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

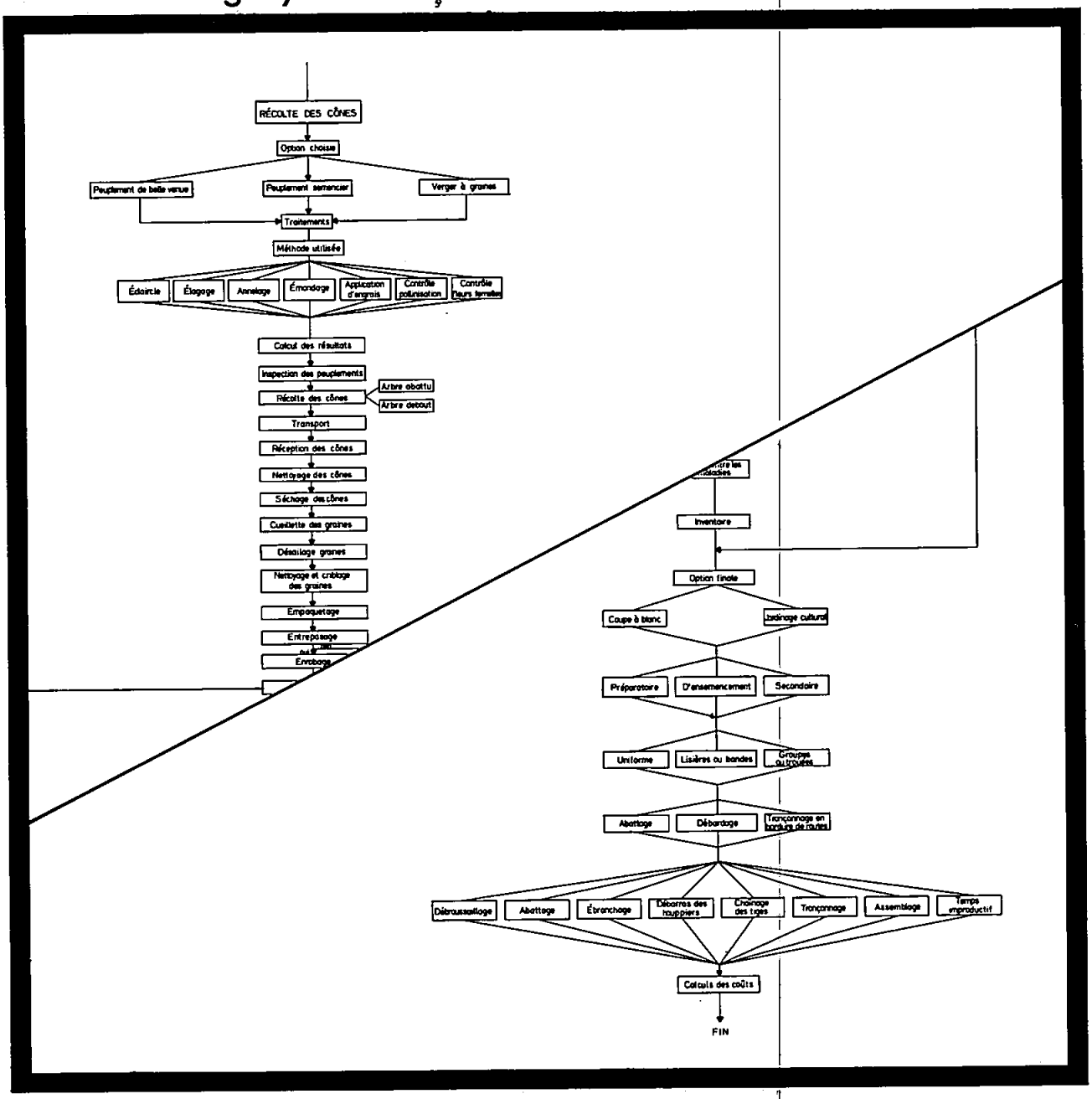
Ce mémoire contient un errata à la page ii du document

MÉMOIRE N° 36

RENTABILITÉ DES REBOISEMENTS AU QUÉBEC

I- PLANTATIONS DE PIN ROUGE ET DE PIN GRIS

par Conrad Brillant, Pierre Gendron, Serge Tétreault,
André Castonguay et François Parent



Conrad BRILLANT, ingénieur
Pierre GENDRON, relationniste
Serge TÉTREAULT, travailleur social
André CASTONGUAY, économiste
Francois PARENT, étudiant en économique

RENTABILITE DES REBOISEMENTS AU QUEBEC

I - PLANTATIONS DE PIN ROUGE ET DE PIN GRIS

par

CONRAD BRILLANT

PIERRE GENDRON

SERGE TETREAULT

ANDRE CASTONGUAY

et

FRANÇOIS PARENT

MEMOIRE N° 36

SERVICE DE LA RECHERCHE

DIRECTION GENERALE DES FORETS

MINISTERE DES TERRES ET FORETS

1977

ERRATA

p. xii	ligne 19	*all site qualities.*
p.6	ligne 7	35 p. 100 en Colombie-Britannique, 27 p. 100 au Québec, 26 p. 100 en Ontario et le reste, dans les autres provinces.
p. 40	formule	$Se = \dfrac{Yr + \Sigma\, Ta\,(1+i)^{r-a} - C\,(1+i)^{r} + H\,(1+i)^{r}}{(1+i)^{r} - 1} - E$
p. 47 p. 48 p. 50		remplacer par les pages ci-jointes → Fait
p. 99	formule	$(Yr \times I) + (Ta \times I) + (C \times I) + (E \times I)$
p. 139	dernière ligne du tableau	les valeurs de *Se* doivent se lire: 658 663 769 721

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

AVANT-PROPOS

Ce rapport a subi des modifications majeures depuis sa présentation en mars 1975 par MM. Conrad Brillant, Pierre Gendron et Serge Tétreault. Il s'agit principalement des chapitres V, VII, VIII et IX pour lesquels, en effet, des données plus récentes et moins conservatrices sur les rendements physiques ont été utilisées. Les données sur les coûts ont également été légèrement modifiées. Dans le chapitre VIII le taux fixe de la valeur du bois sur pied a été remplacé par une valeur variable. Finalement, le chapitre IX sur les résultats a lui aussi été modifié en conséquence. Le document dans sa forme actuelle rend possible la comparaison des résultats sur le pin rouge et le pin gris avec ceux des autres essences: épinette blanche, épinette de Norvège, pin blanc, mélèze laricin, pin sylvestre, mélèze européen et mélèze japonais.

REMERCIEMENTS

Les auteurs du présent rapport tiennent à exprimer leur profonde gratitude envers MM. Jean-Paul Nadeau, ing.f., *Ph.d.*, Jacques Vallerand, ing.f., *M.B.A.*, Faouzi Rassi, économiste, *Ph.d.* et Rénald Hawey, ing.f., qui leur ont permis de mener à bien ce travail, en leur dispensant des conseils judicieux et éclairés.

Les remerciements les plus sincères vont aussi aux personnes suivantes qui ont bien voulu collaborer à la cueillette des renseignements nécessaires à l'élaboration de ce rapport:

Hassanali Bolghari, ing.f.,
Carol La Barre, ing.f.,
Pierre Ricard, économiste,
Roger Dugas, ing.f.,
Alain Dancause, ing.f. ,
Jean-Pierre Carpentier, ing.f.,
Rénald Côté, ing.f.,
Gaétan Paquet, ing.f.,
Jean Tremblay, t.f.,
Maurice Gagnon, t.f.,
Michel Paquet, ing.f.,
Guy Boissinot, ing.f.,
J.-P. Campagna, ing.f., *Ph.D.*,
Guy Boulianne, ing.f.,
Lionel Godbout, ing.f.,
Paul-Emile Vézina, ing.f., *Ph.d.*, Université Laval
Pierre Chartrand, Min. des Richesses naturelles - Ontario

Enfin, nos remerciements les plus sincères vont tout particulièrement à Mlles Linda Jobin et Carole Bourboin, secrétaires du ministère des Terres et Forêts, pour la transcription du document.

RESUME

Depuis le début des années 1970, le gouvernement du Québec a intensifié son programme de reboisement dans le but d'améliorer et d'augmenter la production de matière ligneuse. Cette solution engendre des coûts supérieurs à ceux de la régénération naturelle. Il est donc indispensable d'effectuer une étude économique dans laquelle on tiendrait compte de diverses variables telles que l'essence, les modes de plantation (manuelle et mécanique), les options d'aménagement (espacement, coupes d'éclaircies et coupe à blanc), etc.

Les essences étudiées ici sont le pin rouge (*Pinus resinosa* Ait.) et le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.), à cause de leur possibilité de croissance au Québec. Pour fins d'analyse économique, on a retenu le modèle de Faustmann en raison de sa plus grande facilité à tenir compte des différentes options mentionnées. Le modèle fait donc appel aux éléments suivants: le rendement physique (fonction de production), les coûts d'établissement, la valeur des bois sur pied, les revenus directs et les revenus indirects.

Pour ce qui est des rendements physiques, on retrouve dans l'étude des tables qui donnent la hauteur, le diamètre moyen, la surface terrière, le volume total et le volume marchand. Les coûts d'établissement

englobent les coûts de la récolte de cônes, les coûts de production de semence et les coûts de production de plants à racines nues. Les autres coûts considérés sont l'achat de terrain, les frais directement liés à la plantation, la préparation du sol, le transport des plants, la machine à planter, etc. et les frais annuels. La valeur du bois sur pied est appliquée au volume de bois récolté lors des éclaircies et de la coupe finale; elle correspond aux revenus directs de la plantation. Les revenus indirects sont restreints aux recettes fiscales que l'opération rapporte aux gouvernements fédéral et québécois. L'étude a été faite à prix constants.

Pour le pin rouge, avec le meilleur indice de fertilité -- 7 mètres à l'âge de 15 ans -- , un taux d'intérêt de 3% et un espacement de 3 x 3 mètres, la valeur d'attente du fond de terrain *Se* est de $1510 avec le revenu direct; si l'on considère les revenus indirects, la valeur d'attente du fond de terrain atteint $1704. Dans les mêmes conditions, pour le pin gris, la valeur d'attente est de $661 avec les revenus directs et passe à $767 dollars si l'on tient compte des revenus indirects.

Les taux maximaux de rendement sont de 6,9% pour le pin rouge et de 5,8% pour le pin gris, sur la meilleure station et avec la plantation manuelle. L'âge optimal de révolution (période de maturité financière) varie entre 52 et 55 ans selon la qualité du site tandis que l'espacement a tendance à décroître avec l'indice de fertilité: dans le cas du pin rouge, on a un espacement de 3 x 3 mètres pour l'indice 7, comparativement à un espacement de 2,5 x 2,5 mètres pour l'indice 3. Pour le pin gris, les rendements physiques sont optimaux avec un espacement de 3 x 3 mètres quelle que soit la qualité de station.

Dans certains cas, l'éclaircie accroît le rendement économique, mais il est très difficile de déceler une tendance générale. Pour le pin rouge, la première éclaircie semble profitable, contrairement à une deuxième et une troisième éclaircies. Pour le pin gris, les régimes à une, deux et trois éclaircies s'avèrent rentables.

ABSTRACT

Since the early seventies, the government of Quebec has intensified its reforestation program with the aim of improving and increasing timber production. This solution is more costly than natural regeneration. It was therefore essential that an economic study be made in which different variables such as species, plantation method (manual and mechanical), management options (spacing, thinning and clearcutting), etc., were taken into account.

*Red pine (*Pinus resinosa *Ait.) and Jack pine (*Pinus banksiana *Lamb.) are the two species studied here, in view of their growth potential in Quebec. Faustmann's model was retained for the economic analysis, on account of its greater facility to integrate the different options mentioned. This model calls upon the following elements: physical yield (production function), establishment costs, stumpage value, and direct and indirect returns.*

In regards to physical yield, tables giving height, mean diameter, basal area, total volume, and merchantable volume are to be found in this study. Establishment costs include cone collecting, seed production, and bare-root plant production. Land purchase, plantation charges, soil preparation, plant transportation, planting machine loca-

tion, etc., are the other costs that are taken into account. Stumpage value is applied to timber volume harvested in thinnings and final cutting; it corresponds to direct returns from the plantation. Indirect returns are the fiscal revenues that the federal and Quebec governments collect from the operation. The study uses constant prices.

For red pine, with the best fertility index -- 7 meters at 15 years of age -- , a 3% interest rate and a 3 X 3 meter spacing, land expectation value Se *is $1510 with direct returns: when indirect returns are considered,* Se *rises to $1704. For jack pine, in the same conditions, this value is $661 with direct returns and reaches $767 when indirect returns are added.*

The maximum rates of return are 6,9% for red pine and 5,8% for jack pine, on the best stations and with manual planting. Optimum rotation age (financial maturity) varies between 52 and 55 years depending on site quality, while spacing tends to diminish along with the fertility index. For red pine, a spacing of 3 X 3 meters is found with an index of 7, as compared to 2,5 X 2,5 for an index of 3. For jack pine, optimum physical yield corresponds to a 3 X 3 meter spacing for all site quality.

In some cases, thinning gives a greater economic yield but no general tendancy can be easily detected. For red pine, the first thinning seems profitable, contrary to the second and the third. For jack pine, regimes with one, two and three thinnings prove to be profitable.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

MANDAT DE L'ETUDE

Présentement, le Gouvernement du Québec investit de fortes sommes dans le reboisement des terres publiques et privées. Ces terres publiques sont ensuite laissées à elles-mêmes, parfois jusqu'au moment de la coupe finale.

Devant ces faits, il devient nécessaire et même urgent de réévaluer les projets de plantation à partir de critères économiques, dans le but de rationaliser les choix budgétaires.

Le mandat de la présente étude consistait donc à analyser, pour le compte du Service de la restauration forestière du ministère des Terres et Forêts, la rentabilité des plantations que le Gouvernement effectue sur les terres publiques.

Plus précisément, le mandat envisageait les trois aspects suivants: l'analyse des investissements les plus rentables en fonction de plusieurs options d'aménagement; deux essences, soit le pin rouge et le pin gris; enfin, deux utilisations du bois: pâte et papier (papier journal) et bois de sciage (bois de construction).

ORGANISATION DE L'ETUDE

Le premier chapitre situe le problème et précise la méthodologie utilisée.

Le second chapitre est une revue de littérature centrée principalement sur quatre auteurs qui ont étudié la rentabilité des plantations: Hiley, Manthy, Love et Grut.

Le troisième chapitre présente une revue des travaux de reboisement effectués au Québec de 1882 à 1974, en insistant sur les années 70, pour énoncer ensuite la politique de reboisement du ministère des Terres et Forêts du Québec.

Le quatrième chapitre fournit un aperçu des modèles économiques qui peuvent être utilisés pour déterminer la rentabilité du reboisement. Le choix du modèle de Faustmann est discuté et présenté dans sa forme, ses variables, ses hypothèses et son fonctionnement.

Le cinquième chapitre étudie le rendement physique des plantations de pin rouge et de pin gris. Il précise la méthodologie suivie pour recueillir les données dendrométriques, la classification des indices de fertilité, et enfin, la production de tables de rendement. Finalement, les régimes d'éclaircies auxquels sont soumis les plantations sont élaborés ainsi que leurs options d'aménagement.

Le sixième chapitre brosse un tableau de l'offre et de la demande mondiales de matière ligneuse. La situation québécoise est précisée par rapport aux besoins tant locaux que mondiaux.

Le septième chapitre s'intéresse aux coûts impliqués dans les différentes opérations liées au reboisement. Une description des opérations qui sont retenues dans l'étude est d'abord présentée, puis la méthodologie de cueillette et de compilation des coûts est décrite; enfin, les coûts d'établissement des plantations ainsi que les coûts d'entretien annuel sont établis.

Le huitième chapitre aborde les revenus produits directement par le reboisement. Le choix des valeurs de bois sur pied attribués aux volumes marchands est discuté et ces valeurs sont établies pour les soixante prochaines années. Enfin, la méthodologie concernant les revenus indirects retirés par les gouvernements fédéral et provincial est expliquée.

Le neuvième chapitre analyse le fonctionnement des variables du modèle économique et leur impact sur la maturité financière.

Le dernier chapitre, enfin, présente les conclusions et les recommandations de l'étude.

CHAPITRE I

ENONCE DU PROBLEME ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

1.1 LE PROBLEME

1.1.1 IMPORTANCE ECONOMIQUE DE L'INDUSTRIE FORESTIERE

L'industrie forestière est un des générateurs de l'activité économique en fonction de son importance. Pour illustrer cette importance, jetons un coup d'oeil sur la situation au Canada et au Québec.

1.1.1.1 Situation au Canada

De 1969 à 1971, près de 4 183 millions de pieds cubes (*118,5 millions de mètres cubes*) de bois rond ont été produits au Canada, ce qui représente 9 pour cent de la récolte mondiale de bois industriel. De la récolte canadienne, le papier journal représente 38 p. 100 de la production mondiale, la pâte chimique 14, le bois de sciage 8 et le contreplaqué 6. De plus, la foresterie et les industries forestières contribuent pour 9 p. 100 du produit national brut et emploient 16 p. 100 de la main-d'oeuvre canadienne. En 1970, ce secteur industriel comptait

3 969 établissements qui procuraient de l'emploi à 165 000 personnes. Dans l'ensemble des industries manufacturières canadiennes, l'industrie de la pâte et du papier est la première aux niveaux des salaires et gages, de l'emploi et de la valeur ajoutée. L'industrie du rabotage se situe au quatrième rang pour l'emploi.[1]

Enfin, l'industrie forestière canadienne se répartit de la façon suivante: 50 p. 100 en Colombie-Britannique, 25 p. 100 en Ontario et au Québec et le reste, dans les autres provinces.

1.1.1.2 Situation au Québec

Les données suivantes[2] précisent la part de l'industrie forestière canadienne détenue par le Québec.

Pour l'exploitation forestière, le volume de la récolte de bois en 1969 était de 900 millions de pieds cubes (*25,6 millions de* m^3), dont la valeur brute à l'usine atteignait 341 millions de dollars.

La répartiion de cette récolte était de 73 p. 100 pour le bois à pâte et de 25 p. 100 pour le bois de sciage et de déroulage. L'ensemble de cette activité économique comprend aussi l'abattage, le mesurage, la surveillance et le transport du bois. Cette activité emploie 25 000 travailleurs qui se partagent une masse salariale de 195 millions de dollars.

---

[1] NADEAU, J.-P., 1974. *Trends and Challenges in the Canadian Forest Industries*. Prepared for the Tenth Commonwealth Forest Conference. Oxford and Aberdeen, Britain. September 1974, 51 p. Aussi en français.

[2] MINISTERE DES TERRES ET FORETS, 1971. *Exposé sur la politique forestière. Tome I. Prospective et problématique*. 280 p.

Pour la même année, le secteur de la transformation du bois employait 44 600 personnes qui recevaient 295 millions de dollars en salaires. La valeur des expéditions totalisait 1 167 millions de dollars. Viennent s'ajouter 20 000 emplois et près de 500 millions de dollars en valeur de production si l'on tient compte des industries qui font subir une transformation plus poussée à ces produits, comme l'industrie du meuble par exemple.

A l'intérieur de ce deuxième secteur industriel, l'industrie des pâtes et papiers et l'industrie du bois d'oeuvre sont étudiées plus en profondeur. L'industrie des pâtes et papiers emploie quelque 29 500 personnes dont la rémunération totalise 235 millions de dollars. Cette industrie paye les salaires hebdomadaires les plus élevés dans le secteur manufacturier au Canada. La valeur de ses expéditions totalise 940 millions de dollars. Le papier journal est son produit le plus important, dont les expéditions ont atteint 4 175 millions de tonnes, ce qui représente 47 p. 100 de la production canadienne.

L'industrie du bois d'oeuvre est caractérisée par un seul produit, le bois de construction, et un sous-produit, les copeaux. Cette industrie produit 1 790 millions de pieds mesure de planche* dont 86 p. 100 en bois résineux et 14 p. 100 en bois feuillu. Elle emploie 12 200 ouvriers et verse 48 millions de dollars en salaires. La valeur de ses expéditions totalise 190 millions de dollars.

---

* Unité de mesure désuète pour laquelle il n'existe pas d'équivalent exact dans le SI.

En résumé, l'industrie forestière québécoise est un des piliers de l'activité économique. Elle représente un peu plus de 8 p. 100 du produit intérieur brut du Québec. Elle est un des éléments essentiels à l'épanouissement économique du Québec.

1.1.2 PENURIE DE MATIERE LIGNEUSE

Pour maintenir et développer l'industrie forestière québécoise, il faut s'assurer la présence de réserves suffisantes en matière ligneuse. Cependant, un déficit commence déjà à se faire sentir et il devrait atteindre son point critique d'ici une dizaine d'années. En 1969, la consommation de matière ligneuse était de 950 millions de pieds cubes (*27 millions de* m^3). Par contre, en 1985, le volume de bois coupé égalera la possibilité naturelle de production des forêts du Québec, soit 1 068 millions de pieds cubes (*30 millions de* m^3). C'est pourquoi il est permis de prédire qu'en l'an 2 000, le Québec devrait subir un déficit de l'ordre d'un milliard de pieds cubes de bois (*28,3 millions de* m^3) par rapport aux besoins qui devraient être de l'ordre de 2,7 milliards de pieds cubes (*76,5 millions de* m^3).[3]

De l'avis même du ministre des Terres et Forêts, "ne pas agir maintenant constituera une acceptation implicite de voir se terminer vers la fin du siècle, la croissance du secteur forestier au Québec".[4]

1.1.3 SOLUTIONS AU DEFICIT

Diverses solutions s'imposent pour combler l'écart entre les besoins et la possibilité de production de matière ligneuse. Des

---

[3] Ministère des Terres et Forêts - *id.*, p. 56.

[4] Ministère des Terres et Forêts - *id.*, p. 57.

perspectives de solution se présentent pour le court, le moyen et le long termes.

A court et à moyen termes, les solutions suivantes peuvent être envisagées: une économie de la matière première pour une utilisation rationnelle et une transformation intégrale et optimale des bois; une meilleure protection contre les agents naturels et artificiels de destruction; des travaux sylvicoles pour augmenter le production ligneuse en quantité et en qualité; la construction de chemins pouvant atteindre les réserves de bois éloignées.

Par ailleurs, une des solutions à long terme consiste en des travaux de reboisement aménagés de façon intensive. Trois types de reboisement peuvent être utilisés: la transplantation, l'ensemencement et la plantation.

1.1.4 L'ETABLISSEMENT DES PLANTATIONS

En plus de réduire le déficit de matière ligneuse prévu dans une dizaine d'années, les plantations permettent de transformer en ressources de valeur les terrains déboisés, abandonnés, non ou mal régénérés; d'améliorer la qualité et le taux de croissance des essences et réduire ainsi la période de révolution; de planter des essences plus avantageuses par rapport à la demande; de procurer de l'emploi, à court et à long termes, dans les régions défavorisées; de régulariser le régime des eaux; de protéger le sol contre l'érosion par le vent et l'eau et enfin, d'améliorer le paysage et l'habitat autant pour l'homme que pour la faune aquatique et terrestre.

1.2 METHODOLOGIE

Afin de répondre au mandat du ministère des Terres et Forêts, plusieurs visites de pépinières et de plantations en voie d'établissement ou déjà implantées ont permis aux auteurs de se familiariser avec le processus de reboisement.

Dans le but de déterminer la rentabilité du reboisement, un modèle économique est choisi. Cependant, avant de convertir en valeur monétaire la croissance de la plantation de pin rouge ou de pin gris, le rendement physique doit être établi pour chaque essence. Une fois les tables de rendement dressées, on trouve le volume marchand par hectare en tenant compte des éclaircies commerciales et de la coupe à blanc.

Deux valeurs de bois sur pied en fonction de l'âge sont appliquées aux volumes marchands en fonction de l'utilisation du bois. De plus, les coûts encourus pour l'établissement des plantations et les coûts d'entretien annuel sont comptabilisés pour être par la suite déduits des revenus résultants de la vente de la matière ligneuse, ce qui permet de trouver la valeur de la rente économique exprimée sous forme d'un revenu net actualisé. Les chapitres qui suivent précisent dans ses détails la méthodologie suivie tout au long de cette étude.

CHAPITRE II

REVUE DE LA LITTERATURE PERTINENTE

Ce chapitre présente une brève rétrospective des principaux développements qui ont marqué l'étude de la rentabilité financière des plantations. Hiley en 1956, Manthy, Rannard et Rudolph en 1964, Love en 1968 et Grut en 1970 ont posé les fondements sur lesquels cette rentabilité peut être analysée. On aborde tour à tour le modèle économique, les prix du bois, les coûts du bois, le rendement physique, les taux d'intérêt et la maturité financière utilisés par ces différents auteurs. Enfin, les résultats de leurs ouvrages et études sont présentés.

2.1 MODELE ECONOMIQUE

Ces auteurs utilisent tous la formule de Faustmann, mais Manthy[5] la modifie car son étude n'envisage qu'une seule révolution.

---

[5] MANTHY, R.S., E.D. RANNARD et U.V. RUDOLPH. *The Profitability of Red Pine Plantations*. Res. Rep., Michigan State Unio. Agric. Exp. Sta., East Lansing, 1964. 11 p.

2.2 PRIX DU BOIS

Tous ces auteurs présentent le prix du bois sous forme de la valeur du bois sur pied. Manthy en utilise une pour le bois à pâte et deux pour le bois de sciage, car les prix du bois de sciage varient beaucoup plus. Love[6] emploie une valeur de bois sur pied qu'il projette dans le futur à un taux d'accroissement annuel de 2%. Enfin, Grut[7] a calculé par "interprétation linéaire" plusieurs valeurs qui correspondent à différents diamètres d'arbres.

2.3 COUTS DU BOIS

Love regroupe les coûts en deux sections: ceux qui sont associés à des opérations qui n'ont lieu qu'une seule fois et ceux qui sont associés à des opérations qui reviennent chaque année. Avec Grut, la classisification des coûts répond elle aussi aux besoins de la formule de Faustmann. Un coût d'établissement moyen est d'abord estimé pour chacun des trois espacements étudiés: 8 x 8, 9 x 9 et 10 x 9 pieds (*2,44* x *2,44*, *2,74* x *2,74* et *3,05* x *3,05 m*). A ces coûts, un surplus de 25 p. 100 est ajouté pour tenir compte des frais généraux. Etant donné que ces coûts varient fortement autour des moyennes établies, on utilise des coûts-frontières, 50 p. 100 supérieurs et 50 p. 100 inférieurs aux coûts moyens établis. Puis, un coût général annuel est aussi estimé. Ce coût n'est pas affecté par l'espacement, le régime d'éclaircie ou la révolution.

---

[6] LOVE, D.V. et J.R.M. WILLIAMS, 1968. *The economics of Plantation Forestry in Southern Ontario.* Can. Dep. Reg. Econ. Expansion, Can. Land Inventory Rep. 5. 46 p.

[7] GRUT, M., 1970. Pinus radiata. *Growth and Economics.* A.A. Baekenra, Cape Town. 234 p.

Il apparaît sous forme capitalisée; il peut donc être laissé de côté au moment de l'étude des options d'aménagement. Hiley[8] pour sa part utilise les coûts actuels lorsqu'ils existent: dans les autres cas, il en construit qui sont représentatifs de la réalité.

2.4 RENDEMENTS PHYSIQUES

Manthy obtient ses rendements physiques à même les tables de rendement de Buckman, qui ont été faites à partir de 235 places échantillons permanentes du Minnesota, et celles d'Eyre et de Zehngraff. Love obtient les rendements physiques de trois sources: pour les arbres de 20 à 40 ans, les données sont prises sur des arbres existants; pour les arbres de 40 à 50 ans, les données proviennent des tables de Buckman et pour ceux de 50 ans et plus, les données existantes sont extrapolées. Enfin, Grut les obtient par régression multiple où les observations de base sont prises sur 43 places échantillons permanentes situées dans le sud-ouest de la province du Cap.

2.5 TAUX D'INTERET

Hiley favorise le "rendement financier" qui doit être un taux fixe d'intérêt: pour le déterminer, il se base sur le taux moyen auquel la *Forestry Commission* peut emprunter et sur le taux d'intérêt qui réussit à attirer le capital privé dans le secteur forestier: pour 1956, il a choisi un taux de 4%. Manthy pour sa part utilise quatre taux d'intérêt: 3, 5, 7 et 9%. Love emploie des taux de l'ordre de

---

[8] HILEY, W.E., 1956. *Economics of Plantations*, Faber and Faber Limited, London, 216 p.

3, 4, 5 et 6%. Enfin, Grut retient les taux d'intérêt de 8, 10 et 12% qui refèrent aux rendements des plantations avant impôt.

2.6 MATURITE FINANCIERE

Dans ses travaux, Hiley compare les divers types de maturité financière pour choisir le meilleur. La maturité financière a l'inconvénient de produire des révolutions plus courtes où les volumes de bois sont plus petits que ceux que l'utilisateur désire. La maturité financière est donc plus courte que la maturité technique. Mais Hiley fait la preuve que des programmes d'éclaircie peuvent réussir à corriger les écarts de volume entre ces deux types de maturité. Ainsi, avec des programmes d'éclaircies appropriés, la maturité financière devient le choix de Hiley.

2.7 RESULTATS

L'étude de Manthy révèle les résultats suivants: les plantations où le bois est acheminé vers l'industrie du bois d'oeuvre sont plus rentables que celles où le bois est conduit vers le secteur des pâtes et papiers, les premières plantations réclamant des révolutions plus courtes. Il est plus rentable d'établir des plantations sur des terrains à bons indices de fertilité que sur des terrains à bas indices. Ceci reste vrai même si le coût des terrains à bons indices est plus élevé. De façon générale, la rentabilité des plantations est moins bonne que celle de la plupart des autres types d'investissement.

L'étude de Love dévoile les conclusions suivantes: pour le secteur privé, l'investissement n'est pas intéressant car il ne rapporte que 6%. De plus, le coût d'un terrain est généralement élevé et ce n'est pas la superficie entière du terrain qui possède un bon indice de fertilité. Pour le secteur public, les sommes d'argent que la Société investit pour produire du bois sont insignifiantes lorsqu'elles sont comparées aux bénéfices retirés par le secteur forestier grâce à la disponibilité de matières premières. Enfin, les plantations de pin rouge où les arbres sont utilisés pour la production de pâtes et papiers constituent l'investissement le plus rentable.

Enfin, Grut découvre dans son étude que les plantations les plus rentables sont celles où l'espacement de 9 x 9 pieds (*2,7* x *2,7 m*) est utilisé, où des coupes d'éclaircies faites à l'âge de 6, 11 et 16 ans enlèvent respectivement 60, 50 et 40 p. 100 des arbres et enfin, où la coupe finale a lieu à 21 ans.

CHAPITRE III

REVUE DES TRAVAUX DE REBOISEMENT FAITS AU QUEBEC

Ce chapitre contient d'abord un aperçu des grandes étapes historiques qui ont marqué le développement du reboisement au Québec. Puis, un résumé des principaux travaux de reboisement effectués au cours des dernières années est présenté. Enfin, le chapitre résume, en quelques lignes, la politique de reboisement présente et future du ministère des Terres et Forêts.

3.1 ASPECTS HISTORIQUES

3.1.1 PERIODE DE 1882 A 1921

La première loi concernent le reboisement est officiellement promulgée par le Québec en 1882.

Article 1359: Tout propriétaire ou possesseur à titre de propriétaire ou usufruitier d'un terrain, qui complante d'arbres forestiers une partie de ce terrain de pas moins d'une acre d'étendue, a le droit de recevoir, pour chaque acre de terrain ainsi complantée, un permis d'acquisition de terrain dans la forme de la cédule du présent paragraphe, lequel permis l'autorise à faire l'acquisition, jusqu'à concurrence d'un montant n'excédant pas douze piastres, de toute terre publique qui peut être en vente dans l'agence des terres de la Couronne où ces arbres ont été plantés, ou, si cette agence n'existe pas, dans l'agence la plus voisine, suivant les règles et règlements alors en vigueur concernant la vente et l'aliénation des terres publiques.[9]

Cette première mesure gouvernementale n'a pas de suite heureuse. La motivation à l'égard du reboisement n'est pas très grande, d'autant plus qu'il est difficile de se procurer des semis convenables pour la plantation et que le manque d'informations sur les techniques de production de plants forestiers décourage toutes les bonnes intentions.

En 1908, un nouvel effort gouvernemental est entrepris par la création de la pépinière de Berthierville. Cette pépinière répond au besoin de reboiser les dunes et les terres abandonnées de la région environnante. Les plus anciennes plantations se retrouvent dans la région de Grand-Mère. Elles voient le jour sous l'initiative de la Laurentide Paper Company, la première plantation remontant à 1914. Mais de façon générale, à cette époque, les projets sont peu nombreux, autant sur les terres privées que publiques.

---

[9] LOI DES TERRES ET FORETS DE 1889. Gouvernement du Québec, page 33, section 4, articles 1359 à 1368.

3.1.2 PERIODE DE 1922 A 1942

En 1922 puis en 1925, le gouvernement propose une législation en faveur du reboisement. Celle-ci a beaucoup plus d'effet que la loi de 1882 car les travaux forestiers se font beaucoup plus nombreux. Entre 1922 et 1933, le Service forestier provincial établit plusieurs plantations dans les cantons de Kénogami, Parke, Jonquière, Normandin, Macpès, Parent, Albanel et Cimon. Déjà, des travaux sylvicoles sont effectués sur les plantations des réserves de Whitworth, Viger, Demers, Trécesson, Saint-Clet, Ouimet, Macpès, Lamy, Mésy, Dufferin, Lac-aux-Canards, Harvey, Beaubien, Armand et Masson. A la même époque, plusieurs compagnies forestières s'intéressent au reboisement car elles trouvent avantageux de reboiser à proximité de leurs usines avec les essences dont elles ont besoin comme matières premières. J.-A. Roy évalue à 24 millions le nombre de semis planté par ces compagnies entre 1914 et 1930. En général cependant, les projets de reboisement sont plus nombreux sur les terres privées que sur les terres publiques.

Etant donné le nombre et l'éloignement toujours croissant des projets de reboisement, les distances de la pépinière de Berthierville aux lieux du reboisement se multiplient, ce qui a pour effet de créer deux problèmes majeurs: l'augmentation du coût de transport des plants et les écarts considérables entre les conditions climatiques de la pépinière et celles du site de reboisement. Ainsi, dès 1934, le gouvernement peut s'enorgueillir de posséder 7 pépinières dont les expéditions totalisent 7,3 millions de semis. En 1943, le Service

forestier possède 13 pépinières. Alors qu'en 1925, la superficie totale des plantations au Québec est d'environ 22 000 acres (*8900 ha*), en 1943 elle est de 55 000 acres (*22 250 ha*).

3.1.3 PERIODE DE 1943 A 1959

La période d'après-guerre est relativement calme en ce qui concerne le reboisement au Québec. L'administration publique dans son ensemble demeure dans une période de léthargie, ce qui n'empêche pas pour autant quelques initiatives de germer. En 1955, la ferme expérimentale de la Compagnie Internationale de Papier sise à Harrington et le Morgan Arboretum de l'université McGill voient le jour. Ces projets, qui servent à des fins d'expérimentation, permettent entre autres d'obtenir des renseignements sur les méthodes de plantation.

3.1.4 PERIODE DE 1960 A 1974

L'année 1960 voit s'ouvrir une ère de changements profonds et bénéfiques pour le secteur forestier au Québec. Trois facteurs sont à l'origine de ce renouveau:

1- Une prise de conscience collective de la valeur de ce secteur au sein de la communauté québécoise;
2- Un intérêt plus manifeste pour le reboisement chez les propriétaires terriens;
3- L'introduction de nouvelles techniques en pépinière, utilisant de façon systématique les engrais, herbicides et fongicides permettant de produire des semis forestiers en quantité suffisante pour répondre à la demande.

Les services du ministère des Terres et Forêts qui étaient responsables des différents travaux de restauration forestière sont

TABLEAU 1

REPARTITION DE LA RECOLTE DE CONES DE L'AUTOMNE
1970 SELON LES SOURCES DE SEMENCES

(par 40 litres)

Essence	Peuplements semenciers	Peuplements sélectionnés		Achat de cônes				Total
				Avec contrôle		Sans contrôle		
	Debout	Abattus	Sur pieds	Abattus	Sur pied	Abattus	Sur pied	
Abies balsamea	--	3022,50	129,75	--	--	1803,81	138,69	5094,75
Larix decidua	--	--	20,00	--	--	58,25	16,00	94,25
Larix laricina	--	4,50	112,00	--	157,25	37,75	--	311,50
Larix leptolepsis	--	13,00	4,00	--	--	18,50	7,75	43,25
Picea abies	--	13,00	1143,50	--	--	535,00	--	1691,50
Picea glauca	--	1601,00	1162,25	--	--	1349,50	580,50	4693,25
Picea mariana	--	1464,50	--	--	2,00	432,50	--	1899,00
Picea rubens	--	633,50	75,50	--	--	101,25	--	810,25
Pinus banksiana	--	4281,25	383,75	--	--	1051,50	--	5716,50
Pinus resinosa	--	--	1746,00	--	--	1110,25	--	2856,25
Pinus strobus	--	312,00	77,75	--	--	346,75	--	736,50
Pinus sylvestris	3,50	14,50	195,25	--	9,00	14,00	--	236,25
Total	3,50	11359,75	5049,75	--	168,25	6859,06	742,94	24183,25

Source: Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration.

dorénavant soumis à la juridiction du Service de la restauration forestière. Cependant, le reboisement effectué sur les terres privées n'est rattaché au Service de la restauration forestière qu'en 1968. Le Ministère procède à l'agrandissement de ses pépinières et en 1967, il mécanise les diverses opérations liées au reboisement. Le reboisement à grande échelle est implanté cette même année. Dès 1968, le Ministère distribue gratuitement des semis à ceux qui en font la demande. De plus, il fournit une planteuse mécanique au demandeur qui plante plus de 5 000 arbres au cours d'une même saison. Les données qui suivent démontrent les progrès accomplis par le Québec au cours des dernières années. En 1966, les peuplements artificiels recouvrent une superficie de 151 000 acres (*61 000 ha*). De 1967 à 1974, 175 000 ac (*71 002 ha*) sont reboisés dont 105 000 ac (*41 000 ha*) sur les terres privées et 70 000 ac (*28 200 ha*) sur les terres publiques.

3.2 REVUE DES TRAVAUX DE REBOISEMENT EFFECTUES AU COURS DES DERNIERES ANNEES

3.2.1 RECOLTE DE CONES

Les données contenues dans les tableaux 1, 2, 3 et 4 permettent de voir l'orientation que le ministère a donné à cette opération. Il a de moins en moins recours à l'achat sans contrôle de cônes et il réalise, de plus en plus, lui-même ses récoltes dans des peuplements spécialement aménagés à cette fin. La province de Québec est divisée en treize zones de récolte de semences basées sur la classification des forêts de Rowe, les températures moyennes et les précipitations moyennes de juin, juillet et août. Etant donné que les vergers à graines

TABLEAU 2

REPARTITION DE LA RECOLTE DE CONES DE L'AUTOMNE
1971 SELON LES SOURCES DE SEMENCES

(par 40 litres)

Essence	Peuplements semenciers	Peuplements sélectionnés		Achat de cônes				Total
				Avec contrôle		Sans contrôle		
	Debout	Abattus	Sur pied	Abattus	Sur pied	Abattus	Sur pied	
Abies balsamea	--	--	--	--	--	--	--	--
Larix decidua	--	--	4,65	--	--	--	7,50	12,15
Larix laricina	--	--	6,08	--	--	16,50	--	22,58
Larix leptolepsis	--	--	4,50	--	--	--	--	4,50
Picea abies	--	--	719,20	--	254.25	371,05	50,10	1394,60
Picea glauca	--	113,45	1,12	12,00	45.00	419,65	91,80	683,02
Picea mariana	--	2969,13	--	73,50	--	--	--	3042,63
Picea rubens	--	859,66	66,49	11,00	--	11,25	--	948,40
Pinus banksiana	--	842,55	--	1,33	503,75	--	--	1347,58
Pinus resinosa	--	--	30,80	--	--	31,75	--	62,55
Pinus strobus	--	--	--	--	--	--	--	--
Pinus sylvestris	1,8	110,20	183,70	--	82,00	107,85	23,30	508,85
Total	1,8	4894.99	1016,54	97,83	884,95	958,05	172,70	8026,86

Source: Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration.

TABLEAU 3

REPARTITION DE LA RECOLTE DE CONES DE L'AUTOMNE
1972 SELON LES SOURCES DE SEMENCES

(par 40 litres)

Essence	Peuplements semenciers	Peuplements sélectionnés		Achat de cônes				Total
				Avec contrôle		Sans contrôle		
	Debout	Abattus	Sur pied	Abattus	Sur pied	Abattus	Sur pied	
Abies balsamea	--	--	--	--	--	--	--	--
Larix decidua	--	--	--	--	14,3	32,0	--	46,3
Larix laricina	--	--	--	--	--	--	--	--
Larix leptolepsis	--	--	--	--	--	9,3	--	9,3
Picea abies	--	--	--	--	--	--	--	--
Picea glauca	--	--	--	--	--	--	--	--
Picea mariana	--	12,0	--	--	--	--	--	12,0
Picea rubens	--	--	--	--	--	--	--	--
Pinus banksiana	--	4365,0	--	40,0	--	24,0	--	4429,0
Pinus resinosa	--	1,5	--	--	--	67,0	--	68,5
Pinus strobus	--	23,0	--	--	--	264,7	--	287,7
Pinus sylvestris	68,9	--	52,3	77,6	219,2	--	--	418,0
Total	68,9	4401,5	52,3	117,6	233,5	397,0	--	5270,8

Source: Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration.

TABLEAU 4

REPARTITION DE LA RECOLTE DE CONES DE L'AUTOMNE
1970 SELON LES SOURCES DE SEMENCES

(par 40 litres)

Essence	Peuplements semenciers	Peuplements sélectionnés		Achat de cônes				Total
				Avec contrôle		Sans contrôle		
	Debout	Abattus	Sur pied	Abattus	Sur pied	Abattus	Sur pied	
Abies balsamea	--	--	--	--	--	--	--	--
Larix decidua	--	--	14,10	--	--	--	--	14,10
Larix laricina	--	--	7,63	--	--	--	--	7,63
Larix leptolepsis	--	--	--	--	--	--	--	--
Picea abies	--	--	--	--	--	--	--	--
Picea glauca	--	20,00	--	--	--	--	--	20,00
Picea mariana	--	4441,57	--	24,75	--	--	--	4466,32
Picea rubens	23,50	264,88	--	--	--	--	--	288,38
Pinus banksiana	--	6591,05	--	97,25	--	--	--	6688,30
Pinus resinosa	96,50	30,50	156,11	116,00	32,50	129,20	--	560,81
Pinus strobus	16,50	--	--	91,00	74,20	--	--	181,70
Pinus sylvestris	10,80	--	--	11,00	19,60	2,00	--	43,40
Total	147,30	11348,00	177,84	340,00	126,30	131,20	--	12270,64

Source: Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration.

et les peuplements semenciers ne peuvent pas encore combler les besoins, le Ministère a recours à des peuplements sélectionnés pour récolter les cônes dont il a besoin pour produire les semences nécessaires à la production de semis.

En 1972, le Ministère a établi un réseau de vergers à graines, définis comme une plantation d'arbres supérieurs du point de vue génétique, isolée pour prévenir la pollinisation par d'autres arbres génétiquement inférieurs et aménagée pour une production de graines rapide et abondante. Un verger à graines peut être constitué à partir de greffons provenant de cônes de qualité supérieure ou de plants issus d'une population ou d'arbres individuels ayant certaines caractéristiques génétiques intéressantes. Par l'établissement de vergers à graines, le Ministère veut réduire le coût de production et de récolte de semences et avoir l'assurance d'un approvisionnement régulier de qualité génétique connue. Etant donné que les vergers ne peuvent physiquement commencer à produire que dans une vingtaine d'années, le Ministère a établi en 1970 des peuplements semenciers. Ce sont des peuplements vivant sur une station fertile où la compétition entre individus a permis aux arbres les mieux armés génétiquement et physiologiquement d'exprimer leur supériorité. Ces peuplements ont déjà commencé à produire mais ils ne peuvent pas encore répondre à tous les besoins.

3.2.2 LES PEPINIERES

Il existe deux types de pépinières au Québec: les pépinières principales et les pépinières secondaires. La pépinière principale produit en exclusivité le semis de repiquage tout en s'adonnant à la

production de semis prêts pour le reboisement. La pépinière secondaire ne produit pas de semis; elle reçoit cependant de la pépinière principale les semis de repiquage. La politique générale qui vise à réduire les coûts associés au reboisement fait en sorte que les pépinières secondaires seront successivement éliminées. En 1975, le Ministère des Terres et Forêts possèdaient les pépinières suivantes:

TABLEAU 5

PEPINIERES DU QUEBEC EN 1975

Pépinières principales:	Berthierville Grandes-Piles New Carlisle Sainte-Luce Saint-Modeste Normandin Trécesson
Pépinières secondaires:	Duchesnay Scott Victoriaville

Ces pépinières produisaient exclusivement des semis à racines nues.

Le tableau 6 montre l'augmentation croissante de la production de semis sortant des pépinières.

TABLEAU 6

PRODUCTION ANNUELLE DES SEMIS
DISPONIBLES POUR LE REBOISEMENT
(1000 plants)

Pépinières	Aut. 67	Aut. 68	Aut. 69	Aut. 70	Aut. 71	Aut. 72	Aut. 73	Aut. 74
Berthierville	2,847	4,391	2,536	2,174	2,954	3,696	7,804	
Clermont	563	687	847	360	30	337	*	**
Compton	298	633	754	526	768	1,546	*	**
Duchesnay	348	245	117	325	385	615	1,470	
Grandes-Piles	2,994	4,433	6,533	4,149	1,873	5,290	5,950	
New Carlisle	1,080	2,220	2,497	474	167	2,123	572	
Normandin	261	305	592	872	642	1,497	1,868	
N.-D. du Nord	155	191	469	498	145	970	473	*
Pont-Rouge	441	282	449	298	312	792	672	**
Saint-Ambroise	684	329	389	335	191	***	234	*
Saint-Louis	791	681	1,044	1,044	578	442	1,100	*
Sainte-Luce	859	1,742	4,295	4,425	3,171	1,733	4,309	
Saint-Modeste	3,464	3,693	7,625	3,354	4,729	2,970	6,522	
Sept-Iles	90	86	114	132	*	**	**	**
Scott	385	410	470	443	443	813	753	
Trécesson	670	1,329	638	467	810	586	204	
Victoriaville	320	419	510	472	326	732	1,410	
TOTAL	16,250	22,076	29,879	20,348	17,524	24,142	33,333	

Source : Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration

* année de fermeture de la pépinière
** fermeture de la plantation
*** prolongement de la rotation

De plus, les inventaires en pépinière sont maintenus en fonction des essences utilisées pour le reboisement. Le tableau 7 illustre l'énoncé précédent tout en fournissant la proportion de chaque essence utilisée.

TABLEAU 7

ESSENCES RESINEUSES UTILISEES POUR LE REBOISEMENT ET POURCENTAGES COMPARATIFS[1]

ESSENCE	%	ESSENCE	%
Picea abies	15	*Pinus banksiana*	24
glauca	25	*resinosa*	5
mariana	10	*strobus*	1
rubens	5	*sylvestris*	5
Total	55	Total	35
Larix decidua	1,5	*Abies balsamea*	4
laricina	1,5		
leptolepis	3,0		
Total	6,0	Total	4

[1] Source: Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration

Pendant plusieurs années, le reboisement a été effectué en fonction de la production des pépinières. Avec la préparation de plans quinquennaux de reboisement, ce temps est maintenant révolu. Dorénavant, l'essence à planter sera celle qui convient le mieux au site à revaloriser en fonction des facteurs susceptibles de modifier la croissance de la matière ligneuse.

Mais à titre expérimental, des semis en contenants sont produits en série à la pépinière d'East Angus. Cependant, l'application du *container planting* à de grandes étendues pose de nombreux problèmes qui ne sont pas résolus. Par contre, les avantages d'ordre économique, tels la possibilité d'automatiser la production, l'accélération de la production et la réduction des coûts, devraient constituer une incitation puissante à l'expérimentation plus poussée de ce procédé.

3.2.3 LES PLANTATIONS

Le tableau 8 présente une image complète des semis plantés au Québec de 1942 à 1974. Ces données sont classées par essence et par tenure des terres, qu'elles se fassent sur les terres publiques ou sur les terres privées.

Certaines généralités peuvent être déduites de ce tableau. Depuis 1968, l'établissement des plantations semble avoir pris une vigueur sans précédent. En effet, entre 1942 et 1967, 93 millions de semis ont servi au reboisement alors qu'entre 1968 et 1974, 159 millions de semis ont été plantés. De plus, la proportion du reboisement entre les terres publiques et les terres privées semble être demeurée la même: ainsi, 40 p. 100 du reboisement est effectué sur des terres publiques.

La mécanisation du reboisement a débuté au Québec en 1967. Selon les experts du Service de la restauration, 40 p. 100 du reboisement est effectué de façon manuelle et 60 p. 100 de façon mécanique. A titre d'exemple, le tableau 9 donne la répartition selon le mode de plantation sur les terres publiques.

TABLEAU 8

ESSENCES DE REBOISEMENT, 1942 à 1974

(1000 plants)

		1942-67	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Total
Picea glauca	Privé	24 739	3 060	8 131	8 513	4 793	1 499	3 333	4 432	58 450
	Public		4 939	2 912	5 799	2 746	266	1 056	1 795	19 473
Picea abies	Privé	6 109	690	1 913	1 780	1 046	2 214	5 110	5 939	24 811
	Public	--	1 204	2 649	2 478	194	305	56	1 157	8 043
Picea mariana	Privé	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Public	--	--	140	195	219	--	35	1 144	1 733
Pinus sylvestrie	Privé	1 330	438	1 194	1 455	1 071	1 004	42	1 420	7 954
	Public	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Pinus resinosa	Privé	19 511	1 915	4 996	4 929	4 194	822	1 481	3 242	41 090
	Public	--	3 015	780	1 515	2 295	--	45	362	8 012
Pinus banksiana	Privé	6 746	722	2 017	1 661	1 255	2 868	2 632	2 353	20 254
	Public	--	891	2 656	2 547	2 355	4 956	6 086	5 570	25 061
autres	Privé	2 823	28	149	480	399	1 798	1 293	1 345	8 315
	Public	--	5	--	2	31	698	17	1 736	2 489
Total	Privé	61 258	6 853	18 400	18 818	12 768	10 155	13 891	18 731	
	Public	32 590	10 054	9 137	12 536	7 840	6 185	7 295	11 764	

TABLEAU 9

MODE DE PLANTATION
SUR LES TERRES PUBLIQUES

Année	Mode de plantation	Acres	*(Hectares)*	Nombre de semis
1967	mécanique	60	*24,3*	78 000
	manuelle	200	*81,9*	211 985
1968	mécanique	3 523	*1 425*	3 482 000
	manuelle	7 967	*3 224*	6 571 000
1969	mécanique	3 272	*1 324*	2 457 000
	manuelle	9 368	*3 791*	6 679 000
1970	mécanique	6 597	*2 670*	5 040 000
	manuelle	9 535	*3 559*	7 495 000
1971	mécanique	4 642	*1 879*	3 039 000
	manuelle	6 166	*2 495*	4 731 000
1972	mécanique	3 679	*1 489*	2 900 000
	manuelle	3 210	*1 299*	2 500 000
1973	mécanique	5 883	*2 381*	5 000 000
	manuelle	3 734	*1 511*	2 800 000

3.3 POLITIQUE DE REBOISEMENT DU MINISTERE DES TERRES ET FORETS

Les objectifs généralement poursuivis par le ministère des Terres et Forêts pour le reboisement [10-11] doivent s'inscrire dans une optique à long terme en raison de l'âge des révolutions, lesquelles atteignent parfois plus de cent ans.

---

[10] Ministère des Terres et Forêts. *op. cit.*, p. 81-88

[11] Ministère des Terres et Forêts, 1972, *Réforme et programme d'action.* Gouvernement du Québec, Qué., p. 115-117

Mais le problème le plus important lié au reboisement est d'ordre économique. Dans l'optique actuelle, la rentabilité financière des plantations effectuées pour améliorer la production ligneuse est inévitablement faible parce que, selon les méthodes d'évaluation en usage, les intérêts sur l'investissement de base d'accumulent à taux composé pendant toute la durée d'une révolution. Maix, dans le but d'obtenir un meilleur rendement des travaux de reboisement, le ministère des Terres et Forêts continue à s'intéresser à l'amélioration des semences et à l'augmentation de la productivité de ses pépinières. En produisant un nombre restreint d'essences, en standardisant ses techniques de production de semis et de plantation, en augmentant les chances de survie des semis et en étendant sur une période de quatre mois les travaux de reboisement par l'utilisation de chambres froides, le Ministère contribue à diminuer de façon marquée le coût du reboisement. De plus, chaque fois que la chose est possible, il faut rechercher la complémentarité des objectifs sociaux et forestiers afin d'augmenter la rentabilité du reboisement au niveau de la collectivité par la création d'emplois dans les régions défavorisées.

Le ministère des Terres et Forêts réalise présentent un programme de reboisement de l'ordre de 65 millions de semis par année. Jusqu'à maintenant, le Ministère a surtout cultivé les essences qui avaient le plus de chances de succès et qui croissaient rapidement. Dans l'avenir, le Ministère devra de toute évidence produire les arbres susceptibles de donner le maximum de fibres ligneuses en poids dans le minimum de temps. Certains modes de reboisement qui nécessitent des

investissements élevés par unité de surface seront à l'avenir réservés aux meilleures stations et ne porteront, dans la mesure du possible, que sur des essences de valeur ou à croissance rapide comme le peuplier, le mélèze, le pin gris, etc... Cette nécessité de concentrer et de spécialiser l'effort de reboisement conduit le Ministère à intensifier ses programmes là où il serait avantageux d'assurer un renouvellement rapide de la forêt et là où les conditions écologiques et économiques ne permettent pas une production agricole compétitive.

Actuellement, le Ministère donne la priorité au reboisement sur les terres privées, étant donné qu'elles sont situées à proximité des usines et des centres urbains. Plusieurs moyens sont utilisés par le Ministère pour encourager le reboisement sur les terres privées:

1- il fournit gratuitement les semis aux reboiseurs;

2- il absorbe les frais de transport des semis entre la pépinière et le lieu de reboisement;

3- il met gratuitement à la disposition des reboiseurs des planteuses mécaniques lorsque ces derniers plantent plus de 5 000 arbres;

4- il met à la disposition des reboiseurs toute la documentation et le personnel nécessaire.

La politique d'aide aux reboiseurs privés sera maintenue mais sera toutefois dispensée dans le cadre d'un régime intégré d'aide, moyennant certaines garanties quant à la qualité et la continuité de gestion de la plantation.

Les plantations réalisées par le Ministère sur les terres publiques ont été réparties sur le territoire en fonction de la disponibilité des surfaces à reboiser dans les diverses régions, de l'abondance de la main-d'oeuvre et des possibilités de l'administration régionale du ministère des Terres et Forêts. Dans l'avenir, les projets de reboisement devraient être choisis d'après les bilans régionaux de consommation-production. En outre, la cadence du reboisement ne sera pas nécessairement constante, mais devrait varier en fonction des besoins pressentis et de la disponibilité de la main-d'oeuvre, de manière à tenir compte des impératifs économiques et sociaux.

Même si la plantation et l'ensemencement constituent d'excellentes techniques pour assurer le renouvellement rapide des aires exploitées, le Ministère n'amplifiera pas son programme de reboisement, du moins jusqu'à ce que soit complété un inventaire des aires où une telle pratique est indispensable. Le ministère des Terres et Forêts recherchera une régénération accélérée par l'emploi de pratiques culturales, partout où la régénération ne se réalisera pas naturellement ou tardera à venir.

CHAPITRE IV

LE MODELE ECONOMIQUE

Dans ce chapitre, les différentes catégories de modèles sont comparées en fonction de la maturité financière. Les avantages et les inconvénients de chacun sont discutés pour choisir le modèle qui semble remplir le mieux les conditions exigées par les fins de l'étude. Le modèle de Faustmann est donc présenté dans sa formulation mathématique, puis ses différents composantes sont définies. les hypothèses qui le sous-tendent sont présentées et enfin, son mode de fonctionnement et son utilisation sont précisés.

4.1 CHOIX DU MODELE ECONOMIQUE

Plusieurs modèles économiques peuvent être utilisés pour déterminer la maturité financière des plantations ou, autrement dit, le moment idéal pour effectuer la coupe finale en vue d'atteindre un rendement financier maximum. Comme l'a si bien mentionné Watt[12], un modèle

[12] WATT, A.J., 1967. *A Comparison of some basic concepts of rotation age*. Australian Forestry, 31 (4): 275-286

satisfaisant pour déterminer l'âge de la coupe finale devrait être capable d'exprimer l'âge où le revenu marginal d'attente est égal au coût marginal d'attente, y compris les coûts d'opportunité du capital et du terrain. L'analyse des différents modèles a été exécutée par Watt ainsi que par Teeguarden et Bentley[13]. Les modèles étudiés reposent sur des hypothèses spécifiques et différentes concernant l'accessibilité aux facteurs de marché et à la variabilité des *inputs*.

Bentley et Teeguarden regroupent ces modèles en trois catégories: ceux dont le taux d'intérêt est égal à zéro, les modèles de la valeur présente nette et les modèles du taux interne de rentabilité.

4.1.1 MODELES DONT LE TAUX D'INTERET EST EGAL A ZERO

Le revenu maximum, le revenu moyen maximum et le revenu net moyen sont des modèles dont le taux d'intérêt est égal à zéro. Ils possèdent une caractéristique commune, celle ne négliger le coût du capital. Ainsi, ils sous-entendent que le capital utilisé dans le temps ne coûte rien au forestier. Cette hypothèse ne saurait être valable que si le forestier ne pouvait allouer ses fonds à d'autres fins. De plus, les modèles du revenu maximum et du revenu moyen maximum ignorent les coûts associés à la production du bois. Ainsi, les revenus totaux de ces deux modèles ne tiennent pas compte des coûts encourus pour atteindre ces revenus. Les trois modèles ne sauraient être retenus car il ne répondent pas aux critères exigés plus haut.

---

[13] BENTLEY, W.R. et TEEGUARDEN, D.E., 1965. *Financial maturity: A theoretical review.* Forest Science, 11 (1): 76-87.

4.1.2 MODELES DU TAUX INTERNE DE RENTABILITE

Le modèle du taux interne de rentabilité de Goulding est le plus répandu. Il repose sur l'hypothèse que les revenus reçus lors de la coupe finale ne peuvent être réinvestis qu'à un taux égal au rendement sur l'investissement original. Cette hypothèse n'est pas réaliste car elle considère le stock en croissance comme fixe et elle implique de plus que l'entreprise forestière est fermée au marché des capitaux. Ce modèle ne considère comme variable que le coût du capital. Il ne répond donc pas aux conditions énoncées plus haut.

4.1.3 MODELES DE LA VALEUR PRESENTE NETTE

Le modèle de Duerr, le modèle général de la valeur présente nette et le modèle de Faustmann entrent dans cette catégorie.

Le modèle de Duerr, pour sa part, considère le coût du capital comme le seul coût. Mais il néglige de prendre en considération le coût du terrain. De plus, il n'envisage qu'une seule révolution. Pour ces motifs, ce modèle est considéré comme incomplet.

Le modèle général de la valeur présente nette tient compte du coût du capital et du coût du terrain. Ces deux intrants sont donc considérés comme des variables. Il n'y a que l'intrant gestionnaire qui est fixe. Tout surplus monétaire est traîté comme une rente que l'on retire. Enfin, ce modèle envisage plus d'une révolution. Ce modèle général se rapproche donc des exigences énumérées plus haut.

Le modèle de Faustmann renferme toutes les caractéristiques du modèle général, à l'exception du terrain qui devient un facteur fixe de production. Conséquemment, tous les surplus monétaires engendrés par les plantations s'ajoutent à la valeur du terrain. Le temps de la maturité financière est le même, que la rente économique s'ajoute à la valeur du terrain ou qu'elle soit retirée par le propriétaire. Théoriquement. la formule de Faustmann est le modèle pertinent à la plupart des situations auxquelles le forestier fait face. Le modèle de Faustmann est donc retenu dans le cadre de la présente étude.

Cependant, il faut préciser que ce modèle n'est pas nécessairement idéal pour les raisons suivantes:

1- Il présuppose une certitude complète alors que la forêt est un domaine incertain quant aux coûts et aux revenus;

2- Il maximise les profits alors que parfois, le gouvernement cherche à atteindre d'autres buts, p.ex. le bien-être.

Malgré ces contraintes, le modèle de Faustmann est encore le plus valable et le plus satisfaisant pour évaluer la rentabilité financière des plantations.

4.2 LE MODELE DE FAUSTMANN

4.2.1 SA FORME CLASSIQUE

La formule classique du modèle de Faustmann[14] se présente sous la formule suivante:

$$Se = \frac{Yr + \Sigma\, Ta\,(1+i)^{r-a} - C\,(1+i)^{r} + H\,(1+i)^{r} - 1}{(1+i)^{r} - 1} - E$$

[14] HILEY, W.E., 1956. *Economics of plantations.* p. 52

où

Se	valeur d'attente du fond de terrain ou valeur présente du sol nu
Yr	valeur nette de la coupe finale à l'age de la révolution r
r	âge de la révolution, c'est-à-dire l'âge au moment de la coupe finale
Σ	sommation
Ta	valeur nette des coupes d'éclaircies à l'âge a
a	âges auxquels les coupes d'éclaircies sont faites
i	taux d'actualisation
c	coût d'établissement des plantations de pin rouge ou de pin gris
H	revenus annuels autres que forestiers
E	coût annuel d'entretien des plantations de pin rouge ou de pin gris $(E = \frac{e}{i})$

4.2.2 LES VARIABLES ET LES SOUS-VARIABLES

Les variables à considérer sont Yr, r, Ta, a, i, C, H, E et VSP. Ces variables constituent le corps du modèle d'évaluation et chacune est fonction de sous-variables.

1- Yr: Valeur nette de la coupe finale à l'âge de la révolution r.

Elle est fonction:

- de la valeur nette des bois sur pied pour les bois de construction et de papier journal;
- du volume marchand récolté par hectare.

2- r: Révolution

Elle est fonction de l'accroissement annuel des plantations.

3- *Ta:* Valeur nette des coupes d'éclaircies à l'âge *a*.

Elle est fonction:

- de la valeur nette des bois sur pied pour les bois de construction et de papier journal;
- du volume marchand récolté par hectare;
- de la fréquence des éclaircies.

4- *a:* Ages auxquels les coupes d'éclaircies sont éxécutées.

5- *i:* Taux d'actualisation

6- *C:* Coût d'établissement des plantations de pin rouge et de pin gris.

Il est fonction:

- du coût de récolte des cônes et de production de semences;
- du coût de production des semis;
- du coût de la plantation.

7- *H:* Revenus annuels autres que forestiers.

Ils sont fonctions:

- de l'impôt sur les salaires et gages des gouvernements fédéral et provincial;
- de la parafiscalité fédérale et provinciale;
- des taxes indirectes fédérales et provinciales.

8- *E:* Coût d'entretien annuel des plantations de pin rouge et de pin gris.

Il est fonction:

- du coût de prévention des incendies et des maladies;
- du coût de l'entretien général;
- du coût d'administration.

9- *VSP:* Valeur du bois sur pied qui est évaluée en fonction de l'âge.

4.2.3 LES HYPOTHESES

Afin de simplifier l'utilisation du modèle de Faustmann, les hypothèses suivantes sont retenues:

1- Le terrain est acquis au début de la première année et immédiatement reboisé. Normalement, il se glisserait un délai entre l'acquisition et le reboisement;

2- Le prix d'achat du terrain est fixe tout au long de la révolution; il est donc un facteur fixe de production. Par conséquent, le modèle n'évalue que la rentabilité intrinsèque de la plantation, ce qui a pour effet d'éviter toute spéculation;

3- Le coût d'établissement de la plantation est imputé au début de la première année;

4- Le coût d'entretien annuel est imputé à la fin de chaque année alors que les dépenses sont encourues tout au cours de l'année;

5- Enfin, le modèle présuppose un nombre infini de révolutions, ce qui implique une certitude parfaite par rapport aux évènements économiques à venir, c'est-à-dire une économie statique où les variables coûts et revenus ne changent pas.

Malgré l'utilisation de ces nombreuses hypothèses, il ne faut cependant pas croire qu'elles réduisent pour autant la validité du modèle économique.

4.2.4 SON FONCTIONNEMENT ET LES RESULTATS ATTENDUS

Le modèle repose sur les fonctions de production ligneuse, de coûts, de revenus directs et indirects. A l'aide de ces fonctions, plusieurs options d'aménagement sont comparées entre elles en vue de déterminer leur rentabilité, appuyée sur des critères économiques de décision.

Le modèle fait donc appel à la théorie de l'investissement: critères de rentabilité, actualisation, taux minimum d'escompte.

Les composantes du modèle peuvent être regroupées en deux classes: les *inflows* ou entrées de fonds et les *outflows* ou sorties de fonds.

Les *inflows* sont de trois ordres: les revenus qui sont retirés de la coupe finale (Yr); les revenus qui sont retirés des coupes d'éclaircies commerciales: ce sont des revenus intermédiaires qui sont produits à certains moments dans la coupe (Ta); les revenus provenant de sources autres que forestières (H).

Les *outflows* se divisent entre les coûts encourus pour l'établissement des plantations (e) et les coûts provenant de leur entretien. Ces derniers se présentent sous forme d'une annuité (E).

Une fois que des valeurs monétaires leur sont associées, les *inflows* et les *outflows* sont escomptés à un certain taux d'intérêt jusqu'à l'âge de la révolution. Ainsi, ils sont amenés à un même point dans le temps. Par la suite, la différence nette entre les entrées et les sorties de fond est actualisée. Ce résultat exprime la valeur d'attente du fond de terrain ou le montant qu'un investisseur peut payer aujourd'hui pour un hectare de terrain reboisé (Se). De par son approche marginale, la formule de Faustmann permet d'analyser plusieurs options d'aménagement et de trouver pour chacune d'elle les diverses combinaisons de traitements les plus rentables.

CHAPITRE V

RENDEMENT PHYSIQUE, ECLAIRCIES ET OPTIONS D'AMENAGEMENT DES PLANTATIONS DE PIN ROUGE ET DE PIN GRIS

Ce chapitre présente d'abord la méthodologie de la cueillette des données dendrométriques qui ont permis l'établissement des tables de volume marchand pour le pin gris et le pin rouge. Les critères qui sont à la base du choix des indices de fertilité sont ensuite présentés. Etant donné, de plus, que l'éclaircie affecte directement le volume marchand, le régime des éclaircies commerciales est expliqué. Enfin, les différentes options d'aménagement qui sont soumises à une analyse sont définies.

5.1 RENDEMENT PHYSIQUE DES PLANTATIONS EN PIN ROUGE ET EN PIN GRIS DU SUD DU QUEBEC

En 1969 débutait, au Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts, le projet Sr 69-1 (devenu Fo 69-1) dont le but est de connaître les possibilités d'établir des normes pour le choix des essences de reboisement au Québec, en se basant sur les caractéristiques du milieu. En même temps, les informations récoltées sur la croissance et le développement des plantations pourront servir à calculer la rentabilité de celles-ci et à prescrire les traitements sylvicoles appropriés.

Cette étude porte en premier lieu sur les plantations de pin rouge et de pin gris situées sur les terrains privés au sud du Saint-Laurent, entre Québec et Montréal. A la fin de l'été 1974, le Ministère a recueilli des résultats portant sur 446 places échantillons. A partir de ces résultats, Bolghari[15] a réussi à établir des tables de rendement. Les équations permettent d'obtenir la hauteur de diamètre moyen, la surface terrière, le volume total et le volume marchand sont présentées dans les tableaux 11 et 12.

5.2 CLASSIFICATION DES INDICES DE FERTILITE

Généralement, le type d'indice physiographique est basé sur les combinaisons de texture, de pétrographie, de composition du sol, du régime d'humidité et du climat local. La combinaison de tous ces facteurs détermine le potentiel de production en matière ligneuse. Le tableau 10 indique les critères de sélection des indices de fertilité pour le pin rouge et le pin gris.

TABLEAU 10

CRITERE DU CHOIX DES
INDICES DE FERTILITE

Age année	Hauteur mètres	Indice
15	3	3
15	5	5
15	7	7

[15] BOLGHARI, H.A., 1976. *Estimation de la production de jeunes plantations de pin rouge et de pin gris du sud du Québec.* Journ. can. de Res. for. 6:478-486

TABLEAU 11

EQUATIONS PERMETTANT D'ESTIMER, LA HAUTEUR, LE DIAMETRE MOYEN, LA SURFACE TERRIERE, LE VOLUME TOTAL ET LE VOLUME MARCHAND POUR LE PIN ROUGE[16]

$$H_1 = -4{,}36728 + 0{,}7019 \times A - 0{,}00342 \times 0{,}00342 \times A^2$$
$$\overline{D} = -4{,}87982 + 0{,}54677 \times A + 0{,}5119\ I_F\ \sqrt{ESP}$$
$$K = A/(-64{,}0675 + 12{,}2536 * A)$$
$$H = ((I_F - 5{,}3926)/5{,}3926) \times (K/0{,}125) \times H_1 + H_1$$
$$S_t = 9{,}06098 + 1{,}55131 \times A - 16{,}71980\ \sqrt{ESP} + 1{,}615291 \times I_F\ \sqrt{ESP}$$
$$V_t = 2{,}81929 + 2{,}52134 \times S_t + 0{,}20195 \times H \times S_t$$
$$V_m = -16{,}07166 + 0{,}9499 * V_t$$

TABLEAU 12

EQUATIONS PERMETTANT D'ESTIMER, LA HAUTEUR, LE DIAMETRE MOYEN, LA SURFACE TERRIERE, LE VOLUME TOTAL ET LE VOLUME MARCHAND POUR LE PIN GRIS[16]

$$H_1 = -2{,}13561 + 0{,}54043 \times A$$
$$\overline{D} = -3{,}174 + 0{,}47778 \times A - 1{,}14309\ \sqrt{ESP} + 0{,}53345\ I_F\ \sqrt{ESP}$$
$$K = 1/(6{,}2251 - 17{,}7444 \times 0{,}7635 * A)$$
$$H = \{(I_F - 5{,}971)/5{,}971\}' \times K/0{,}169) \times H_1 + H_1$$
$$S_t = -19{,}25263 + 1{,}29593 \times A + 3{,}077 \times I_F - 3{,}72666\ \sqrt{ESP}$$
$$V_t = -0{,}8386 + 2{,}76677\ S_t + 0{,}15334 \times H \times S_t$$
$$V_m \quad -9{,}5113 + 1{,}47567\ S_t + 0{,}20062 \times H \times S_t$$

LEGENDE DES TABLEAUX 10 ET 12

H = hauteur
$\overline{D}$ = diamètre moyen
S_t = surface terrière
V_t = volume total
V_m = volume marchand
I_F = indice de fertilité
ESP = espacement
K = coefficient de variation de la hauteur dominante

[16] BOLGHARI, H.A. *Idem*, p. 483.

TABLEAU 13

ACCROISSEMENT EN POURCENTAGE DU VOLUME MARCHAND POUR LE PIN GRIS, SELON LA QUALITE DU SITE ET PAR RAPPORT AU VOLUME MARCHAND A 35 ANS

Age années	Plonski	Bolghari		
	Site I	Site I	Site II	Site III
40	0,24	0,16	0,24	0,31
45	0,43	0,28	0,43	0,55
50	0,57	0,37	0,57	0,73
55	0,69	0,45	0,69	0,88
60	0,79	0,52	0,79	1,01

$$S_I = SP\left(1 - \frac{(S_I\ (35) - S_{II}\ (35))}{S_I\ (35)}\right)$$

$$S_{III} = SP\left(1 - \frac{(S_{II}\ (35) - S_{III}\ (35))}{S_{III}\ (35)} + 1\right)$$

S_I accroissement en pourcentage pour le site I par rapport au volume marchand à 35 ans

S_{II} accroissement en pourcentage pour le site II par rapport au volume marchand à 35 ans

S_{III} accroissement en pourcentage pour le site III par rapport au volume marchand à 35 ans

SP accroissement en pourcentage pour le site I des tables de Plonski par rapport au volume marchand à 35 ans

$S_I\ (35)$ volume marchand à 35 ans pour le site I

$S_{II}\ (35)$ volume marchand à 35 ans pour le site II

$S_{III}\ (35)$ volume marchand à 35 ans pour le site III

5.3 RENDEMENT PHYSIQUE PROJETE DES PLANTATIONS

Les tables de rendement obtenues sont les résultats de parcelles échantillons, 446 pour les deux essences, dont les plus âgées sont, pour le pin gris, de 27 ans et pour le pin rouge, de 36 ans. Comme l'étude demande des résultats allant jusqu'à 60 ans et que les tables de rendement permettent des résultats fiables pouvant aller jusqu'à 35 ans pour le pin gris et jusqu'à 45 ans pour le pin rouge, il faut extrapoler.

5.3.1 PIN GRIS

Pour le pin gris, il n'existe aucun résultat de plantations permettant de faire des projections. L'extrapolation sera donc faite à partir des tables de rendement des peuplements naturels, plus particulièrement des tables de Plonski[16]. La procédure consiste à comparer le site I de Plonski au site II de Bolghari pour un espacement de 2,5 par 2,5 mètres. Les accroissements en pourcentage des volumes marchands de 40 à 60 ans par rapport au volume marchand à 35 ans des tables de Plonski serviront d'accroissement aux tables de Bolghari. Les accroissements demeureront les mêmes pour les espacements d'un même site et varieront selon la qualité du site. Cette variation en fonction de la qualité du site provient du fait que les accroissements en pourcentage, par rapport à un même âge donné, diminuent à mesure que la qualité du site augmente. L'ajustement des sites I et III sera fait par leur rapport avec le site II. Le tableau 13 donne les accroissements en pourcentage pour les âges de 40 à 60 ans.

---

[16] PAYANDEH, B., 1973. *Plonski's Tables Formulated*. Information Canada. p. 2-3.

TABLEAU 14

RENDEMENT PHYSIQUE DES PLANTATIONS DE PIN GRIS SANS INTERVENTION

(Volume marchand en m^3/ha)

Indice de fertilité: 3 mètres/15 ans

Age	Espacement				
	1,5 x 1,5	2,0 x 2,0	2,5 x 2,5	3,0 x 3,0	3,5 x 3,5
25	35,4	30,4	25,4	20,5	15,5
30	59,5	53,9	48,4	42,9	37,4
35	87,2	81,1	75,1	69,0	63,0
40	114,2	106,3	98,3	98,3	82,5
45	135,1	125,7	116,3	116,3	97,6
50	150,8	140,3	129,9	129,9	108,9
55	163,9	152,5	141,1	141,1	118,4
60	175,2	163,1	150,9	150,9	126,5

Indice de fertilité: 5 mètres/15 ans

Age		Espacement			
	1,5 x 1,5	2,0 x 2,0	2,5 x 2,5	3,0 x 3,0	3,5 x 3,5
25	68,6	62,3	55,9	49,6	43,2
30	104,2	97,0	89,8	82,6	75,4
35	145,7	137,7	129,6	121,5	113,5
40	180,6	170,6	160,6	150,7	150,7
45	208,3	196,8	185,3	173,8	173,8
50	228,7	216,1	203,4	190,8	190,8
55	246,2	232,6	218,9	205,3	205,3
60	260,7	246,3	231,9	217,5	217,5

Indice de fertilité: 7 mètres/15 ans

Age		Espacement			
	1,5 x 1,5	2,0 x 2,0	2,5 x 2,5	3,0 x 3,0	3,5 x 3,5
25	110,8	103,1	95,4	87,7	80,0
30	160,0	151,1	142,2	133,3	124,5
35	217,3	207,3	197,2	187,2	177,1
40	252,1	240,5	228,8	217,2	205,4
45	278,1	265,3	252,4	239,6	226,7
50	297,7	284,0	270,2	256,5	242,6
55	315,1	300,6	285,9	271,4	256,8
60	330,3	315,1	299,7	284,5	269,2

5.3.2 PIN ROUGE

Les tables de rendement physique du pin rouge permettent des résultats fiables jusqu'à l'âge de 45 ans. Si l'on veut employer la régression qui a servi à la construction des tables de rendement physique pour les âges de 50 à 60 ans, on s'aperçoit que les résultats sont erronés. Les tables de Plonski pour les peuplements naturels de pin rouge ne peuvent servir, par l'impossibilité de faire correspondre un site de Plonski et un site de Bolghari, comme c'est le cas pour le pin gris. L'extrapolation des courbes de volume marchand est une solution à ce problème. Cette méthode a été retenue et a permis d'obtenir des tables de rendement qui pourraient avoir une certaine fiabilité Si l'on compare les résultats obtenus sur graphique avec ceux provenant de la régression, la différence est de 2%, 9% et 15% inférieure pour les âges de 50, 55 et 60 ans. Ces pourcentages seront enlevés du volume marchand obtenu par régression, peu importe l'espacement et l'indice de fertilité.

Si l'on compare les résultats obtenus (tableaux 14 et 15), on s'aperçoit que le pin rouge donne des résultats de beaucoup supérieurs à ceux du pin gris. Par contre, un point qui peut jouer en défaveur du pin gris est l'extrapolation faite à partir de tables de rendement naturel, puisqu'il est admis que la croissance d'un peuplement naturel est moins élevée que celle d'une plantation. Cependant il faut admettre que le pin rouge atteint à l'âge de 35 ans, des rendements physiques comparables à ceux du pin gris à 60 ans.

TABLEAU 15

RENDEMENT PHYSIQUE DES PLANTATIONS DE PIN ROUGE SANS INTERVENTION

(Volume marchand en m^3/ha)

Indice de fertilité: 3 mètres/10 ans

Age	Espacement				
	1,5 x 1,5	2,0 x 2,0	2,5 x 2,5	3,0 x 3,0	3,5 x 3,5
20	61,5	41,6	21,6	1,6	
25	98,9	76,7	54,5	32,3	10,1
30	141,2	116,9	92,6	68,3	44,0
35	187,9	161,7	135,5	109,2	83,0
40	238,6	210,5	182,5	154,4	126,3
45	305,4	262,9	233,1	203,4	173,6
50	342,5	311,8	279,9	250,5	219,8
55	371,8	342,1	312,4	282,5	252,7
60	399,1	370,2	341,3	312,4	283,5

Indice de fertilité: 5 mètres/10 ans

Age	Espacement				
	1,5 x 1,5	2,0 x 2,0	2,5 x 2,5	3,0 x 3,0	3,5 x 3,5
20	92,0	75,2	58,4	41,6	24,8
25	139,6	120,6	101,7	82,7	63,8
30	193,6	172,7	151,7	130,7	109,7
35	253,4	230,5	207,7	184,8	161,9
40	318,2	293,5	268,9	244,3	219,6
45	387,2	360,9	334,7	308,4	282,1
50	450,6	423,4	396,2	369,0	341,7
55	487,0	460,5	434,0	407,5	381,0
60	520,8	495,0	469,2	443,4	417,6

Indice de fertilité: 7 mètres/10 ans

Age	Espacement				
	1,5 x 1,5	2,0 x 2,0	2,5 x 2,5	3,0 x 3,0	3,5 x 3,5
20	127,5	115,6	103,7	91,7	79,8
25	186,6	173,0	159,4	145,7	132,1
30	253,5	238,3	223,1	207,9	192,7
35	327,4	310,7	294,0	277,3	260,6
40	407,2	389,1	371,1	353,0	334,9
45	492,1	472,8	453,5	434,1	414,8
50	569,6	549,5	529,4	509,3	489,2
55	613,0	593,4	573,8	554,1	534,5
60	653,2	634,0	614,9	595,8	576,6

5.4 REGIME DES ECLAIRCIES COMMERCIALES

Par définition, les éclaircies sont des coupes effectuées dans des peuplements jeunes ou d'âge moyen afin de stimuler la croissance des arbres résiduels et d'augmenter la production ou le rendement total. Les objectifs fondamentaux de l'éclaircie sont de redistribuer le potentiel de croissance du peuplement de la meilleure façon possible et d'utiliser le matériel de valeur marchande produit au cours de la révolution.

En raison de l'inexistence de tables de production qui tiennent compte de l'effet des éclaicies effectuées dans ces plantations, il devient difficile d'établir un régime d'éclaircies basé sur l'expérimentation. De plus, les études effectuées par Manthy (1964), Love (1968) et Grut (1970) ne font pas l'unanimité quant aux effets des éclaircies sur le rendement. Grut, Manthy et Steneker (1966) prétendent que la production ligneuse double à la suite d'un programme d'éclaircies alors que Love prétend que les éclaircies n'ont pas d'autre fonction que d'éliminer les arbres qui sont susceptibles de mourir; ainsi, les coupes d'éclaircies n'augmenteraient pas le volume total des plantations mais elles pourraient permettre aux plantations d'augmenter leurs chances d'atteindre leur volume total théorique.

Selon Bolghari, il y a de fortes chances pour que le volume marchand à l'hectare d'une plantation soit augmenté grâce à l'action d'un certain nombre d'éclaircies.

TABLEAU 16

POURCENTAGE DU VOLUME MARCHAND ENLEVE SELON L'ECLAIRCIE, POUR LE PIN GRIS

Espacement	Age	Indice de fertilité								
		3			5			7		
		1 Ec.	2 Ec.	3 Ec.	1 Ec.	2 Ec.	3 Ec.	1 Ec.	2 Ec.	3 Ec.
1,5	25				25			23		
	30								30	
	35					30				
	40	30								30
	45						25			
	50		28							
	55									
2,0	25									
	30							30		
	35				28					
	40	28							30	
	45		23			30				
	50									30
	55									
2,5	25									
	30							26		
	35									
	40					30			30	
	45	30								
	50						25			
	55									
3,0	25									
	30									
	35							30		
	40					30				
	45	25							30	
	50						23			
	55									
3,5	25									
	30									
	35							28		
	40					30				
	45								30	
	50						21			
	55									

La procédure utilisée pour appliquer le programme d'éclaircies est de tenir compte d'une surface terrière résiduelle qui augmente avec le temps. Ainsi, les surfaces terrières résiduelles retenues sont, pour le pin gris, 22,96 m^3/ha avec une augmentation tous les cinq ans de 1,15 m^3/ha et, pour le pin rouge, de 25,26 m^3/ha avec une augmentation tous les cinq ans de 2,23 m^3/ha. Les tableaux 16 et 17 indiquent les pourcentages du volume marchand utilisés et la figure II donne l'exemple d'un régime d'éclaircie. La réaction du peuplement repose sur les trois hypothèses suivantes:

1) Le volume marchand après la première éclaircie sera égal à 90 pour 100 du volume marchand d'un peuplement sans éclaircie pour les 10 premières années, à 95 pour 100 pour les dix années suivantes et à 100 pour 100 pour les années subséquentes.

2) Le volume marchand après la deuxième éclaircie équivaudra à 85 pour 100 de celui d'un peuplement sans éclaircie pour les 10 premières années et à 90 pour 100 pour les années subséquentes.

3) Le volume marchand après la troisième éclaircie sera égal à 75 pour 100 du volume marchand sans éclaircie.

L'utilisation future du bois est aussi considérée. A partir de tables d'utilisation fournies par la division d'économie forestière du Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts pour le bois à pâte et pour le bois de sciage, il est possible de déterminer, au moyen de la hauteur et du diamètre, la partie destinée aux usines de pâte et papier et la partie destinée aux usines de sciage. Dans le cas des régimes d'éclaircies, le bois récolté sera destinée uniquement aux usines de pâte et papier.

TABLEAU 17

POURCENTAGE DU VOLUME MARCHAND ENLEVE SELON L'ECLAIRCIE, POUR LE PIN ROUGE

Espacement	Age	Indice de fertilité								
		3			5			7		
		1 Ec.	2 Ec.	3 Ec.	1 Ec.	2 Ec.	3 Ec.	1 Ec.	2 Ec.	3 Ec.
1,5	25	18			30			39		
	30									
	35		21			28			33	
	40									
	45			23			27			31
	50									
	55									
2,0	25				19			34		
	30	20								
	35					22			30	
	40		21							
	45						23			29
	50			21						
	55									
2,5	25							29		
	30				17					
	35								27	
	40	15				19				
	45									26
	50		17				21			
	55									
3,0	25							22		
	30									
	35				15				23	
	40									
	45					17				24
	50									
	55						19			
3,5	25									
	30							23		
	35									
	40								23	
	45					21				
	50									23
	55						19			

FIGURE I

ILLUSTRATION D'UN REGIME A TROIS ECLAIRCIES

Essence: Pin rouge
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Indice de fertilité: 7m/15 ans

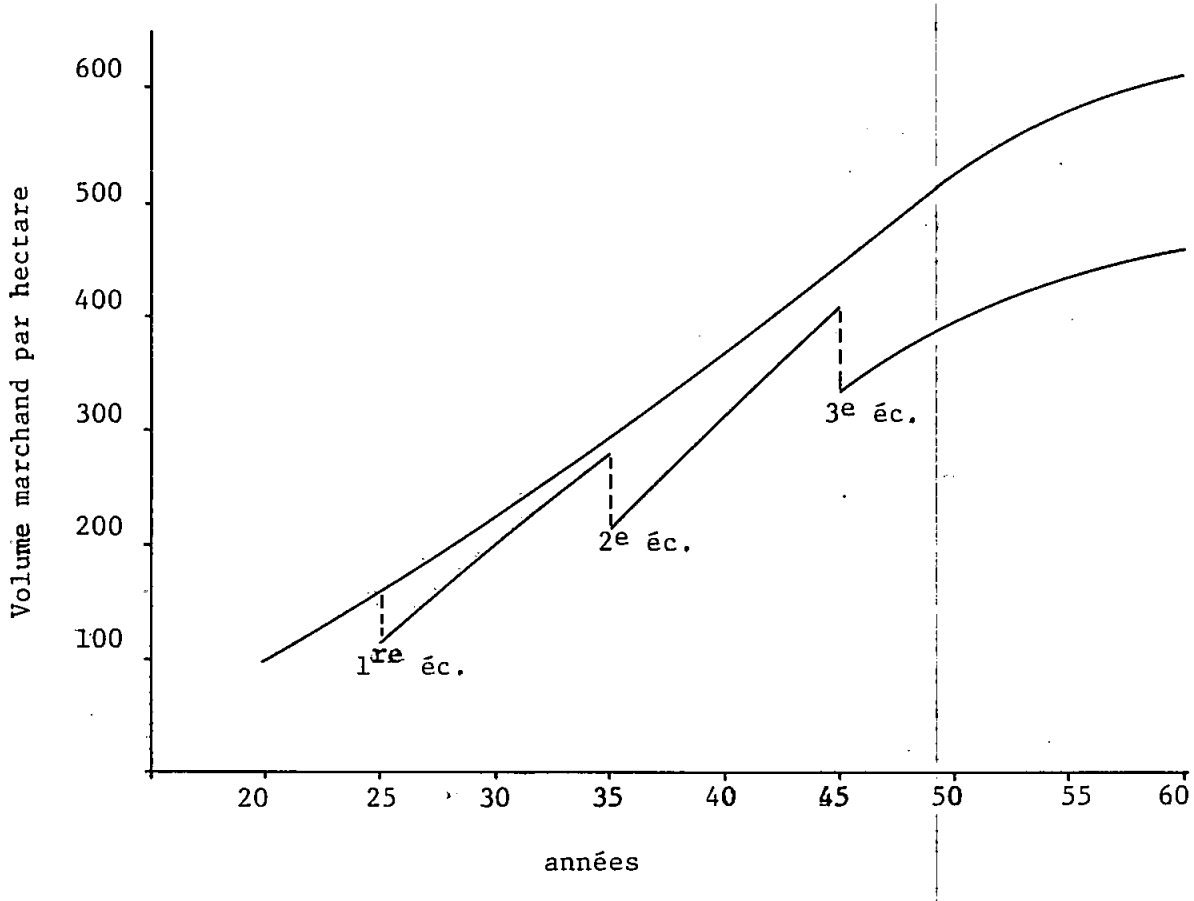


TABLEAU 18

ILLUSTRATION DES COMBINAISONS DES OPTIONS D'AMENAGEMENT

Option n°	Espacement	Age de la révolution	Options d'aménagement
1	1,5 x 1,5	40	C.B.
2	2,0 x 2,0	40	C.B.
3	2,5 x 2,5	40	C.B.
4	3,0 x 3,0	40	C.B.
5	3,5 x 3,5	40	C.B.
6	1,5 x 1,5	50	C.B.
7	2,0 x 2,0	50	C.B.
8	2,5 x 2,5	50	C.B.
9	3,0 x 3,0	50	C.B.
10	3,5 x 3,5	50	C.B.
11	1,5 x 1,5	60	C.B.
12	2,0 x 2,0	60	C.B.
13	2,5 x 2,5	60	C.B.
14	3,0 x 3,0	60	C.B.
15	3,5 x 3,5	60	
16	1,5 x 1,5	40	C.B. avec 1 ou 2 Ec.c.
17	2,0 x 2,0	40	C.B. avec 1 ou 2 Ec.c.
18	2,5 x 2,5	40	C.B. avec 1 ou 2 Ec.c.
19	3,0 x 3,0	40	C.B. avec 1 ou 2 Ec.c.
20	3,5 x 3,5	40	C.B. avec 1 Ec.c.
21	1,5 x 1,5	50	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c
22	2,0 x 2,0	50	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
23	2,5 x 2,5	50	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
24	3,0 x 3,0	50	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
25	3,5 x 3,5	50	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
26	1,5 x 1,5	60	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
27	2,0 x 2,0	60	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
28	2,5 x 2,5	60	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
29	3,0 x 3,0	60	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.
30	3,5 x 3,5	60	C.B. avec 1, 2 ou 3 Ec.c.

C.B. : coupe à blanc

Ec.c. : éclaircie commerciale

5.5 OPTIONS D'AMENAGEMENT

Le développement d'une plantation dépend en grande partie de son aménagement. Comme l'objectif de la gestion forestière est de maximiser le rendement financier, le gestionnaire du reboisement cherche à connaître les périodes favorables à l'exécution des coupes d'éclaircies commerciales et de la coupe finale. Dans le cadre de la présente étude, plus de 30 options d'aménagement sont analysées. Le tableau 18 indique les options d'aménagement étudiées pour le pin rouge et le pin gris. Chaque option est soumise au régime d'éclaircies et la réaction du peuplement à ce régime est illustrée dans l'annexe I pour le pin rouge et dans l'annexe II pour le pin gris.

CHAPITRE VI

OFFRE ET DEMANDE DE BOIS

Ce chapitre présente d'abord la situation mondiale des besoins en matière ligneuse. Puis, l'offre et la demande de bois québécois, sur les marchés tant locaux qu'étrangers, sont analysées et évaluées. Cette double approche s'explique par le fait que le Québec alimente depuis longtemps les marchés mondiaux en raison de l'abondance de ses ressources forestières et de sa consommation interne peu élevée. Pour chacun de ces deux points de vue, une attention toute particulière est attachée à l'industrie des pâtes et papiers, à celle du bois d'oeuvre et à celle du placage et des contreplaqués.

6.1 SITUATION MONDIALE

6.1.1 BESOINS MONDIAUX EN MATIERES LIGNEUSES

Depuis vingt-cinq ans, deux caractéristiques fondamentales influencent la conjoncture économique mondiale: la croissance démographique et l'augmentation du revenu par habitant.

Durant cette période, la population mondiale s'est accrue à un taux annuel moyen d'environ 1,5 pour cent et si ce taux se maintient, elle aura doublé en moins de 50 ans. De plus, dans les pays industrialisés, le produit intérieur brut par habitant est passé, en valeur absolue, de 900 dollars après la guerre à 1800 dollars en 1970. Dans les pays en voie de développement, il n'est passé que de 100 à 175 dollars.

La croissance de ces deux éléments devrait continuer à s'accentuer; à coup sûr, la demande de bois et de ses produits dérivés se ressentira de cette tendance. Dans les pays en voie de développement, où la croissance démographique est très grande, la demande pour les bois de sciage devrait sensiblement augmenter. Dans les pays industrialisés, où l'augmentation du revenu est un facteur déterminant de croissance, la demande de pâtes et papiers devrait s'accroître. La *F.A.O.*, ou Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture, a effectué des recherches sur la consommation mondiale de bois. Les résultats obtenus peuvent se résumer en quelques lignes. La consommation mondiale de papiers et cartons, qui était de 82 millions de tonnes en 1960, est de 180 millions en 1975 et elle sera de 250 millions en 1985. Pour ce qui est de la consommation mondiale de bois de sciage, elle était de 165 milliards de pieds mesure de planche* en 1968, elle est de 180 milliards en 1975 et elle sera de 205 milliards en 1985.[18]

---

* Voir note au bas de la page 7.

[18] Ministère des Terres et Forêts., *op. cit.* Tome I, p. 31.

6.1.2 ETUDE DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE MONDIALES

Présentement, les pays de l'Europe de l'Ouest font face à une carence de matière ligneuse et de ses produits dérivés. L'Europe septentrionale alimente ces pays mais elle ne comblera pas cette demande. Les pays déficitaires devront se tourner vers l'Amérique du Nord et notamment, le Canada. De plus, il est prévu que le Japon fera face d'ici à 1980 à un déficit grandissant en bois et en produits dérivés du bois. Comparativement au Japon, les Etats-Unis peuvent satisfaire en grande partie leurs besoins. Néanmoins, ces besoins dépasseront, à la fin du siècle, la capacité probable des forêts existantes.

A la lumière des éléments exposés ci-dessus, il est incontestable que la matière ligneuse canadienne trouvera preneurs d'ici dix ou quinze ans. La position du Canada sera en général de plus en plus favorable par rapport à l'exportation de ses produits. A priori, le Québec devrait retirer d'immenses bénéfices de cette situation. Toutefois, il faut se demander quelle sera la mesure véritable de la participation du Québec à ce marché qui s'annonce gigantesque.

6.2 SITUATION DU QUEBEC

Les vastes ressources forestières possédées par le Québec lui confèrent sans contredit un avantage. Mais des problèmes liés à l'exploitation et à la transformation de la matière ligneuse influent sur sa position concurrentielle, ce qui peut permettre à d'autres régions du Canada et des Etats-Unis de prendre avantage de la situation.

Le secteur forestier au Québec fait face à facteurs qui nuisent à son développement. Premièrement, en raison du climat rigoureux, la croissance et le rendement par hectare de ses forêts sont relativement plus faibles que ceux des forêts de l'Ouest canadien et du Sud des Etats-Unis. De plus, l'éloignement des réserves de bois des lieux de transformation contribue à accroître les coûts de transport de la matière ligneuse en raison des vastes réseaux de chemins qui doivent être construits. Enfin, plusieurs entreprises sont relativement petites et, dans bien des cas, d'âge avancé. L'efficacité de la production décroît, affectant par le fait mêmes les prix de revient.

6.2.1 FACE AUX BESOINS MONDIAUX

Dans l'industrie des pâtes et papiers, entre 1971 et 1985, la demande de papier journal proviendra surtout de la Communauté Economique Européenne tandis que l'accroissement de la demande américaine sera de moins en moins prononcée. En 1970, le Québec a exporté 2,9 millions de tonnes de papier aux Etats-Unis, ce qui représente 29% de la consommation américaine. En 1985, l'industrie québécoise devrait expédier un total de 3,7 millions de tonnes à ses voisins du Sud, ces expéditions ne constituant plus à ce moment que 25% de leur consommation. En valeur absolue, le Québec exportera 800 mille tonnes de plus qu'en 1970, mais en termes relatifs, sa part de marché diminuera. Ainsi, les Etats-Unis s'approvisionneront graduellement de plus en plus à même leurs ressources. En 1970, les usines américaines fournissaient 33% de la consommation intérieure de papier journal; en 1985, elles pourraient y pourvoir dans une proportion de 40%.

Dans l'industrie du bois d'oeuvre, les marchés du bois de construction sont, par ordre d'importance, le Québec, l'Ontario ainsi que plusieurs pays, dont les Etats-Unis principalement. La demande aura tendance à s'accroître quelque peu par l'augmentation normale de la population et par l'élargissement des marchés étrangers. La production de bois d'oeuvre était de 1 700 millions de p.m.p. en 1969. En 1975 et en 1985, elle sera de l'ordre de 1 875 et de 2 600 millions de p.m.p. La production de copeaux devrait représenter, en 1985, un volume 1,7 millions d'unités de cent pieds cubes[1].

Dans l'industrie des placages et contreplaqués, la position du Québec se maintiendra pour les cinq prochaines années.

6.2.2 FACE AUX BESOINS LOCAUX

Dans l'industrie des pâtes et papiers, la demande pour le papier journal sera de plus en plus forte à mesure que les disponibilités de bois des pays scandinaves se raréfieront. Ceci reste vrai même si les exportations de bois de l'U.R.S.S. vers la Communauté Economique Européenne continuent à augmenter et donc, à concurrencer fortement la position québécoise.

Dans l'industrie du bois d'oeuvre, en 1985, l'industrie du sciage consommera 1 300 millions d'unités de cent pieds cubes de plus qu'actuellement. A ce volume, il faut ajouter environ 1 700 millions unités de cent pieds cubes sous forme de copeaux.

Enfin, dans l'industrie des placages et contreplaqués, la consommation de grumes ne devrait pas augmenter de façon significative.

---

[1] 4,81 millions de m^3.

CHAPITRE VII

LES COUTS

Ce chapitre présente, en première partie, une description des principales opérations qui sont normalement exécutées par le ministère des Terres et Forêts dans l'établissement d'une plantation. Les coûts des opérations précédemment décrites sont ensuite analysés: cette seconde partie comprend les catégories de coûts impliqués dans le reboisement, une définition des termes comptables utilisés, les coûts de récolte de cônes et de production de semence et les coûts de production des plants à racines nues. Suivent les coûts liés aux différentes méthodes de plantation. Le coût d'établissement d'une plantation est finalement dégagé pour chacune des essences analysées. Une troisième partie traite du coût d'entretien annuel d'une plantation.

7.1 OPERATIONS DE REBOISEMENT

Cette partie comprend la description des opérations les plus couramment exécutées par le ministère des Terres et Forêts. Cette présentation fournit de plus amples informations sur le type d'opérations

exécutées au Québec afin de brosser un tableau du continuum du reboisement (voir figure II).

7.1.1 RECOLTE DE CONES

La récolte des cônes s'effectue à l'automne dans des peuplements de belle venue. Ces peuplements sont choisis pour la fertilité de leur site, leurs accessibilité, leur accroissement annuel en matière ligneuse, la qualité de leur défilement, leurs caractères génétiques et la disponibilité de la main-d'oeuvre nécessaire à la récolte.

Les cônes sont recueillis soit sur des arbres abattus dans les bûchés récents, soit dans des arbres sur pied. Les cueilleurs travaillent seuls ou en équipe. Ils sont payés sur une base forfaitaire. Une fois introduits dans les sacs en jute, les cônes sont expédiés à la pépinière de Berthierville.

7.1.2 EXTRACTION DE LA SEMENCE

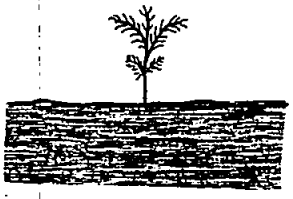
A Berthierville, les cônes sont séchés à l'air libre pendant deux semaines environ, avant d'être transférés dans un séchoir artificiel. Cette opération vise à combattre la présence d'une trop forte humidité dans le cône. Le séchoir fonctionne par air pulsé. Des éventails assurent la ventilation et la température varie de 46° à 76° C selon l'essence.

Une fois séchés, leur cônes sont agités dans un tarare de façon à en extraire les graines. Après leur extraction, les graines de de la plupart des espèces sont désaillées et nettoyées; puis elles sont séparées mécaniquement selon leurs grosseurs spécifiques.

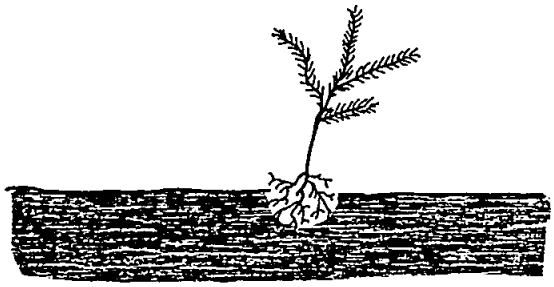
Figure II: CONTINUUM DU REBOISEMENT

1-CÔNES

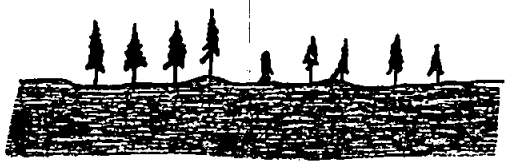
2-ENSEMENCEMENT



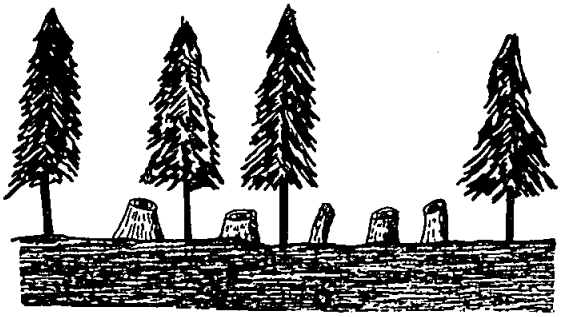
3- SEMIS



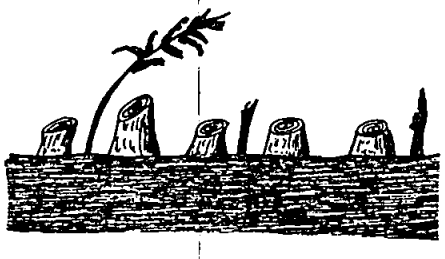
4-REBOISEMENT



5-FORÊT EN CROISSANCE



6-ÉCLAIRCIES COMMERCIALES



7-COUPE À BLANC

Chaque lot de graines subit des essais de germination. Les lots sont ensuite entreposés en chambre froide dans des contenants scellés. L'humidité y varie entre 4 et 12% et la température, entre -18° et $0^{o}C$.

Enfin, avant d'expédier les graines aux pépinières, on les enrobe d'un adhésif, d'un répulsif contre les rongeurs et les oiseaux et d'un lubrifiant qui a pour fonctions de camoufler la graine en lui donnant une couleur artificielle, de retenir les substances répulsives et d'empêcher l'agglutinement.

7.1.3 PEPINIERES

Plusieurs étapes sont nécessaires avant que la graine puisse produire un semis viable et prêt au reboisement. La description qui suit se rattache à la production de semis à racines nues, issus de graines et élevés en pleine terre.

7.1.3.1 Préparation du sol

Du fait que les semis épuisent le sol plus rapidement que nombre de récoltes agricoles, des applications appropriées de matières organiques et de fertilisants inorganiques permettent de maintenir sa fertilité. L'application de la matière organique et l'enfouissement des engrais verts protègent la structure du sol ainsi que sa capacité de rétention d'eau. Les paillis et la couverture vivante sont également utilisés pour protéger constamment la surface du sol.

La préparation du sol est une étape importante car elle place les graines dans de bonnes conditions de germination et assure un bon développement des semis.

7.1.3.2 Ensemencement

Au mois d'août, un fumigène est injecté dans le sol, que l'on recouvre aussitôt de polyéthylène. La fumigation permet d'éliminer les éléments nuisibles en rendant le sol stérile.

L'ensemencement se pratique au printemps ou à l'automne, au moyen de semoirs-épandeurs d'engrais. Au Québec, l'ensemencement d'automne est considérée comme plus avantageux.

Les planches de semis sont uniformes: elles mesurent 122 cm de largeur et sont divisées en huit sillons. Ces sillons permettent de cerner latéralement et horizontalement les racines et rend l'extraction mécanique plus facile et moins dommageable pour les racines.

L'humidité du sol pendant la période de germination est maintenue au moyen d'un système d'irrigation par aspersion.

7.1.3.3 Production de 1-0, 2-0 et 3-0

La mention 1-0 indique que le semis est en terre depuis une année; 2-0 depuis deux années; 3-0 depuis trois années.

Au printemps qui suit l'ensemencement, les planches de certaines essences sont recouvertes de lattis afin de protéger les jeunes pousses des rayons brûlants du soleil.

Pendant ces années de croissance, la lutte contre les mauvaises herbes est assurée soit par l'utilisation de produits chimiques, soit par cerclage manuel.

Le cernage, qui consiste à passer une lame d'acier sous la planche de semis afin de les soulever, est une opération qui favorise un meilleur rapport entre la tige et les racines du semis. Il réduit ainsi le système racinaire sans extraire ou déplacer les plants.

Une trop faible accumulation de neige au cours de la saison hivernale risque d'être dommageable aux semis. Le froid et le vent risquent en effet de les brûler. De plus, les semis risquent d'être soulevés par le gel, exposant ainsi les racines. La pose de clôtures à neige permet donc de réduire les effets destructeurs de cet élément naturel.

7.1.3.4 Extraction des plants

Un souleveur mécanique est utilisé pour extraire les plants. Cependant, certaines précautions doivent être prises lors de l'extraction. Il faut réduire au minimum les blessures d'arrachage, éviter le dessèchement des racines par le vent et l'exposition aux rayons du soleil.

7.1.3.5 Emballage

Après leur extraction, les plants sont acheminés à la salle de classification, de comptage et d'emballage. Les plants sont déversés sur des tables munies de tapis roulants qui permettent aux ouvriers de les classifier, de les compter et de les mettre en paquets de 50.

A l'extrémité des tapis, un ruban élastique est enroulé autour des paquets, puis ils sont emballotés. Les ballots contiennent de 500 à 1000 plants selon la taille de ceux-ci.

Pour empêcher le dessèchement des racines lorsqu'ils sont emballotés, les paquets sont enrobés de mousse humide ou d'un matériel hydrophyle chimiquement inactif.

Les ballots sont ensuite entreposés dans une chambre froide ou immédiatement expédiés aux sites choisis et retenus pour le reboisement.

7.1.3.6 Expédition

Les ballots de plants sont expédiés par camion réfrigéré ou par train. Il importe de veiller à l'emballage pour prévenir le dessèchement, au type de chargement pour empêcher l'échauffement, au cheminement afin d'éliminer les contretemps néfastes et à la surveillance durant le cheminement pour agir favorablement le cas échéant.

7.1.4 REBOISEMENT

Le reboisement consiste à garnir en essence désirable un terrain qui a été déboisé, dans le but de créer un couvert forestier. Le reboisement peut être naturel ou artificiel. Il est naturel lorsque la nature établit elle-même les nouveaux plants qui reconstituent la forêt. Il est artificiel lorsque l'homme rétablit la forêt soit par ensemencement, soit par plantation. La description qui suit se limite à la régénération artificielle par plantation, puisque les

plantations au Québec sont le principal moyen utilisé pour régénérer la forêt.

7.1.4.1 Sélection des sites à reboiser

Le ministère des Terres et Forêts, par l'intermédiaire de ses bureaux régionaux, sélectionne les sites qui sont propices à la régénération artificielle par plantation de semis à racines nues. Les principaux critères sur lesquels est basé le choix des sites sont la fertilité du sol, la proximité des centres habités ou des industries utilisant le bois comme matière première, la disponibilité de la main-d'oeuvre nécessaire à la réalisation de ces travaux, l'existence d'une voirie forestière, l'état de la végétation et la possibilité d'entretenir et de surveiller les plantations une fois qu'elles sont établies.

7.1.4.2 Travaux préparatoires

Certaines mesures accessoires peuvent être utilisées en sylviculture pour favoriser l'établissement de la régénération: le traitement des branchages et des cimeaux, le traitement de la couverture morte et de la végétation concurrente et le traitement du sol. Au Québec, seul le traitement de la couverture morte et de la végétation concurrente est pratiqué au moyen du scarifiage.

Le scarifiage est une technique de préparation mécanique du terrain qui consiste en diverses méthodes allant du simple déplacement de l'humus jusqu'au déracinement des souches ou à l'enfouissement d'arbres entiers.

On utilise habituellement des scarificateurs tirés par un tracteur à chenilles. Cet équipement est généralement constitué de barils d'acier à pointes, aux dimensions variées et plus ou moins remplis d'eau. Les barils sont utilisés soit seuls, soit accouplés à des lames et des chaînes.

7.1.4.3 Méthodes de plantation

Les plants expédiés par la pépinière sur le site à reboiser sont mis en jauge dès leur arrivée. La jauge est une tranchée creusée de préférence à l'ombre et dans un terrain humide et où l'on a pris soin de recouvrir les racines de terre afin d'en éviter le dessèchement.

Deux méthodes manuelles et quatre méthodes mécaniques sont utilisées pour le reboisement des plants. Ce sont:

1- La scarification suivie d'une plantation manuelle;

2- La plantation manuelle;

3- La plantation mécanique utilisant une planteuse *Crank Axle*;

4- La plantation mécanique utilisant une planteuse *Crank Axle* tirée par un tracteur à chenilles muni à l'avant d'une pelle en *V*;

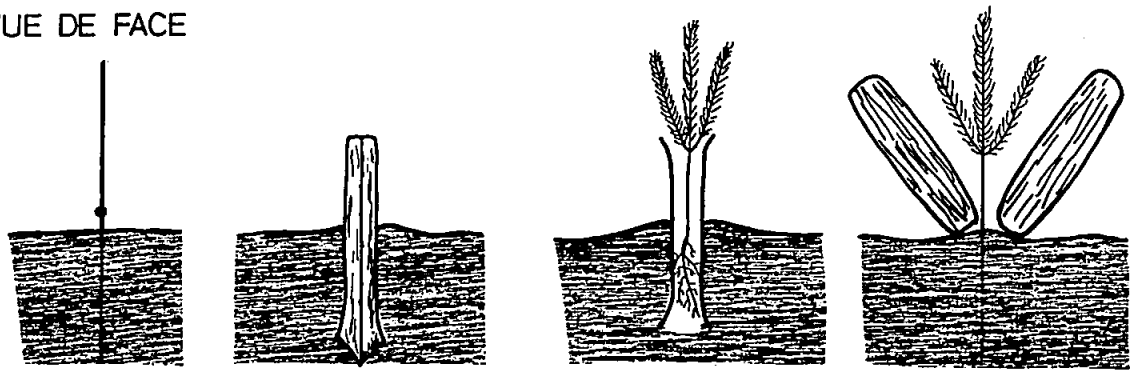
5- La plantation mécanique utilisant la planteuse *Standard*;

6- La plantation mécanique utilisant la planteuse *Tractor Mounted*.

La plantation manuelle est exécutée sur les terrain difficiles où l'utilisation des méthodes mécaniques s'avère impossible. Elle peut être exécutée de deux façons: soit par un seul homme muni

Figure III: FONCTIONNEMENT D'UNE PLANTEUSE

VUE DE FACE



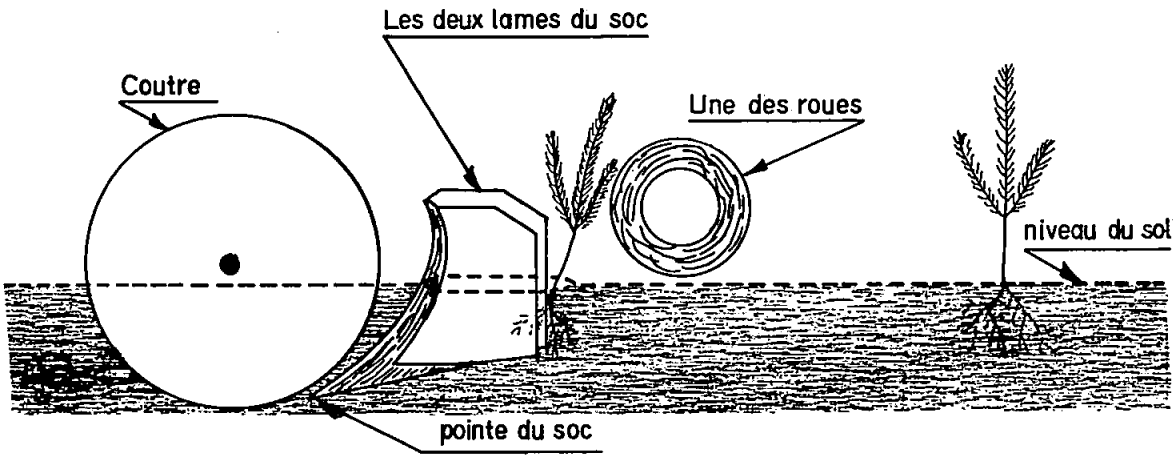
Le coutre tranche le sol verticalement

La pointe du soc ouvre la coupure

Les deux lames du soc retiennent la coupure ouverte pour qu'on y glisse le plan

Les deux roues referment le sol sur les racines et le pressent

VUE DE CÔTÉ



d'une pelle et d'un seau rempli de plantes; soit par une équipe de deux hommes, le premier ouvrant le sol avec une pelle et le second transportant les plants et les insérant dans les fentes.

Les quatre modèles de planteuse mécanique opèrent selon les mêmes principes généraux, d'autant plus qu'ils sont tous fabriqués par la firme *Beloit Lowther*. La planteuse comprend généralement un coutre en forme de disque qui tranche le sol verticalement et un soc dont la pointe entrouvre la coupure effectuée par le coutre. Ce soc se divise en deux lames verticales, parallèles et espacées d'environ 8 cm, de façon à maintenir la coupure ouverte pendant que le plant y est introduit. Finalement, les roues qui suivent referment la fente sur les racines et pressent le sol.

7.2 COUT D'ETABLISSEMENT DE LA PLANTATION

7.2.1 CATEGORIE DE COUTS

Lavoie (1971) considère trois groupes principaux de coûts liés à l'aménagement d'une plantation: premièrement, l'achat du terrain et les améliorations permanentes; deuxièmement, l'établissement de la plantation et les améliorations non permanentes; et troisièmement, les dépenses annuelles. Love (1968) et Lundgren (1965) distinguent deux catégories: les opérations qui ont lieu une seule fois dans le temps et l'entretien et la protection annuels. Ces deux coûts peuvent être manipulés différemment, les premiers étant considérés comme des dépenses de capital à un moment donné dans le temps et les seconds, comme un coût annuel uniforme de gestion. Vallée (1974) considère quatre catégories

de coûts: les investissements initiaux, les traitements culturaux, les frais annuels et les dépenses de récolte. Un certain nombre d'études cependant [Wallace (1969); Smith (1961); O.R.I. (1970) et Marty (1966)], tout en tenant compte des catégories mentionnées ci-dessus, ne considèrent pas les coûts de récolte des cônes et de traitement de la semence, ni les coûts de production des semis pour certaines catégories.

Dans le présent chapître, deux sortes de coûts sont identifiés: le coût d'établissement de la plantation et le coût d'entretien annuel. Les coûts imputables aux traitements sylvicoles tels les éclaircies commerciales et la coupe à blanc, ne sont pas analysés puisqu'ils sont déjà considérés dans la valeur du bois sur pied.

Le coût d'établissement comprend donc les coûts de récolte des cônes et de traitement des semences, les coûts de production des semis et les coûts du reboisement. Le coût d'entretien annuel comprend les taxes, la protection contre le feu et les maladies, l'entretien des routes, des ponceaux et du systèmes d'irrigation, etc...

7.2.2 DEFINITIONS

La comptabilisation des divers coûts encourus pour l'établissement d'une plantation est exécutés par le Service de la restauration forestière sous la forme de coûts directs et indirects. Ces coûts sont donc regroupés en coûts fixes et variables, après une vérification de leur origine et de leur fonction, autant que faire se peut.

7.2.3 COUTS MINIMAL, MOYEN ET MAXIMAL

Tous les coûts utilisés dans l'évaluation des alternatives d'aménagement sylvicole sont les coûts moyens par hectare. Ces coûts moyens sont ceux de l'année 1974 divisés par le nombre total de plants impliqué dans chaque opération. Ils sont donc ainsi calculés pour 1000 plants et ensuite transformés en coûts par hectare.

Les coûts fixes sont des coûts qui sont indépendants du niveau de production et qui devront être subis peu importe le niveau de production. Comme l'un des objectifs de l'étude est d'observer l'effet de l'espacement et que le ministère des Terres et Forêts oriente sa production en fonction du nombre de projets envisagés et non en fonction du potentiel de production, il est important de tenir compte des coûts fixes car ceux-ci peuvent jouer dans le choix de l'espacement. Ces coûts seront donc amortis sur les milles premiers plants puisqu'il est peu probable que l'on reboise à moins de 1000 plants par hectare. Donc, toute quantité supérieure à 1000 plants ne sera pas affectée par les coûts fixes.

Les coûts variables, pour leur part, sont des coûts qui varient avec le nombre d'unités produites et, conséquemment, avec le niveau de production.

Un coût minimal et un coût maximal sont extrapolés à partir du coût moyen. Ce procédé permet l'établissement éventuel de standards en fonction des coûts et aussi, une meilleure analyse des variations des coûts sur la rentabilité de l'investissement. Par

hypothèse, les coûts fixes minimaux et maximaux demeurent identiques aux coûts fixes moyens. Les coûts variables minimaux équivalent à 50 p. cent des coûts variables moyens et les coûts variables maximaux équivalent à 150 p. cent des coûts variables moyens. Le tableau 19 donne une illustration de ces coûts.

TABLEAU 19

COUTS MINIMAL, MOYEN ET MAXIMAL
EN DOLLARS

Minimal		Moyen		Maximal	
50% des coûts variables				150% des coûts variables	
C.F.	10.00	C.F.	10.00	C.F.	10.00
C.V.	15.00	C.V.	30.00	C.V.	45.00
C.T.	25.00	C.T.	40.00	C.T.	55.00

7.2.4 COUTS DES SEMENCES POUR 1000 PLANTS

Le tableau 20 indique les coûts de 40 litres de semences de pin rouge et de pin gris. Aucune distinction n'a été faite quant à la provenance des cônes (arbres abattus ou arbres debouts). De plus, le coût du traitement des graines a dû être évalué à environ $2.00 pour 40 litres[19]. Les données sur les coûts proviennent uniquement des récoltes de cônes de pin rouge et de pin gris.

---

[19] CARPENTIER, J.-P. et J. TREMBLAY. *Rapport de récolte de cônes, 1973, Tome I.* Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration forestière, Québec 1974, p. 54.

TABLEAU 20

COUTS DE LA SEMENCE PAR 40 LITRES
EN DOLLARS

	Minimum	Moyen	Maximum
Pin gris	C.F. 1.82 C.V. 6.47 C.T. 8.29	C.F. 1.82 C.V. 12.94 C.T. 14.75	C.F. 1.22 C.F. 17.41 C.T. 19.23
Pin rouge	C.F. 5.34 C.V. 9.29 C.T. 14.63	C.F. 5.34 C.V. 22.57 C.T. 27.91	C.F. 5.34 C.V. 33.86 C.T. 39.20

Pour convertir les coûts pour 40 litres en coûts pour 1000 plants, il faut d'abord déterminer le nombre de semences viables dans 40 litres, pour chaque essence. Il y a dans 40 litres de semences de pin gris, 40 856 graines et dans celles du pin rouge, 9945 graines. Le coût de 1000 semences viables doit être ensuite déterminé puis multiplié par le nombre de semences viables nécessaires à la production d'un seul plant (trois). Le coût pour 1 000 plants (tableau 21) est enfin établi après multiplication par un facteur de sécurité de 1,2.

La semence du pin rouge coûte environ 8 fois plus que celle du pin gris. Cette situation s'explique par le fait que le coût de la semence est en grande partie proportionnel à la grosseur des cônes, qu'il est fonction du nombre de cônes plus élevé chez le pin gris et de la rareté des peuplements de pin rouge.

TABLEAU 21

COUTS DE LA SEMENCE POUR 1000 PLANTS
EN DOLLARS

	Minimal	Moyen	Maximal
Pin gris	C.F. 0.16 C.V. 0.57 C.T. 0.73	C.F. 0.16 C.V. 1.14 C.T. 1.30	C.F. 0.16 C.V. 1.71 C.T. 1.87
Pin rouge	C.F. 1.93 C.V. 4.09 C.T. 6.02	C.F. 1.93 C.V. 8.17 C.T. 10.10	C.F. 1.93 C.V. 12.26 C.T. 14.16

La première année passé en terre (1-0) est la plus dispendieuse parce que plus de soins sont accordés aux jeunes semis dans le but d'obtenir le plus haut taux de survie possible. De plus, le comptage, le triage et l'emballage augmentent de beaucoup le coût final de production puisqu'ils requièrent beaucoup de main-d'oeuvre.

Le tableau 22 fournit les coûts de production des semis pour 1000 plants. L'amortissement, qui est inclus dans les coûts fixes, est basé en grande partie sur les données contenues dans l'étude de Boulianne[20].

---

[20] BOULIANNE, Guy. *La dépréciation des immobilisations en pépinière, 1973.* Non publié. Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration forestière. Québec, 18 p.

TABLEAU 22

COUTS DE PRODUCTION DES SEMIS POUR 1000 PLANTS
EN DOLLARS

	Minimal	Moyen	Maximal
Pin gris	C.F. 21.00 C.V. 11.02 C.T. 32.02	C.F. 21.00 C.V. 22.03 C.T. 43.03	C.F. 21.00 C.V. 33.05 C.T. 54.05
Pin rouge	C.F. 25.79 C.V. 16.33 C.T. 42.12	C.F. 25.79 C.V. 32.66 C.T. 58.45	C.F. 25.79 C.V. 48.99 C.T. 74.78

Les coûts fixes s'additionnent pour chaque année que le semis passe en terre, ce qui explique qu'ils sont élevés par rapport aux coûts variables. De plus, l'amortissement sur les biens meubles et immeubles forme environ 50 p. cent des coûts fixes. Enfin, le coût du pin gris est moindre que celui du pin rouge, car il demeure une année de moins en pépinière.

7.2.5 COUTS DU REBOISEMENT POUR 1000 PLANTS

Le Service de la restauration forestière plante approximativement 1000 plants par acre (*405 par hectare*), ce nombre variant selon la méthode de plantation utilisée et l'espacement entre les plants. Mais les coûts sont calculés sur la base de 1000 plants par acre.

La plantation manuelle est habituellement exécutée sur des terrains difficiles où l'utilisation de planteuses mécanique s'avère

impraticable. Le tableau 23 indique que le coût moyen, pour 1000 plants par acre et pour cette méthode, est de $63.07.

Un terrain est scarifié lorsqu'il présente une accumulation trop grande de déchets de coupe ou un grand nombre d'arbres calcinés. La scarification est suivie d'une plantation manuelle. Cette méthode coûte $74.00 pour 1000 plants en moyenne, pour les trois dernières années, non compris le coût de la scarification.

La planteuse *Crank Axle* est la plus lourde et elle est équipée d'un système hydraulique indépendant. Elle doit être remorquée par un tracteur à chenilles de 90 à 100 HP (*66 à 73,6 kW*); le tracteur utilise sa lame oblique pour nettoyer le terrain. On utilise cette planteuse sur des sites garnis d'essences indésirables et sur des terrains rocailleux sans souches dont la pente peut atteindre 30 pour cent. Le coût moyen de cette opération est de $44.56 pour 1000 plants.

Lorsque les sites à reboiser sont fortement embarrassés par les déchets de coupe ou de feu, ou s'il s'agit d'une forêt dense en essences indésirables, le tracteur à chenilles qui remorque le modèle *Crank Axle* est muni d'une pelle en forme de "V" et doit fournir une puissance de 110 à 130 HP (*73 à 105 kW*). Le coût moyen de cette méthode est de $51.33 pour 1000 plants.

On utilise la planteuse *Standard* sur des sites embarrassée d'essences indésirables de moins de deux pouces de diamètre à hauteur de poitrine et sur les terrains plats ayant moins de 10 pour cent de pente.

TABLEAU 23

COUTS DE PLANTATION POUR 1000 PLANTS

EN DOLLARS

		Minimal	Moyen	Maximal
Plantation manuelle	C.F. C.V. C.T.	7.80 27.64 35.44	7.80 55.27 63.07	7.80 82.91 90.71
Scarification suvie d'une plantation manuelle	C.F. C.V. C.T.	9.29 43.06 52.35	9.29 86.12 95.41	9.29 129.18 138.46
Planteuse *Crank Axle*	C.F. C.V. C.T.	6.17 19.20 25.37	6.17 38.39 44.56	6.17 57.60 63.77
Planteuse *Crank Axle* plus une pelle en "V"	C.F. C.V. C.T.	8.08 21.63 29.71	8.08 43.25 51.33	8.08 64.88 72.96
Planteuse *Standard*	C.F. C.F. C.T.	10.27 18.41 28.68	10.27 36.81 47.08	10.27 55.22 65.49
Planteuse *Tractor Mounted*	C.F. C.V. C.T.	2.42 14.88 17.30	2.42 29.76 32.18	2.42 44.64 47.06

Le tracteur à chenilles peut ne développer que de 30 à 60 HP (*22 à 44 kW*). Ce modèle de planteuse possède un système hydraulique manuel. Le coût moyen de cette opération est de $47.08 pour 1000 plants.

La planteuse *Tractor Mounted* s'adapte à un tracteur sur roues qui possède un système d'attache hydraulique en trois points. Cette machine est uniquement utilisée sur les terres abandonnées qui ont déjà été cultivées. Le tracteur doit fournir de 30 à 60 HP. C'est la méthode la plus économique et son coût moyen est de $32.18 pour 1000 plants.

7.2.6 COUTS D'ETABLISSEMENT PAR HECTARE

Pour obtenir le coût d'établissement par hectare, il faut d'abord l'établir pour 1000 plants. Le coût pour 1000 plants est déterminé par l'addition des coûts de toutes les opérations liées à l'établissement d'une plantation: coûts de la semence, des semis et du reboisement. Les tableaux 24 et 25 présentent ces coûts d'établissement pour les deux essences et pour chaque méthode de plantation.

Le pin rouge coûte plus cher à établir que le pin gris. Cette situation concorde avec les résultats antérieurs qui révèlent que la production de la semence et du semis de pin rouge est plus dispendieuse.

La méthode de plantation utilisant la planteuse *Tractor Mounted* demeure la plus économique du fait que l'addition des coûts des opérations n'influence pas la structure interne du coût de la méthode.

De plus, on postule que les coûts fixes ne sont pas affectés par le facteur de conversion qui n'a d'effet que sur les coûts variables.

TABLEAU 24

COUTS D'ETABLISSEMENT POUR LE PIN GRIS

($/1000 PLANTS)

Méthode		Minimal	Moyen	Maximal
Plantation manuelle	C.F.	28.96	28.96	28.96
	C.V.	39.22	78.44	117.66
	C.T.	68.18	107.40	146.62
Scarification et plantation manuelle	C.F.	30.45	30.45	30.45
	C.V.	54.65	109.29	163.94
	C.T.	85.10	139.74	194.39
Planteuse *Crank Axle*	C.F.	27.33	27.33	27.33
	C.V.	30.78	61.56	92.34
	C.T.	58.11	88.89	119.67
Planteuse *Crank Axle* et pelle en "V"	C.F.	29.24	29.54	29.24
	C.V.	33.21	66.42	99.63
	C.T.	62.45	95.66	128.87
Planteuse *Standard*	C.F.	31.42	31.43	31.43
	C.V.	29.99	59.98	89.97
	C.T.	61.42	91.41	121.40
Planteuse *Tractor Mounted*	C.F.	23.58	23.58	23.58
	C.V.	26.47	52.93	79.40
	C.T.	50.05	76.51	102.98

TABLEAU 25

COUTS D'ETABLISSEMENT POUR LE PIN ROUGE
($/1000 PLANTS)

Méthode		Minimal	Moyen	Maximal
Plantation manuelle	C.F.	35.52	35.52	35.52
	C.V.	48.06	96.10	144.15
	C.T.	83.58	131.62	179.67
Scarification et plantation manuelle	C.F.	37.01	37.01	37.01
	C.V.	63.48	126.95	190.43
	C.T.	100.49	163.96	227.44
Planteuse *Crank Axle*	C.F.	33.89	33.89	33.89
	C.V.	39.61	79.22	118.83
	C.T.	73.50	113.11	152.72
Planteuse *Crank Axle* et pelle en "V"	C.F.	35.80	35.80	35.80
	C.V.	42.04	84.08	126.12
	C.T.	77.84	119.88	161.92
Planteuse *Standard*	C.F.	37.99	37.99	37.99
	C.V.	38.82	77.64	116.46
	C.T.	76.81	115.63	154.45
Planteuse *Tractor Mounted*	C.F.	30.14	30.14	30.14
	C.V.	35.30	70.59	105.89
	C.T.	65.46	100.73	136.03

Le tableau 26 indique le nombre de plants nécessaire par hectare pour les espacements variant de 1,5 x 1,5 à 3,5 x 3,5 mètres ainsi que leur facteur de conversion respectif.

Les coûts d'établissement par hectare, pour le pin gris et pour le pin rouge, que l'on retrouve dans les tableaux 27 et 28, varient en fonction de l'espacement et des méthodes de plantation. Il faut noter aussi que le coût de scarification par hectare est ajouté au coût de plantation manuelle. Le coût moyen de la scarification par hectare est de $34.

7.3 COUT D'ENTRETIEN ANNUEL

Le coût d'entretien annuel est habituellement composé des frais généraux d'administration, des frais d'entretien des plantations et des frais de protection contre le feu et les maladies. Tous ces coûts sont encourus une fois la plantation établie. Certaines études n'en tiennent pas compte dans leur analyse de rentabilité, du fait de leur faible importance.

Etant donné qu'il existe peu de données réalistes disponibles, ce coût est estimé à $2,25 pour une plantation. Il est basé sur les données partielles qui ont été fournies par le Service de la conservation de la forêt du ministère des Terres et Forêts du Québec.

TABLEAU 26

FACTEURS DE CONVERSION DES COUTS POUR 1000 PLANTS
EN COUTS PAR HECTARE

Espacement	Nombre de plants nécessaires à l'acre	Facteur de conversion
1,5 x 1,5	4444	4444/1000
2,0 x 2,0	2500	2500/1000
2,5 x 2,5	1600	1600/1000
3,0 x 3,0	1111	1111/1000
3,5 x 3,5	816	816/1000

TABLEAU 27

COUTS D'ETABLISSEMENT POUR LE PIN GRIS SELON L'ESPACEMENT
EN DOLLARS PAR HECTARE

Méthode	Coût	Espacement				
		1,5 x 1,5	2 x 2	2,5 x 2,5	3 x 3	3,5 x 3,5
Plantation manuelle	minimal	203.25	127.01	91.71	72.49	61.16
	moyen	377.55	225.06	154.46	116.03	93.28
	maximal	551.84	323.11	217.22	159.56	125.44
Scarification et plantation manuelle	minimal	273.29	167.06	117.88	91.11	75.26
	moyen	516.13	303.68	205.31	151.76	120.07
	maximal	758.97	440.29	292.75	212.42	164.88
Planteuse *Crank Axle*	minimal	164.12	104.28	76.58	61.50	52.57
	moyen	300.90	181.23	125.83	95.66	77.81
	maximal	437.69	258.18	175.07	129.83	103.05
Planteuse *Crank Axle* et pelle en "V"	minimal	176.83	112.27	82.38	66.10	56.47
	moyen	324.41	195.29	135.51	102.97	83.70
	maximal	472.00	278.32	188.65	139.83	110.94
Planteuse *Standard*	minimal	164.71	106.41	79.41	64.72	56.02
	moyen	297.98	181.38	127.40	98.01	80.61
	maximal	431.26	256.36	175.38	131.30	105.21
Planteuse *Tractor Mounted*	minimal	141.19	189.74	65.92	59.96	45.28
	moyen	258.80	155.91	108.27	82.33	66.98
	maximal	376.41	222.07	150.61	111.71	88.68

TABLEAU 28

COUTS D'ETABLISSEMENT POUR LE PIN ROUGE SELON L'ESPACEMENT
EN DOLLARS PAR HECTARE

Méthode	Coût	Espacement				
		1,5 x 1,5	2 x 2	2,5 x 2,5	3 x 3	3,5 x 3,5
Plantation manuelle	minimal	249.05	155.65	112.40	88.86	74.92
	moyen	462.59	275.77	189.28	142.19	114.32
	maximal	676.12	395.90	266.16	195.53	153.72
Scarification et plantation manuelle	minimal	319.09	195.70	138.57	107.47	89.06
	moyen	601.18	354.39	240.13	177.92	141.11
	maximal	883.26	513.07	341.69	248.38	193.16
Planteuse *Crank Axle*	minimal	209.92	132.92	92.27	77.86	66.37
	moyen	385.94	231.94	160.64	121.82	98.85
	maximal	561.97	330.97	224.02	165.79	131.33
Planteuse *Crank Axle* et pelle en "V"	minimal	222.63	140.90	103.06	82.46	70.27
	moyen	409.45	246.00	170.33	129.13	104.75
	maximal	596.28	351.10	237.59	175.79	139.22
Planteuse *Standard*	minimal	210.51	135.04	100.10	81.03	69.82
	moyen	383.02	232.09	162.21	124.17	101.65
	maximal	555.54	229.14	224.33	167.26	133.49
Planteuse *Tractor Mounted*	minimal	186.99	118.38	86.61	69.32	59.08
	moyen	343.84	206.62	143.08	108.49	88.02
	maximal	500.69	294.85	199.56	147.67	116.97

CHAPITRE VIII

REVENUS ATTENDUS DES PLANTATIONS

Dans le cadre de l'étude de rentabilité des plantations, deux utilisations du bois sont considérées: les pâtes et papiers et le bois de sciage. Une partie importante du travail consiste à trouver les revenus retirés pour chacun de ces deux produits. Ce chapitre présente d'abord les revenus directs, sous forme de la valeur du bois sur pied. Dans une deuxième section, les revenus indirects provenant des rentrées fiscales sont calculés.

8.1 REVENUS DIRECTS

Les revenus de ces plantations proviennent de deux sources: la coupe finale et les coupes d'éclaircies. Pour les fins de l'étude, la valeur du bois sur pied est appliquée aux volumes de bois recueillis lors des éclaircies et de la coupe finale. Cette valeur se définit comme le prix de vente moyen du produit à un stade quelconque de la transformation, duquel on a soustrait les différents coûts de production du bois. La valeur du bois sur pied peut être représentée de façon générale par la formule suivante:

$$VBSP = PV - C$$

$VBSP$	valeur du bois sur pied
PV	prix de vente du bois à un stade quelconque de la transformation
C	coût de production du bois

Ménard, du Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts, en a détaillé les composantes dans le but d'établir une valeur de bois sur pied en fonction de l'âge. La valeur f.a.b. du bois rond à l'usine sert de référence, dont il soustrait les coûts de récolte et de transport du bois rond à l'usine, selon l'âge du peuplement. La formule s'exprime de la façon suivante:

$$VBSP = VR(t) - CE(t)$$

$VBSP$	valeur du bois sur pied
$VR(t)$	valeur résiduelle du bois rond provenant d'un peuplement d'âge t
$CE(t)$	coûts d'exploitation pour un peuplement d'âge t

Comme deux utilisations du bois sont considérées, deux séries de valeurs du bois sur pied en fonction de l'âge seront retenues (tableau 29). Ces valeurs sont celles de peuplements naturels, plus spécifiquement, de sapin-épinette, puisque aucune donnée n'existe en ce qui concerne l'exploitation des plantations.

8.2 REVENUS INDIRECTS

Les revenus indirects se limitent aux recettes fiscales que l'opération rapporte aux gouvernements fédéral et provincial. Ces recettes viennent des quatres grands canaux de collecte d'impôt pour chacun des deux paliers de gouvernement.

TABLEAU 29

VALEUR DE BOIS SUR PIED SELON L'AGE
EN DOLLARS PAR HECTARE

Age du peuplement	Bois à pâte	Bois de sciage
20	0.50	0.62
25	0.74	0.80
30	1.12	1.39
35	3.74	4.64
40	6.07	7.53
45	8.06	9.99
50	9.59	11.89
55	10.58	13.12
60	11.04	13.69

8.2.1 DETERMINATION DES REVENUS INDIRECTS

Pour pouvoir associer des valeurs monétaires à ces huit sources de recettes fiscales, une analyse inter-sectorielle, effectuée par le Bureau de la Statistique du Québec, est utilisée. Cette analyse estime la structure fiscale des industries québécoises en se servant d'un échantillon représentatif de tout le Québec. Les chiffres obtenus sont ensuite multipliés par un multiplicateur des ventes associé à chaque industrie considérée. Le multiplicateur des ventes tient compte de l'effet d'entraînement général survenu dans l'économie à la suite d'un demande additionnelle pour le produit d'une industrie donnée. Le Bureau de la Statistique du Québec fournit deux multiplicateurs de vente:

le multiplicateur des ventes sans fermeture et le multiplicateur avec fermeture partielle.

TABLEAU 30

Gouvernement du Québec	Gouvernement du Canada
1- impôt sur les salaires et gages (I.S.G.-Q.)[22]	1- impôt sur les salaires et gages (I.S.G.-F.)
2- impôt sur les bénéfices (I.D.E.-Q.)	2- impôt sur les bénéfices (I.D.E.-F.)
3- parafiscalité (P.-Q.)[23]	3- parafiscalité (P.-F.)[24]
4- taxes indirectes (T.I.-Q.)	4- taxes indirectes (T.I.-F.)

Le multiplicateur sans fermeture ne s'en tient qu'au secteur productif, c'est-à-dire qu'il tient compte uniquement des effets direct et indirect du chargement initial. Le multiplicateur avec fermeture partielle tient compte de la demande des ménages, effet induit, en plus des effets direct et indirect.

---

[22] par gages, il faut entendre les rentrées supplémentaires venant d'un emploi secondaire.

[23] la parafiscalité-Québec comprend 3 sortes de contributions: celles des employeurs à la Commission des accidents du travail, celle des employeurs-employés au Régime d'assurance-maladie et celle des employeurs-employés au Régime des rentes.

[24] la parafiscalité fédérale comprend la contribution employeurs-employés à l'assurance-chômage.

Ainsi, Ricard *et al.*[25] ont évalué les redevances fiscales totales, directes et indirectes, pour plusieurs secteurs industriels du Québec. Ces rentrées fiscales sont exprimées en pourcentage par rapport à un dollar de vente d'un produit.

Le secteur industriel de base utilisé pour évaluer les revenus indirects découlant de la mise en place et de la gestion des plantations est celui de l'abattage forestier. Il est retenu parce qu'il est représentatif de l'effet des rentrées fiscales de toutes les activités économiques

TABLEAU 31

PROPORTION DES RENTREES FISCALES

Sources	Multiplicateur sans fermeture %	Multiplicateur avec fermeture %
I.S.G.Q.	1,9656	2,4787
I.B.E.Q.	0,5010	0,8759
P.Q.	7,8981	8,9164
I.S.G.F.	2,8930	3,6485
I.B.E.F.	1,6793	2,9498
P.F.	0,6405	0,8358
T.I.Q.	1,1457	2,7963
T.I.F.	0,5462	1,8079
Total	17,2694	24,3093
Arrondi	17,27%	24,30%

[25] RICARD, P., A. CASTONGUAY et S. SOUMPHOLPHAKDY, 1976. *Le secteur forestier au Québec et sa contribution à l'économie.* Ministère des Terres et Forêts, Service de la recherche, Québec, mémoire n° 23.

rattachées à l'exploitation forestière. Cette industrie porte le numéro de code 031. Le tableau 31 représente la proportion des rentrées fiscales provenant de la vente de un dollar de bois dans ce secteur.

Le calcul des recettes fiscales à l'aide du multiplicateur des ventes sans fermeture est retenu. Sa proportion est 17,2%. Ce pourcentage représente la proportion totale des rentrées fiscales découlant de chaque dollar de vente d'un produit du secteur de l'abattage forestier.

8.2.2 APPLICATION A LA FORMULE DE FAUSTMANN

Ayant expliqué comment les revenus indirects sont déterminés, il suffit d'appliquer la théorie développée par le Bureau de la Statistique du Québec à l'étude de rentabilité des plantations de pin rouge et de pin gris. Dans l'étude, il faut regrouper et comptabiliser toutes les rentrées fiscales associées aux activités économiques nécessaires à la production de la matière ligneuse. Ces activités peuvent se regrouper en quatre grandes catégories. En se référant à la formule de Faustmann, il est permis de les associer aux variables du modèle:

1- l'établissement des plantations (C)

2- l'entretien des plantations (E)

3- la coupe d'éclaircie commerciale (ΣTa)

4- la coupe finale (Yr)

Pour trouver les rentrées fiscales, il faut multiplier les valeurs monétaires associées aux diverses variables du modèle économique par le facteur proportionnel des rentrées fiscales (I) pour chaque dollar.

Les revenus indirects sont égals à:

$$(Yr \times I) - (Ta \times I) - (C \times I) - (E \times I)$$

Mais la proportion établie pour le multiplicateur de vente sans fermeture doit être modifiée quelque peu pour pouvoir s'adapter à l'étude de rentabilité des plantations de pin rouge et de pin gris. En effet, deux corrections s'imposent. Une première vise à réduire de 2,2 pour cent la proportion établie, qui était de l'ordre de 17,27 pour cent. Du fait que seul le reboisement effectué par le gouvernement sur les terres publiques est retenu dans cette étude, l'impôt sur les bénéfices tant fédéral (0,5 pour cent) que provincial (1,7 pour cent) doit être abandonné car le ministère des Terres et Forêts ne paie pas d'impôt sur les profits qu'il retire sur ses investissements dans les secteurs productifs. Le multiplicateur des ventes est donc réduit à une proportion de 15,08 pour cent. La deuxième correction s'adresse à la parafiscalité québécoise. La proportion des rentrées fiscales découlant de la parafiscalité québécoise est égale à 7,89 pour cent. Mais ce pourcentage comprend l'effet des droits de coupe, qui est de l'ordre de 5,53 pour cent. Etant donné que les sommes d'argent provenant des droits de coupe vont directement dans les coffres de l'Etat, elles n'ont pas d'effet multiplicateur direct au niveau de l'économie. Ainsi, à la proportion établie de 15,08 pour cent, il faut soustraire 5,53 pour cent. La proportion des rentrées fiscales par dollar de vente tombe alors à 9,55 pour cent dans le cas des coupes commerciales et finales et dans le cas des coûts d'établissement et d'entretien des plantations.

Donc

Yr x (9,55 pour cent)	=	rentrées fiscales de la valeur nette par hectare de la coupe finale.
ΣTa x (9,55 pour cent)	=	rentrées fiscales de la valeur nette par hectare des coupes d'éclaircies.
C x (9,55 pour cent)	=	rentrées fiscales venant du coût d'établissement par hectare.
E x (9,55 pour cent)	=	rentrées fiscales venant du coût d'entretien par hectare.

CHAPITRE IX

MATURITE FINANCIERE

Ce chapitre présente d'abord différents types de révolutions parmi lesquelles la révolution optimale est retenue en fonction de la rentabilité économique des plantations. Ensuite, la notion de valeur d'attente du fonds de terrain, que est en soit une rente économique, est abordée et reliée au concept de la révolution choisie auparavant. Cependant, cette valeur d'attente atteint une apogée lorsque l'investissement est financièrement mûr. En fonction de cette maturité, le comportement des variables du modèle économique est décrit, pour enfin conclure par une analyse de l'impact de ces mêmes variables.

9.1 CHOIX DU TYPE DE REVOLUTION

La révolution est la période de temps située entre la régénération d'un peuplement et le moment où ce dernier est coupé. Cependant, afin de répondre à des besoins spécifiques, le moment choisi pour effectuer la coupe finale peut varier, ce qui entraîne quatre grands types de révolution:

1- la révolution optimale, qui se définit comme celle qui est financièrement la plus profitable;

2- la révolution du revenu le plus élevé, qui se définit comme celle qui rapporte le revenu le plus élevé par hectare par année. Cette révolution ne considère pas le coût d'investissement effectué pour produire ce revenu;

3- la révolution technique, qui se définit comme celle dont la coupe finale est appropriée à un ou des marchés définis;

4- la révolution sylvicole, qui se définit comme la plus favorable à la régénération naturelle.

La révolution sylvicole n'est pas retenue car l'étude présente traite de la régénération artificielle. La révolution du revenu le plus élevé est rejetée parce que la formule de Faustmann doit tenir compte des coûts. Ainsi, le choix ne peut donc s'établir qu'entre la révolution optimale et la révolution technique. Cependant, le volume de bois peut ne pas répondre aux besoins du marché pour la rotation optimale, du fait que l'objectif de rentabilité exige souvent des révolutions plus courtes. Pour pallier à cette situation, des coupes d'éclaircies commerciales sont effectuées tout au long de la révolution. Les coupes d'éclaircies accélèrent la croissance en diamètre des arbres, mais elles n'allongent pas nécessairement la révolution optimale. En raison de l'objectif de rentabilité économique et aussi en raison du fait que les conditions du marché peuvent être respectées, la révolution optimale est préférée à la révolution technique.

9.2 VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

En foresterie, il existe deux théories importantes. La valeur d'attente de la forêt maintient que le but du forestier est d'obtenir le

revenu net le plus élevé possible de la forêt sans tenir compte du montant de capital requis pour produire ce revenu, tandis que la valeur d'attente du fond de terrain a pour but d'obtenir un rendement raisonnable sur le capital investi dans la forêt. Etant donné qu'au plan économique, il importe de considérer tant les coûts que les revenus, la valeur d'attente du fond de terrain est choisie. La révolution optimale est donc celle où la valeur d'attente du fond de terrain est la plus élevée.

9.3 MATURITE FINANCIERE

La maturité financière se définit comme l'âge au-delà duquel il n'est plus profitable de retenir un investissement particulier plus longtemps. Ainsi, pour réaliser le plus grand profit possible ou pour obtenir la valeur d'attente du fond de terrain la plus élevée, l'investisseur est justifié de garder sa plantation aussi longtemps que le coût de la conserver une autre année est moindre que l'augmentation de sa valeur dans le cours de l'année. La maturité financière tient donc compte des rendements décroissants. La détermination de la maturité financière permet ainsi de choisir la révolution optimale ou l'âge auquel il faut couper pour que la rentabilité de l'investissement soit maximale.

9.4 COMPORTEMENT DES VARIABLES

La définition du critère d'acceptabilité des options est des plus importantes dans cette étude car elle permet d'éliminer un grand nombre de combinaisons qui ne satisfont pas à cette condition

FIGURE IV

INFLUENCE DE L'INDICE DE FERTILITE

SUR LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

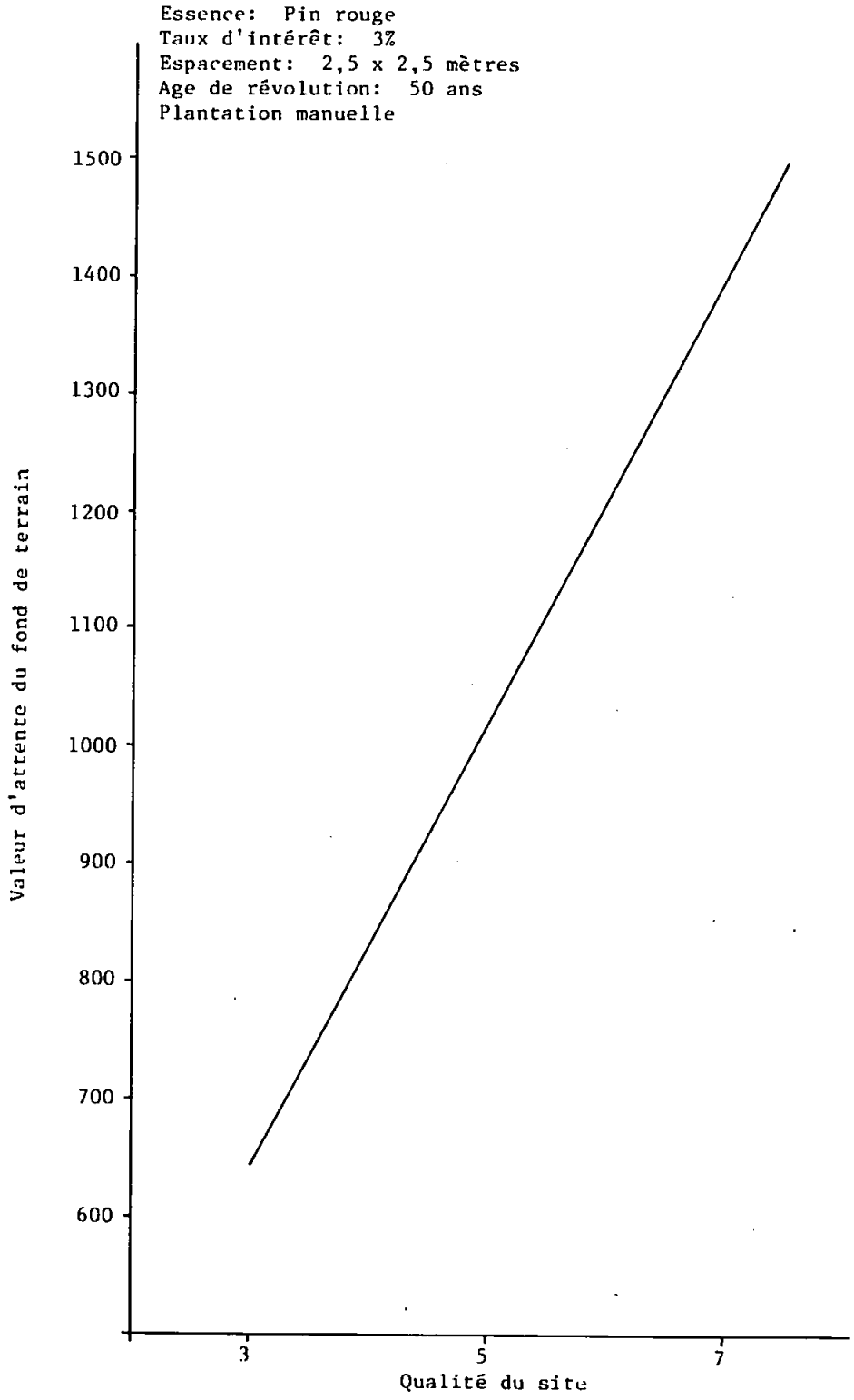
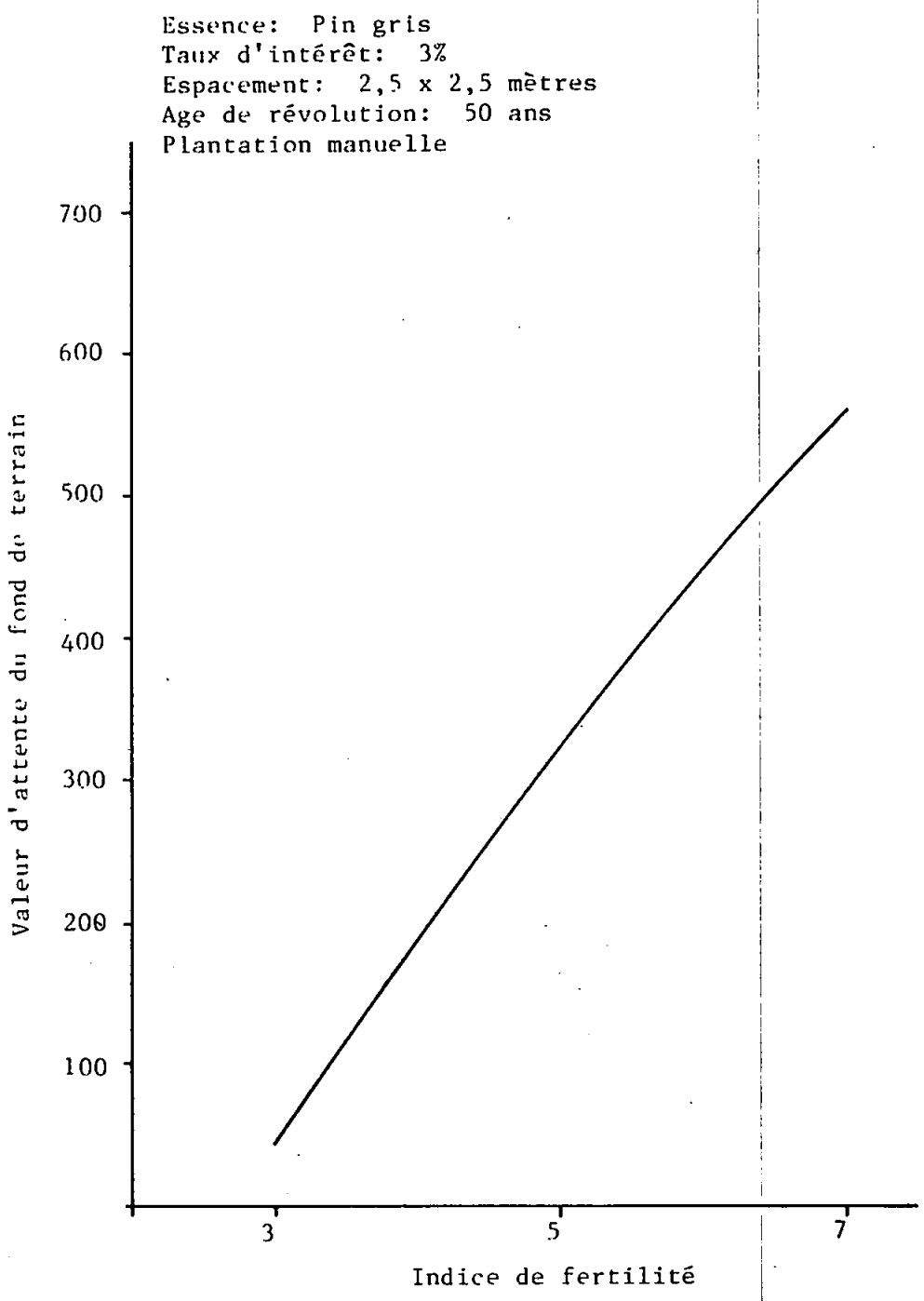


FIGURE V

INFLUENCE DE L'INDICE DE FERTILITE

SUR LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN



préalable. Le critère retenu est la valeur d'attente du fond de terrain *Se* plus grande que ou égale à zéro.

Cette valeur d'attente est calculée pour 3240 combinaisons, dont un certain nombre ne sont pas réalisables. Les *Se* sont calculés pour six méthodes de plantation. Chaque méthode est soumise à trois coûts, à trois taux d'intérêt, à cinq espacements et à quatre coupes, le tout en fonction de trois indices de fertilité.

Les tableaux composés de *Se* maximaux sont regroupés dans l'annexe I pour le pin rouge et dans l'annexe II pour le pin gris. Par la suite, une série de figures sont présentées pour illustrer graphiquement le comportement des variables comprises dans les tableaux.

9.4.1 INDICE DE FERTILITE

L'accroissement en volume est étroitement lié à la qualité de la station. Plus celle-ci grandit, plus le volume marchand par hectare s'accroit, ce qui a pour effet d'augmenter la valeur d'attente du fond de terrain.

9.4.2 ESPACEMENT INITIAL DES TIGES

L'espacement initial entre les semis influence fortement la valeur d'attente du fond de terrain. Les figures VI et VII montrent l'influence de l'espacement sur la valeur d'attente du fond de terrain, pour les différents sites. Pour le pin gris, l'espacement idéal est de 3,0 x 3,0 mètres, suivi de près par l'espacement de 2,5 x 2,5 mètres. Pour le pin rouge, il faut faire attention à l'interprétation des

FIGURE VI

INFLUENCE DE L'ESPACEMENT SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin rouge
Age de révolution: 50 ans
Taux d'intérêt: 3%
Plantation manuelle

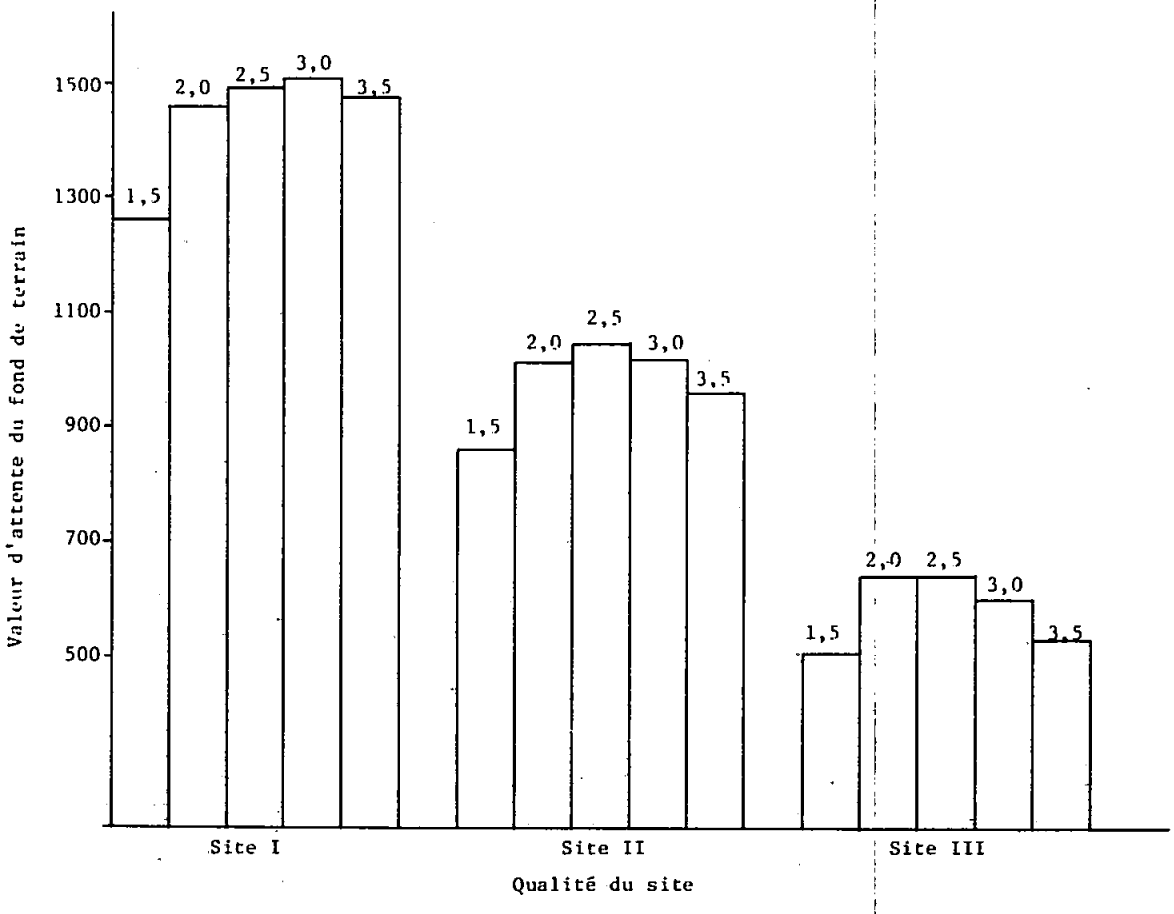
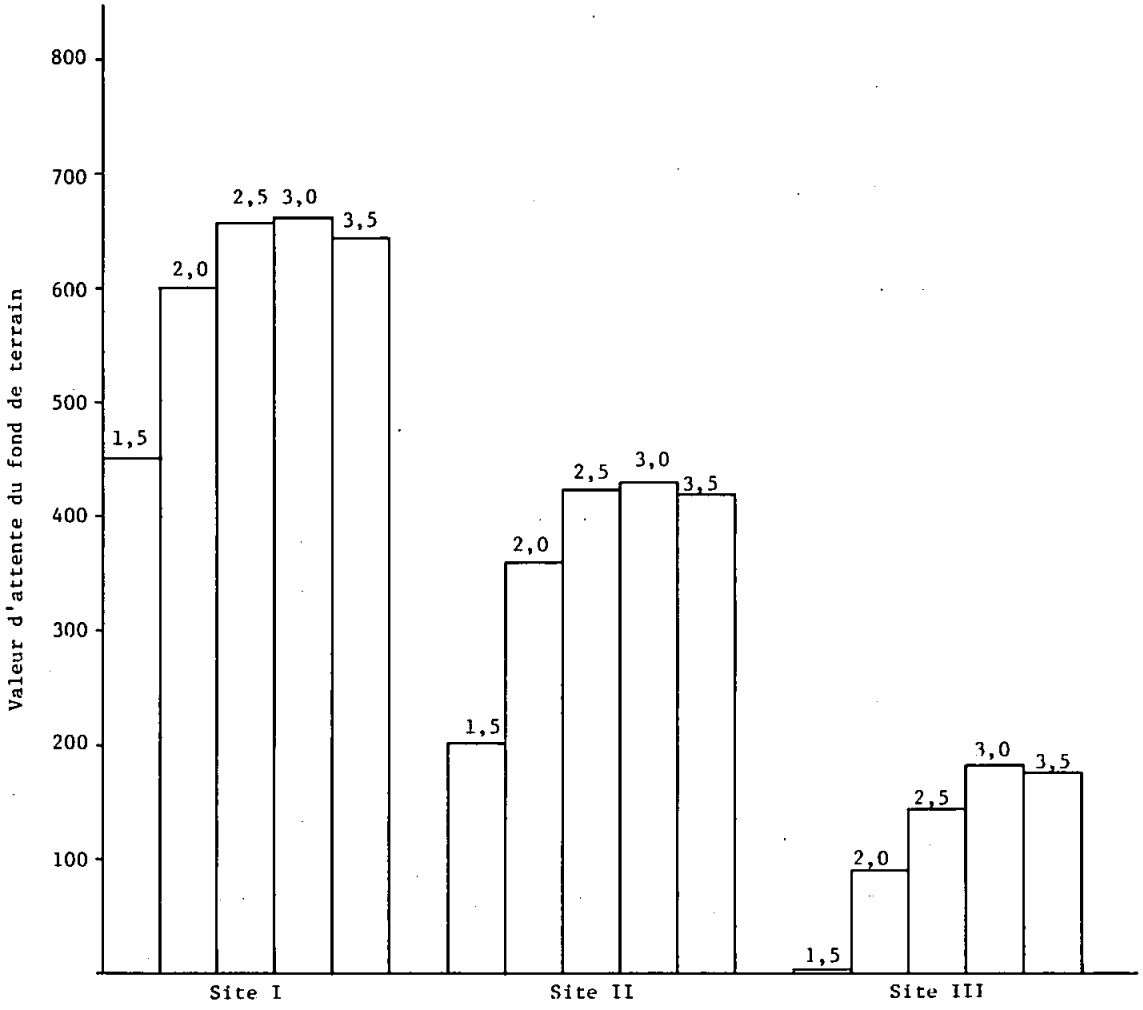


FIGURE VII

INFLUENCE DE L'ESPACEMENT SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin gris
Age de révolution: 50 ans
Taux d'intérêt: 3%
Plantation manuelle



résultats, surtout pour les espacements qui sont supérieurs à 2,5 x 2,5 mètres, à cause du manque de données suffisantes pour ce type d'espacement lors de la construction des tables de rendement physique. L'espacement le plus profitable est celui de 2,5 x 2,5 mètres, suivi de près par l'espacement de 2,0 x 2,0 mètres.

9.4.3 COUT D'ETABLISSEMENT

Les variations dans le coût d'établissement sont causées par la diversité des méthodes utilisées pour mettre les semis en terre. L'utilisation de l'une ou l'autre des six méthodes analysées dépend des conditions du terrain à reboiser. Il est logique de penser que plus les conditions de terrain sont défavorables, plus la méthode de plantation est dispendieuse. Les figures VIII et IX illustrent bien l'effet du coût d'établissement sur la valeur d'attente du fond de terrain. Plus ce coût est élevé, moins la valeur d'attente est grande. Ainsi, pour une valeur d'attente du fond de terrain nulle si l'on choisit pour le site 3 un espacement de 2,5 x 2,5 mètres, les déboursés maximaux permis pour un taux de rendement de 3 pour cent sont de plus de 600 dollars par hectare pour le pin rouge et d'environ 225 dollars par hectare pour le pin gris. Pour les autres sites, la marge de manoeuvre va s'accroissant à mesure que la qualité du site augmente. Si l'on tient compte de la valeur d'attente du fond de terrain, ce qui serait le cas pour l'entrepreneur privé, on s'aperçoit de l'importance de diminuer les coûts d'établissement.

FIGURE VIII

INFLUENCE DU COUT D'ETABLISSEMENT SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin gris
Age de révolution: 50 ans
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Taux d'intérêt: 3%
Indice de fertilité: 3 & 5

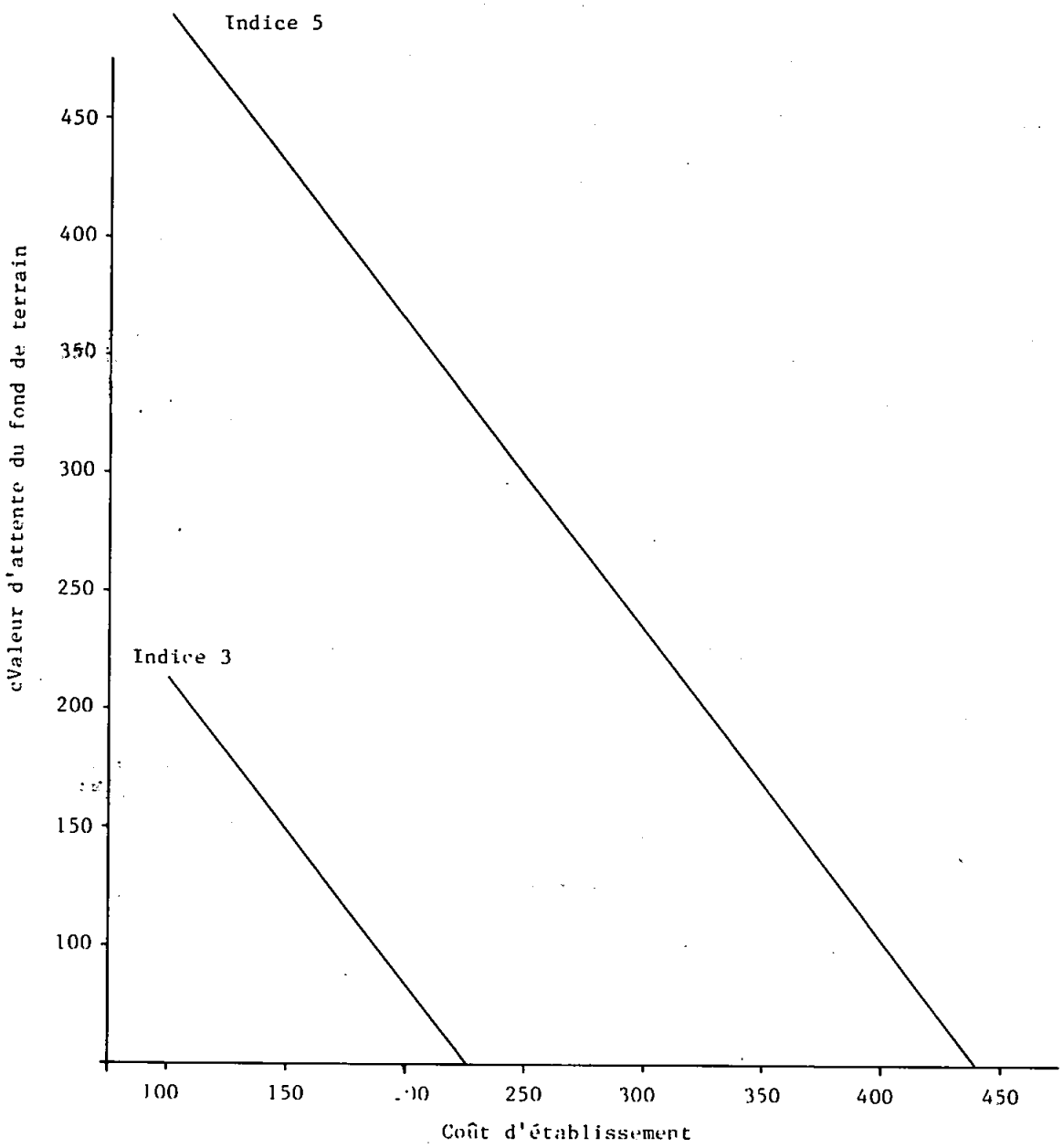
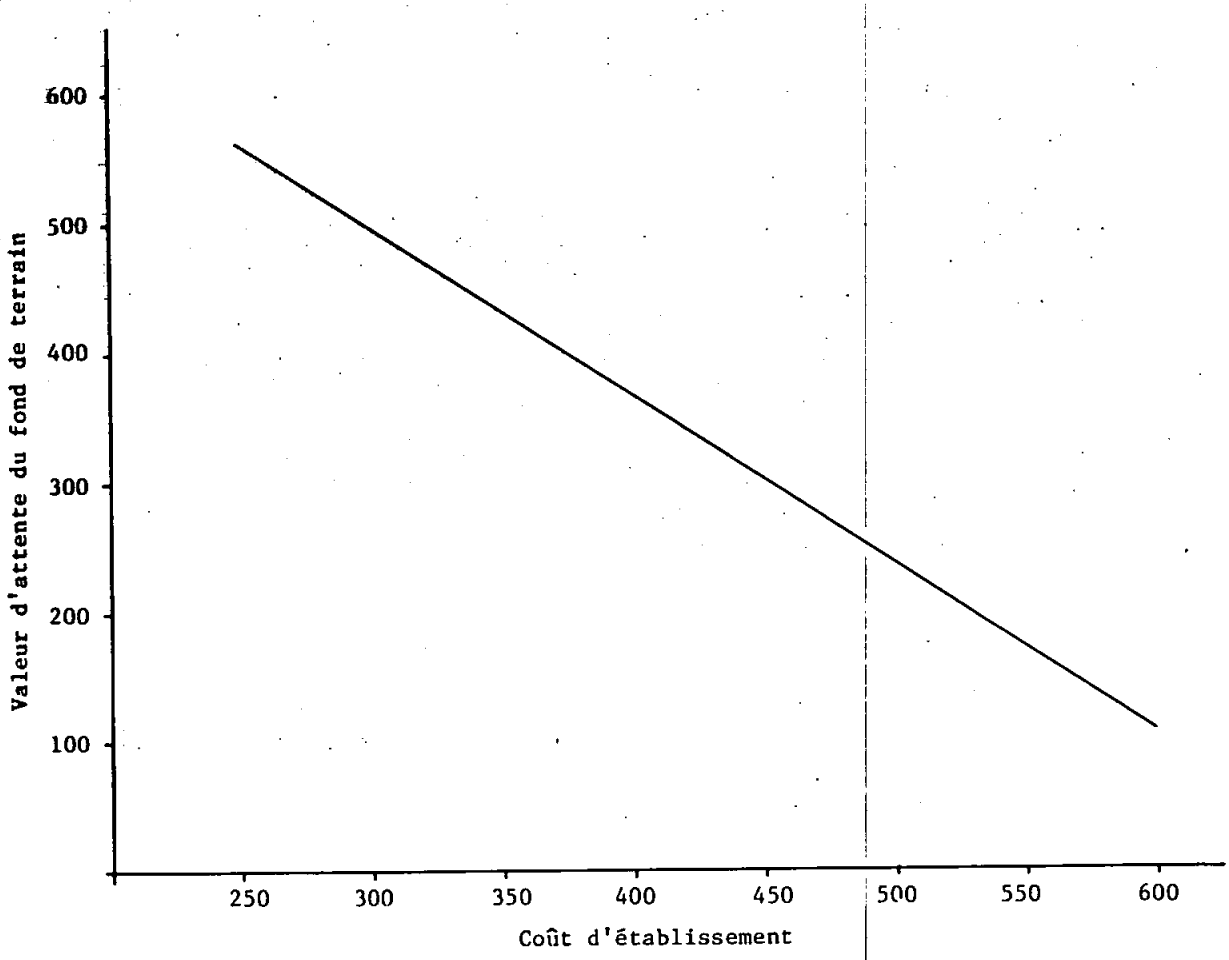


FIGURE IX

INFLUENCE DU COUT D'ETABLISSEMENT SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin rouge
Age de révolution: 50 ans
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Taux d'intérêt: 3 %
Indice de fertilité: 3



9.4.4 AGE DE REVOLUTION

L'étude considère cinq âges pour effectuer la coupe à blanc: 20, 30, 40, 50 et 60 ans. Pour plusieurs de ces révolutions, un régime d'éclaircies, tel que décrit au chapitre V, est appliqué. Les figures X et XI indiquent les relations qui existent entre l'âge de la révolution et la valeur d'attente du fond de terrain. De plus, elles indiquent, pour les différents sites, les âges de révolution optimale pour une coupe à blanc sans intervention: ces âges varient entre 52 et 55 ans, selon l'essence et la qualité du site.

Il est très difficile de déterminer l'impact de l'éclaircie sur l'âge de révolution optimale. La figure XII démontre que l'éclaircie accroit sensiblement la valeur d'attente du fond de terrain dans le cas d'une seule éclaircie. Pour les régimes à deux et trois éclaircies, la valeur d'attente du fond de terrain croît d'une façon importante dans le cas du pin gris et diminue sensiblement dans le cas du pin rouge. Cette tendance pour le pin rouge s'explique par les interventions faites en bas âge, lorsque la valeur de bois sur pied est faible, et par la croissance après l'éclaircie, qui en volume marchand est plus forte que le volume récolté lors de l'éclaircie, mais trop faible lorsqu'intervient la valeur de bois sur pied et les coûts d'établissement.

9.4.5 LE TAUX D'INTERET

Le taux d'intérêt détermine le degré de rentabilité d'un projet. Comme l'étude est faite à prix constants et que selon Musnier (1975), pour des projets en foresterie il n'y a aucune différence au

FIGURE X

INFLUENCE DE L'AGE DE REVOLUTION SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin rouge
Taux d'intérêt: 3 %
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Plantation manuelle

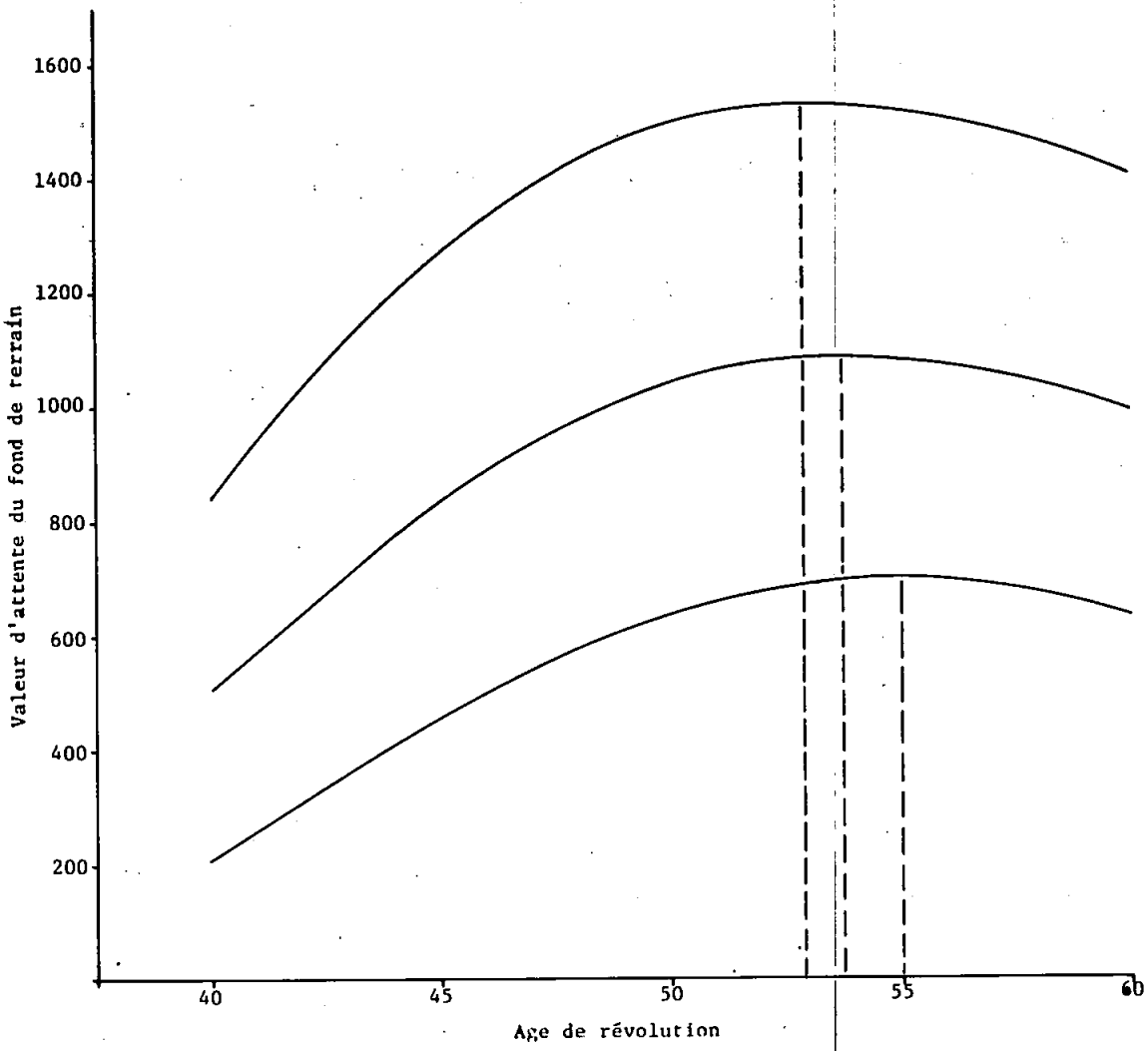


FIGURE XI

INFLUENCE DE L'AGE DE REVOLUTION SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin gris
Taux d'intérêt: 3 %
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Plantation manuelle

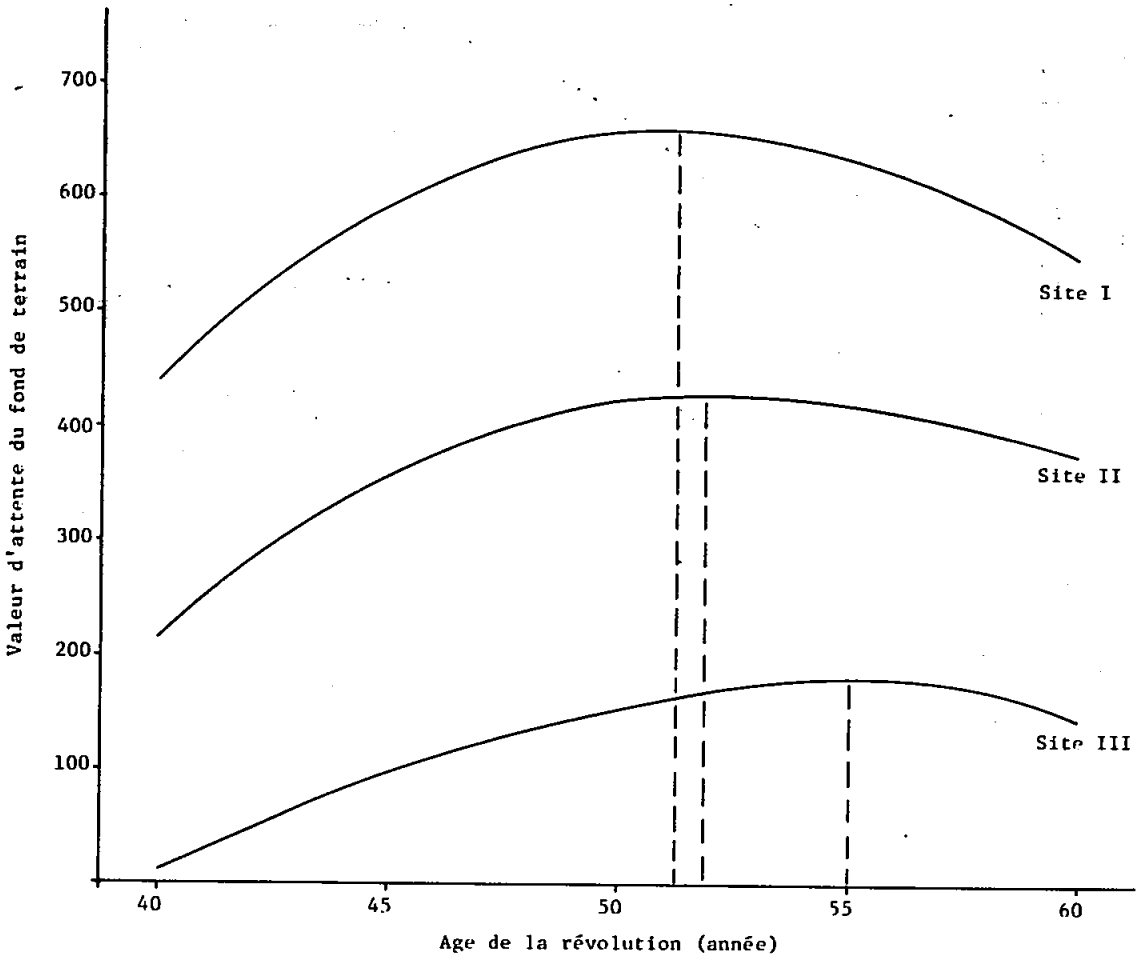


FIGURE XII

INFLUENCE DE L'ECLAIRCIE SUR LA VALEUR

D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

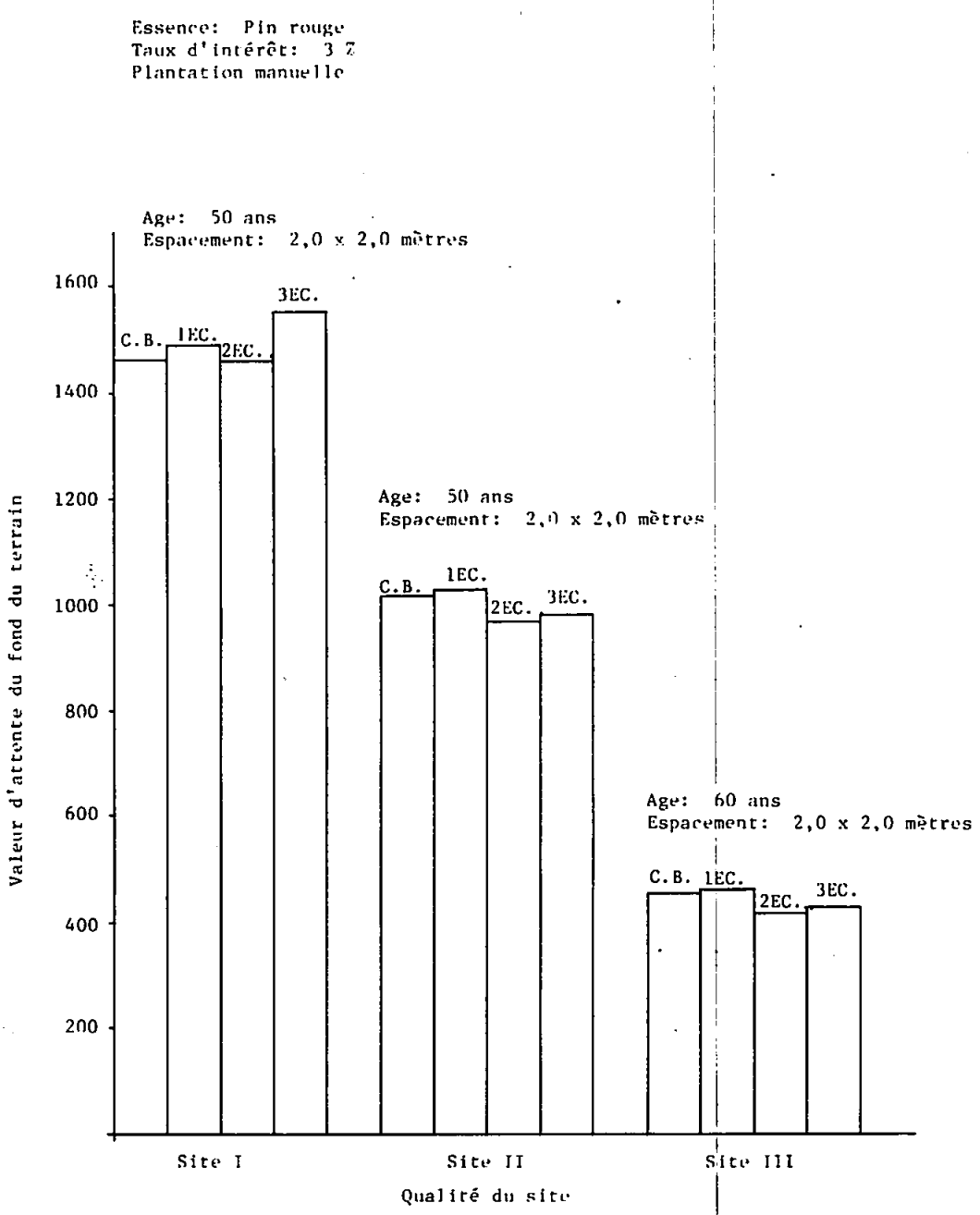
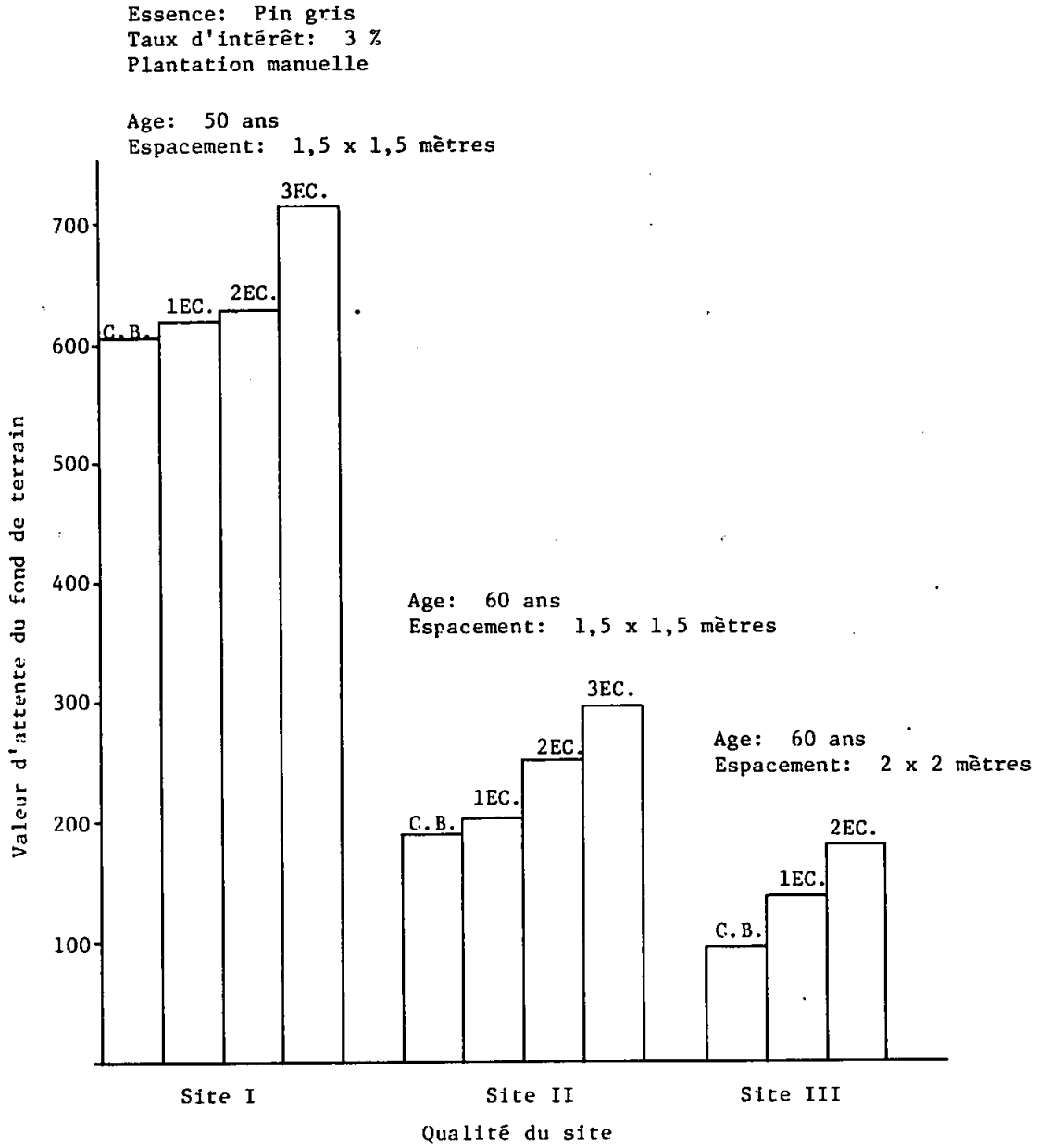


FIGURE XIII

INFLUENCE DE L'ECLAIRCIE SUR LA

VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN



point de vue rentabilité entre une étude à prix réel et une étude à prix constants, il n'est pas nécessaire de tenir compte du rôle de l'inflation. Les figures XIV et XV montrent la rentabilité des deux essences, selon la qualité des différents sites. On peut voir que pour une plantation manuelle, soit la méthode la plus dispendieuse, et pour une valeur d'attente du fond de terrain nulle, on peut atteindre des rendements de 6,9 pour 100 et 5,8 pour 100 pour le pin rouge et le pin gris respectivement, pour le site de meilleure qualité. Le rendement pour le site 3 est de 5,4 pour 100 pour le pin rouge et de 4 pour 100 pour le pin gris. De plus, le taux d'intérêt a un impact sur l'âge optimal de révolution (figure XVI). Ainsi, plus le taux d'intérêt est élevé, plus il devient avantageux de couper de bonne heure, soit aux environs de 50 ans pour les deux essences dans le cas d'un taux de rendement de 5 pour cent, comparativement à 55 ans pour un taux de rendement de 3 pour cent.

9.5 IMPACT DES VARIABLES

Les variables qui exercent la plus grande influence sur la valeur d'attente du fond de terrain sont les coûts d'établissement, la valeur du bois sur pied, le taux d'intérêt et l'espacement initial des semis.

Le taux d'intérêt est important dans la détermination de la rentabilité d'une plantation puisque plus le taux est élevé, plus la révolution doit être raccourcie pour que l'investissement soit rentable. Cependant, son influence est étroitement liée aux objectifs

FIGURE XIV

INFLUENCE DU TAUX D'INTERET SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin rouge
Age de révolution: 50 ans
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Indice de fertilité: 3, 5, 7
Plantation manuelle

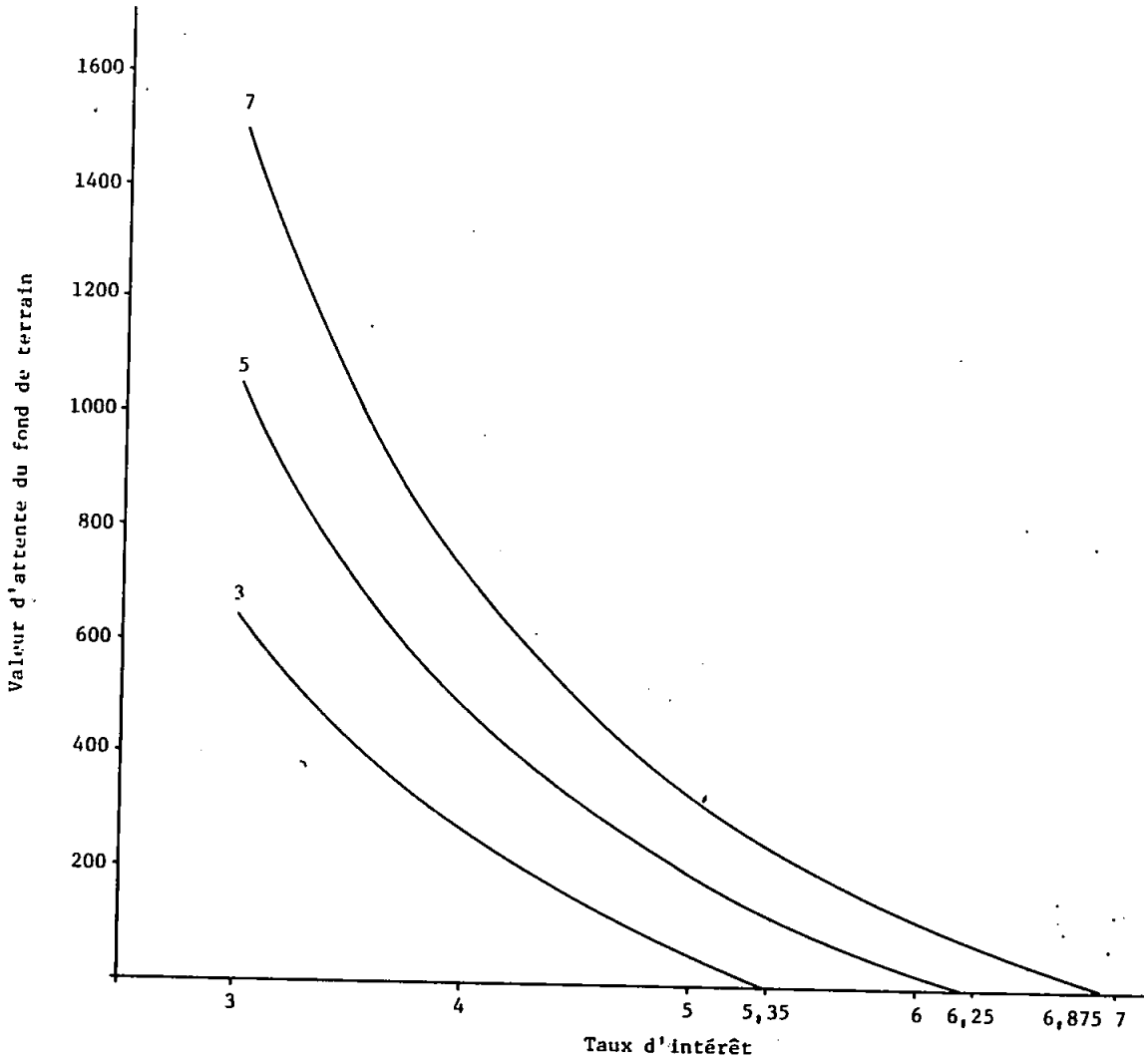


FIGURE XV

INFLUENCE DU TAUX D'INTERET SUR

LA VALEUR D'ATTENTE DU FOND DE TERRAIN

Essence: Pin gris
Age de révolution: 50 ans
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Indices de fertilité: 3, 5, 7
Plantation manuelle

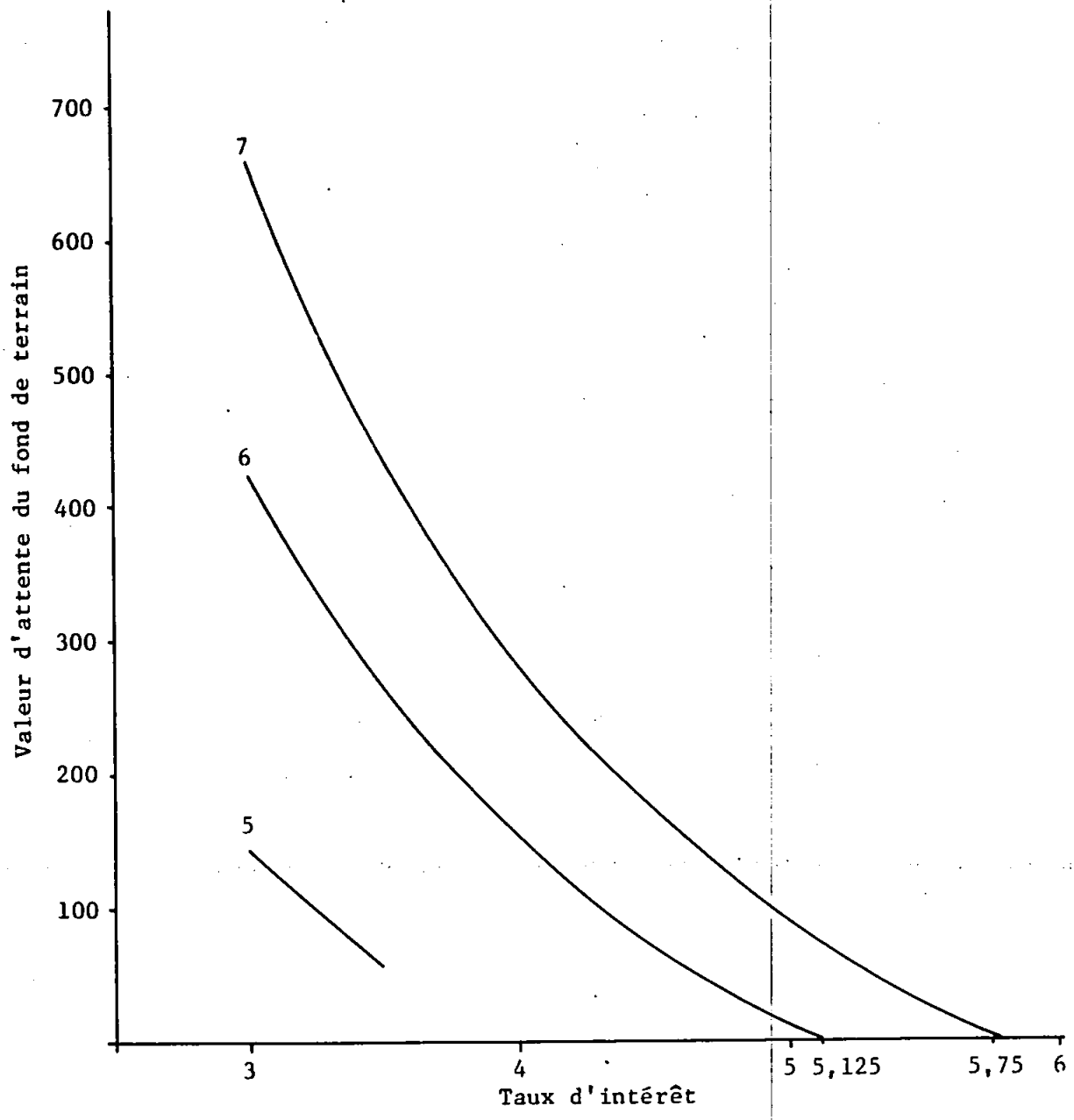
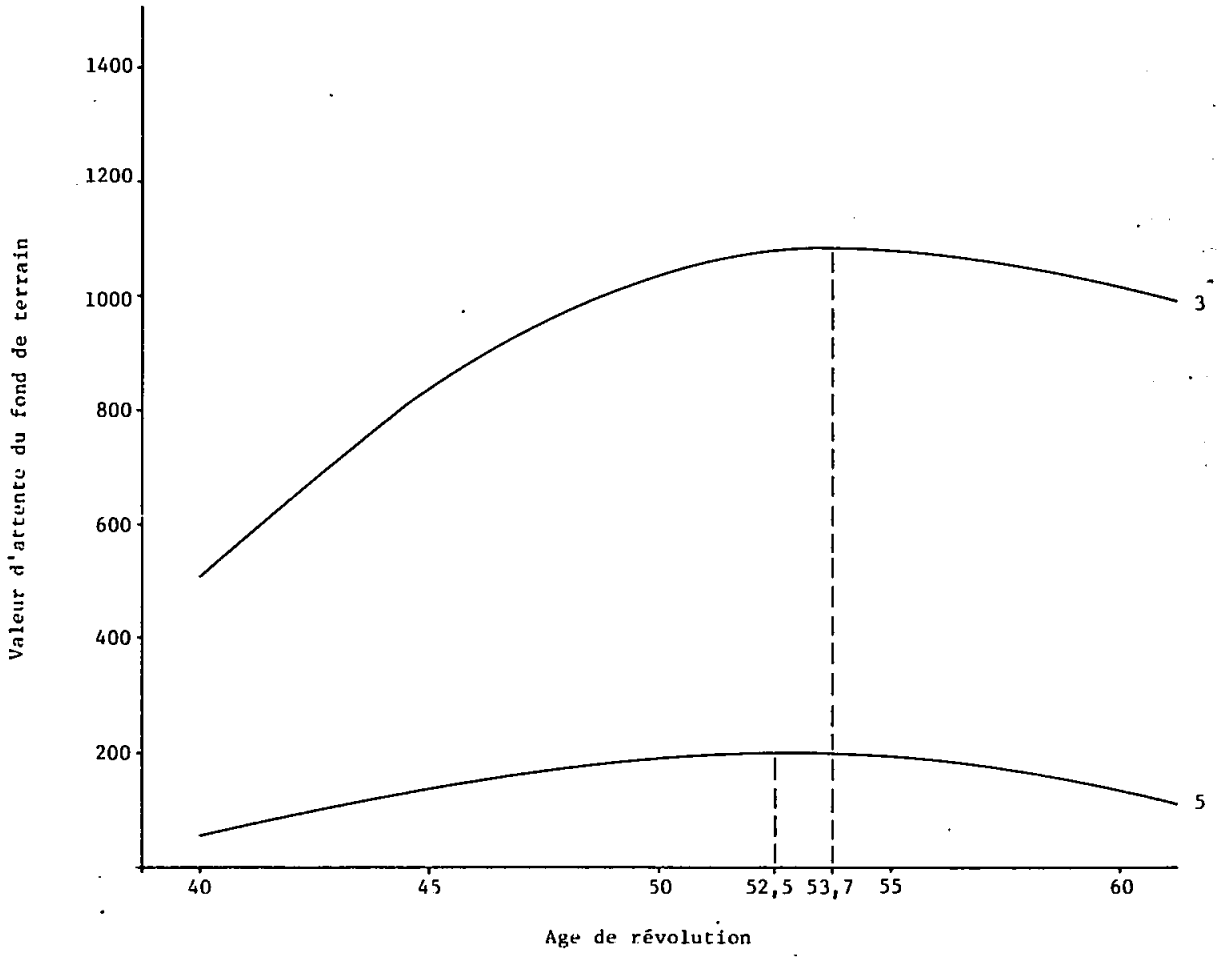


FIGURE XVI

RELATION ENTRE LE TAUX D'INTERET

ET L'AGE OPTIMAL DE REVOLUTION

Essence: Pin rouge
Taux d'intérêt: 3 et 5 %
Espacement: 2,5 x 2,5 mètres
Plantation manuelle



de rendement sur l'investissement que le gouvernement désire se fixer. En effet, lorsque le taux d'intérêt de 3 pour cent est choisi, la révolution optimale se situe aux environs de 55 ans, tandis que le choix de 5 pour cent réduit l'âge de la révolution à tout près de 50 ans, selon l'espacement et l'indice de fertilité.

L'espacement initial, pour sa part, influence le rendement physique en plus de jouer directement sur les coûts. Ainsi, un espacement serré coûte cher et malgré des coupes d'éclaircies commerciales bien programmées, il ne réussit pas nécessairement à augmenter suffisamment le volume commercial de matière ligneuse pour contrebalancer son coût initial. Par contre, un espacement trop grand produit le même résultat puisqu'au départ, en raison du petit nombre de plants, le rendement en matière ligneuse par tige doit être supérieur pour pouvoir en contrebalancer le coût. Le rendement sur l'investissement est optimal pour l'espacement de 3,0 x 3,0 mètres, principalement sur les terrains dont l'indice de fertilité est de 7, tant pour le pin gris que pour le pin rouge.

Bien qu'elle soit directement reliée à l'état du marché, la valeur de bois sur pied est fonction de la qualité du bois, qui en augmente ou en diminue la valeur commerciale. Cette variable a moins d'incidence sur les résultats de l'étude du fait qu'elle n'a pas été soumise aux conditions des différents marchés locaux et qu'elle ne tient pas compte de la qualité du bois. Ainsi, pour une valeur du bois sur pied plus élevée pour une région donnée, certaines alternatives d'aménagement peuvent devenir économiquement rentables et vice versa.

Il en est de même pour la qualité du bois qui, avec une essence comme le pin rouge, permettrait une valeur de bois sur pied plus élevée que pour le pin gris, pour un même âge donné. Plus elle est élevée, moins le rendement physique exigé des plants doit être grand pour contrebalancer les coûts initiaux permettant des révolutions plus courtes.

Ces coûts d'implantation sont évidemment cruciaux, puisque c'est leur niveau qui détermine en grande partie la rentabilité ou la non-rentabilité d'une alternative. Plus ils sont élevés, plus la production de matière ligneuse commerciale devra être élevée, plus la valeur du bois sur pied devra être grande, plus la qualité du site devra être supérieure, moins le taux d'intérêt devra être élevé, de façon à pouvoir les combler et peut-être même donner un profit. Que ce soit pour le pin rouge ou pour le pin gris, un coût d'établissement minimum se traduit par un rendement financier maximum. Cependant, même si l'investissement initial est moins coûteux pour le pin gris que pour le pin rouge, le rendement physique de ce dernier lui permet d'atteindre une plus grande rentabilité.

Quant aux dépenses annuelles, elles n'influencent que la valeur d'attente du fond de terrain et elles n'ont aucune influence sur les autres variables. Cependant, il faut maintenir ces dépenses au minimum,sinon elles risquent de devenir un lourd fardeau pour la rentabilité des plantations.

De ces considérations se dégage l'importance pour le ministère des Terres et Forêts d'utiliser les techniques d'implantation des plus économiques, de reboiser avec les essences les plus favorables et d'utiliser les sols les plus productifs et les plus propices au reboisement.

CHAPITRE X

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

10.1 CONCLUSIONS

Cette étude doit être avant tout un guide pour le Service de la restauration du ministère des Terres et Forêts dans l'établissement de ses critères de décision en regard du reboisement en pin rouge et en pin gris au Québec et, ultérieurement, en regard des autres essences.

Les résultats sont avant tout des approximations de la réalité, en raison de l'absence de données dendrométriques. Au delà de 35 et 45 ans respectivement, le rendement physique des plantations en pin rouge et en pin gris au Québec demeure donc hypothétique. De plus, le choix des valeurs de bois sur pied demeure une mesure arbitraire qui ne reflète pas les conditions régionales du marché. Enfin, les nombreuses hypothèses rattachées à l'utilisation du modèle économique et aux coûts d'établissement permettent d'affirmer que les résultats obtenus dans cette étude doivent être manipulés avec précaution.

10.2 RECOMMANDATIONS

Il faut préciser que les recommandations découlent non seulement des résultats obtenus directement par cette étude, mais aussi des observations qui ont été faites tout au long du processus de recherche. Bien qu'elles n'entrent pas explicitement dans le mandat de l'étude, un certain nombre d'entre elles peuvent cependant concourir pratiquement à rentabiliser les investissements exécutés par le ministère des Terres et Forêts dans le reboisement.

Il est donc recommandé de:

Essence

1- Reboiser en pin rouge puisque cette essence s'avère plus rentable que le pin gris, pour autant que les conditions d'établissement le permettent;

2- Effectuer une étude de rentabilité pour les autres essences. Cette étude permettrait d'établir des critères de choix quant aux essences de reboisement;

Coûts

3- Etablir un système comptable uniforme pour la récolte des cônes et la production des semences et pour la production et la mise en terre des plants. Ce système permettrait au Ministère d'obtenir des coûts fiables et d'exercer un meilleur contrôle sur ces opérations;

4- Etudier le coût alternatif de la production des semis en contenants;

5- Etudier la possibilité d'établir des serres dans les pépinières en vue d'étendre et de régulariser la production des semis sur une base annuelle et aussi d'utiliser au maximum les ressources humaines et physiques en place;

6- Déterminer la capacité de production maximale de chaque pépinière afin de tirer avantage des économies d'échelles, ce qui permettrait de réduire de façon considérable les coûts pour 1 000 plants et conséquemment, d'augmenter la rentabilité des essences de reboisement;

7- Ne plus repiquer le pin rouge et le pin gris en raison du coût supplémentaire de cette opération, puisque l'augmentation du coût d'établissement réduit considérablement la rentabilité de la plantation;

8- Réduire les frais généraux des pépinières, qui sont beaucoup trop élevés. Cette réduction peut se faire par une diminution des frais d'embellissement et de rénovation des bâtiments et aussi par une meilleure utilisation conjointe des équipements;

9- Etablir une meilleure planification entre la production des plants et leur distribution sur les lieux de reboisement. En effet, les pertes subies dans le transport et les délais subis par les plants qui demeurent une année supplémentaire en pépinière augmentent de beaucoup les coûts de production;

10- Commencer les projets de reboisement au temps prévu car les retards peuvent provoquer un débourrement précoce des plants et causer leur perte. Ces pertes réduisent les possibilités de produire un volume marchand rentable;

11- Abandonner l'utilisation du modèle de planteuse mécanique *Standard*. Ce dernier et le modèle *Tractor Mounted* servent aux mêmes fins, mais le second a l'avantage d'être plus économique;

12- Planifier le reboisement en débutant par les terrains qui sont les plus faciles à reboiser et par conséquent, les moins dispendieux, pour passer ensuite aux terrains plus difficiles si nécessité il y a. Le planificateur favoriserait ainsi une plus grande rentabilité des plantations;

13- Unifier la direction de la planification et de l'exécution des opérations d'établissement des plantations (récolte des cônes - production en pépinière - reboisement);

14- S'assurer que les projets de reboisement choisis sont réalisables. En effet, chaque année, un certain nombre de projets avortent parce qu'ils sont mal préparés, ce qui a pour conséquence d'augmenter les coûts du reboisement;

Rendement physique

15- Choisir les essences de reboisement en fonction des besoins des utilisateurs du secteur à reboiser;

16- Etablir des places échantillons permanentes dans les plantations déjà existantes afin de suivre l'évolution de la croissance de la matière ligneuse des plantations;

Indice de fertilité

17- Reboiser préférablement sur les terrains les plus fertiles, car l'indice de fertilité influence le rendement en volume marchand et favorise ainsi la rentabilité économique des plantations;

Options d'aménagement

18- Pratiquer obligatoirement des coupes d'éclaircies commerciales dans les plantations, puisqu'elles accélèrent la croissance de la matière ligneuse restante et permettent ainsi de raccourcir la révolution optimale;

19- Reboiser avec un espacement initial des plants variant entre 2,0 x 2,0 et 3,0 x 3,0 mètres, puisque ces espacements s'avèrent être les plus rentables;

Valeur du bois sur pied

20- Adapter l'étude présente aux conditions particulières qui existent sur les marchés régionaux. La rentabilité de certaines alternatives pourrait être modifiée puisque les valeurs du bois sur pied seraient différentes;

21- Etendre cette étude aux autres utilisations marchandes de la matière ligneuse, ce qui accorderait une plus grande flexibilité à la maturité financière des plantations.

Critères de choix

22- Les projets de reboisement doivent être choisis en fonction des critères suivants:

- l'essence
- le coût d'établissement
- l'indice de fertilité du site
- l'utilisation du bois
- les conditions régionales du marché
- les conditions du terrain qui influencent le choix du modèle de planteuse à utiliser.

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON, G. *Economics of site preparation and land regeneration in the South: example of an industry concept.* Journal of Forestry, Oct. 1958, Vol. 56, No 10, p. 754-756.

ARTMAN, J.O. *A new look at planting costs* Forest Farmer, 8 octobre 1958, Vol. 18, No 1, 8 p.

BAILEY, W.S. *Reforestation in Saskatchewan.* Montreal, Canadian Pulp and Paper Association, Woodlands Section, 1971, 8 p.

BALDWIN, H.I. *Thinning red pine planted at different spacings.* Fox Forest Notes, February 1959, No 71, 2 p.

BERRY, A.B. *Effect of heavy thinning on the stem form of plantation.* Grown Red Pine. Department of Forestry, Publication, No 1126, Canada, 1965, 16 p.

BERTRAND, V. et H. BOLGHARI. *Suggestions de travaux d'expérimentation et de pratiques sylvicoles - Mémoire présenté au Bureau de sylviculture et de botanique.* 1966. 12 p.

BOLGHARI, H.A., 1976. *Estimation de la production de jeunes plantations de pin rouge et de pin gris du sud du Québec.* J. Can. de Rech. for. 6: 478-486.

BONNOR, G.M. *Product yield tables for red pine plantations.* Faculty of Forestry, University of Toronto, Technical Report, No. 8, 1967, 11 p.

BOULIANNE, G. *La Dépréciation des immobilisations en pépinière.* Québec 1973, Ministère des Terres et Forêts, 18 p., non publié.

BUNTING, W.R. et R.E. MULLIN. *Summer and fall plantings of jack pine in Ontario suffer high mortality and height growth after 15 years.* Tree planter's notes, Vol. 18, No 1, March 1967, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, pp. 22-24.

BUONGIORNO, J. et E. TEEGUARDEN. *An economic model for selecting Douglas-fir reforestation projects.* Hilgardia, Volume 42, Number 3, July 1973, 120 p.

BURGESS, R.H. *Out of the doldrums: reforestation in Nova Scotia.* Montréal, Canadian Pulp and Paper Association, Woodlands Section, 1971, 7 p.

CAMPAGNA, J. et J.M. FORTIN. *Le reboisement au Québec, réalisations et objectifs.* Ministère des Terres et Forêts, Direction générale des Bois et Forêts, Service de la restauration, 1970, pp. 191-199.

CARPENTIER, J.-P. et J. TREMBLAY. *Rapport de récolte de cônes 1973, Tome I.* Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration, Québec, 1974. 54 p.

CHAPMAN, H. et W.H. MEYER. *Forest valuation; with special emphasis on basic economic principles.* McGraw Hill, N.Y. and London, 1947, xii, 521 p.

CLOUTIER G. et R. PERREAULT. *Modèle d'évaluation de la valeur du bois sur pied.* Québec, 1974. Ministère des Terres et Forêts, 174 p.

DANCAUSE, A. *Normes de reboisement des terres publiques.* Québec, Ministère des Terres et Forêts, Service de la restauration, Division du reboisement, 1971, 77 p.

ENGHARDT, H.G. et W.F. MARM. *Ten-year growth of planted slash pine after early thinnings.* New Orleans, Southern Forest Experiment Station, 1972, 11 p.

FERDINAND, I.S. *Reforestation of cutover lands at North Western Pulp and Paper Ltd.* Montreal, Canadian Pulp and Paper Association, Woodlands Section, 1971, 12 p.

GODMAN, R.M. et N.F. SMITH. *Influence of regular spacing on growth of a red pine plantation.* U.S. Department of Agriculture, U.S. Forest Service, Lake States Forest Experiment Station, Research Note LS-17, 1963, 3 p.

GRUT, M. Pinus radiata, *Growth and Economics.* A.A. Balkenra, Cape Town, 1970, 234 p.

HERRICK, O. et J.E. MORSE. *Investment analyses of stand improvement and reforestation opportunities in Appalachian forests.* Upper Darby, Pa., 1968, 43 p.

HILEY, W.E. *Economics of plantations.* Faber and Faber Limited, London, 1956, 216 p.

KAYE, M. *Manitoba reforestation program levels out.* Montreal, Canadian Pulp and Paper Association, Woodlands Section, 1971, 9 p.

KER, H.W. *Reforestation needs in the Vancouver forest district.* The Vancouver Foundation (a.o.), Vancouver, Univ. of British Columbia, 1960, 19 p.

KERNAN, H.S. *Reforestation in Spain.* Syracuse (s.d.), 52 p. (Syracuse Univ. College of Forestry - World Forestry Publication, 3).

LAVOIE, J.-M. et R. MAROIS. *Analyse économique de quatre projets de restauration forestière (saison 1971/72)* Qué., Min. des Terres et Forêts, Serv. de la recherche, 1972, 27 p.

LAVOIE, J.-M. *Rentabilité des travaux de restauration forestière.* Québec, novembre 1971. Ministère des Terres et Forêts. 49 p.

LEMELIN, A. Résumé de principes généraux tiré de *Thinning in lodgepole pine stands in Alberta* by L.A. Smithers, 1967, 8 p.

LOVE, D.V. et J.R.M. WILLIAMS. *Economics of plantation forestry in Southern Ontario.* Toronto, Department of Regional Economic Expansion, 1968, x, 46 p.

LUNDGREN, L. *Thinning red pine for high investment returns.* St. Paul, Minn., 1965, 20 p. (U.S. Lake States Forest Experiment Station, Research Paper LS-18).

LUNDGREN, L. *Cost-price: a useful way to evaluate timber growing alternatives.* North Cent. For. Exp. Stn., St-Paul-Minn., 1973, 16 p.

MANTHY, R.S. *An investment guide for cooperative forest management in Pennsylvania.* NE. Forest Exp. Sta., Upper Darby, Pa., 1970. 59 p.

MANTHY, R.S., C.D. RANNARD et V.J. RUDOLF. *The Profitability of red pine plantations.* Res. Rep., Michigan State Univ. Agric. Exp. Sta. East Lansing, 1964, 11 p.

MARTY, R. *A guide for evaluating reforestation and stand improvement projets, in timber management planning on the National forests.* U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C., April 1966, 54 p.

MINISTERE DES TERRES ET FORETS. *Exposé sur la politique forestière. Réforme et programme d'action. Tome 2.* Gouvernement du Québec, 1972, 191 p.

MINISTERE DES TERRES ET FORETS. *Exposé sur la politique forestière, Prospective et problématique. Tome 1.* Gouvernement du Québec, 1971, 280 p.

MUSNIER, A., 1975. *Analyse d'investissement à prix réels et à prix constants*. Québec, Ministère des Terres et Forêts, Service de la recherche, Note 5, 1975.

NADEAU, J.-P. *Notes préliminaires sur le droit de coupe, la valeur du bois debout et la rente économique*. Québec, Ministère des Terres et Forêts, Service de la recherche, 1971, 9 p.

NADEAU, J.-P. *Economics of Reforestation*. Québec, Ministère des Terres et Forêts, Service de la recherche, Extrait no 1, 1970, 6 p.

NADEAU, J.-P. et R. DESROSIERS. *Foresterie et développement économique au Québec*. Québec, Ministère des Terres et Forêts, 1970, 97 p.

NADEAU, J.-P. *Trends and Challenges in the Canadian Forest Industries. Prepared for the Tenth Commonwealth Forestry Conference Oxford and Aberdeen, Scotland*. Environnement Canada, Service des Forêts, 51 p., septembre 1974. Aussi en français.

OPERATIONS RESEARCH INDUSTRIES (O.R.I.) LTD. *Timber resources economic evaluation (TREE) Model*. Ontario. Department of Lands and Forests, Toronto, 8 juin 1970, 79 p.

PAYANDEH, B. *Plonski's yield tables formulated*. Information Canada, 1973. 14 p.

PAYNE, B.R. *Trends in reforestation and its cost in the Pacific northwest, Portland, Oregon*. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Feb. 1964, 11 p.

POURTET, J. *Repeuplements artificiels, 3e éd*. Nancy, Ecole nationale des eaux et forêts, 1964, 278 p.

REDMOND, R.A. *Reforestation techniques being used by the province of New Brunswick*. Montreal Canadian Pulp and Paper Association. Woodlands Section, 1971., 9 p.

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

SMITH, J.H.G., H.W. KER and J. SCIZMAZIA. *Economics of reforestation of Douglas fir, Western hemlock and Western red cedar in the Vancouver forest district*. The University of British Columbia, August 1961, 144 p.

SMITH, J.H.G. *Economic objectives in reforestation*. Forestry Chronicle, June 1963, pp. 138-144.

SMITHERS, L.A. *Thinning in red and white pine stands at Petawawa Forest Experiment Station.* Silvicultural research Note, No 105, Department of Northern Affairs and National Ressources, Forestry Branch, Forest Research Division, 1954, Canada, 52 p.

SMYTH, J.H. et B.W. KARAIM. *An economic analysis of reforestation cost in Alberta.* Northern Forest Research Centre, Edmonton, Alberta, Environnement Canada, Service des forêts, July 1972, 51 p.

STENEKER, G.A. *Thinning in trembling aspen stands, Manitoba and Saskatchewan.* Department of Forestry Publications. 1966. 27 p.

STIELL, W.M. *Intermediate cuttings in red and white pine plantations.* Forest Research Division, Technical Note, No 81, 1959, 16 p.

STIELL, W.M. *The Petawawa plantations.* Canada, Department Northern Affairs and Natural Ressources, Technical Note, No 21, 1955, 46 p.

STIELL, W.M. *Spacing and survival tables for plantations.* U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Tree planter's notes, Vol. 19, No 3, Fall 1968, pp. 18-21.

STIELL, W.M. et S.B. BERRY. *Yield of unthinned red pine plantations at the Petawawa Forest Experiment Station.* Department of the Environnement Canadian Forestry Service. Publication no 1320. Information Canada Catalogue no Fo 47-1320. Ottawa, 1973, 16 p.

TEEGUARDEN, D.E. et H. von SPERBER. *Abstract of scheduling Douglas-fir reforestation investments, a comparison of methods.* 1968, mimeo. 27 p.

TEEGUARDEN, D.E. *Economic criteria and calculated risk in reforestation investment decisions.* Journal of Forestry, January 1969, pp. 25-30.

TEEGUARDEN, D.E. et H.L. von SPERBER. *Scheduling Douglas-dir reforestation investments: a comparison of methods.* Forest Service, Vol. 14, No 4, 1968, pp. 354-367.

TOUMEY, J.W. *Seeding and planting.* 1st ed., N.Y., Wiley, 1916, xxxci, 455 p.

VEZINA, P.-E. *L'éclaircie et son influence sur la croissance et le rendement. Application aux sapinières du Québec.* Université Laval. 1971, 26 p.

WALLACE, O.P. *Economic study of a reforestation and forest management program, Renfrew County.* Ontario, Ottawa, 1969, 34 p. (Canada Dept. of Fisheries and Forestry Economics Research Institute, Information Report, E-X-3).

WARD, W.W. *A mensurational and economic study of thinning in the Carbaugh white pine plantation.* The Pennsylvania State Forest School, series P 415 RP, Research Paper, No 26, 1958, 15 p.

WATT, G.R. *Planning and evaluation of forestry projects.* Oxford, University of Oxford, 1973, 83 p., ill., (Commonwealth Forestry Institute, Institute Paper, 45).

WEETMAN, G.F. *Effects of thinning and fertilization of the nutrient uptake, growth and wood quality of upland black spruce.* Pointe Claire, Pulp and Paper Institute of Canada, 1971, 18 p., ill., (Woodlands Papers, 28).

YOHO, J.G., G.F. DUTROW et J.E. MOAK. *What it costs to practice forestry.* Forest farmer, Vol. 28, No 11, pp. 20-24-26-28-30-31, July, 1969.

ZAVITZ, E.J. *Reforestation in Ontario.*(Toronto), Ontario, Dept. of Lands and Forests, 1947, 29 p.

ANNEXE I

OPTIONS LES PLUS RENTABLES

(SANS LES REVENUS INDIRECTS)

TABLEAU 32 - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION MANUELLE
AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,5 x 2,5	644	50	2,5 x 2,5	741						
5	50	2,5 x 2,5	1047	50	2,0 x 2,0	1026	60	2,5 x 2,5	981	60	2,0 x 2,0	979
7	50	3,0 x 3,0	1510	50	3,0 x 3,0	1524	50	2,5 x 2,5	1470	50	2,0 x 2,0	1554

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	180	50	3,0 x 3,0	213	60	2,0 x 2,0	181			
5	50	3,0 x 3,0	429	50	3,0 x 3,0	472	60	2,5 x 2,5	522	60	1,5 x 1,5	297
7	50	3,0 x 3,0	661	50	3,0 x 3,0	713	60	3,0 x 3,0	769	60	2,0 x 2,0	721

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE SCARIFICATION + PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,5 x 2,5	623	50	2,5 x 2,5	720						
5	50	2,5 x 2,5	1026	50	2,0 x 2,0	990	60	2,5 x 2,5	960	60	2,0 x 2,0	943
7	50	3,0 x 3,0	1497	50	3,0 x 3,0	1512	50	2,5 x 2,5	1449	50	2,0 x 2,0	1517

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,5 x 3,5	139	60	3,0 x 3,0	167	60	2,0 x 2,0	86			
5	50	3,0 x 3,0	383	50	3,0 x 3,0	426	60	3,0 x 3,0	468	60	1,5 x 1,5	130
7	50	3,0 x 3,0	615	50	3,0 x 3,0	667	60	3,0 x 3,0	725	60	2,0 x 2,0	626

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	701	50	2,5 x 2,5	778						
5	50	2,5 x 2,5	1084	50	2,0 x 2,0	1083	50	2,0 x 2,0	1024	50	2,0 x 2,0	1036
7	50	3,0 x 3,0	1536	50	2,5 x 2,5	1553	50	2,0 x 2,0	1516	50	2,0 x 2,0	1610

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	397	60	2,5 x 2,5	251	60	2,0 x 2,0	233			
5	50	2,5 x 2,5	460	50	2,5 x 2,5	506	60	2,5 x 2,5	557	60	1,5 x 1,5	389
7	50	2,5 x 2,5	1182	60	3,0 x 3,0	1249	60	3,0 x 3,0	1367	60	2,0 x 2,0	1369

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* + PELLE EN "V" AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	682	50	2,5 x 2,5	765						
5	50	2,5 x 2,5	1072	50	2,5 x 2,5	1019	50	2,0 x 2,0	1006	60	2,0 x 2,0	1018
7	50	3,0 x 3,0	1527	50	3,0 x 3,0	1541	50	2,0 x 2,0	1498	50	2,0 x 2,0	1592

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	197	60	2,5 x 2,5	239	60	2,0 x 2,0	216			
5	50	2,5 x 2,5	447	50	2,5 x 2,5	493	60	2,5 x 2,5	545	60	1,5 x 1,5	361
7	50	2,5 x 2,5	683	50	3,0 x 3,0	730	50	3,0 x 3,0	730	60	2,0 x 2,0	757

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *STANDARD* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	701	50	2,5 x 2,5	776						
5	50	2,5 x 2,5	1082	50	2,0 x 2,0	1082	50	2,0 x 2,0	1150	50	2,0 x 2,0	1162
7	50	3,0 x 3,0	1530	50	2,5 x 2,5	1551	50	2,0 x 2,0	1516	50	2,0 x 2,0	1610

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	204	60	2,5 x 2,5	249	60	2,0 x 2,0	233			
5	50	2,5 x 2,5	458	50	2,5 x 2,5	504	60	2,5 x 2,5	555	60	1,5 x 1,5	392
7	50	2,5 x 2,5	693	50	3,0 x 3,0	737	60	3,0 x 3,0	790	60	2,0 x 2,0	773

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *TRACTOR MOUNTED* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	733	50	2,5 x 2,5	801						
5	50	2,5 x 2,5	1107	50	2,0 x 2,0	1115	50	2,0 x 2,0	1057	50	2,0 x 2,0	1069
7	50	2,5 x 2,5	1555	50	2,0 x 2,0	1598	50	2,0 x 2,0	1549	50	2,0 x 2,0	1643

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	224	60	2,5 x 2,5	272	60	2,0 x 2,0	264			
5	50	2,5 x 2,5	482	50	2,5 x 2,5	529	60	2,5 x 2,5	578	60	1,5 x 1,5	440
7	50	2,5 x 2,5	718	50	3,0 x 3,0	757	60	3,0 x 3,0	809	60	2,0 x 2,0	804

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	77	50	3,0 x 3,0	99						
5	50	3,5 x 3,5	212	50	3,5 x 3,5	232	50	2,5 x 2,5	179	50	2,0 x 2,0	152
7	50	3,5 x 3,5	380	50	3,0 x 3,0	379	50	3,5 x 3,5	382	50	3,0 x 3,0	385

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	51	50	3,5 x 3,5	71	60	3,5 x 3,5	59			
7	50	3,5 x 3,5	124	50	3,5 x 3,5	147	60	3,5 x 3,5	142	60	2,0 x 2,0	52

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE SCARIFICATION + PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,5 x 3,5	67	50	3,0 x 3,0	89						
5	50	3,5 x 3,5	206	50	3,5 x 3,5	226	50	2,5 x 2,5	161	50	2,0 x 2,0	98
7	50	3,5 x 3,5	373	50	3,0 x 3,0	368	50	3,5 x 3,5	376	50	3,0 x 3,0	375

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	22	50	3,5 x 3,5	42	60	3,5 x 3,5	31			
7	50	3,5 x 3,5	95	50	3,5 x 3,5	118	60	3,5 x 3,5	114			

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	99	50	2,5 x 2,5	128						
5	50	3,0 x 3,0	234	50	3,5 x 3,5	249	50	2,5 x 2,5	210	50	2,0 x 2,0	176
7	50	3,5 x 3,5	397	50	3,0 x 3,0	401	50	3,5 x 3,5	399	50	3,0 x 3,0	407

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	679	50	3,5 x 3,5	88	60	3,0 x 3,0	76			
7	50	3,5 x 3,5	141	50	3,0 x 3,0	165	60	3,0 x 3,0	158	60	2,0 x 2,0	98

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* + PELLE EN "V" AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	91	50	2,5 x 2,5	118						
5	50	2,5 x 2,5	275	50	2,5 x 2,5	259	50	2,5 x 2,5	263	50	2,5 x 2,5	161
7	50	3,5 x 3,5	390	50	3,0 x 3,0	393	50	3,5 x 3,5	393	50	3,0 x 3,0	399

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	61	50	3,5 x 3,5	81	60	3,5 x 3,5	70			
7	50	3,5 x 3,5	135	50	3,5 x 3,5	158	60	3,5 x 3,5	152	60	2,0 x 2,0	83

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *STANDARD* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	97	50	2,5 x 2,5	127						
5	50	2,5 x 2,5	283	50	2,5 x 2,5	267	50	2,5 x 2,5	272	50	2,0 x 2,0	176
7	50	3,5 x 3,5	393	50	3,0 x 3,0	298	50	3,5 x 3,5	396	50	3,0 x 3,0	405

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	65	50	3,5 x 3,5	85	60	3,5 x 3,5	73			
7	50	3,5 x 3,5	138	50	3,0 x 3,0	161	60	3,0 x 3,0	156	60	2,0 x 2,0	98

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *TRACTOR MOUNTED* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	114	50	2,5 x 2,5	148						
5	50	2,5 x 2,5	302	50	2,5 x 2,5	286	50	2,5 x 2,5	290	50	2,0 x 2,0	204
7	50	3,5 x 3,5	408	50	3,0 x 3,0	416	50	3,5 x 3,5	411	50	2,5 x 2,5	424

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	80	50	3,5 x 3,5	100	60	3,0 x 3,0	87			
7	50	3,5 x 3,5	153	50	3,0 x 3,0	179	60	3,0 x 3,0	172	60	2,0 x 2,0	125

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7	50	3,5 x 3,5	52	50	3,5 x 3,5	48	50	3,5 x 3,5	60	50	2,0 x 2,0	47

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7												

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE SCARIFICATION + PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7	50	3,5 x 3,5	46	50	3,5 x 3,5	42	50	3,5 x 3,5	55	50	3,0 x 3,0	37

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7												

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	6	50	3,5 x 3,5	16						
7	50	3,5 x 3,5	68	50	3,5 x 3,5	64	50	3,5 x 3,5	76	50	3,0 x 3,0	68

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7				50	3,5 x 3,5	0.1						

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* + PELLE EN "V" AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	0.1	50	3,5 x 3,5	10						
7	50	3,5 x 3,5	62	50	3,5 x 3,5	58	50	3,5 x 3,5	70	50	3,0 x 3,0	61

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7												

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *STANDARD* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	3	50	3,5 x 3,5	13						
7	50	3,5 x 3,5	65	50	3,5 x 3,5	62	50	3,5 x 3,5	74	50	3,0 x 3,0	66

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7												

TABLEAU 32 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *TRACTOR MOUNTED* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, sans les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	17	50	3,5 x 3,5	27						
7	50	3,5 x 3,5	79	50	3,5 x 3,5	76	50	3,5 x 3,5	88	50	3,0 x 3,0	83

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7				50	3,5 x 3,5	11	60	3,5 x 3,5	1			

ANNEXE II

OPTIONS LES PLUS RENTABLES

(AVEC LES REVENUS INDIRECTS)

TABLEAU 33 - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	788	50	2,5 x 2,5	873						
5	50	2,5 x 2,5	1209	50	2,0 x 2,0	1207	50	2,0 x 2,0	1143	50	2,0 x 2,0	1156
7	50	3,0 x 3,0	1704	50	2,5 x 2,5	1722	50	2,0 x 2,0	1682	50	2,0 x 2,0	1785

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	240.6	60	3,0 x 3,0	281.0	60	2,0 x 2,0	264.1			
5	50	2,5 x 2,5	515.5	50	2,5 x 2,5	566.4	60	2,5 x 2,5	622.3	60	1,5 x 1,5	426.3
7	50	2,5 x 2,5	774.0	60	3,0 x 3,0	824.7	60	3,0 x 3,0	883.0	60	2,0 x 2,0	856.0

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE SCARIFICATION + PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	755.4	50	2,5 x 2,5	854						
5	50	2,5 x 2,5	1190	50	2,0 x 2,0	1174	50	2,5 x 2,5	1117	50	2,0 x 2,0	1123
7	50	3,0 x 3,0	1692	50	3,0 x 3,0	1708	50	2,5 x 2,5	1653	50	2,0 x 2,0	1752

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	198.7	50	3,0 x 3,0	235.2	60	2,0 x 2,0	178.5			
5	50	3,5 x 3,5	471	50	3,0 x 3,0	518	60	2,5 x 2,5	567	60	1,5 x 1,5	275
7	50	3,0 x 3,0	725	50	3,0 x 3,0	782	60	3,0 x 3,0	844	60	2,0 x 2,0	778

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* EVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	839	50	2,5 x 2,5	907						
5	50	2,0 x 2,0	1246	50	2,0 x 2,0	1258	50	2,0 x 2,0	1194	50	1,5 x 1,5	1216
7	50	2,0 x 2,0	1737	50	2,0 x 2,0	1766	50	2,0 x 2,0	1732	50	2,0 x 2,0	1836

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	60	3,0 x 3,0	264	60	2,5 x 2,5	318	60	2,0 x 2,0	312			
5	60	3,0 x 3,0	549	60	2,5 x 2,5	599	60	2,5 x 2,5	653	60	1,5 x 1,5	510
7	50	2,5 x 2,5	808	60	3,0 x 3,0	849	60	3,0 x 3,0	905	60	2,0 x 2,0	907

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* + PELLE en V AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	823	50	2,5 x 2,5	895						
5	50	2,0 x 2,0	1231	50	2,0 x 2,0	1241	50	2,0 x 2,0	1175	50	2,0 x 2,0	1191
7	50	2,0 x 2,0	1721	50	2,0 x 2,0	1750	50	2,0 x 2,0	1716	50	2,0 x 2,0	1820

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	256	60	2,5 x 2,5	308	60	2,0 x 2,0	296			
5	50	2,5 x 2,5	538	60	2,5 x 2,5	589	60	2,5 x 2,5	643	60	1,5 x 1,5	484
7	50	2,5 x 2,5	796	60	3,0 x 3,0	840	60	3,0 x 3,0	897	60	2,0 x 2,0	888

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *STANDARD* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	863.5	50	2,5 x 2,5	864.3						
5	50	2,0 x 2,0	1246	50	2,0 x 2,0	1257	50	2,0 x 2,0	1194	50	1,5 x 1,5	1219
7	50	2,0 x 2,0	1737	50	2,0 x 2,0	1766	50	2,0 x 2,0	1732	50	2,0 x 2,0	1836

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	262	60	2,5 x 2,5	316	60	2,0 x 2,0	312			
5	50	2,5 x 2,5	547	60	2,5 x 2,5	598	60	2,5 x 2,5	652	60	1,5 x 1,5	513
7	50	2,5 x 2,5	806	60	3,0 x 3,0	846	60	3,0 x 3,0	903	60	2,0 x 2,0	903

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *TRACTOR MOUNTED* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 3% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,0 x 2,0	869	50	2,5 x 2,5	927						
5	50	2,0 x 2,0	1276	50	2,0 x 2,0	1288	50	2,0 x 2,0	1224	50	1,5 x 1,5	1265
7	50	2,0 x 2,0	1767	50	2,0 x 2,0	1797	50	2,0 x 2,0	1763	50	2,0 x 2,0	1866

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	280	60	2,5 x 2,5	337	60	2,0 x 2,0	339			
5	50	2,5 x 2,5	570	60	2,5 x 2,5	620	60	2,5 x 2,5	672	60	1,5 x 1,5	556
7	50	2,5 x 2,5	828	60	3,0 x 3,0	864	60	3,0 x 3,0	920	60	2,0 x 2,0	931

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	123	50	2,5 x 2,5	154						
5	50	3,0 x 3,0	271	50	3,5 x 3,5	287	50	2,5 x 2,5	244	50	2,0 x 2,0	207
7	50	3,5 x 3,5	448	50	3,0 x 3,0	453	50	3,5 x 3,5	451	50	3,0 x 3,0	460

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3				50	3,0 x 3,0	2.4						
5	50	3,5 x 3,5	84	50	3,5 x 3,5	106	60	3,0 x 3,0	93			
7	50	3,5 x 3,5	164	50	3,5 x 3,5	190	60	3,5 x 3,5	183	60	2,0 x 2,0	111

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE SCARIFICATION + PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	113	50	2,5 x 2,5	139						
5	50	3,5 x 3,5	261	50	3,5 x 3,5	281	50	2,5 x 2,5	228	60	2,0 x 2,0	179
7	50	3,5 x 3,5	443	50	3,0 x 3,0	444	50	3,5 x 3,5	446	50	3,0 x 3,0	451

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	57	50	3.5 x 3.5	79	60	3,5 x 3,5	67			
7	50	3,5 x 3,5	138	50	3,5 x 3,5	163	60	3,5 x 3,5	157	60	2,0 x 2,0	36

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	143	50	2,5 x 2,5	183						
5	50	3,0 x 3,0	291	50	3,5 x 3,5	302	50	2,5 x 2,5	273	50	2,0 x 2,0	250
7	50	3,0 x 3,0	465	50	3,0 x 3,0	474	50	3,5 x 3,5	467	50	2,5 x 2,5	485

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,5 x 3,5	13	50	3,0 x 3,0	23						
5	50	3,5 x 3,5	99	50	3,5 x 3,5	121	60	3,0 x 3,0	110			
7	50	3,5 x 3,5	180	50	3,0 x 3,0	209	60	3,0 x 3,0	201	60	1,5 x 1,5	22

TABLEAU 33 (suite) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* + PELLE EN V AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,0 x 3,0	136	50	2,5 x 2,5	173						
5	50	3,0 x 3,0	284	50	3,5 x 3,5	296	50	2,5 x 2,5	263	50	2,0 x 2,0	275
7	50	3,5 x 3,5	458	50	3,0 x 3,0	466	50	3,5 x 3,5	461	50	2,5 x 2,5	476

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,5 x 3,5	7	50	3,0 x 3,0	15						
5	50	3,5 x 3,5	93	50	3,5 x 3,5	115	60	3,0 x 3,0	103			
7	50	3,5 x 3,5	174	50	3,0 x 3,0	201	60	3,0 x 3,0	194	60	2,0 x 2,0	139

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *STANDARD* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,5 x 2,5	141	50	2,5 x 2,5	181						
5	50	3,0 x 3,0	289	50	3,5 x 3,5	299	50	2,0 x 2,0	277	50	2,0 x 2,0	289
7	50	3,0 x 3,0	463	50	3,0 x 3,0	471	50	2,5 x 2,5	464	50	2,5 x 2,5	484

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,5 x 3,5	10	50	3,0 x 3,0	20						
5	50	3,5 x 3,5	96	50	3,5 x 3,5	118	60	3,0 x 3,0	108			
7	50	3,5 x 3,5	177	50	3,0 x 3,0	206	60	3,0 x 3,0	199	60	2,0 x 2,0	153

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *TRACTOR MOUNTED* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 5% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	2,5 x 2,5	159	50	2,5 x 2,5							
5	50	3,0 x 3,0	304	50	3,5 x 3,5	200	50	2,0 x 2,0	300	50	2,0 x 2,0	312
7	50	3,5 x 3,5	478	50	3,0 x 3,0	313	50	3,5 x 3,5	478	50	2,5 x 2,5	502

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3	50	3,5 x 3,5	24	50	3,0 x 3,0	36	60	2,0 x 2,0				
5	50	3,5 x 3,5	110	50	3,0 x 3,0	133	60	3,0 x 3,0	122			
7	50	3,0 x 3,0	192	50	3,0 x 3,0	222	50	2,5 x 2,5	216	60	2,0 x 2,0	177

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	18	50	3,5 x 3,5	28						
7	50	3,5 x 3,5	85	50	3,5 x 3,5	82	50	3,5 x 3,5	95	50	3,0 x 3,0	80

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7				50	3,5 x 3,5	7						

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE SCARIFICATION + PLANTATION MANUELLE AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5				50	3,5 x 3,5	23						
7	50	3,5 x 3,5	80	50	3,5 x 3,5	76	50	3,5 x 3,5	90	50	3,0 x 3,0	77

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7	50	3,5 x 3,5	31	50	3,5 x 3,5	37	60	3,5 x 3,5	23			

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	33	50	3,5 x 3,5	43						
7	50	3,5 x 3,5	100	50	3,5 x 3,5	96	50	3,5 x 3,5	110	50	3,0 x 3,0	105

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7	50	3,5 x 3,5	8	50	3,5 x 3,5	21	60	3,5 x 3,5	11			

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *CRANK AXLE* + PELLE EN "V" AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	27	50	3,5 x 3,5	37						
7	50	3,5 x 3,5	94	50	3,5 x 3,5	91	50	3,5 x 3,5	104	50	3,0 x 3,0	98

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7	50	3,5 x 3,5	2	50	3,5 x 3,5	16	60	3,5 x 3,5	6			

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *STANDARD* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	30	50	3,5 x 3,5	40						
7	50	3,5 x 3,5	97	50	3,5 x 3,5	94	50	3,5 x 3,5	107	50	3,0 x 3,0	103

PIN GRIS

Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7	50	3,5 x 3,5	5	50	3,5 x 3,5	19	60	3,5 x 3,5	8			

TABLEAU 33 (SUITE) - OPTIONS LES PLUS RENTABLES POUR UNE PLANTATION *TRACTOR MOUNTED* AVEC UN TAUX D'INTERET DE 7% - *Se*, avec les revenus indirects

PIN ROUGE

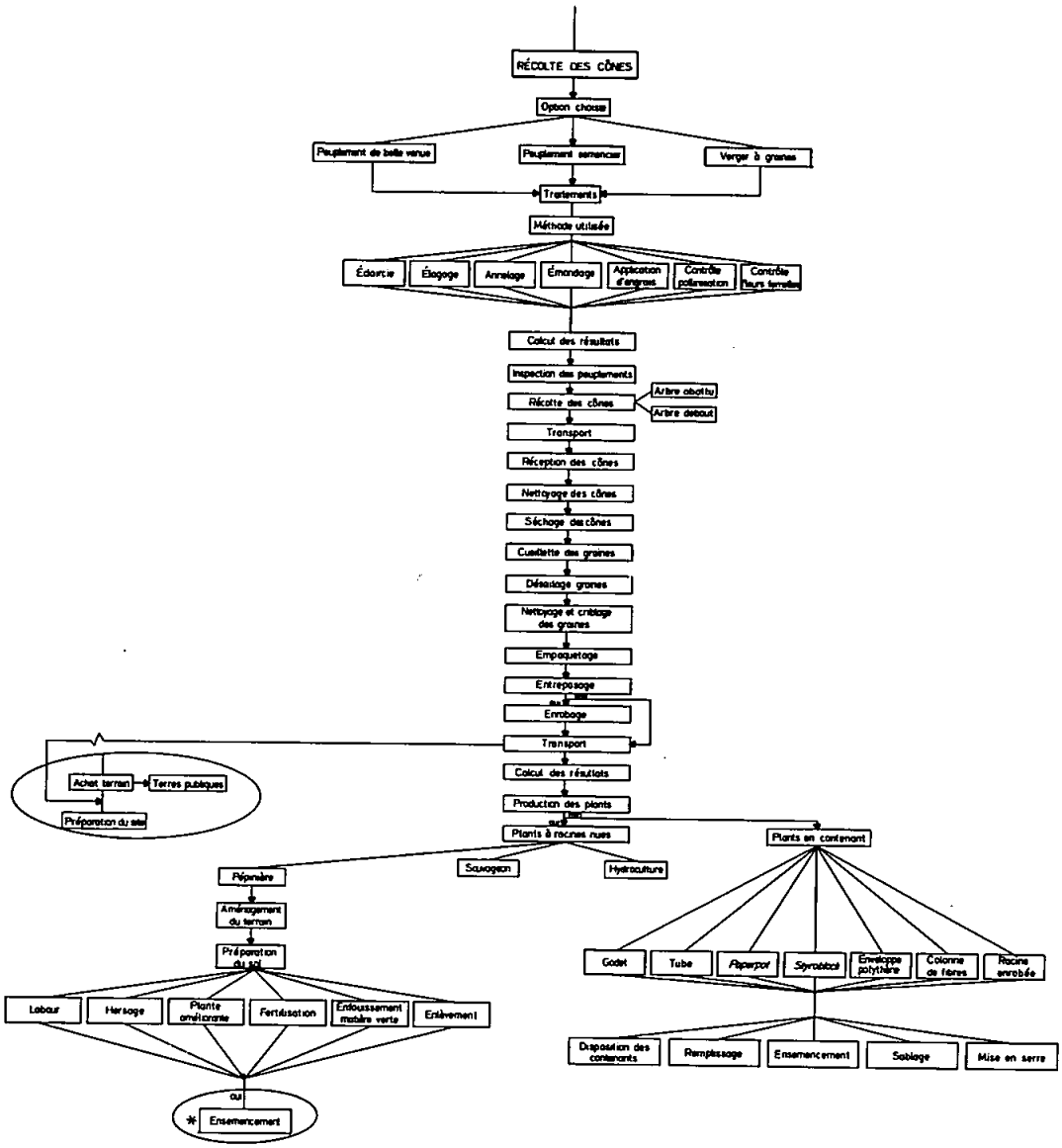
Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5	50	3,5 x 3,5	43	50	3,5 x 3,5	53						
7	50	3,5 x 3,5	110	50	3,5 x 3,5	106	50	3,5 x 3,5	119	50	3,0 x 3,0	118

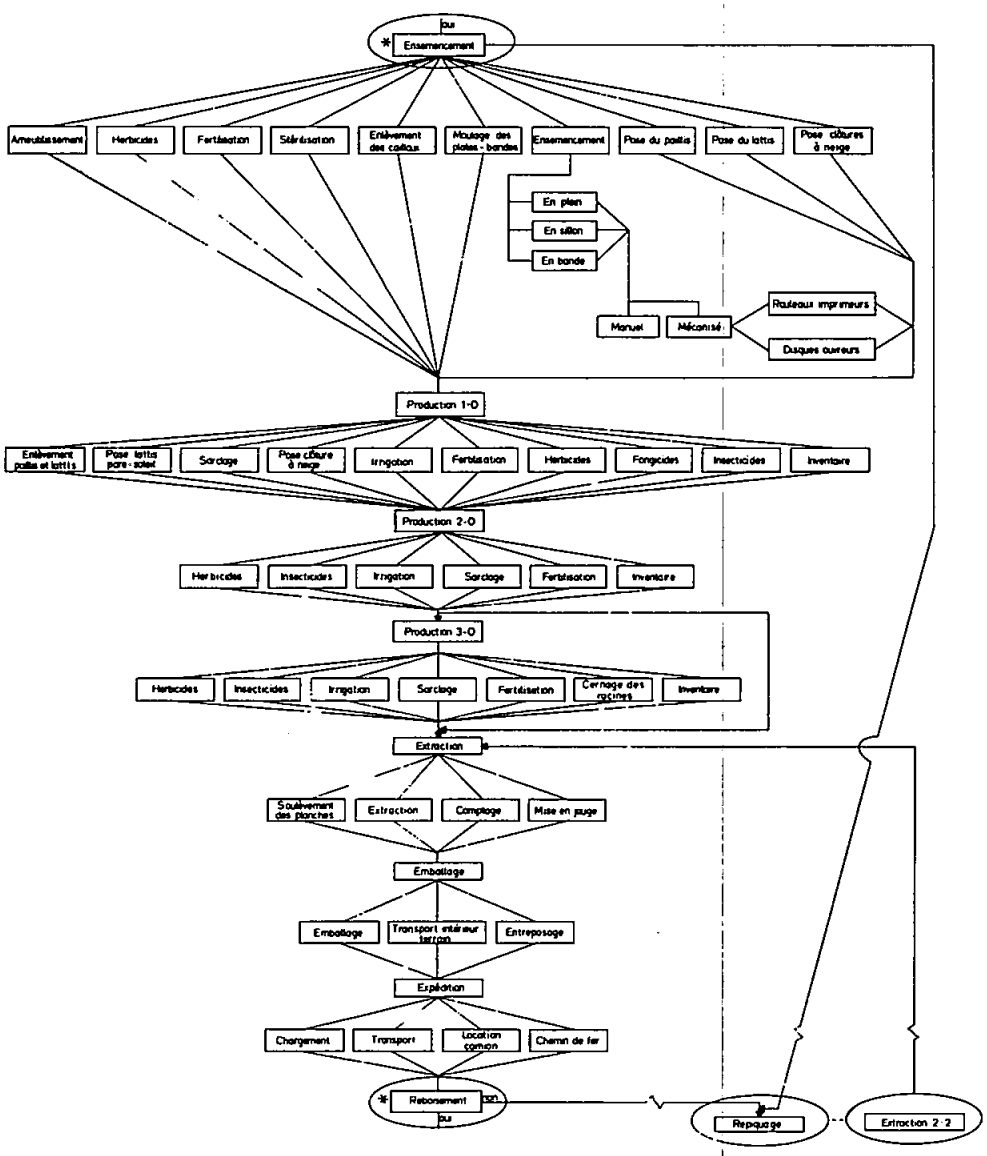
PIN GRIS

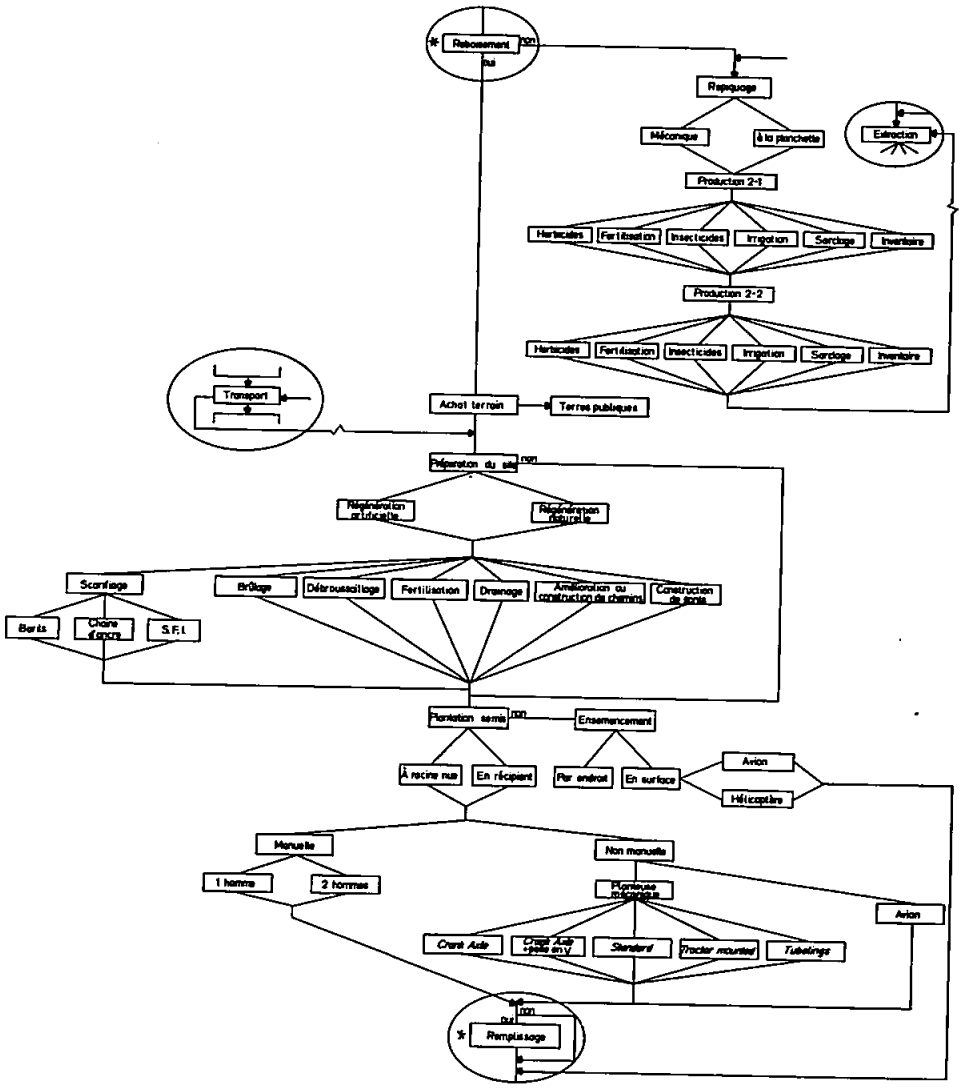
Indice de fertilité	Coupe à blanc			1 éclaircie			2 éclaircies			3 éclaircies		
	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $	Age	Espacement	*Se* $
3												
5												
7	50	3,5 x 3,5	18	50	3,5 x 3,5	32	60	3,5 x 3,5	21			

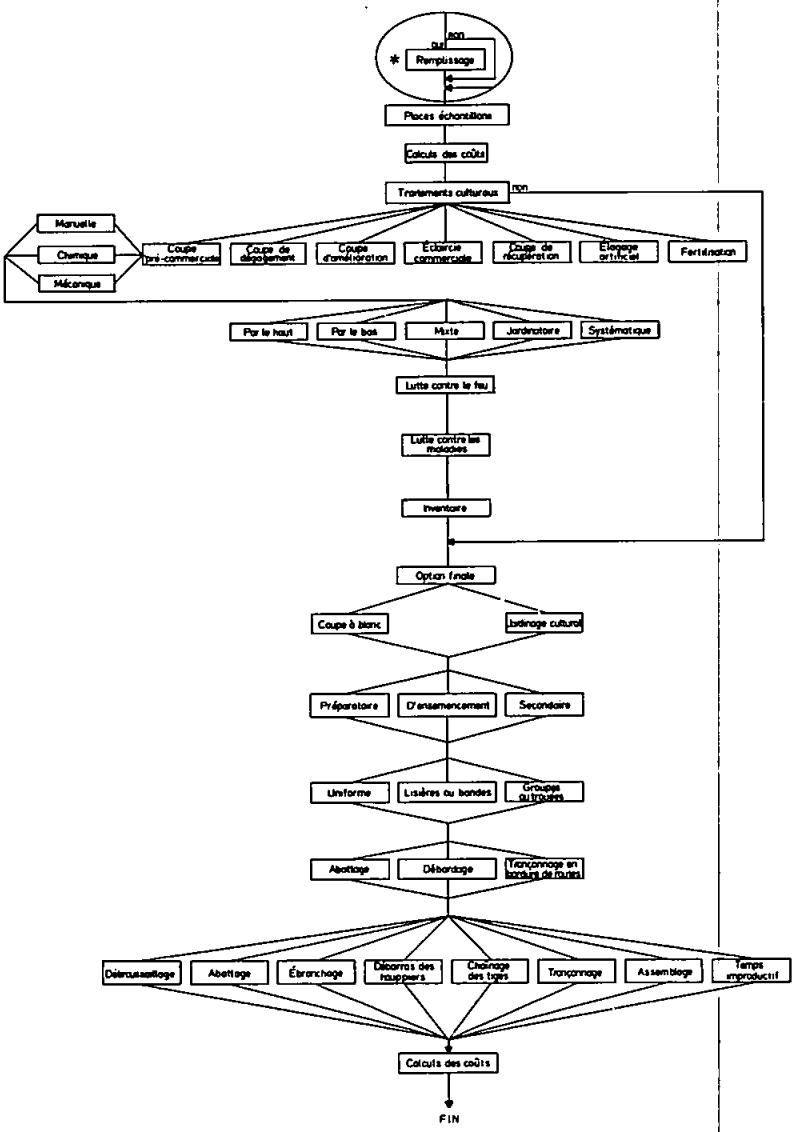
ANNEXE III

ORGANIGRAMME DES OPERATIONS DE REBOISEMENT


RÉCOLTE DES CÔNES
Option choisie
Peuplement de belle venue
Peuplement semencier
Verger à graines
Traitements
Méthode utilisée
Éclaircie
Élagage
Annelage
Émondage
Application d'engrais
Contrôle pollinisation
Contrôle fleurs femelles
Calcul des résultats
Inspection des peuplements
Récolte des cônes
Arbre abattu
Arbre debout
Transport
Réception des cônes
Nettoyage des cônes
Séchage des cônes
Cueillette des graines
Désailage graines
Nettoyage et criblage des graines
Empaquetage
Entreposage
ou
Enrobage
Transport
Calcul des résultats
Production des plants
ou
Plants à racines nues
Plants en contenant
Achat terrain
Terres publiques
Préparation du site
Pépinière
Aménagement du terrain
Préparation du sol
Labour
Hersage
Plante améliorante
Fertilisation
Enfouissement matière verte
Enlèvement
ou
* Ensemencement
Sauvageon
Hydroculture
Godet
Tube
Paperpot
Styroblock
Enveloppe polythène
Colonne de fibres
Racine enrobée
Disposition des contenants
Remplissage
Ensemencement
Sablage
Mise en serre


Ensemencement
Amendissement
Herbicides
Fertilisation
Stérilisation
Enlèvement des cailloux
Moulage des plates - bandes
Ensemencement
Pose du paillis
Pose du lattis
Pose clôtures à neige
En plan
En sillon
En bande
Manuel
Mécanisé
Rouleaux imprimeurs
Disques ouvreurs
Production 1-0
Enlèvement paillis et lattis
Pose lattis pare - soleil
Sarclage
Pose clôture à neige
Irrigation
Fertilisation
Herbicides
Fongicides
Insecticides
Inventaire
Production 2-0
Herbicides
Insecticides
Irrigation
Sarclage
Fertilisation
Inventaire
Production 3-0
Herbicides
Insecticides
Irrigation
Sarclage
Fertilisation
Cernage des racines
Inventaire
Extraction
Soulèvement des planches
Extraction
Comptage
Mise en jauge
Emballage
Emballage
Transport intérieur terrain
Entreposage
Expédition
Chargement
Transport
Location camion
Chemin de fer
Rebonsement
Repiquage
Extraction 2-2


Reboisement
oui
non
Repiquage
Mécanique
à la planchette
Extraction
Production 2-1
Herbicides
Fertilisation
Insecticides
Irrigation
Sarclage
Inventaire
Production 2-2
Herbicides
Fertilisation
Insecticides
Irrigation
Sarclage
Inventaire
Transport
Achat terrain
Terres publiques
Préparation du site
non
Régénération artificielle
Régénération naturelle
Scarifiage
Brûlage
Débroussaillage
Fertilisation
Drainage
Amélioration ou construction de chemins
Construction de ponts
Berts
Chaîne d'ancre
S.F.I.
Plantation semis
non
Ensemencement
À racine nue
En récipient
Par endroit
En surface
Avion
Hélicoptère
Manuelle
Non manuelle
1 homme
2 hommes
Plantueuse mécanique
Avion
Chaînt Axle
Chaînt Axle +pelle en V
Standard
Tracter mounted
Tubelings
oui
non
Remplissage


non
oui
*
Remplissage
Places échantillons
Calculs des coûts
Traitements culturaux
non
Manuelle
Chimique
Mécanique
Coupe pré-commerciale
Coupe de dégagement
Coupe d'amélioration
Éclaircie commerciale
Coupe de récupération
Élagage artificiel
Fertilisation
Par le haut
Par le bas
Mixte
Jardinatoire
Systématique
Lutte contre le feu
Lutte contre les maladies
Inventaire
Option finale
Coupe à blanc
Labinage cultural
Préparatoire
D'ensemencement
Secondaire
Uniforme
Lisières ou bandes
Groupes ou trouées
Abattage
Débardage
Tronçonnage en bandes de fourni
Débroussaillage
Abattage
Ébranchage
Décorce des souches
Chainage des tiges
Tronçonnage
Assemblage
Temps improductif
Calculs des coûts
FIN

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

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

Éditeur officiel du Québec
Imprimé au Québec