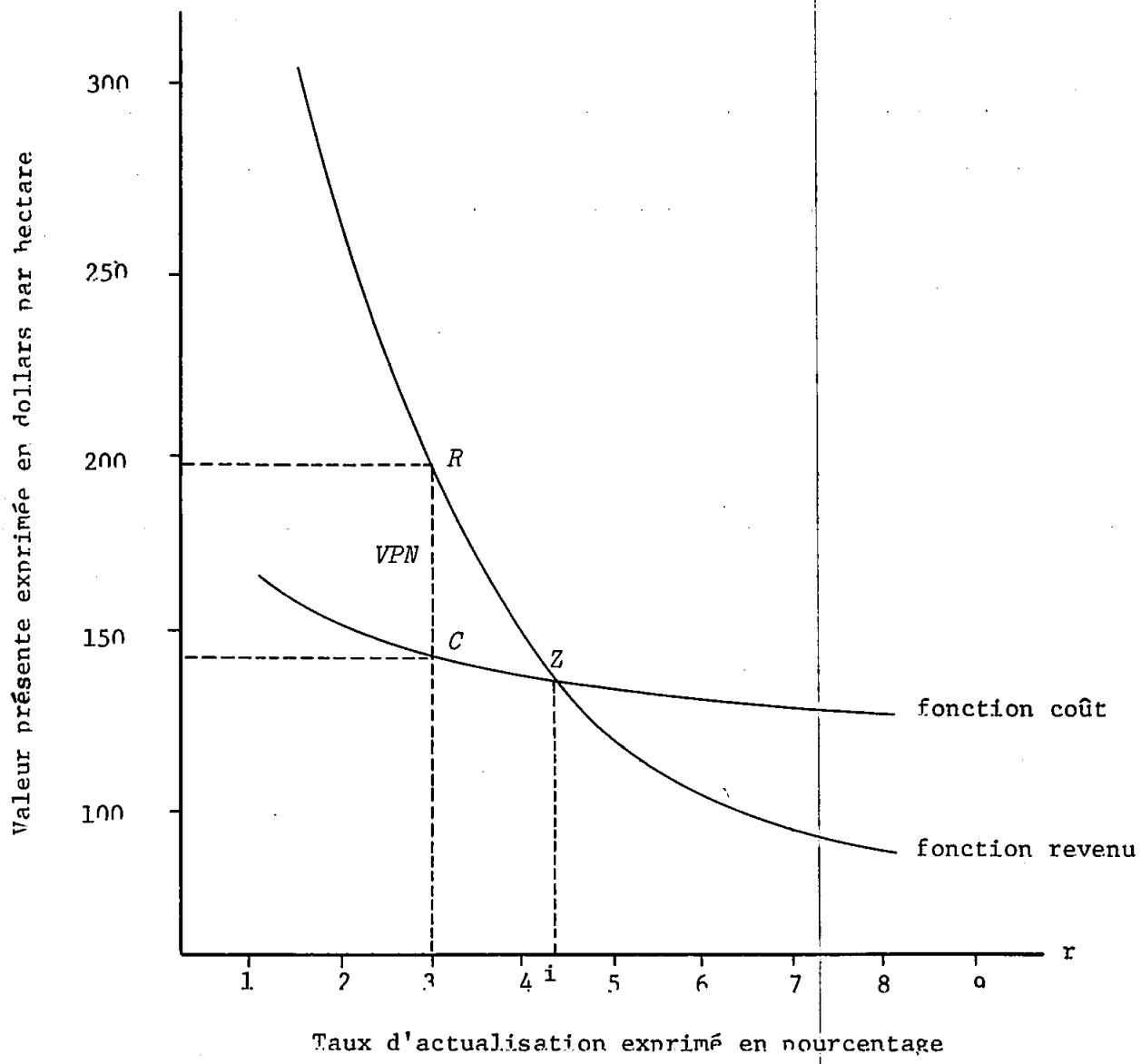
I_0 = investissement initial

Le taux de rentabilité interne i est donc la valeur du taux d'actualisation qui annule la *VPN*. Il peut être calculé directement par ordinateur ou déterminé par une méthode graphique qui consiste à tracer les courbes des valeurs présentes des revenus et des coûts en fonction du taux d'actualisation. Ainsi, sur la figure I, une verticale d'abcisse 3 coupe les courbes revenus et coûts respectivement aux points *R* et *C*. La distance *RC* mesure la *VPN* pour le taux d'actualisation de 3%. A l'intersection des courbes au point *Z*, la *VPN* est égale ou nulle; il lui correspond une valeur particulière du taux d'actualisation qui est par définition le taux de rentabilité interne i.

Le taux de rentabilité interne apparaît donc comme le taux d'intérêt moyen qui, appliqué aux dépenses placées à intérêt composé à leur date d'apparition, permettrait l'obtention des mêmes revenus aux

Figure I

Détermination graphique du taux de rentabilité



mêmes dates. L'estimation du taux de rentabilité interne requiert l'évaluation du revenu direct, du revenu indirect et des coûts.

1.2.1 REVENU DIRECT

Le revenu direct tel qu'entendu ici est le bénéfice brut provenant de la vente moins les frais d'exploitation. Le prix de vente est le prix d'achat du bois rendu à un chemin carossable. A partir des informations provenant des plans conjoints qui régissent la mise en marché des produits forestiers des producteurs de bois, quatre valeurs possibles du prix de vente ont été considérées, soit \$7.47, \$8.30, \$9.13 et \$9.96/m^3.

Les coûts d'exploitation comprennent tous les déboursés encourus pour extraire le volume ligneux depuis la jetée primaire jusqu'à la jetée secondaire. Le fait de déterminer la jetée secondaire comme point terminal du cycle des opérations d'exploitation n'est justifiable que pour établir un étalon de comparaison entre les différents systèmes de coupe. Le coût varie pour chaque exploitation spécifique; le type d'équipement, le degré de mécanisation, le genre d'exploitation, les caractéristiques de l'entreprise, le sol, la nature et l'état du peuplement, les conditions topographiques, la localisation de l'assiette de coupe, le climat et bien d'autres facteurs peuvent agir plus ou moins directement sur cette variable. C'est pourquoi il est quasi impossible de prédire dans tous les cas quel sera le montant des dépenses affectées à la récolte du bois. Cela n'est possible, à l'aide d'un processus de simulation basé sur les lois de variation de la fonction coût d'exploitation, que si les nombreuses données nécessaires sont disponibles. A

défaut, une méthode plus simple et d'application plus facile est retenue; elle ne fait pas intervenir de modèle probabiliste.

Cette méthode consiste à fixer un coefficient d'exploitation, lequel est défini comme étant le rapport des dépenses d'exploitation au prix de vente. Ce coefficient, bien que relié par une fonction connue aux variables qui influencent le coût d'exploitation, tient compte implicitement, et c'est là son intérêt, de toutes ces variables. D'après les observations de Lussier (1968), nous avons fixé trois coefficients d'exploitation qui sont appliqués pour la coupe à blanc: 0,70, 0,75 et 0,80. Ces valeurs correspondent respectivement à des conditions bonnes, moyennes et médiocres. De même, les valeurs pour une éclaircie commerciale sont fixées à 0,80, 0,85 et 0,90. Cette méthode ne comporte pas une grande précision mais demeure souple et permet surtout d'envisager un grand nombre de cas. Bien qu'elle comporte une grande part d'empirisme, elle reflète néammoins la réalité.

1.2.2 REVENU INDIRECT

Par revenu indirect sont désignés les revenus que chaque mètre cube de bois, transformé en produits finis au Québec, rapporte aux gouvernements fédéral, provincial et municipaux, aux commissions scolaires et aux fabriques paroissiales. O. Lussier et Maheux (1964) estimèrent ces revenus à $9.37/m^3. En 1969, L.-J. Lussier et Tardif ont évalué ce chiffre à $6.61/m^3. Le revenu indirect est extrêmement difficile à mesurer et les variations apportées lors de son estimation dépendent de la fluctuation des facteurs considérés. Vu la complexicité du problème, trois hypothèses sont retenues arbitrairement, pour le montant des revenus indirects: $6.22, $8.30 et $10.37/m^3.

1.2.3 ESTIMATION DES COUTS

Les coûts autres que les frais d'exploitation liés à l'aménagement d'un peuplement forestier se résument ici en trois groupes principaux:

a) l'achat du terrain et les améliorations permanentes;

b) l'établissement du peuplement et les améliorations non permanentes;

c) les dépenses annuelles.

L'achat du terrain et les améliorations permanentes constituent des investissements dont l'utilité dépasse la durée d'une révolution, contrairement aux autres coûts qui doivent être entièrement imputés à la révolution considérée.

L'étude considère l'Etat comme étant propriétaire du terrain et par conséquent, elle néglige le coût d'acquisition du terrain.

Les coûts engendrés par les traitements sylvicoles (coupe précommerciale, scarifiage, arrosage chimique) et les frais annuels sont présentés au tableau 2. Ils sont établis d'après des études relatives à ces traitements, effectuées depuis quelques années. Certains chiffres peuvent sembler un peu faibles; mais dans l'avenir, il est à espérer que de nouvelles techniques permettront la réalisation d'activités sylvicoles à un prix inférieur à ceux existant présentement.

L'écart considérable entre les coûts minimaux et les coûts maximaux permet de rechercher si un aménagement très intensif peut être rentable du fait qu'il vise une forte production.

Tableau 2

Coûts possibles des travaux sylvicoles proposés

Nature du traitement	Coût du traitement $/hectare
Eclaircie pré-commerciale	37.01, 61.78, 86.49, 111.20
Scarifiage	12.36, 24.71, 37.07, 49.42, 61.78
Arrosage chimique	12.36, 24.71, 37.07, 49.42
Frais annuels	0.74, 0.99, 1.24, 1.85, 2.47

1.3 PROGRAMME "ESCOMPTE"

Le calcul du taux de rentabilité interne direct et total a été effectué par ordinateur, à l'aide d'un programme intitulé "Escompte", écrit en langage *Fortran*. Ce programme permet le calcul des taux de rentabilité suivant les alternatives qui sont fournies en entrée sur cartes perforées; le stockage des résultats se fait sur bande "ROI". Il permet aussi l'impression des résultats sur demande en fin de calcul.

Algébriquement, la fonction du taux de rentabilité se représente comme suit:

$$Z(X,\lambda) = \frac{CA}{X} - \{VF\left[REXF\ (1 - CEXF) + \lambda.RIF\right]\}\ Y(ACF)$$

$$+ \sum_{I=1}^{NTR} CTR\ (I)\ .\ Y\left[ATR\ (I)\right]$$

$$- \sum_{I=1}^{NE} VEX\ (I)\ \left[1 - CEX\ (I)\right]\ REX.\ Y\left[ACE\ (I)\right]$$

où

λ = 0 cas de l'entreprise privée

λ = 1 cas de l'Etat

Y = $1/(1 + X)$

ACF = année de la coupe finale

VF = volume de la coupe finale en m^3/hectare

EX = éclaircie

TR = traitement périodique

RE = prix du bois

CEX = coefficient d'exploitation

Grâce au programme "Escompte", le calcul de 80 000 taux de rentabilité a été effectué. Les résultats sont présentés dans la section suivante.

CHAPITRE II

RESULTATS

L'ensemble des résultats, donnant le taux de rentabilité interne des différentes options d'aménagement proposées en fonction des coûts et revenus espérés, est présenté dans un document séparé. A titre d'exemple, les pages suivantes reproduisent les résultats de l'alternative n° 6 B, à option d'aménagement intensive.

Ces résultats font apparaître premièrement, le taux de rentabilité interne direct correspondant aux cas d'une entreprise privée et deuxièmement, le taux de rentabilité interne total, correspondant au cas d'une entreprise d'Etat.

Les taux de rentabilité interne sont présentés sous forme de matrices dont les colonnes correspondent aux frais annuels ($0.74, 0.99, 1.24, 1.85, 2.47/ha) et les lignes, aux prix de vente du bois rendu au chemin secondaire ($7.47, 8.30, 9.13, 9.96 /$m^3$).

La nature des variables précédant la matrice des taux de rentabilité dépend de l'option d'aménagement en cause que fait intervenir selon le cas, le coût du traitement proposé, le coefficient d'exploitation ou le revenu indirect. A chaque page de résultats, il n'y a qu'une seule variable qui change. Il y a donc autant de tableaux qu'il y a de combinaisons possibles entre ces variables.

Tous les taux de rentabilité relatifs à une alternative donnée ont été placés à l'intérieur d'un cahier portant le numéro de cette alternative. De cette manière, 5 cahiers ont été constitués, correspondant chacun à un groupe de types forestiers donnés.

L'analyse de cette information a été limitée à des conditions moyennes afin de trouver s'il existe une relation logique entre ces différents taux de rentabilité. Cela semble à première vue moins intéressant qu'un procédé permettant d'envisager à la fois des conditions faibles, moyennes et fortes. Toutefois, pour que ce dernier procédé soit valable, il faudrait connaître la probabilité de ces trois états. Or, si plusieurs coefficients sont affectés à une même variable, c'est que justement la loi de distribution de ces statistiques est inconnue. La seule information disponible est une valeur estimée de la moyenne de chacune de ces variables. En procédant ainsi, c'est-à-dire avec des valeurs centrales, chaque événement devient équiprobable. Ceci permet de comparer les options d'aménagement entre elles, sans devoir pondérer le taux de rentabilité d'après leur probabilité.

Taux de rentabilité calculés

à partir de la valeur présente nette

directe et indirecte

Alternative 6 B *Cornus-Maianthemum, SI** = 17 Intensif

Coupe finale

âge	Coef. exploitation	Volume de la coupe (m^3/ha)
50	0,75	211,3

Eclaircies

	âge	Coef. exploitation	Volume (m^3/ha)
1)	30	0,85	45,48
2)	40	0,85	82,56

Taux de rentabilité direct

Revenus ($/$m^3$)	Coûts annuels ($/ha)				
	0.30	0.99	1.24	1.85	2.47
7.47	1,719	2,625	2,381	1,937	1,617
8.30	3,054	2,734	2,496	2,053	1,734
9.13	3,159	2,844	2,601	2,158	1,840
9.96	3,255	2,939	2,695	2,253	1,937

* *SI* = *Site index*, c.-à-d. Indice de qualité de site (mètres).

Taux de rentabilité calculés

à partir de la valeur présente nette

directe et indirecte

Alternative 6 B *Cornus-Maianthemum. SI* = 17 Intensif

Coupe finale		
âge	Coef. exploitation	Volume de la coupe (m^3/ha)
50	0,75	211,3

Eclaircies		
âge	Coef. exploitation	Volume (m^3/ha)
1) 30	0,85	45,48
2) 40	0,85	82,56

Taux de rentabilité total

revenu indirect = $6.22/$m^3$

Revenus ($/$m^3$)	Coûts annuels ($/ha)				
	0.74	0.99	1.24	1.85	2.47
7.47	4,986	4,630	4,358	3,873	3,534
8.30	5,009	4,653	4,381	3,895	3,557
9.13	5,032	4,675	4,403	3,917	3,579
9.96	5,053	4,697	4,424	3,939	3,600

Taux de rentabilité total

revenu indirect = $8.30/$m^3$

Revenus ($/$m^3$)	Coûts annuels ($/ha)				
	0.74	0.99	1.24	1.85	2.47
7.47	5,296	4,933	4,657	4,164	3,820
8.30	5,314	4,951	4,675	4,182	3,838
9.13	5,331	4,969	4,692	4,199	3,855
9.96	5,349	4,986	4,710	4,216	3,873

Taux de rentabilité calculés

à partir de la valeur présente nette

directe et indirecte

Alternative 6 B *Cornus-Maianthemum SI* = 17 Intensif

Taux de rentabilité total revenu indirect = $10.37/m^3					
Revenus ($/m^3)	Coûts annuels ($/ha)				
	0.74	0.99	1.24	1.85	2.47
7.47	5,548	5,181	4,901	4,401	4,054
8.30	5,563	5,196	4,915	4,416	4,069
9.13	5,577	5,211	4,930	4,430	4,083
9.96	5,592	5,225	4,944	4,444	4,097

Les valeurs moyennes utilisées pour l'interprétation des résultats sont:

- Coefficient d'exploitation

  - coupe à blanc 0,75
  - éclaircie commerciale 0,85

- Prix de vente ($/m^3)

  - sapin et épinette $ 8.30
  - pin gris $ 7.47

- Revenu indirect ($/m^3)

  - sapin, épinette, pin gris $ 8.30

- Coûts annuels ($/ha)

  - tous les types de peuplement $ 1.24

- Coût des traitements périodiques ($/ha)

  - scarifiage (sapin, épinette) $ 49.42
  - scarifiage (pin gris) $ 24.71
  - éclaircie précommerciale $ 86.49
  - arrosage chimique $ 24.71

Ces valeurs moyennes ont permis de construire le tableau 3 donnant les taux de rentabilité direct et total en fonction de l'option d'aménagement pour chaque alternative proposée.

Tableau 3

Taux de rentabilité direct et total des alternatives proposées, suivant l'option d'aménagement

Alternatives n°	Option d'aménagement			Taux de rentabilité	
	extensif	moyennement intensif	intensif	total	direct
1	X			3,7	1,4
			X	5,4	2,1
2	X			2,9	0,9
			X	4,0	1,1
3	X			3,8	1,6
			X	5,5	2,1
4	X			3,5	1,3
5	X			3,9	1,8
			X	5,8	2,4
6	X			8,1	4,3
			X	15,3	8,2
7			X	11,6	4,6
8			X	11,2	4,4
9	X			8,7	4,8
		X		7,1	3,1
			X	11,1	4,4
10	X			7,4	4,2
		X		6,2	2,5
			X	11,0	3,9
11	X			5,3	2,7
			X	8,3	4,0
12	X			5,5	2,9
			X	8,6	4,5
13	X			5,9	2,4
			X	8,0	3,4
14	X			5,4	1,9
			X	6,3	1,9
15	X			5,3	2,2
			X	7,0	3,0
16	X			9,8	4,8
			X	11,2	4,4
17	X			8,1	4,1
			X	8,3	3,7

L'analyse de ces taux de rentabilité exprimés en pourcentage révèle:

1- que, pour l'aménagement extensif:

- le taux de rentabilité direct varie de

  0,9 à 4,3 pour l'épinette,

  4,2 à 4,8 pour le sapin,

  2,7 à 2,9 pour le sapin-épinette,

  1,9 à 4,8 pour le pin gris;

- le taux de rentabilité total varie de

  2,9 à 8,1 pour l'épinette,

  7,4 à 8,7 pour le sapin,

  5,3 à 5,5 pour le sapin-épinette,

  5,3 à 9,8 pour le pin gris;

2- que, pour l'aménagement intensif:

- le taux de rentabilité direct varie de

  1,1 à 8,2 pour l'épinette,

  3,9 à 4,6 pour le sapin,

  4,0 à 4,5 pour le sapin-épinette,

  1,9 à 4,4 pour le pin gris;

- le taux de rentabilité total varie de

  4,0 à 15,3 pour l'épinette,

  11,0 à 11,6 pour le sapin,

  8,3 à 8,6 pour le sapin-épinette,

  6,3 à 11,2 pour le pin gris;

3- que pour l'aménagement extensif, pour tous les types de peuplement, le taux de rentabilité

- direct varie de 0,9 à 4,8;
- total varie de 2,9 à 9,8;

4- que pour l'aménagement intensif, pour tous les types de peuplement, le taux de rentabilité

- direct varie de 1,1 à 8,2;
- total varie de 4,0 à 15,3;

5- que le taux de rentabilité direct peut être augmenté grâce à l'aménagement intensif, excepté pour le sapin (alternatives 9 et 10) et le pin gris (alternatives 16 et 17);

6- que le taux de rentabilité total peut être augmenté dans tous les cas, grâce à l'aménagement intensif;

7- que la variation du taux de rentabilité, mesurée par le quotient obtenu en divisant le taux de rentabilité de l'option extensive par celui de l'option intensive, est résumée dans le tableau 4.

Ce tableau montre que le pourcentage de variation du taux de rentabilité:

Tableau 4

Pourcentage de variation du taux de rentabilité dû à l'aménagement intensif par rapport à l'option extensive

Alternatives n°	Variation du taux de rentabilité	
	direct	total
1	50	46
2	22	38
3	31	47
4	-	-
5	33	49
6	91	89
7	-	-
8	-	-
9	- 8	28
10	- 7	49
11	50	47
12	55	56
13	42	36
14	0	17
15	36	32
16	- 8	14
17	-10	2

- direct varie

  de 22 à 91 pour l'épinette;

  de -7 à -8 pour le sapin;

  de 50 à 55 pour le sapin-épinette;

  de -10 à 42 pour le pin gris;

- total varie

  de 38 à 89 pour l'épinette;

  de 28 à 49 pour le sapin;

  de 56 à 57 pour le sapin-épinette;

  de 2 à 36 pour le pin gris.

DISCUSSION

La littérature publiée sur ce sujet incite à croire que malgré une rentabilité accrue, atteignant même parfois le double du volume d'une forêt naturelle, l'aménagement intensif s'avère économiquement non rentable.

Pour jeter un peu plus de lumière sur la rentabilité des travaux sylvicoles, on a fait l'analyse du bénéfice sur investissement de 17 types forestiers de la forêt résineuse boréale du Québec par la méthode du taux de rentabilité. Deux cas sont envisagés, selon le genre d'entreprise, privée ou publique. Dans le premier cas, il convient de considérer le taux de rentabilité direct pour évaluer le bénéfice sur investissement et dans le second, le taux de rentabilité total. Les résultats obtenus montrent qu'il existe une différence considérable entre ces deux types d'entreprises quant au taux de rentabilité espéré.

Pour un investisseur éventuel, la question concernant le taux de rentabilité d'une option d'aménagement donnée, est de savoir s'il est égal ou supérieur à celui qu'il peut obtenir d'un autre investissement possible. Le choix suivant ce critère se fera en faveur de l'alternative qui présente le taux de rentabilité le plus élevé. Ainsi,

le tableau 5 indique le taux de rentabilité moyen d'une option d'aménagement donnée. Il révèle que dans le cas d'une entreprise privée, le taux de rentabilité ne dépasse guère 3 à 4%. Si l'exploitation sylvicole n'est pas réalisée conjointement avec d'autres secteurs de productivité, il en résulte en définitive que la sylviculture, même intensive, n'est pas rentable dans les conditions actuelles du marché courant.

D'autre part, il appert que le taux de rentabilité des travaux sylvicoles effectués par l'Etat varie en moyenne de 4 à 10%. C'est donc un taux satisfaisant, capable de justifier l'initiative de l'Etat dans la réalisation de programmes sylvicoles. En outre, le facteur revalorisation sociale ainsi que son incidence positive sur la rentabilité économique inhérente aux travaux de restauration forestière ayant été négligé, il est permis de croire que ces chiffres sont conservateurs.

Du point de vue sylvicole, il est à constater que l'aménagement intensif n'est pas toujours une solution économiquement avantageuse. C'est le cas de l'alternative 14 appliquée à l'entreprise privée. Pour le sapin baumier, l'aménagement moyennement intensif est défavorable, autant pour l'entreprise privée que pour l'Etat. Il faut donc, avant de lancer des programmes d'envergure, vérifier soigneusement qu'un type d'aménagement, si intensif soit-il, est économiquement rentable.

Tableau 5

Taux de rentabilité des 17 alternatives d'aménagement proposées

Alternative n°	Entreprise privée	Entreprise publique
1	1,75	4,55
2	1,0	3,45
3	1,85	4,65
4	1,3	3,5
5	2,1	3,35
6	6,25	11,55
7	4,6	11,6
8	4,4	11,2
9	4,1	8,97
10	3,53	8,2
11	3,35	6,8
12	3,7	7,05
13	2,9	6,95
14	1,9	5,85
15	2,6	6,15
16	4,6	10,5
17	3,9	8,2
Moyenne (coefficient de variation)	3,17 (± 45%)	7,2 (± 40%)

CONCLUSION

Ce travail ne constituant qu'une étude préliminaire, il convient de souligner qu'à la lumière des informations données, il reste à parachever cette analyse. Il serait indispensable d'établir, à partir de modèles statistiques, la loi de distribution des diverses variables en cause, notamment le prix de vente, les frais d'exploitation, les coûts des traitements, le revenu indirect et les coûts annuels. L'utilisation de variables auxiliaires serait sans doute l'outil par excellence pour établir des équations valables. En outre, la régression multiple fournit à l'analyste le critère de sélection pour les variables influençant les modèles probabilistes proposés.

Parallèlement à cette étude des variables affectant le taux de rentabilité, il serait nécessaire de trouver à l'aide de la programmation dynamique, par exemple les chaînes de Markov, une façon d'allouer les fonds publics entre les diverses options d'aménagement admissibles. Cette procédure aurait pour effet de planifier les dépenses publiques en optimisant le profit inhérent aux montant versés pour les projets les plus rentables.

DEUXIEME PARTIE

ANALYSE ECONOMIQUE DE QUATRE PROJETS DE RESTAURATION FORESTIERE*

par

JEAN-MARC LAVOIE

et

REJEAN MAROIS

1972**

* Etude réalisée à la demande du Service de la restauration forestière.

** Revisé en 1975.

INTRODUCTION

L'étude actuelle est la suite logique de l'analyse précédente, traitant de la rentabilité de travaux sylvicoles effectués dans 17 types forestiers de la forêt résineuse boréale du Québec.

Les résultats de cette recherche ont permis de calculer le taux de rentabilité de diverses options d'aménagement effectuées dans des peuplements naturels de densité normale. Les types de peuplements étudiés sont le sapin baumier, l'épinette noire, le sapin-épinette et le pin gris. Plus de 80 000 taux de rentabilité sont établis en vue de servir de guide pour les travaux de restauration forestière. Le taux de rentabilité est estimé en fonction des options d'aménagement, du type de peuplement, de l'indice de fertilité, du degré d'aménagement et des coûts des traitements proposés. En dépit de la quantité d'informations contenue dans ce document, il n'en demeure pas moins vrai qu'il se situe à un point de vue strictement théorique. Aussi semble-t-il nécessaire d'appliquer la méthode développée à des cas réels.

Le présent rapport est une analyse économique relative à quatre projets effectués en 1971, par le Service de la restauration du ministère des Terres et Forêts du Québec. Cette analyse porte sur l'estimation du taux de rentabilité (syn.: taux interne de rendement) de 2 projets

d'éclaircie pré-commerciale (70-D-76 et 70-E-2) et de 2 projets d'éclaircie commerciale (69-K-85 et 69-K-21). Pour éviter les imprécisions, les termes et les principes impliqués dans le calcul du taux de rentabilité interne sont explicités et commentés lorsque nécessaire.

CHAPITRE I

METHODE

L'analyse d'une dizaine de rapports financiers relatifs à des travaux de restauration forestière, a d'abord été réalisée. Quatre travaux sylvicoles ont été sélectionnés pour une analyse économique basée sur le critère du taux de rentabilité. Il convient, avant de présenter les données correspondantes aux projets réalisés, d'expliquer le fondement de cette théorie de l'investissement.

1.1 POSITION DU PROBLEME

La restauration des peuplements naturels est l'application de techniques sylvicoles pour améliorer le rendement en valeur des peuplements. Les interventions généralement pratiquées sont l'éclaircie pré-commerciale pour diminuer la concurrence entre individus, l'éclaircie commerciale pour sélectionner les tiges d'avenir et la coupe à blanc par bande pour assurer la régénération naturelle. Ces traitements sylvicoles nécessitent des investissements dont les fruits apparaissent longtemps après. Normalement, ces traitements augmentent le volume de la récolte

totale et permettent aussi d'obtenir des tiges de meilleure qualité. Ces deux facteurs se traduisent par une plus-value des peuplements aménagés.

En foresterie, la différence entre les revenus et les coûts actualisés résultant d'un traitement sylvicole spécifique permet de juger de l'opportunité de ce dernier. Ainsi, les deux termes sont égaux et le gestionnaire peut être indifférent face à la décision d'investir dans un traitement sylvicole. Si le fait d'investir entraîne des revenus plus grands que les déboursés, il y a lieu d'entreprendre le traitement. Sinon, il est à rejeter.

En foresterie, les coûts et les revenus ne sont pas réalisés chaque année; la période qui les sépare est souvent fort longue, généralement de 40 à 70 ans. Les conditions du marché étant variables et souvent imprévisibles, il est difficile d'évaluer le rendement économique des travaux sylvicoles.

Il faut, pour comparer les coûts et les revenus, tenir compte de deux facteurs importants qui permettent de les actualiser à un même moment: le temps et le loyer de l'argent.

1.2 TAUX DE RENTABILITE

Le taux de rentabilité se définit comme étant de ce taux d'actualisation (loyer de l'argent) pour lequel la valeur actualisée des revenus, à l'année zéro, égale celle des coûts.

Graphiquement, le taux de rentabilité (i) est déterminé par l'abcisse du point d'équilibre des courbes représentant les fonctions coût et revenu actualisés.

Après avoir défini le taux de rentabilité, il est opportun d'analyser les fonctions coût et revenu, dont les composantes sont données ci-après.

1.2.1 COÛTS

Trois types de coût doivent être envisagés lors de l'aménagement d'un peuplement forestier:

- Coût des améliorations permanentes et achat de terrain.

  Comprend les déboursés destinés à servir pour plus d'une révolution. Sont inclus comme investissement permanent: barrage, route principale, port, achat de terrain, canal d'irrigation, zonage, dynamitage.

- Coût des améliorations non-permanentes.

  Comprend les déboursés pour effectuer des travaux dont l'objectif vise la croissance d'un peuplement donné. Sont inclus: préparation du sol, plantation ou ensemencement, mesures pour assurer la régénération, éclaircie pré-commerciale, élagage, mesures de protection spéciale (arrosage aérien), routes secondaires, fertilisation, inventaire périodique.

- Coût annuel.

  Comprend les frais généraux d'administration et de planification requis pour la réalisation des travaux de restauration forestière, ainsi que les taxes foncières.

Le calcul de la valeur présente des 3 types de coût décrits précédemment, est effectué à l'aide de formules simplifiées (tableau 6).

TABLEAU 6

FORMULES D'ACTUALISATION DES INVESTISSEMENTS PERMANENTS, NON-PERMANENTS ET ANNUELS

Types d'investissement	Formules	Symboles
Permanent	$h_0 \left[\frac{(1+p)^n - 1}{(1+p)^n}\right]$	h_0, coût à l'age zéro p, taux d'intérêt n, âge de révolution
Non-permanent	$C_t \quad (1+p)^{-t}$	C_t, coût de l'année p, taux d'intérêt t, âge du peuplement au moment du traitement
Annuel	$C \left[\frac{(1+p)^n - 1}{p\,(1+p)^n}\right]$	C, frais annuels p, taux d'intérêt n, âge de révolution

1.2.2 REVENUS

Les revenus que retire l'Etat par suite de l'aménagement de peuplements forestiers se classent en deux catégories:

- les revenus directs qui proviennent de la vente du bois;

- les revenus indirects qui proviennent des prélèvements qu'effectue l'Etat sous forme d'impôts et de taxes dans les secteurs de l'industrie du bois et les autres secteurs industriels sollicités par l'activité forestière.

1.2.2.1

Les revenus directs tels qu'entendus ici sont les profits provenant de la vente du bois. Ils traduisent la valeur du bois sur pied, qui est en relation avec le coût d'exploitation. Si le prix de vente est désigné par R et les coûts d'exploitation par C, la valeur S du bois sur pied s'obtient de la façon suivante:

$$S = R - C$$

Cette équation montre que la valeur du bois sur pied:

- est une valeur résiduelle;
- n'est pas un bénéfice net parce qu'elle inclut le coût des investissements permanents et périodiques ainsi que les frais annuels;
- peut être négative si les conditions économiques du marché sont à la baisse, d'où la nécessité d'établir périodiquement le coût de revient de la récolte du bois.

Le prix de vente est déterminé par la loi de l'offre et de la demande et il existe un grand nombre de variables qui agissent sur la fixation des prix. Il en résulte cependant pour un produit donné une stabilisation temporaire du prix qui permet de prédire avec une précision souvent suffisante le prix de vente des bois à partir de transactions antérieures, mais il n'en est pas ainsi des coûts d'exploitation. Pour cette raison, il est plus facile d'estimer la valeur du bois sur pied, non pas à l'aide d'une valeur résiduelle, mais par le rapport C/R. Cette expression du

rapport des dépenses aux recettes brutes définit le coefficient d'exploitation auquel plusieurs valeurs sont attribuées.

1.2.2.2

Les revenus indirects désignent les revenus perçus par les gouvernements fédéral, provincial et municipaux ainsi que par les commissions scolaires, pour chaque mètre cube de bois provenant de traitements sylvicoles, de la transformation des bois en produits finis, auxquels s'ajoutent les contributions induites dans les autres secteurs industriels sollicités par l'industrie forestière.

Une analyse des différentes composantes du revenu indirect a permis de constater que plus de 50 p. 100 du montant perçu est constitué de l'impôt sur le revenu et des cotisations diverses (assurance-chômage, régime des rentes, ...). Malgré que l'emploi tend de plus en plus à se stabiliser en forêt, il s'y retrouve encore une quantité assez imposante d'emplois saisonniers et le gouvernement ne peut retirer beaucoup d'impôt. Pour cette raison, il semble préférable pour l'instant de négliger le revenu indirect perçu sur les traitements sylvicoles. Il n'est pas moins difficile d'évaluer les autres revenus indirects. Différents facteurs tels que la structure des marchés (ex.: pour les exportations, pas de taxe de vente de 11 p. 100), les lois concernant l'industrie forestière (ex.: pour le sciage, pas de taxe sur l'achat de la machinerie depuis 1972) et autres, influencent leurs estimations. Il serait nécessaire de distinguer le revenu indirect pour chacun des produits concernés. Il n'est cependant retenu ici que ceux provenant des industries du sciage, des pâtes et papiers et connexes. D'après des études antérieures et les

chiffres fournis par le Bureau de la statistique du Québec, ils sont estimés à $3.53/m^3 pour le sciage (bois d'oeuvre et autres) et à $7.07/m^3 pour les pâtes et papiers. Ces montants comprennent, dans leur secteur respectif: l'impôt sur le revenu des sociétés et des particuliers oeuvrant dans ce domaine, le régime des rentes, l'assurance-maladie, la commission des accidents du travail, l'assurance-chômage, la taxe de vente, la taxe d'accise, la taxe d'achat, les taxes municipales et scolaires, les taxes d'affaires, la taxe d'eau, la taxe sur le capital et les établissements d'affaires, la taxe sur le carburant, l'immatriculation des véhicules, le permis de conduire ainsi que les contributions sur les emplois créés dans les autres secteurs industriels sollicités par l'industrie forestière. Sont exclus de ces montants, les bénéfices apportés à la société pour la conservation de l'eau et du milieu ainsi que ceux de la récréation.

1.3 OPTIONS D'AMENAGEMENT

Il y a peu d'intérêt à calculer la rentabilité économique d'une coupe d'éclaircie ou d'un traitement spécifique. Il est d'ailleurs déjà dit qu'une éclaircie commerciale réalisée dans un peuplement non aménagé n'assure pas un bénéfice suffisant pour justifier son application. Cependant, si l'on considère la période de révolution, cette éclaircie peut doubler ou même tripler les recettes de la coupe finale. En définitive, pour être valable, la méthode du taux de rentabilité doit être envisagée pour l'ensemble de toute la "cédule" de traitements d'une option d'aménagement donnée.

Actuellement, le Service de la restauration ne préconise pas encore une méthode qui soit optimale. Cependant, la politique de planification vise à l'établissement de plans quinquennaux concernant les travaux à effectuer. Devant cette situation de fait, notre étude propose des options d'aménagement pour évaluer la rentabilité économique de quatre projets en cours de réalisation. Ces options ne donnent pas nécessairement le taux de rentabilité maximal mais fournissent un indice valable.

CHAPITRE II

CALCUL DES TAUX DE RENTABILITE

2.1 DONNEES

Six projets de restauration forestière réalisés pendant la saison 1971-72 et décrits ci-dessous, ont été sélectionnés pour leur données. Deux projets portent sur chacun des traitements suivants: l'éclaircie pré-commerciale, l'éclaircie commerciale et la coupe à blanc.

- Projet no 70-E-21
- Description du peuplement:
  - Sapinière;
  - Classe de fertilité II;
  - Age, 20 ans;
  - Superficie traitée, 1 267 ha.
- Traitement:

  Eclaircie pré-commerciale à 40 p. 100 de la surface terrière.
- Coûts non permanents

	$/ha	pourcentage
Salaire	$130.96	98
Autres déboursés	$ 2.47	2
TOTAL	$133.43	100

- Projet no 70-D-76

- Description du peuplement:
  - Sapinière;
  - Classe de fertilité II;
  - Age, 15 ans;
  - Superficie traitée, 632 ha.

- Traitement:

  Eclaircie pré-commerciale à 40 p. 100 de la surface terrière.

- Coûts périodiques:

	$/ha	pourcentage
Salaire	$195.27	93
Autres déboursés	$ 14.82	7
TOTAL	$210.04	100

Remarque:

Le coût moyen de ce traitement s'élève à $210.04/ha. Cependant, si l'on fait la relation entre le coût hebdomadaire et l'expérience acquise, on s'aperçoit que:

- cette relation est linéaire;
- le coût diminue de 66 p. 100 en regard de l'expérience acquise;
- le coût minimum est de $98.84/ha.

A partir des considérations précédentes, il est logique de considérer le coût de $98.84/ha pour établir le taux de rentabilité de cette option d'aménagement, puisqu'il faut considérer un coût stabilisé.

- Projet no 69-K-21

- Description du peuplement:
  - Sapinière;
  - Classe de fertilité II;
  - Age, 50 ans;
  - Volume marchand par hectare 153,0 m^3/ha;
  - Surface terrière par hectare 37 m^2/ha;
  - Superficie traitée, 388,4 ha.

- Traitement:

  Coupe commerciale sélective à 40 p. 100 du volume marchand.

- Coûts:

  - Coûts d'exploitation: $/$m^3$

- Aménagement de camp et écurie	0.29
- Travaux préliminaires	0.11
- Martelage	0.21
- Coupe à forfait	5.23
- Opération générale du chantier	0.21
- Mesurage	0.32
- Débrouissaillage	0.05
- Débusquage	1.47
- Déneigement	0.07
- Indemnité de vacances (4 p. 100)	0.25
- Part de l'employeur	0.23
TOTAL	8.44

  - Coûts d'améliorations permanentes: $/ha

- Chemin d'accès	86.48

- Revenus provenant de la vente des bois:

	proportion de la récolte pourcentage	$/$m^3$
Sciage	82	9.40
Pâte	18	5.40
TOTAL	100	8.69

- Coefficient d'exploitation:

$$CEX = \frac{8.44}{8.69} = 0.97$$

- Projet no 69-K-85

- Description du peuplement:
  - Sapin - épinette;
  - Classe de fertilité II;
  - Age, 45 ans;
  - Volume marchand par hectare 196 m^3/ha;
  - Surface terrière par hectare 23,2 m^2/ha;
  - Superficie traitée, 111,24 ha.

- Traitement:

  Coupe commerciale (sélective) à 40 p. 100 du volume marchand.

- Coûts:

  - Coûts d'exploitation: $/$m^3$

- Entretien de chemins	0.04
- Réparation de ponts	0.02
- Aménagement de camp et écurie	0.22
- Martelage	0.24
- Coupe à forfait	5.47
- Mesurage	1.06
- Indemnité de vacances (4 p. 100)	0.27
- Administration	0.24
TOTAL	7.56

  - Coûts d'améliorations non permanentes: $/ha

- Gravelage	42.00

- Revenus provenant de la vente des bois:

	proportion de la récolte pourcentage	$/$m^3$
Sciage	82	9.05
Pâte	18	4.06
TOTAL	100	8.16

- Coefficient d'exploitation:

$$CEX = \frac{7.56}{8.16} = 0.926$$

- Projet no 63-M-30

- Description du peuplement:
  - Sapin - épinette;
  - Classe de fertilité II;
  - Ages, 70, 90, 120 ans;
  - Volume marchand par hectare 168 m^3/ha;
  - Superficie traitée, 60,7 ha.

- Traitement:

  Coupe à blanc par bandes.

- Coûts d'exploitation:

		$/$m^3$
- Travaux préliminaires		0.25
- Coupe		3.82
- Entretien		0.04
- Mesurage		0.33
- Administration		0.24
	TOTAL	4.68

- **Revenus:**

  Inconnus.

- **Coefficient d'exploitation:**

$$CEX = \frac{4.68}{7.91^*} = 0.59$$

* Estimé provenant de la vente des bois du projet 69-N-66.

- Projet no 69-N-66

- Description du peuplement:
  - Pinède à pin gris;
  - Classe de fertilité II;
  - Age, 70 ans;
  - Superficie traitée, 79,3 ha.

- Traitement:

  Coupe à blanc par bandes.

- Coûts d'exploitation: $\$/m^3$

- Travaux préliminaires	0.13
- Coupe et débusquage	4.43
- Entretien de chemins et jetées secondaires	0.18
- Mesurage	0.21
- Administration	0.47
- Divers	0.11
TOTAL	5.53

- Revenus provenant de la vente des bois:

  Prix de vente $\$7.91/m^3$

- Coefficient d'exploitation:

$$CEX = \frac{5.53}{7.91} = 0.70$$

2.2 RESULTATS

Le calcul du taux de rentabilité des options d'aménagement proposées est basé sur les valeurs suivantes:

- $8.47 pour le prix de vente par mètre cube;
- $1.23, $2.47 et $4.94 pour les coûts annuels par hectare.

Dans les autres cas, nous avons partagé également la récolte entre sciage et pâte.

Le prix de vente moyen est estimé en fonction des proportions de l'utilisation et des qualités de bois quand elles sont mentionnées dans les projets réalisés; sinon, l'estimation est fondée sur l'hypothèse que la récolte se partage également entre bois de sciage et bois à pâte.

TABLEAU 7

TAUX DE RENTABILITE DES PROJETS

70-D-76 et 70-E-21

Option d'aménagement

Age	Traitement	Récolte (m^3) pâte	sciage	total
20	Eclaircie précommerciale	-	-	-
35	1re éclaircie commerciale	19,8	-	19,8
45	2e éclaircie commerciale	14,1	11,3	25,4
55	3e éclaircie commerciale	14,1	11,3	25,4
65	Coupe finale	48,1	48,1	96,2

Revenus

Directs *CEX*	1-*CEX*	$/m³	$/ha	Indirects $/ha pâte	sciage	Total $/ha
0.95	0.05	0.42	20.75	345.94	-	366.69
0.90	0.10	0.84	53.37	247.10	98.84	399.31
0.85	0.15	1.27	80.06	247.10	98.84	426.00
0.70	0.30	2.54	604.91	840.14	420.07	1865.11

Coûts

	Age	$/ha
Permanents	35	86.48
Non permanents	65	42.00
Eclaircie précommerciale	20	98.84, 135.90
Annuels	--	1.23, 2.47, 4.94

Taux de rentabilité

Coût de l'éclaircie précommerciale

	$/ha
(70-D-76)	40
(70-E-21)	55

Coûts annuels $/ha

	0.50	2.47	4.94
Taux de rentabilité (pourcentage)			
(70-D-76)	8,5	7,4	6,3
(70-E-21)	7,9	7,1	6,0

TABLEAU 7 (suite)

TAUX DE RENTABILITE DU PROJET

69-K-21

Option d'aménagement

Age	Traitement	Récolte (m^3) pâte	sciage	total
50	Coupe sélective	5,66	25,48	31,14
65	Coupe à blanc	11,32	45,30	56,62

Revenus

Directs *CEX*	1-*CEX*	$/m³	$/ha	Indirects $/ha pâte	sciage	Total $/ha
0.97	0.03	0.25	19.57	98.84	222.39	340.80
0.70	0.30	2.54	355.82	197.68	395.36	948.36

Coûts

	Age	$/ha
Permanents	50	86.48
Non permanents	--	--
Annuels	--	1.23, 2.47, 4.94

Taux de rentabilité

Coûts annuels $/ha	Taux de rentabilité (pourcentage)
1.23	7,3
2.47	5,7
4.94	3,9

TABLEAU 7 (suite)

TAUX DE RENTABILITE DU PROJET

69-K-85

Option d'aménagement

Age	Traitement	Récolte (m^3)		
		pâte	sciage	total
45	1re éclaircie	2,83	16,99	19,82
55	2e éclaircie	5,66	28,31	33,97
65	3e éclaircie	14,15	67,96	82,11

Revenus

Directs				Indirects		Total
CEX	1-*CEX*	$/m³	$/ha	$/ha		$/ha
				pâte	sciage	
0.93	0.07	0.59	29.05	49.42	148.26	226,74
0.88	0.12	1.01	85.39	98.84	247.10	431.33
0.70	0.30	2.54	515.94	247.10	593.04	1356.08

Coûts

	Age	$/ha
Permanents	--	--
Non permanents	45	42.00
Annuels	--	1.23, 2.47, 4.94

Taux de rentabilité

Coûts annuels $/ha	Taux de rentabilité (pourcentage)
1.23	8,8
2.47	7,1
4.94	5,3

TABLEAU 7 (fin)

TAUX DE RENTABILITE DES PROJETS ANALYSES

Pourcentage				
Projet n°	Frais annuels			($/ha)
	1.23	2.47	4.94	$/ha
70-D-76	8,5	7,4	6,3	
70-E-21	7,9	7,1	6,0	
69-K-21	7,3	5,7	3,9	
69-K-85	8,8	7,1	5,3	

CHAPITRE III

DISCUSSION

L'analyse de ces quelques projets de restauration forestière appelle les remarques suivantes:

- les plans quinquennaux devraient être établis en tenant compte d'options d'aménagement;
- les rapports financiers devraient inclure un formulaire donnant:
  - le coût des traitements permanents par hectare,
  - le coût des traitements non permanents par hectare,
  - le coefficient d'exploitation par mètre cube;
- le coût des chemins devrait être actualisé à l'âge zéro et réparti sur la période de révolution;
- une étude du marché local devrait être faite avant la coupe des bois. Ceci permettrai de retarder la coupe si le prix de vente ne permet pas d'atteindre le seuil de

rentabilité voulu pour le peuplement. En effet, la détérioration de la matière ligneuse est faible lorsque les arbres sont sur pied. Une fois la récolte réalisée, cette détoriation est rapide et le prix de l'acheteur doit être accepté. C'est pourquoi il est préférable de s'assurer du prix de vente avant la coupe;

- les frais annuels s'élèvent actuellement à $5.43/ha. Ce coût est élevé en raison de la période de rodage du Service de la restauration forestière. Il faudrait l'abaisser parce que les frais annuels ont un effet très net sur le taux de rentabilité. Une variation de $2.47/ha de ce coût entraîne une variation de 1 à 2% du taux de rentabilité.

3.1 CRITERE DE SELECTION

Il devrait exister une sélection parmi les travaux de restauration forestière. Le critère de sélection devrait être basé, d'un point de vue strictement économique, sur le taux de rentabilité. Les projets dont le taux de rentabilité est le plus élevé devraient avoir priorité sur les autres et les projets prioritaires devraient atteindre un seuil minimal de rentabilité.

Pour fixer ce point d'acceptation, il s'agirait d'utiliser les taux de rendement de certains titres de l'Etat. Le taux de rendement des titres de l'Etat, net du taux d'inflation, peut être une mesure du taux de préférences intertemporelles de la collectivité.

Le seuil de rentabilité minimum pourrait être à une valeur comprise entre 1 et 3% pour l'Etat. Les projets analysés d'après cette règle de décision sont rentables.

TABLEAU 8

CLASSEMENT DES PROJETS PAR REFERENCE AU TAUX DES OBLIGATIONS A LONG TERME DE L'ETAT, NET DU TAUX D'INFLATION

Projet n°	Frais annuels		($/ha)
	$1.23	$2.47	$4.94
70-D-76	**	*	-
70-E-21	*	*	-
69-K-21	*	-	-
69-K-85	**	*	-

** Projet prioritaire

* Projet rentable

Si les impératifs d'une région exigent la mise sur pied d'un projet non rentable, il s'agirait alors de pondérer par proportion des superficies traitées, de façon à ce que l'ensemble des travaux soit au seuil de rentabilité minimal. Le taux de rentabilité dans ce cas s'établit de la façon suivante:

$$t = \sum_{i=1}^{N} t_i p_i$$

où

t taux de rentabilité de l'ensemble des projets

t_i taux de rentabilité d'un projet quelconque "i"

p_i superficie traitée relative au projet "i" en pourcentage de la superficie totale

N nombre de projets

Exemple:

Projet n°	t	Superficie traitée	
		(hectares)	%
70-D-76	7,4	101,2	0,50
70-E-21	7,1	40,4	0,20
69-K-21	5,7	20,2	0,10
69-K-85	7,1	40,4	0,20

$$t = 7{,}4\ (0{,}50) + 7{,}1\ (0{,}20) + 5{,}7\ (0{,}10) + 7{,}1\ (0{,}20) = 7{,}11$$

3.2 ALLOCATION OPTIMALE

Un critère de sélection permet de choisir des alternatives admissibles. Il reste cependant à répartir de façon optimale entre ces alternatives, les crédits affectés aux travaux de restauration. Il n'existe pas de méthode unique et complètement objective pour cette allocation. Une des techniques généralement utilisées consiste à maximiser la valeur attendue des profits, ou à minimiser la valeur attendue

des pertes. Dans la première méthode, on compare les projets qui ont un même taux de rentabilité, mais en faisant une allocation d'après la variance du taux de rentabilité. Ainsi, pour deux projets ayant un taux de rentabilité supérieur à 7,5% mais dont la variance est de 1,0% pour le premier et de 1,5% pour le second, il serait plus certain de réaliser le seuil de rentabilité minimale avec le premier qu'avec le second. Dans ce cas, la règle de décision n'est pas le taux de rentabilité maximale mais la minimisation des pertes possibles.

La deuxième possibilité d'allocation optimale est de comparer, à variance égale, le taux de rentabilité des projets admissibles. Le projet dont le taux de rentabilité est le plus élevé devient prioritaire. La règle de décision n'est plus la minimisation des pertes possibles, mais la maximisation du profit.

Pour conclure, il convient d'insister sur le fait que le meilleur choix devrait être basé à la fois sur la maximisation du profit et la minimisation des pertes possibles. Ce compromis devrait refléter la situation économique du Québec et traduire une politique de gestion rationnelle au niveau de l'Etat.

TROISIEME PARTIE

ANALYSE FINANCIERE DE QUATRE PROJETS DE RESTAURATION FORESTIERE*

par

DIDIER BOUSSEMART

ET

REJEAN MAROIS

1973**

* Travail effectué pour le compte du Service de la restauration

** Revisé en 1975.

CONCLUSION

Le Service de la restauration forestière traverse une phase initiale d'installation dans la planification de vastes programmes sylvicoles. Pour cette raison, les méthodes utilisées ne sont pas totalement éprouvées et il en résulte une grande variation du coût de revient des traitements appliqués.

Cependant, après l'analyse de quelques projets réalisés pendant la saison 1971, il semble certain que les travaux de restauration forestière sont économiquement rentables pour l'Etat. En réduisant les frais annuels de planification générale à $1.23 par hectare, le taux de rentabilité de ces travaux sylvicoles peut dépasser le rendement des obligations d'épargne à long terme du Canada.

Le Service de la restauration forestière devrait dans un proche avenir, établir toutes les options d'aménagement pour les essences feuillues et résineuses. La sélection basée sur le taux de rentabilité permettrait par la suite de choisir les options les plus rentables. A ce stade, une méthode d'allocation optimale devrait être utilisée pour la répartition entre les projets admissibles, des fonds alloués à ces travaux. Ceci constitue les grandes lignes du programme de recherche que doit continuer le Service de la restauration forestière afin d'ajuster au même diapason, économique et sylviculture.

INTRODUCTION

Le Service de la recherche, à la demande du Service de la restauration, a mis en oeuvre un programme concernant l'évaluation de la rentabilité de la sylviculture. Certaines études sont réalisées:

- J.-M. Lavoie, *Rentabilité des travaux de restauration forestière* (nov. 1971);
- Boussemart et Marois, *Evaluation de la rentabilité des traitements sylvicoles;*
- J.-M. Lavoie, *Analyse économique de quatre projets de restauration forestière* (saison 1971-1972);
- P.-E. Vézina, *Rentabilité des coupes d'éclaircie en vue de l'aménagement intensif des sapinières au Québec.*

L'évaluation et le choix des investissements s'avèrent complexes au niveau de l'entreprise car jusqu'à présent, il ne s'est réalisé aucun consensus quant au taux d'actualisation à utiliser. La complexité s'aggrave au niveau de l'Etat où, en plus de la définition d'un taux d'actualisation, interviennent les effets indirects.

Prétendre résoudre de façon définitive l'évaluation de la rentabilité des traitements sylvicoles serait présomptueux. Cette étude porte sur une analyse des différentes méthodes utilisées et une autre approche du problème. Elle s'inscrit dans la suite logique des études déjà effectuées au bénéfice des gestionnaires chargés de la planification.

A la connaissance des auteurs, les différents travaux de Jean-Marc Lavoie et de P.-E. Vézina sont les seules études systématiques de l'évaluation de la rentabilité de traitements sylvicoles pour le Québec. Il faut ici une attention particulière. Certaines hypothèses avancées méritent d'être analysées en profondeur pour en apprécier les limites. Leur démarche est reprise point par point, pour aboutir finalement à une autre approche et à un certain nombre de recommandations.

CHAPITRE I

ANALYSE DE LA DEMARCHE PROPOSEE
(TAUX INTERNE DE RENDEMENT)

1.1 LA NOTION DE RENTABILITE

Comme le souligne Lavoie (1972)

> "les traitements sylvicoles nécessitent des investissements dont les fruits apparaissent longtemps après. Normalement ces traitements augmentent le volume de la récolte totale et permettent aussi d'obtenir des tiges de meilleure qualité. Ces deux facteurs se traduisent par une plus-value des peuplements aménagés."

La question qui se pose alors, est de savoir si la plus-value résultant d'un traitement sylvicole spécifique est supérieure ou du moins égale à l'investissement requis pour ce traitement. Si les deux termes sont égaux, le gestionnaire pourrait être indifférent face à la décision d'investir dans un traitement sylvicole. Si le fait d'investir entraîne des déboursés plus grands que les revenus espérés, la décision serait de ne pas investir. Dans le cas contraire, il serait avantageux d'investir.

Il faut donc, pour estimer les coûts et revenus du bois, tenir compte de deux facteurs importants:

- le temps;
- le loyer de l'argent.

De cette façon, il est possible de comparer, par exemple, les profits réalisés en foresterie avec le taux d'intérêt d'un titre de l'Etat. Il est utile d'évaluer la rentabilité de certaines activités puisque les revenus et les coûts ne surviennent pas forcément au même moment dans le temps. Le temps et le loyer de l'argent influencent de façon très sensible la rentabilité des projets considérés.

Dans un projet de restauration forestière entrepris par l'Etat, les revenus indirects sont constitués d'une part, des montants de taxes et impôts créés par le projet, tels l'impôt sur le revenu des particuliers que l'Etat retire en tant que percepteur fiscal, et d'autre part, des montants d'allocation sociale épargnés, en employant des personnes qui seraient autrement inactives.

Un exemple illustrera le calcul des revenus indirects. Le gouvernement comprend parmi ses ministères, les Terres et Forêts, les Affaires Sociales, le Revenu et les Affaires intergouvernementales. Un prestataire du bien-être social reçoit $4 000 par année, mais recevra $5 000 pour travailler. Un projet de reboisement emploie 100 assistés sociaux pendant un an. Sans ce projet, la valeur de l'activité économique de ces personnes est nulle. Le projet permettra une récolte forestière de $600 000. Le taux d'imposition moyen sur la valeur du produit forestier est de 10%.

AVANT LE PROJET DE RESTAURATION FORESTIERE

GOUVERNEMENT				VALEUR DE L'ACTIVITE ECONOMIQUE	ENTREE (+) OU SORTIE (-) DE FONDS
T. & F.	Aff. Soc.	Revenu	Aff. intergouv.		
$0	- $400,000	+ $40,000	$0	$0	- $360,000

APRES LE PROJET DE RESTAURATION FORESTIERE (REBOISEMENT)

T. & F.	Aff. Soc.	Revenu	Aff. intergouv.		
Salaires: -$500,000 -$445,000	$0	+ $55,000		$600,000	+ $105,000
Matériaux: -$50,000					

Si l'on considère les effets directs et indirects, il faudrait doubler ce montant.

L'analyse peut être étendue en faisant varier la proportion de main-d'oeuvre spécialisée et non spécialisée dans les projets, en considérant divers taux de redevances fiscales. Le salaire versé à la main-d'oeuvre, spécialisée ou non, est un coût direct, alors que le montant d'allocations sociales épargné est un revenu indirect. L'étude de Lussier et Tardif (1969) a estimé les revenus indirects, en taxes et impôts (pour les niveaux fédéral, provincial et municipal), à $3.53/m^3$ pour le bois destiné au sciage et à $7.07/m^3$ pour le bois destiné à la pâte.

Pour évaluer la rentabilité d'un projet, il existe plusieurs méthodes dont les plus courantes sont:

- la méthode de la période de recouvrement;
- la valeur présente nette (*VPN*);

- le taux de rentabilité interne (*TRI*);
- l'indice de rentabilité;
- le rapport bénéfice total actualisé/coût actualisé.

La méthode de la période de recouvrement ne tient pas compte de la différence de valeur de l'argent dans le temps. C'est la période requise pour que les bénéfices remboursent le montant investi. Pour cette raison, elle n'est pas retenue quand il s'agit d'effectuer des analyses de rentabilité.

La valeur présente nette est la différence entre revenus et coûts actualisés au même moment dans le temps.

$$VPN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Rt - Ct}{(1 + x)^t} - I_o \qquad (1)$$

VPN	valeur présente nette
Rt	revenu du projet à l'année t
Ct	coûts du projet à l'année t
I_o	investissement initial
x	taux d'actualisation
n	durée du projet en année
t	compteur d'année

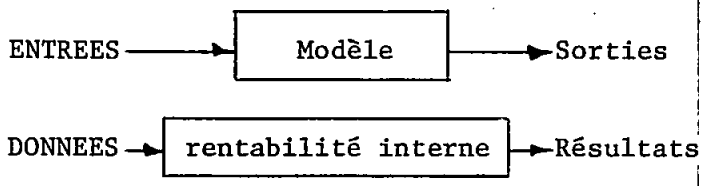
Le taux de rentabilité interne est égal au taux d'actualisation qui rend nulle la valeur présente nette, définie par:

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{Rt - Ct}{(1 + x)^t} - I_o = 0$$

L'indice de rentabilité est le résultat du rapport de la somme des revenus nets actualisés par l'investissement initial:

$$\text{Indice (net)} = \frac{= \sum_{t=1}^{n} (Rt - Ct) \,/\, (1 + x)^{t} \quad (3)}{I_0}$$

Pour évaluer la rentabilité de quatre projets du Service de la restauration, Jean-Marc Lavoie retient le *TRI*. Il définit le taux de rentabilité comme le taux pour lequel la valeur actualisée des recettes égale celle des coûts. En fait, la procédure qu'il utilise peut se comparer à un modèle entrées-sorties:



Sa démarche est ici analysée en fonction des données, du modèle et des résultats.

1.2 ANALYSE DES DONNEES

L'évaluation de la rentabilité directe revient donc à comparer les revenus et coûts impliqués par un projet, en fonction du loyer de l'argent. Au niveau de l'Etat, il faut considérer également la rentabilité indirecte.

En ce qui concerne les revenus et coûts directs des quatre projets considérés, Lavoie (1972) envisage trois types de coût:

Coût des améliorations permanentes et achat de terrain:

Comprend les déboursés pour effectuer des améliorations destinées à persister durant plus d'une révolution. Sont inclus comme investissement permanent: barrage, route principale, achat de terrain, pont, canal d'irrigation, zonage, dynamitage.

Coût des améliorations non permanentes:

Comprend les déboursés pour effectuer des travaux dont l'objectif vise la croissance d'un peuplement donné. Sont inclus comme investissement périodique: la préparation du sol, la plantation ou l'ensemencement, les mesures pour assurer la régénération, l'éclaircie pré-commerciale, l'élagage, les mesures de protection spéciale (arrosage aérien), les routes secondaires, la fertilisation, l'inventaire périodique.

Coût annuel:

Comprend les frais généraux d'administration et de planification requis pour la réalisation des travaux de restauration forestière.

Le tableau suivant donne les formules d'actualisation de chacun de ces coûts ou investissements permanents, non permanents et annuels.

Type d'investissement	Formule	Symbole
Permanent	$h_0 \left[\dfrac{(1+p)^n - 1}{(1+p)^n} \right]$	h_0 = coût à l'âge zéro p = taux d'intérêt n = durée de vie du projet
Non permanent	$c_t \quad (1+p)^{-t}$	c_t = coût non permanent, année t p = taux d'intérêt t = année t
Annuel	$c_t \left[\dfrac{(1+p)^n - 1}{p(1+p)^n} \right]$	c = charge annuelle p = taux d'intérêt n = durée de vie du projet

Parmi les coûts et revenus directs, Lavoie se base sur les chiffres réels quand ils sont disponibles, excepté en ce qui concerne le coût à l'hectare d'une coupe pré-commerciale où il considère une situation normalisée. Il semble cependant nécessaire d'attribuer plusieurs niveaux de coûts à cette opération.

Par ailleurs, des différences apparaissent en ce qui concerne les volumes ligneux, dans sa description des peuplements et traitements suivants:

Projet 69-K-21:

Le volume marchand par acre est de 154 m^3/ha;

Le traitement: coupe sélective à 40 p. 100 du volume marchand,

soit, à priori: 154 x 40 ÷ 100 = 61,6 m^3/ha.

Or, en réalité, 77 m^3/ha ont été récoltés.

Projet 69-K-85:

Le volume marchand par acre est de 196 m^3/ha;

Le traitement: coupe sélective à 40 p. 100 du volume marchand,

soit, à priori: 196 x 40 ÷ 100 = 78,4 m^3/ha.

Or, en réalité, 49 m^3/ha ont été récoltés.

Lavoie explique que de telles différences proviennent d'erreurs de relevés; quoi qu'il en soit, les calculs doivent être effectués en fonction du bois effectivement récolté.

Pour ce qui est des frais annuels, Lavoie considère trois hypothèses: $1.23, $2.47 et $4.94/ha. En réalité, comme il le mentionne dans sa discussion, les frais annuels s'élèvent actuellement à $4.97/ha. Il est évident que ce coût est élevé, compte tenu de la période de rodage du Service de la restauration forestière. Ses hypothèses, respectivement très optimiste, optimiste et moyenne, cadrent bien avec la réalité.

Pour les valeurs des coûts et revenus indirects, un certain nombre de réserves peuvent être formulées.

Tout d'abord, les montants retenus sont les montants de revenus indirects crées par les secteurs du sciage ou de la pâte, soit:

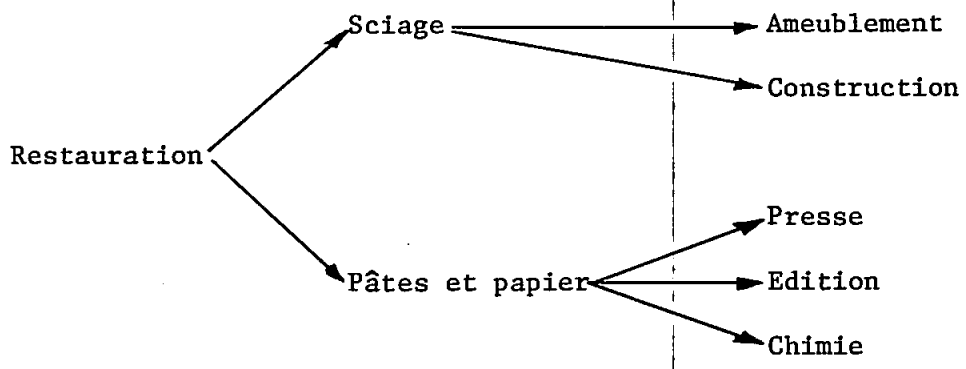
$3,53/$m^3$, si le bois est destiné au sciage

et $7.07/$m^3$, si le bois est destiné à la pâte.

Lors d'une analyse de projets sylvicoles, l'utilisation du bois ne peut être anticipée, encore moins les revenus indirects, taxes et impôts provenant de la transformation ultérieure du bois. Cela revient

à grossir les revenus indirects crées par la restauration. En outre, les montants calculés sont valables au niveau de l'entreprise. Une partie des montants est composée de l'impôt sur les bénéfices des sociétés, des droits de coupe, etc.

L'influence du secteur forestier sur d'autres secteurs peut se schématiser comme suit:



Chaque secteur ajoute une plus-value aux matières premières transformées.

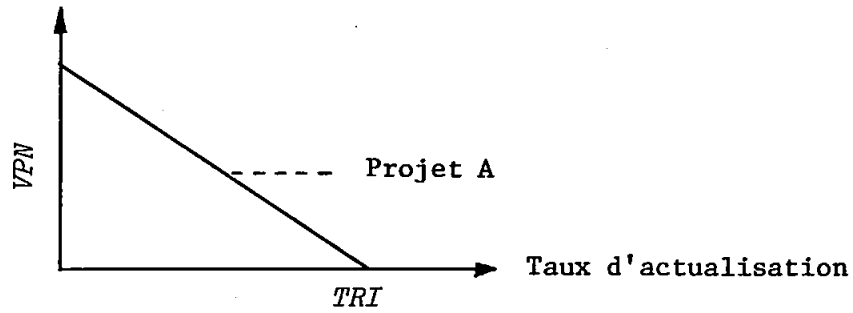
La rentabilité indirecte se définit de même manière que la rentabilité directe. Elle se calcule à partir de revenus et coûts directs auxquels sont ajoutés les coûts indirects. Or, s'il est difficile d'évaluer de façon précise les revenus indirects, il est encore plus aléatoire d'évaluer les coûts indirects. D'une façon générale, on émet l'hypothèse implicite que les coûts indirects sont négligeables, ce qui altère peut-être l'exactitude des résultats.

Les revenus indirects tels que décrits passent du simple au double, selon que le bois aboutit en totalité au sciage ou bien à la

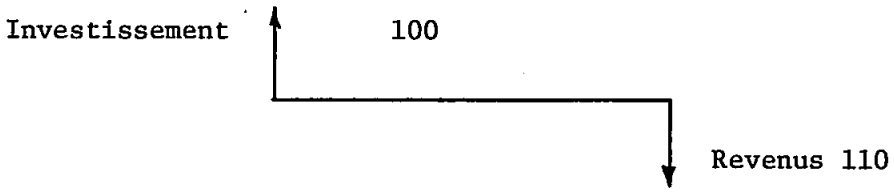
pâte, d'où une incertitude sur les résultats d'une étude prévisionnelle dans laquelle la destination du bois est fixée arbitrairement.

1.3 ANALYSE DU MODELE

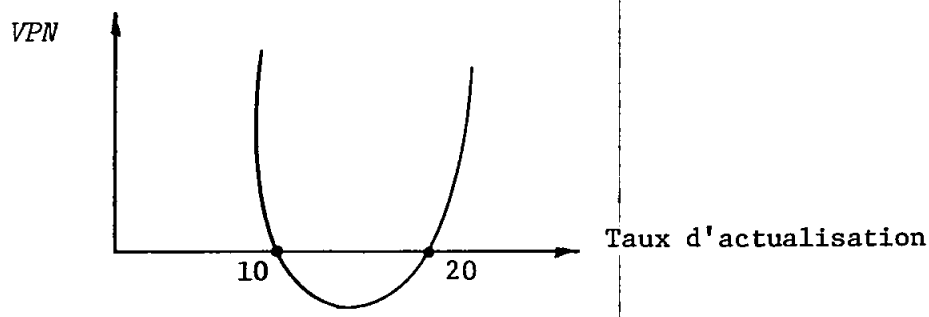
Pour l'évaluation des projets, Lavoie utilise le modèle du taux de rentabilité interne (équation 1), qui est le taux d'actualisation pour lequel la valeur présente nette est nulle, ce qui s'illustre graphiquement ainsi:



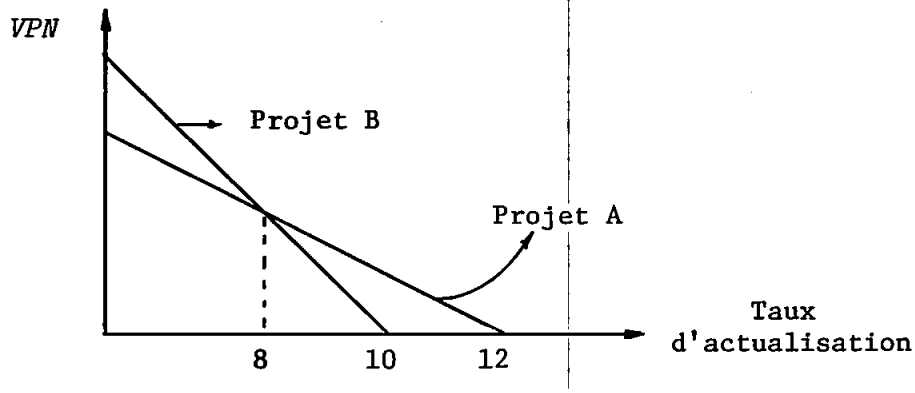
Si l'on considère un graphique dont l'ordonnée représente les valeurs présentes et l'abcisse, les taux d'actualisation, il apparaît que pour un projet A, plus le taux d'actualisation sera élevé, plus la valeur présente nette sera altérée. Cela est vrai quand on a une distribution simple des revenus et coûts du genre:



Cependant, il peut arriver qu'à une certaine distribution des coûts et revenus dans le temps pour un projet, correspondent plus d'un taux de rentabilité interne. Il peut aussi y avoir plusieurs taux d'actualisation qui donnent la même *VPN*.



Par ailleurs, la méthode du *TRI* implique par définition, l'actualisation des revenus et coûts à ce taux, ce qui repose sur l'hypothèse du réinvestissement des *cash flows* au taux utilisé. Cela signifie que quelque soit le *TRI*, très bas ou au contraire très élevé, les revenus impliqués dans le projet sont réinvestis à ce taux, ce qui n'est pas du tout réaliste car dans le marché réel, il existe un taux d'intérêt qui ne correspond pas forcément au *TRI*. Tant que l'analyse porte sur un seul projet à comparer avec un placement possible, l'utilisation du *TRI* ou de la *VPN* donne le même résultat. En effet, la *VPN* est positive pour toute valeur comprise entre 0 et le *TRI*. Dès qu'il s'agit de comparer deux projets, il y a ristque d'erreur dans le choix du projet le plus rentable. C'est une limite à la méthode de la *VPN* et aux méthodes dérivées.



De plus, pour comparer des alternatives d'investissement par cette méthode, il faut avoir une même durée ou les reporter sur un même horizon économique.

Pour ce qui est du *TRI*, le projet A est le plus rentable. Suivant la *VPN*, il s'avère que le projet A est moins rentable que le projet B lorsque le taux d'actualisation est inférieur à 8%.

En conséquence, la méthode du *TRI* est soumise à deux types de restriction:

- la possibilité implicite du réinvestissement au *TRI*, dans un projet identique, des revenus survenants en cours de période. En fait, le classement des alternatives d'investissement n'est le même selon les différents critères que si certaines conditions sont présentes.

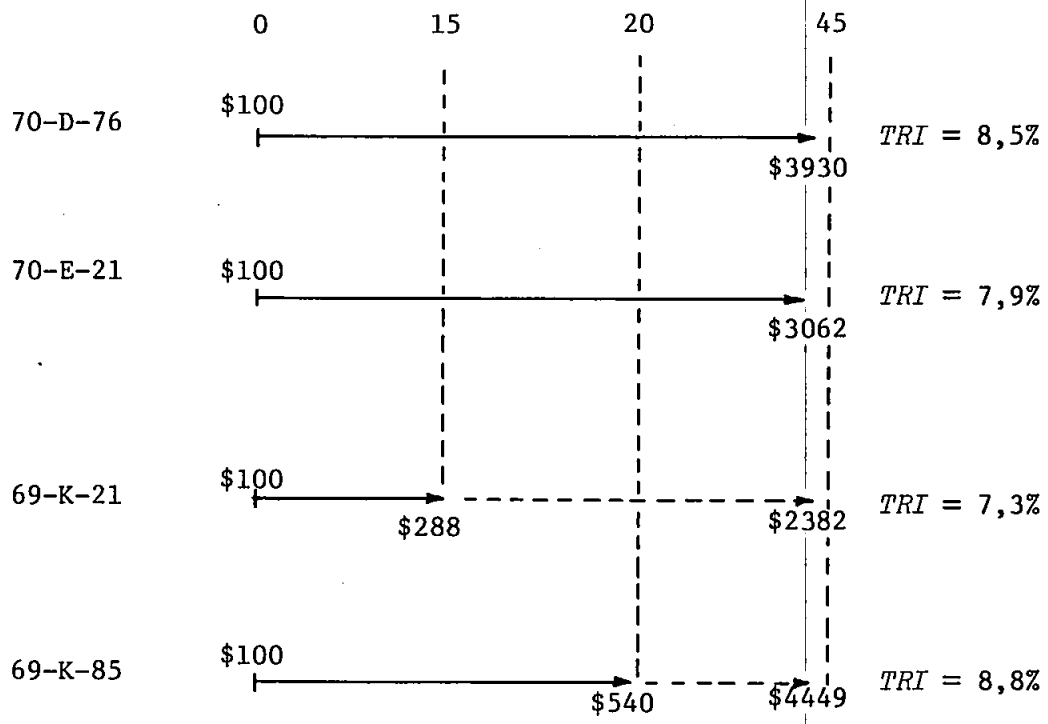
- l'évaluation selon la méthode de la *VPN* a été utilisée dans cette étude.

1.4 ANALYSE DES RESULTATS

L'analyse de Lavoie aboutit à la matrice de résultats suivants en fonction des frais annuels:

Vie économique	Projet	Frais annuels			
		1.24	2.47	4.94	$/ha
45	70-D-76	8,5	7,4	6,3	
45	70-E-21	7,9	7,1	6,0	
15	69-K-21	7,3	5,7	3,9	
20	69-K-85	8,8	7,1	5,3	

Si l'on considère un même investissement initial de $100 pour chacun des quatre projets, on a la situation suivante, pour un montant de frais annuels de $1.24/ha: si l'horizon économique n'est pas considéré, dans l'exemple d'un même investissement initial de chacun des quatre projets d'un montant de frais annuels de $1.24/ha, la valeur composée de l'investissement au *TRI* se présente schématiquement ainsi:



La comparaison des quatre projets pour un même horizon économique de 45 ans nécessite que les montants obtenus à 15 ans pour le 69-K-21 et 20 ans pour le 69-K-85 puissent être réinvestis au *TRI*, donc dans des projets identiques, jusqu'à 45 ans. Cela suppose une augmentation de la superficie traitée, ce qui n'est réaliste que dans une phase d'expansion.

En résumé, suite à cette analyse ponctuelle de l'approche de Lavoie concernant l'évaluation de la rentabilité de quatre projets de restauration forestière, les observations suivantes sont retenues:

- il y a lieu d'évaluer l'importance d'une variation du coût de la coupe pré-commerciale, de même que l'importance de l'imputation des revenus indirects en fonction de la répartition du volume ligneux pour le sciage et la pâte;

- il importe de déterminer un même horizon économique pour la comparaison des projets entre eux quand la méthode de la valeur présente nette est utilisée.

CHAPITRE II

ANALYSE EN FONCTION DE LA VALEUR PRESENTE NETTE

2.1 GENERALITES

Après la critique de l'analyse de Lavoie et compte tenu des problèmes soulevés, l'étude est reprise en suivant une autre approche qui permet néammoins de procéder à une comparaison avec les résultats de la précédente. Ainsi, après avoir défini les hypothèses qui justifient les données utilisées, il est procédé à l'établissement du modèle d'évaluation et au calcul des résultats.

La description de trois des quatre projets (69-K-85; 70-E-21; 69-K-21) est reprise; le quatrième (70-D-76) est considéré comme une alternative du projet 70-E-21 avec, s'il y a lieu, quelques commentaires basés sur le rapport final du projet établi par le district. Des alternatives sont élaborées pour chaque option d'aménagement avec pour chacune d'entre elles, les raisons qui les motivent.

2.2 DESCRIPTION DES PROJETS

Projet 69-K-85

Description du peuplement:

- Sapin - épinette
- Classe de fertilité II
- Age, 45 ans
- Volume marchand à l'hectare 195,9 m^3/ha
- Surface terrière à l'hectare: 9,29 m^2
- Superficie traitée: 111,3 ha

Traitement:

Préconisé: coupe commerciale sélective à 40 p. 100 du volume marchand;

Effectué: d'après la description du peuplement ci-dessus et le volume enlevé lors de la première éclaircie commerciale, une coupe commerciale sélective à 25 p. 100 du volume marchand.

Coûts:	$/m^3
Coûts d'exploitation:	7.56
Entretien de chemins	0.04
Réparation de pont	0.02
Aménagement de camp et écurie	0.22
Martelage	0.24
Coupe à forfait	5.48
Mesurage	1.05
Indemnité de vacance (4 p. 100)	0.27
Administration	0.24
Coûts d'améliorations non permanentes*	
Gravelage	$42.01/ha

* Ce coût a été remplacé par un coût permanent de $86.48/ha (ne connaissant pas les hypothèses formulées par Lavoie).

Revenus:

Vente des bois:

	Pourcentage	$/m^3
Sciage	82	9.05
Pâte	18	4.06
Moyenne	100	8.17

Volume de bois récolté:

Pâte	405 cordes	974,57 m^3	1 468 m^3 (A)
Sciage	1883 cordes	4 531,16 m^3	6 825 m^3 (A)

Facteur de conversion: 2,25 cordes[1] au M. p.m.p. (A)

Coefficient d'exploitation

$$CEX = \frac{\text{Coût d'exploitation}}{\text{Revenu}} = \frac{7.56}{8.17} = 0.93$$

Projet 70-E-21

Description du peuplement

- Sapinière
- Classe de fertilité II
- Age: 20 ans
- Superficie traitée: 512,7 ha

Traitement:

Préconisé: éclaircie pré-commerciale à 40 p. 100 de la surface terrière;

Effectué: éclaircie pré-commerciale à 20 p. 100 de la surface terrière (Données d'inventaire du Service de la restauration forestière).

[1] 1 corde = *85 pi*^{3} = 2,41 m^3

Coût:

Coût périodique:	$/ha
Salaire	130.96
Autres	2.47
Total	133.43

Remarque: Lavoie, après avoir établi la relation entre le coût hebdomadaire et l'expérience acquise, a conclu:

- que le coût diminue de 66% en regard de l'expérience acquise;
- que le coût minimum est de $98.80/ha

Considérant une méthode stabilisée, il a estimé à $98.80/ha le coût de ce traitement sylvicole.

Projet 69-K-21

Description du peuplement

- Sapinière
- Classe de fertilité II
- Age: 50 ans
- Volume marchand à l'hectare: 62,2 m^3
- Surface terrière à l'hectare: 14,8 m^2
- Superficie traitée: 3 885 ha.

Traitement

Préconisé: coupe commerciale sélective à 40 p. 100 du volume marchand;

Effectué: d'après la description du peuplement ci-dessus et le volume enlevé par le traitement, une coupe commerciale sélective est évaluée à 50 p. 100 du volume marchand.

Coût		$/m³
Coût d'exploitation		8.45
Aménagement de camp et écurie		0.29
Travaux préliminaires		0.11
Martelage		0.21
Coupe à forfait		5.23
Opération générale du chantier		0.21
Mesurage		0.33
Débusquage		0.05
Débardage		1.47
Indemnité de vacances (4 p. 100)		0.25
Part de l'employeur		0.23
Coût d'améliorations permanentes		
Chemin d'accès	$86.49/ha	

Revenus:

Vente des bois

	Pourcentage	$/m³
Sciage	82	9.41
Pâte	18	5.40
Moyenne	100	8.69

Autres revenus*:

Pension pour les chevaux $8 032.00

Volume de bois exploité:

- à pâte (*4 pi*) = *2 058 cordes* = 4 953,32 m³
- de sciage (*8 pi*) = *3 824 cordes* de *8 pi* = 4 315,50 m³

Facteur de conversion: *2,25 cordes* au M.p.m.p.

Coefficient d'exploitation:

$$CEX = \frac{\text{Coût d'exploitation}}{\text{Revenus de la vente des bois}} = \frac{8.45}{8.69} = 0.97$$

* Ce montant n'est pas inclus dans le coefficient d'exploitation.

2.3 ETABLISSEMENT DES OPTIONS D'AMENAGEMENT

Chaque option d'aménagement se compose de plusieurs traitements sylvicoles dont le premier, identifié par le stade évolutif du peuplement naturel, est celui de l'un des projets analysés et les autres sont définis à l'aide d'estimations basées sur les tables normales. Pour établir les données qui permettent de calculer la rentabilité des options d'aménagement proposées, les hypothèses suivantes sont émises:

- le prix de vente des bois est de $8.48 le mètre cube, quelle que soit l'utilisation;
- le revenu indirect pour les bois destinés au sciage est de $3.53 le mètre cube;
- le revenu indirect pour les bois destinés à la pâte est de $7.06 le mètre cube;
- un coût permanent de $86.48/ha est imputé aux 3 projets;
- les frais annuels sont de $4.94/ha. Ce montant, utilisé aussi par Lavoie, semble le plus réaliste dans le contexte actuel;
- la durée de vie d'une option d'aménagement est déterminée par la durée de la révolution du peuplement traité, moins son âge actuel;
- les coefficients d'exploitation sont ceux estimés par Lavoie, sauf pour quelques cas.

Les combinaisons de données jugées utiles déterminent autant d'alternatives d'une option d'aménagement, représentées chacune par un vecteur et une matrice (*RE*). Le vecteur (*CE*) se compose de quatre nombres dont le premier représente le coût d'une amélioration permanente effectuée pendant la durée de vie de l'option d'aménagement, s'il y a lieu, le second exprime l'âge auquel s'applique ce coût à compter de

l'âge actuel du peuplement, le troisième indique la durée de vie de l'option d'aménagement et le quatrième, le montant des coûts annuels.

La matrice est composée de neuf colonnes et d'un nombre de lignes égal au nombre de traitements sylvicoles effectués pendant la durée de vie de l'option d'aménagement. Dans l'ordre, les colonnes expriment: l'âge auquel est effectué le traitement sylvicole à compter de l'âge actuel du peuplement (période), le volume (mètres cubes) de bois destiné au sciage (*QS*), le volume (mètres cubes) de bois destiné à la pâte (*QP*), la quantité (mètres cubes) totale de bois produit (*QT*), le coût de la coupe pré-commerciale ou le prix de vente par mètre cube suivant le traitement effectué (*P*), le coefficient d'exploitation (*CEX*), le revenu indirect pour le sciage (*RIS*), le revenu indirect pour la pâte (*RIP*) et un calcul interne (*A*).

Le calcul de la rentabilité se rapporte ici à la période comprise entre la mise en application de l'option d'aménagement et la coupe finale, et non pas à la durée de la révolution comme dans l'étude de Lavoie.

Pour chaque option d'aménagement, la matrice de la première alternative constitue l'élément de base de l'option d'aménagement, c'est-à-dire la matrice sur laquelle sont effectués les changements qui définissent les autres alternatives. Chacune est présentée avec son vecteur, sa matrice et son utilité. Le même vecteur s'applique à toutes les alternatives d'une option d'aménagement.

Projet 69-K-85

Vecteur *CE*:

	Coût des améliorations permanentes	Période (coût permanent)	Durée de vie de l'option	Coûts annuels
CE	$86.48/ha	0	20	$4.94/ha

La rentabilité totale et directe est calculée à l'aide, respectivement, des alternatives 1 et 2, la première constituant l'alternative de base.

Le montant des revenus indirects influe sur la rentabilité, ce qui peut être mis en évidence par les résultats calculés à partir des matrices 1, 2, 4 et 5, les deux dernières mesurant l'effet de l'imputation de revenus indirects du bois de sciage et du bois à pâte respectivement, à la totalité de la production. Le fait d'appliquer un même prix moyen des bois de sciage et des bois à pâte dans l'alternative 5, entraîne une surestimation de sa rentabilité et par conséquent, une exagération de l'effet des revenus indirects.

Les valeurs attribuées aux coefficients d'exploitation par Lavoie proviennent d'une première expérience et ne peuvent être considérées comme définitives. Les alternatives 3 et 6 comprennent des *CEX* moins élevés, permettant d'estimer l'influence sur les rentabilités totale et directe, d'une amélioration de l'efficacité totale des traitements.

L'alternative 7 du deuxième projet permet de mesurer l'impact sur la rentabilité d'un coût d'éclaircie précommerciale plus élevé.

Tableau 9

Description des alternatives pour le

PROJET 69-K-85

VECTEUR *CE* ($86.48 - 0 - 20 - $4.94)*

1re Alternative	Période	*QS* m^3/ha	*QP* m^3/ha	*QT* m^3/ha	*P* $/$m^3$	*CEX*	*RIS* $/$m^3$	*RIP* $/$m^3$	*A*
Ec. comm. (45 ans)	0	42	7	49	8.48	.93	3.53	7.06	0
Ec. comm. (55 ans)	10	70	14	84	8.48	.88	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	20	168	35	203	8.48	.70	3.53	7.06	0
2e Alternative									
Ec. comm. (45 ans)	0	42	7	49	8.48	.93	0	0	0
Ec. comm. (55 ans)	10	60	14	84	8.48	.88	0	0	0
Coupe à blanc (65 ans)	20	168	35	203	8.48	.70	0	0	0
3e Alternative									
Ec. comm. (45 ans)	0	49	0	49	8.48	.93	3.53	7.06	0
Ec. comm. (55 ans)	10	84	0	84	8.48	.88	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	20	203	0	203	8.48	.70	3.53	7.06	0
4e Alternative									
Ec. comm. (45 ans)	0	0	49	49	8.48	.93	3.53	7.06	0
Ec. comm. (55 ans)	10	0	84	84	8.48	.88	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	20	0	203	203	8.48	.70	3.53	7.06	0
5e Alternative									
Ec. comm. (45 ans)	0	42	7	49	8.48	.90	0	0	0
Ec. comm. (55 ans)	10	70	14	84	8.48	.80	0	0	0
Coupe à blanc (65 ans)	20	168	35	203	8.48	.60	0	0	0
6e Alternative									
Ec. comm. (45 ans)	0	42	7	49	8.48	.90	3.53	7.06	0
Ec. comm. (55 ans)	10	70	14	84	8.48	.80	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	20	168	35	203	8.48	.60	3.53	7.06	0

* Voir p. 98

Tableau 10

Description des alternatives

PROJET 70-E-21

VECTEUR *CE* ($86.48 - 15 - 45 - $4.94)*

1re Alternative	Période	*QS*	*QP*	*QT*	*P* $/m³	*CEX*	*RIS* $/m³	*RIP* $/m³	*A*
Ec. pré-comm. (20 ans)	0	0	0	7	-14.13	0	3.53	7.06	0
Ec. comm. (35 ans)	15	0	49	49	8.48	.95	3.53	7.06	0
Ec. comm. (45 ans)	25	28	35	63	8.48	.90	3.53	7.06	0
Ec. comm. (55 ans)	35	28	35	63	8.48	.85	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	45	119	119	238	8.48	.70	3.53	7.06	0
2e Alternative									
Ec. pré-comm. (20 ans)	0	0	0	7	-14.13	0	0	0	0
Ec. comm. (35 ans)	15	0	49	49	8.48	.95	0	0	0
Ec. comm. (45 ans)	25	28	35	63	8.48	.90	0	0	0
Ec. comm. (55 ans)	35	28	35	63	8.48	.85	0	0	0
Coupe à blanc (65 ans)	45	119	119	238	8.48	.70	0	0	0
3e Alternative									
Ec. pré-comm. (20 ans)	0	0	0	7	-14.13	0	3.53	7.06	0
Ec. Comm. (35 ans)	15	49	0	49	8.48	.95	3.53	7.06	0
Ec. Comm. (45 ans)	25	63	0	63	8.48	.90	3.53	7.06	0
Ec. Comm. (55 ans)	35	63	0	63	8.48	.85	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	45	238	0	238	8.48	.70	3.53	7.06	0
4e Alternative									
Ec. pré-comm. (20 ans)	0	0	0	7	-14.13	0	3.53	7.06	0
Ec. Comm. (35 ans)	15	0	49	49	8.48	.95	3.53	7.06	0
Ec. Comm. (45 ans)	25	0	63	63	6.48	.90	3.53	7.06	0
Ec. Comm. (55 ans)	35	0	63	63	8.48	.80	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	45	0	238	238	8.48	.70	3.53	7.06	0
5e Alternative									
Ec. pré-comm. (20 ans)	0	0	0	7	-14.13	0	0	0	0
Ec. comm. (35 ans)	15	0	49	49	8.48	.90	0	0	0
Ec. comm. (45 ans)	25	28	35	63	8.48	.85	0	0	0
Ec. comm. (55 ans)	35	28	35	63	8.48	.80	0	0	0
Coupe à blanc (65 ans)	45	119	119	238	8.48	.60	0	0	0

* Voir p. 98

Tableau 11

Description des alternatives

PROJET 69-K-21

VECTEUR *CE* ($86.48 - 0 - 15 - $4.94)*

1re Alternative	Période	*QS* m^3/ha	*QP* m^3/ha	*QT* m^3/ha	*P* $/$m^3$	*CEX*	*RIS* $/$m^3$	*RIP* $/$m^3$	*A*
Coupe sélective (50 ans)	0	63	14	77	8.48	.97	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	15	112	28	140	8.48	.70	3.53	7.06	0
2e Alternative									
Coupe sélective (50 ans)	0	63	14	77	8.48	.97	0	0	0
Coupe à blanc (65 ans)	15	112	28	140	8.48	.70	0	0	0
3e Alternative									
Coupe sélective (50 ans)	0	77	0	77	8.48	.97	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	15	140	0	140	8.48	.70	3.53	7.06	0
4e Alternative									
Coupe sélective (50 ans)	0	0	77	77	8.48	.97	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	15	0	140	140	8.48	.70	3.53	7.06	0
8e Alternative									
Coupe sélective (50 ans)	0	0	14	77	8.48	.97	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	15	126	35	161	8.48	.70	3.53	7.06	0

* Voir p. 98

6ième Alternative	Période	QS	QI	QT	P $/m³	SEX	RTS $/m³	RTP $/m³	A
Ec. pré-comm. (20 ans)	0	0	0	7	-14.13	0	3.53	7.06	0
Ec. comm. (35 ans)	15	0	49	49	8.48	.90	3.53	7.06	0
Ec. comm. (45 ans)	25	28	35	63	8.48	.85	3.53	7.06	0
Ec. comm. (55 ans)	35	28	35	63	8.48	.80	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	45	119	119	238	8.48	.60	3.53	7.06	0
7ième Alternative									
Ec. pré-comm. (20 ans)	0	0	0	7	-17.66	0	3.53	7.06	0
Ec. comm. (35 ans)	15	0	49	49	8.48	.95	3.53	7.06	0
Ec. comm. (45 ans)	25	28	35	63	8.48	.90	3.53	7.06	0
Ec. comm. (55 ans)	35	28	35	63	8.48	.85	3.53	7.06	0
Coupe à blanc (65 ans)	45	119	119	238	8.48	.70	3.53	7.06	0

Figure II Dominance relative des projets avec les revenus indirects.

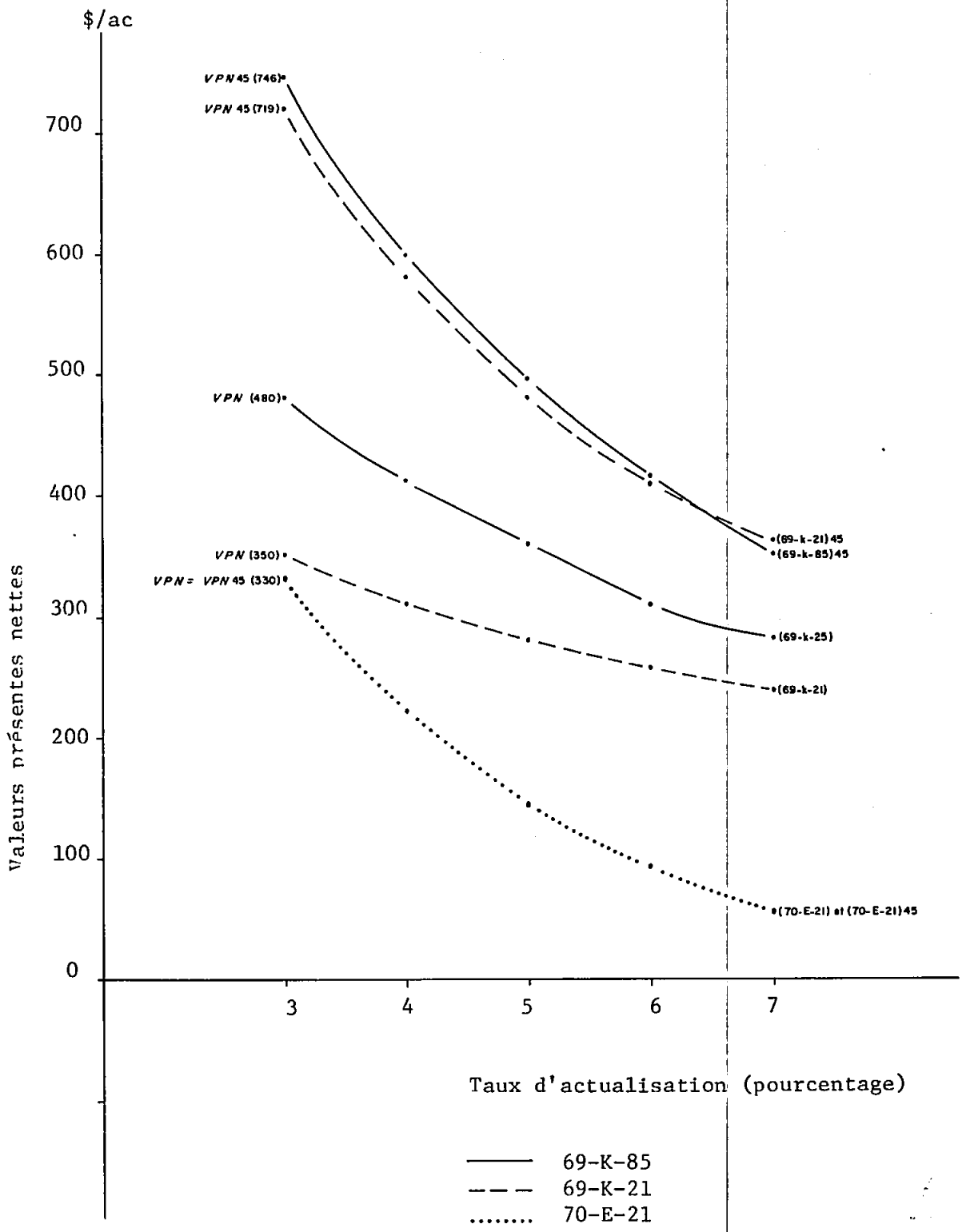
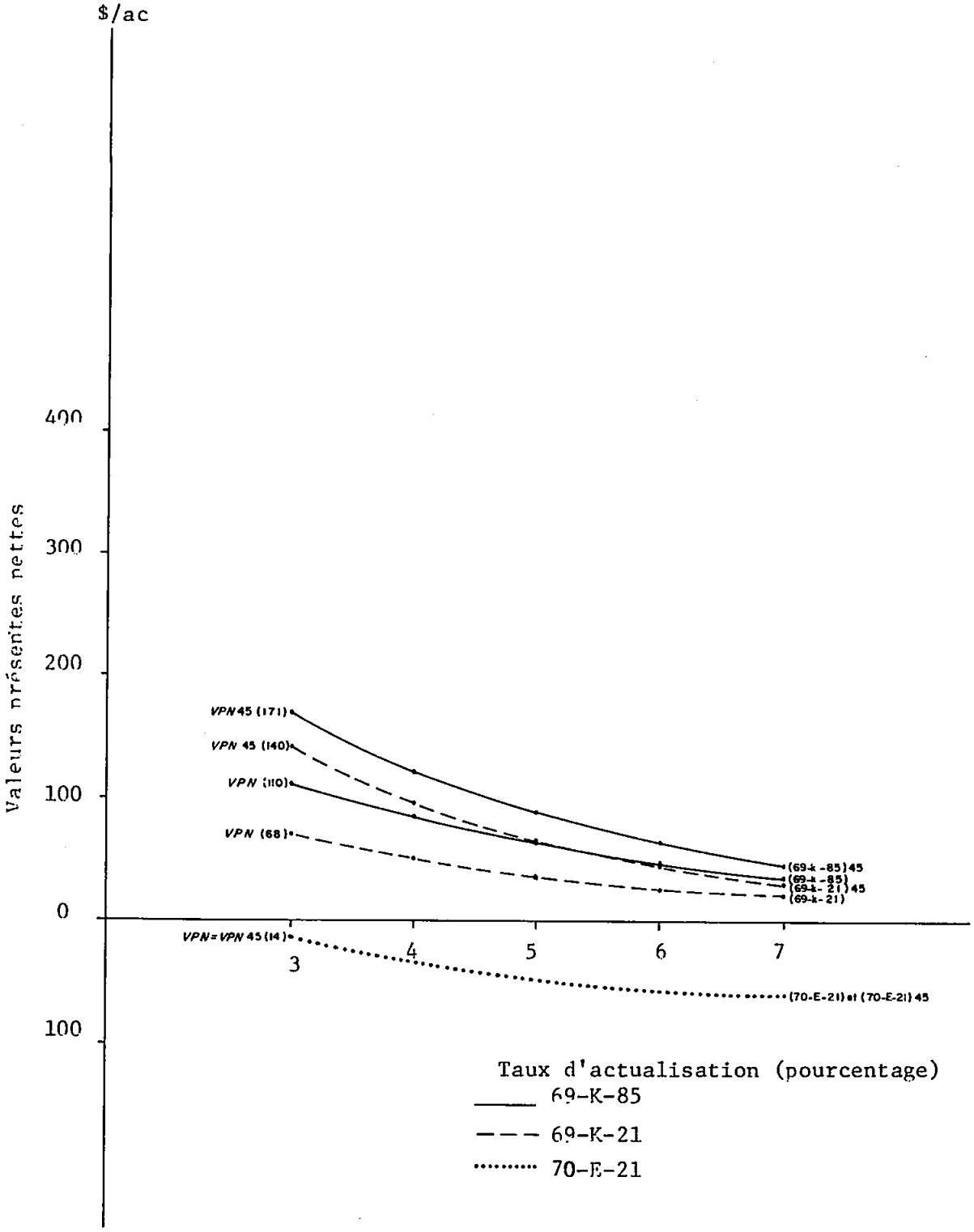


Figure III Dominance relative des projets sans les revenus indirects.



L'alternative 8 du troisième projet est fondée sur une autre méthode d'évaluation du volume, proposée par Vézina et applicable seulement dans ce cas.

2.4 MODELE UTILISE

2.4.1 CALCUL DE LA VALEUR PRESENTE NETTE

L'étude des différents autres critères possibles a conduit à la même conclusion: l'utilisation de la valeur présente nette comme critère d'évaluation de la rentabilité est préférable.

Pour évaluer la rentabilité d'un investissement forestier, il s'agit de soustraire, pour chaque année, le total des coûts du total des revenus et d'actualiser cette différence pour obtenir la valeur présente nette. Si elle est positive ou égale à zéro, le projet est rentable; sinon, il s'avère économiquement non avantageux.

Le modèle utilisé est donc basé sur le calcul de la valeur présente nette, pour différents taux d'actualisation.

Pour chacune des alternatives et projets considérés, la valeur présente est calculée pour 50 taux d'actualisation de 1 à 25,5 p. 100, avec un accroissement constant de 0,5 p. 100, ceci pour faire une analyse graphique de chaque alternative, procéder à une comparaison rationnelle de ces différentes alternatives d'un même projet et mettre aussi en évidence l'impact d'une variation des données sur la rentabilité.

Le grand nombre de calculs impliqués par cette démarche a rendu nécessaire l'élaboration d'un programme en langage *APL* qui a permis de

calculer 900 valeurs présentes nettes. La présentation graphique est obtenue à l'aide du programme *Plotformat* disponible dans une banque publique (*cf.* annexe 1).

2.4.2 HORIZON ECONOMIQUE

La comparaison de projets ayant des durées de vie différentes nécessite la définition d'un même horizon économique limitant une période durant laquelle les valeurs nettes finales peuvent être placées à un certain taux d'intérêt jusqu'à l'horizon économique si les projets ne peuvent se répéter identiquement à eux-mêmes ou, s'ils peuvent être répétés, durant laquelle ils doivent l'être un nombre entier de fois.

L'horizon économique est fixé arbitrairement à la fin du long projet, soit à 45 ans. Il s'avère impossible d'en choisir un plus court et ce serait augmenter l'incertitude que de le fixer plus loin ou encore à l'infini. S'il y a possibilité de répétition, le projet 69-K-21 est ainsi répété trois fois et le projet 69-K-85 l'est deux fois (il ne peut l'être un nombre entier de fois sur 45 ans, ce qui le désavantage légèrement dans cette comparaison).

Il est admissible de considérer que les valeurs nettes, en fin de projet, peuvent être placées jusqu'à l'horizon économique au taux d'actualisation utilisé dans leur calcul et dans celui de la *VPN*. En effet, dans un problème de choix entre plusieurs possibilités d'investissement, le taux d'actualisation à utiliser est le coût d'opportunité de l'investissement. Dans le cas d'une entreprise privée, c'est le taux le plus élevé parmi ceux que l'entrepreneur est en mesure d'obtenir dans

les différentes alternatives d'investissement qui s'offre à lui, excepté le projet à analyser, pour des degrés de risque comparables à celui du projet. Le même taux appliqué aux investissements représente un coût (manque à gagner) et, appliqué aux recettes, représente un revenu réaliste. Pour l'Etat, cette notion de coût d'opportunité est plus difficile à définir. Il semble généralement admis aujourd'hui que le taux d'actualisation à utiliser par l'Etat est le taux de rendement que le capital prélevé par le système de taxes aurait rapporté dans le secteur privé, diminué d'une certaine part de risque. Ce taux net de risque est très proche, à long terme, de celui des obligations émises par l'Etat dans une économie équilibrée puisqu'il ne comporte pas de risque (l'Etat est toujours solvable), l'ajustement étant réalisé par le jeu de l'offre et de la demande de capitaux entre secteur public et secteur privé. Le taux des obligations de l'Etat, appliqué comme taux d'actualisation aux investissements, représente bien un coût réel et appliqué aux recettes, il représente de manière réaliste le taux de rendement net de risque que l'Etat peut obtenir de leur placement sur le marché financier.

Il est à remarquer que ce taux comporte une part pour inflation. Il est donc à appliquer tel quel dans une étude à prix courants. Par contre, dans une étude à prix constants comme celle-ci, il faut appliquer le taux des obligations émises par l'Etat diminué du taux moyen de l'inflation. Si le taux moyen des obligations étatiques est de 7 p. 100 et le taux moyen de l'inflation de 4 p. 100 pour ces dernières années, il en résulte un taux d'actualisation de 3 p. 100 pour l'analyse des investissements de l'Etat à prix constants.

Afin de ne pas limiter l'étude à une seule hypothèse concernant l'évaluation du taux d'actualisation et pour avoir une image de la dominance relative des trois projets dans un intervalle de taux possibles, le calcul est effectué ici pour des taux de 3, 4, 5, 6 et 7 p. 100. Il consiste donc, en définitive, pour chaque projet répétable, à composer les valeurs nettes en fin de chacune des révolutions effectuées durant la période, jusqu'à l'horizon économique, et à les annuler pour obtenir la valeur finale à 45 ans, qui permet de comparer les projets entre eux, ou, ce qui revient au même, à comparer ces valeurs finales actualisées à l'année 0.

Si les projets ne sont pas répétables, la composition des valeurs nettes à l'horizon économique et l'actualisation à l'année 0 au même taux de ces valeurs finales redonne la *VPN*, qui est alors le bon critère de comparaison.

2.5 RESULTATS

Les matrices de résultats pour chaque option d'aménagement sont identifiées par:

Projet	Tableau	
	Pour la durée du projet: *VPN*	Même horizon économique: *VPN* totale *VPN* directe
69-K-85	10	14
70-E-21	11	14
69-K-21	13	14

Tableau 12

Dominance relative des projets en fonction du taux d'actualisation. Dollars par hectare.

Taux d'actualisation %	Projets	Valeur présente nette d'une révolution		Valeur présente nette sur une période de 45 ans	
		Totale	Directe	Totale	Directe
3	69-K-85 (1)	1 186	272	1 843	423
	70-E-21 (2)	815	- 35	815	- 35
	69-K-21 (3)	865	168	1 777	356
4	(1)	1 013	208	1 475	301
	(2)	544	- 86	544	- 86
	(3)	766	124	1 428	230
5	(1)	890	161	1 226	220
	(2)	346	- 116	346	- 116
	(3)	692	94	1 184	161
6	(1)	766	121	1 006	158
	(2)	227	- 133	227	- 133
	(3)	642	69	1 023	111
7	(1)	692	89	870	111
	(2)	138	- 143	138	- 143
	(3)	593	49	887	74

CHAPITRE III

DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

3.1 ALTERNATIVES D'UNE MEME OPTION D'AMENAGEMENT

3.1.1 ANALYSE DE LA MATRICE DE RESULTATS *MAT 85* (Projet 69-K-85)

La première colonne porte les taux d'actualisation et les 6 autres, les *VPN* des alternatives du projet 69-K-85.

1re alternative

La *VPN* est toujours positive, contrairement aux résultats de Lavoie qui, pour les mêmes hypothèses, donnent un taux de rentabilité interne total de 5,3% et, par conséquent, une *VPN* négative pour un taux d'actualisation supérieur à 5,3%. Ceci est dû à l'utilisation d'une durée de vie du projet de 20 ans ici, en comparaison de 65 ans dans son étude. Si l'alternative est justifiée, le projet 69-K-85 est très rentable.

2e alternative

Le taux de rentabilité interne direct est proche de 11%, ce qui démontre une rentabilité nette de 8 à 9% si le taux d'actualisation est de 2 ou 3%.

3e alternative

L'imputation des revenus indirects dus au bois de sciage à la totalité de la production amène une diminution appréciable de la valeur présente nette totale.

4e alternative

Par contre, l'imputation des revenus indirects uniquement dus au bois à pâte à la totalité de la production double la valeur présente nette totale précédente, ce qui démontre une variation possible de 100 p. 100, selon que les revenus indirects du sciage ou de la pâte sont appliqués. Ceci montre l'importance des revenus indirects.

5e alternative

La diminution des coefficients d'exploitation entraine une augmentation du taux de rentabilité interne direct qui atteint 15%, ce qui double la rentabilité calculée avec un taux d'actualisation de 2 à 3%. Ces résultats montrent qu'une étude plus approfondie des coefficients d'exploitation et plus particulièrement de l'influence de l'éclaircie commerciale sur la coupe à blanc, est souhaitable.

6e alternative

Les résultats obtenus confirment l'importance des coefficients d'exploitation, déjà illustrée dans la cinquième alternative, bien que, dans l'évaluation comprenant les revenus indirects, l'effet des coefficients d'exploitation se trouve diminué en fonction du montant des revenus indirects.

Conclusion: Le projet paraît rentable quelle que soit l'alternative considérée.

3.1.2 ANALYSE DE LA MATRICE DE RESULTATS *MAT 21* (Projet 70-E-21)

La matrice des résultats *MAT 21* porte le taux d'actualisation en première colonne et dans les suivantes, les résultats des sept alternatives de l'option d'aménagement du projet 70-E-21.

1re alternative

Le taux total de rentabilité est de 9,5%. Il est plus élevé que celui de Lavoie (*TRI* = 6%) puisque les frais et revenus sont rapportés sur la durée de l'option d'aménagement et non sur la révolution du peuplement. Cette différence de 3,5% illustre bien l'importance de la charte de l'imputation des frais généraux et des coûts permanents.

2e alternative

Avec les seuls revenus directs, la valeur présente nette se trouve très affectée et le taux de rentabilité interne s'abaisse à 3%. Si un taux d'actualisation de 7% est appliqué, le projet est non rentable, avec un déficit de $137.40 par hectare.

3e alternative

Par contre, l'imputation des revenus indirects du bois de sciage à la totalité de la production abaisse le taux total de rentabilité à 7,5%, soit un écart de 3,0% selon que le bois est utilisé pour la pâte ou pour le sciage.

4e alternative

L'imputation des revenus indirects du bois à pâte à la totalité de la production, porte le taux total de rentabilité à 10,5%, ce qui dégage une rentabilité nette de 8,5 à 9,5% si un taux d'actualisation de 2 à 3% est appliqué.

5e alternative

Si les coefficients d'exploitation sont diminués, le taux direct de rentabilité égale 3,5%, soit une augmentation de 1% sur la 2e alternative. Cette accroissement ne suffit donc pas à rentabiliser le projet avec les seuls revenus directs.

6e alternative

Finalement, un changement des coefficients d'exploitation aboutit à un taux total de rentabilité de 10%, soit un écart de 0,5% avec la première alternative. Ce faible écart provient de la durée de l'option d'aménagement (45 ans) et du fait que leur influence est atténuée par l'existence d'un certain montant de revenus indirects.

7e alternative

Une augmentation du coût de la coupe pré-commerciale de $24.70/ha, soit $123.55/ha, abaisse le taux total de rentabilité à 9%, donc une différence de 0,5% qui vient du fait que la coupe pré-commerciale se situe au début de l'option d'aménagement et par conséquent, ne se trouve pas affectée par le taux d'actualisation. Cela justifie une étude plus poussée de la dispersion du coût de la coupe pré-commerciale et de son influence dans une option d'aménagement. Si le revenu indirect était exprimé en fonction des investissements, la coupe pré-commerciale créerait un certain revenu indirect (impôt sur les salaires, etc.) qui aurait d'autant plus d'importance qu'il se produirait en début de période et par conséquent, serait peu influencé par le taux d'actualisation. D'où l'importance du processus d'évaluation des revenus indirects.

3.1.3 ANALYSE DE LA MATRICE DE RESULTATS *MAT 21K* (Projet 69-K-21)

La matrice des résultats *MAT 21K* porte le taux d'actualisation en première colonne et dans les suivantes, des résultats des cinq alternatives envisagées, de l'option d'aménagement du projet 69-K-21.

1re alternative

En reprenant les hypothèses énoncées par Lavoie, la valeur présente nette totale est toujours positive pour les 50 taux utilisés. Ce résultat est différent de celui obtenu par Lavoie (*TRI* = 3,9%), ce qui entraine des *VPN* négatives pour un taux d'actualisation supérieur à 3,9%. L'écart est dû à la différence des périodes considérées. Si l'approche est justifiée, il s'avère que ce projet est éminemment rentable.

2e alternative

Considérant que les seuls revenus directs procurent un taux de rentabilité interne de 10%, soit pour un taux d'actualisation de 2 à 3%, une rentabilité nette de 7 à 8%, il apparaît dès lors que ce projet est rentable quelle que soit l'alternative retenue.

3e alternative

Si les revenus indirects du bois de sciage sont imputés à la totalité de la production, la valeur présente nette totale est diminuée. Pour un taux d'actualisation de 2 à 3%, la valeur présente nette de la première alternative égale $561/ha, celle de la deuxième alternative $477/ha, soit une différence de $84/ha.

4e alternative

Par contre, si les revenus indirects du bois à pâte sont imputés à la totalité de la production, la valeur présente nette totale est augmentée de 100 p. 100 par rapport à celle de l'alternative précédente.

5e alternative

La variation de la quantité finale de matière ligneuse récoltée en fonction du taux d'actualisation entraine, par rapport à l'alternative 1, une variation de la *VPN* de 2 à 12,5% suivant le taux d'actualisation. Elle est de 11 p. 100 pour un taux d'actualisation de 3%. L'importance de cette variation est due à la courte durée du projet (15 ans). L'effet diminue lorsque le taux d'actualisation croît.

3.1.4 TENDANCES COMMUNES

Le coût de l'argent étant représenté par le taux d'actualisation, il apparaît très nettement que les options d'aménagement de courte durée seront moins affectées par ce coût. Ainsi, l'option 70-E-21, ayant une durée de vie de 45 ans, donne dans tous les cas un taux de rentabilité interne très faible alors que les deux autres options, 69-K-85 (20 ans) et 69-K-21 (15 ans), présentent dans presque tous les cas une valeur présente nette positive pour les 50 taux d'actualisation considérés. Il ne faut pas en conclure pour autant que les options d'aménagement de longue durée ne sont pas rentables. Au niveau de l'Etat, il importe d'investir à long terme aussi bien qu'à court terme. L'idéal serait de choisir des projets différents pour aboutir à une rentabilité moyenne en fonction d'autres priorités (plein emploi, degré de risque, équilibre du marché, etc...).

Si les revenus indirects sont inclus en plus des revenus directs, la valeur présente s'en trouve très augmentée et peut doubler selon que les revenus indirects du bois de sciage ou du bois à pâte sont imputés à la totalité de la production. L'ampleur de la variation possible fait ressortir l'importance de bien évaluer les revenus indirects.

Les variations obtenues en changeant les coefficients d'exploitation sont d'autant plus importantes que la durée de vie de l'option d'aménagement est courte. Quoi qu'il en soit, il apparait souhaitable que des études précises soient effectuées sur les coefficients d'exploitation et particulièrement, sur l'influence d'une ou des éclaircies sur le coefficient d'exploitation de la coupe finale.

L'importance du coût de la coupe pré-commerciale sur la valeur présente nette (une variation de 0,5% du taux de rentabilité pour une variation de $24.70/ha du coût de la coupe pré-commerciale) justifie des études systématiques sur les effets et les coûts de ce traitement sylvicole.

De la même manière, s'il est admis que les revenus indirects sont surtout fonction des salaires versés, la coupe pré-commerciale crée alors un certain montant de revenus indirects qu'il serait intéressant d'inclure, son importance résultant du fait que, situé au début de période, il serait pas du tout affecté par le taux d'actualisation.

3.1.5 RECOMMANDATIONS

3.1.5.1 Quant aux revenus indirects

Compte tenu d'une variation possible de 100 p. 100 observée pour les différentes options d'aménagement selon que la rentabilité est évaluée en fonction de la destination des bois, sciage ou pâte, il apparaît souhaitable d'estimer ces revenus indirects d'une autre manière permettant de tenir compte de ceux qui sont créés par la coupe pré-commerciale s'il y a lieu. La solution serait d'estimer les revenus indirects en fonction du montant d'investissement requis pour chaque traitement sylvicole.

3.1.5.2 Quant à la durée de vie du projet

Il apparaît que plus le taux d'actualisation est élevé, plus les projets de longue durée se trouvent dévalorisés par rapport aux projets de courte durée. Il s'avère donc nécessaire de procéder à des études

permettant de définir la maturité financière des projets considérés, en fonction d'un taux d'actualisation acceptable au niveau de l'Etat.

3.1.5.3 Quant à l'imputation des coûts

Il apparaît important de bien déterminer les coûts à considérer et surtout leurs montants. Ainsi, pour le cas d'un investissement permanent, on ne doit considérer comme coût relevant du projet, que le montant de la somme actualisée des intérêts composés calculés sur une période de temps égale à la durée de vie du projet* et non à la révolution du peuplement. De même, une variation du montant des frais généraux, qui constituent une dépense annuelle constante, altère de façon sensible la rentabilité des projets. Cela justifie une étude poussée, particulièrement sur le problème de la clé de répartition à utiliser, qui peut favoriser ou non certains types de projet.

3.1.5.4 Quant à l'évaluation du volume

Au niveau d'un projet, le prix est une constante déterminée par le marché quelle que soit la qualité des bois récoltés. En fait, le producteur ne peut agir que sur le volume. Dans une évaluation prévisionnelle, il apparaît souhaitable d'établir le plus précisément possible le volume de bois marchand disponible pour une option d'aménagement déterminée appliquée à un type de peuplement défini.

---

* Puisque les projets ont servi de base à l'élaboration des options d'aménagement, nous désignons parfois dans le texte "option d'aménagement" par le mot "projet".

3.1.5.5 Quant aux coefficients d'exploitation

Lavoie introduit ainsi la notion de coefficient d'exploitation:

> "le prix de vente est déterminé par la loi de l'offre et de la demande et il existe un grand nombre de variables qui agissent sur la fixation des prix, il en résulte cependant pour un produit donné une stabilisation temporaire des prix qui permet de prédire avec une précision souvent suffisante, le prix de vente des bois, à partir de transactions antérieures. Mais, il n'en est pas ainsi des coûts d'exploitation. Pour cette raison, il est plus facile d'estimer la valeur du bois sur pied non pas à l'aide d'une valeur résiduelle mais par le rapport C/R. Cette expression du rapport des dépenses aux recettes brutes définit le coefficient d'exploitation".

Considérant toute la durée d'une option d'aménagement, un coefficient d'exploitation d'un traitement quelconque dépend pour une bonne part des traitements antérieurs et agit à son tour sur les traitements futurs. Il est donc opportun de bien étudier leur interdépendance.

3.1.5.6 Quant au coût de l'éclaircie pré-commerciale

Le coût de la coupe pré-commerciale affecte négativement la rentabilité d'une option d'aménagement et plus encore si le projet est de longue durée, car les revenus et coûts de la fin de période sont très altérés par le jeu de l'actualisation, alors que la coupe-précommerciale l'est beaucoup moins. Il apparaît donc souhaitable de déterminer d'abord l'efficacité de la coupe pré-commerciale et ses effets réels sur l'âge et le volume des récoltes et les coûts acceptables pour un tel type de traitement.

3.2 PROJET DE DUREES DE VIE DIFFERENTES

3.2.1 ANALYSE DES RESULTATS

Les résultats du tableau 12 portés sur la figure II montrent que le classement suivant la *VPN* calculée sur 45 ans diffère légèrement du classement suivant la *VPN* d'une seule révolution, où le projet 69-K-85 domine le 69-K-21 qui domine lui-même le 70-E-21. Considérant l'horizon économique de 45 ans, les résultats du projet 69-K-21 se rapprochent beaucoup de ceux du projet 69-K-85 et deviennent meilleurs pour un taux d'actualisation supérieur à 6,5%.

La même comparaison sans les revenus indirects montre que les trois projets restent dans l'ordre de dominance 69-K-85, 69-K021 et 70-E-21, quel que soit le critère considéré (figure 20).

Le classement avec revenus indirects concerne l'Etat et le classement sans les revenus indirects concerne l'entreprise privée dont la meilleure alternative est le marché financier. Il est à remarquer dans ce dernier cas, que le projet 70-E-21, ayant des *VPN* négatives pour tous les taux d'actualisation considérés, n'est pas financièrement viable, alors qu'il l'est pour l'Etat.

Le classement ainsi obtenu avec les revenus indirects, diffère de celui que Lavoie a établi suivant le critère du *TRI* calculé sur toute la vie du peuplement (et non à partir de la 1re année d'intervention) et qui est, pour des frais annuels de $4.94/ha:

70-E-21	:	6,0%
69-K-85	:	5,3%
69-K-21	:	3,9%

Lussier et Tardif (1969, pages 16 et 17) considèrent d'une part, les investissements effectués et d'autre part, l'augmentation en volume, en qualité et en valeur des bois imputable aux travaux d'amélioration forestière, augmentation qui constitue l'expression du rendement des investissements et permet d'en calculer le taux de rentabilité. Dans son équation représentant la rentabilité, il indique bien Pj comme étant l'augmentation de la possibilité due aux travaux d'amélioration forestière.

Au niveau du Service de la restauration, il apparaît que l'évaluation des projets devrait s'effectuer non pas en fonction d'une option complète d'aménagement mais bien en fonction de chaque traitement spécifique. Le problème reviendrait alors à vérifier si l'investissement requis est justifié par le résultat produit et imputable au traitement considéré. Si au niveau de chaque traitement, il s'avère possible d'évaluer la rentabilité de l'investissement impliqué, à fortiori il sera possible de parvenir à définir les options optimales d'aménagement pour ensuite et seulement à ce stade, procéder à une planification de la restauration, compte tenu de divers objectifs possibles: soit maximiser une production de bois, soit maximiser l'accroissement de richesse, soit maximiser le niveau de l'emploi, soit enfin réduire le risque...

3.2.2 RECOMMANDATIONS

L'analyse économique des travaux sylvicoles entrepris au niveau de l'Etat, s'avère d'autant plus difficile que l'horizon économique est lointain, qu'il faut tenir compte de la rentabilité indirecte, qu'elle se situe enfin dans un contexte d'incertitude et de ce fait, qu'il est aléatoire de prédire les rendements, les coûts et les prix.

Cependant, il existe des méthodes d'évaluation de la rentabilité basées sur des estimations statistiques. Cette étude a démontré que la méthode du taux rentabilité interne ne conduit pas toujours au choix optimal et que cependant, ce taux est indépendant de l'horizon économique. Il apparait souhaitable d'utiliser plutôt la méthode de la valeur présente nette, composée et cumulée à un même horizon économique. Pour la restauration forestière, l'évaluation de la rentabilité des traitements sylvicoles doit se faire non pas directement et uniquement pour une option d'aménagement, mais plutôt par une analyse marginale systématique des différents traitements. Ce n'est qu'ensuite qu'il faut procéder à l'analyse des combinaisons de traitements sylvicoles ou options d'aménagement.

Exemple: Evaluation de la rentabilité d'une coupe commerciale.

(1) Forêt non traitée

$t = 0$	$t = n$
0	$R_1 = Q_1\ (r_1 - c_1)$

(2) Coupe commerciale

Investissement requis

$t = 0$	$t = n$
I	$R_2 = Q_2\ (r_2 - c_2)$

Pour évaluer la rentabilité du traitement ou, en d'autres mots, pour évaluer la rentabilité de l'investissement I, l'accroissement à considérer est l'augmentation du revenu en dollars qui en résulte, soit:

$$AR = R_2 - R_1$$

$$AR = Q_2\ (r_2 - c_2) - Q_1\ (r_1 - c_1)$$

AR	revenu net imputable à l'investissement (I)
Q	quantité de bois en mètres cubes
R	revenu du bois par unité
C	coût du bois par unité

L'accroissement peut résulter soit d'une augmentation en volume, soit d'une augmentation du prix (qualité), soit enfin d'une diminution des coûts, ces facteurs pouvant évidemment se combiner.

La rentabilité est finalement donnée par l'équation:

$$VPN = \frac{AR}{(1 + X)^n} - I$$

VPN	valeur présente nette
AR	revenu net
X	taux d'actualisation
n	nombre d'années
I	investissement initial

Pour tenir compte de l'incertitude, il serait souhaitable de remplacer les estimations des coûts et revenus par des distributions de probabilités, ce qui permettrait, en ayant recours à la simulation, d'évaluer la valeur présente nette espérée, ainsi que son écart type (degré de dispersion). Cette formule aurait d'avantage sinon de permettre une maximisation des projets en fonction du modèle de Markowitz, du moins de pondérer l'évaluation de la rentabilité par le degré de risque du projet représenté ici par l'écart type.

Tableau 13

Valeur présente nette pour les alternatives de l'option d'aménagement du projet 69-K-85

Taux	Valeur présente nette (2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	RT	*RD*	$\Delta \frac{RD}{CEX}$	*RTS*	*RTP*	$\Delta \frac{RT}{CEX}$
1,0	1623,48	425,02	630,12	1452,98	2471,06	1828,58
1,5	1497,46	378,07	578,34	1339,31	2300,55	1687,73
2,0	1433,21	336,06	511,51	1235,53	2134,99	1559,24
2,5	1280,01	299,00	462,09	1191,05	1984,26	1443,10
3,0	1186,11	266,87	415,14	1057,61	1845,88	1336,84
3,5	1099,62	235,74	375,60	963,71	1722,33	1240,47
4,0	1023,02	208,06	338,53	909,35	1608,66	1156,46
4,5	951,36	183,11	303,94	845,10	1504,87	1072,44
5,0	887,11	158,15	271,82	785,80	1410,97	998,31
5,5	827,80	143,32	244,63	731,43	1324,49	921,70
6,0	773,44	121,33	219,18	684,48	1245,41	884,64
6,5	736,38	105,76	196,20	625,18	1173,75	837,69
7,0	679,54	89,21	175,20	598,00	1107,03	766,03
7,5	640,00	75,37	155,92	560,93	1047,73	719,08
8,0	612,82	62,76	138,63	526,34	990,89	677,07
8,5	565,87	51,40	122,81	496,68	939,00	637,53
9,0	533,75	41,51	108,23	467,03	892,05	602,94
9,5	506,57	31,63	94,89	439,85	850,04	568,34
10,0	479,39	22,98	82,29	417,61	798,15	538,69
10,5	454,67	20,09	71,91	395,37	773,44	511,51
11,0	432,44	8,01	61,78	373,13	741,32	486,80
11,5	410,20	1,52	52,63	355,83	659,77	462,09
12,0	390,43	-4,40	44,23	338,53	682,01	439,85
12,5	373,13	-9,71	36,57	321,24	654,83	420,08
13,0	358,30	-14,70	29,41	308,88	630,12	402,78
13,5	343,48	-19,20	20,71	271,82	612,82	385,49
14,0	328,65	-23,28	17,03	281,70	588,11	368,19
14,5	316,30	-26,93	11,59	269,35	568,34	355,83
15,0	303,94	-31,63	5,12	259,46	548,57	343,48
15,5	294,06	-33,61	0,77	249,58	531,28	328,65
16,0	281,70	-36,32	-2,22	240,68	516,45	318,77
16,5	274,29	-39,04	-6,10	232,03	504,10	306,41
17,0	264,40	-41,51	-9,66	222,89	489,27	296,53
17,5	256,99	-43,49	-12,95	216,96	476,91	286,64
18,0	249,58	-45,47	-16,01	210,29	467,03	279,23
18,5	241,92	-47,44	-18,76	203,86	454,67	269,35
19,0	235,24	-49,17	-22,04	198,18	444,79	261,93
19,5	229,07	-50,66	-23,67	192,74	434,91	256,99
20,0	223,38	-51,89	-25,95	187,55	427,49	249,58
20,5	218,19	-53,37	-27,92	182,86	420,08	243,65
21,0	213,25	-54,36	-29,65	178,41	415,14	239,20
21,5	208,56	-55,60	-31,38	174,46	405,25	232,77
22,0	204,36	-56,59	-33,11	170,50	397,84	227,83
22,5	200,16	-57,33	-34,59	167,04	390,43	223,14
23,0	196,45	-56,83	-35,83	163,58	385,49	218,94
23,5	192,99	-59,06	-37,07	160,37	380,54	214,73
24,0	189,78	-59,55	-38,30	157,65	375,60	211,03
24,5	186,56	-60,29	-39,29	154,69	370,66	207,57
25,0	183,60	-60,79	-41,76	152,71	365,72	204,11
25,5	180,88	-61,28	-46,21	149,75	360,77	201,14

Figure IV Valeur présente nette totale en fonction du taux d'actualisation pour l'option d'aménagement du projet 69-K-85.

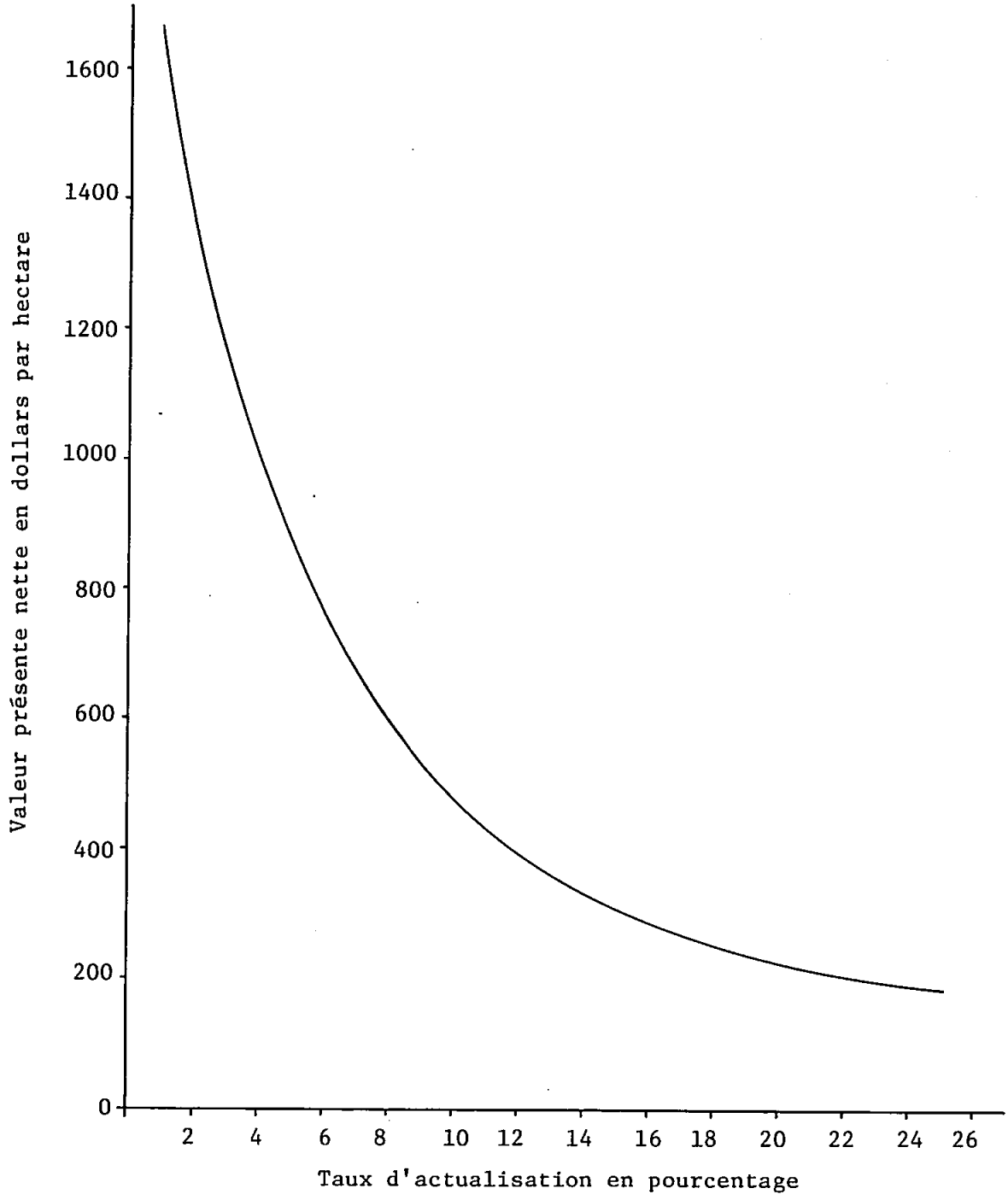


Figure V Valeur présente nette, totale et directe, en fonction du taux d'actualisation pour l'option d'aménagement du projet 69-K-85.

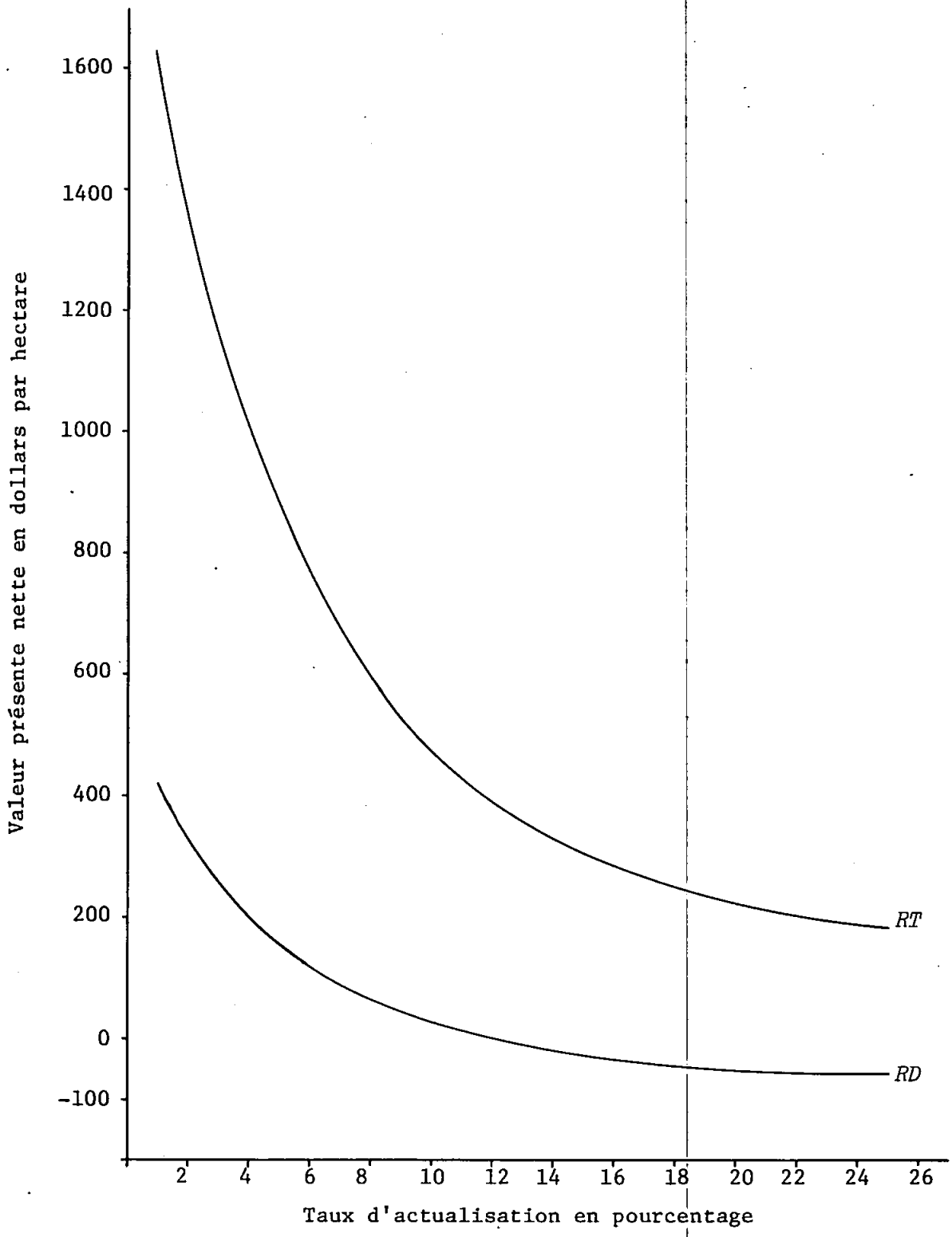
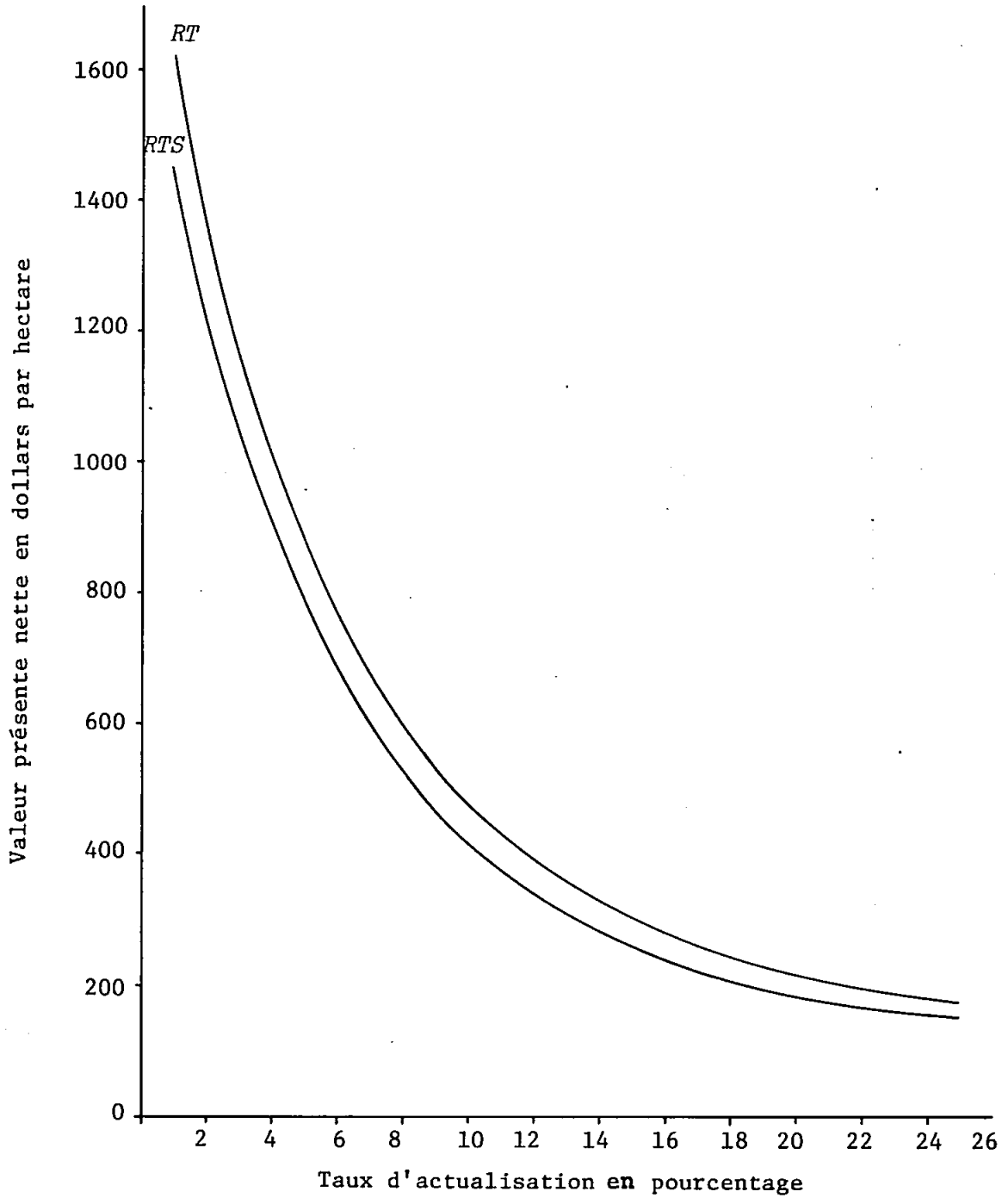


Figure VI Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour tout le bois destiné au sciage, en fonction du taux d'actualisation pour l'option d'aménagement du projet 69-K-85.



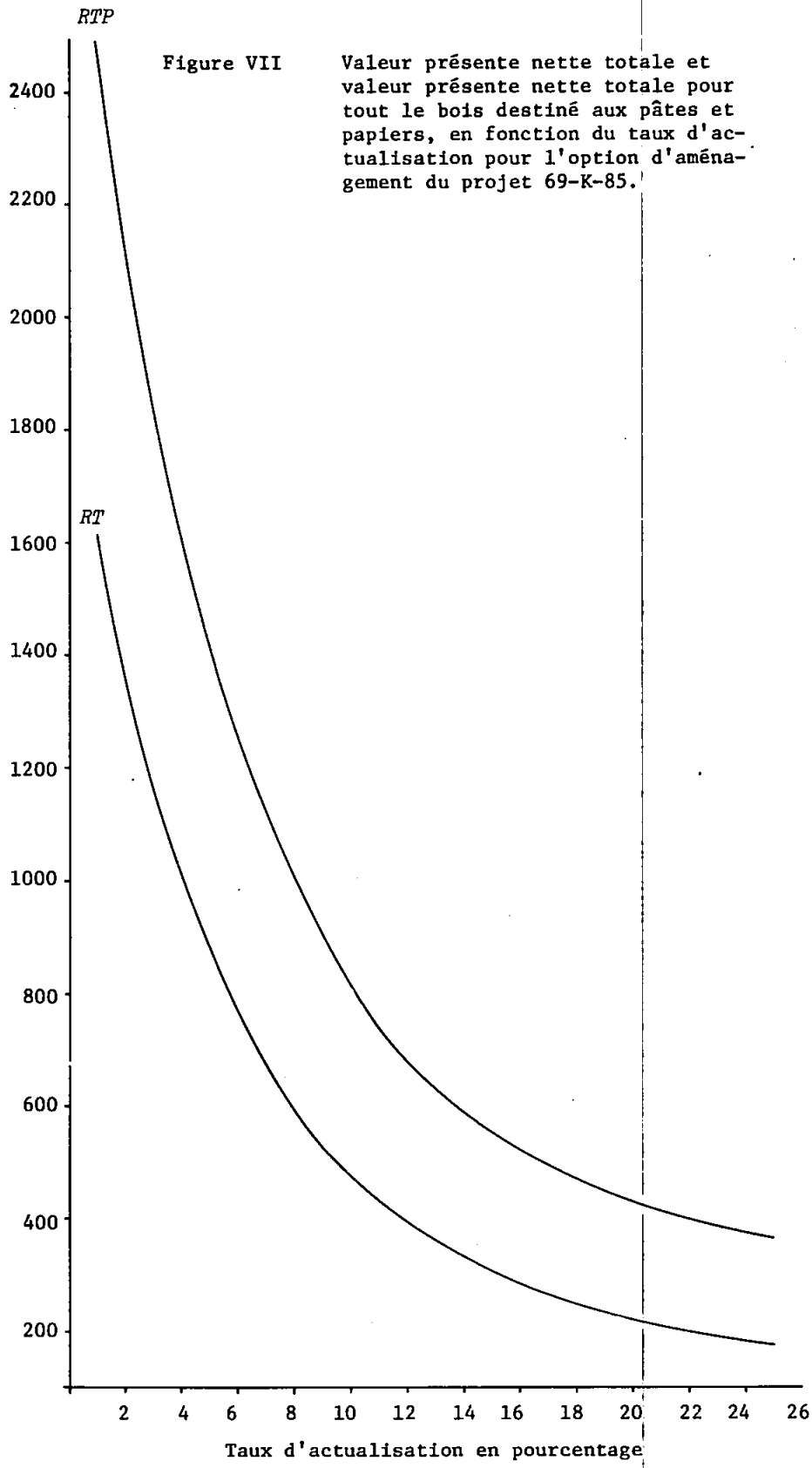


Figure VII Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour tout le bois destiné aux pâtes et papiers, en fonction du taux d'actualisation pour l'option d'aménagement du projet 69-K-85.

Figure VIII Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour un changement des coefficients d'exploitation en fonction du taux d'actualisation pour l'option d'aménagement du projet 69-K-85.

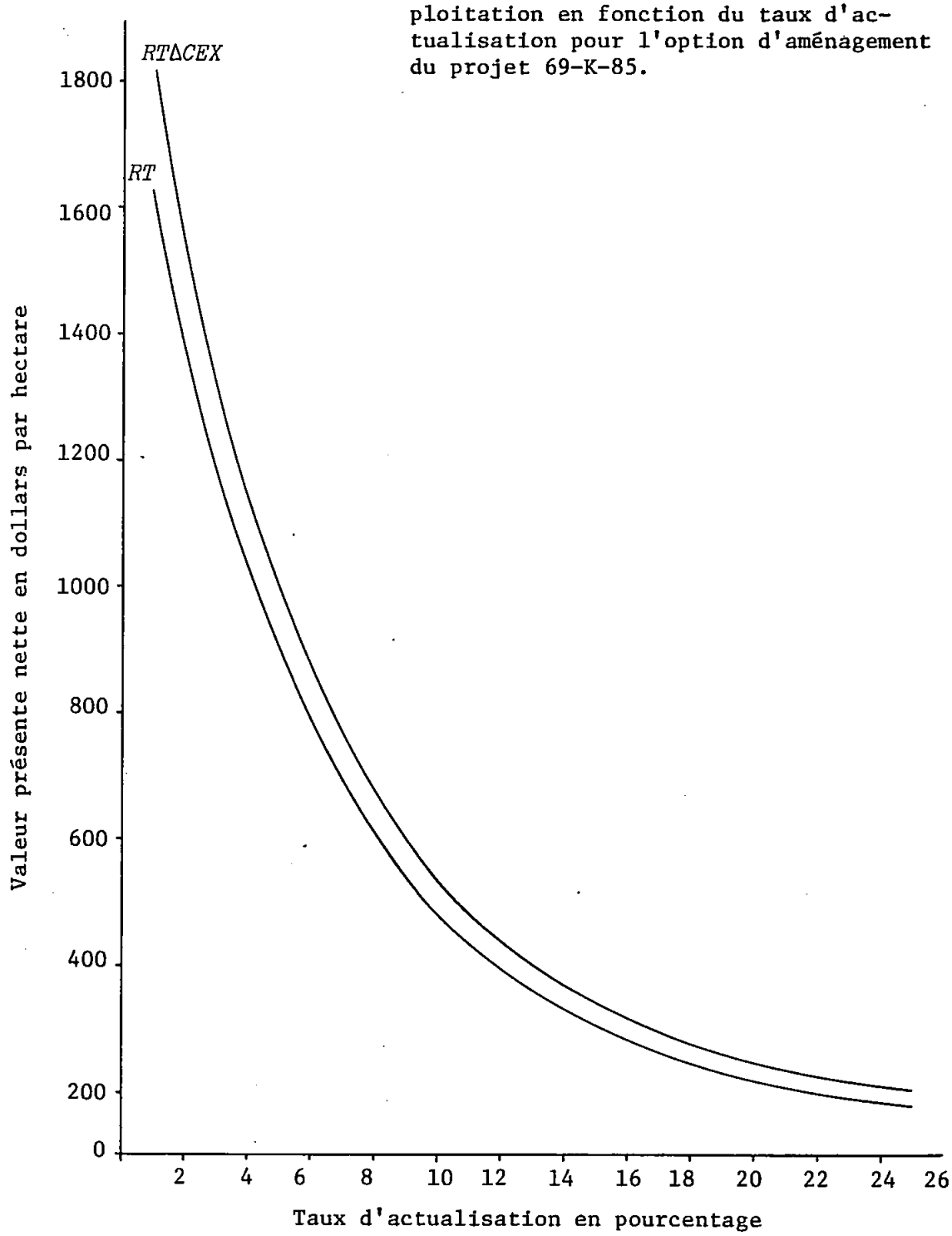


Figure IX Valeur présente nette directe et valeur présente nette directe pour un changement des coefficients d'exploitation, en fonction du taux d'actualisation pour l'option d'aménagement du projet 69-K-85.

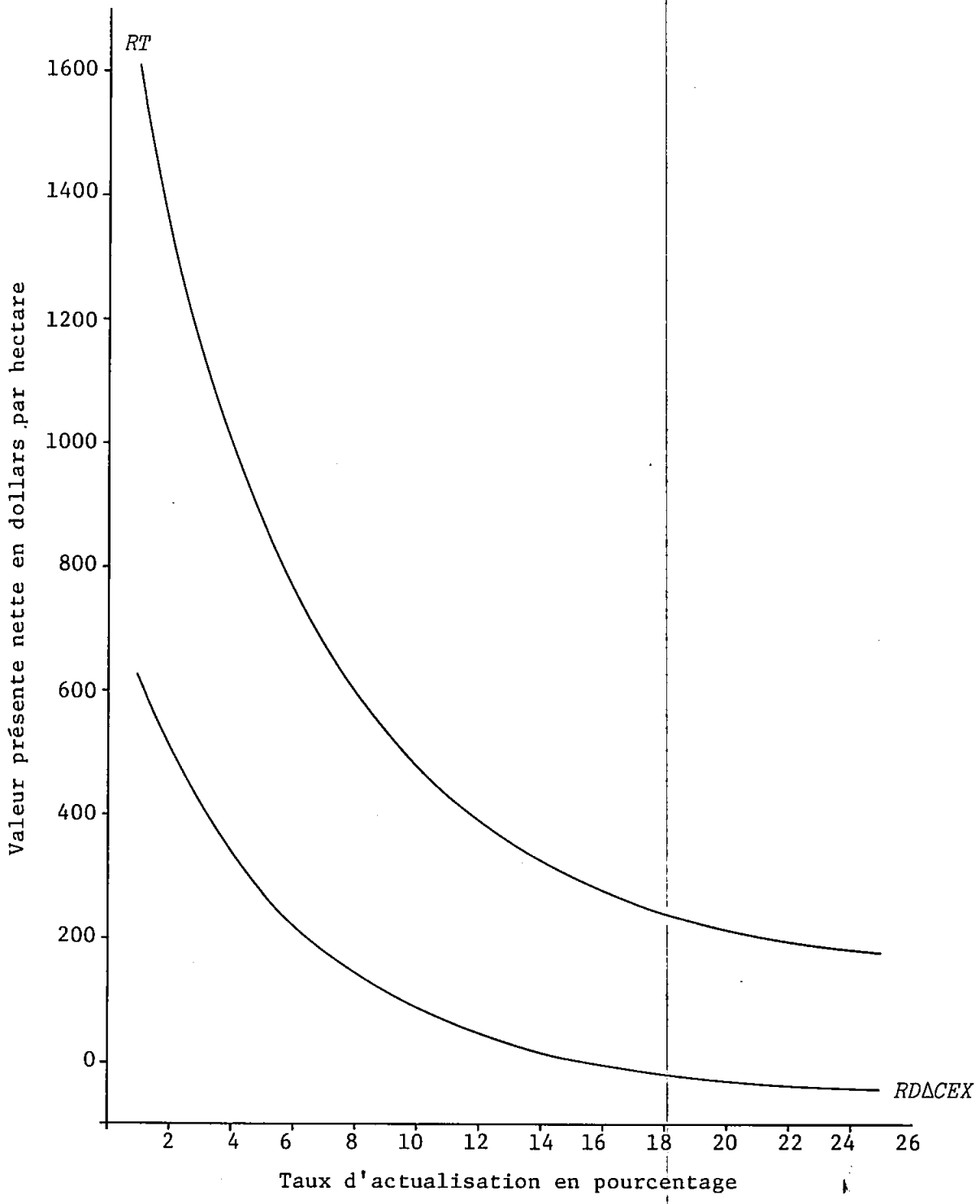


Tableau 14

Valeur présente nette pour les alternatives de l'option d'aménagement du projet 70-E-21

Taux	Valeur présente nette						
	RT	*RD*	*RD CEX*	*RTP*	*RTS*	*RT CCPC*	*RT CEX*
1,0	1816,23	198,43	390,43	2243,72	1215,76	1791,52	2016,38
1,5	1482,63	116,88	271,82	1823,64	983,48	1457,92	1709,97
2,0	988,42	53,62	181,38	1492,52	773,44	1186,11	1339,31
2,5	990,89	4,47	85,99	1223,17	615,29	966,18	1097,15
3,0	810,51	-32,12	55,35	1003,25	489,27	773,44	899,47
3,5	662,24	063,01	11,54	822,86	380,54	640,00	736,38
4,0	538,69	-85,75	-20,36	674,60	284,17	662,24	602,94
4,5	439,85	-103,04	-49,92	551,05	223,88	449,73	491,74
5,0	355,83	-116,14	-70,92	449,73	215,97	331,12	400,31
5,5	386,64	-126,02	-87,48	350,89	119,60	301,47	323,71
6,0	228,33	-131,71	-100,82	279,23	80,80	203,62	269,35
6,5	179,89	-138,63	-110,21	235,99	33,85	155,18	207,82
7,0	139,37	-142,33	-116,14	186,81	21,99	114,66	171,00
7,5	105,02	-145,30	-123,55	131,71	0,25	80,31	126,27
8,0	75,61	-146,29	-127,75	110,46	-18,04	72,40	82,04
8,5	51,40	-145,79	-130,97	80,80	-30,89	26,69	67,71
9,0	30,64	-147,52	-133,19	55,60	-45,96	5,86	29,90
9,5	12,70	-147,52	-135,41	46,46	-56,59	-12,31	25,20
10,0	-2,62	-147,03	-135,91	0,96	-65,48	-27,43	8,53
10,5	-2,20	-146,29	-136,40	0,05	-73,14	-40,53	-5,88
11,0	-27,18	-145,30	-136,65	-13,49	-79,57	-51,89	-18,34
11,5	-37,07	-144,31	-136,40	-25,20	-84,76	-61,78	-29,41
12,0	-45,47	-143,32	-136,16	-35,34	-89,21	-70,18	-37,56
12,5	-52,88	-140,85	-135,91	-42,75	-93,16	-77,59	-49,17
13,0	-59,55	-141,10	-135,17	-49,42	-96,37	-84,26	-53,62
13,5	-65,24	-143,32	-134,67	-58,56	-99,09	-89,95	-60,05
14,0	-70,18	-143,57	-133,93	-61,78	-101,56	-94,89	-65,48
14,5	-74,63	-137,64	-133,19	-64,49	-103,54	-99,09	-70,18
15,0	-77,34	-136,40	-132,45	-73,88	-105,27	-102,55	-74,63
15,5	-82,04	-135,41	-131,71	-77,84	-106,75	-106,75	-78,33
16,0	-85,00	-134,18	-130,97	-81,54	-107,99	-109,71	-81,54
16,5	-87,72	-132,94	-130,22	-84,51	-108,97	-112,43	-84,76
17,0	-89,95	-132,20	-129,48	-87,23	-109,71	-114,66	-87,23
17,5	-92,17	-131,21	-128,74	-89,70	-110,46	-116,88	-89,70
18,0	-94,15	-130,22	-128,00	-91,92	-111,20	-118,86	-91,68
18,5	-95,88	-129,48	-127,26	-93,90	-111,69	-119,85	-93,65
19,0	-97,36	-128,50	-126,52	-95,63	-112,19	-122,07	-95,88
19,5	-98,60	-127,75	-125,78	-97,11	-112,43	-123,31	-96,87
20,0	-99,83	-127,01	-125,28	-98,60	-112,68	-124,54	-98,10
20,5	-101,07	-126,27	-124,54	-99,83	-112,93	-125,78	-99,34
21,0	-102,55	-125,53	-124,05	-101,07	-113,17	-126,77	-100,57
21,5	-102,80	-124,79	-123,31	-102,05	-113,42	-127,51	-101,56
22,0	-103,78	-124,05	-122,81	-102,80	-113,42	-128,50	-102,30
22,5	-104,53	-123,55	-122,32	-103,54	-113,67	-129,24	-103,29
23,0	-105,02	-122,81	-121,82	-104,28	-113,67	-129,73	-104,03
23,5	-105,51	-122,32	-121,33	-105,02	-113,67	-130,22	-104,53
24,0	-104,53	-121,82	-120,83	-105,51	-113,67	-130,72	-105,27
24,5	-106,50	-121,08	-120,34	-106,01	-113,67	-131,21	-105,76
25,0	-107,00	-120,59	-119,85	-106,50	-113,67	-131,71	-106,26
25,5	-107,24	-120,09	-119,35	-107,00	-113,67	-131,95	-106,50

Figure X Valeur présente nette totale en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 70-E-21.

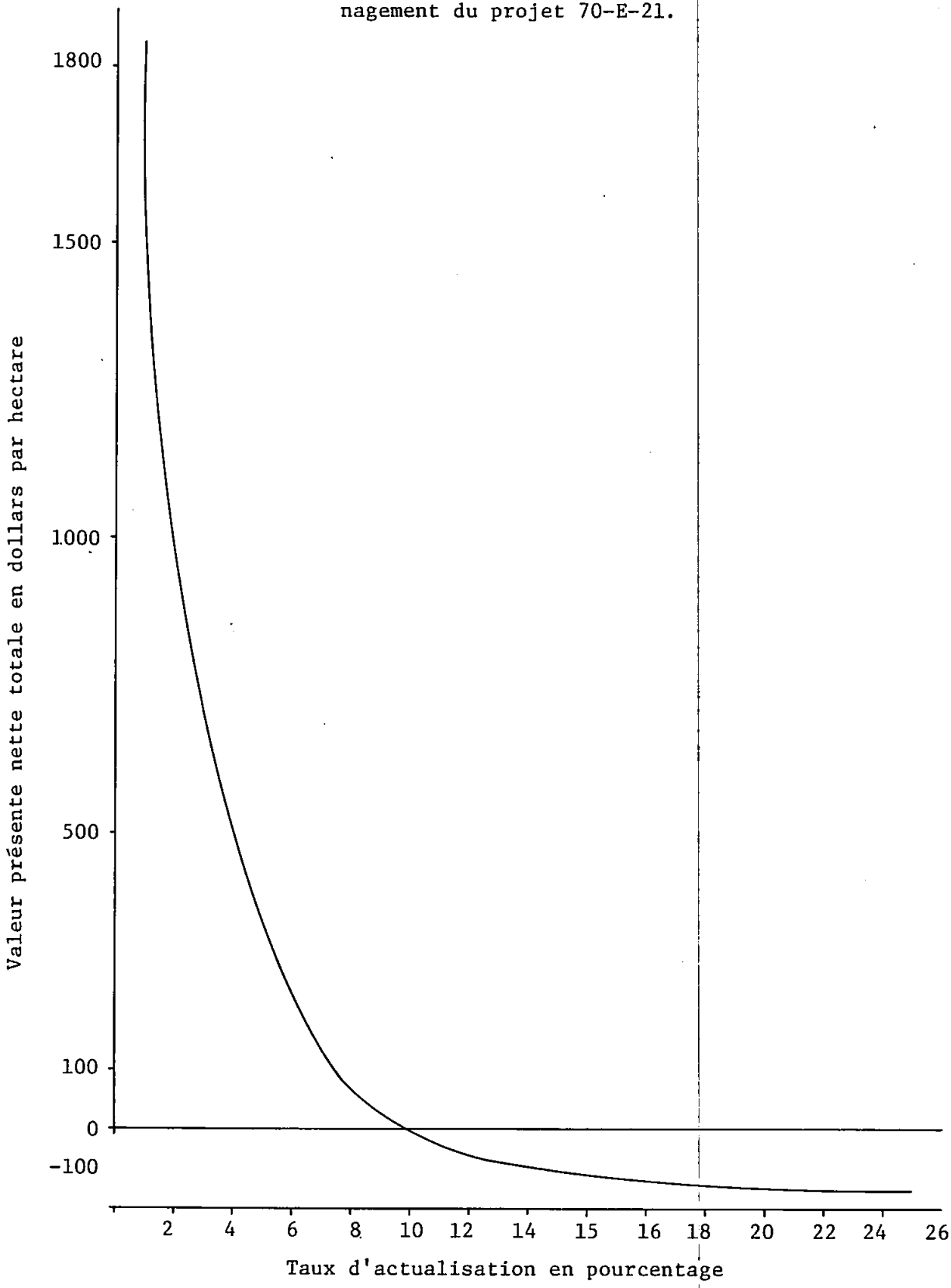


Figure XI Valeur présente nette, totale et directe, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 70-E-21.

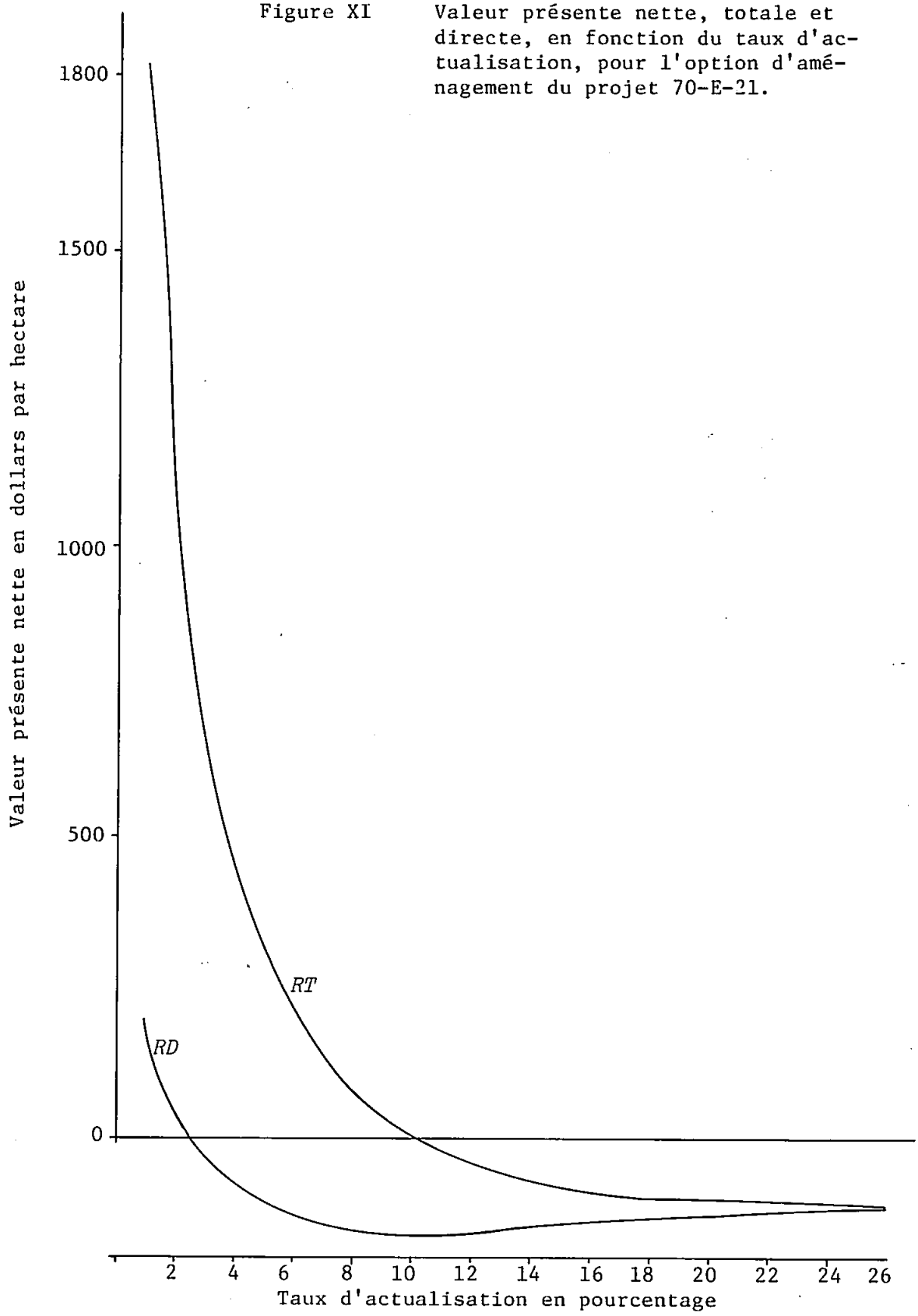


Figure XII Valeur présente nette directe et valeur présente nette directe pour un changement des coefficients d'exploitation, en fonction du taux d'actualisation et pour l'option d'aménagement du projet 70-E-21.

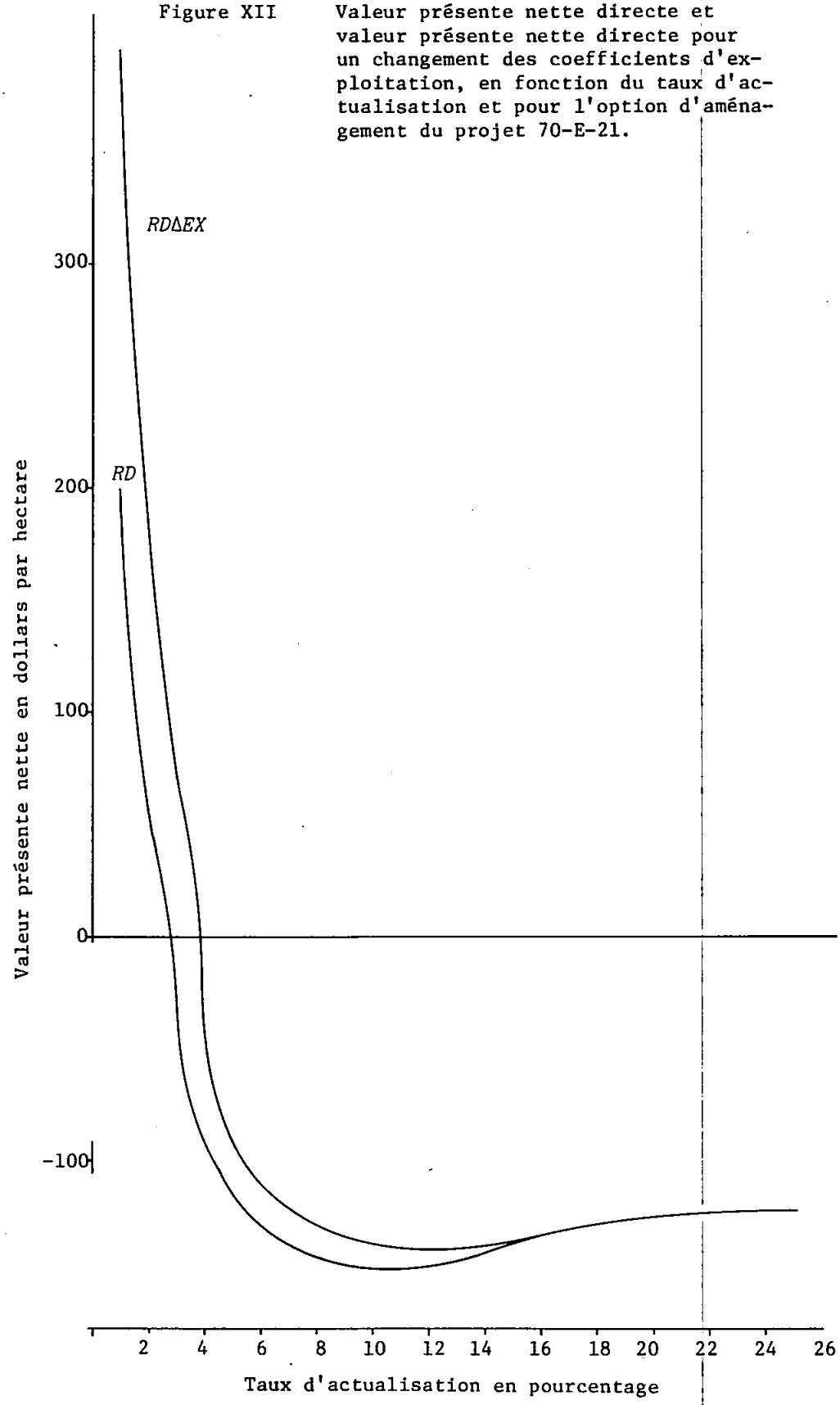


Figure XIII Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour tout le bois destiné à la pâte, en fonction du taux d'actualisation, et pour l'option d'aménagement 70-E-21

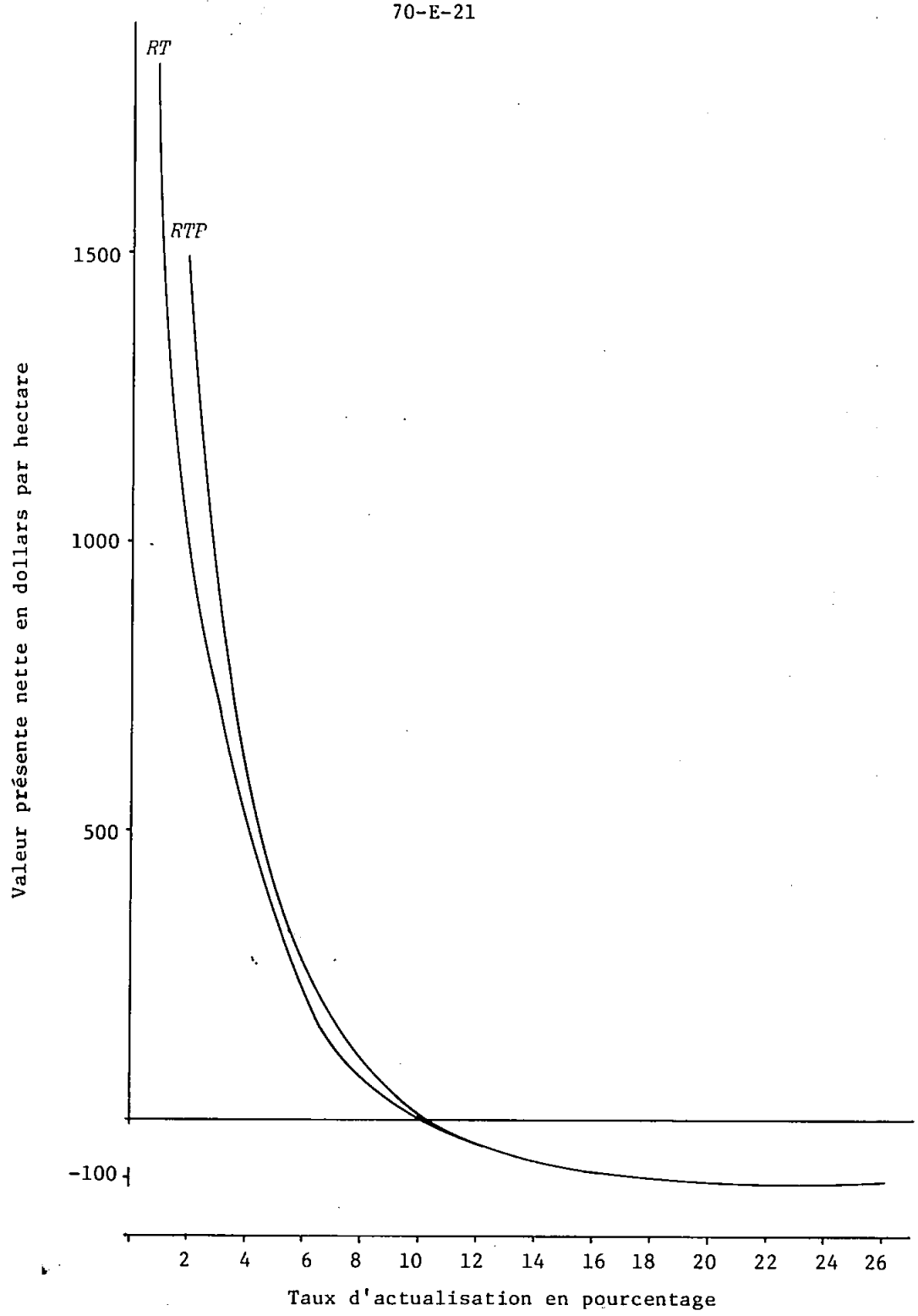


Figure XIV Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour tout le bois destiné au sciage, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 70-E-21.

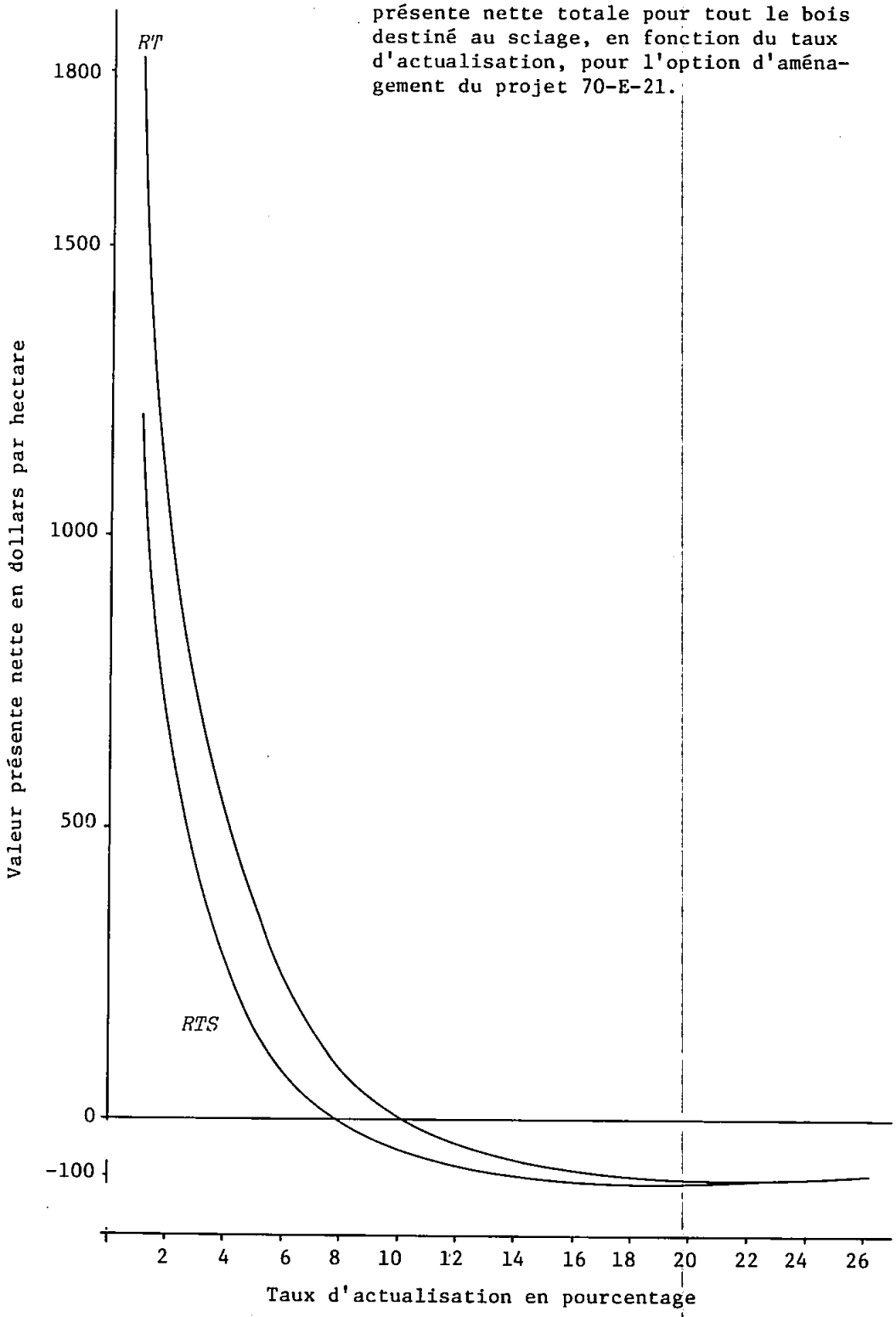
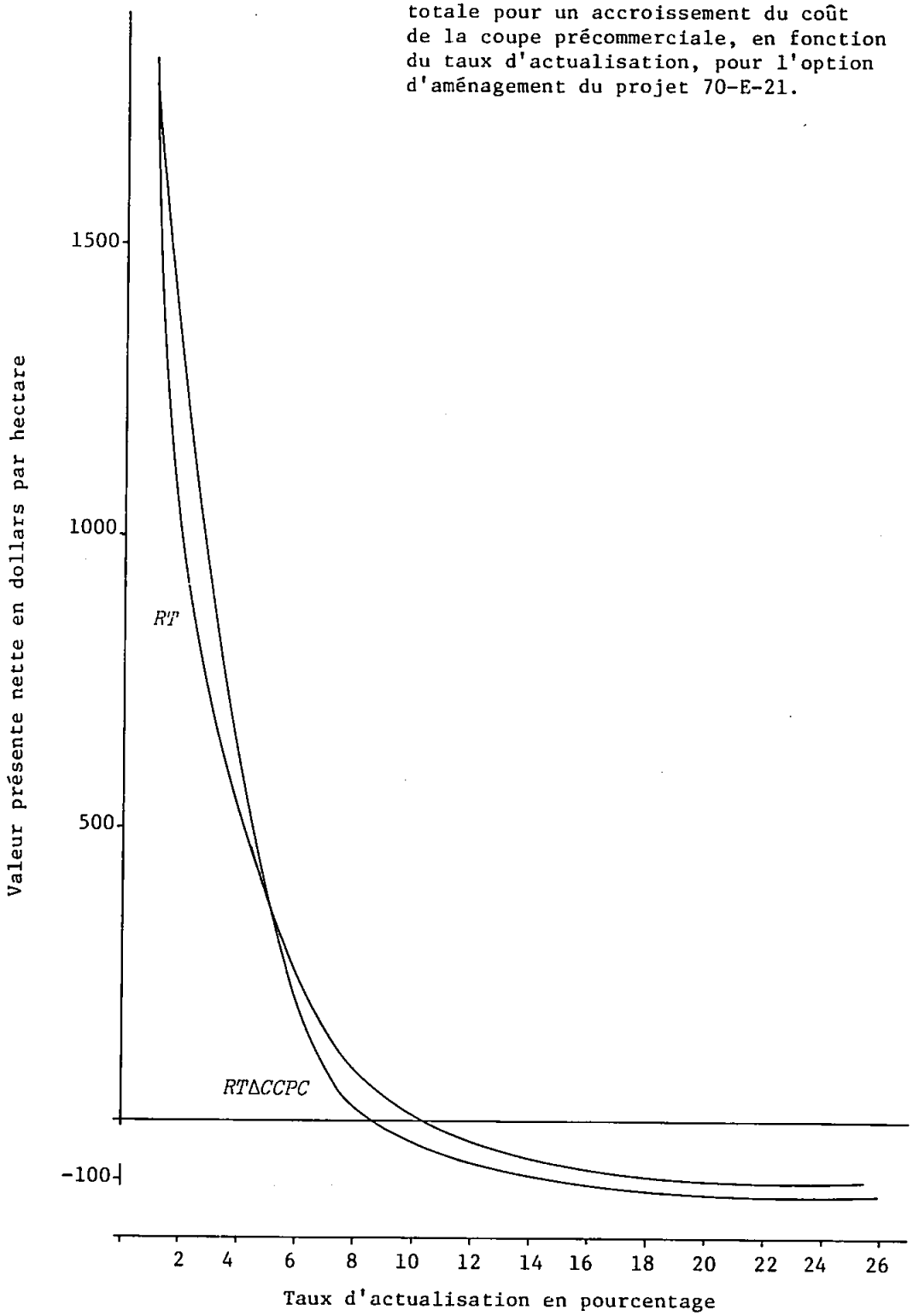


Figure XV Valeur présente nette totale et valeur totale pour un accroissement du coût de la coupe précommerciale, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 70-E-21.



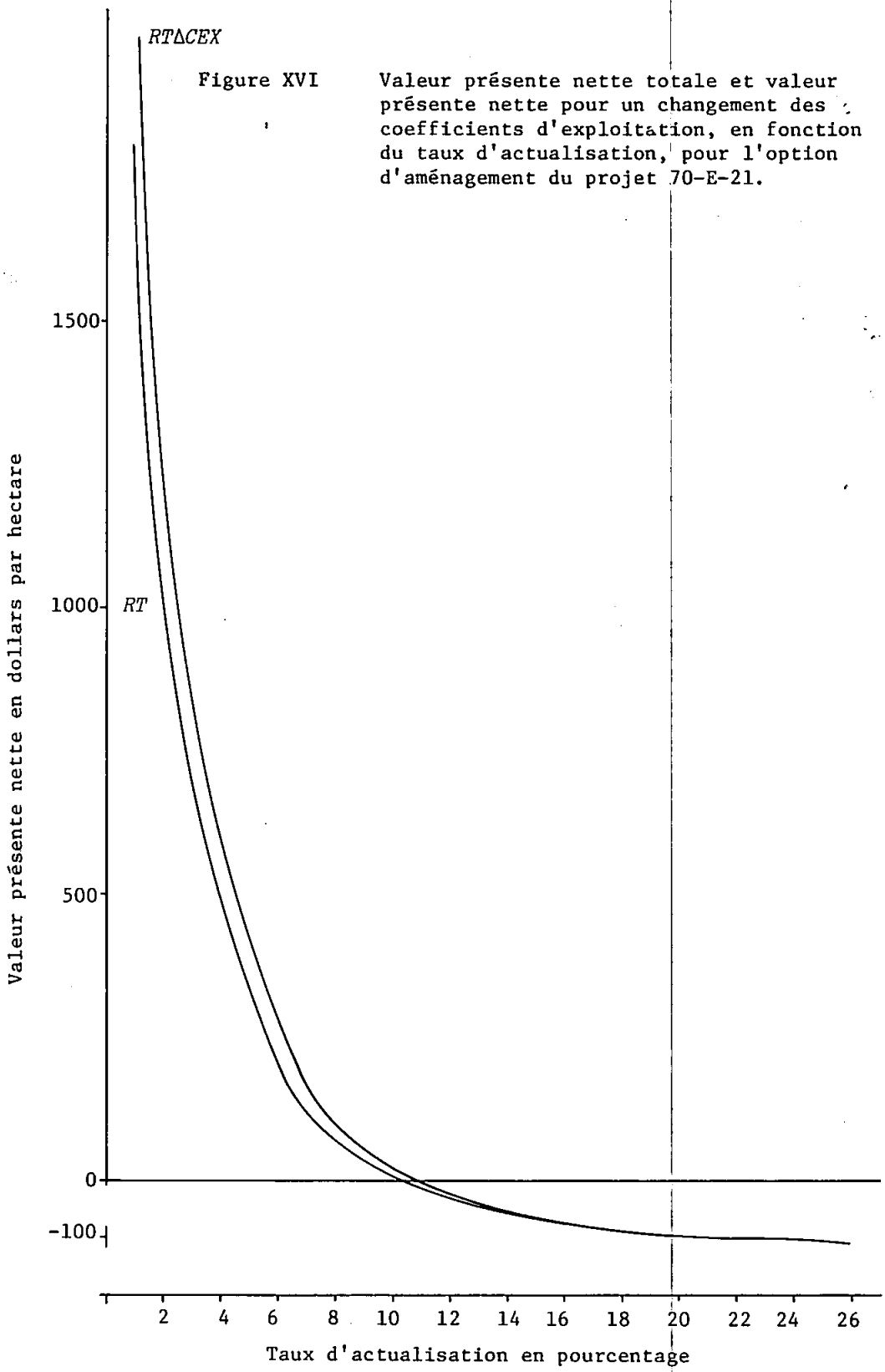


Figure XVI Valeur présente nette totale et valeur présente nette pour un changement des coefficients d'exploitation, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 70-E-21.

Tableau 15

Valeur présente nette($/ha) pour les alternatives
de l'option d'aménagement du projet 69-K-21

Taux	Valeur présente nette				
	RT	*RTS*	*RTP*	*RD*	$\frac{RT}{\Delta V}$
1.0	1077.38	943.94	1640.78	245.62	489.00
1.5	1015.60	887.11	1554.30	206.09	461.00
2.0	961,24	837.69	1475.22	198.18	434.00
2.5	906.88	790.74	1403.56	177.42	410.00
3.0	859.93	746.26	1336.84	170.01	382.00
3.5	830.28	706.72	1272.59	140.11	367.00
4.0	773.44	669.66	1215.76	123.80	342.00
4.5	716.61	635.06	1163.87	115.89	330.00
5.0	701.78	602.94	1114.45	94.64	313.00
5.5	669.66	580.70	1067.50	81.54	293.00
6.0	637.53	548.57	1025.49	69.68	284.00
6.5	610.35	521.35	985.95	51.15	271.00
7.0	585.64	499.15	951.36	45.71	259.00
7.5	560.93	476.91	916.76	39.04	248.00
8.0	538.69	481.86	869.81	30115	237.00
8.5	518.92	439.85	857.46	22.21	229.00
9.0	499.15	422.55	830.28	14.68	219.00
9.5	481.86	405.25	790.74	7.78	210.00
10.0	464.56	390.43	778938	1.38	206.00
10.5	449.73	378.07	761.09	- 4.52	198.00
11.0	434.91	365.72	741.32	- 10.01	189.00
11.5	422.55	353.36	721.55	- 15.07	183.00
12.0	410.20	343.48	704.25	- 19.77	177.00
12.5	397.84	331.12	689.43	- 24.17	172.00
13.0	387.96	323.71	674.60	- 28.17	167.00
13.5	378.07	313.82	659.77	- 31.88	162.00
14.0	368.19	306.41	647.42	- 35.34	158.00
14.5	360.77	299.00	635.06	- 38.30	154.00
15.0	353.36	294.06	622.71	- 41.02	150.00
15.5	345.95	284.17	612.82	- 44.23	147.00
16.0	338.53	279.23	602.94	- 46.70	144.00
16.5	331.12	271.82	595.52	- 48.93	141.00
17.0	326.18	266.87	585.64	- 51.15	138.00
17.5	321.24	261.93	578.23	- 53.87	135.00
18.0	316.30	256.99	570.81	- 55.10	133.00
18.5	311.35	254.52	563.40	- 56.83	131.00
19.0	306.41	249.58	558.46	- 58.56	129.00
19.5	301.47	246.61	551.05	- 60.05	127.00
20.0	299.00	242.66	546.10	- 61.28	125.00
20.5	294.06	239.45	541.16	- 62.52	123.00
21.0	291.58	236.48	536.22	- 63.75	121.00
21.5	289.11	233.51	531.28	- 64.74	120.00
22.0	286.64	231.04	528.81	- 65.73	119.00
22.5	281.70	228.57	523.86	- 66.72	117.00
23.0	279.23	226.35	521.39	- 67.71	116.00
23.5	276.76	224.37	516.45	- 68.45	115.00
24.0	276.76	222.40	513.98	- 69.19	114.00
24.5	274.29	220.42	511.51	- 69.68	113.00
25.0	271.82	218.69	509.04	- 70.43	112.00
25.5	269.35	217.21	506.57	- 70.92	111.00

Figure XVII Valeur présente nette totale en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 69-K-21.

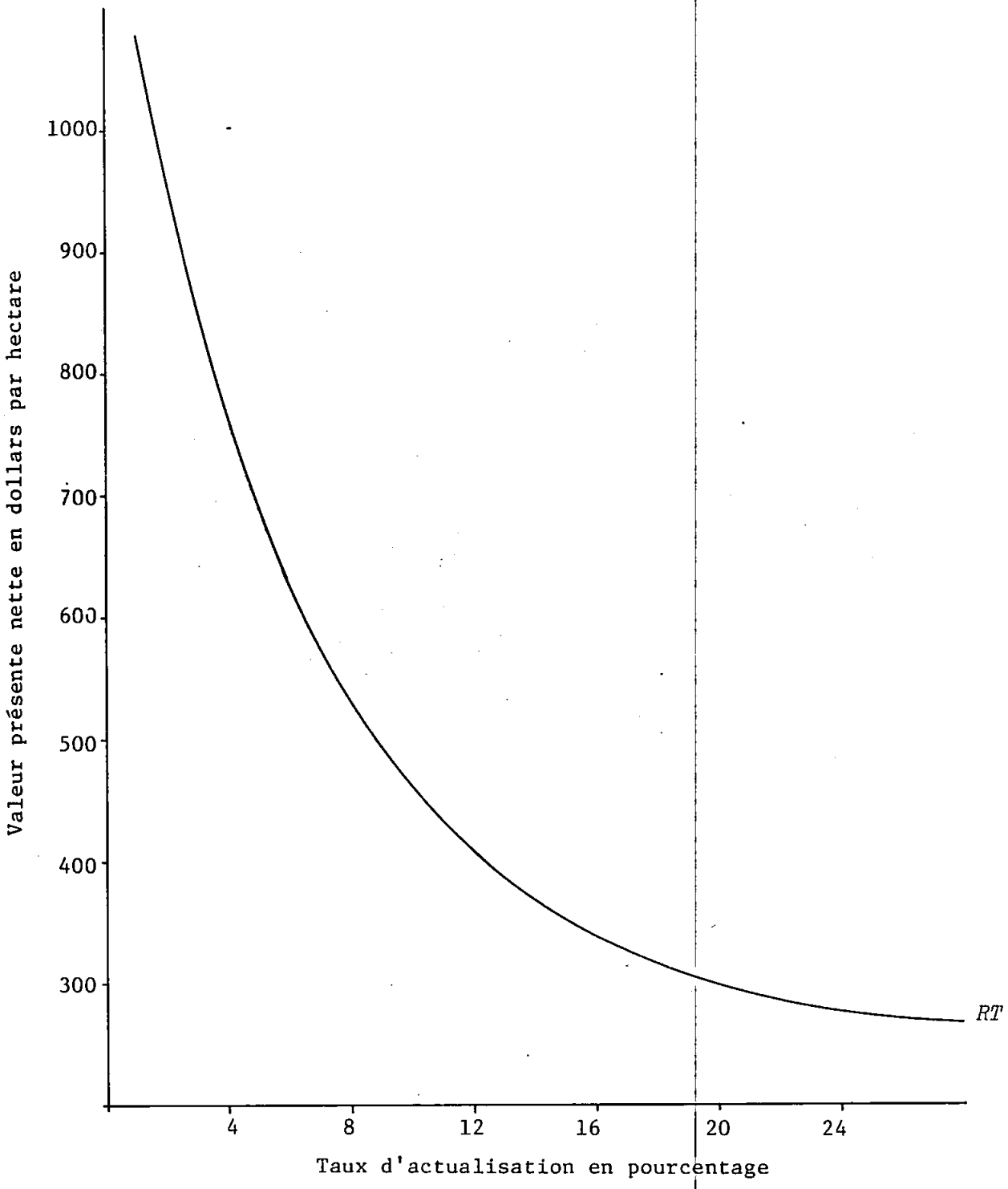


Figure XVIII Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour le bois destiné au sciage, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 69-K-21.

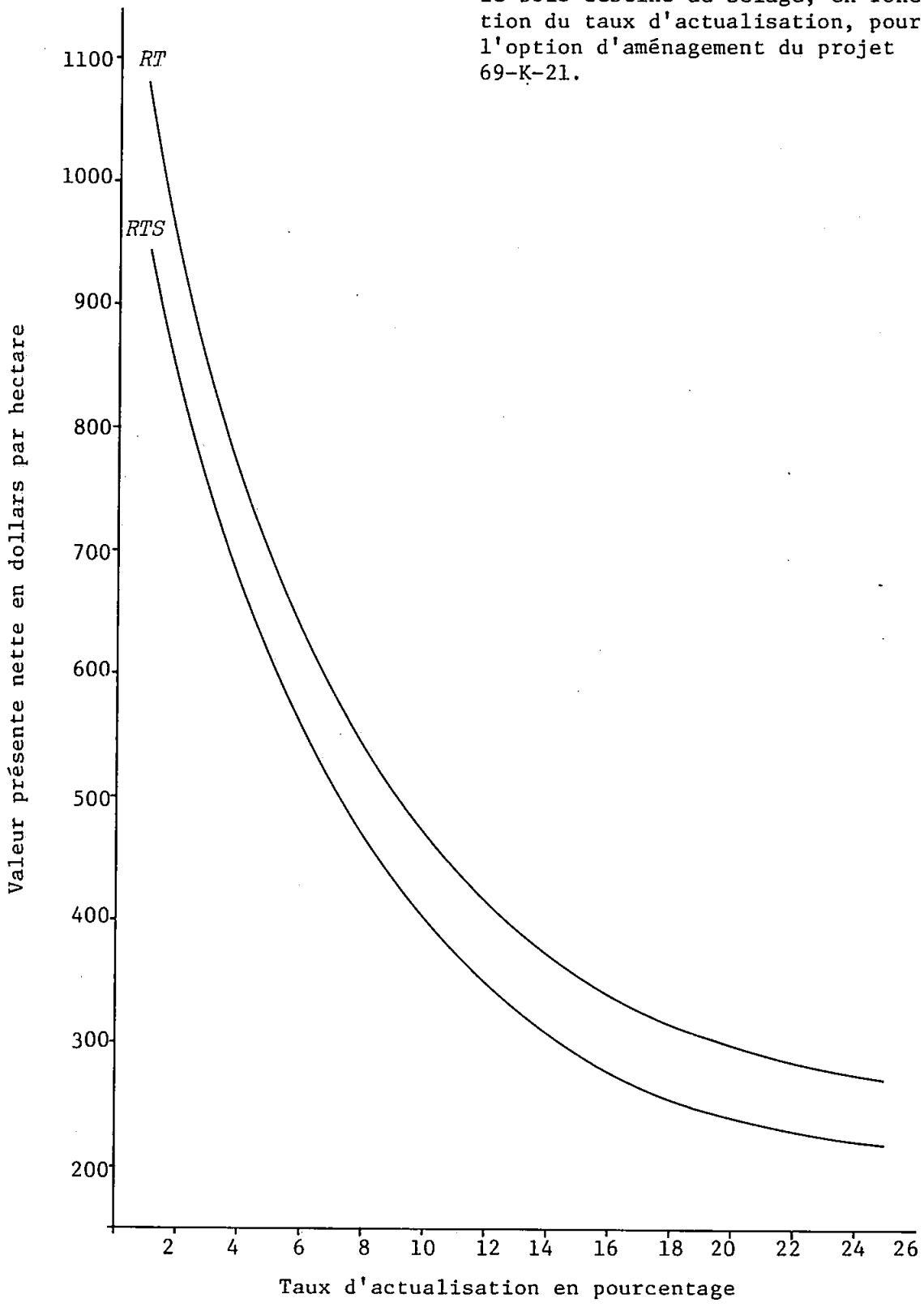
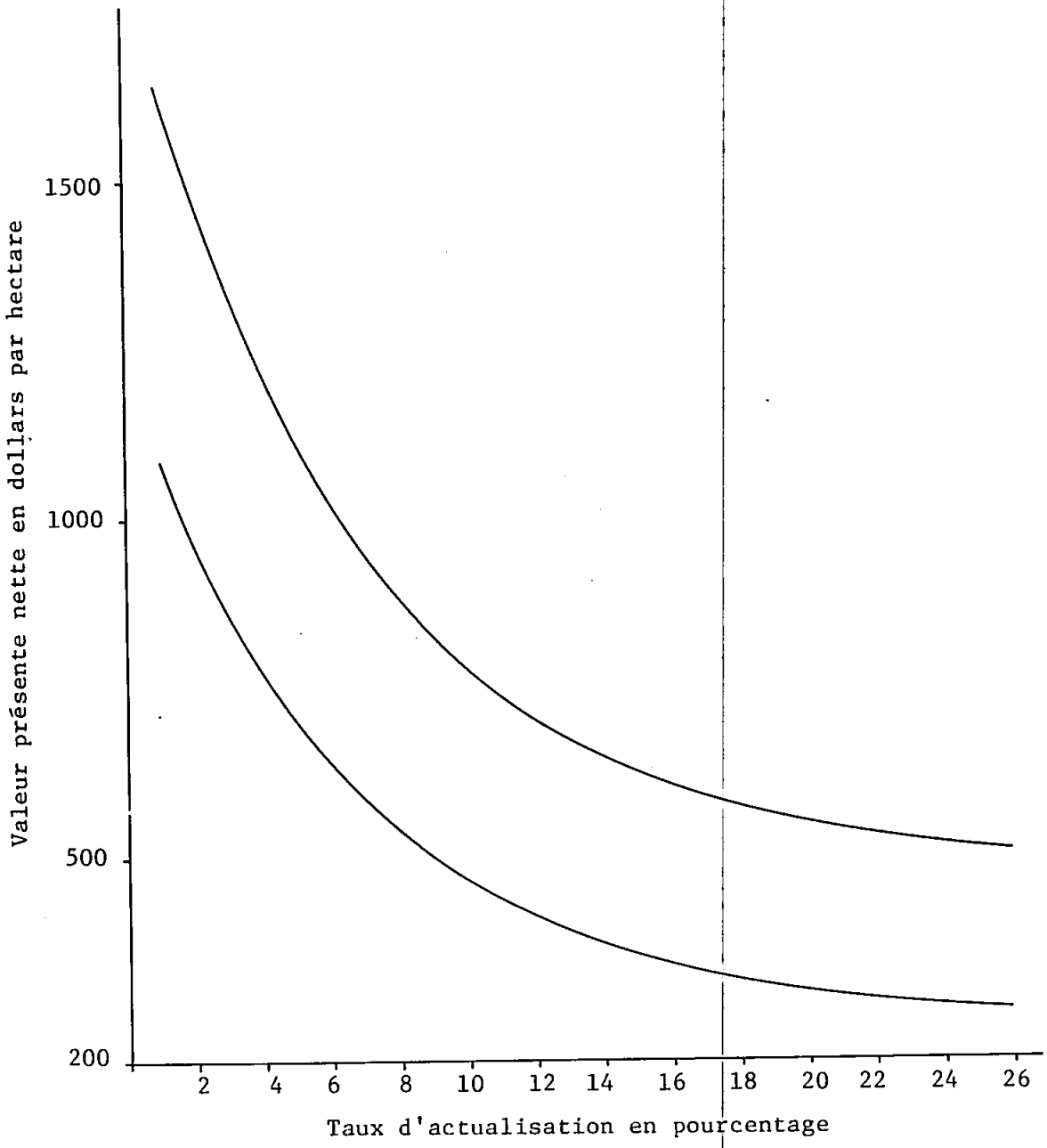


Figure XIX Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour le bois destiné aux pâtes et papiers, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 69-K-21.



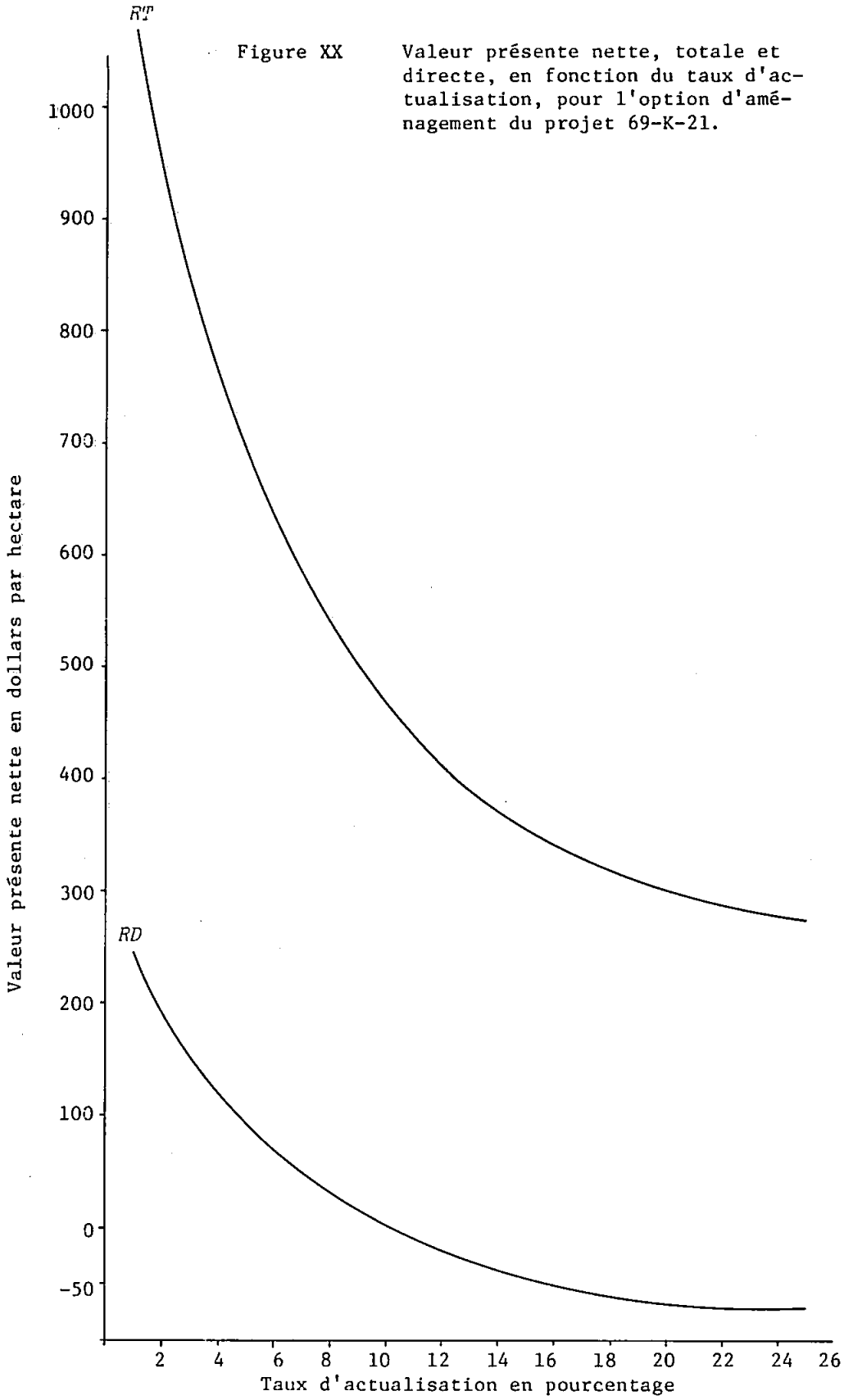
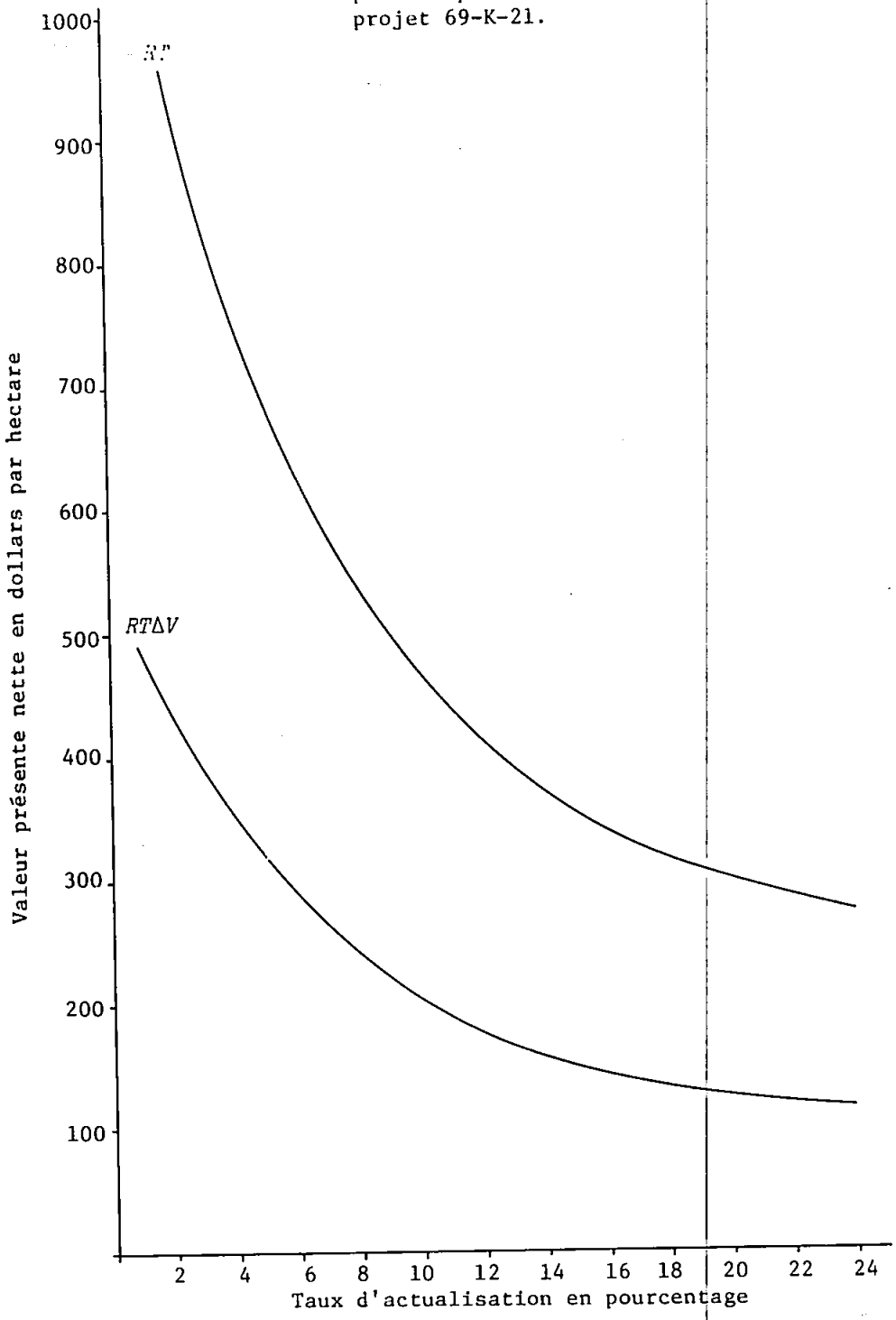


Figure XX Valeur présente nette, totale et directe, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 69-K-21.

Figure XXI Valeur présente nette totale et valeur présente nette totale pour un changement du volume exploité, en fonction du taux d'actualisation, pour l'option d'aménagement du projet 69-K-21.



CONCLUSION

La reprise de l'analyse de Lavoie (1972) portant sur l'évaluation de quatre projets de restauration amène à formuler certaines réserves quant aux données, au modèle d'évaluation, enfin à l'interprétation des résultats, ce qui conduit à l'élaboration d'une nouvelle approche dont l'application à trois de ces projets a donné des résultats quelquefois différents.

Ce travail nous a amené à énumérer un certain nombre de recommandations, en particulier, à signaler différents domaines où des études plus poussées pourraient contribuer à une meilleure évaluation des projets.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude permet donc de constater que l'aménagement intensif n'est pas toujours rentable. Les travaux sylvicoles entrepris par l'Etat ont une rentabilité supérieure à celle de l'entreprise privée à cause des revenus indirects qu'il en retire. La méthode utilisée ici montre bien qu'il est possible de classifier les projets les plus profitables.

Les connaissances acquises sur la rentabilité des travaux sylvicoles ne sont pas complétées. Il faut encore déterminer dans quelles régions devront être appliquées les options d'aménagement les plus rentables. De plus, il faut allouer efficacement les sommes d'argent disponible sur chaque opération. Il reste aussi à optimiser le choix des projets, à budgétiser sur un nombre déterminé d'années et à préparer un guide de travaux sylvicoles.

BIBLIOGRAPHIE

BOUSSEMART, D. et R. MAROIS, 1972. *Système de production et évaluation de la rentabilité.* Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech. Rapport d'étape. p. 30.

LUSSIER, L.-J., 1968. *Rentabilité des coupes partielles.* Symposium. Faculté de foresterie et de géodésie, Univ. Laval.

LUSSIER, J.-J. et G. TARDIF, 1969. *Etude des problèmes liés à l'utilisation optimale des ressources des petites forêts privées du Québec.* Québec. 205 p.

LUSSIER, O. et G. MAHEUX, 1964. *La forêt du Québec en 1964, ce qu'elle rapporte, ce qu'elle devrait rapporter.* Univ. Laval. Fonds de recherches forestières, Bull. n° 7.

SERVICE DE LA RESTAURATION FORESTIERE, 1972. *Normes techniques relatives aux coupes sylvicoles.* Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts. Tome I et II.

VEZINA, P.-E., 1968. *Pratique des techniques sylvicoles.* Les Presses de l'université Laval. Notes de cours. p. 113.

VEZINA, P.-E., 1969. *Rentabilité des coupes d'éclaircie en vue de l'aménagement intensif des sapinières au Québec.* Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech. Mémoire n° 11, 46 p.

VEZINA, P.-E., 1971. *La production en matière ligneuse de divers peuplements résineux de la forêt boréale traités suivant certaines options d'aménagement.* Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech. Mémoire n° 12, 55 p.

VEZINA, P.-E. et L. ROBITAILLE, 1970. *Etude des méthodes de coupe et autres traitements sylvicoles expérimentés au Québec.* Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech. Mémoire n° 2.

Achevé d'imprimer à
Québec en mai 1978, sur
les presses du Service de la reprographie
du Bureau de l'Éditeur officiel
du Québec

Le ministère des Terres et Forêts est responsable de l'administration des terres et des forêts publiques dans l'intérêt général du Québec. C'est au Service de la recherche qu'il a confié la responsabilité de diriger les recherches dont il a besoin pour définir et appliquer ses politiques. Dans les limites de sa juridiction, le Service de la recherche contribue donc à un aménagement rationnel et à une saine utilisation des richesses territoriales et forestières du Québec. La plus grande partie du budget du Service est consacrée aux recherches ayant pour but d'accroître et d'améliorer la production des forêts québécoises.

Éditeur officiel du Québec
Imprimé au Québec