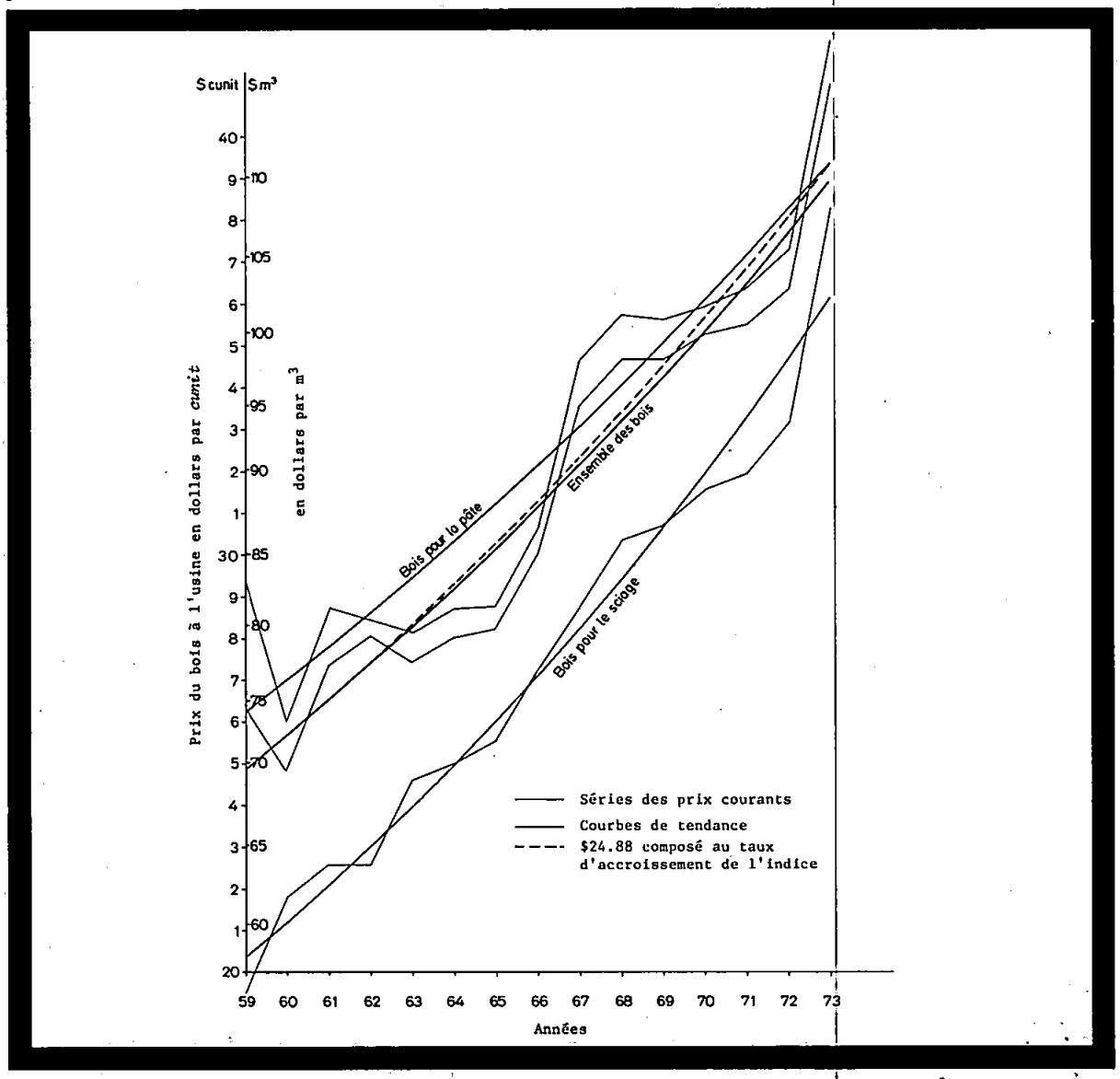
Gouvernement du Québec
Ministère des Terres et Forêts
Service de la recherche

Mémoire n° 54

MATURITÉ FINANCIÈRE DES PEUPLEMENTS FORESTIERS AU QUÉBEC

II-PEUPLEMENTS DE CERTAINES ESSENCES FEUILLUES: PEUPLIER FAUX-TREMBLE ET BOULEAU BLANC

par Alain Musnier



TFI-5310-54

ALAIN MUSNIER est ingénieur-agronome de l'École nationale supérieure d'agronomie de Montpellier, France, et diplômé d'économie générale de la Faculté des sciences économiques de l'Université de Montpellier. À l'emploi de la Société internationale de coopération et de réalisations économiques et sociales (SICORES) de 1966 à 1973, il a travaillé au Maroc, puis, à partir de 1971, au Québec, d'abord à titre de coopérant technique, puis comme expert détaché par le Ministère des affaires étrangères de France auprès du Ministère des Terres et Forêts du Québec. Ce stage à la Division d'économie forestière du Service de la recherche s'est terminé en février 1976.

MATURITE FINANCIERE DES PEUPLEMENTS

FORESTIERS AU QUEBEC

II - PEUPLEMENTS DE CERTAINES ESSENCES FEUILLUES: PEUPLIER FAUX-TREMBLE ET BOULEAU BLANC

par

ALAIN MUSNIER

MEMOIRE N° 54

SERVICE DE LA RECHERCHE

MINISTERE DES TERRES ET FORETS

1979

ISBN 2-550-00237-7

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

AVANT-PROPOS

ET REMERCIEMENTS

Cette étude a été menée dans le cadre du projet intitulé: "Recherche sur la détermination de la maturité financière des peuplements résineux et feuillus au Québec", dont le directeur est le Dr Jean-Paul Nadeau. Les titulaires sont: Dominique Ménard, B.Sc.Econ., pour les peuplements résineux et Alain Musnier, Ing.-Agron., pour les peuplements feuillus.

L'auteur tient à exprimer sa gratitude à tous les membres de la Division de l'économie forestière du Service de la recherche, pour leur accueil et leur excellente collaboration. Ces remerciements vont particulièrement au Dr J.-P. Nadeau qui avait préparé une bibliographie sur le sujet ainsi qu'à D. Ménard, étroit collaborateur, qui a assuré le traitement des données par ordinateur.

Pour le lecteur ne possédant pas une base mathématique suffisante, il est conseillé de se référer aux documents de Gaffney (1960) et de Ménard (1977) pour des explications plus détaillées concernant le fondement théorique de l'étude.

RESUME

La maturité financière définit l'âge auquel la coupe à blanc étoc d'un peuplement forestier procure le maximum de profit. Pour les peuplements naturels de feuillus exploités par coupes à blanc, elle intervient toujours beaucoup plus tôt que l'âge d'exploitabilité physique, défini au Québec comme celui qui procure l'accroissement annuel moyen maximum en volume marchand.

L'étude porte sur deux essences feuillues, en peuplements naturels, le tremble et le bouleau blanc. Elle traite de peuplements homogènes, équiennes et exploités par coupes à blanc.

Dans le cas de l'Etat, l'âge de maturité financière du tremble varie de 58 à 72 ans pour un taux d'actualisation de 3% et des sites de classe I à IV, ou de 47 à 71 ans pour un taux de 5%. Celui de la maturité financière du bouleau blanc varie de 64 à 72 ans pour un taux de 3% et des sites de classe I à III, ou de 56 à 71 ans pour un taux de 5%.

Dams le cas d'un petit propriétaire exploitant, l'âge de la maturité financière du tremble varie de 37 à 64 ans pour un taux de 5%

et des sites de classe I à IV. Celui du bouleau blanc varie de 43 à 63 ans pour le même taux et des sites de classe I à III.

Enfin, pour les grandes compagnies d'exploitation et de transformation exploitant leur domaine privé, avec un taux d'actualisation de 8%, la maturité financière du tremble survient entre 49 et 72 ans pour des sites de classe I à IV. Celle du bouleau blanc survient entre 59 et 72 ans pour des sites de classe I à III.

La maturité financière dépend de l'agent économique considéré. Elle apparaît toujours plus tôt pour les petits propriétaires forestiers exploitants que pour l'Etat. Elle est la plus tardive pour les grandes compagnies d'exploitation et de transformation opérant sur leur domaine privé. Elle est obtenue pour des peuplements d'autant plus jeunes que le site est fertile et que le taux d'actualisation est élevé. Elle manifeste une forte sensibilité aux prix et aux coûts de transport, qui s'accentue à mesure que le site est plus fertile. La sensibilité aux salaires dans le secteur de l'exploitation forestière est plus modérée. Le procédé de récolte du bois est aussi un facteur important qui tend à accroître l'âge de la maturité financière lorsque son degré de mécanisation augmente.

SUMMARY

Financial maturity defines the age where clearcutting yields maximum profit. For natural deciduous stands, it occurs much sooner than the physical exploitation age, defined in Quebec as corresponding to maximum mean annuel growth in merchantable volume.

This study deals with two deciduous species in natural stands: aspen and paper birch, in homogeneous, even-age stands exploited through clear-cutting.

In the case of the State, with an actualization rate of 3% and site indices of I to IV, financial maturity for aspen varies between 58 and 72 years, or between 47 and 71 years with a rate of 5%: for paper birch, with a rate of 3% and site indices of I to III, it varies between 64 and 72 years, or between 56 and 71 years with a rate of 5%.

In the case of a small owner-worker, with a rate of 5% and site indices of I to IV, financial maturity varies from 37 to 64 years: for paper birch, the values are 43 to 63 for the same rate and indices I to III.

Finally, in the case of large firms that also deal in transforming wood from their own stands, with a rate of 8% and on sites with indices I to IV, financial maturity for aspen intervenes between 49 and 79 years of age: for paper birch, it happens between ages 59 and 72 on sites with indices I to III.

Financial maturity age is linked with the economic agent considered. It is shorter for small owners-workers than for the State. It is the longest for large exploitation and transformation firms working their own stands. It is proportionnally shorter for the younger stands when the site is more fertile and the actualization rate higher. It is very sensitive to prices and transportation costs, the more so as the site is more fertile. Sensitivity to salaries in the forest exploitation sector is less important. Harvesting processes are also an important factor tending to lenghten the financial maturity age as mecanization becomes more important.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

La durée de révolution d'un peuplement qui procure le profit maximum est appelée maturité financière de ce peuplement. Sa détermination est un sujet classique de controverses en économie forestière.

La recherche de la maturité financière revient à comparer entre eux les résultats économiques de diverses options d'aménagement qui ne diffèrent que par leurs durées de révolution. Il en résulte qu'il s'est développé autant d'écoles de pensée qu'il y a de critères d'évaluation de projet usuels en foresterie. Il s'y ajoute les tenants de solutions fondées sur la seule croissance en volume des peuplements qui définissent des âges d'exploitabilité physique, bien souvent appliqués dans la pratique, à défaut de données économiques.

Le débat a été définitivement clos, sur le plan théorique, par la remarquable analyse de Gaffney (1960) et son étude critique des diverses solutions.

La présente étude est consacrée, premièrement, à un exposé théorique, aussi pragmatique que possible, de la solution développé par Gaffney, deuxièmement, à une application pratique pour les essences

feuillues: tremble et bouleau blanc, au Québec et troisièmement, à une analyse de sensibilité détaillée qui met en évidence l'influence des principales variables physiques et économiques sur l'âge de maturité financière.

Les tableaux d'*output* d'ordinateur sont disponibles pour consultation au Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts.

CHAPITRE I

METHODOLOGIE

1.1 DEFINITIONS DE LA MATURITE FINANCIERE

La maturité financière définit l'âge auquel la coupe à blanc étoc d'un peuplement forestier procure le maximum de profit. Il lui correspond une durée de révolution qui est le nombre d'années comprises entre la régénération et la coupe à blanc. La valeur d'un peuplement sur pied croît avec le temps jusqu'à une certaine limite après laquelle elle décroît lentement en raison de la dégradation de l'état phyto-sanitaire des arbres. Une ressource et deux facteurs de production, la technologie et le capital, concourent à ce développement:

- la ressource est le milieu bio-physique, ou site, dont le potentiel de production est mesuré par une classe de fertilité.

- le facteur technologique est représenté par l'option d'aménagement qui désigne l'ensemble des techniques et des modalités d'exploitation.

Le coût de l'immobilisation de la ressource et des facteurs de production croît avec le temps.

Avant de lire ce qui suit, il est recommandé de se reporter à nos appendices afin de prendre connaissance de quelques hypothèses de travail et de certaines notions indispensables à la bonne compréhension de l'exposé théorique.

1.2 FONDEMENT THEORIQUE

La théorie marginaliste démontre que le profit maximum est réalisé lorsque l'accroissement marginal des revenus devient égal à celui des coûts. L'application de ce principe à un peuplement forestier prend un aspect original en raison du temps considérable qui s'écoule entre les coûts, généralement concentrés en début de révolution, et les revenus nets provenant des coupes.

Pour la clarté de l'exposé, la démonstration porte d'abord sur le cas simple d'un peuplement dont le coût de régénération est C_0 et sur lequel il n'y a pas d'autre intervention sylvicole jusqu'à la coupe finale. La portée générale de la solution est démontrée ensuite. L'exposé est d'autre part soutenu par un exemple numérique au tableau 1 et les courbes de la figure I.

Le revenu g_t est la valeur du peuplement sur pied, au temps t. Il est représenté sur le graphique par la courbe g.

Les coûts proviennent de l'immobilisation de deux facteurs de production: le site, regroupant ici le milieu biophysique et l'option

d'aménagement, et le capital investi dans le peuplement; ils augmentent avec le temps. Le coût du temps se trouve par conséquent inclus dans ceux des précédents.

Le mérite de cette approche, dont découle la solution correcte de la détermination de la maturité financière, revient à Gaffney (1960), qui en tire toutes les conséquences, mettant fin à une controverse théorique qui divisait jusqu'alors les économistes forestiers. Le lecteur aura le plus grand intérêt à se reporter à cette publication, particulièrement pour la critique des autres modèles et les différentes manières de dériver la solution. Le but du présent exposé n'est pas de traduire un texte réputé difficile mais de faciliter la compréhension du principe et de ses principales implications, par le développement des préliminaires exposés plus haut et par le choix de la dérivation la plus directe, qui suit.

La recherche de la maturité financière est un problème de choix entre diverses possibilités d'investissements dans un même peuplement, qui ne diffèrent que par la durée de révolution. Les coûts doivent par conséquent être définis comme des coûts d'opportunité. Ainsi, le coût du capital investi à l'année 0 du projet, devient à l'année t:

$$C_0 (1 + i)^t \quad \text{ou} \quad C_0 e^{\rho t}$$

qui est représenté, à la figure I, par la droite δ, le taux d'actualisation, i ou p, étant le coût d'opportunité du capital.

Le coût d'opportunité du site, dans la mesure où le terrain reste affecté à la forêt, est ce qu'il pourrait rapporter sous le meilleur aménagement forestier possible, c'est-à-dire le peuplement exploité à sa maturité financière, ce qui suppose le problème résolu.

Supposons donc que a, l'équivalent annuel du revenu à la maturité financière, soit connu. Il doit vérifier l'équation suivante pour la valeur de t recherchée:

$$a = \frac{A_t i}{(1+i)^t - 1} = g_t - C_0 (1+i)^t \cdot \frac{i}{(1+i)^t - 1}$$

ou:

$$a = (g_t - C_0 e^{\rho t}) \cdot \frac{\rho}{e^{\rho t} - 1} \qquad (1)$$

Après t années d'occupation du site par le peuplement considéré, son coût d'immobilisation est a, reçu à la fin de chaque année, composé et cumulé pendant t années, ce qui représente également la valeur du peuplement à l'année t. Soit:

$$a \frac{(1+i)^t}{i} \quad \text{ou} \quad \frac{e^{\rho t} - 1}{\rho}$$

Valeur qui est représentée à la figure I, par la différence entre la courbe T et la droite δ.

Le coût total de l'immobilisation du capital et du site peut donc s'écrire, pour une année t quelconque:

$$C_0 (1+i)^t + a \frac{(1+i)^t - 1}{i}$$

ou:

$$C_0 e^{\rho t} + a \frac{e^{\rho t} - 1}{\rho}$$

et la maturité financière sera atteinte lorsque:

$$\frac{dg_t}{dt} = \frac{d}{dt} \left[C_0 e^{\rho t} + a \frac{e^{\rho t} - 1}{\rho} \right] = 0$$

Soit (en écrivant g', pour simplifier):

$$g' = e^{\rho t} (C_0 \rho + a) \qquad (2)$$

D'où un système de deux équation à deux inconnues qui doivent être résolues simultanément. Pour trouver t, il suffit de remplacer a dans l'équation 2 par son expression dans la relation 1.

$$g' = e^{\rho t} \left[C_0 \rho + (g - C_0 e^{\rho t}) \frac{\rho}{e^{\rho t} - 1} \right]$$

et de résoudre pour t, d'où:

$$t = \frac{1}{\rho} L_n \frac{g'}{g' - \rho (g - C_0)} \qquad (3)$$

D'autres auteurs, Duerr, Guttenberg et Fedkiw (1956), dont le modèle a prévalu jusqu'en 1960, ont abouti à la même équation finale qu'ils ont résolue pour p, ce qui donne un mode de calcul plus simple:

$$\rho = \frac{g'}{g - C_0} \times \frac{e^{\rho t} - 1}{e^{\rho t}}$$

Soit, en représentant par ϕ le terme incluant t:

$$\frac{g'}{g - C_0} = \frac{\rho}{\phi} \qquad (4)$$

Le second terme pouvant être calculé à l'avance pour toutes les valeurs usuelles de i et de t, il ne reste qu'à calculer les valeurs du premier terme pour t croissant jusqu'à ce que l'égalité soit vérifiée. Cependant, ces auteurs ont apporté une simplification abusive en écrivant que la relation 4 donne le même résultat que:

$$\frac{g'}{g} = i$$

ce qui n'est proche de la réalité que dans des cas particuliers.

1.3 DETERMINATION GRAPHIQUE ET AUTRES MODELES

La courbe T peut être tracée pour une valeur quelconque de a. Tant que a est inférieur ou égal à son maximum, T coupe g en un seul point où $g - C_0 e^{\rho t}$ est égal au revenu périodique correspondant à a. A l'année de la maturité financière, les pentes des courbes T et g, en ce point d'intersection, doivent de plus être égales (relation 2). Il en résulte que la maturité est atteinte lorsque T et g sont tangentes, ce qui est le cas à 55 ans pour cet exemple. Il est évident que a est alors à son maximum ainsi que la valeur attendue du site Se, puisque:

$$a = Se \times \rho$$

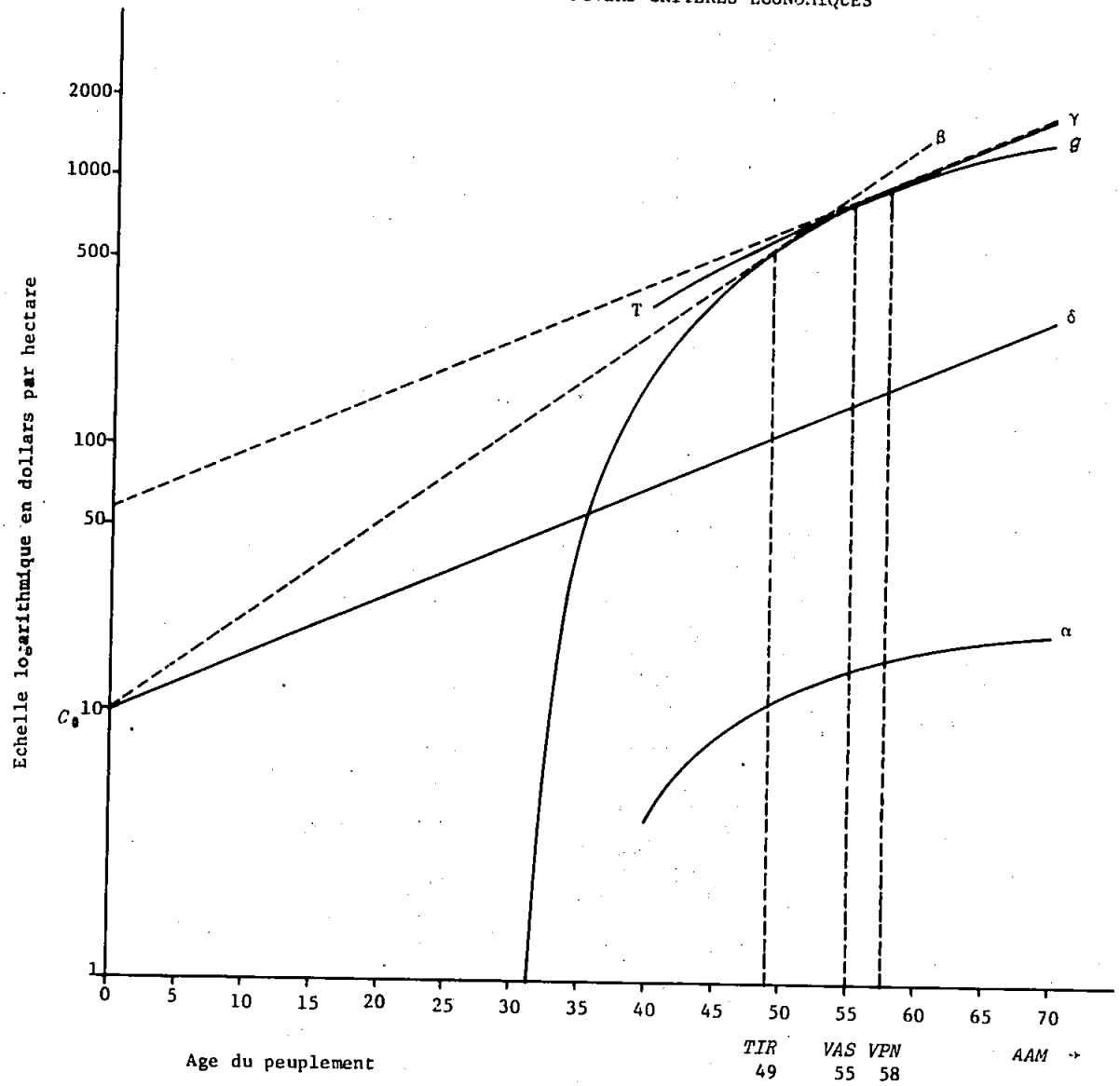
Il est d'ailleurs facile de vérifier que l'équation:

TABLEAU 1 VALEURS NUMERIQUES* CORRESPONDANT AUX COURBES DE LA FIGURE I, CALCULEES POUR UN TAUX D'ACTUALISATION DE 5%
en dollars par ha

Age	Valeur du bois sur pied	Coût initial composé (a)	Valeur finale	Valeur attendue du site	A_f cumulée et composée (b)	(a) + (b)	Taux interne de rentabilité	Valeur présente nette	Accroissement annuel moyen en valeur	Accroissement annuel en volume m^3/ha moyen	courant
35	48,74	55,16	103,90	-----	-----	------	-------	-------	------	4,8	6,7
40	154,64	70,04	84,24	13,95	294,08	364,12	7,09 %	11,97	3,87	5,0	6,3
45	368,63	89,85	278,78	34,91	388,79	478,64	8,35 %	31,03	8,19	5,1	6,0
50	589,25	114,67	474,58	45,34	509,66	624,33	8,49 %	41,39	11,79	5,2	5,8
55	810,28	146,36	663,92	48,69	663,92	810,20	8,32 %	45,36	14,73	5,2	5,6
60	1030,80	186,79	844,01	47,74	860,80	1047,59	8,03 %	45,19	17,18	5,2	5,4
65	1248,21	238,40	1009,81	44,21	1112,08	1350,48	7,71 %	42,36	19,20	5,2	5,2
70	1399,77	304.26	1095,51	37,23	1432,78	1737,04	7,31 %	36,01	20,00	5,2	5,1

* Peuplement de tremble.
Coût de régénération fixé à $10/ha pour les besoins du graphique.
Utilisation pour la pâte. Revenus directs. Procédé d'exploitation semi-mécanisé.

FIGURE I - MAXIMISATION DE DIVERS CRITERES ECONOMIQUES



g	valeur du bois sur pied
δ	coût de régénération composé à 5%
β	coût de régénération
γ	actualisation de g donnant la valeur présente nette maximum (*VPN*)
T	valeurs de δ augmentées de la rente maximum du sol forestier, reçue à la fin de chaque année, composée et cumulée. La valeur attendue du site (*VAS*) est maximum lorsque la durée de révolution est égale au nombre d'années pour lequel T et g sont tangentes.
α	accroissement annuel moyen de la valeur du bois sur pied (*AAM*)

$$\frac{d\,Se}{dt} = \frac{d}{dt} \quad \frac{g - C_0 e^{\rho t}}{e^{\rho t} - 1} = 0$$

est résolue pour la même valeur de t que dans l'expression 3, sachant d'autre part que la courbe représentant Se en fonction de t est convexe.

La maturité financière est donc atteinte lorsque la valeur attendue du site, attribuable au terrain nu, calculée suivant la formule de Faustmann, est maximum, d'où le nom de solution de Faustmann que Gaffney donne à ce modèle, bien que celui-ci n'ait pas pensé à la maturité financière en recherchant la valeur du sol forestier (*Waldboden*).

Revenons à la figure I, soit une parallèle à δ, tangente à la courbe g. En coordonnées semi-logarithmiques, la pente de cette droite est:

$$\frac{g'}{g} = \rho \simeq i$$

Son intersection avec l'ordonnée représente la valeur actuelle maximum de g et, par conséquent, la valeur maximum de $g_0 - C_0$ est la valeur présente nette. Ceci est réalisé à l'âge de 58 ans. La solution de Duerr, Guttenberg et Fedkiw revient donc à maximiser la valeur présente nette pour le taux d'actualisation considéré.

Soit maintenant β, une tangente menée du point C_0 à la courbe g. Sa pente représente le taux d'actualisation maximum qui annule la valeur présente nette. L'âge correspondant au point de tangence est donc celui qui permet le taux interne de rendement maximum i.

Cette autre définition de la maturité financière a été principalement défendue par Boulding (1955). Elle donne ici un âge de 49 ans.

Soit encore, la courbe α, représentant l'accroissement annuel moyen de la valeur du bois sur pied. Elle atteint son maximum au delà de 70 ans (vers 75 ans ici). C'est le modèle utilisé par le Service forestier des Etats-Unis.

Au Québec, la maturité est généralement définie comme l'âge auquel l'accroissement annuel moyen en volume est maximum, ce qui se produit quand il est égal à l'accroissement courant (tableau 1), soit ici 65 ans.

Exception faite de celle de Faustmann, ces solutions, qui sont le plus généralement utilisées, sont économiquement fausses, parce qu'elles ne tiennent pas compte du coût d'immobilisation du site. Les deux dernières le sont d'autant plus qu'elles ne font intervenir ni les coûts de régénération ni la notion de coût d'opportunité du capital-temps, puisque les valeurs ne sont pas actualisées. Cela ne serait acceptable, en fait, que si le milieu forestier était complètement isolé du reste de l'économie et que n'importe quel investissement puisse y être entrepris sans que cela ait la moindre importance pour le bien-être de la société.

Les âges auxquels ces critères sont maximum se trouvent toujours dans le même ordre. Cependant, deux ou trois solutions peuvent se trouver assez rapprochées, selon la courbure de g aux points de tangence, comme c'est le cas sur la figure I pour *VAS* et *VPN*.

Il est à remarquer toutefois que les maximisations de la valeur présente nette, de la valeur attendue du site ou du taux interne de rentabilité, sont obtenues pour la même maturité financière, lorsque tous les facteurs de production sont librement échangeables sur le marché à des prix connus et que le manager est disposé à faire varier les dimensions de son entreprise (terre et capital) jusqu'à ce que le revenu net attribué au facteur choisi comme résiduel soit égal à son prix de marché. Mais lorsque l'un des facteurs n'a pas de valeur de marché représentative ou qu'il ne peut être facilement acheté, vendu ou loué, le manager doit alors lui attribuer le revenu net à maximiser. Or, c'est généralement le cas pour le site et particulièrement celui des forêts publiques. La maximisation de la valeur attendue du site est donc la meilleure façon de procéder pour l'Etat, d'autant plus qu'il a largement accès au marché financier à un taux exceptionnellement bien défini.

L'utilisation du critère de l'accroissement annuel moyen maximum en volume, par le management forestier au Québec, crée une tendance vers un objectif de forêt normalisée en vue de la production maximum de bois par unité de superficie. L'introduction de la solution de Faustmann est de nature à réorienter cette tendance vers un objectif de forêt normalisée en fonction de coupes plus précoces, donc plus fréquentes sur un même territoire et portant annuellement sur de plus grandes superficies, avec l'assurance que les dépenses et les immobilisations sont justifiées envers les autres secteurs de l'économie et que les durées de révolution sont réglées en vue du profit maximum. De plus,

durant le phase de reconversion, cela entraine une augmentation immédiate de la possibilité pour le Québec dans son ensemble.

1.4 MODE OPERATOIRE ET GENERALISATION

Les calculs étant effectués sur ordinateur, le mode opératoire le mieux approprié est le calcul de *Se* pour toutes les années considérées. L'année de la maturité financière, à laquelle *Se* est maximum, est directement lisible sur les tableaux de sortie. La connaissance de la valeur attendue du site en fonction de l'âge de la coupe finale permet de mesurer le coût qu'engendrerait le choix d'une durée de révolution autre que celle de la maturité financière, choix qui peut être motivé par des contraintes de marché, comme la dimension des bois, ou encore d'un autre ordre, comme la valeur récréative ou esthétique de certaines forêts.

La maturité est donc calculée à l'aide de l'expression:

$$Se = \frac{g - C_0 \ (1 + i)^t}{(1 + i)^t - 1}$$

La généralisation consiste à introduire dans le calcul les coûts et les revenus intermédiaires. S'ils sont annuels et constants, ils n'ont aucune influence sur la maturité financière. C'est le cas, principalement, des taxes foncières.

En effet, maximiser *Se* revient à maximiser *a* puisque

$$a = Se \times i$$

Si c est le montant des taxes foncières:

$$a = \rho \left[\frac{g - C_0 e^{\rho t}}{e^{\rho t} - 1} \right] - c$$

qui est maximum lorsque $\frac{d\,a}{d\,t} = 0$, expression d'où c se trouve éliminé.

Par contre, les autres coûts et revenus intermédiaires ont une influence sur la maturité financière. Il en est ainsi des opérations sylvicoles autres que la régénération et, principalement, des coupes d'éclaircies. Leur introduction ne pose aucun problème méthodologique. La quantité à maximiser devient alors:

$$Se = \frac{g_m + \sum_{0}^{m} R_t \, (1 + i)^{m-t}}{(1 + i)^m - 1}$$

où m est l'année considérée et t l'année d'apparition du coût ou du revenu intermédiaire R_t (avec $R_0 = C_0$).

Dans le cas de cette étude, qui porte sur des peuplements naturels, sans autre intervention sylvicole que la coupe finale, le calcul est simplifié du fait que:

$$C_0 = 0$$

D'où

$$Se = \frac{g_t}{(1 + i)^t - 1}$$

qui est maximum lorsque:

$$\frac{g'}{g} = \frac{\rho}{\phi}$$

Il est noter que la valeur de Se ainsi calculée sur ordinateur n'inclue pas les taxes foncières et que, par conséquent, pour obtenir la valeur attendue du site, attribuable au terrain nu, il faut lui retrancher la valeur capitalisée de c, soit $\frac{c}{i}$:

$$VAS = Se - \frac{c}{i} \quad (5)$$

1.5 EFFET DES VARIABLES

L'effet des variables sur la maturité financière apparait à l'observation de la solution généralisée (*cf.* équation 4):

$$\frac{g'_m}{g_m + \sum_{o}^{m} R_t \, (1 + i)^{-t}} = \frac{\rho}{\phi} \quad (4')$$

avec:

$$\phi = \frac{(1 + i)^t - 1}{(1 + i)^t}$$

où g'_m est l'accroissement marginal de la valeur du bois sur pied à l'année m de la maturité financière, incluant éventuellement un revenu intermédiaire, et où la sommation représente la valeur, à l'année 0, de tous les coûts et revenus intermédiaires.

L'inventaire qui suit est loin d'être exhaustif. Il ne concerne que les principales variables et, particulièrement, celles dont l'influence est mesurée dans le modèle de calcul.

Parmi celles qui influent sur le premier terme de la relation 4', la plus importante est évidemment la valeur du bois sur pied. Elle dépend de la fonction de production du peuplement, de la valorisation du bois et des coûts de récolte. Tous les facteurs qui tendent à accroître $\frac{g'}{g}$, tendent à retarder la maturité financière et inversement. Ainsi, une augmentation de la valeur marchande et une diminution des coûts de récolte par unité de volume en fonction de l'âge, sont de nature à retarder la maturité financière. Il est à remarquer que si la valeur du bois sur pied par unité de volume est constante dans le temps, elle n'a pas d'influence sur la maturité financière, quel que soit son niveau. Mais cette hypothèse n'est pas réaliste car, même si le prix du bois reste constant, le coût de récolte par unité de volume décroît avec l'âge du peuplement. De même, dans le cas d'éclaircies commerciales, les revenus intermédiaires tendraient à hâter la maturité, mais cet effet est contrebalancé par une augmentation de g' due à l'accélération de la croissance après éclaircie qui semble conduire, au contraire, à un retardement de la maturité.

D'autre part, la croissance est plus rapide sur les bons sites et le stock de bois sur pied y est plus important que sur les sites moins fertiles. Il en résulte que $\frac{g'}{g}$ décroît plus rapidement alors que la rente du sol a est plus élevée, d'où une maturité plus hâtive à mesure que le site est plus fertile. De même la maturité est plus précoce pour les essences à croissance rapide.

Les variations du coût de régénération, qui n'ont d'influence que sur le dénominateur, entraînent une variation en sens inverse de la maturité, la dépense optimale à consentir pour la régénération étant celle qui maximise la valeur attendue du site.

La probabilité de perte due à des dommages physiques et biologiques augmente avec le temps. Elle affecte donc plus g', dont elle se retranche, que g, entraînant ainsi une maturité plus précoce.

Il a été mentionné que les taxes foncières n'ont pas d'effet sur la maturité; par contre, des taxes levées sur la valeur du bois sur pied affecteraient plus g' que g et seraient de nature à avancer la maturité. Dans ce dernier cas, la taxe irait à l'encontre d'un bon management des forêts privées, les propriétaires ayant intérêt à diminuer le stock de bois sur pied. Il est à remarquer que la forêt ne permet pas de payer des taxes annuelles constantes supérieures à la rente du sol a.

Parmi les variables qui affectent le second terme, le taux d'actualisation ρ tend à hâter la maturité lorsqu'il augmente. Cependant, ϕ augmente en même temps, ce qui atténue l'effet de ρ, rendant la maturité moins sensible aux variations du taux d'actualisation que la solution de Duerr *et al.* qui n'inclut pas ϕ.

Le facteur ϕ de la solution 4 provient de la rente du sol. Il est facile de constater que son effet augmente à mesure que i et t diminuent, et qu'il diminue dans le cas contraire. Autrement dit, la rente du sol influe fortement sur la maturité pour les courtes révolutions, d'autant plus que le taux d'actualisation est faible. Inversement, son effet

s'atténue pour les longues révolutions, d'autant plus que le taux d'actualisation est élevé. Dans ce dernier cas, la valeur de ϕ s'approche de 1 et, par conséquent, son effet devient négligeable. En pratique, cela est vrai à partir de 60 ans, pour les taux d'actualisation habituellement appliqués, dont l'effet devient alors prédominant.

La forme de la courbe de croissance du peuplement influe sur l'importance de ϕ. Si l'accroissement en pourcentage du volume décroît rapidement à la maturité, ϕ a peu d'importance même si a est élevé. La figure I permet de comprendre que si la courbure de g est très accentuée à la maturité, toutes les solutions donnent à peu près la même maturité, qu'elles incluent ϕ ou non.

Il est à remarquer enfin que les tendances modernes du management forestier vont vers un raccourcissement des durées de révolution, à cause de la sélection de variétés à croissance rapide et mieux adaptées aux sites, et des techniques sylvicoles, principalement celles qui concernent la régénération, la fertilisation et les éclaircies pré-commerciales, les progrès de la protection des forêts contre les désastres, les prédateurs et les maladies. Cette évolution met en relief l'importance du facteur ϕ et, par conséquent, de la solution de Faustmann.

1.6 VALIDITE

Certaines objections sont souvent apportées à la solution de Faustmann. Elle repose sur l'hypothèse d'une succession infinie

de revenus périodiques identiques. Elle n'est valable que pour des terrains nus et des peuplements équiennes, exploités par coupes à blanc. Elle ne donne pas la révolution optimale pour une forêt normalisée. Gaffney rejette toutes ces objections d'une manière rigoureuse qu'il serait hors de propos de présenter ici. Cependant, quelques arguments simples peuvent être avancés pour soutenir la validité de cette solution.

Il est vrai qu'une succession infinie de revenus périodiques identiques est une hypothèse irréaliste. La valeur courante du revenu net final d'une même option d'aménagement change dans le temps et l'option elle-même peut être modifiée. Mais cela revient simplement à poser le problème de la prévision en général. Il est normal et bon de considérer, à un moment donné, que la meilleure option d'aménagement concevable se répètera indéfiniment, quitte à en changer par la suite. D'autre part, des changements dans le revenu net n'infirment pas la méthode. En effet, s'ils ne sont dûs qu'à l'inflation, il a été vu que la valeur attendue du site est la même que celle que l'on a calculée avec des revenus constants dès lors que les taux d'actualisation appropriés sont appliqués. Par contre, si une évolution des revenus est prévisible en termes réels, la formule de Faustmann ne s'applique plus, mais la valeur attendue du site peut être calculée par valeurs approchées sur un certain nombre de révolutions, au moins deux, puisque c'est la deuxième révolution qui constitue le coût d'opportunité de l'immobilisation du site par la première. Dans le cas de révolutions très courtes (taillis, arbres de Noël), il faut obtenir un horizon économique d'au moins 60 ans, après quoi la valeur présente des révolutions ultérieures est relativement négligeable.

La maturité financière n'est pas une donnée immuable. Elle doit être recalculée lorsque surviennent des changements significatifs dans les méthodes d'aménagement ou dans les paramètres économiques. Le manager forestier qui recherche la rente maximale du site suit la même démarche que l'investisseur qui choisit le placement de plus forte rentabilité pour ses capitaux, quitte à en changer l'affectation lorsque se présente une opportunité plus rentable. Les deux doivent seulement se réserver la possibilité d'opérer le changement. Envisager une durée infinie au moment du choix n'implique pas plus que de prévoir son maintien aussi longtemps que ce choix reste le meilleur.

Il est vrai également que le manager forestier se trouve plus souvent confronté à des peuplements en cours de croissance qu'à des terrains nus. Le problème survient lorsqu'il s'agit de déterminer l'âge de coupe à blanc d'un peuplement qui doit être remplacé par un autre parce qu'il présente des déficiences, comme une surface terrière insuffisante ou une mauvaise adaptation au marché, mais qui donne cependant une valeur de bois sur pied positive et un accroissement en pourcentage assez élevé. Le mode opératoire retenu dans cette étude ne peut s'appliquer simplement, mais la solution de Faustmann reste valable. En effet, le coût d'opportunité de l'immobilisation du site par le peuplement actuel est la rente du site qui serait produite par le peuplement à venir. Il suffit donc de rechercher la valeur maximum de α correspondant à la valeur maximum de la *VAS* que donnerait le second peuplement, puis d'introduire cette valeur dans la relation 2 où g' représente l'accroissement du peuplement actuel. Il reste à

calculer les deux termes de cette relation pour des valeurs croissantes de t, jusqu'à celle qui réalise l'égalité.

La solution de Faustmann s'applique également à tous les types d'aménagement forestier. Il a déjà vu (*cf.* 1.4) que les régimes d'éclaircie pré-commerciale et commerciale peuvent être traités sans difficulté; il en va de même pour les forêts inéquiennes exploitées en coupes sélectives par diamètre limite. Dans ce cas, la maturité doit simplement être calculée au niveau de la tige, d'où un âge de coupe et, par conséquent, le diamètre limite correspondant. On peut aussi simplement concevoir que la révolution optimale pour une forêt homogène normalisée est celle de la maturité financière du peuplement qui la compose. Elle maximise bien la *VAS* de l'ensemble de la forêt puisqu'elle maximise la *VAS* par unité de superficie de chaque parcelle. Ainsi, par extension, la *VAS* maximum d'une forêt comprenant différents peuplements est obtenue par la normalisation de chacun de ses peuplements. Dans le cas où certains peuplements peuvent être changés, ou leurs superficies modifiées, l'occupation du sol qui procure la *VAS* maximum de la forêt peut être définie par programmation linéaire statique.

CHAPITRE II

VALEUR DU BOIS SUR PIED

2.1 PEUPLEMENTS ET PRODUCTION

L'étude porte sur deux essences feuillues, en peuplements naturels, le tremble et le bouleau blanc. Elle traite de peuplements homogènes, équiennes et exploités par coupes à blanc. Au Québec, ces deux essences intolérantes sont les seules qui soient ainsi concernées. De tels peuplements de tremble se régénèrent fréquemment après les coupes ou les incendies. Par contre, le bouleau blanc en peuplement homogène est extrêmement rare.

Les productions de bois marchand, en fonction de l'âge et par unité de superficie, proviennent de tables de rendement pour des surfaces terrières normales.

Les tables de rendement du tremble ont été élaborées au Service de la recherche pour les comtés de Montmagny à Rimouski (Le Goff *et al.*, 1976). Les placettes d'échantillonnage ont été choisies

de sorte que les résineux occupent moins de 30 p.c. de la surface terrière (généralement 10 à 15 p.c.) et que les autres feuillus soient négligeables. Elles comportent quatre classes de fertilité définies par des hauteurs à 45 ans de 22, 19, 16 et 13 m. Les croissances en hauteur sont tout-à-fait semblables à celles des tremblaies de l'Ontario, telles qu'estimées par Plonski (1960), dont les tables sont utilisées ici pour le bouleau blanc, faute de données spécifiques au Québec.

Les données de base fournies par les tables de rendement sont exprimées sous forme de régressions pour les besoins de calcul de la maturité financière. Pour le tramble, ces équations sont:

- Les volumes marchands *Vm*, pour un diamètre au fin bout de 8,89 cm qui sont les volumes de bois à pâte (fig. II)

Classe I $Vm = -14{,}2676 + 1{,}4479t - 0{,}0115t^2 + 0{,}0001t^3$

Classe II $Vm = -13{,}9587 + 1{,}1812t - 0{,}0090t^2$

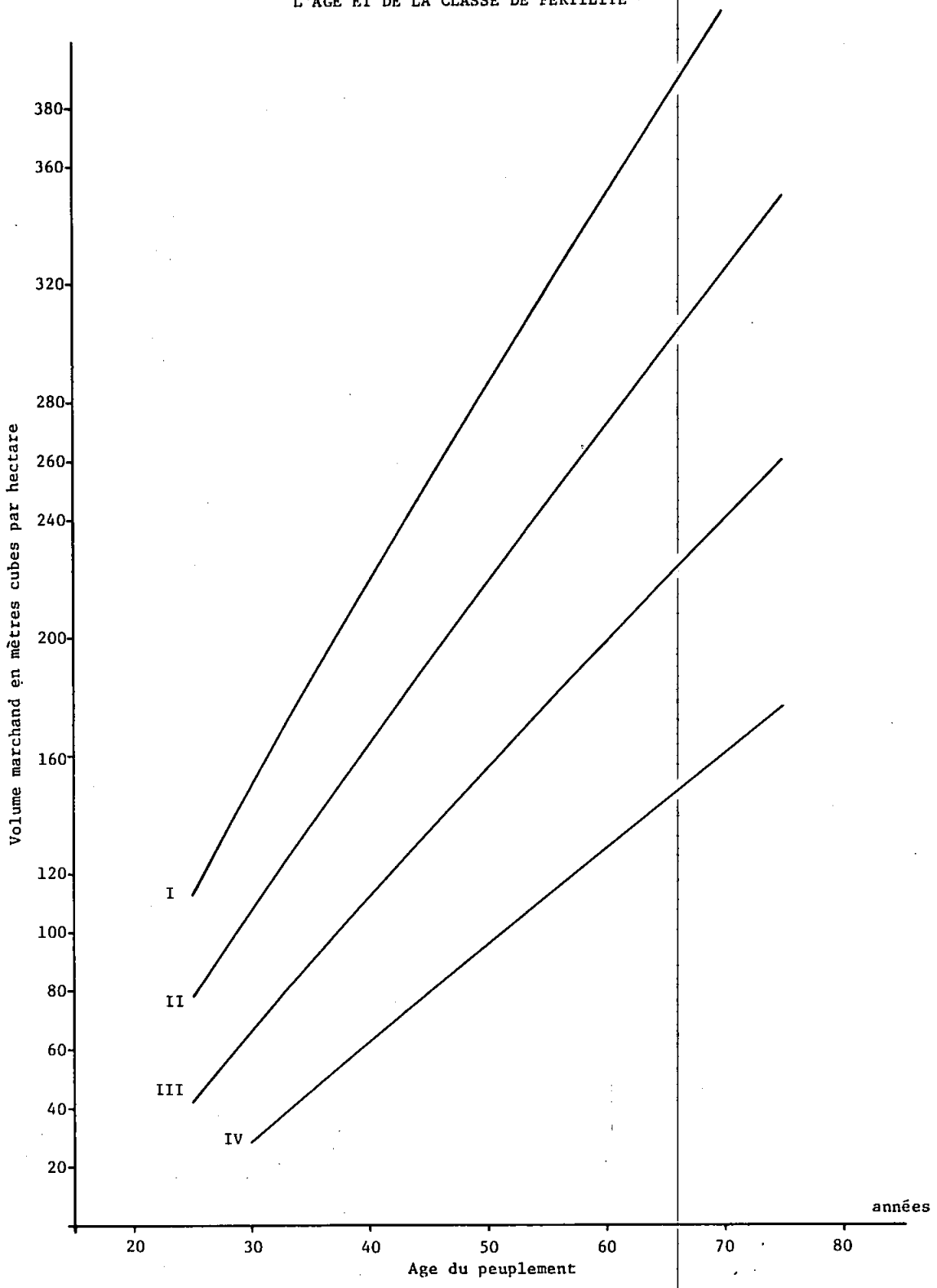
Classe III $Vm = -13{,}8948 + 0{,}9487t - 0{,}0074t^2$

Classe IV $Vm = -13{,}6522 + 0{,}7083t - 0{,}0051t^2$

- Les volumes marchands par diamètre de découpe de 2,54 en 2,54 cm (*1 po*), estimés en mètres cubes, qui donnent les volumes de bois de sciage en fonction du diamètre minimum des billes. Ces données servent au calcul d'une régression du prix du bois en fonction de l'âge du peuplement.

- Les nombres de tiges marchandes, *Tm*, par unité de volume marchand (fig. III), sont:

FIGURE II - VOLUME MARCHAND DU TREMBLE EN FONCTION DE L'AGE ET DE LA CLASSE DE FERTILITE



D'après LeGoff *et al.* (1976)

Classe I $Tm = 225,6628 - 13,2709 + 0,3274t^2 - 0,0037t^3$

Classe II $Tm = 355,1761 - 21,5273 + 0,5344t^2 - 0,0061t^3$

Classe III $Tm = 781,0828 - 51,6499 + 1,3531t^2 - 0,0160t^3$

Classe IV $Tm = 1830,4112 - 119,7513 + 3,0353t^2 - 0,0344t^3$

Pour le bouleau blanc, les équations des volumes marchands pour le bois à pâte (fig. IV) sont:

Classe I $Vm = - 15,8917 + 0,8025t - 0,0006t^2$

Classe II $Vm = - 16,4619 + 0,7171t - 0,0019t^2$

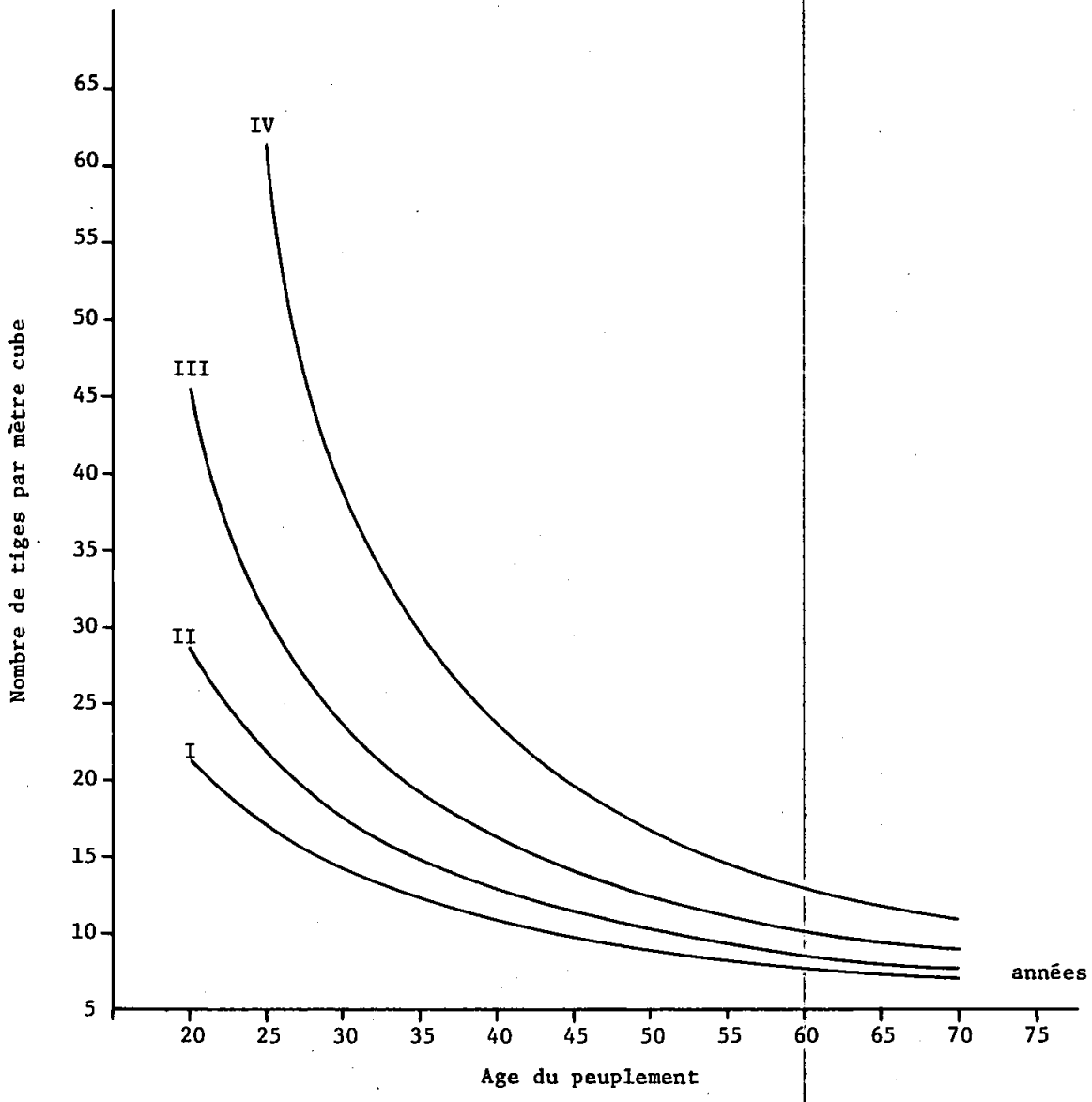
Classe III $Vm = - 19,6665 + 0,8521t - 0,0064t^2$

Il n'existe pas d'autres données utiles applicables au Québec, pour le bouleau blanc. Il n'a pas été possible de retrouver les données des parcelles échantillons utilisées par Plonski il y a 25 ans. Elles auraient éventuellement permis de nouvelles implications.

2.2 EVALUATION DE LA VALEUR DU BOIS SUR PIED

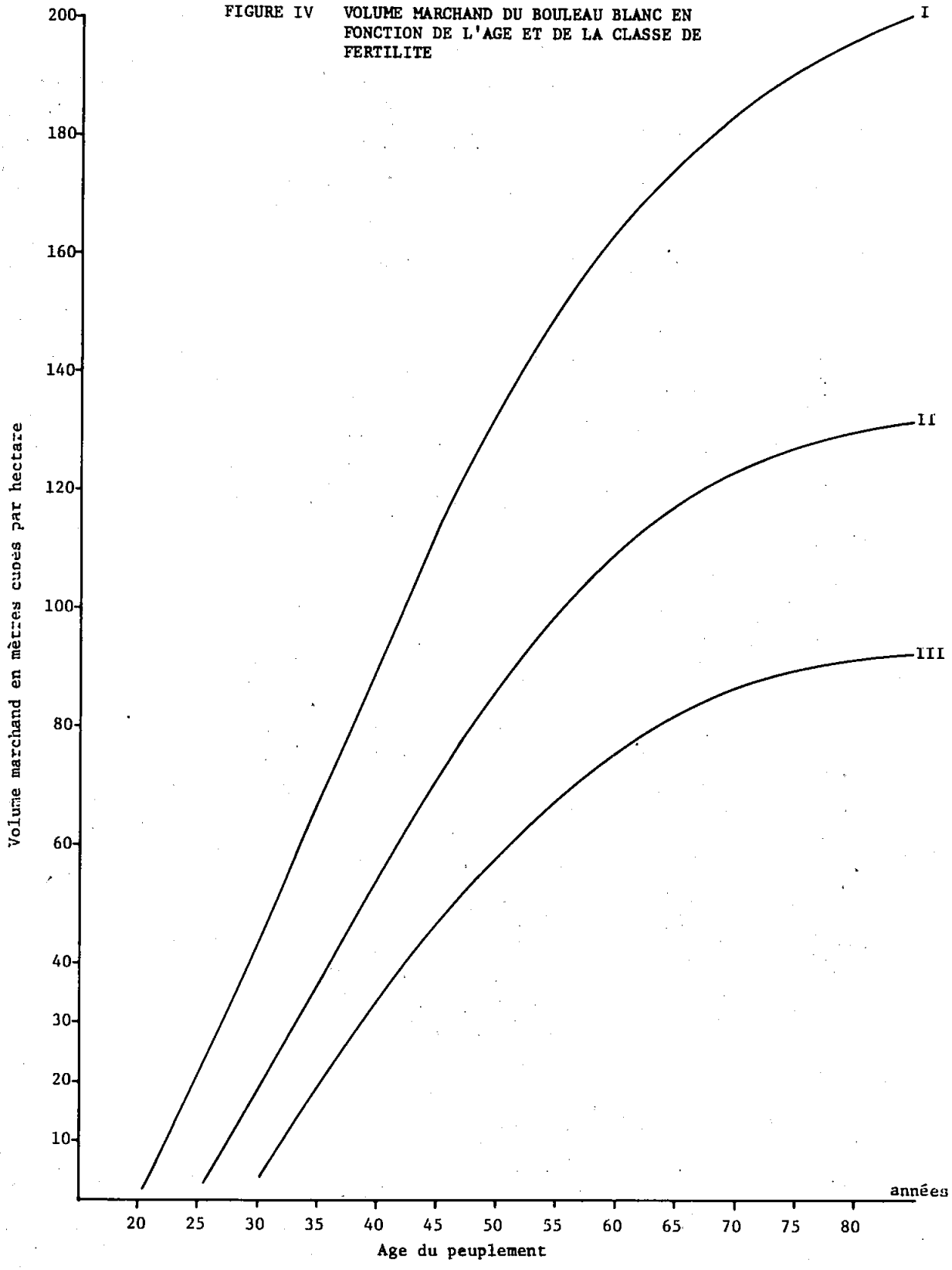
La valeur du bois sur pied doit être estimée puisqu'il n'existe pas de marché compétitif pour le bois sur pied au Québec. Il y a diverses méthodes d'évaluation (Davis, 1966) parmi lesquelles le Service de la recherche a déjà retenu la méthode analytique du rendement de conversion, lequel est calculé à l'aide des rapports financiers des entreprises (Cloutier *et al.*, 1974). C'est une méthode scientifique, bien adaptée aux conditions du Québec, et qui présente l'avantage, primordial ici, de détailler tous les coûts. Il est par conséquent facile d'y introduire autant de variables qu'il est nécessaire.

FIGURE III - NOMBRE DE TIGES MARCHANDES PAR UNITE DE VOLUME MARCHAND EN FONCTION DE L'AGE ET DE LA CLASSE DE FERTILITE - TREMBLE



D'après LeGoff *et al.* (1976)

FIGURE IV VOLUME MARCHAND DU BOULEAU BLANC EN FONCTION DE L'AGE ET DE LA CLASSE DE FERTILITE



D'après Plonski (1960)

Suivant cette méthode, l'expression générale de la valeur du bois sur pied peut se résumer ainsi, pour le bois destiné à la pâte:

$$VSP = \frac{PR - (CTI + CT)}{R} - CE - MPR$$

où VSP Valeur du bois sur pied

PR Prix de vente du papier

CTI Coût de transport au marché

CT Coût de transformation

R Facteur de rendement

CE Coût du bois livré à l'usine incluant le coût d'inventaire

MPR Marge de profit et risque sur le prix de vente avant imposition et intérêts

Et, pour le bois destiné au sciage:

$$VSP = \frac{PV_1 - CT}{1 + (T + CV)} + PV_2 + PV_3 - CP \quad (R_1)\ (R_2) - CE(R_2) - M(R_1)\ (R_2)$$

où VSP Valeur du bois sur pied

PV_1 Prix de vente du bois de sciage f.a.b. destination

T Taxe fédérale de 11%

CV Commission de vente moyenne pour l'industrie: 1,37%

PV_2 Prix de vente des copeaux f.a.b. usine

PV_3 Prix de vente de la sciure et des copeaux f.a.b. usine

CP Coût de production du bois de sciage

R_1 Rendement en produit fini

R_2 Facteur de conversion

CE Coût d'exploitation

M Marge de profit et risque sur les prix de vente avant imposition et intérêts

La présente se limite au domaine de l'exploitation forestière. En conséquence, les variables utilisées ne concernent que la classe de fertilité, le peuplement, le coût de récolte et le coût de transport du bois rond à l'usine. Le calcul de la valeur du bois sur pied peut donc être effectué à partir de la valeur résiduelle à l'entrée de l'usine, soit:

$$VR = VSP + CE$$

VR Valeur résiduelle à l'entrée de l'usine

VSP Valeur du bois sur pied telle que calculée à l'aide des expressions précédentes

CE Coûts de récolte et de transport du bois rond à l'usine.

Il est à remarquer que la valeur résiduelle ainsi calculée est nette de la marge de profit et risque avant imposition et intérêts, au niveau de l'exploitation forestière et du transport à l'usine. Elle est à utiliser pour le calcul de la valeur du bois sur pied dans le cas des forêts exploitées par les compagnies qui assurent également la transformation du bois.

Dans le cas de la forêt privée ou de compagnies spécialisées dans l'exploitation forestière, la valeur du bois sur pied peut être calculée à partir du prix f.a.b. usine du bois rond, pour lequel il existe un marché.

2.3 COUTS DE RECOLTE

Les coûts de récolte sont estimés à l'aide du programme de simulation élaboré par Lussier et Godbout (1974), dont l'intrant principal est le nombre de tiges marchandes par unité de volume marchand. Ce nombre de tiges étant une fonction décroissante de l'âge du peuplement, le programme permet d'estimer et de moduler les coûts d'exploitation en fonction de l'âge.

Le programme coût, initialement écrit en langage *BASIC*, a été adapté et réécrit en langage *APL* par D. Ménard, co-titulaire du projet de recherche sur la maturité financière. Il est utilisé comme sous-programme dans le calcul de la maturité financière.

Le calcul des coûts peut être effectué pour sept procédés de récolte, utilisés ou susceptible de l'être au Québec; ils sont décrits au tableau 2. Ce programme permet également le calcul des coûts moyens, pondérés par les niveaux de popularité de chaque procédé qui sont donnés par Cloutier *et al.* (1974) pour le Québec.

Les données d'entrée du sous-programme comprennent:

- Nombre de tiges par unité de volume
- Type de sol et classe de pente
- Efficacité des opérations mécanisées
- Salaires des employés, en trois catégories
- Taux des bénéfices marginaux
- Distances de transport par camion, flottage et chemin de fer

TABLEAU 2 - PROCEDES DE RECOLTE

Numéro	Description	Taux de mécanisation Pourcentage*	Niveaux de popularité en pourcentage Pâte	Sciage
1	Abattage, ébranchage et tronçonnage manuels - Débardage - Camionnage en 8 pi.**	10	20	
2	Abattage et ébranchage manuels - Débusquage - Tronçonnage mécanique - camionnage en 8 pi.	34	50	15
3	Abattage et ébranchage manuels - Débusquage - Camionnage en longueur	34		80
4	Abattage et débusquage mécaniques - ébranchage et tronçonnage mécaniques - Camionnage en 8 pi.	100	20	
5	Abattage et ébranchage mécaniques - Débardage - Tronçonnage mécanique - Camionnage en 8 pi.	100	5	
6	Abattage, ébranchage, tronçonnage et débardage mécaniques - Camionnage en 8 pi.	100	5	
7	Abattage et ébranchage mécaniques - Débardage - Camionnage en longueur	100		5

* Le taux de mécanisation est défini comme le pourcentage des heures-hommes de travail sur la machinerie par rapport aux heures-homme totales pour toutes les opérations jusqu'au dépôt du bois en bord de route, inclus.

** 8 pi = *2,44 m*

Source: Lussier et Godbout, *op. cit.*

- Longueurs de chemins à construire par classe de qualité 1, 2 et 3 et coûts par unité de distance
- Frais fixes qui incluent les frais divers d'administration mais ne comprennent pas les redevances ni les frais d'aménagement et de protection.

Ces données d'entrée peuvent être variées à volonté pour adapter les coûts à n'importe quel cas ou pour étudier leur variation en fonction d'une donnée particulière. Les coûts sont calculés par poste, ce qui permet par conséquent tous les regroupements nécessaires. Pour cette étude, deux types de coûts sont retenus: les coûts totaux, comprenant une part importante de main-d'oeuvre et d'équipement indirects, qui sont imputables aux grandes compagnies, et les coûts directs applicables aux petits propriétaires privés, qui ne comprennent pas ces frais indirects.

Les moyennes des coûts totaux par procédé tels que calculées par Lussier et Godbout en 1973, pour les 52 zones qu'ils avaient définies au Québec, s'établissent ainsi:

Procédé		Coûts totaux $/m^3
Pâte	1	20.16
	2	17.32
	4	16.26
	5	17.17
	6	15.39
Sciage	3	16.11
	7	15.23
	2	17.32

Soit des moyennes pondérées, en fonction des pourcentages d'utilisation, de $17.57/m^3 pour le bois à pâte et $16.25/m^3 pour le bois de sciage. Elles recouvrent de très importantes variations par zone, les coûts étant plus élevés au Nord qu'au Sud du territoire. Le coût le plus élevé représente une augmentation de 84% sur le plus faible pour le bois à pâte et de 129% pour le bois de sciage.

Ces valeurs ont été établies pour l'année 1973. Or, l'étude est conduite avec des prix de 1974. Il n'est pas possible ici d'actualiser toutes les données nécessaires afin d'obtenir les estimations pour 1974. Quelques sondages menés auprès des compagnies DOMTAR et REXFOR ont donné des ordres de grandeurs semblables pour l'année 1974, mais ils ne sont pas significatifs étant donné la grande variabilité des coûts par zones et, probablement, par compagnie. L'actualisation de ces données est cependant incluse dans celle de la valeur résiduelle à l'entrée de l'usine (*cf.* 2.4).

Les coûts de récolte, en dollars par unité de volume, décroissent avec l'âge du peuplement. Ils entrainent donc une valorisation de la valeur sur pied par unité de volume et, par conséquent, tendent à retarder la maturité financière.

Une amélioration pourrait être ultérieurement apportée au sous-programme coûts, par l'introduction de fonctions de production spécifiques pour les résineux et pour les feuillus, dont les coûts de récolte sont un peu moins élevés que ceux des résineux.

Les données disponibles ici ne permettent que le calcul des coûts de récolte du tremble. La comparaison des nombres de tiges tota-

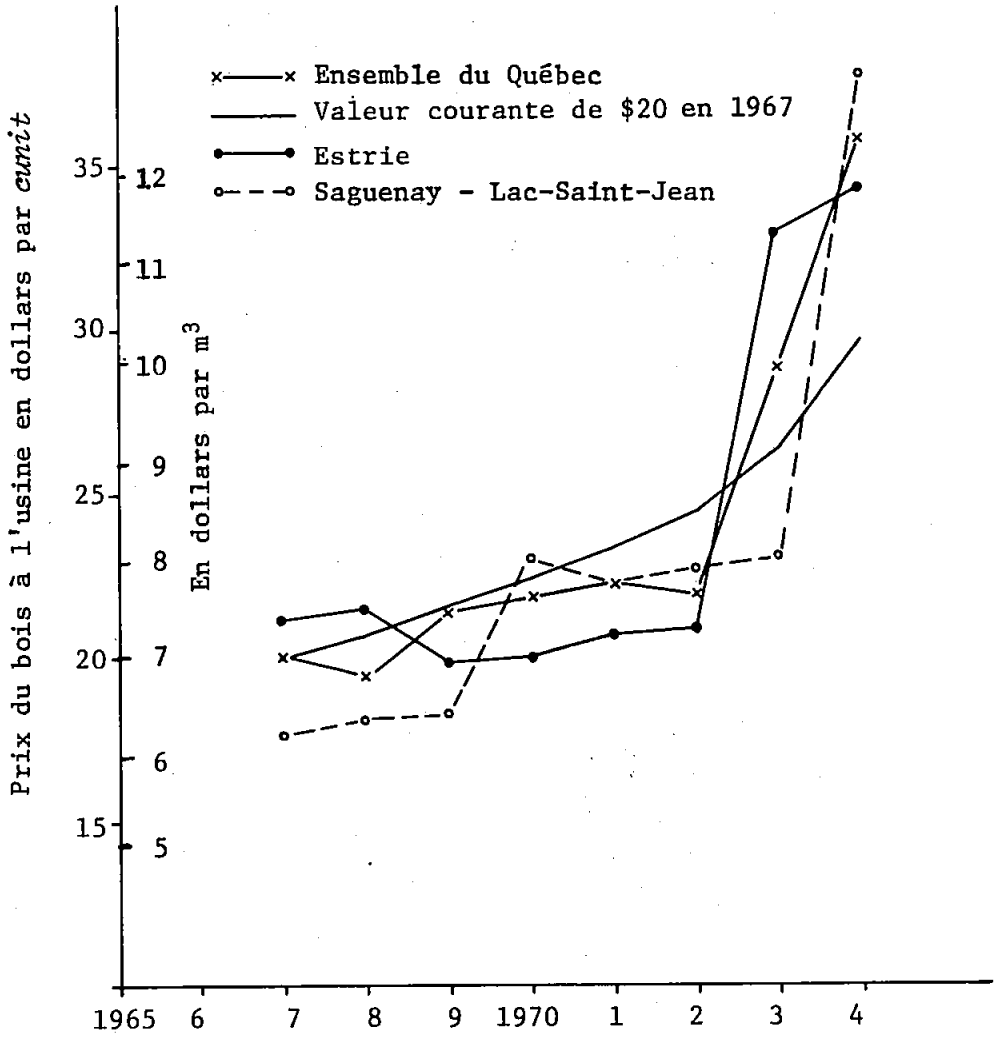
les par unité de volume total du tremble et du bouleau blanc, permet une approximation assez grossière. Ainsi, les coûts des classes II, III et IV du tremble sont appliqués aux classes I, II et III du bouleau blanc.

2.4 PRIX ET VALEURS RESIDUELLES

Les prix moyens, établis en 1973 par Statistique Canada (Anonyme, 1959-73) pour toutes les essences au Québec, étaient de $14.93/m^3$ pour le bois à pâte et de $13.52/m^3$ pour le bois de sciage. Ils sont donc inférieurs aux coûts de récolte et de transport des compagnies. Cette situation est due au fait que le bois transigé sur le marché provient presque uniquement des petites forêts privées, principalement des boisés de ferme. Or, les coûts y sont très inférieurs à ceux des grandes compagnies puisqu'ils ne comportent pas de coûts indirects (maîtrise, bâtiments, avantages marginaux) ni des coûts pour la construction des routes, jetées et ouvrages d'art.

Les prix du marché sont donc appliqués dans le cas de la petite forêt privée avec les coûts du procédé de récolte n° 1 diminués des coûts indirects et des coûts de construction de routes, jetées et ouvrages d'art. Ils sont extraits des statistiques de la Fédération des Producteurs de Bois du Québec (Anonyme, 1967-74), qui sont les seules à faire la distinction entre les essences. Le prix moyen du tremble était en 1974, pour l'ensemble du Québec, de $12.63/m^3$ f.a.b. usine de pâte, en forte hausse par rapport aux années précédentes, comme le montre la figure V. Le prix du bouleau blanc, inclus dans la rubrique des feuillus mélangés bruts, peut être identifié à celui du tremble.

FIGURE V - EVOLUTION DU PRIX DU BOIS DE TREMBLE PROVENANT DES FORETS PRIVEES ET DE L'INDICE GENERAL DES PRIX



Source: Fédération des producteurs de bois du Québec

Le bois de tremble se vend également pour le sciage et pour le déroulage. L'industrie du déroulage est localisée dans le Nord-Ouest québécois et utilise principalement des bois importés d'Ontario en raison des faibles dimensions des bois de la région. Il n'y a pas de prix au Québec pour cette utilisation du tremble. D'autre part, le bois de tremble devient faible au séchage, raison pour laquelle il ne peut être utilisé en planches. Son utilisation pour les petits bois d'oeuvre explique sa faible valorisation. Il est cependant prévu que les problèmes de séchage seront résolus dans un proche avenir, permettant l'utilisation de planches de tremble dans une proportion de 30 p. 100 pour la construction.

Bien que le tremble soit un mauvais exemple pour montrer l'influence de l'utilisation dou bois sur la maturité financière, l'hypothèse de l'utilisation du bois pour le sciage est cependant retenue ici, car les données dendrométriques permettant le calcul des volumes de sciage par diamètres de découpe sont disponibles (Le Goff *et al.*, 1976), ce qui n'a pu être effectué pour les autres essences.

Dans la région de Québec, en 1974, le tremble destiné au sciage, en billes de 20,3 cm et plus de diamètre, s'est vendu entre \$6.95 et \$7.10 m^3 au bord du chemin, le prix variant légèrement en fonction de la longueur des billes, alors que le prix du bois pour la pâte était de \$8.44/m^3 au bord du chemin.

Les prix utilisés ici reposent sur les hypothèses (optimistes) suivantes:

- Utilisation possible du bois de tremble en planches;

- Valorisation en fonction du diamètre minimum des billes, indépendamment de la longueur au delà de 2,44 m suivant les principes établis par Petro (1962).

- Augmentation du prix de 6% par 2,54 cm de diamètre minimum, comme pour les feuillus autres que le bouleau jaune et l'érable (Plan conjoint de la région de Québec, 1974).

- Prix des billes de classe 17,8 cm de $8.43/m^3, au bord du chemin, afin d'obtenir une valorisation équivalente à celle de la vente pour la pâte.

Il en résulte l'échelle suivante de prix f.a.b. usine, avec un coût moyen de transport et de mise en marché de $4.19/m^3, correspondant à celui de $4.20/m^3 du bois à pâte (Anonyme, 1967-74):

Classe de diamètre minimum cm	Prix f.a.b. usine $/m^3
17,8	12,62
20,3	13,38
22,9	14,21
25,4	15,11

Ces valeurs sont à comparer à la valeur moyenne des essences feuillues vendues pour le sciage en 1973 au Québec, qui est de $17.14/m^3 (Anonyme, 1959-73).

Ces prix sont appliqués aux volumes de sciage des classes correspondantes de diamètre et le prix de la pâte est multiplié par le volume de bois des classes inférieures. Il en résulte une recette totale

par âge qui, divisée par le volume marchand total, donne la valorisation de l'unité de volume en fonction de l'âge et de l'utilisation du bois (tableau 3). La décroissance de ces prix avec l'âge, alors que la proportion, les dimensions et le prix du bois de sciage augmentent, est due à la sous-estimation apportée par les règles de Roy dans l'estimation en sciage du bois rond, qui est plus importante pour les petits diamètres. Contrairement à ce qui devrait être, cette évolution des prix du tremble est de nature à hâter la maturité financière.

Dans le cas de la récolte du bois par les grandes compagnies de transformation, le prix est remplacé par la valeur résiduelle telle que définie au paragraphe 2.2. Les valeurs du bois sur pied calculées par Cloutier *et al.* en 1973, étaient de $1.69/m^3$ pour la pâte et de $2.11/m^3$ pour le sciage. Ces valeurs sont des moyennes pour le Québec, excluant les zones où la valeur sur pied était négative. Elles sont calculées pour des marges de profit et risque de 15% et de 13% respectivement. Il en résulte des valeurs résiduelles à l'entrée de l'usine de $19.25/m^3$ pour la pâte et de $18.25/m^3$ pour le sciage. Comparativement aux prix moyens du marché pour la même année, qui sont de $14.93/m^3$ et $13.52/m^3$ d'après Statistique Canada (Anonyme, 1959-73), elles représentent une augmentation proche de 29% pour la pâte et de 36% pour le sciage. Ces pourcentages, appliqués aux prix du tremble de 1974, donnent une valeur résiduelle à l'entrée de l'usine de $13.63/m^3$ pour la pâte et celles qui sont portées au tableau 3 pour une utilisation du bois en sciage et pâte.

Du point de vue de l'Etat, la valeur du bois sur pied doit être augmentée des redevances fiscales perçues au niveau de l'exploitation forestière et du transport du bois rond. Elles ont données par Ricard

TABLEAU 3 - PRIX ET VALEURS RESIDUELLES F.A.B. USINE DU BOIS DE TREMBLE POUR L'UTILISATION EN SCIAGE ET PATE, EN DOLLARS PAR m^3

Age du peuplement	Classe I		Classe II		Classe III		Classe IV	
	Prix	V.R.	Prix	V.R.	Prix	V.R.	Prix	V.R.
25	11.70	15.13	12.20	15.77	12.64	16.30	12.64	16.30
30	11.23	14.58	11.79	15.27	12.36	15.96	12.64	16.30
35	10.80	14.05	11.41	14.80	12.03	15.55	12.64	16.30
40	10.37	13.55	11.05	14.37	11.72	15.17	12.40	16.01
45	9.97	13.06	10.71	13.96	11.44	14.84	12.17	15.73
50	9.58	12.59	10.38	13.56	11.16	14.50	11.94	15.44
55	9.20	12.15	10.05	13.16	10.80	14.17	11.71	15.17
60	8.84	11.72	9.73	10.66	10.63	13.86	11.51	14.92
65	8.49	11.20	9.42	12.41	10.37	13.55	11.30	14.66
70	8.16	10.91	9.12	12.05	10.11	13.23	11.10	14.42
75	7.84	10.55	8.83	11.72	9.86	12.93	10.90	14.18

* - Les prix et valeurs résiduelles sont données en m^3.
- La croissance du prix unitaire composé lorsque la fertilité décroit est due à la sous-estimation entraînée par l'application des règles de Roy, en particulier pour les petits diamètres.

et al. (1976), en pourcentage du prix à l'usine. Ce pourcentage peut s'appliquer à la valeur résiduelle qui est nette des impôts sur les bénéfices des sociétés puisque la marge de profit et risque est calculée avant imposition. Il est établi ainsi, d'après les données de l'étude précitée:

Redevances fiscales directes et indirectes avec effet multiplicateur:	17,2694%
Droits de coupe et redevances (*royalties*):	6,6678%
	10,6016%

CHAPITRE III

MATURITE FINANCIERE

3.1 MODELE DE CALCUL

Le modèle de calcul a été écrit par D. Ménard, co-titulaire du projet de recherche sur la maturité financière, chargé de l'étude des essences résineuses. Sa description détaillée et son fonctionnement sont présentés dans le rapport sur les essences résineuses (Mémoire n° 52).

Tous les résultats comportent deux feuillets. Sur le premier sont portées les données d'entrée: caractéristiques physiques, économiques et techniques, volumes marchands et prix en fonction de l'âge. Sont aussi présentés les résultats des principaux calculs intermédiaires en fonction de l'âge: revenus bruts, coûts et revenus nets. Le deuxième feuillet est consacré à la présentation des valeurs attendues du site en fonction de l'âge, du taux d'actualisation net d'inflation (de 3 à 8%) et de l'agent économique.

L'agent économique caractérise le contenu du revenu net en fin de révolution:

- Revenu net calculé d'après les prix du marché. C'est le cas d'une grande compagnie d'exploitation forestière comme REXFOR ou d'un petit exploitant propriétaire forestier suivant que les coûts comprennent ou non les frais indirects et l'infrastructure.

- Revenu net calculé d'après les valeurs résiduelles à l'entrée de l'usine. C'est le cas des grandes compagnies d'exploitation et de transformation, que ce revenu soit attribuable à l'Etat dans le cas des concessions, ou aux compagnies pour les forêts dont elles sont propriétaires.

- Revenu net calculé d'après les mêmes valeurs résiduelles augmentées de recettes fiscales directes et indirectes. C'est le cas de l'Etat allouant l'exploitation des forêts publiques à de grandes compagnies d'exploitation et de transformation.

Les données d'entrée constituent autant de variables possibles, dont le modèle permet d'étudier l'influence. Les unes, qui peuvent être appelées variables de situation, sont étudiées à chaque passage dans l'ordinateur. Les autres, qui sont des variables conjoncturelles et régionales, font l'objet d'une étude de sensibilité. Leur influence est étudiée séparément, les autres données restant constantes.

Les variables de situation comprennent:

- Le site
- Le taux d'actualisation
- L'agent économique

Les variables conjoncturelles et régionales comprennent:

- Le prix du bois
- Le procédé de récolte
- Le salaire par catégorie d'employés
- Le coût de transport du bois rond
- L'utilisation du bois

Trois séries de calculs sont effectuées pour l'étude des essences feuillues. L'une, avec les moyennes pondérées des coûts par procédé de récolte, donne les valeurs québécoises moyennes pour l'utilisation en pâte du tremble et du bouleau blanc, ainsi que les sensibilités aux prix, salaires et coûts de transport. La seconde, avec les moyennes pondérées des coûts par procédé de récolte pour le sciage, montre l'effet de l'utilisation du bois en sciage et en pâte. La troisième, avec les coûts par procédé de récolte, donne la sensibilité à ces procédés. Le traitement des données est schématisé au tableau 4.

3.2 RESULTATS MOYENS POUR LE QUEBEC

Les résultats sont calculés pour le tremble et le bouleau blanc dans le cas du bois vendu pour la pâte.

Les prix sont tels que définis précédemment et les coûts sont les moyennes pondérées des coûts totaux des cinq principaux procédés de récolte utilisés pour le bois à pâte, excepté pour le petit propriétaire exploitant pour lequel sont appliqués les coûts directs du procédé n° 1, manuel. Les valeurs attribuées aux autres variables conjoncturelles et régionales sont les moyennes de celles des 52 zones définies par Lussier et Godbout (1974) pour le Québec:

Prix du marché: $12.63/m^3
Valeur résiduelle à l'entrée de l'usine: $16.29/m^3
Coûts de récolte: Moyenne de ceux des procédés N° 1, 2, 4, 5 et 6

Salaires, main-d'oeuvre directe: $5.28/h
main-d'oeuvre indirecte: $5.65/h
mécanicien: $4.34/h

Transport par camion, distance moyenne: 90 km

TABLEAU 4 - SCHEMA DU TRAITEMENT DES DONNEES

Procédés de récoltes Coûts directs, coûts totaux	Variables - prix - salaires - coûts de transport	Maturité financière, par agent économique, à des taux d'actualisation de 3 à 8% Petit propriétaire exploitant / Grande compagnie d'exploitation / Etat avec revenu: directs, indirects	Données pour Tremble: 4 classes de fertilité	Bouleau blanc: 3 classes de fertilité
Moyennes des coûts des 5 procédés pour le bois de pâte	Niveaux moyens:	← Valeurs moyennes pour le Québec →	X	X
	Niveaux faibles et élevés:	← Sensibilité aux 3 variables →	X	X
Moyennes des coûts des 3 procédés pour le bois de sciage	Niveaux moyens:	← Sensibilité à l'utilisation du bois →	X	
Procédés pour le bois de pâte	Niveaux moyens:	← sensibilité aux procédés →	X	X
Procédés pour le bois de sciage	Niveaux moyens:	← Sensibilité aux procédés →	X	X

Les résultats numériques apparaissent dans les tableaux 5, 6 et 7 pour le tremble et le bouleau blanc et sont reportés sur graphique dans les figures IX à XV, en appendice 4. Ils sont étudiés dans le cas de l'Etat avec les revenus directs et indirects, ainsi que dans celui des petits propriétaires forestiers exploitants. Il est à noter que les résultats calculés pour l'Etat avec des revenus directs, sont également valables pour les grandes compagnies d'exploitation et de transformation lorsqu'elles opèrent sur leur domaine privé. D'autre part, les calculs ont été également effectués dans le cas de grandes compagnies d'exploitation ou de grands groupements forestiers, c'est-à-dire avec des revenus estimés d'après les prix majeurs du marché et des coûts totaux. Ici, les valeurs du bois sur pied sont toujours négatives, les prix étant trop faibles. Les résultats ne sont donc pas analysés plus avant.

La représentation graphique met en évidence l'évolution de la valeur attendue du site, *Se*, en fonction de l'âge des peuplements. Elle croît rapidement, passe par un maximum qui définit l'âge de la maturité financière du peuplement et décroît lentement ensuite. Elle montre également l'influence des variables de situation. Ainsi, la *Se* augmente ou diminue avec la fertilité du site et survient plus rapidement sur les plus forts.

Le taux d'actualisation exerce une influence considérable sur la valeur attendue du site (fig. VI) et une influence moins marquée sur la maturité financière, qui est atteinte pour des durées de révolution plus courtes à mesure qu'il augmente. L'influence du taux d'actualisation s'accroît à mesure que le site est moins fertile. En effet,

Tableau 5 - Maturité financière du tremble et du bouleau blanc des petits propriétaires exploitants. Valeurs moyennes pour le Québec

Essence	Qualité de station	Taux d'actualisation en pourcentage					
		3	4	5	6	7	8
Tremble	I	39 (232)*	38 (139)	37 (90)	36 (60)	35 (41)	35 (29)
	II	45 (162)	43 (94)	42 (58)	41 (37)	41 (24)	40 (16)
	III	54 (102)	52 (55)	50 (32)	49 (19)	48 (12)	47 (8)
	IV	66 (58)	65 (28)	64 (15)	63 (8)	62 (4)	61 (2)
Bouleau blanc	I	46 (96)	45 (55)	43 (34)	42 (21)	42 (14)	41 (9)
	II	54 (57)	52 (31)	51 (18)	49 (11)	48 (7)	47 (4)
	III	65 (33)	64 (16)	63 (8)	62 (5)	61 (3)	60 (1)

* Valeur attendue du site, en dollars par hectare.

Tableau 6 - Maturité financière du tremble et du bouleau blanc d'une compagnie d'exploitation et de transformation. Valeurs moyennes pour le Québec

Essence	Qualité de station	Taux d'actualisation en pourcentage					
		3	4	5	6	7	8
Tremble	I	67 (160)*	62 (79)	57 (43)	54 (25)	51 (15)	49 (9)
	II	71 (107)	68 (51)	65 (26)	62 (14)	60 (8)	57 (4)
	III	71 (65)	70 (31)	69 (15)	68 (8)	68 (4)	67 (2)
	IV	73 (20)	73 (9)	72 (4)	72 (2)	72 (1)	72 (1)
Bouleau blanc	I	70 (56)	68 (25)	65 (14)	63 (7)	61 (4)	59 (2)
	II	70 (28)	70 (13)	69 (7)	69 (3)	68 (2)	67 (1)
	III	73 (5)	73 (2)	73 (1)	73 (1)	73 (0)	72 (0)

* Valeur attendue du site, en dollars par hectare.

Tableau 7 - Maturité financière du tremble et du bouleau blanc de l'Etat. Valeurs moyennes pour le Québec

Essence	Qualité de Station	Taux d'actualisation en pourcentage					
		3	4	5	6	7	8
Tremble	I	58 (277)*	51 (149)	47 (88)	45 (55)	43 (35)	42 (23)
	II	72 (72)	70 (34)	69 (17)	67 (9)	65 (5)	64 (3)
	III	69 (125)	68 (60)	66 (31)	64 (16)	61 (9)	59 (5)
	IV	72 (59)	72 (27)	71 (13)	71 (7)	70 (3)	69 (2)
Bouleau blanc	I	64 (106)	60 (54)	56 (29)	53 (17)	51 (10)	50 (6)
	II	69 (59)	67 (29)	66 (15)	64 (8)	62 (4)	61 (2)
	III	72 (25)	71 (12)	71 (6)	70 (3)	70 (2)	69 (1)

* Valeur attendue du site, en dollars par hectare.

les durées de révolution sont alors plus longues, ce qui tend à assurer la prédominance du facteur ρ sur le facteur ϕ (*cf.* 1.5).

L'agent économique exerce également une influence notable sur la maturité financière, laquelle traduit en fait l'influence du niveau de la valeur du bois sur pied, qui est la plus élevée dans le cas des petits propriétaires exploitant, en raison de la faiblesse des coûts qui, de plus, décroissent plus rapidement par m^3 avec l'âge du peuplement que dans les autres cas, ce qui se traduit par des durées de révolutions optimales plus courtes. Par contre, la maturité est toujours la plus tardive dans le cas de grandes compagnies d'exploitation et de transformation qui seraient propriétaires de la forêt ou de l'Etat faisant exploiter la forêt publique par ces compagnies et qui ne comptabiliserait que les revenus nets directs. La maturité financière pour l'Etat, calculée comme il se doit à l'aide des revenus nets totaux, est toujours comprise entre ces deux extrêmes. Il est également à remarquer que le taux d'actualisation influe moins sur la maturité financière dans le cadre de la petite forêt privée, où les durées de révolution sont plus courtes, que dans le cas de la forêt publique, en raison de l'importance du facteur ϕ pour les courtes révolutions.

Ainsi, dans le cas de l'Etat, l'âge de la maturité financière du tremble varie de 58 à 72 ans pour un taux d'actualisation de 3% et des sites de classes I à IV, ou de 47 à 71 ans pour un taux d'actualisation de 5%. Celui de la maturité financière du bouleau blanc varie de 64 à 72 ans pour un taux d'actualisation de 3% et des sites de classes I à III, ou de 56 à 71 ans pour un taux d'actualisation de 5%.

Dans le cas d'un petit propriétaire exploitant, l'âge de la maturité financière du tremble varie de 37 à 64 ans pour un taux d'actualisation de 5% et des sites de classes I à IV. Celui du bouleau blanc varie de 43 à 63 ans pour le même taux et des sites de classes I à III.

Enfin, pour les grandes compagnies d'exploitation et de transformation exploitant leur domaine privé, avec un taux d'actualisation de 8%, la maturité financière survient entre 49 et 72 ans pour des sites de classes I à IV. Celle du bouleau blanc survient entre 59 et 72 ans pour des sites de classes I à III.

La maturité financière n'est qu'une donnée économique et d'autres facteurs peuvent avoir une importance prédominante sur la détermination de la durée optimum de révolution. Aussi, dans le cas du tremble en Gaspésie, l'état phyto-sanitaire des arbres se dégrade rapidement au-delà de 40 à 50 ans, principalement en raison du développement de la carie. Il en résulte que les âges de maturité estimés au-delà, ne sont pas à retenir lorsqu'il y a de la carie. Cependant, même dans ce cas, le calcul de la maturité financière conserve son intérêt dans la mesure où il permet de mesurer la perte que représente la carie, en termes de valeur attendue du site, par simple différence entre les valeurs de *Se* à la maturité financière et à l'âge d'exploitabilité retenu. Il est à rappeler que les valeurs de *Se* présentées en annexe, doivent être diminuées de la valeur capitalisée des taxes foncières pour obtenir la valeur économique du terrain nu ou celle du terrain et du peuplement, qui est la précédente composée à l'âge du peuplement. Cette valeur étant une constante, calculée pour une période infinie, elle n'influe pas sur les différences entre les valeurs attendues du site à des âges divers. Le coût de

la décision de couper à blanc à un âge autre que celui de la maturité peut donc être évalué directement à partir des données de cette étude.

3.3 ANALYSE DE SENSIBILITE

L'analyse de sensibilité permet de mesurer l'influence des variables conjoncturelles et régionales. Elle porte sur les prix du bois, les salaires, les coûts de transport, les procédés de récolte et l'utilisation du bois.

Le calcul de la maturité financière est effectué pour deux niveaux de variation définis par les valeurs extrêmes que prennent ces variables à l'intérieur des 52 zones du Québec (Lussier et Godbout, 1974). D'où trois valeurs pour chacune, y compris la valeur moyenne calculée précédemment. L'influence de chaque variable est étudiée séparément, les autres étant à leurs valeurs moyennes.

L'étude étant principalement orientée vers la forêt publique, le cas de la petite forêt privée n'est pas étudié ici, excepté pour le procédé de récolte. Il nécessiterait d'ailleurs un passage spécial dans l'ordinateur. L'analyse de sensibilité se rapporte donc aux cas de l'Etat et des grandes compagnies d'exploitation et de transformation. Il n'a pas été non plus jugé opportun de l'effectuer dans le cas du bouleau blanc, excepté pour le procédé de récolte qui peut être aussi considéré comme une variable de situation. Car les coûts de récolte proviennent d'une hypothèse qui mérite vérification lors d'une éventuelle disponibilité des données nécessaires.

3.3.1 SENSIBILITE AU PRIX

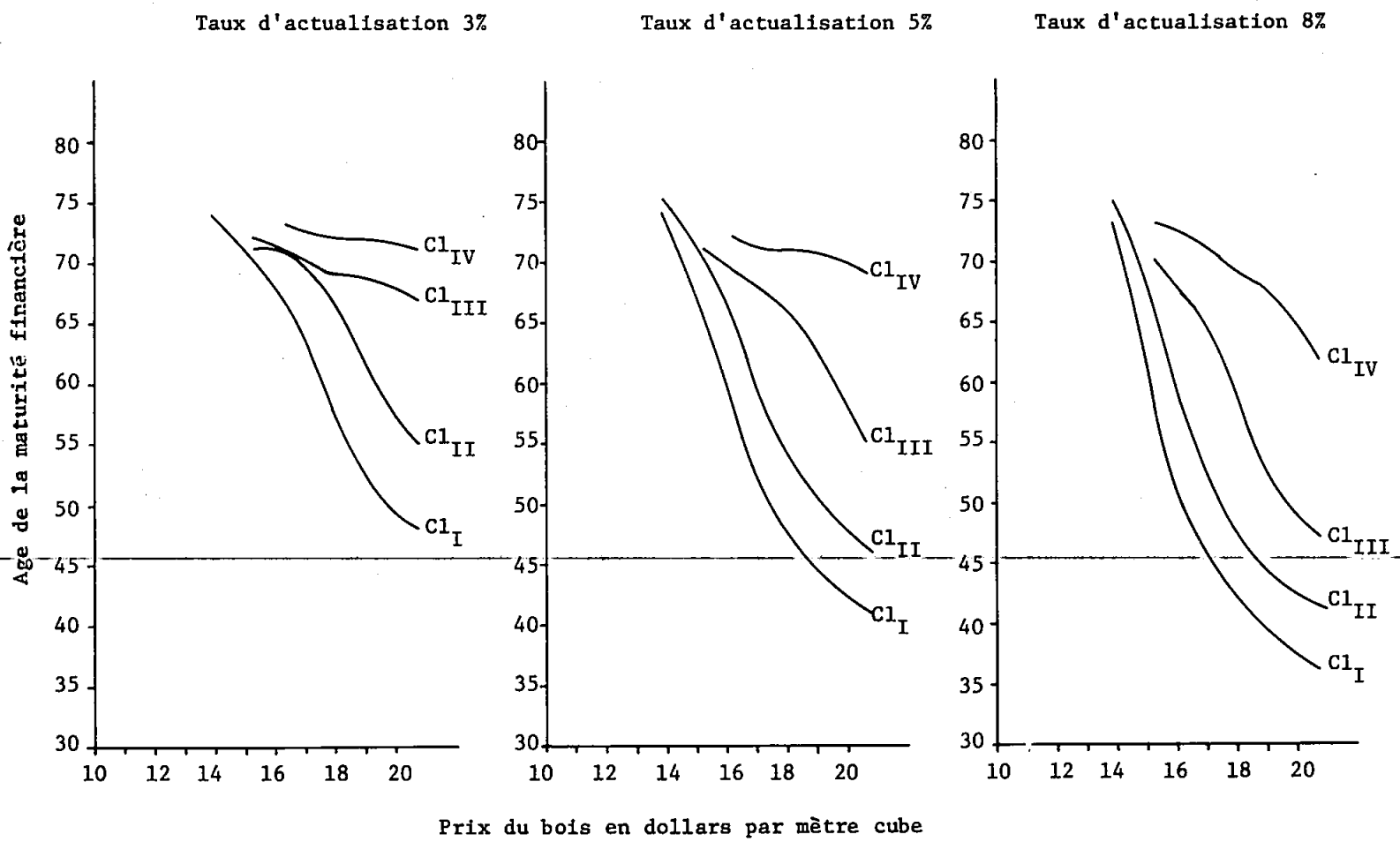
Les trois niveaux de prix sont définis à partir du prix moyen du tremble au Québec en 1974 (Anonyme, 1967-74), augmenté ou diminué de 15 p. 100 représentant les variations régionales. A chacun d'eux correspond une valeur résiduelle à l'usine qui représente, en fait, un prix augmenté de 29 p. 100 et une valeur résiduelle totale pour l'Etat qui représente un prix égal au précédent augmenté de 10,6 p. 100. En définitive, l'influence du prix se trouve étudiée pour les six niveaux correspondant à des valeurs résiduelles:

Prix du marché $/m^3	Valeurs résiduelles correspondantes $/m^3
10.74	13.85 et 15.32
12.63	16.29 et 18.02
14.52	18.73 et 20.72

L'analyse de sensibilité se trouve résumée dans la figure VI qui met en évidence une influence très marquée. L'âge de la maturité financière diminue très fortement à mesure que le prix augmente. Ceci est dû au fait que l'augmentation de prix affecte relativement moins l'augmentation marginale de la valeur du bois sur pied que celle du stock de bois sur pied, qui lui est inférieure par unité de volume en raison de coûts de récolte plus élevés, d'où une diminution plus rapide de g'/g.

L'effet des variations de prix est d'autant plus accentué que le site est plus fertile et que le taux d'actualisation est plus élevé, deux facteurs qui agissent dans le même sens.

FIGURE VI - VARIATION DE L'AGE DE MATURITE FINANCIERE EN FONCTION DU PRIX, PAR CLASSE DE FERTILITE - TREMBLE



Ainsi, pour un taux d'actualisation de 3% et une valeur résiduelle qui augmente de $13.85/m^3 à $20.72/m^3, l'âge de la maturité financière du tremble passe de 74 à 48 ans dans un site de classe I et de 73 à 71 ans dans un site de classe IV. Pour un taux d'actualisation de 8%, cette variation devient 73 à 36 ans dans un site de classe I et 73 à 62 ans dans un site de classe IV.

3.3.2 SENSIBILITE AUX SALAIRES

La sensibilité au niveau des salaires est étudiée pour les valeurs suivantes:

Catégories de main-d'oeuvre	Niveaux de salaires en $/h		
	faible	moyen	élevé
directe	4.50	5.28	6.00
indirecte	5.20	5.65	6.00
mécanicien	3.60	4.34	4.95

Le tableau 8 révèle une sensibilité modérée au niveau des salaires, dont l'augmentation tend à retarder la maturité financière. En effet, les coûts de récolte diminuent avec l'âge du peuplement et, par conséquent, une augmentation des salaires affecte g plus que g', ce qui tend à retarder la décroissance g'/g. L'effet des salaires devient négligeable dans les sites pauvres.

Ainsi, dans le cas de l'Etat avec un taux d'actualisation de 3%, une augmentation du niveau des salaires de S_1 à S_3 fait passer l'âge de la maturité financière de 58 à 62 ans dans un site de classe I et de 72 à 73 ans dans un site de classe II. Pour une compagnie et

TABLEAU 8 - SENSIBILITE DE L'AGE DE MATURITE FINANCIERE DU TREMBLE AUX SALAIRES

Salaires et classes de fertilité (Cl)	Compagnie d'exploitation et de transformation			Etat		
	Taux d'actualisation			Taux d'actualisation		
	3%	5%	8%	3%	5%	8%
Cl_{I}						
S_1	63	51	45	53	44	39
S_2	67	57	49	58	47	42
S_3	69	63	55	62	51	45
Cl_{II}						
S_1	69	59	51	62	50	44
S_2	71	65	57	66	54	47
S_3	72	69	64	68	59	51
Cl_{III}						
S_1	70	68	63	68	63	52
S_2	71	69	67	69	66	59
S_3	71	70	69	70	68	63
Cl_{IV}						
S_1	73	72	71	72	70	67
S_2	73	72	72	72	71	69
S_3	73	73	73	73	72	71

un taux d'actualisation de 8%, la variation est du même ordre de grandeur.

3.3.3. SENSIBILITE AU COUT DE TRANSPORT

Les coûts de transport sont représentés par des distances de camionnage de 24, 98 et 225 km. La maturité financière manifeste une très forte sensibilité au coût de transport (tableau 9). Elle est retardée à mesure que le coût augmente. L'augmentation du coût de transport peut être assimilée à une diminution du prix. Elle agit dans le même sens et pour la même raison. D'une manière générale, la maturité financière est d'autant plus tardive que la forêt se trouve éloignée du centre de transformation. Cette sensibilité devient négligeable dans les sites peu fertiles.

Elle varie peu avec le taux d'actualisation, dont l'influence est inverse, sauf pour les sites très peu fertiles.

Ainsi, dans le cas de l'Etat avec un taux d'actualisation de 3%, une agumentation de la distance de camionnage de 24 à 225 km entraîne une augmentation de l'âge de la maturité financière, qui passe de 48 à 72 ans dans un site de classe I et de 71 à 72 ans dans un site de classe IV. L'influence des coûts de transport est plus accentuée dans le cas des compagnies qui enregistrent des valeurs attendues du site négatives pour une distance de 225 km, quels que soient le site et le taux d'actualisation.

TABLEAU 9 - SENSIBILITE DE L'AGE DE MATURITE FINANCIERE DU TREMBLE AU COUT DE TRANSPORT

Distances de camionnage et classes (km) de fertilité (*Cl*)	Compagnie d'exploitation et de transformation Taux d'actualisation			Etat Taux d'actualisation		
	3%	5%	8%	3%	5%	8%
Cl_{I}						
24	53	45	40	48	41	36
98	67	57	49	58	47	42
225	-[1]	-	-	72	69	64
Cl_{II}						
24	63	50	45	55	46	41
98	71	65	57	66	54	47
225	-	-	-	73	72	69
Cl_{III}						
24	69	64	53	67	56	47
98	71	69	67	69	66	59
225	-	-	-	72	71	71
Cl_{IV}						
24	72	70	68	71	69	63
98	73	72	72	72	71	69
225	-	-	-	-	-	74

[1] Valeurs négatives de *Se*

3.3.4 SENSIBILITE AU PROCEDE DE RECOLTE

Les coûts directs sont appliqués dans le cas de la petite forêt privée et les coûts totaux pour les grandes compagnies d'exploitation et de transformation ainsi que pour l'Etat. La sensibilité au procédé d'exploitation apparaît au tableau 10 et la représentation graphique est présentée à l'appendice 4 par les figures XVI et XXII.

La sensibilité au procédé de récolte est assez considérable. Elle est d'autant plus forte que la valeur du bois sur pied est élevée, comme le montrent les courbes, qui sont plus espacées pour l'Etat et les petits propriétaires exploitants que pour les grandes compagnies. Pour les procédés semi ou entièrement mécanisés, la sensibilité diminue à mesure que le site est moins fertile et elle augmente légèrement avec le taux d'actualisation, surtout sur les mauvais sites.

La maturité financière est toujours plus précoce pour le procédé n° 1, qui est principalement manuel. Ceci est dû à des coûts de récolte qui diminuent moins rapidement avec l'âge et une valeur du bois sur pied qui s'accroît donc moins rapidement que pour les autres procédés, entraînant ainsi une décroissance plus rapide de g'/g. Il est à remarquer que la maturité financière pour le procédé n° 1 est très peu sensible au taux d'actualisation, la variation de ρ étant amortie par une variation dans le même sens de ϕ d'où résulte un rapport ρ/ϕ à peu près constant. Par contre, la maturité, pour les procédés mécanisés, est assez sensible au taux d'actualisation étant donné que, pour des révolutions plus longues, ϕ tend vers 1 et ρ/ϕ tend vers ρ dont l'accroissement entraîne une diminution de l'âge de la maturité financière.

Tableau 10 - Age de maturité financière des peuplements feuillus en fonction du type d'exploitant, du procédé d'exploitation et du taux d'actualisation

Essence	Qualité de Station	Procédé d'exploitation	Forêt privée						Compagnie						Etat					
			3*	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8
Tremble	I	1	39	38	37	36	35	35	-	-	-	-	-	-	38	38	37	37	37	37
		2	52	47	43	41	40	38	68	64	58	54	51	49	63	55	49	47	45	43
		4	57	49	45	43	41	40	67	62	55	51	49	47	61	52	47	44	42	41
		5	66	59	53	50	47	46	71	69	67	64	61	59	68	63	57	53	50	48
		6	64	55	50	47	45	43	68	64	58	54	51	49	65	56	50	47	45	43
	II	1	45	43	42	41	41	40	-	-	-	-	-	-	44	44	44	43	43	43
		2	62	53	49	46	44	43	71	69	66	63	60	57	69	64	57	53	50	49
		4	66	57	51	48	46	44	70	68	64	60	56	54	68	61	54	50	48	46
		5	70	67	62	57	54	52	73	72	70	69	68	67	71	69	66	62	58	56
		6	69	64	58	53	50	48	71	69	66	63	59	56	69	65	59	53	56	49
	III	1	54	52	50	49	48	47	-	-	-	-	-	-	54	53	53	53	52	52
		2	68	66	62	56	52	50	71	70	69	69	68	67	70	69	67	66	64	61
		4	69	67	65	61	55	52	70	70	69	68	67	66	70	68	66	64	60	56
		5	70	69	68	67	66	64	71	71	71	70	70	70	71	70	69	68	67	66
		6	70	69	67	66	64	61	71	70	69	68	68	67	70	69	68	66	64	62
	IV	1	66	65	64	63	62	61	-	-	-	-	-	-	63	65	65	65	64	64
		2	72	71	70	69	67	65	73	73	72	72	72	72	72	72	71	71	70	70
		4	72	71	70	70	69	67	73	72	72	72	72	71	72	72	71	70	70	69
		5	72	72	72	71	71	71	73	73	73	73	73	73	73	72	72	72	72	71
		6	72	72	71	71	70	70	73	72	72	72	72	72	72	72	71	71	70	70
Bouleau blanc	I	1	46	45	43	42	42	41	-	-	-	-	-	-	46	46	45	45	45	45
		2	59	53	50	47	46	44	70	68	66	63	61	59	67	63	58	55	52	51
		4	62	56	52	49	47	45	69	67	64	61	58	56	65	60	56	52	50	48
		5	68	65	61	57	54	52	72	71	70	69	68	67	70	67	65	62	60	57
		6	66	62	57	53	51	49	70	68	65	63	60	58	67	64	59	55	52	50
	II	1	54	52	51	49	48	47	-	-	-	-	-	-	55	55	55	55	54	54
		2	67	64	60	56	52	50	70	70	69	68	68	67	69	68	67	65	64	62
		4	68	66	63	60	55	52	70	69	69	68	67	66	69	67	66	64	62	59
		5	69	68	67	66	65	64	71	71	71	70	70	70	70	70	69	68	67	67
		6	69	68	66	65	62	60	70	70	69	68	68	67	69	68	67	66	64	62
	III	1	65	63	64	62	61	60	-	-	-	-	-	-	65	65	65	65	65	65
		2	71	70	69	67	66	64	73	73	72	72	72	72	72	72	71	71	70	70
		4	71	70	69	68	67	66	72	72	72	72	72	71	72	71	71	70	69	69
		5	72	72	71	71	70	70	73	73	73	73	73	73	73	72	72	72	72	72
		6	72	71	71	70	69	69	73	72	72	72	72	72	72	72	71	71	70	70

* Taux d'actualisation en pourcentage.

3.3.5 SENSIBILITE A L'UTILISATION DU BOIS

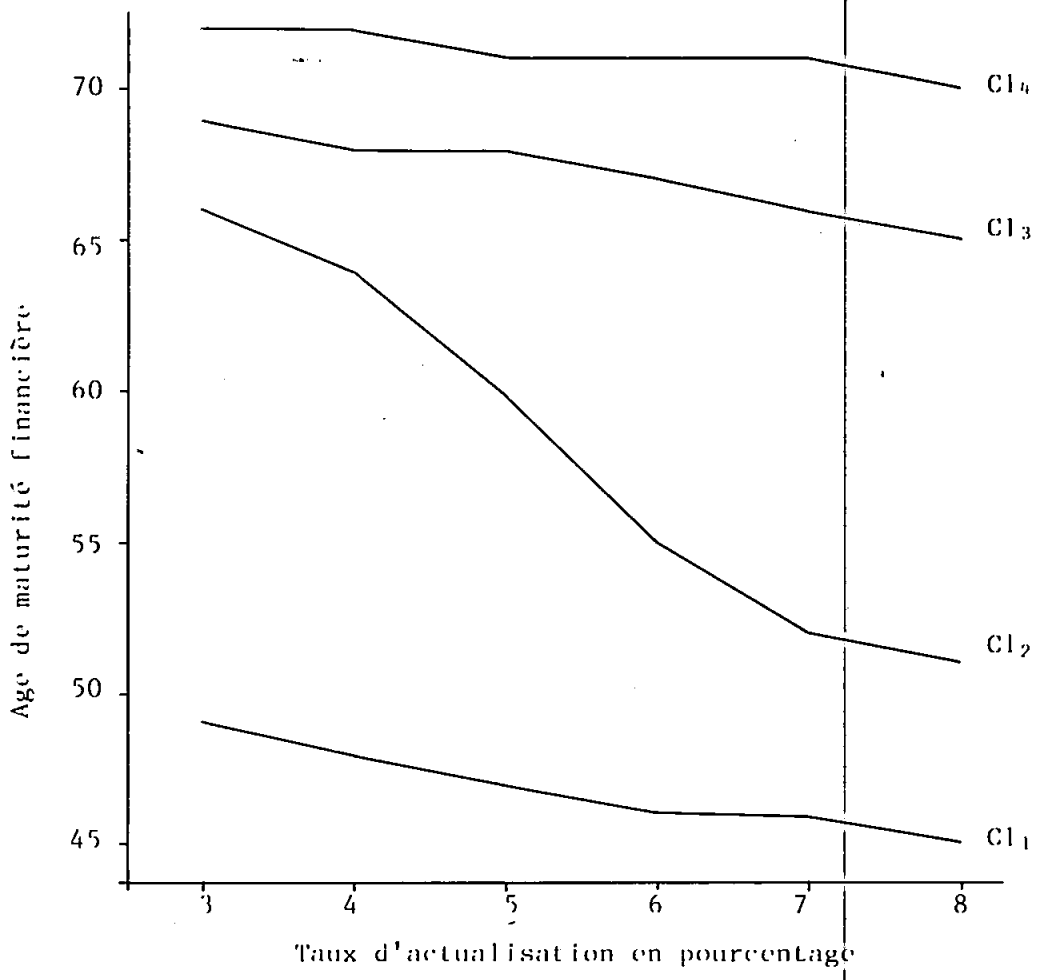
Les coûts sont les moyennes, pondérées par la popularité, des coûts totaux des procédés n°s 2, 3 et 7 qui sont utilisés pour le bois de sciage. Les prix sont ceux qui sont présentés au tableau 3.

Les trois agents économiques représentent par conséquent les compagnies d'exploitation vendant au prix du marché, les compagnies d'exploitation et de sciage et l'Etat.

Les valeurs attendues du site ne sont positives que dans le cas de l'Etat. La comparaison avec les résultats moyens pour l'utilisation en pâte montre que les durées de révolution optimale sont plus courtes pour l'utilisation en sciage et pâte dans le cas de la classe I et qu'elles sont plus longues pour les classes de moindre fertilité (figure VII). Si l'utilisation en sciage représentait une réelle plus-value, elle entrainerait des révolutions plus longues dans tous les cas, les valeurs attendues du site seraient positives pour tous les agents économiques et seraient supérieures à celles obtenues avec l'utilisation en pâte. Il n'en est rien en raison de la sous-estimation qu'entraîne l'application des règles de Roy dans l'évaluation des volumes de sciage, qui n'est pas compensée par l'augmentation du prix par unité de volume.

FIGURE VII - SENSIBILITE A L'UTILISATION DU BOIS - TREMBLE

ETAT



CONCLUSION

La maturité financière des peuplements forestiers désigne l'âge de coupe à blanc auquel la valeur attendue du site est maximum. Pour les peuplements naturels de feuillus exploités par coupes à blanc, elle intervient toujours beaucoup plus tôt que l'âge d'exploitabilité physique, défini au Québec comme celui qui procure l'accroissement annuel moyen maximum en volume marchand.

La maturité financière dépend de l'agent économique considéré. Elle apparait toujours plus tôt pour les petits propriétaires forestiers exploitants que pour l'Etat. Elle est la plus tardive pour les grandes compagnies d'exploitation et de transformation opérant sur leur domaine privé. Elle est obtenue pour des peuplements d'autant plus jeunes que le site est fertile et que le taux d'actualisation est élevé. Elle manifeste une forte sensibilité aux prix et aux coûts de transports, qui s'accentue à mesure que le site est plus fertile. La sensibilité aux salaires dans le secteur de l'exploitation forestière est plus modérée. Le procédé de récolte du bois est aussi un facteur important qui tend à accroître l'âge de la maturité financière lorsque son degré de mécanisation augmente.

La maturité financière est une donnée fondamentale pour l'aménagement forestier. Elle n'est cependant qu'une donnée économique et d'autres facteurs peuvent avoir une importance prédominante sur le choix de l'âge de coupe à blanc. Il en va ainsi pour le tremble en Gaspésie, dont l'état phyto-sanitaire impose une limite maximum de 50 ans à l'âge d'exploitabilité. Cependant, le calcul de la valeur attendue du site, qui sert à déterminer la maturité financière, conserve son intérêt dans la mesure où il permet d'évaluer le coût de la décision de couper à un âge qui s'en écarte. Enfin, la maximisation sous contraintes de la valeur attendue du site, devrait constituer l'objectif de tout plan d'aménagement forestier. Le calcul de la maturité financière par peuplement constitue nécessairement la première étape de leur élaboration.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1959 à 1973. *Exploitation forestière.* Catalogue annuel. Statistique Canada.

ANONYME, 1967 à 1974. *Statistiques de mise en marché du bois provenant de l'ensemble des forêts du Québec.* La Fédération des Producteurs de Bois du Québec.

BOULDING, K., 1955. *Economic analysis.* 3d ed. New York. Harper & Bros.

CLOUTIER, G., R. PERREAULT et R. DESROSIERS, 1974. *Modèle pour déterminer la valeur du bois sur pied en fonction des systèmes d'exploitation et des types d'utilisation.* Serv. de la Rech., Dir. gén. des Forêts, ministère des Terres et Forêts.

DAVIS, K., 1966. *Forest management: regulation and valuation.* McGraw-Hill. Toronto.

DUERR, Wm. A., J. FEDKIW et S. GUTTENBERG, 1956. *Financial maturity: A guide to profitable timber growing.* U.S.D.A. Tech. Bul. No. 1146.

FAUSTMANN, M., 1849. *Berechnung des Werthes, welchen Waldboden sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwertschatf besitzen.* Allg. Forst. Jagdzeitung 25: 441-455.

GAFFNEY, M.M., 1960. *Concepts of financial maturity of timber and other assets.* Dep. of Agr. Ec., N. Carolina St. Coll., Raleigh, A.E. Inf. Ser. No. 62.

LE GOFF, N., M. MENARD et Y. RICHARD, 1976. *Recherche et développement en populiculture pour la région de l'Est du Québec. VIII - Tables de rendement pour les peupleraies naturelles dans comtés de l'Islet - Montmagny à Rimouski.* Serv. de la Rech., ministère des Terres et Forêts, Mémoire n° 32.

LUSSIER, J.-J. et C. GODBOUT, 1974. *Etude du coût des bois F.A.B. destination dans la perspective des droits de coupe variables.* Serv. de la Rech., Dir. gén. des Forêts, ministère des Terres et Forêts, janvier.

MENARD, D., 1977. *La Maturité financière des peuplements forestiers au Québec.* J. can. de la rech. for., 7(4): 621-631.

MUSNIER, A., 1976. *Analyse d'investissement à prix réels et à prix courants.* Gouv. du Québec, ministère des Terres et Forêts, Serv. de la Rech., note n° 5.

PETRO, F.J., 1962. *La classification des billes de bois franc destinées à la transformation en bois d'oeuvre.* Dir. des rech. sur les prod. for., ministère des For. Canada, Mém. tech. n° 34 F.

PLONSKI, W.L., 1960. *Normal yield tables for Black Spruce, Jack Pine, Aspen, White Birch, Tolerant hardwoods, White Pine and Red Pine.* Ontario Dep. of L. & F., Silv. Ser., Bul. No. 2.

RICARD, P., A. CASTONGUAY et S. SOUMPHOLPHAKDY, 1976. *Le secteur forestier au Québec et sa contribution à l'économie.* Serv. de la Rech., ministère des Terres et Forêts, mémoire n° 23.

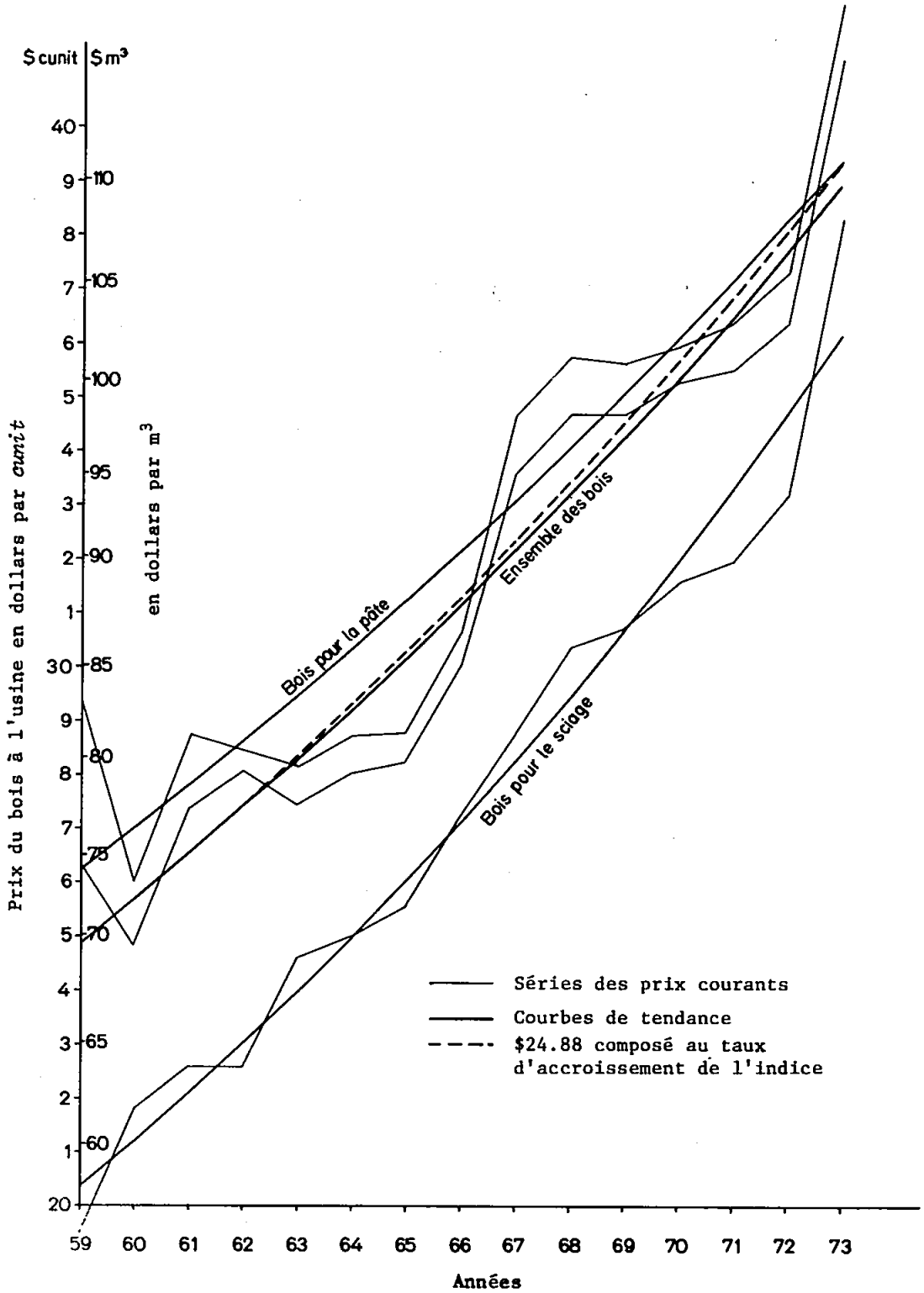
APPENDICE 1

EVOLUTION DES PRIX DANS LE TEMPS

La variation des prix dans le temps est due à l'inflation et aux changements de la valeur relative des biens ou des services considérés par rapport aux autres biens et services de l'économie. Les prix qui en résultent sont appellés prix courants. Dégonflés de la part due à l'inflation depuis une année de base convenue, à l'aide d'un indice des prix, ils deviennent des prix réels, dont les prix constants sont une exception pour le cas où la valeur relative des biens et services reste inchangée dans le temps.

Les prix du bois enregistrés par Statistique Canada (Anonyme, 1959-73) pour le Québec présentent un taux d'accroissement très proche de celui de l'indice général des prix du Canada et légèrement inférieur à celui de l'indice des prix à la consommation de Montréal. La figure VIII montre ces évolutions comparatives pour les années 1959 à 1973. Les courbes de tendance sont tracées à l'aide des régressions suivantes:

FIGURE VIII - EVOLUTION COMPARATIVE DES PRIX MOYENS AU QUEBEC ET DE L'INDICE GENERAL DES PRIX DU CANADA, BASE 1959



Source: "Exploitation forestière" - 1959 à 1973 - Statistique Canada

Utilisation	Régressions	Taux d'accroissement annuel moyen effectif.
Pâte	$L\ P_p = 0{,}0291\ t + 3{,}2381$	2,95 % *
Sciage	$L\ P_s = 0{,}0410\ t + 2{,}9734$	4,19 %
Pâte et sciage	$L\ P_t = 0{,}0320\ t + 3{,}1821$	3,25 %
Indice général des prix	$L\ I_g = 0{,}0328\ t + 4{,}5156$	3,33 %
Indice des prix à la consommation - Montréal	$L_m I_c = 0{,}0251 + 4{,}5417$	2,54 %

$* \ e^{0{,}0291} - 1 = 0{,}0295 = 2{,}95\%$

D'autre part, il n'existe pas de statistiques facilement utilisables permettant d'évaluer la tendance à long terme des coûts d'exploitation. Il est admissible, en pareil cas, de faire l'hypothèse que l'évolution des prix reflète celle des coûts.

L'évolution des prix et des coûts à long terme suivant probablement des taux d'accroissement très proches de celui de l'indice général des prix, l'étude peut être menée à prix constants avec des taux d'actualisation nets d'inflation. Cette hypothèse donne les mêmes résultats que l'application des prix courants correspondants, avec des taux d'actualisation comportant une part pour l'inflation. Ceci est démontré dans une note de recherche du Service (Musnier 1976).

En résumé, l'hypothèse qui limite la validité des calculs est que les coûts et les revenus s'accroissent à long terme d'un même pourcentage annuel moyen, qui est ici le taux moyen de l'inflation.

APPENDICE 2

TAUX D'ACTUALISATION ET ACTUALISATION CONTINUE

TAUX D'ACTUALISATION

Les dépenses et les recettes se rapportant à un peuplement forestier surviennent à des moments différents et, par conséquent, ne peuvent être comparés directement. Il est donc nécessaire de calculer leurs équivalents à un même moment, à l'aide d'une relation entre le capital et le temps, qui est le taux d'actualisation i. Ainsi, un flux monétaire C_t apparaissant à l'année t, est équivalent à un flux C_0 apparaissant à l'année 0, tel que C_0 placé à intérêts composés au taux i, redonne C_t à l'année t:

$$C_0 \ (1 + i)^t = C_t$$

$$C_0 = \frac{C_t}{(1 + i)^t}$$

Dans l'analyse d'investissement, le taux d'actualisation est généralement défini comme le coût d'opportunité, c'est-à-dire la rénumération la plus élevée du capital que l'entrepreneur est en mesure d'obtenir

parmi ses autres possibilités d'investissement présentant un degré de risque comparable à celui du projet. Le même taux peut donc s'appliquer aux dépenses (c'est un manque à gagner) et aux recettes qui pourraient effectivement être placées à ce taux. Cette conception du taux d'actualisation est bien appropriée aux problèmes de management de l'entreprise privée puisqu'elle permet non seulement de comparer des profits entre eux, mais également de les situer par rapport au contexte général de l'entreprise.

Dans le cas d'investissements publics dans le domaine de l'économie, le problème prend une dimension politique et l'Etat doit s'assurer que les sommes qu'il soustrait à la consommation publique immédiate pour une plus grande satisfaction future, sont susceptibles de produire un rapport au moins égal au taux de préférence intertemporelle du plus grand nombre de citoyens pour les biens publics (taux social de préférence intertemporelle). L'Etat doit également s'assurer que ces sommes sont placées au mieux de l'intérêt public, ce qui demande ici aussi la définition d'un coût d'opportunité du capital public pour juger de l'aspect purement financier de ces investissements.

Le taux social de préférence intertemporelle ne fait pas l'objet d'une mesure précise. Certains auteurs soutiennent qu'il est en fait sanctionné par les urnes et d'autres, qu'il ne doit pas être inférieur au taux de croissance de l'économie. Tous s'accordent à penser qu'il est inférieur au taux moyen individuel de préférence intertemporelle, lequel peut être assimilé au rendement des obligations d'épargne publiques qui drainent la plus grande partie de l'épargne populaire.

Le coût social d'opportunité du capital retiré au secteur privé par taxation et par emprunts peut être considéré comme le rendement qu'il aurait produit dans ce secteur, c'est-à-dire un certain taux moyen impossible à calculer directement, comportant une part de profit réel, une part d'inflation et une part de risque. Or l'intérêt que l'Etat verse sur ses emprunts est net de risque et représente la sanction du marché entre capitaux privés et publics. Il est par conséquent proche, à long terme, du rendement moyen net de risques des capitaux privés. Le taux d'intérêt des obligations d'épargne du Gouvernement canadien, qui est de l'ordre de 9%, constitue donc une bonne approximation à court terme du coût social d'opportunité.

Ces considérations sommaires sur un problème complexe permettent cependant d'expliquer les taux d'actualisation, de 3 à 8 %, qui sont utilisés dans cette étude. Ces taux sont nets d'inflation et de risque et doivent être interprétés en fonction des taux courants de l'économie. Ainsi, le taux de 5% représente le coût social d'opportunité correspondant au taux courant de 9%, dans l'hypothèse d'un taux moyen d'inflation à long terme de 4%. Des taux de 5 à 8 % représentent alors diverses hypothèses de coûts d'opportunité pour l'entreprise privée, correspondant à des taux de rendement courants de 9 à 12 %. Le taux de 3% peut être considéré comme un ordre de grandeur du taux social de préférence intertemporelle.

ACTUALISATION CONTINUE

L'exposé théorique sur la détermination de la maturité financière faisant intervenir des différentielles, il est mathématiquement nécessaire d'opérer sur des fonctions continues et, par conséquent, d'utiliser des taux d'actualisation instantanés.

La valeur future V d'une somme V_0 placée à intérêts composés durant pt périodes (p étant le nombre de périodes par an et t le nombre d'années) est telle que:

$$V = V_0 \left(1 + \frac{\rho}{p}\right)^{pt} = V_0 \ (1 + i)^t$$

ρ = taux annuel nominal
p = nombre de période par année
i = taux annuel effectif
t = nombre d'années

D'où la relation:

$$\left(1 + \frac{\rho}{p}\right)^{pt} = (1 + i)^t$$

Le premier terme peut s'écrire:

$$\left[\left(1 + \frac{\rho}{p}\right)^{\frac{p}{\rho}}\right]^{\rho . t}$$

Lorsque p tend vers l'infini, $\frac{\rho}{p}$ se rapproche du taux d'actualisation instantané et il est démontré que la quantité entre crochets tend vers le nombre e.

D'où, à la limite:

$$e^{\rho} = (1 + i)^t$$

et $\quad \rho = L \ (1 + i)$

La valeur nominale ρ du taux instantané est très proche de i, quoique légèrement inférieure.

APPENDICE 3

EVALUATION D'UN TERRAIN BOISE

La valeur d'un terrain boisé comprend celle du sol et celle du peuplement en place. L'évaluation est fondée sur la définition de l'équivalent annuel d'un revenu périodique.

L'équivalent annuel a, d'une somme A reçue après un nombre d'années t, est tel que a reçu à la fin de chaque année, placé à intérêts composés au taux i et cumulé, redonne A en t années. Soit:

Années	Montant reçu à la fin de chaque année	
1	a	$= a$
2	$ai + a$	$= a\,(1 + i)$
3	$ai + ai^2 + ai + a$	$= a\,(1 + i)^2$
4	$ai + ai^2 + ai^3 + ai^2 + ai + a$	$= a\,(1 + i)^3$
-		
t		$= a\,(1 + i)^t$

D'où:

$$A = a \frac{(1 + i)^t - 1}{i}$$

$$a = \frac{Ai}{(1 + i)^t - 1}$$

Il est à remarquer que $\frac{A}{(1 + i)^t - 1}$ est la somme (Se) des valeurs actuelles d'une série infinie de revenus périodiques A constants, reçus toutes les t années et qui constitue aussi une progression géométrique de raison $\frac{1}{(1 + i)^t}$

d'où:

$$a = Se \times i$$

L'équivalent annuel peut également être exprimé en actualisation continue, ce qui suppose a reçu continuellement et composé au taux d'actualisation instantané:

$$a = \frac{A^{\rho}}{e^{\rho} - 1}$$

$$a = Se \times \rho$$

Dans le domaine forestier, A_n représente le produit net d'un peuplement à la fin d'une révolution de n années. Se* représente la valeur attendue du site attribuable au terrain nu, telle que définie par Faustmann (1849). Elle est la mesure économique de la fertilité du site ainsi

---

* *Se* ou *Soil expectation value*. Les abréviations utilisées ici sont celle de l'analyse de Gaffney (8) afin que le lecteur puisse s'y reporter aisément.

que de l'option d'aménagement. A_t représente la valeur économique du peuplement à l'année t, soit a_n reçue à la fin de chaque année, composée et cumulée jusqu'à l'année t.

En effet, Se est une valeur telle que composée au taux d'actualisation i utilisé dans son calcul, elle redonne indéfiniment les mêmes revenus périodiques A_n, dans l'hypothèse du maintien de la même option d'aménagement. Ainsi, à la fin de la première révolution, elle donne $A_n + Se$ qui permettra l'obtention du A_n suivant:

$$Se\ (1 + i)^n - A_n = \frac{A_n\ (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} - A_n = \frac{A_n}{(1 + i)^n - 1} = Se$$

D'autre part, a_n, qui est l'expression correcte de la rente du sol forestier, reçue à la fin de chaque année, composée et cumulée durant t années, s'exprime ainsi:

$$a_n\ \frac{(1 + i)^t - 1}{i} = A_t$$

D'où la valeur économique du site et du peuplement à l'année t:

soit:

$$\frac{A_n}{(1 + i)^n - 1} + a_n\ \frac{(1 + i)^t - 1}{i}$$

ou, en exprimant a_n en fonction de A_n:

$$\frac{A_n}{(1 + i)^n - 1} + \frac{A_n i}{(1 + i)^n - 1} \times \frac{(1 + i)^t - 1}{i} = Se\ (1 + i)^t$$

Cette valeur économique du site et du peuplement pour une option d'aménagement donnée, en fonction de l'âge du peuplement, est celle vers laquelle devrait tendre la valeur commerciale du boisé en situation de concurrence pure et parfaite, ce qui supposerait, entre autres, que les parties contractantes connaissent la méthode d'évaluation... Elle est en général très supérieure au niveau des transactions commerciales effectives dans les zones où il n'y a pas de spéculation foncière.

Il est d'autre part démontré (Musnier 1976) que dans l'hypothèse plus réaliste où A_n croît à long terme suivant le taux annuel moyen de l'inflation x, la valeur de Se est la même que la précédente dès lors que le taux d'actualisation approprié I est utilisé. I et i étant liés par la relation:

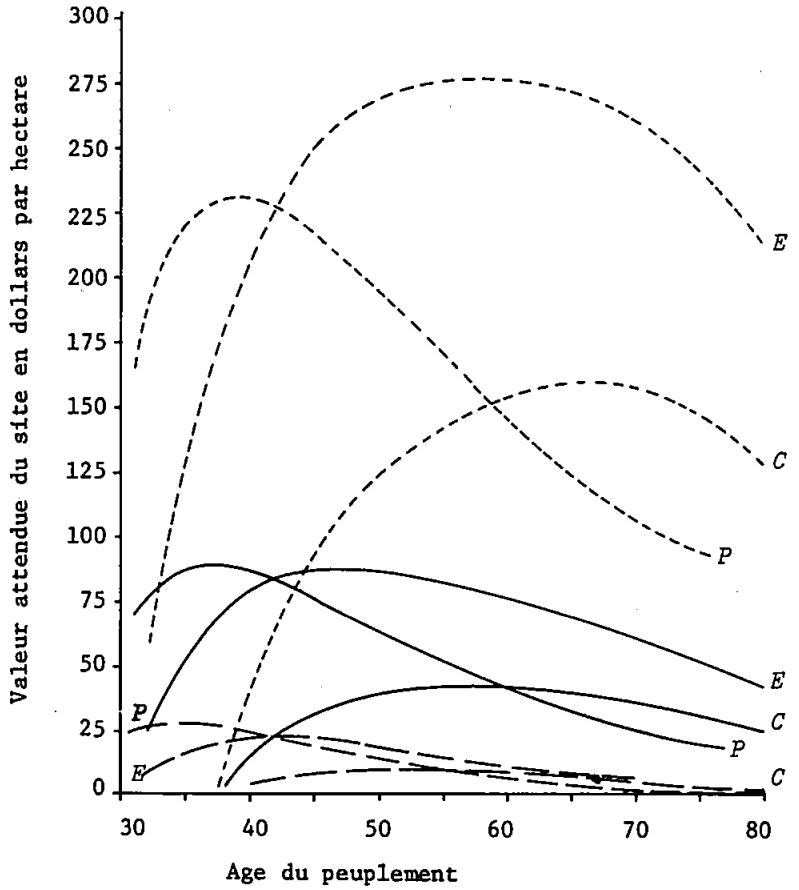
$$I = i + x + ix$$

La valeur du terrain et du peuplement à un âge de t années devient alors:

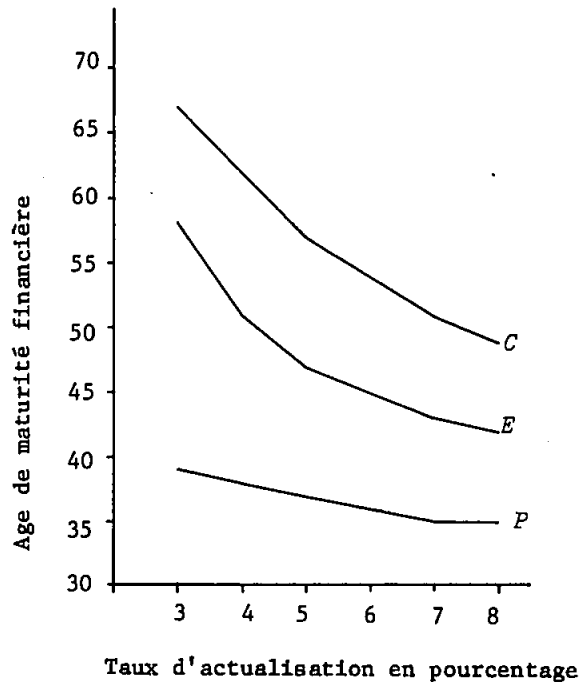
$$Se\ (1 + I)^t = Se\ (1 + i)^t\ (1 + x)^t$$

APPENDICE 4

FIGURE IX - MATURITE FINANCIERE DU TREMBLE - CLASSE I
VALEURS MOYENNES POUR LE QUEBEC

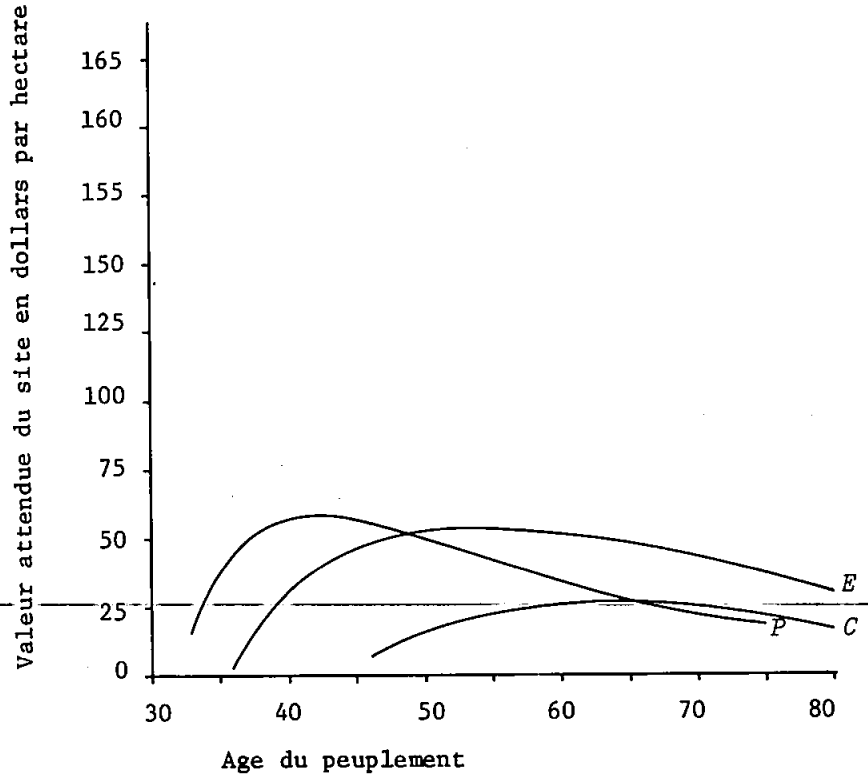


Taux d'actualisation ---- 3%
——— 5%
— — 8%

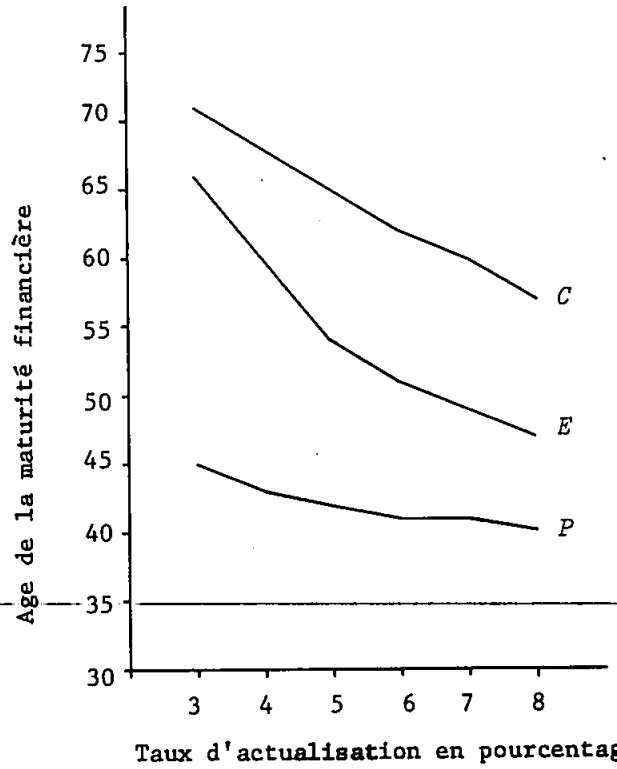


P petit propriétaire exploitant
C compagnie d'exploitation et de transformation
E Etat

FIGURE X - MATURITE FINANCIERE DU TREMBLE - CLASSE II
VALEURS MOYENNES POUR LE QUEBEC

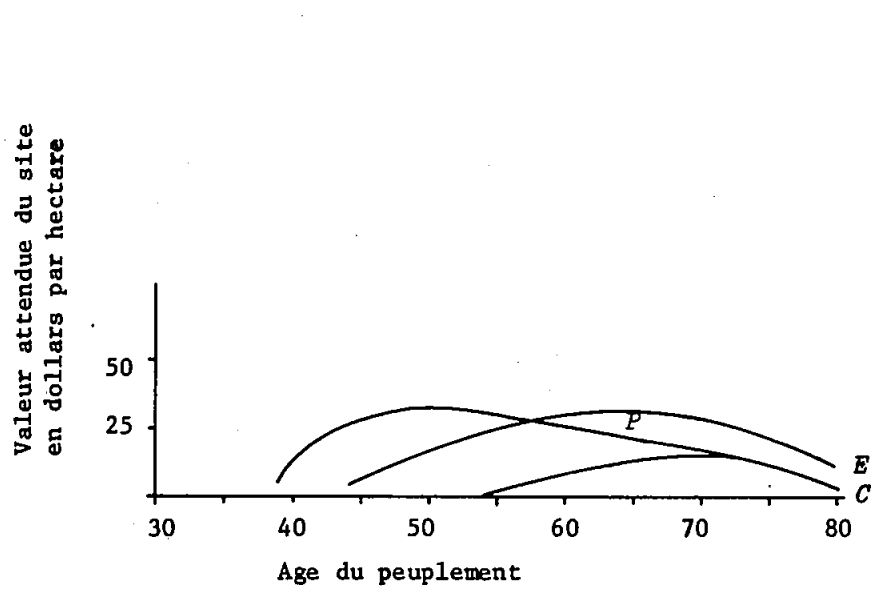


Taux d'actualisation 5%

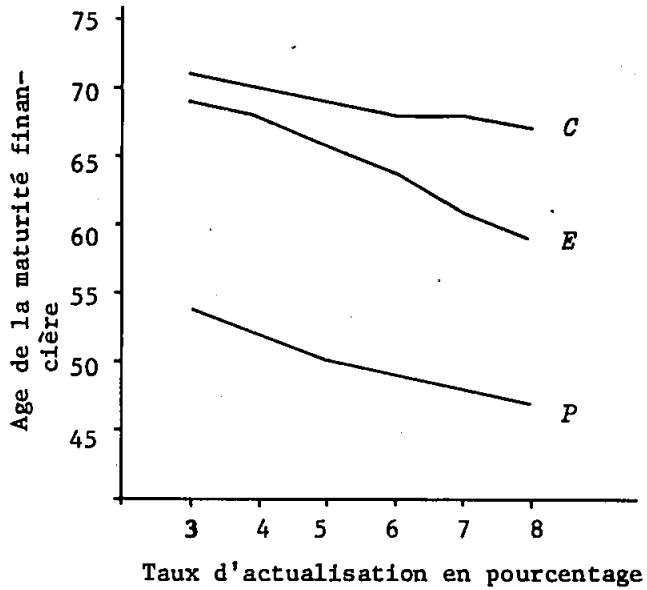


P petit propriétaire exploitant
C compagnie d'exploitation et de transformation
E Etat

FIGURE XI - MATURITE FINANCIERE DU TREMBLE - CLASSE III
VALEURS MOYENNES POUR LE QUEBEC

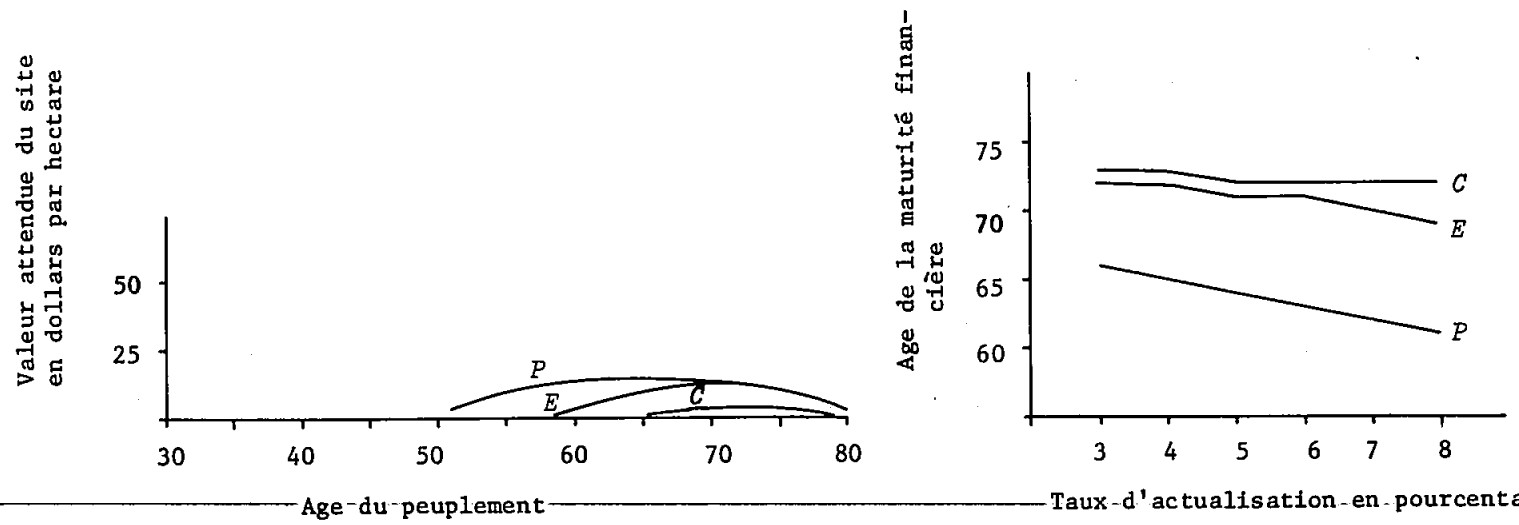


Taux d'actualisation 5%



P petit propriétaire exploitant
C compagnie d'exploitation et de transformation
E Etat

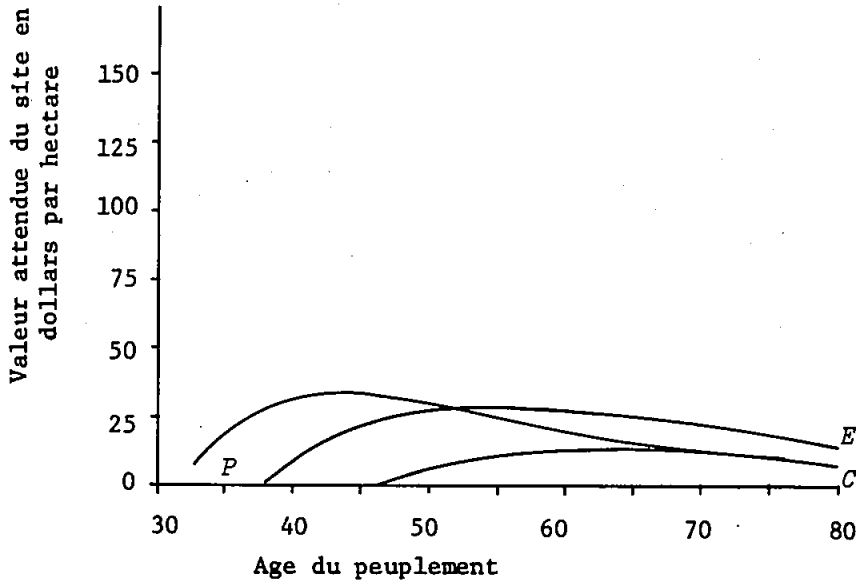
FIGURE XII - MATURITE FINANCIERE DU TREMBLE - CLASSE IV
VALEURS MOYENNES POUR LE QUEBEC



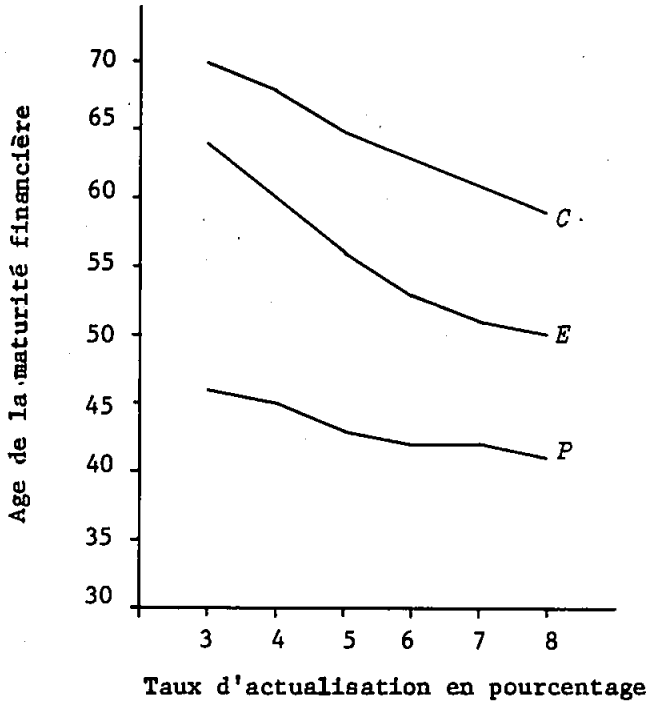
Taux d'actualisation 5%

P petit propriétaire exploitant
C compagnie d'exploitation et de transformation
E Etat

FIGURE XIII - MATURITE FINANCIERE DU BOULEAU BLANC - CLASSE 1
VALEURS MOYENNES POUR LE QUEBEC

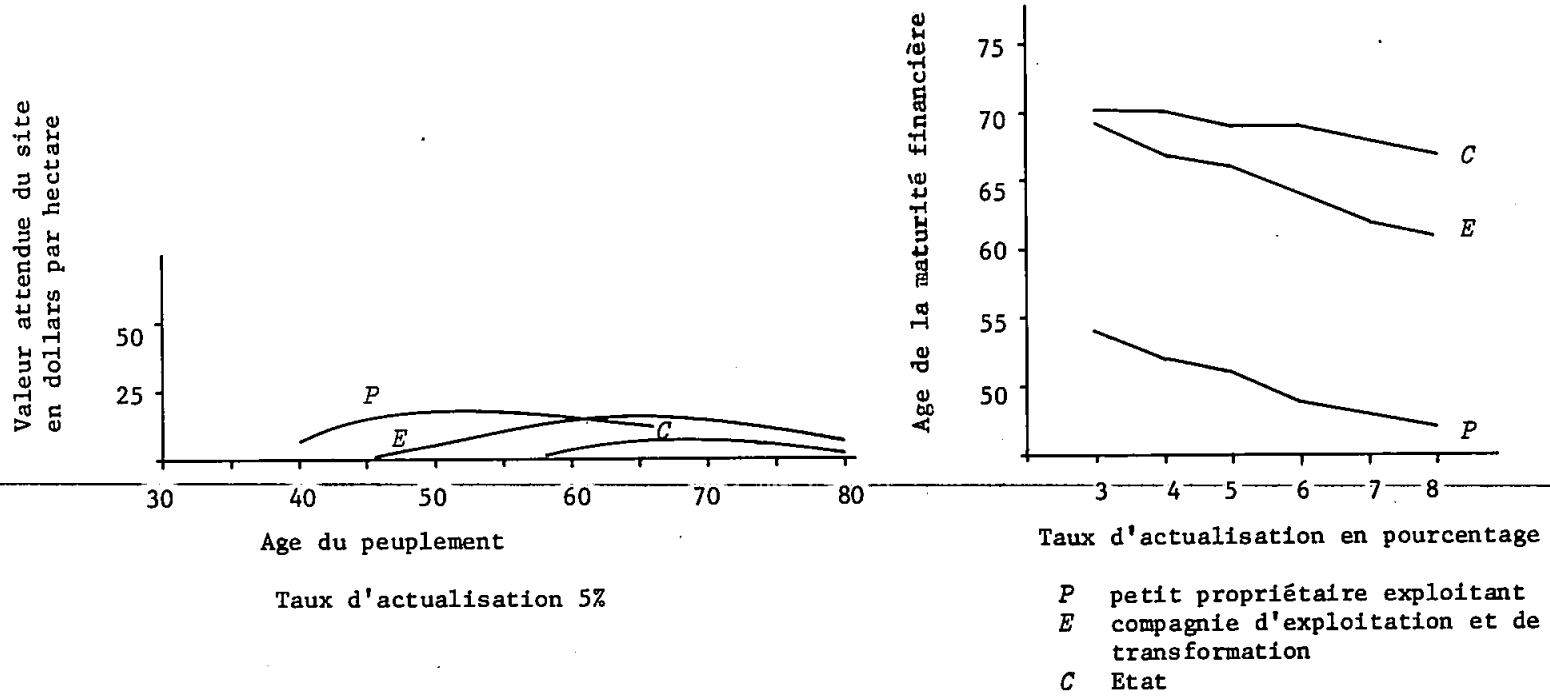


Taux d'actualisation 5%



P petit propriétaire exploitant
C compagnie d'exploitation et de transformation
E Etat

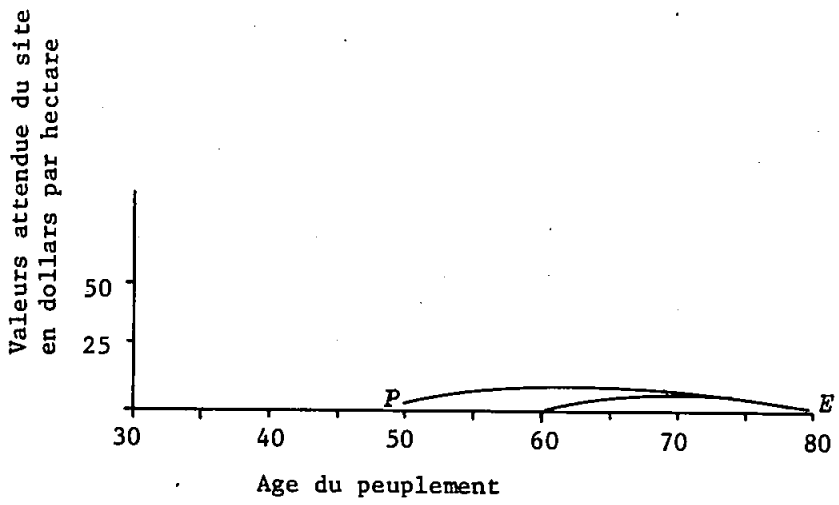
FIGURE XIV - MATURITE FINANCIERE DU BOULEAU BLANC - CLASSE II
VALEURS MOYENNES POUR LE QUEBEC



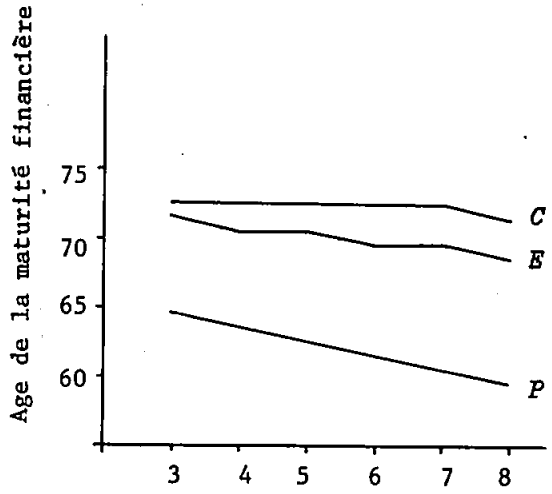
Taux d'actualisation 5%

P petit propriétaire exploitant
E compagnie d'exploitation et de transformation
C Etat

FIGURE XV - MATURITE FINANCIERE DU BOULEAU BLANC - CLASSE III
VALEURS MOYENNES POUR LE QUEBEC



Taux d'actualisation 5%



P petit propriétaire exploitant
C compagnie d'exploitation et de transformation
E Etat

FIGURE XVI - SENSIBILITE AU PROCEDE DE RECOLTE - TREMBLE - CLASSE I

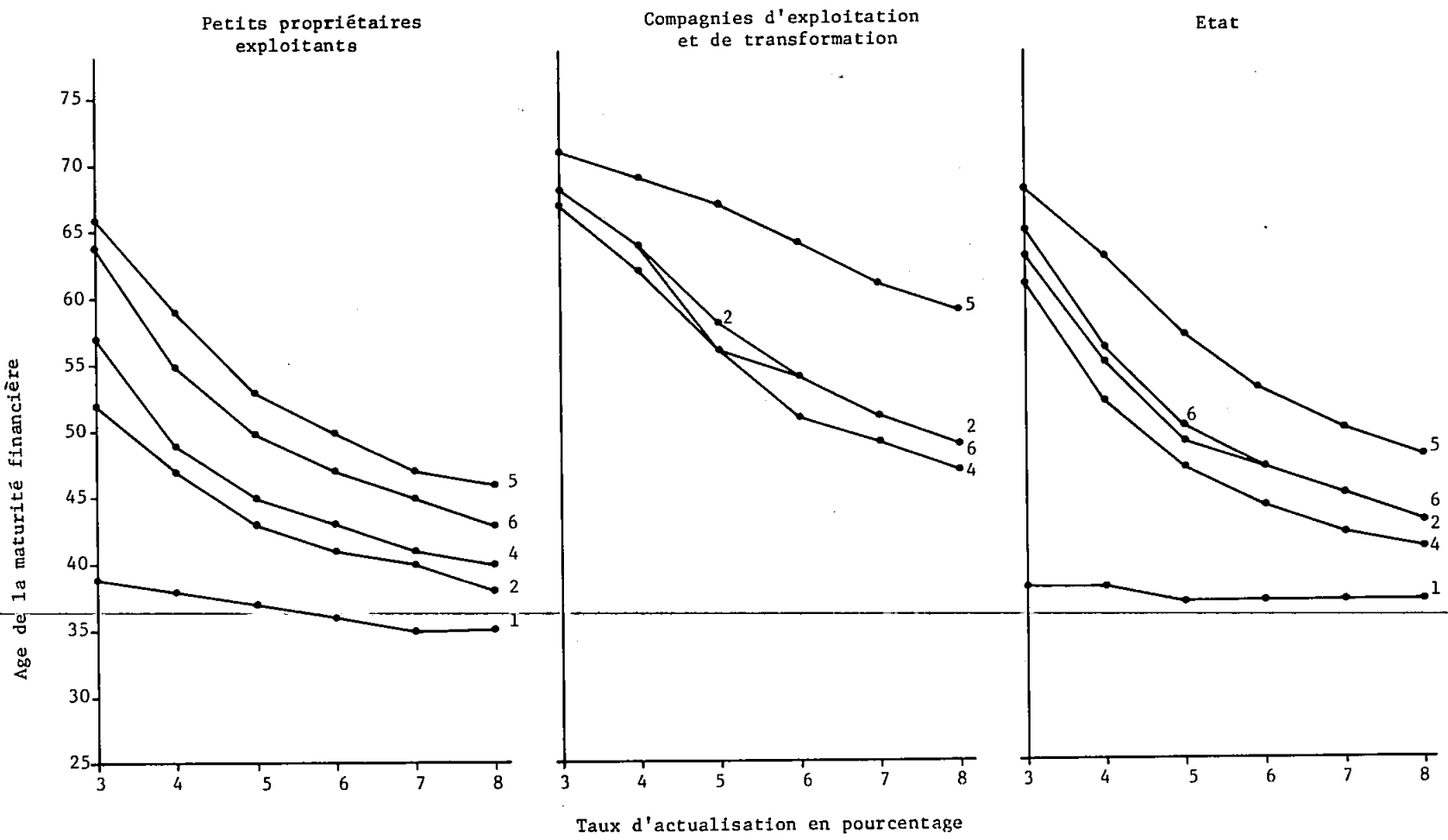


FIGURE XVII - SENSIBILITE AU PROCEDE DE RECOLTE - TREMBLE - CLASSE II

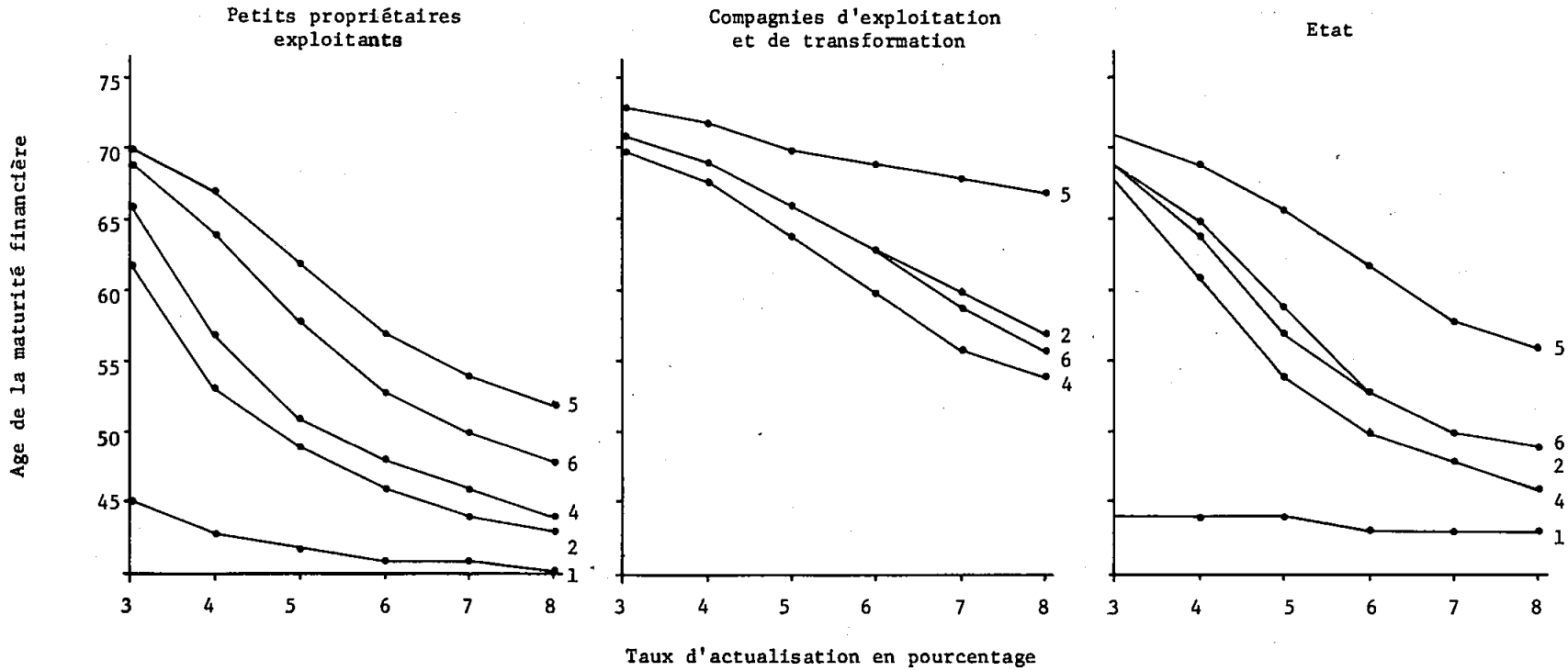


FIGURE XVIII - SENSIBILITE AU PROCEDE DE RECOLTE - TREMBLE - CLASSE III

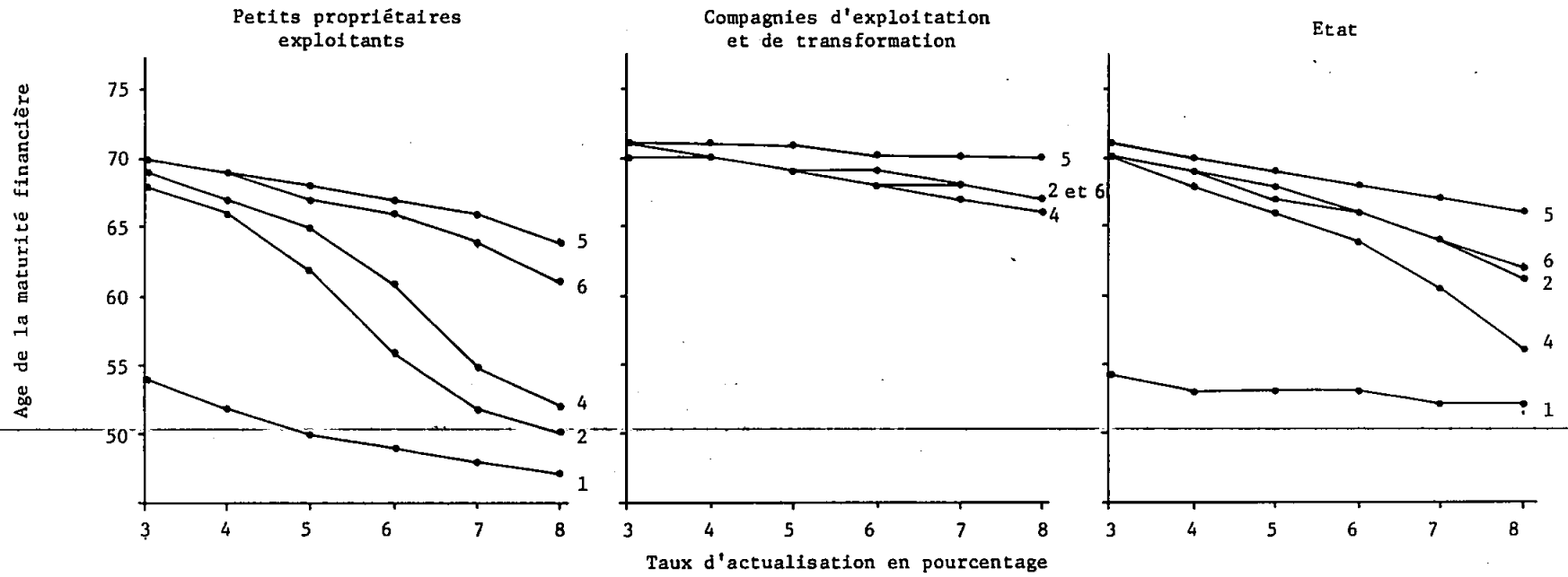


FIGURE XIX - SENSIBILITE AU PROCEDE DE "ECOLTE - "REMBLE - CLASSE IV

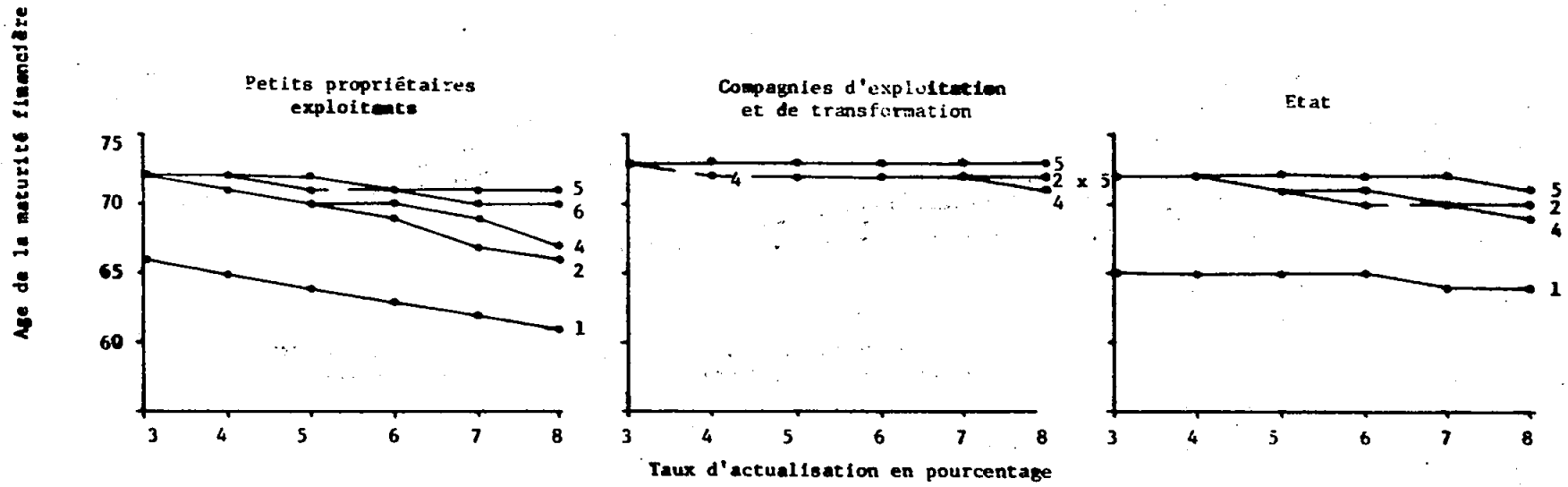


FIGURE XX - SENSIBILITE AU PROCEDE DE RECOLTE - BOULEAU BLANC - CLASSE I

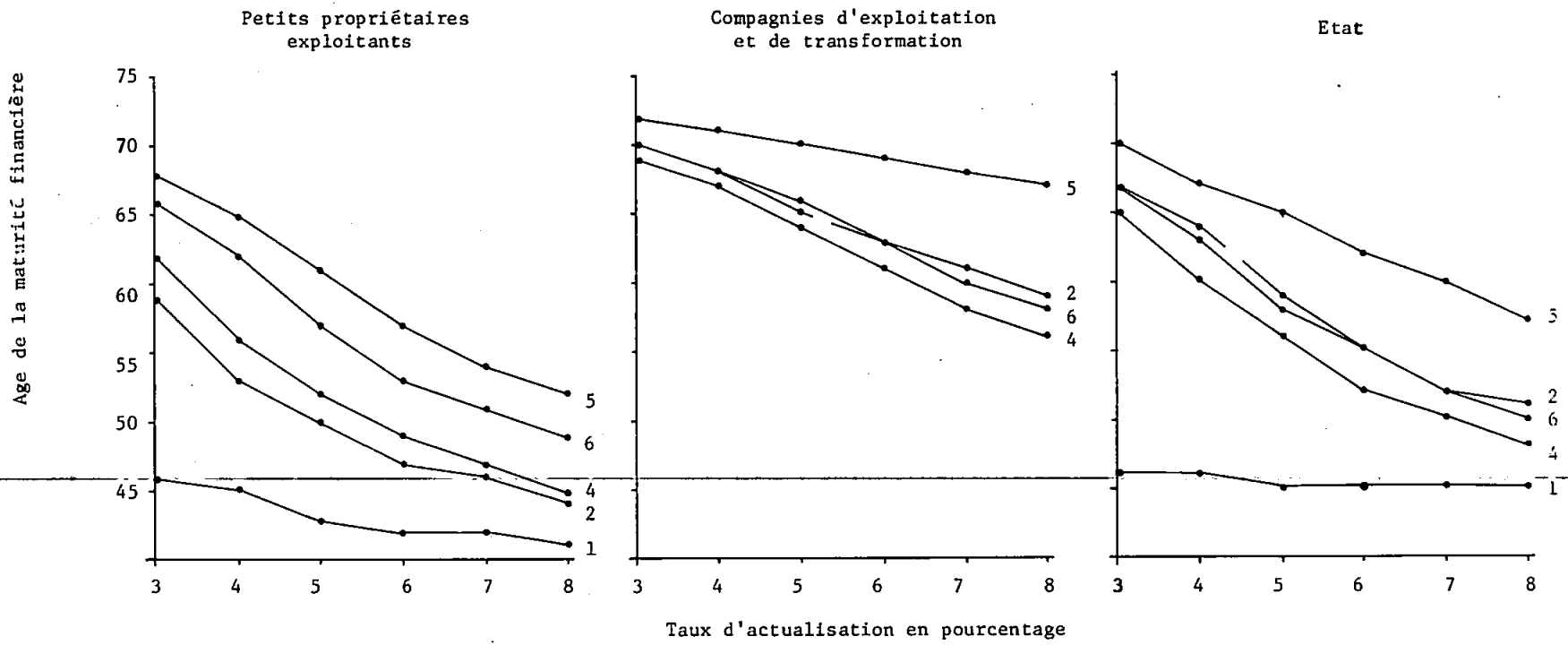


FIGURE XXI - SENSIBILITE AU PROCEDE DE RECOLTE - BOULEAU BLANC - CLASSE II

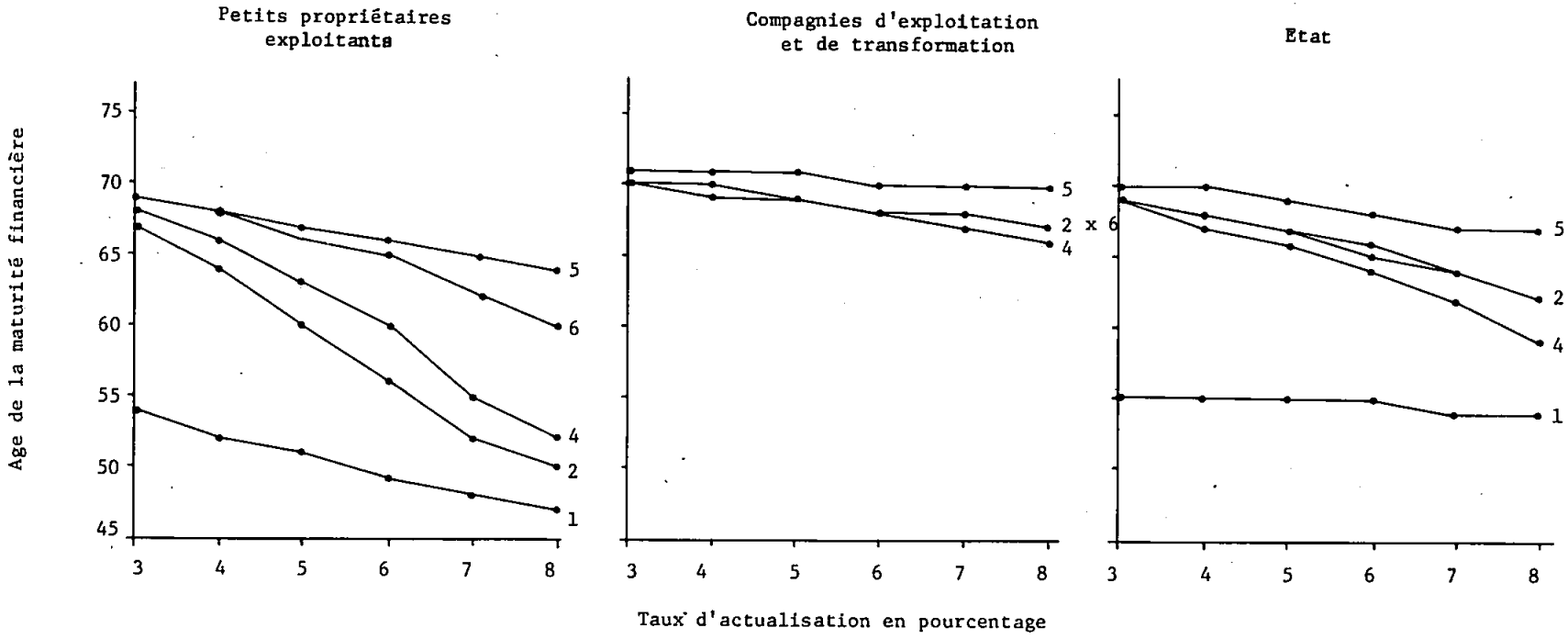
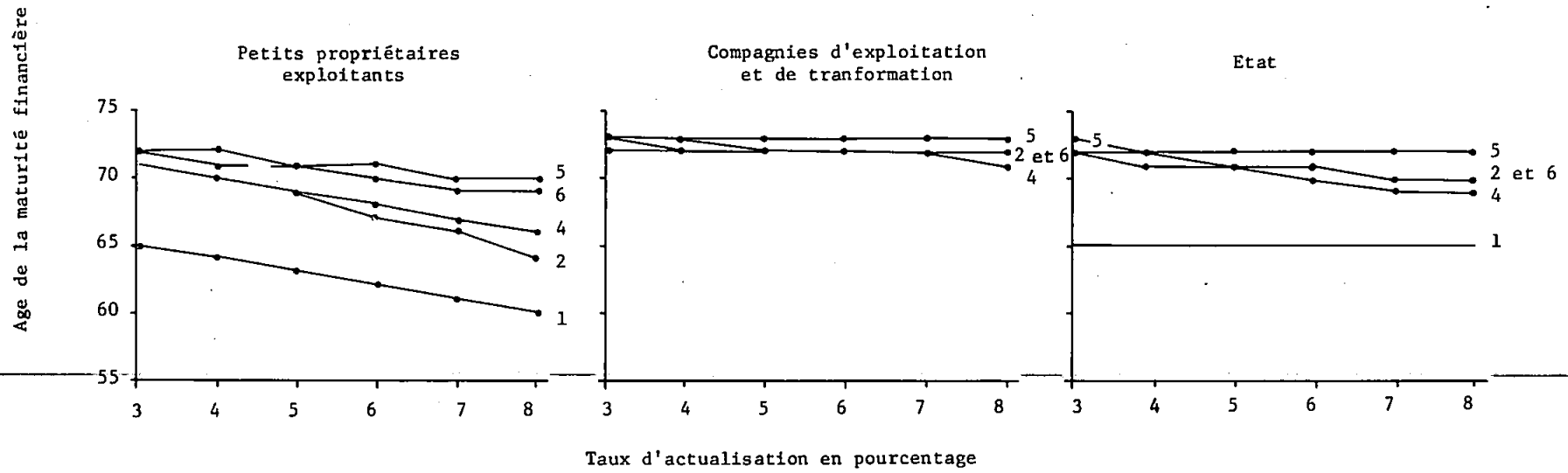


FIGURE XXII - SENSIBILITE AU PROCEDE DE RECOLTE - BOULEAU BLANC - CLASSE III



Achevé d'imprimer à
Québec en septembre 1979, sur
les presses du Service des impressions en régie
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