

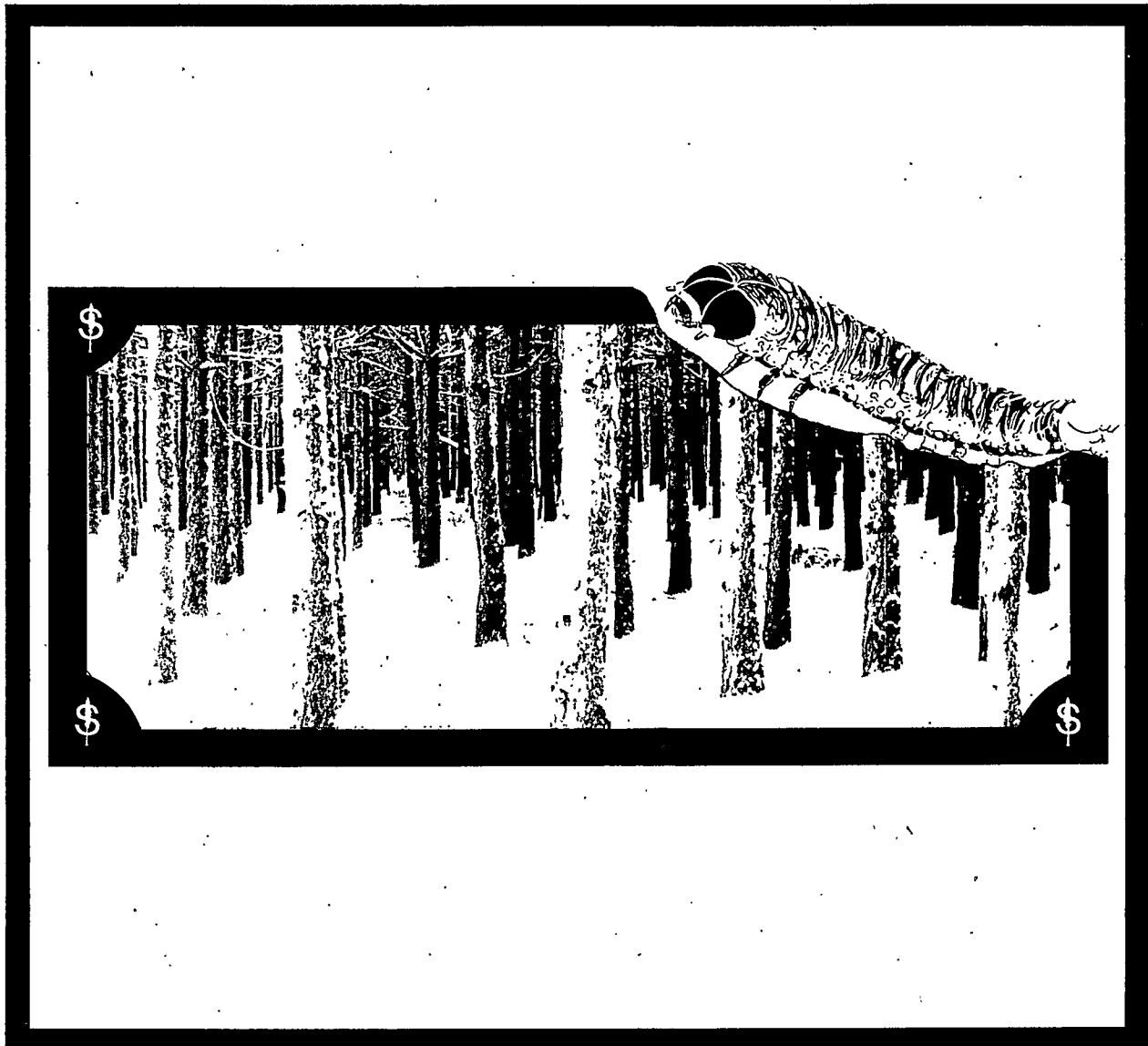


Mémoire n° 73

LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER EN FONCTION DE LA TORDEUSE

TOME III: LA CONVERSION DES PEUPLEMENTS LES PLUS SUSCEPTIBLES

par Germain Paré et Henriel Poulin



GERMAIN PARÉ est bachelier ès sciences appliquées (génie forestier) de l'université Laval depuis 1973. Il est à l'emploi du Service de la recherche depuis lors.

HENRIEL POULIN est bachelier ès sciences appliquées (génie forestier) de l'université Laval depuis 1974. La même année, il entrait au Service de la recherche dans la division d'économie forestière.

LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER
EN FONCTION DE LA TORDEUSE

TOME III: LA CONVERSION DES PEUPEMENTS
LES PLUS SUSCEPTIBLES

par

GERMAIN PARÉ, ing.f.

et

HENRIEL POULIN, ing.f.

MÉMOIRE N° 73

SERVICE DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES

1981

Ce texte constitue le rapport final du projet de recherche Ecn 77-2

ERRATA

p. 14, l. 5 & 6

... - dommages avec
conversion

(English index card, ...on a 40-year period, 78 600 ha could support....
next to last line)

ISBN 2-550-02350-1

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

Tous droits réservés - Gouvernement du Québec

REMERCIEMENTS

Le Dr Jean-Paul Nadeau, chef de la Division d'économie forestière, a supervisé la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier plusieurs personnes du ministère de l'Énergie et des Ressources (Terres & Forêts): MM. A. Beaupré, J.-F. Gravel, M. Doucet, R. Marois, L. Dorais, C. Bordeleau, J.-Y. Perron, A. Tremblay, G. Pelletier et D. Walsh.

Nous soulignons également la participation de MM. M. Gagnon, technicien forestier, D. Girard et M. Leclerc, étudiants, pour la cueillette, la compilation et l'analyse de certaines données. Mme Linda Jobin-Vaillancourt, secrétaire, a réalisé le travail de dactylographie.

1980

RÉSUMÉ

Cette étude est la deuxième d'une série de quatre portant sur les aspects économiques de l'aménagement forestier comme moyen de lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE), entreprises par le Service de la recherche forestière.

La conversion se définit comme l'action de remplacer au moyen du reboisement les peuplements les plus susceptibles aux dommages causés par la TBE, c'est-à-dire toute strate dont le volume marchand total est composé à 50 p. 100 ou plus de sapin baumier et d'épinette blanche, par des essences n'étant pas affectées par la tordeuse. Nous avons identifié cinq prémisses à la conversion:

- 1- la vigoureuse régénération naturelle du sapin oblige de recourir à la régénération artificielle;
- 2- on ne peut diminuer sensiblement la possibilité en résineux, compte tenu de la demande par utilisation;
- 3- la conversion ne semble pas appropriée pour réduire les foyers initiaux d'infestation (épicientres);
- 4- la conversion est une action coûteuse, dont les résultats ne sont sensibles qu'à long terme; elle doit cependant être économiquement rentable;
- 5- la conversion ne doit pas avoir d'effets néfastes importants sur l'environnement.

Les cinq étapes de la conversion sont:

- 1- le choix des superficies à convertir
- 2- l'enlèvement du peuplement susceptible
- 3- le choix de l'essence de remplacement
- 4- la préparation du site
- 5- l'établissement du nouveau peuplement.

La conversion est une mesure de protection et, à ce titre, on doit, dans le calcul de sa rentabilité, tenir compte des dommages épargnés. La grande variabilité au niveau des bénéfices et des coûts selon le site à convertir, l'essence de remplacement choisie, la répartition des tâches entre gouvernement et utilisateurs, etc. oblige à conclure que la conversion est physiquement réalisable mais que sa rentabilité économique doit être établie cas par cas selon une analyse marginale.

Dans le cas-type choisi pour cette étude (unités de gestion 72 et 76), les peuplements concernés ne représentent que 10,3 p. 100 de la superficie totale de la forêt, soit environ 125 000 hectares, et on y trouve seulement 19,5 p. 100 du volume en sapin baumier et en épinette blanche. De plus, 51,9 p. 100 du volume des essences-hôtes de ces peuplements est mort au cours de la dernière épidémie. Sur une période de 40 ans, on pourrait convertir environ 78 600 ha (63 p. 100 de la superficie visée) à un coût d'environ 40 000 000\$.

ABSTRACT

This study is the second of four studies dealing with the economic aspects of forest management used as protection against Spruce Budworm, conducted by the Service de la recherche forestière.

Conversion is the action of replacing by reforestation the more susceptible stands (any stand where the total merchantable volume is 50 p. 100 or more balsam fir and white spruce), with species that are not affected by budworm. We have identified five assumptions for conversion:

- 1- The vigorous natural regeneration of balsam fir implies the necessity of artificial regeneration*
- 2- The relative proportion of hardwood/softwood cannot be significantly modified because of industrial demand*
- 3- Conversion does not seem to be an appropriate means to reduce the initial outbreak centers (epicenters)*
- 4- Conversion is costly and the results are evident only in the long term; nevertheless, it must be economically feasible*
- 5- Conversion must not have large side effects on environment.*

The five steps of conversion are:

- 1- Finding areas suitable for conversion*
- 2- Removing the susceptible stands*
- 3- Finding a replacement species*
- 4- Site preparation*
- 5- Establishing the new stand.*

The damages saved must be entered into the feasibility analysis because conversion is applied as a protection measure. The great variability in benefits and costs (site variables, replacement species chosen, the work done by users and government, etc.) lead us to conclude that conversion is physically feasible but that its economic feasibility must be established case by case through marginal analysis.

In the case-study chosen (Management Units 72 and 76), appropriate stands make up only 10,3 p. 100 of the total forest area, for about 125 000 ha, and only 19,5 p. 100 of total volume is Balsam Fir and White Spruce. Moreover, 51,9 p. 100 of the volume of host-species in these stands has died during the last outbreak. On a 40-year period, 78 600 ha (63 p. 100 of the studied area) could support conversion at a cost of about 40 000 000\$.

TABLE DES MATIÈRES

	page
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	v
<u>ABSTRACT</u>	vii
TABLE DES MATIÈRES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES	xiii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I - LA CONVERSION COMME MOYEN DE LUTTE À LA TORDEUSE . .	3
1.1 Définitions	3
1.2 Problématique et revue de littérature	4
1.3 Méthodologie de l'étude	11
CHAPITRE II - ANALYSE DES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE LA CONVERSION . .	13
2.1 Économique de la conversion	13
2.2 Les étapes de la conversion	16
2.2.1 Choix des superficies à convertir	17
2.2.2 Enlèvement de la sapinière	18
2.2.3 Choix de l'essence de remplacement	19
2.2.4 Préparation du site	21
2.2.4.1 Scarifiage	21
2.2.4.2 Brûlage dirigé	22
2.2.5 Établissement du nouveau peuplement	23
2.2.5.1 La plantation	24
2.2.5.2 L'ensemencement	26

	page
CHAPITRE III - ANALYSE DES POSSIBILITÉS DE PLUSIEURS ESSENCES DE REMPLACEMENT	29
3.1 L'épinette blanche	30
3.2 L'épinette noire	34
3.3 L'épinette de Norvège	35
3.4 Le pin blanc	37
3.5 Le pin rouge	40
3.6 Le pin gris	43
3.7 Le pin sylvestre	46
3.8 Le mélèze laricin	47
3.9 Les mélèzes européen et japonais	50
3.10 Les peupliers hybrides	52
3.11 La plantation mixte	55
 CHAPITRE IV - APPLICATION AU CAS-TYPE DU BASSIN DE LA GATINEAU .	 57
4.1 Localisation des sapinières	57
4.2 L'épidémie dans les sapinières	66
4.3 Les possibilités de conversion dans le cas-type . .	69
4.4 Les aspects économiques de la conversion dans le cas-type	73
 CONCLUSION	 81
 BIBLIOGRAPHIE	 89

LISTE DES TABLEAUX

		page
Tableau 1	Tableau récapitulatif des coûts des étapes de la conversion	28
Tableau 2	Liste des parcelles par super-parcelle, unité de gestion 72	59
Tableau 3	Liste des parcelles par super-parcelle, unité de gestion 76	60
Tableau 4	Localisation des sapinières, unité de gestion 72	63
Tableau 5	Localisation des sapinières, unité de gestion 76	64
Tableau 6	Localisation des sapinières, ensemble du territoire	65
Tableau 7	Superficies régénérées et en voie de régénération (ha)	65
Tableau 8	Volume de sapin baumier et d'épinette blanche dans les sapinières (1000 m ³)	66
Tableau 9	Superficies des sapinières par classe de mortalité	67
Tableau 10	Mortalité dans les sapinières exploitables (1000 m ³)	68
Tableau 11	Répartition de la superficie des sapinières exploitables selon les strates cartographiques	70
Tableau 12	Résultats d'une politique de conversion dans le cas-type	72

LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1 Carte des super-parcelles, U.G. 72	61
Figure 2 Carte des super-parcelles, U.G. 76	62

INTRODUCTION

Le présent mémoire est le troisième d'un groupe de six portant sur les aspects économiques de l'aménagement forestier comme moyen de lutte contre les ravages de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem.). Il étudie la possibilité de convertir économiquement certains peuplements susceptibles, c'est-à-dire de les remplacer artificiellement par des types de peuplements qui ne sont pas affectés par le fléau de la tordeuse*.

C'est en 1975 que le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, alors appelé Terres et Forêts, a commencé à songer sérieusement à l'aménagement forestier comme moyen de lutte à la tordeuse ou, au moins, pour réduire sensiblement les dommages causés par cet insecte défoliateur¹. Toute la question des aspects économiques de cette forme de lutte est un point important. Dans cette optique, le Service de la recherche forestière du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec a entrepris quatre projets de recherche portant sur différentes options. En résumé, ces études portent sur:

* Partout dans ce texte le mot «tordeuse» désigne toujours la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE).

¹ Ministère des Terres et Forêts, 1975.

- 1- l'aménagement intensif des peuplements susceptibles;
- 2- la conversion complète des peuplements les plus susceptibles;
- 3- la compensation des pertes par l'aménagement intensif de peuplements non-susceptibles;
- 4- la récupération des bois attaqués.

De ces quatre projets découlent six rapports du Service de la recherche forestière. Le premier fournit la problématique du phénomène de la tordeuse et la description détaillée d'un cas-type. Il est suivi de quatre rapports particuliers sur chacun des sujets énumérés plus haut. Finalement, un dernier document synthétise l'essentiel des cinq premiers rapports.

Le premier chapitre du présent rapport brosse le tableau de la conversion comme moyen de lutte à la tordeuse. On y trouve une problématique de la conversion, une revue de littérature et les définitions qui s'imposent.

Le second chapitre analyse les différentes étapes d'une conversion et les facteurs économiques, physiques et technologiques qui limitent son utilisation. Le chapitre III étudie différentes possibilités de conversion, c'est-à-dire chacune des essences qui pourraient remplacer le sapin baumier. Pour chaque essence, on mentionne ses possibilités d'utilisation, sa susceptibilité à la TBE ou à d'autres insectes ou maladies de même que les rendements et les coûts que son utilisation engendre.

Le chapitre IV applique théoriquement la conversion au cas-type, soit le bassin de la Gatineau (unités de gestion 72 et 76). Finalement, la dernière section apporte les conclusions de cette étude.

CHAPITRE I

LA CONVERSION COMME MOYEN DE LUTTE À LA TORDEUSE

1.1 DEFINITIONS

La conversion, telle qu'on l'entend ici, consiste à remplacer, par des interventions appropriées, des peuplements comportant une bonne proportion d'essences susceptibles par des types de peuplements ne pouvant pas être affectés par la tordeuse. Le principe de base est que l'élimination du sapin et de l'épinette blanche implique qu'une épidémie ne pourra débiter à cet endroit ou causer des dommages importants parce que nous aurons fait disparaître en même temps la nourriture et l'habitat de l'insecte.

Le présent projet limite l'étude de la conversion aux peuplements les plus susceptibles, c'est-à-dire à tout peuplement comportant au moins 50 p. 100 de son volume total en sapin baumier et épinette blanche¹.

¹ Les peuplements les plus visés par la conversion sont, bien entendu, les sapinières. Pour cette raison, le terme sapinière est couramment utilisé dans ce texte pour désigner les peuplements les plus susceptibles.

En résumé, ce projet considère la conversion comme étant l'action de régénérer artificiellement (pour des raisons qui seront présentées un peu plus loin) des peuplements composés de 50 p. 100 ou plus de sapin baumier et d'épinette blanche au moyen d'essences autres que ces deux dernières.

Toute action visant à réduire la proportion de sapin ou d'épinette à l'intérieur de peuplements existants sans procéder à leur régénération artificielle est considérée comme de l'aménagement des peuplements susceptibles et, à ce titre, elle a été étudiée dans le Tome II de la présente série.

1.2 PROBLEMATIQUE ET REVUE DE LITTÉRATURE

Le principe de base de la conversion comme moyen de lutte à la TBE est simplement de lui enlever sa nourriture et son habitat. Son succès, du moins en ce qui concerne la tordeuse, est assuré si le nouveau peuplement mis en place ne comporte aucun arbre susceptible à cet insecte. Le problème réside plutôt dans les questions: "OÙ, QUAND et COMMENT l'appliquer?".

Il est assez évident que ces questions sont d'ordre économique. Les bénéfices découlant de la conversion doivent surpasser les coûts qu'elle engendre. Les bénéfices sont, bien entendu, les revenus monétaires tirés de l'exploitation du nouveau peuplement comparés à ceux de l'exploitation de la sapinière qui normalement s'y serait régénérée, mais aussi la disparition du risque de pertes dues à la tordeuse. Par conséquent, les sites ayant un potentiel forestier assez important doivent être retenus en premier lieu.

Même s'il utilise une définition de la conversion plus

large que celle utilisée dans le présent document, le rapport préparé au Nouveau-Brunswick par The Cabinet Committee on economic development (1976) mentionne de nombreux points intéressants et il vaut la peine de s'y attarder (nous traduisons).

METHODE: Altérer la composition de la forêt de manière à réduire la proportion d'essences-hôtes.

"Il y a deux méthodes de base pour altérer la composition de la forêt et elles s'intègrent l'une à l'autre. La première est la création de nouveaux peuplements d'essences non-hôtes au moyen de la plantation. La deuxième est la réduction de la proportion des essences-hôtes des peuplements naturels au moyen de l'éclaircie. Il existe quelques hypothèses de base pour l'altération de la composition de la forêt: (1) l'élimination du sapin et de l'épinette rouge n'est ni possible ni réaliste aux plans écologique et économique. (2) Enlever les essences résineuses dans les types de couvert susceptibles à la TBE est impraticable à long terme sauf par la plantation à cause de la vigoureuse régénération naturelle du sapin. (3) Accroître la proportion de feuillus n'est pas considéré comme écologiquement adéquat ni économiquement réaliste. En d'autres mots, cette approche n'est pas une tentative de modifier la configuration actuelle feuillus-résineux, mais vise plutôt à changer les essences constituant la partie résineuse." (p. 103-104).

LIMITES: Altérer la composition de la forêt

"Les limites principales ont trait aux coûts. Les processus qui modifieront la proportion de sapin et d'épinette rouge au Nouveau-Brunswick doivent être radicaux et exigeront de grandes dépenses en sylviculture en même temps que des coûts d'exploitation accrus et des programmes de plantation. Une des plus importantes questions est le choix des essences. L'épinette noire est la meilleure candidate en termes de besoins sylviculturaux et d'absence d'autres insectes, mais elle n'est pas strictement une essence non-hôte. Evidemment, elle est beaucoup moins vulnérable que le sapin ou l'épinette rouge et devrait être beaucoup plus facile à protéger. Cependant, cette essence offre un habitat à la tordeuse et subit de la défoliation même si ce n'est jamais au point que des peuplements en meurent.

Les effets secondaires sur l'écologie de cette altération de la composition de la forêt sont impondérables. Evidemment, tout changement dans la composition naturelle des essences aura un effet sur les populations d'animaux sauvages puisqu'il en résultera une modification de l'habitat et des sources de nourriture. Aussi, les grands programmes de plantation demanderont certainement une vaste préparation des sites et lorsque cela sera fait mécaniquement, il y aura quelques modifications du système d'écoulement des eaux et de la charge de sédiments (augmentation dans les deux cas). La préparation chimique des sites (herbicides) introduira évidemment une toute nouvelle dimension à l'impact. Finalement, les vastes plantations (monocultures) tendent à créer leurs propres problèmes" (p. 104-105).

POTENTIEL: Altérer la composition de la forêt

"Il est probable que les essences-hôtes devraient être réduites aux environs de 10 p. 100 du peuplement local pour y prévenir le développement d'une épidémie. Cependant, il y a des raisons de croire qu'une modification réelle des essences selon un schéma similaire aux coupes par blocs devrait réduire la probabilité d'une épidémie et, lorsqu'il en surviendra une, les dommages devraient être beaucoup moins sévères que dans une forêt non-traitée." (p. 105)

Plusieurs points importants ressortent de cette analyse:

- a) La vigoureuse régénération du sapin oblige de recourir à la régénération artificielle

C'est un fait connu que le sapin est un bon producteur de graines et qu'il se régénère aussi bien en milieu ouvert que sous un couvert forestier et sur une grande variété de lits de germination (Holt et al., 1965). Cette propriété du sapin est la cause de son expansion à la suite des exploitations forestières dans plusieurs régions. Il est donc logique de penser que plusieurs sites actuellement stockés en sapin seraient propices à l'installation d'autres

essences, ce qui est un argument favorable à la conversion.

Cependant, cette faculté qu'a le sapin de se régénérer facilement rend la conversion d'un peuplement difficile et surtout très dispendieuse, d'autant plus que cet argent est investi un long moment avant de produire des revenus. En conséquence, la conversion ne peut être utilisée que sur des superficies relativement restreintes. Ce n'est donc qu'à très long terme que l'on pourrait obtenir un effet significatif de la conversion comme moyen d'influencer le développement des épidémies.

b) On ne doit pas modifier sensiblement la proportion relative feuillus-résineux

Au Québec, on note déjà un déficit de bois dans cinq régions et une tendance à la sur-utilisation des essences résineuses (surtout en forêt privée)¹. Les données du cas-type choisi pour les études sur la TBE, le bassin de la Gatineau (cf. Tome I), montrent une utilisation presque totale des résineux, surtout si l'on tient compte de l'accès assez limité à certaines parties du territoire. La coupe permmissible de résineux pour la pâte et le sciage devient même inférieure à la demande régionale lorsqu'on y ajoute les conséquences de la dernière épidémie de tordeuse.

En conséquence, à moins de modifier en profondeur la structure industrielle de la région, ce qui aurait des répercussions considérables sur la situation socio-économique des habitants, il faut autant que possible essayer de lutter contre l'insecte tout en fournissant la

¹ Conseil des Ministres des Ressources et de l'Environnement du Canada, 1976.

matière ligneuse correspondant aux besoins de la région. Cependant, cet argument n'est valable que pour l'ensemble des actions de lutte et il peut arriver qu'une action de conversion en un endroit donné puisse viser à la production d'essences ayant d'autres utilisations que celles du sapin et de l'épinette blanche. Il est bien entendu que la production envisagée doit se justifier économiquement et que d'autres actions ailleurs compensent la perte d'approvisionnement des usines qui utilisaient le sapin et l'épinette. C'est l'ensemble de la situation et la stratégie de lutte qui doit être intégré.

c) Les effets sur l'environnement

Une action aussi sévère que la conversion d'une sapinière aura bien entendu de grands effets sur les autres ressources (faune, eau, etc...) et sur l'environnement. Il est difficile d'en donner un aperçu général puisque les conditions locales avant et après la conversion peuvent varier considérablement. Cette question devrait être convenablement étudiée pour chaque décision de conversion qui pourrait éventuellement être prise.

De façon générale cependant, on ne devrait pas y voir un obstacle majeur à la conversion puisque comme l'ont démontré les paragraphes précédents, la conversion ne pourra s'appliquer que sur de petites ou de moyennes superficies et ce n'est qu'à très long terme que la conversion pourrait modifier sensiblement la physionomie forestière de l'ensemble d'une région. Les données du problème montrent également que la conversion ne sera applicable en fait que sur des superficies dotées de conditions précises et que l'ensemble de ces superficies ne devrait pas représenter une proportion importante de toute la région.

d) La conversion comme moyen de réduire les foyers d'infestation (épïcèntres)

Des recherches récentes en ce domaine (Hamel et Hardy, 1978; Hardy et Hamel, 1979), soutiennent de plus en plus l'hypothèse voulant que les épidémies naissent en des endroits bien précis lorsqu'un certain nombre de conditions favorables s'y trouvent réunies. Par la suite, c'est à partir de ces foyers d'infestation, aussi appelés épïcèntres, que l'épidémie envahit les territoires avoisinants pour s'étendre sur de grandes superficies et causer les dommages que l'on sait.

La vérification de cette hypothèse ouvrirait la voie à une nouvelle stratégie en matière de lutte, qui consisterait à "tuer dans l'oeuf" toute épidémie en s'attaquant directement au support indispensable au déclenchement de celle-ci, c'est-à-dire à l'épïcèntre. Par l'intermédiaire de l'aménagement, qui pourrait aller jusqu'à la conversion de certains peuplements lorsque les conditions s'y prêtent, les épïcèntres pourraient être éliminés.

Hardy et Hamel (1979) écrivent: "Basé sur l'information recueillie à date, il est permis de conclure que l'épïcèntre est un endroit ponctuel susceptible d'apparaître dans l'érablière laurentienne mais plus probablement dans l'érablière à bouleau jaune lorsque deux conditions se réalisent simultanément. La première de ces conditions est d'ordre climatique. L'autre condition a trait à la composition forestière et l'état de nos connaissances actuelles permet d'en faire une description" (p. 43-44). La description qui suit, bien que précise, ne permet pas de localiser des superficies restreintes sur le terrain, d'autant plus que des variantes ont été décelées. Les auteurs disent encore: "... la condition forestière n'a rien de remarquable du moins

en ce qui a trait à leur singularité par rapport au milieu environnant" (p. 37). De plus, sauf dans un des épïcèntres étudiés, "... on observe des conditions intermédiaires et une certaine perturbation écologique..." (p. 30). Ils poursuivent plus loin: "... cette comparaison des rapports d'abondance des espèces pionnières et climaciques, confirme l'état de perturbation des épïcèntres à l'exception de celui de LOW qui apparaît être un milieu beaucoup plus stable" (p. 30)."

Cette longue explication a pour but de bien montrer que la théorie des épïcèntres semble se concrétiser, mais que ceux-ci peuvent se déplacer dans le temps et dans l'espace (à l'intérieur de la zone citée) suivant les caractéristiques qu'ils doivent receler. De plus, bien que le sapin et l'épinette blanche soient abondants dans les épïcèntres étudiés, on ne peut pas parler de sapinières ou de peuplements très susceptibles.

La conversion des sapinières, telle qu'envisagée ici, ne s'attaque donc pas directement à l'épïcèntre mais pourrait quand même s'avérer intéressante comme moyen de lutte. En effet, "... s'il existe pour la tordeuse une zone d'abondance normale responsable de l'accroissement initial des populations, il existe également une seconde zone dite occasionnelle nécessaire au maintien de l'épidémie; ... la forêt mélangée nordique servant de mécanisme de déclenchement et la forêt résineuse qui subit les dommages servant au maintien de l'épidémie" (p. 40-41). Les auteurs poursuivent en précisant les trois conditions nécessaires pour provoquer une épidémie. "... La première condition étant la forêt typique des épïcèntres où les conditions climatiques générales sont près de l'optimum recherché par l'insecte. La seconde

condition correspond à un état climatique temporaire affectant particulièrement la zone d'abondance normale de manière à fournir à l'insecte un milieu climatique optimal ou suboptimal. Enfin, la troisième condition est fonction de la disponibilité de vastes peuplements résineux matures à haute teneur en sapin. C'est dans ce type de forêt que l'insecte trouve une source de nourriture suffisante pour assurer sa survie et son éventuelle multiplication. La coïncidence dans le temps et dans l'espace de ces trois éléments sont à notre avis la cause des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette" (p. 41).

Bien appliquée et aux endroits appropriés, il y a donc une place pour la conversion dans l'arsenal des moyens de lutte à la TBE.

1.3 METHODOLOGIE DE L'ETUDE

L'étude de la conversion est réalisée en quatre parties. Dans un premier temps, nous discutons de l'économie de la conversion, c'est-à-dire de tous les facteurs économiques qui doivent être pris en considération tout au long d'un processus de conversion. Dans la même section, nous présentons et expliquons le schéma-type d'une conversion, soit (1) le choix du territoire à convertir, (2) l'enlèvement de la sapinière, (3) le choix de l'essence de remplacement, (4) la préparation du terrain et (5) la mise en place du nouveau peuplement. Nous y discutons en détails des techniques possibles, de leurs conditions d'applicabilité, de leurs coûts et des facteurs importants qui peuvent influencer chaque étape du processus de conversion.

La deuxième partie étudie séparément les différentes essences de remplacement qui peuvent être actuellement envisagées. Pour chacune nous mentionnons (1) ses possibilités (disponibilité, conditions requises,

utilisations potentielles, etc.), (2) la protection qu'elle accorde contre la tordeuse et d'autres insectes ou maladies et (3) les coûts associés à son implantation et le rendement envisagé.

La troisième partie contient une analyse des données du cas-type (bassin de la Gatineau) pour montrer où la conversion pourrait être appliquée et quelle envergure elle pourrait prendre. Finalement, les conclusions de cette étude constituent la quatrième partie.

CHAPITRE II

ANALYSE DES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE LA CONVERSION

Avant de détailler les différentes étapes du processus de conversion d'une sapinière, nous consacrons une brève section à l'économie de cette opération.

2.1 ÉCONOMIQUE DE LA CONVERSION

La conversion peut être considérée comme une mesure d'aménagement forestier et, comme tout traitement sylvicole, elle se doit d'être rentable. Cela signifie que les bénéfices découlant d'une conversion doivent surpasser l'investissement et atteindre un rendement minimum déterminé pour les investissements en aménagement forestier.

Cependant, la conversion peut aussi être une mesure de protection contre l'insecte. A ce titre, c'est la règle générale régissant les investissements en protection qui prévaut. Cette règle peut s'exprimer comme suit:

« Le déboursé maximum économiquement justifiable pour fins de protection doit être inférieur à la valeur des dommages évités par cette protection ».¹

Pour la conversion, on pourrait écrire l'équation suivante:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{coût maximum} & & & & & & \text{dommages évités} \\ \text{de la} & = & \text{dommages sans} & - & \text{dommage avec} & = & \text{par la} \\ \text{conversion} & & \text{conversion} & & \text{conversion} & & \text{conversion.} \end{array}$$

Il ressort assez clairement de la discussion au chapitre I, qu'on peut difficilement considérer la conversion uniquement comme une mesure de protection. Tout d'abord, c'est une méthode qui ne peut s'appliquer qu'à petite échelle et dont les résultats apparaissent à long terme. De plus, la conversion doit s'appliquer sur des superficies productives où s'approvisionnent des industries, ce qui nous oblige à tenir compte des besoins en matière ligneuse de ces industries.

Notre projet vise à étudier la conversion comme moyen de lutte à la TBE. En conséquence, c'est principalement dans une optique de protection qu'il faut voir la conversion, tout en gardant à l'esprit l'aspect besoins des utilisateurs. En ce sens, quels sont les bénéfices et les coûts d'une conversion?

Pour répondre à cette question, il faut analyser les changements survenus à la suite de la conversion (approche marginale).

1- Tout d'abord, la production d'une certaine quantité de matière ligneuse correspondant aux besoins de l'industrie et avec un minimum de risque de perte par des insectes ou des maladies (nous supposons que le gestionnaire chargé de la conversion a pris de bonnes décisions et que le nouveau peuplement est exempt de risques anormaux).

¹ Nadeau et al., 1978, p. 22.

Pour une même superficie, la productivité d'une plantation est supérieure à la productivité d'une forêt naturelle. La conversion amène donc une augmentation de la possibilité de coupe. De plus, il s'en suit un bénéfice par l'absence de pulvérisations, puisqu'il aurait probablement fallu arroser la sapinière originale en cas de nouvelle épidémie.

2- On peut supposer également qu'une bonne conversion pourra peut-être nuire au développement de l'épidémie, de telle sorte que les peuplements en dehors de l'aire convertie subiront moins de dommages. Cette supposition est théorique et aussi longtemps que des observations réelles sur le comportement des épidémies en présence de la conversion n'auront pas été réalisées, elle demeure sujette à caution. Il se pourrait, par exemple, que les peuplements entourant la superficie convertie subissent une attaque plus intense.

3- On peut également retirer un bénéfice des peuplements convertis par suite du rapprochement des aires de coupe. Un utilisateur peut se voir obliger d'éloigner ses aires de coupe parce que les terrains susceptibles près de l'usine ont subi une attaque. Cette situation augmente ses coûts de transport et il peut alors être rentable pour cet utilisateur d'investir dans des programmes de conversion qui rapprochent les aires de coupe de l'usine.

Du côté des coûts, il faut additionner tous les coûts liés à l'établissement du nouveau peuplement. Comme nous l'avons expliqué à la section 1.2, la conversion se réalise uniquement par l'intermédiaire du reboisement. La modification d'un peuplement susceptible par d'autres moyens que le reboisement est considérée comme de l'aménagement et à ce

titre, elle a été étudiée dans le Tome II de la présente série.

De façon très schématique, on peut donc déterminer la rentabilité de la conversion en calculant la valeur présente des bénéfices nets:

$$VPN = \sum_{i=1}^n \frac{(B_i - C_i)}{(1 + I)^i}$$

où

$(B_i - C_i)$ = le revenu net, c'est-à-dire la différence à l'année i de tous les bénéfices moins tous les coûts. Il faut noter que ce sont les bénéfices et les coûts marginaux, soit seulement ceux qui sont associés directement à la conversion.

I : le taux d'actualisation; actuellement, le Service de la restauration considère un taux d'environ 4% pour déterminer la rentabilité des travaux sylvicoles.

i --- n : période de révolution

VPN : valeur présente des bénéfices nets.
Si cette VPN est positive il est rentable d'effectuer la conversion.

Les sections suivantes traitent des coûts associés à chacune des étapes de la conversion, tandis que le chapitre suivant analyse les coûts et les bénéfices de plusieurs essences de remplacement. Finalement, un dernier chapitre, consacré à l'analyse d'un cas-type, permet de dégager certaines précisions quant aux coûts et aux bénéfices.

2.2 LES ÉTAPES DE LA CONVERSION

A partir du moment où une politique de conversion est envisagée, il faut franchir une à une les étapes suivantes:

- Choix des superficies à convertir
- Enlèvement de la sapinière
- Choix de l'essence de remplacement
- Préparation du site
- Établissement du nouveau peuplement.

Reprenons en détails chacune de ces étapes.

2.2.1 CHOIX DES SUPERFICIES À CONVERTIR

On a déjà dit que notre projet s'intéresse aux peuplements les plus susceptibles, c'est-à-dire aux peuplements dont le volume marchand est composé à 50 p. 100 ou plus de sapin baumier ou d'épinette blanche. Nous utilisons souvent le terme «sapinière» pour désigner ces peuplements. De plus, le site à convertir doit être stocké d'un volume de bois économiquement exploitable. Comme il en sera discuté à la section suivante, l'enlèvement de la sapinière est une opération dispendieuse et il est important qu'il en résulte des revenus par la vente du bois. Plus le site est productif, plus l'excédent des revenus de la vente du bois sur les coûts d'exploitation devrait aider à rentabiliser la conversion. On vise donc les sites les plus productifs de la sapinière.

De plus, si l'on veut un plus grand bénéfice (section 2.1), il faut s'intéresser en priorité aux sites les plus près des usines. En plus de fournir du bois économiquement plus attrayant pour les utilisateurs (distance de transport), les sites près des usines réduisent les coûts de la conversion elle-même en étant généralement plus accessibles.

En résumé, la conversion doit être pratiquée dans les sapi-

nières mûres ou surannées, sur les meilleurs sites et, en priorité, le plus près possible des usines.

2.2.2 ENLÈVEMENT DE LA SAPINIÈRE

En considérant comme hypothèse de base que le peuplement à convertir est une sapinière mûre, son enlèvement se fait évidemment par coupe totale ou à blanc.

Plusieurs facteurs influencent les coûts de la coupe totale: densité et hauteur moyennes du peuplement, diamètre moyen, type de terrain et ses caractéristiques, pente, climat, propreté requise lors des coupes, types de chemins, éloignement, méthodes d'exploitation, machinerie utilisée, etc. Étant donné que l'opération de conversion est dispendieuse, il importe de minimiser les coûts de façon à obtenir un revenu net optimum en tenant compte qu'il faut laisser le sol dans le meilleur état possible pour le reboisement et atténuer le plus possible les effets écologiques de la coupe totale surtout par rapport au niveau de la nappe phréatique.

Pour ce qui est des méthodes d'exploitation, notons qu'outre les opérations conventionnelles et mécanisées habituelles, il existe un système qui permet de récupérer une certaine portion de la partie souterraine de l'arbre et d'augmenter le rendement de 10 à 15 p. 100 (Canadian Pulp and Paper Industry, 1978). Une telle opération faciliterait grandement la préparation du site à cause de l'absence de souches. Il en résulte la possibilité d'utiliser des scarificateurs à haut rendement, d'effectuer la plantation mécanique avec une plus grande productivité et dans certains cas, d'éliminer l'opération de scarifiage. En résumé, une telle opération permettrait probablement de réaliser des économies substantielles au cours des opérations ultérieures.

La conversion des sapinières devant s'effectuer sur les sites les plus productifs ou en des points stratégiques précis, le coefficient d'exploitation se situerait aux environs de 0,60 pour une méthode de coupe à la souche (bois rendu au chemin de camionnage), soit un coût variant entre 10,60 et 12,30\$¹ par mètre cube environ. Le coût du transport varie énormément selon la distance et le mode de transport utilisé.

Une autre dimension à envisager lors de l'enlèvement de la sapinière est la possibilité de production d'énergie à partir de la matière ligneuse enlevée. Des études sont en cours actuellement pour déterminer la rentabilité de cette production. S'il devenait rentable, par exemple, de récolter avec profit la matière ligneuse résiduelle pour la production d'énergie, les superficies susceptibles d'être converties pourraient être augmentées et la conversion elle-même, rendue moins onéreuse. L'élimination d'une grande partie des déchets de coupe serait un autre avantage pour le reboisement. Cependant, on ne dispose pas à l'heure actuelle des informations nécessaires pour inclure cette possibilité. C'est un aspect à surveiller.

2.2.3 CHOIX DE L'ESSENCE DE REMPLACEMENT

Plusieurs facteurs entrent en ligne de compte dans le choix des essences de remplacement. Le but est d'obtenir un peuplement d'un rendement optimum dans des conditions données car il est indispensable

¹ Tout au long de ce travail, les coûts sont exprimés en dollars de 1978. Les coûts mentionnés dans des publications antérieures à 1978 ont été gonflés pour rendre tous les coûts comparables. L'indice utilisé a été fourni par le Bureau de la Statistique du Québec.

1972 - 104,3	1973 - 111,9	1974 - 124,5
1975 - 138,1	1976 - 147,4	1977 - 159,7
1978 - 173,1		

que les bénéfices tirés du nouveau peuplement soient sensiblement plus élevés que ce qui aurait été obtenu avec la sapinière pour couvrir les coûts de conversion. Les principaux facteurs physiques qui influencent le choix de l'essence de remplacement sont:

- la disponibilité des semences ou des plants;
- la valeur de l'essence envisagée et son taux de croissance;
- le sol (composition chimique, texture, structure, porosité, humidité, aération, température, épaisseur, caractéristiques de l'humus);
- les facteurs climatiques (température, saison végétative, vent, ensoleillement, précipitations, conditions microclimatiques);
- les facteurs biotiques (animaux, insectes et maladies susceptibles de nuire à l'essence plantée);
- les modifications qui seront apportées à l'écosystème.

Le choix de l'essence de remplacement est l'étape la plus délicate de la conversion. Il est bien entendu impossible de suggérer une essence en particulier. L'essence la plus appropriée variera d'un endroit à l'autre selon les caractéristiques particulières du lieu et nous supposons pour la suite du projet que le responsable d'un éventuel programme de conversion choisira la meilleure essence possible compte tenu des circonstances. Notre chapitre III est entièrement consacré à étudier en détail plusieurs essences possibles. Ce sont:

- l'épinette blanche
- l'épinette noire
- l'épinette de Norvège
- le pin blanc
- le pin rouge
- le pin gris

- le pin sylvestre
- le mélèze laricin
- les mélèzes japonais et européen
- les peupliers hybrides
- la plantation mixte (plusieurs essences).

Pour chacune, on trouvera trois sections:

- 1- les conditions d'implantation et les travaux nécessaires,
- 2- la protection contre la tordeuse ou les autres insectes et maladies,
- 3- les rendements en matière ligneuse et tous les coûts associés à son installation.

2.2.4 PRÉPARATION DU SITE

Étant donnée la vigoureuse régénération naturelle du sapin, il s'avérera probablement nécessaire dans la plupart des cas de préparer le site à recevoir le nouveau peuplement. Le scarifiage et le brûlage dirigé sont les deux méthodes utilisées actuellement.

2.2.4.1 Scarifiage

C'est la principale méthode de préparation du terrain.

L'opération a pour but de dégager le terrain et de mélanger la matière organique au sol minéral par divers moyens mécaniques. La topographie et les caractéristiques du sol en limitent diversement l'emploi selon la machinerie utilisée. Le scarifiage permet de reboiser des étendues où la plantation aurait été impossible autrement, en plus d'augmenter la productivité de la main-d'oeuvre affectée à la plantation et le taux de survie des plants. Il doit être effectué l'automne précédent la plantation pour éviter que de la végétation indésirable ne s'établisse sur le terrain.

Les coûts du scarifiage varient principalement selon la topographie, la nature et les caractéristiques du sol, la quantité de débris et d'obstacles rencontrés et l'équipement utilisé. On peut situer la moyenne des coûts par hectare à environ 85\$ pour l'ensemble du Québec (Ministère des Terres et Forêts, 1979). Les coûts varient entre 50\$ et 190\$ par hectare. Là où les conditions le permettent, l'emploi de scarificateurs à haut rendement comme le TTS Disk Trencher peut permettre d'abaisser le coût de l'opération à environ 25\$ par hectare. Le rapport coût-efficacité du traitement doit être optimal, comme dans le cas de tous les traitements sylvicoles pré-commerciaux, à cause de la longue période de temps pendant laquelle l'investissement est immobilisé.

2.2.4.2 Brûlage dirigé

Cette méthode, du moins au Québec, en est encore au stade expérimental. Pour les buts poursuivis en reboisement, un brûlage léger n'est efficace qu'en terrain où l'humus est mince et sec, tandis qu'un brûlage plus important se révèle nécessaire là où l'humus est plus épais. Pour effectuer un brûlage efficace, c'est-à-dire qui réduise les débris de coupe, facilite la plantation, libère les éléments nutritifs pour les semis et expose partiellement le sol minéral, le lieu où il est pratiqué doit répondre à certaines conditions. Il faut entre autres que l'humus soit suffisamment sec. Il est donc nécessaire d'attendre un moment propice, le brûlage n'étant pas praticable en tout temps, ce qui peut occasionner divers problèmes. Le fait que la plupart des peuplements d'épinette noire et de pin gris seraient issus de brûlis, ainsi qu'un coût moindre que le

scarifiage, peuvent jouer en faveur d'une telle méthode malgré les risques de propagation de l'incendie aux forêts adjacentes.

Les coûts du brûlage dépendent principalement de la superficie et des dangers de propagation. En cas de propagation, il faudrait inclure dans les coûts la valeur des dommages encourus et les coûts d'extinction. Le coût moyen des brûlages pour des fins sylvicoles serait de 35\$ à 40\$ par hectare environ (d'après Vézina et al., 1976), voire même plus pour de petites étendues. Les chiffres sont toutefois peu nombreux et imprécis pour le Québec.

2.2.5 ÉTABLISSEMENT DU NOUVEAU PEUPEMENT

Le choix des méthodes de reboisement est généralement influencé par des facteurs tels le coût, l'essence avec laquelle on reboise, le succès escompté, la topographie du lieu, le type de terrain et la nature du sol.

Il importe de minimiser les coûts du reboisement, la production ne venant qu'après plusieurs années. De plus, un coût unitaire plus faible permet de reboiser une plus grande superficie pour un investissement donné.

De façon générale, les coûts sont influencés par:

- l'espacement entre les plants
- la méthode utilisée
- le taux de survie
- la topographie
- le type de terrain et la nature du sol
- la qualité des travaux de préparation
- les obstacles physiques rencontrés
- les coûts de production des semences et des semis
- les conditions météorologiques
- la main-d'oeuvre.

2.2.5.1 La plantation

D'un coût supérieur à l'ensemencement, la plantation peut assurer, par un meilleur taux de survie et une distribution plus uniforme, un meilleur contrôle de la densité. De plus, elle convient généralement à toutes les essences résineuses.

a) Semis à racines nues

Les semis à racines nues proviennent de pépinières où ils ont passé les premières années de leur vie. La plantation des semis à racines nues peut se faire manuellement ou mécaniquement. La plantation manuelle est plus coûteuse que la plantation mécanique, aussi devrait-elle être utilisée surtout en terrain difficile où la machinerie ne peut servir. La main-d'oeuvre requise est bien sûr plus nombreuse que pour le procédé mécanique et généralement peu expérimentée. Le taux de survie des plants serait d'environ 65 p. 100 après trois ans (Gagnon, 1978).

Le coût moyen de la plantation manuelle, coût de production des plants exclus, est de 122\$ pour 1000 plants (d'après Ministère des Terres et Forêts, 1979 et Gagnon, 1978). La productivité moyenne se situe vers 750 plants par jour-homme (Gagnon, 1978).

Au Québec, la plantation mécanique en terrain forestier s'effectue surtout à l'aide de la planteuse Crank Axle. Le procédé mécanique de plantation demande moins de main-d'oeuvre, permet de porter le taux de survie après trois ans à environ 75 p. 100 (Gagnon, 1978), permet de planter une plus grande quantité de semis au moment propice et est moins coûteux que la plantation manuelle. Néanmoins,

son usage et son rendement sont limités par des obstacles tels une topographie accidentée, un sol rocailleux, des souches et déchets de coupe.

Le coût moyen de la plantation mécanique pour 1000 plants est de 70\$ environ (Ministère des Terres et Forêts, 1979). Le rendement moyen des planteuses est d'environ 750 à 800 plants à l'heure (Ministère des Terres et Forêts, 1977 et Gagnon, 1978).

b) Semis en contenants

Les semis en godets sont produits en serre sur une période plus courte que les semis à racines nues et sur des surfaces très restreintes. Les possibilités de mécaniser la production des semis et les manipulations sont généralement plus grandes que pour les semis à racines nues mais la plantation mécanique en est très peu développée, même au stade expérimental. Le semis en contenant a l'avantage de moins subir le choc de la transplantation. De plus, il résisterait mieux aux conditions climatiques difficiles. Le taux de survie moyen deux ans après la plantation se situe vers 75 p. 100 (Gagnon, 1978). La plantation manuelle est relativement rapide et peu coûteuse. De plus, la saison de plantation est plus longue que pour les semis à racines nues.

Le fait qu'il existe plusieurs types de semis en godets (godets en papier, saucisse de tourbe, etc.) et d'autres facteurs physiques et économiques font varier le coût de cette plantation. Il est très approximativement de 60\$ à 65\$ en moyenne pour 1000 plants (Gagnon, 1978 et Hoedemaker, 1974). D'autre part, le coût de production des semis serait de 15 p. 100 à 30 p. 100 plus élevé que pour les semis à racines nues, selon l'essence, les types de godets et de plants et

d'autres facteurs. Le coût moyen d'établissement pour un type de contenant des plus répandus, le godet en papier, est d'environ 145\$ pour 1000 plants (d'après Hoedemaker, 1974). Quelques-uns des types de contenants sont promis à un avenir certain.

2.2.5.2 L'ensemencement

Au Québec, l'ensemencement se fait principalement en pin gris et en épinette noire bien que certaines essences aient fait l'objet de cette pratique sur une base expérimentale. Le pin gris est, de loin, l'essence qui se prête le mieux à l'ensemencement. La préparation du terrain est cependant nécessaire.

a) Par voie terrestre

L'ensemencement terrestre s'effectue principalement à l'aide d'un appareil qui scarifie et sème en une seule opération; le Bracke Cultivator. Cet appareil creuse 2 000 à 2 500 poquets par hectare et dépose de 5 à 15 graines dans chacun. La machine permet donc un contrôle de l'espacement entre les semences et nécessite 2 à 3 fois moins de graines que l'ensemencement aérien. De plus, la semence est toujours déposée sur le sol minéral et la méthode est relativement peu coûteuse. L'opération est toutefois limitée au printemps et à l'automne et l'appareil ne peut fonctionner dans certaines conditions de terrain (abondance des déchets de coupe, souches, topographie, ...). Le taux de survie est très variable.

Le coût moyen de l'opération est d'environ 45\$ par hectare (d'après Ministère des Terres et Forêts, 1979). Il faut toutefois y ajouter le coût des semences au nombre de 20 000 à 25 000 par hectare,

ce qui donnerait un coût total d'environ 55\$/ha pour le pin gris (d'après Gagnon, 1978).

b) Par voie aérienne

L'ensemencement aérien s'effectue à l'aide d'un avion léger ou d'un petit hélicoptère. Cette méthode permet de couvrir de grandes superficies en peu de temps et avec une main-d'oeuvre restreinte. L'avion offre un rendement plus élevé et à un coût généralement moindre que l'hélicoptère. De plus, l'avion permet une meilleure précision de la densité de l'ensemencement et une plus grande uniformité d'application (Gagnon, 1978). Par contre, l'hélicoptère ne nécessite pas de piste d'envol et peut ensemenecer des superficies restreintes.

Le coût de l'épandage des semences par voie aérienne est, en moyenne, d'environ 10,80\$ par hectare (Ministère des Terres et Forêts, 1979). Le coût approximatif des semences par hectare est de 25\$ pour le pin gris et de 80\$ pour l'épinette noire (Ministère des Terres et Forêts, 1977). Il faut également y ajouter le coût de la préparation du terrain, par brûlage ou scarifiage (voir 2.2.4 a et b) et également, celui d'une éventuelle éclaircie précommerciale d'un coût approximatif de 425\$ par hectare (d'après Vézina et al., 1976 et Gagnon, 1978).

Le tableau suivant résume les coûts des diverses étapes de la conversion.

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des coûts
des étapes de la conversion

<u>Étapes</u>	<u>Coûts en dollars 1978</u>
1- Choix des superficies	-
2- Enlèvement de la sapinière	10,60\$ - 12,30\$/m ³ (1)
3- Choix de l'essence de remplacement	- (2)
4- Préparation du site	
- scarifiage	50\$ - 200\$/ha (en moyenne aux environs de 85\$/ha)
- <u>Disk Trencher</u>	\$25/ha (lorsque possible)
- brûlage dirigé	35\$ - 40\$/ha (probablement plus pour de petites superficies; il faut aussi ajouter un risque de propagation qui augmenterait le coût)
5- Établissement du nouveau peuplement	
- coût de production des semis	en moyenne 80\$/1000 plants
- plantation (racines nues)	
- manuelle	120\$/1000 plants environ, ou 300\$/ha ³
- mécanique (<u>Crank Axle</u>)	70\$/1000 plants environ, ou 175\$/ha ³
- plantation (semis en godets)	60\$ - 65\$/1000 plants pour la plantation seulement; près de 145\$/1000 plants pour l'ensemble des coûts d'établissement ou 360\$/ha ³
- ensemencement	
. terrestre (<u>Bracke Cultivator</u>)	45\$/ha mais sans le coût des graines au nombre de 20 à 25 000/ha (cette machine scarifie en même temps mais seulement sur terrain facile)
. aérien	10,80\$/ha en moyenne pour avion et hélicoptère

1 Cette étape engendre un revenu de l'ordre de 17,70\$ à 20,50\$/m³ si le bois est vendu sur le marché (prix au chemin)

2 Voir chapitre III

3 Pour une densité d'environ 2 500 tiges/hectare

CHAPITRE III

ANALYSE DES POSSIBILITES DE PLUSIEURS ESSENCES DE REMPLACEMENT

Par quelle essence doit-on remplacer le sapin lors de la conversion? Plusieurs éléments de solution ont déjà été mentionnés.

- 1- On doit autant que possible installer un nouveau peuplement productif qui soit à l'abri de la tordeuse ou d'autres insectes ou maladies.
- 2- Le nouveau peuplement doit produire de la matière ligneuse utilisable aux mêmes fins que le sapin et l'épinette blanche, même s'il peut y avoir quelques exceptions à cette règle.
- 3- La nouvelle essence doit s'adapter aux conditions particulières du site et être disponible.
- 4- L'implantation de la nouvelle essence ne doit pas entraîner des effets néfastes sur l'environnement.
- 5- Finalement, la conversion d'un site doit être rentable.

Il est assez évident qu'une essence unique ne peut rencontrer toutes ces conditions. Il revient donc au responsable d'un éventuel programme de conversion de choisir l'essence ou la combinaison d'essences la plus apte à assurer le plein succès.

Comme la conversion implique nécessairement un reboisement, le présent chapitre analyse les essences de reboisement les plus utilisées actuellement au Québec, au point de vue d'une utilisation éventuelle pour la conversion. Les essences étudiées sont donc celles qui ont déjà fait l'objet de plantations sur une échelle suffisamment vaste ou qui sont susceptibles de l'être dans un avenir assez proche.

Notre projet envisage la conversion comme une mesure de protection contre les ravages de l'épidémie. L'aspect protection contre la tordeuse et d'autres insectes ou maladies est un point important. Il importe avant tout de ne pas créer des problèmes autant sinon plus graves que ceux que l'on tente de résoudre. C'est un fait reconnu que les plantations (résultat de la conversion) d'une seule essence sont des terrains propices à l'apparition d'insectes ou de maladies. Des insectes ou des maladies considérés comme peu importants aujourd'hui peuvent causer des problèmes demain. D'un autre côté, de nouveaux moyens chimiques, biologiques ou simplement mécaniques peuvent être découverts et atténuer considérablement les risques associés à certains insectes ou maladies qui limitent actuellement l'utilisation de quelques essences. Notre monde est en évolution et les connaissances en ce domaine progressent continuellement. Il importe de ne pas se cacher les risques sans pour autant attendre la solution miracle, qui risque d'être la source de graves problèmes dans l'avenir.

3.1 L'EPINETTE.BLANCHE

1- Conditions d'implantation.

On trouve très souvent l'épinette blanche en association avec le sapin baumier. Elle atteint son plein développement en sol

humide et bien drainé, bien qu'on la retrouve à l'état naturel dans une grande variété de sols et de climats. La procédure la plus courante pour les plantations d'épinette blanche, et sans doute la plus adéquate, est le scarifiage suivi de la plantation.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Il peut paraître assez étonnant d'étudier l'épinette blanche comme essence de remplacement du sapin pour éviter les dommages dus à la TBE, étant donné que c'est elle-même une essence très susceptible à cet insecte. Les connaissances actuelles démontrent que l'épinette blanche est plus résistante que le sapin et que, sur un territoire donné, son taux de mortalité est plus faible. En cas d'épidémie, un peuplement d'épinette blanche serait donc préférable à une sapinière parce qu'on y enregistrerait moins de mortalité. Cependant, ce seul critère n'est pas suffisant pour justifier l'utilisation de l'épinette blanche comme essence de remplacement, d'autant plus que l'on connaît assez peu les effets d'une épidémie sur une plantation de cette essence. De plus, des travaux récents (Hardy et Hamel, 1978) tendent à considérer la présence d'épinette blanche comme un facteur-clé du déclenchement des épidémies. Les travaux actuellement en cours et les observations sur la présente épidémie devraient apporter de nouvelles informations, qu'il faudra prendre en considération pour justifier l'utilisation de cette essence de remplacement dans une conversion.

Les principales maladies susceptibles de faire des ravages dans les plantations d'épinette blanche sont les chancres cytosporéens et les caries de la racine. A un degré moindre, l'épinette blanche peut être victime de la rouille des aiguilles, du faux gui, de conditions

climatiques adverses, de dégâts d'animaux et autres facteurs limitants, du même genre que ceux qu'on retrouve sur la majorité des résineux.

En ce qui concerne les insectes, outre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, quelques espèces sont susceptibles de s'établir sur l'épinette blanche et d'y causer des dégâts variables, entre autres la tenthrède à tête jaune de l'épinette, la tenthrède à tête verte de l'épinette, la tordeuse à tête noire de l'épinette, etc.

3- Rendements et coûts¹

- coût de 40 litres de semences
moyen: 30\$ entre 15\$ et 45\$
- coût des semences pour 1 000 plants (racines nues)
moyen: 1,35\$ entre 0,75\$ et 1,80\$
- coût de production des semis pour 1 000 plants
(racines nues - 85 p. 100 en 3-0 et 15 p. 100 en 2-2)
moyen: 75\$ entre 55\$ et 95\$
- coût moyen d'établissement pour 1 000 plants
(racines nues)
plantation manuelle: 175\$ mécanique: 140\$
- espacement initial recommandé
bois de sciage 2,5 × 2,5 mètres ou 1 600 plants/ha
bois à pâte 3,5 × 3,5 mètres ou 816 plants/ha
- coût par hectare pour l'établissement de la plantation
2,5 × 2,5 mètres plantation manuelle: 280\$
 plantation mécanique: 225\$
3,5 × 3,5 mètres plantation manuelle: 140\$
 plantation mécanique: 115\$

(d'après Castonguay, 1977 et Ministère des Terres et Forêts, 1977).

¹ Tous les coûts sont exprimés en dollars de 1978.

Note: Etant donné le niveau de précision, les coûts ont été arrondis dans certains cas.

Le dégagement peut comme dans bien des cas s'avérer nécessaire. Son coût moyen est d'environ 100\$/ha (Vézina et al., 1976 et Ministère des Terres et Forêts, 1977).

Les rendements sont donnés pour diverses classes de fertilité et pour divers espacements, pour des plantations ne faisant pas l'objet d'éclaircie, aucun chiffre n'étant disponible pour des plantations ayant subies de tels traitements.

Indice de fertilité: 9 mètres à 25 ans		
Age	2,5 × 2,5 mètres	3,5 × 3,5 mètres
45	141,34 m ³ /ha	128,36 m ³ /ha
50	156,22	141,58
55	167,53	151,55
Indice de fertilité: 11 mètres à 25 ans		
Age	2,5 × 2,5 mètres	3,5 × 3,5 mètres
45	185,07 m ³ /ha	166,87 m ³ /ha
50	201,76	181,29
55	214,01	191,75

(Castonguay, 1977).

La période de révolution idéale pour l'épinette blanche se situe aux environs de 50 ans sans éclaircie. Le bois a sensiblement les mêmes caractéristiques que celui du sapin mais l'épinette blanche peut généralement atteindre de plus grandes dimensions.

3.2 L'ÉPINETTE NOIRE¹

1- Conditions d'implantation

L'épinette noire est une essence qui s'adapte très bien aux sites colonisés par l'épinette blanche et le sapin baumier. Les plantations d'épinette noire sont toutes très récentes et demeurent assez peu étudiées de telle sorte qu'il est difficile de caractériser les sites propices et les travaux préparatoires nécessaires à son implantation.

2- Protection contre les insectes et les maladies

On ne peut pas considérer l'épinette noire comme une essence non-hôte à la TBE, surtout en période d'épidémie. On y retrouve fréquemment la tordeuse bien que les dommages demeurent limités et la mortalité, très restreinte. Le cycle annuel de développement de l'insecte est mal synchronisé avec celui de l'arbre (débourement trop tardif des bourgeons au printemps) de telle sorte que l'insecte peut difficilement y proliférer.

Il est généralement admis que l'épinette noire est actuellement exempte d'insectes ou de maladies pouvant occasionner des dommages importants.

3- Rendements et coûts

L'utilisation de l'épinette noire en plantation est trop récente pour qu'on puisse déterminer les rendements ou les coûts dans les diverses conditions où elle a été plantée. Les rendements minimum auxquels on doit s'attendre devraient être comparables à ceux qui sont obtenus en peuplements naturels. Selon Boudoux (1978), l'épinette noire

¹ Ces informations concernant l'épinette noire proviennent d'une communication personnelle de V. Bertrand, 1979.

en peuplements naturels devrait avoir les rendements suivants à l'âge d'exploitabilité (lorsque l'accroissement annuel moyen est égal à l'accroissement annuel courant):

Classe de site	Région EST		Région OUEST	
	Age	Vol. marchand (m ³ /ha)	Age	Vol. marchand (m ³ /ha)
II	65	134	70	137
III	75	104	80	110
IV	90	70	100	71.

3.3 L'EPINETTE DE NORVEGE

1- Conditions d'implantation

L'implantation se ferait généralement sans problème sauf dans les régions nordiques où l'essence s'établit difficilement. Le sol requis pour un développement optimal doit être plus riche que pour l'épinette blanche. La quantité de semences habituellement disponible exige sa plantation sur les meilleurs sols.

L'établissement de cette essence se fait généralement par scarifiage suivi de plantation. Dans certains cas, on pourrait également envisager la fertilisation.

2- Protection contre les insectes et les maladies

L'épinette de Norvège ne serait que peu ou pas sensible à la tordeuse des bourgeons de l'épinette, mais le charançon peut limiter la production de bois de sciage de cette essence. Quelques maladies peuvent sans doute s'attaquer à l'épinette de Norvège mais ne causeraient que des dégâts mineurs.

3- Rendements et coûts

- coût pour 40 litres de semences
moyen: 11,25\$ entre 6,75\$ et 15,50\$

- coût des semences pour 1 000 plants
(racines nues)
moyen: 1,75\$ entre 1,05\$ et 2,50\$
- coût de production des semis pour 1000 plants
(racines nues - 76 p. 100 en 3-0 et 24 p. 100 en 2-2)
moyen: 75\$ entre 55\$ et 100\$
- coût moyen d'établissement pour 1 000 plants
(racines nues)
plantation manuelle: 180\$
plantation mécanique: 145\$
- espacement recommandé
bois à pâte 2 × 2 mètres ou 2 500 plants/ha
bois de sciage: éclaircies subséquentes suggérées
- coût par hectare
2 × 2 mètres plantation manuelle: 450\$
 plantation mécanique: 360\$

(d'après Castonguay, 1977 et Ministère des Terres et Forêts, 1977).

Comme c'est le cas pour toutes les essences, le dégagement des plantations est fortement suggéré: son coût moyen est d'environ 100\$/ha (d'après Vézina et al., 1976 et Ministère des Terres et Forêts, 1977). Etant donné que l'épinette de Norvège est une essence parmi les plus productives, un entretien particulièrement suivi pourrait se révéler rentable.

Les rendements suivants sont possibles pour des plantations ne faisant pas l'objet d'éclaircie:

Indice de fertilité: 11 mètres à 25 ans	
Age	2 × 2 mètres
40	252,77 m ³ /ha
45	299,93
50	337,47
55	363,00
60	374,74

Indice de fertilité: 13 mètres à 25 ans	
Age	2 × 2 mètres
40	318,58 m ³ /ha
45	373,42
50	417,22
55	447,28
60	461,59

(Castonguay, 1977)

Pour une plantation d'un espacement de 2 × 2 mètres, située sur un site ayant un indice de fertilité de 11 mètres à 25 ans et pour un âge de révolution de 60 ans, des régimes de 1, 2 ou 3 éclaircies permettent respectivement des augmentations approximatives de la surface terrière faisant l'objet de récolte de 14, 28 et 42 p. 100 (Castonguay, 1977).

Malgré le charançon, la production de bois de sciage, avec un petit espacement initial suivi d'un bon régime d'éclaircie, n'est pas à exclure mais il est préférable de planter cette essence en fonction de la pâte.

3.4 LE PIN BLANC

1- Conditions d'implantation

Le pin blanc atteint son développement maximal dans des sols humides et bien drainés, sableux ou argileux. Il peut toutefois occuper les sols les plus divers. L'implantation du pin blanc serait donc sans doute assez facile.

Les travaux les plus appropriés pour l'implantation du pin blanc sont le scarifiage suivi de la plantation. Peu de renseignements

sont disponibles en ce qui concerne l'ensemencement et le brûlage et l'expérience de ces traitements pour le pin blanc est plutôt limitée bien qu'on en ait déjà semé sur une base non-opérationnelle.

2- Protection contre les insectes et les maladies

La rouille vésiculeuse du pin blanc menace particulièrement cette essence, de même que le charançon. Ces deux parasites et, en particulier, la rouille vésiculeuse sont très destructeurs et font en sorte qu'il est financièrement risqué d'en faire la plantation. La plantation risquerait alors de propager davantage les parasites.

La rouille vésiculeuse¹ a été observée presque partout au Québec et ses ravages ont frappé sévèrement les plantations durant plusieurs années. Cependant, des travaux récents (Lavallée, 1974; Jean, 1972) permettent de mieux connaître la maladie et de déterminer des zones où l'on peut planter du pin blanc avec des risques limités. Cependant, comme le pin blanc apparaît rarement en peuplements purs à l'état naturel, il faut se demander si sa plantation sur de grandes superficies est souhaitable.

3- Rendements et coûts

- coût de 40 litres de semence
moyen: 15,50\$ entre 10,10\$ et 20,80\$
- coût de la semence pour 1 000 plants
(racines nues)
moyen: 4,90\$
- coût de production des semis pour 1 000 plants
(racines nues) (64 p. 100 en 3-0 et 36 p. 100 en 2-1)
moyen: 110\$

¹ Les informations concernant la rouille vésiculeuse proviennent d'une communication personnelle de G. Laflamme, 1979.

- coût d'établissement pour 1 000 plants
(racines nues)
plantation manuelle: 215\$
plantation mécanique: 180\$
- espacement recommandé
2,5 × 2,5 mètres ou 1 600 plants/ha
2 × 2 mètres ou 2 500 plants/ha
- coût par hectare
2,5 × 2,5 mètres plantation manuelle: 340\$
 plantation mécanique: 290\$
2 × 2 mètres plantation manuelle: 540\$
 plantation mécanique: 450\$

(d'après Castonguay, 1979 et Ministère des Terres et Forêts, 1977).

Rendement physique des plantations de pin blanc selon les options d'aménagement (en m³/ha).

Indice de fertilité: 11 mètres à 25 ans				
espacement: 2 × 2 mètres				
Age	récolte totale (m ³ /ha)			
	Coupe totale	1 écl.	2 écl.	3 écl.
45	283	305	352	-
50	326	362	390	426
55	362	398	423	453
60	396	432	453	479
espacement 2,5 × 2,5 mètres				
Age	récolte totale (m ³ /ha)			
	Coupe totale	1 écl.	2 écl.	3 écl.
45	255	271	323	-
50	293	319	355	414
55	326	367	399	439
60	357	397	326	461

Indice de fertilité: 9 mètres à 25 ans				
espacement: 2 × 2 mètres				
Age	récolte totale (m ³ /ha)			
	Coupe totale	1 écl.	2 écl.	3 écl.
45	248	266	-	-
50	293	321	366	-
55	332	358	416	-
60	369	411	448	-
espacement: 2,5 × 2,5 mètres				
Age	récolte totale (m ³ /ha)			
	Coupe totale	1 écl.	2 écl.	3 écl.
45	222	255	-	-
50	261	290	-	-
55	297	337	364	-
60	329	367	392	-

(Castonguay, 1979)

En plus d'atteindre de bonnes dimensions, le pin blanc est un bois recherché pour l'ébénisterie et les boiseries en général. C'est une essence très en demande et plusieurs débouchés s'offrent à elle mais la rouille vésiculeuse du pin blanc limite beaucoup la quantité qui pourrait être disponible. L'âge de révolution idéal est d'environ 55 ans (Castonguay, 1979).

3.5 LE PIN ROUGE

1- Conditions d'implantation

Bien que le pin rouge se contente d'un sol moins riche que le pin blanc, il requiert un sol un peu plus particulier. Il atteint

son plein développement sur des sols sableux et bien drainés. Il serait préférable de le planter dans des sols et sous des climats qui lui conviennent vu les coûts d'établissement et la disponibilité des semencés.

L'établissement du pin rouge se fait par plantation mais le brûlage lui conviendrait bien comme méthode de préparation du terrain si l'on considère que le feu peut en favoriser la régénération à l'état naturel. Comme pour toutes les essences, le scarifiage est praticable dans son cas.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Le pin rouge a l'avantage d'échapper à la rouille vésiculeuse et au charançon mais il peut être atteint principalement par le chancre scléroderrien¹ qui s'attaque également au pin gris. On connaît actuellement deux souches de cette maladie. La souche dite nord-américaine est répandue à peu près partout, tandis que la deuxième souche dite européenne est pour le moment localisée au sud des régions de Montréal et de l'Estrie. Les dommages occasionnés jusqu'à maintenant sont dus à la souche nord-américaine qui ne peut faire mourir que les jeunes tiges (moins de 10 ans environ) tandis que la souche européenne identifiée récemment au Québec semble plus virulente et pourrait faire mourir des arbres mûrs. Bien qu'elle se trouve à l'état naturel, il semble que la maladie se soit propagée à plusieurs plantations par la contamination des semis à la pépinière. La régression de la maladie en

¹ Les informations concernant le chancre scléroderrien proviennent d'une communication personnelle de G. Laflamme, 1979.

pépinière devrait être maintenant assurée grâce à l'emploi d'un fongicide, ce qui éliminerait les risques de propagation. De plus, un arbre de plus de 10 ans est peu affecté par le chancre, tandis que des traitements appropriés (élagage) dans les jeunes plantations combattent passablement bien la maladie.

En ce qui concerne les insectes, la mouche à scie de Leconte peut causer des dommages importants aux jeunes plantations.

3- Rendements et coûts

- coût de 40 litres de semence
moyen: 38,75\$ entre 20,25\$ et 54,50\$
- coût de la semence pour 1 000 plants
(racines nues)
moyen: 14,00\$ entre 8,50\$ et 19,75\$
- coût de production des semis pour 1 000 plants
(racines nues)
moyen: 80\$ entre 60\$ et 105\$
- coût moyen d'établissement pour 1 000 plants
(racines nues)
plantation manuelle: 195\$
plantation mécanique: 160\$
- espacement recommandé
2,5 × 2,5 mètres ou 1 600 plants/ha
2 × 2 mètres ou 2 500 plants/ha
- coût d'établissement par hectare
2,5 × 2,5 mètres plantation manuelle: 310\$
 plantation mécanique: 260\$
2 × 2 mètres plantation manuelle: 490\$
 plantation mécanique: 400\$

(d'après Castonguay et al., 1977 et Ministère des Terres et Forêts, 1977).

Le rendement physique des plantations de pin rouge sans intervention (volume marchand en m³/ha) est le suivant:

Indice de fertilité: 5 mètres à 10 ans		
Age	2 × 2 mètres	2,5 × 2,5 mètres
45	360,9	334,7
50	423,4	396,2
55	460,5	434,0
60	495,0	469,2
Indice de fertilité: 7 mètres à 10 ans		
Age	2 × 2 mètres	2,5 × 2,5 mètres
45	472,8	453,5
50	549,5	529,4
55	593,4	573,8
60	634,0	614,9

(Castonguay et al., 1977).

Le pin rouge est une essence de valeur et il est rentable d'en planter. Il atteint des dimensions fort intéressantes et plusieurs débouchés s'offrent à lui, surtout dans le sciage, bien qu'on puisse aussi en faire de la pâte. Un régime d'éclaircie approprié augmenterait le rendement de la plantation et fournirait des arbres de meilleure qualité pour le sciage. Il est en outre essentiel de protéger la jeune plantation en effectuant un ou plusieurs dégagements (100\$/ha) si nécessaire. L'âge de révolution idéal, sans intervention, est d'environ 55 ans (Castonguay et al., 1977).

3.6 LE PIN GRIS

1- Conditions d'implantation

De toutes les essences plantées au Québec, le pin gris est

sans doute la plus souple. Le pin gris ne requiert pas de conditions édaphiques particulières pour bien se développer mais il donne son meilleur rendement en sol sableux et bien drainé.

Notons que le pin gris se régénère souvent, à l'état naturel, après un feu, ce qui rendrait la technique du brûlage utilisable dans son cas, comme mode de préparation du sol. De plus, il est possible de reboiser en pin gris par ensemencement avec un bon taux de succès. Après un ensemencement aérien, il est parfois nécessaire de procéder à une éclaircie précommerciale.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Le pin gris est relativement peu sensible aux insectes même si quelques-uns sont susceptibles de l'attaquer tels la tordeuse du pin gris, la tenthrède du pin gris et le nodulier du pin gris. Ce sont les maladies qui risquent le plus de décimer les aires reboisées en pin gris, principalement le chancre scléroderrien et les chancres cytosporéens puis, à un degré beaucoup moindre mais pouvant causer certains problèmes, la rouille-tumeur du pin gris, les brûlures et les rouilles des aiguilles.

3- Rendements et coûts

- coût de 40 litres de semence
moyen: 20,50\$ entre 11,50\$ et 26,75\$
- coût de la semence pour 1 000 plants
(racines nues)
moyen: 1,75\$ entre 1,00\$ et 2,50\$
- coût de production des semis pour 1 000 plants
(racines nues)
moyen: 60\$ entre 45\$ et 75\$

- coût moyen d'établissement pour 1 000 plants
(racines nues)
plantation manuelle: 160\$
plantation mécanique: 125\$
- espacement recommandé
3 × 3 mètres ou 1 111 plants/ha
2,5 × 2,5 mètres ou 1 600 plants/ha
- coût d'établissement par hectare
3 × 3 mètres plantation manuelle: 180\$
 plantation mécanique: 140\$
2,5 × 2,5 mètres plantation manuelle: 260\$
 plantation mécanique: 200\$

(d'après Castonguay et al., 1977 et Ministère des Terres et Forêts, 1977).

Rendement physique des plantations de pin gris sans
intervention:

Indice de fertilité: 5 mètres à 15 ans		
Age	2,5 × 2,5 mètres	3 × 3 mètres
45	185,3 m ³ /ha	173,8 m ³ /ha
50	203,4	190,8
55	218,9	205,3
60	231,9	217,5
Indice de fertilité: 7 mètres à 15 ans		
Age	2,5 × 2,5 mètres	3 × 3 mètres
45	252,4 m ³ /ha	239,6 m ³ /ha
50	270,2	256,5
55	285,9	271,4
60	299,7	284,5

(Castonguay et al., 1977).

Généralement, le pin gris peut servir dans la construction et pour la fabrication de pâte. La pâte qu'il donne est toutefois de moins bonne qualité et les usines ne peuvent en employer plus qu'une certaine proportion pour conserver une qualité comparable à celle de la concurrence. Il est généralement de valeur moindre que le sapin et atteint des dimensions légèrement inférieures en général. L'âge de révolution idéal est de 50 à 55 ans.

3.7 LE PIN SYLVESTRE¹

1- Conditions d'implantation

Le pin sylvestre est une essence qui croît très bien lorsque les conditions sont propices. Elle s'accommode très bien du climat de la vallée du Saint-Laurent et requiert des sols sablonneux et même graveleux. Le problème de la forme de l'arbre (arbres tordus) pourrait être solutionné par le choix de provenances adéquates et la production de semences à l'aide de vergers à graines.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Comme le pin rouge, le chancre scléroderrien affecte le pin sylvestre, mais à un degré moindre. On y retrouve aussi la rouille-tumeur du pin ainsi que la rouille vésiculeuse en de rares occasions.

Parmi les insectes, la mouche à scie de Leconte, la mouche à scie importée du pin et le sercope du pin se retrouvent sur le pin sylvestre.

¹ Les détails concernant le pin sylvestre proviennent d'une communication personnelle de V. Bertrand, 1979.

3- Rendements et coûts

Au point de vue du rendement et des coûts, le pin sylvestre se compare au pin rouge. Des échantillonnages ont été faits en vue de la construction d'une table de rendement pour les plantations de pin sylvestre du Québec, mais celle-ci n'est pas encore disponible. Le rendement est au moins égal, sinon supérieur à celui du pin rouge.

3.8 LE MELEZE LARICIN

1- Conditions d'implantation

Le mélèze laricin s'adapterait généralement avec facilité au milieu d'une sapinière. Il accepte les terrains plus ou moins bien drainés même s'il atteint son plein développement dans des sols humides, légers et bien drainés.

Le scarifiage suivi de la plantation sont les travaux les plus sûrs pour implanter le mélèze laricin, vu le peu de renseignements dont nous disposons sur le brûlage comme moyen de régénérer cette essence et la capacité germinative relativement faible des graines qui en limite l'ensemencement.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Les quelques parasites connus en peuplements naturels ne font généralement pas d'importants dégâts. Cependant, comme le mélèze laricin forme rarement des peuplements naturels purs, on ignore les dommages que ces parasites pourraient causer dans des plantations.

3- Rendements et coûts

- coût de 40 litres de semences
moyen: 100\$ entre 55\$ et 145\$

- coût de la semence pour 1 000 plants
(racines nues)
moyen: 6,75\$
- coût de production des semis pour 1 000 plants
(racines nues - 53% en 2-0 et 47% en 3-0)
moyen: 80\$
- coût d'établissement pour 1 000 plants
(racines nues)
plantation manuelle: 185\$
plantation mécanique: 150\$
- espacement recommandé
2 à 3 mètres en général
2,5 × 2,5 mètres ou 1 600 plants/ha
3 × 3 mètres ou 1 111 plants/ha
- coût par hectare
2,5 × 2,5 mètres plantation manuelle: 300\$
 plantation mécanique: 240\$
3 × 3 mètres plantation manuelle: 210\$
 plantation mécanique: 170\$

(d'après Castonguay, 1979 et Ministère des Terres et Forêts, 1977).

Le rendement physique des plantations de mélèze laricin

(en m³/ha) est le suivant:

Indice de fertilité: 10 mètres à 15 ans			
espacement: 2,5 × 2,5 mètres			
récolte totale avec:			
Age	Coupe totale	1 écl.	2 écl.
40	187	211	-
45	207	240	271
50	224	255	286
55	236	279	307
60	246	288	316

espacement: 3 × 3 mètres			
récolte totale avec:			
Age	Coupe totale	1 écl.	2 écl.
40	169	194	-
45	187	210	-
50	202	234	-
55	202	234	-
60	221	263	-
Indice de fertilité: 8 mètres à 15 ans			
espacement: 2,5 × 2,5 mètres			
récolte totale avec:			
Age	Coupe totale	1 écl.	2 écl.
40	153	-	-
45	174	200	-
50	191	215	-
55	204	237	-
60	214	246	-
espacement: 3 × 3 mètres			
récolte totale avec:			
Age	Coupe totale	1 écl.	2 écl.
40	137	-	-
45	155	-	-
50	171	-	-
55	182	-	-
60	192	-	-

(Castonguay, 1979)

Les débouchés pour le mélèze laricin sont la pâte, les pôteaux, les pieux, les pilotis, les traverses de chemin de fer, les caisses et les cartons. Le bois du mélèze a la qualité de résister assez bien à la carie.

Le mélèze laricin supportant très difficilement l'ombre, il est presque essentiel de pratiquer un ou plusieurs dégagements (100\$/ha) dans la plantation si l'on veut obtenir un taux de survie satisfaisant et une bonne croissance. L'âge de révolution idéal pour les meilleurs sites se situe vers 50 ans.

Notons, en ce qui concerne les coûts d'exploitation, qu'ils peuvent éventuellement être plus ou moins inférieurs en plantation, à cause de divers facteurs tels les dimensions et l'espacement optimal des tiges, l'état du sol, les chemins d'accès et ce pour toutes les essences, en comparaison avec un peuplement naturel des mêmes essences. Lié au rendement physique plus élevé des plantations et à quelques autres facteurs, cela a pour effet d'optimiser le coefficient d'exploitation.

3.9 LES MELEZES EUROPEEN ET JAPONAIS¹

1- Conditions d'implantation

Ces deux essences sont exotiques et ne sont encore plantées au Québec qu'à titre expérimental. Comme notre mélèze indigène, elles préfèrent des sols humides et frais. On a remarqué de bons résultats

¹ Les informations concernant les mélèzes européen et japonais proviennent d'une communication personnelle de V. Bertrand, 1979.

sur des podzols humo-ferriques orthiques, bien drainés. Les expériences en cours devraient permettre de déterminer les conditions propices à l'implantation de ces essences.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Les observations faites dans les très petites plantations qui existent actuellement sont trop peu nombreuses et trop dispersées pour permettre d'identifier les insectes ou les maladies qui pourraient affecter significativement ces deux essences. Une surveillance appropriée est de rigueur.

3- Rendements et coûts

Actuellement, on ne dispose que d'informations fragmentaires concernant le rendement de ces essences. Voici quelques exemples recueillis:

a) mélèze japonais		
Âge à la souche	Espacement (mètres)	Volume marchand (m ³ /ha)
23	2,5 × 2,0	140
20	2,5 × 2,5	140
15	2,5 × 2,5	35
17	2,5 × 2,5	203
b) mélèze européen		
Âge à la souche	Espacement (mètres)	Volume marchand (m ³ /ha)
26	2,0 × 2,0	275

Ces résultats, bien que très fragmentaires et variables,

montrent que ces essences ont une croissance très rapide. Selon l'utilisation que l'on veut faire du bois, on peut certainement penser à des mini-rotations.

En ce qui concerne les coûts, les travaux sur ces deux essences sont trop récents pour qu'on puisse les prédire sur une base commerciale avec assez de précision.

3.10 LES PEUPLIERS HYBRIDES

1- Conditions d'implantation

La culture intensive des peupliers nécessite, pour des résultats optimum, des terrains riches et exempts de souches et de débris de coupe.

Les opérations généralement recommandées avant l'établissement sont le déblaiement des souches, des petits arbres, des débris de coupe et des cailloux et leur rassemblement en andains aux limites des parcelles de plantation à l'aide d'un bulldozer muni d'un râteau épierreur. Ensuite vient l'établissement de chemins et d'éventuels fossés de drainage, puis un hersage à l'aide d'une herse lourde. Il faut donc que le terrain soit relativement peu accidenté.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Les peupliers hybrides peuvent être sujets à quelques maladies dont surtout les taches des feuilles et les brûlures. Le principal insecte qui pourrait causer certains dommages aux peupliers hybrides est sans doute la spongieuse.

3- Rendements et coûts

Il faut noter que les rares chiffres disponibles peuvent être relativement imprécis vu l'état peu avancé de la populiculture au Québec.

Préparation du terrain

- défrichage: son coût se situerait aux environs de 535\$/ha en moyenne (d'après Vézina et al., 1976)
- hersage: la production moyenne est de 0,51 ha/heure (d'après Vézina et al., 1976)
- fossés de drainage et chemins: leur coût combiné est d'environ 60\$/ha

Etablissement de la peupleraie

- production des boutures: le coût en est de 18,50\$ à 32,50\$ pour 1 000 boutures (d'après Vézina et al., 1976)
- plantation: elle peut se faire manuellement ou mécaniquement. Le coût de la plantation mécanique est d'environ 70\$ à 85\$ par hectare, variant principalement selon les conditions et facteurs physiques rencontrés et la densité de la plantation.

Entretien

- fertilisation: on peut appliquer des engrais comprenant azote, phosphore et potassium selon divers régimes. La fertilisation permet une augmentation de croissance de 100 p. 100 à 200 p. 100, du moins dans les premières années (Vézina et al., 1976)
- désherbage: les deux ou trois premières années, il faut effectuer un désherbage mécanique à la herse alors que pour les années subséquentes, le désherbage peut se faire chimiquement si nécessaire.
- récépage - regarnis: l'opération consiste à couper les pousses de l'année en laissant deux ou trois bourgeons et de regarnir les endroits où les boutures sont mortes au moyen des rejets fraîchement coupés. Le récépage se pratique tout au début de la vie d'une plantation. Il permet d'obtenir des plants droits et vigoureux à partir d'un enracinement établi.

- taille, élagage, émondage: pour les bois destinés au sciage et au déroulage, il se révèle généralement rentable, en peupleraie, d'effectuer des opérations de correction de la cime en bas âge, ou d'élagage (qui consiste à enlever certaines branches) et d'émondage (qui consiste à enlever les gourmands qui ont tendance à pousser là où s'est fait l'élagage).
- éclaircies: les éclaircies commerciales peuvent se pratiquer dans les peupleraies: intégrées à certaines options d'aménagement, elles augmentent sensiblement le rendement de la plantation.

Il est à noter qu'après la coupe finale, on procède à un essouchement ou à un hersage profond et à la réfection des chemins pour préparer la génération suivante de peupliers. Toutefois, certains hybrides baumiers se propagent bien par rejets ou drageons et cela peut rendre la plantation inutile, du moins pour un certain nombre de générations de repousse.

Le rendement peut varier beaucoup selon les conditions physiques que rencontre l'arbre, selon l'essence utilisée et selon les périodes de révolution dictées par les diverses options d'aménagement.

Croissance observée de certains peupliers *jackii*

Clone n°	Âge à la souche	d.h.p. cm	Hauteur m	Localisation
Q-70-Q	5	10,2	6,1	Québec
Q-16-Q	6	13	8,2	Québec
Q-1005-Q	12	31,8	16,8	Québec
IN-302-St-Jean	30	40,6	18,3	Ile aux Noix

(Vézina et al., 1976)

Il est à noter que les coûts d'établissement assez élevés sont compensés par une courte révolution.

Les débouchés peuvent être intéressants, surtout pour les arbres de qualité mais actuellement, le marché est vite saturé. On peut produire du peuplier avec des révolutions de 4 ou 5 ans pour le bois de trituration, de 10 à 15 ans pour le bois à pâte et le sciage et de 20 à 30 ans pour le sciage et le déroulage (Vézina et al., 1976).

3.11 LA PLANTATION MIXTE

1- Conditions d'implantation

La plantation simultanée de plusieurs essences (par rangée ou par pied d'arbre) se rapprocherait davantage d'une forêt naturelle. Il faudrait établir la plantation dans des conditions qui lui sont favorables dans son ensemble et non seulement à une essence en particulier. Ainsi, il faudrait choisir un lieu où le sol n'est défavorable à aucune essence et où le climat, voire même le micro-climat, convient à toutes. L'espacement idéal variant généralement d'une essence à l'autre, il faudrait soit utiliser une moyenne qui convienne à peu près à toutes, soit faire varier l'espacement entre les rangs, selon certains arrangements d'essences, en prenant comme hypothèse de base que l'on plante une essence par rang.

2- Protection contre les insectes et les maladies

Les plantations mixtes possèderaient l'avantage de ne pas être décimées par une seule épidémie ne s'attaquant qu'à une ou quelques essences. Puisque la conversion vise justement à assurer une protection contre les pertes découlant des épidémies d'insectes ou de

maladies, la plantation mixte offre certainement de gros avantages.

Les recherches en ce sens devraient certainement être poussées.

3- Rendements et coûts

Dans de telles plantations, le coût d'établissement de chaque essence prise séparément ne devrait pas dépasser significativement les coûts d'établissement de ces mêmes essences dans des plantations uniformes. Bien qu'il soit difficile d'en prédire le rendement, la polyvalence de ces plantations assurerait une certaine sécurité si l'on accepte que la demande pour certaines essences particulières peut fluctuer.

Certaines complications pourraient également surgir au niveau des traitements subséquents à la plantation, qu'il s'agisse d'éclaircies, de lutte contre des parasites ou autres. Il ne faut alors pas nuire à une essence en favorisant une autre, à moins que le rendement économique ne le justifie.

CHAPITRE IV

APPLICATION AU CAS-TYPE DU BASSIN DE LA GATINEAU

Le cas-type choisi pour l'application de l'aménagement forestier comme moyen de lutte à la tordeuse est composé des unités de gestion 72 (Basse-Gatineau) et 76 (Haute-Gatineau). Le Tome I de la présente série de mémoires explique les raisons qui ont motivé ce choix et donne une description détaillée de ce territoire aux points de vue socio-économique et forestier. Il donne également les impacts biophysiques et économiques des dommages causés par la dernière épidémie.

Le but de cette application à un cas-type n'est pas de planifier l'aménagement à l'intérieur du territoire du cas-type, mais plutôt d'analyser les impacts économiques, forestiers et entomologiques que pourrait avoir une politique de conversion si elle était appliquée.

4.1 LOCALISATION DES SAPINIÈRES

Comme nous l'avons mentionné dans le Tome I, la source des données bio-physiques est le parcellaire des deux unités de gestion

concernées. Dans le but de faciliter les calculs et étant donnée la précision demandée par les projets, on a procédé à un regroupement en super-parcelles qui comprennent chacune une ou plusieurs parcelles. Les tableaux 2 et 3 donnent ce regroupement, tandis que les figures 1 et 2 permettent de visualiser les nouvelles subdivisions géographiques.

Les tableaux 4, 5 et 6 présentent les renseignements au sujet des sapinières. On trouve dans chacun de ces tableaux:

- 1- la superficie boisée totale de chacune des super-parcelles (terrains publics seulement)
- 2- la superficie totale des sapinières dans chacune des super-parcelles (c'est-à-dire toute strate dont le volume marchand total est composé à 50 p. 100 ou plus de sapin baumier et d'épinette blanche)
- 3- la proportion de la superficie boisée de chaque super-parcelle constituée de sapinières
- 4- la proportion de la superficie totale des sapinières de l'unité de gestion que l'on trouve dans la super-parcelle
- 5- la superficie des sapinières non-productives, c'est-à-dire celles dont le volume marchand à maturité sera inférieur à $49 \text{ m}^3/\text{ha}$, toutes essences
- 6- la superficie des sapinières exploitables, c'est-à-dire celles dont le volume marchand est égal ou supérieur à $49 \text{ m}^3/\text{ha}$, toutes essences, et dont l'âge est égal ou supérieur à l'âge de révolution de cette strate moins 10 ans
- 7- la proportion de la superficie des sapinières productives de la super-parcelle constituée de sapinières exploitables
- 8- la proportion de la superficie totale des sapinières exploitables de l'unité de gestion que l'on trouve dans la super-parcelle.

Tableau 2 - Liste des parcelles par super-parcelle,
 unité de gestion 72

SUPER-PARCELLE	PARCELLES
53	2
54	1-3
58	4-6
59	5-7-8-9-10
60	11-12
62	21-22
63	18-19-20-23-24-194
64	15-16-17-25-26
65	13-14-32-33-34
67	27-41-42-44
68	28-29-30-38-39-40
69	31-35-36-37
70	141-142-143-144-192
71	140-150-151
72	43-55
73	45-46-47-52-53-54-58
74	48-49-50-51
75	145-146-147-157
76	148-149-152-153-154-156
77	70-196
78	56-57-67-68-69
79	59-60-61-62-63-64-65-66-501
80	158-159-160-162-163
81	155-161-164
82	91-197
83	71-72-73-74-87-88-89-90
84	75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86
85	165-166-167-168-169-171
86	172
87	92-94-107
88	93-95-96-97-105-106
89	98-99-100
90	170-174-175-176-177-179-193
91	173
92	108
93	104-109-110-111-112-113-114-121-122-123-125
94	101-102-103-115-119-120
95	116-117-118-178-180-181-182
97	124-126-127-133-191
98	128-129-130-131-134-195
99	183-184-185
101	135-136-137-138
102	132-139
103	186-187-188-189
106	1000-1001
107	190

Tableau 3 - Liste des parcelles par super-parcelle,
unité de gestion 76

SUPER-PARCELLE	PARCELLES
2	350-351-352-354
3	361
4	353-355-356-358-359-360
5	362
6	357-363-364-365-366-367-368-370-372
10	151
11	369-371-373-374-375-376
12	377-378-379-380-381-382-383
13	349-386-500-501-502-516-517-518
14	514-515-519-520-521
16	1-2-3
17	4-6-7
18	154-155-156-158
19	152-153-162-402
20	394-395-397-398-399-400-401
21	384-385-387-388-389-392-393-396
22	503-505-506-507-508-513
23	511-512
24	22
25	16-17-18-19-20-21-23
26	5-8-11-12-13-14-15-31
27	9-10-157-159-160-161-178-179-180
28	163-164-165-166-167-168-169-172-173-174-302
29	202-203-391-403-404-405-406
30	390-407-408-504
31	509-510
32	24-38-39
33	25-26-27-28-29-30-34-36-37
34	32-181-182-183-184-185-187-188-189
35	170-171-177-190-191-192-193-194
36	175-176-196-197-198-199-200-201-419
37	204-205-206-304-410-412-416-417-418-420
38	409-411
40	35-40-41-42-43-44-45-48-49-50-51-53-130
41	33-46-47-71-72-73-186-221-222-223-224-225
42	195-211-212-213-214-215-216-217-218-219- 220-230-231-233-303
43	207-208-209-210-426-427-430-431-432-433- 434-435-436-437-438-439-440-444-445-446
44	413-414-415-421-422-423-424-425
46	54-55-56-95-96-97-98-99-100-101-102-103
47	57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-86-87- 91-93-128-129
48	68-69-70-74-75-76-77-78-79-80-82-83-85- 226-258-259-260
49	227-228-229-232-234-235-236-237-243-244- 245-250-251-252-299
50	238-239-240-428-429-441-442-443-447-448- 449-450-451-452-453-454-455-456-457-458
51	459
52	52-104-105-106-107-108-109-110
53	88-89-90-92-94-111-112-113-114-115-117- 123-124-125-126
54	81-84-127-254-256-257-261-262-263-264- 265-266-267-273-274
55	242-246-247-248-249-253-255-275-276-284- 285-286-287-288-289-290-298-300-301
56	241-291-292-293-294-295-460-461-462-463- 464-466-468-469-471
58	116-118-119-120-121-122
59	268-269-270-271-272
60	277-278-279-280-281-282-283-296-297
61	465-467-470

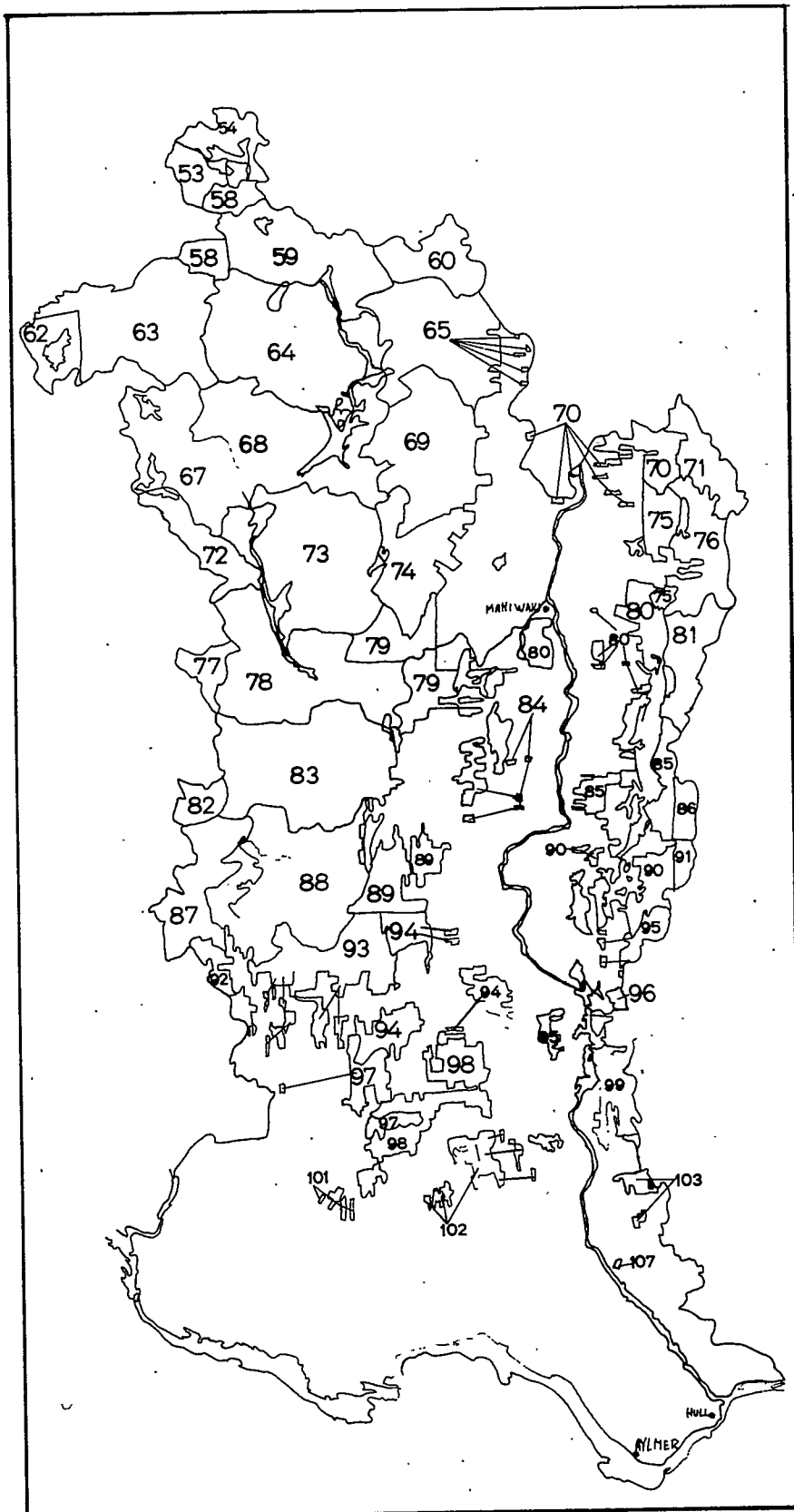


Figure 1 - Carte des super-parcelles, U.G. 72

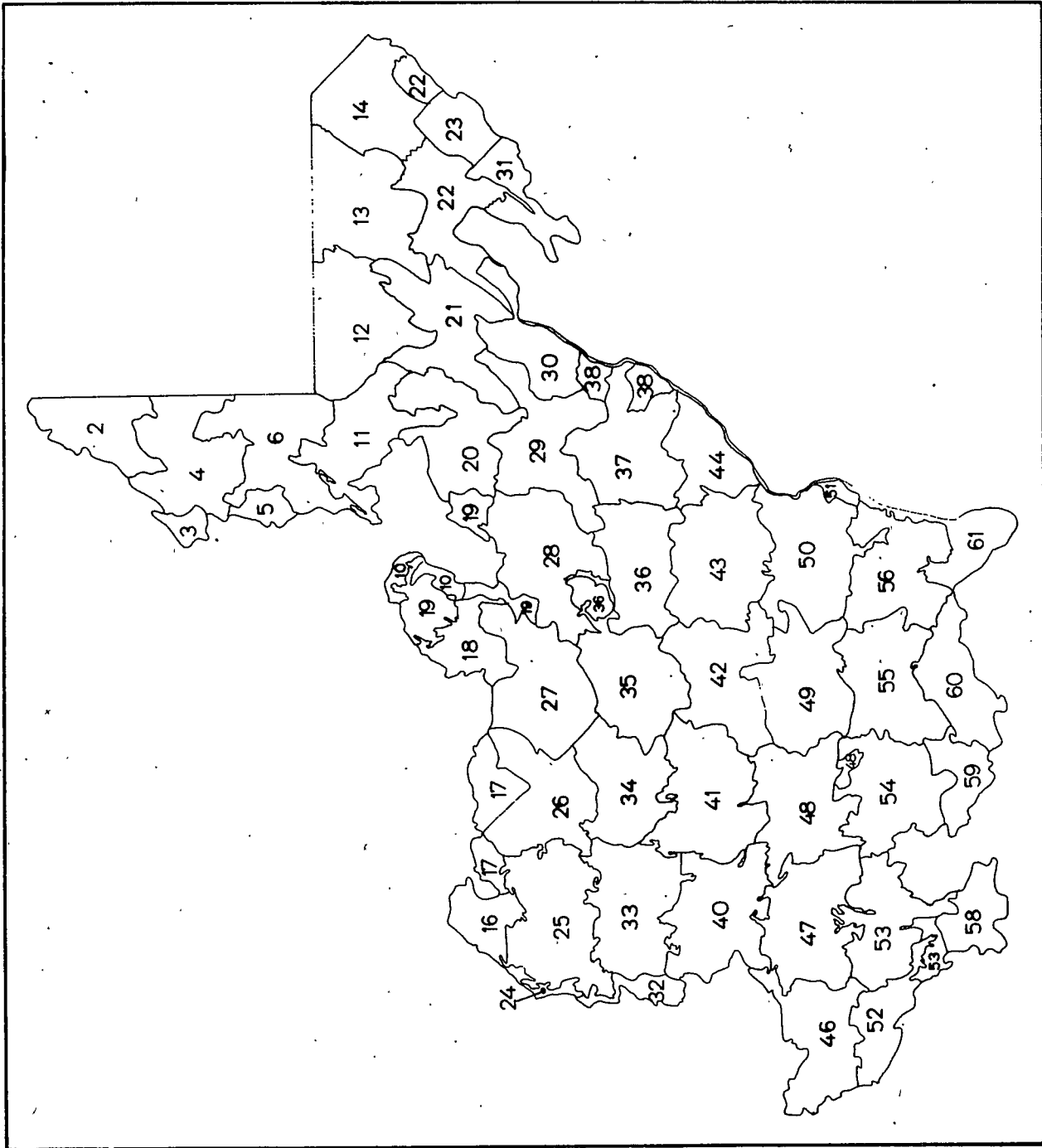


Figure 2.- Carte des super-parcelles, U.G. 76

Tableau 4 - Localisation des sapinières, unité de gestion 72

SUPER-PARCELLE	SUPERFICIE TOTALE (ha)	SUPERFICIE DES SAPINIÈRES (ha)	% SUP. SAP. / SUP. TOT.	% SUP. SAP. / SUP. TOT. SAP.	SUP. SAP. NON PRODUCTIVES (ha)	SUP. SAP. EXPLOITABLES	% SUP. SAP. EXP. / SUP. SAP. PROD.	% SUP. SAP. EXPL. / SUP. TOT. SAP. EXPL.
53	2 733	437	16	2,6	0	155	35,7	2,4
54	4 687	555	11,8	3,3	0	148	26,8	2,3
58	4 767	418	8,8	2,5	0	143	34,2	2,2
59	16 170	997	6,2	6,0	0	378	37,9	5,8
60	6 972	368	5,3	2,2	0	161	43,7	2,5
62	4 276	288	6,7	1,7	0	46	16,0	0,7
63	19 939	1 643	8,2	9,9	0	294	17,9	4,5
64	25 485	1 567	6,1	9,4	0	1 042	66,5	15,9
65	17 749	676	3,8	4,1	0	406	60,1	6,2
67	15 750	598	3,8	3,6	0	108	18,0	1,6
68	21 188	588	2,8	3,5	0	297	50,5	4,5
69	18 022	409	2,3	2,5	0	263	64,4	4,0
70	4 040	252	6,3	1,5	0	63	24,8	1,0
71	3 902	113	2,9	0,7	0	28	24,4	0,4
72	5 774	431	7,5	2,6	0	4	0,9	0,1
73	25 973	786	3,0	4,7	0	17	2,1	0,2
74	11 349	488	4,3	2,9	0	237	48,9	3,6
75	4 109	17	0,4	0,1	0	0	0	0
76	8 299	12	0,1	0,1	0	3	23,3	0
77	2 929	414	14,1	2,5	0	2	0,6	0
78	23 221	1 233	4,3	7,4	0	111	9,0	1,7
79	10 879	182	1,7	1,1	0	54	29,6	0,8
80	6 632	70	1,0	0,4	0	11	16,3	0,2
81	7 056	6	0,1	0	0	0	0	0
82	2 768	282	10,2	1,7	0	220	78,0	3,4
83	25 401	1 274	5,0	7,6	0	770	60,5	11,8
84	5 658	27	0,5	0,2	0	14	50,6	0,2
85	7 099	57	0,8	0,3	0	29	50,0	0,4
86	2 281	23	1,0	0,1	0	11	50,0	0,2
87	9 493	254	2,7	1,5	0	147	58,0	2,2
88	23 479	703	3,0	4,2	0	439	62,4	6,7
89	6 047	197	3,3	1,2	0	121	61,5	1,9
90	7 245	79	1,1	0,5	0	36	45,9	0,6
91	1 248	35	2,8	0,2	0	17	50,0	0,3
92	1 629	4	0,2	0	0	2	50,0	0
93	12 344	446	3,6	2,7	0	297	66,6	4,5
94	8 973	301	3,4	1,8	0	201	66,8	3,1
95	5 309	66	1,3	0,4	0	47	71,3	0,7
97	4 417	271	6,1	1,6	0	156	57,5	2,4
98	7 039	53	0,7	0,3	0	38	72,3	0,6
99	3 504	12	0,3	0,1	0	6	50,0	0,1
101	1 796	2	0,1	0	0	1	50,0	0
102	3 108	9	0,3	0,1	0	9	100,0	0,1
103	1 227	0	0	0	0	0	0	0
106	3 505	7	0,2	0	0	4	61,1	0,1
107	34	0	0	0	0	0	0	0
	415 507	16 654	4,0	100,0	0	6 540	39,3	100,0

Tableau 5 - Localisation des sapinières, unité de gestion 76

SUPER-PARCELLE	SUPERFICIE TOTALE (ha)	SUPERFICIE DES SAPINIÈRES (ha)	% SUP. SAP. / SUP. TOT.	% SUP. SAP. / SUP. TOT. SAP.	SUP. SAP. NON PRODUCTIVES (ha)	SUP. SAP. EXPLOITABLES	% SUP. SAP. EXP. / SUP. SAP. PROD.	% SUP. SAP. EXPL. / SUP. TOT. SAP. EXPL.
2	12 186	1 320	10,8	1,2	0	121	9,2	0,4
3	2 694	696	25,9	0,6	0	92	13,3	0,3
4	19 475	3 897	20,0	3,6	0	364	9,4	1,1
5	3 528	760	21,5	0,7	0	78	10,3	0,2
6	20 386	3 177	15,6	2,9	25	421	13,4	1,3
10	4 337	1 291	29,8	1,2	49	201	16,2	0,6
11	19 099	2 767	14,5	2,5	20	455	16,6	1,4
12	23 569	896	3,8	0,8	0	149	16,7	0,5
13	25 307	1 464	5,8	1,3	0	613	41,9	1,9
14	19 111	2 031	10,6	1,9	0	326	16,1	1,0
16	6 610	380	5,7	0,3	0	380	100,0	1,2
17	10 187	224	2,2	0,2	0	224	100,0	0,7
18	7 831	1 931	24,7	1,8	125	306	16,9	0,9
19	11 107	3 282	29,6	3,0	70	655	20,4	2,0
20	19 429	4 794	24,7	4,4	102	679	14,5	2,1
21	21 523	3 875	18,0	3,6	12	597	15,5	1,8
22	19 057	5 895	30,9	5,4	0	824	14,0	2,5
23	7 472	560	7,5	0,5	0	68	12,1	0,2
24	1 767	0	0	0	0	0	0	0
25	15 872	579	3,6	0,5	0	526	90,9	1,6
26	17 437	168	1,0	0,2	0	112	66,5	0,3
27	24 100	5 939	24,6	5,5	198	1 476	25,7	4,6
28	22 959	8 579	37,4	7,9	47	1 976	23,2	6,1
29	21 405	6 968	32,6	6,4	15	1 152	16,6	3,6
30	12 751	3 807	29,9	3,5	17	836	22,1	2,6
31	9 062	1 477	16,3	1,4	0	207	14,0	0,6
32	4 046	46	1,2	0	0	38	81,7	0,1
33	10 078	274	2,7	0,3	0	195	71,2	0,6
34	19 177	3 767	19,6	3,5	59	1 152	31,1	3,6
35	17 887	4 325	24,2	4,0	363	1 200	30,3	3,7
36	22 360	7 713	34,5	7,1	508	2 148	29,8	6,6
37	21 023	9 175	43,6	8,4	16	3 048	33,3	9,4
38	5 319	1 384	26,0	1,3	11	321	23,4	1,0
40	18 558	201	1,1	0,2	0	52	25,8	0,2
41	24 450	1 012	4,1	0,9	27	870	88,4	2,7
42	22 369	1 486	6,6	1,4	0	1 268	85,3	3,9
43	24 858	1 966	7,9	1,8	0	1 704	86,7	5,3
44	12 343	1 381	11,2	1,3	0	488	35,4	1,5
46	16 919	681	4,0	0,6	0	134	19,7	0,4
47	18 960	321	1,7	0,3	0	194	60,5	0,6
48	19 705	653	3,3	0,6	0	401	61,3	1,2
49	21 409	307	1,4	0,3	0	250	81,5	0,8
50	22 204	228	1,0	0,2	0	218	95,2	0,7
51	1 650	126	7,7	0,1	0	124	98,7	0,4
52	9 225	462	5,0	0,4	0	443	95,9	1,4
53	18 426	791	4,3	0,7	0	730	92,3	2,3
54	20 180	1 887	9,4	1,7	0	1 218	64,5	3,8
55	24 959	252	1,0	0,2	0	190	75,2	0,6
56	20 586	902	4,4	0,8	0	894	99,1	2,8
58	7 952	414	5,2	0,4	0	414	100,0	1,3
59	8 487	645	7,6	0,6	0	527	81,7	1,6
60	28 426	594	5,2	0,5	0	524	88,1	1,6
61	3 567	835	23,4	0,8	0	828	99,2	2,6
	806 472.	108 592	13,5	100,0	1 666	32 416	30,3	100,0

Tableau 6 - Localisation des sapinières, ensemble du territoire

UNITE DE GESTION	SUPERFICIE TOTALE (ha)	SUPERFICIE DES SAPINIÈRES (ha)	% SUP. SAP. / SUP. TOT.	% SUP. SAP. / SUP. TOT. SAP.	SUP. SAB. NON PRODUCTIVES (ha)	SUP. SAP. EXPLOITABLES	% SUP. SAP. EXP. / SUP. SAP. PROD.	% SUP. SAP. EXPL. / SUP. TOT. SAP. EXPL.
U.G. 72	415 507	16 654	4,0	13,3	0	6 540	39,3	16,8
U.G. 76	806 472	108 592	13,5	86,7	1 666	32 416	30,3	83,2
Total	1 221 979	125 246	10,3	100,0	1 666	38 956	31,5	100,0

Tableau 7 - Superficies régénérées et en voie de régénération (ha)

U.G.	Régén. résineuse	Régén. mélangée	Régén. feuillue	En voie de régén.	Total
U.G. 72	2 329	4 412	2 311	10 540	19 817
U.G. 76	25 948	44 697	4 215	10 275	85 136
Total	28 277	49 109	6 526	21 041	104 953

Si l'on veut avoir une image plus complète du territoire, il faudrait aussi mentionner les superficies régénérées et en voie de régénération. Il est fort probable qu'une partie de ces superficies évoluera vers des sapinières (tableau 7).

Si l'on commence par l'analyse du tableau 6, on voit que l'unité de gestion 76 contient 87 p. 100 des sapinières du territoire contre seulement 13 p. 100 pour l'U.G. 72. En proportion, l'U.G. 76 contient plus de sapinières (13,5 p. 100) que l'U.G. 72 (4 p. 100 seulement).

Dans l'ensemble du territoire, on trouve 10,3 p. 100 de la superficie de la forêt constituée de sapinières représentant environ 125 000 hectares. De ce nombre, 31,5 p. 100, soit près de 39 000 hectares, sont exploitables au début de notre horizon économique.

4.2 L'ÉPIDÉMIE DANS LES SAPINIÈRES

Avant d'aborder le sujet de la mortalité, il est bon de situer le volume de sapin baumier et d'épinette blanche dans les sapinières par rapport au volume total de ces deux essences (voir tableau 8). En résumé, seulement 19,5 p. 100 du sapin baumier et de l'épinette blanche se trouvent dans des strates classées comme sapinières.

Tableau 8 - Volume de sapin baumier et d'épinette blanche dans les sapinières (1000 m³)

U.G.	Volume total	Volume dans les sapinières	%
U.G. 72	8 697	814	9,4
U.G. 76	23 242	5 407	23,3
Total	31 939	6 221	19,5

Tableau 9 - Superficies des sapinières par classe de mortalité

	Classes de mortalité												
	0		.33		.57		.78		Total				
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%			
SUPERFICIE TOTALE													
- unité 72	1 914	11,5	2 419	14,5	7 780	46,7	4 541	27,3	16 654	100,0			
- unité 76	4 004	3,7	53 034	48,8	39 143	36,1	12 411	11,4	108 592	100,0			
- Total	5 918	4,7	55 453	44,3	46 923	37,5	16 952	13,5	125 246	100,0			
SUPERFICIE EXPLOITABLE													
- unité 72	1 019	15,6	1 197	18,3	3 083	47,2	1 241	18,9	6 540	100,0			
- unité 76	713	2,2	10 921	33,7	13 171	40,6	7 611	23,5	32 416	100,0			
- Total	1 732	4,5	12 118	31,1	16 254	41,7	8 852	22,7	38 956	100,0			

Ces chiffres démontrent assez clairement que la conversion des sapinières ne concerne qu'une assez faible proportion du volume de sapin baumier et d'épinette blanche et de la superficie forestière du cas-type.

Dans le Tome I, la méthode et les données utilisées pour déterminer la mortalité dans chacune des strates ont été présentées. En résumé, il existe quatre classes de mortalité dont la moyenne de chacune est:

- 1) aucune mortalité
- 2) 33 p. 100 de mortalité en volume
- 3) 57 p. 100 de mortalité en volume
- 4) 78 p. 100 de mortalité en volume.

Le tableau 9 présente les superficies dans chacune de ces classes de mortalité.

Pour terminer, le tableau 10 montre la mortalité en volume enregistrée dans les sapinières considérées comme exploitables, c'est-à-dire matures.

Tableau 10 - Mortalité dans les sapinières exploitables
(1 000 m³)

U.G.	Volume avant épidémie	Mortalité	%
U.G. 72	389	184	47,2
U.G. 76	1 727	914	52,9
Total	2 116	1 098	51,9

4.3 LES POSSIBILITÉS DE CONVERSION DANS LE CAS-TYPE

Les chiffres du tableau 9 nous montrent que le cas-type comporte un total de 125 246 hectares de sapinières. De ce nombre, 51 p. 100, soit 63 875 hectares, ont subi une mortalité très sévère (classes de mortalité, 57 et 78 p. 100). Si l'on regarde les sapinières matures ou quasi-matures, c'est-à-dire disponibles pour la conversion, on trouve 38 956 hectares (31,1 p. 100 de la superficie totale des sapinières), dont 25 106 hectares, soit 64,4 p. 100, ont subi une mortalité sévère. Le tableau 10 précise que cela représente un volume perdu de près de 1,1 million de m³ (51,9 p. 100 du volume avant l'épidémie). Ces chiffres ne représentent que le volume mort; une bonne partie du volume résiduel, surtout dans les classes de mortalité 57 et 78 p. 100, n'est sans doute plus disponible pour l'exploitation traditionnelle par suite de l'abaissement du taux de boisement sous le seuil d'exploitabilité minimum.¹

La section 4.1 du présent chapitre a montré que les sapinières exploitables et non-exploitablees se trouvent un peu partout sur le territoire du cas-type, même si l'on peut localiser certains blocs où la densité est plus forte. Le tableau 11 ci-après montre comment se répartit la superficie des sapinières matures selon la classification des strates du Service de l'inventaire forestier. Il est bon de rappeler que le seul critère donné à l'ordinateur pour classer une strate comme sapinière était que le volume marchand total de la strate soit composé à 50 p. 100 ou plus de sapin baumier et d'épinette blanche au début de notre horizon économique, c'est-à-dire avant déduction des pertes causées par l'épidémie.

¹ Dans le Tome I, nous avons utilisé un seuil minimum de 42 m³/ha (en résineux) pour les calculs de possibilité.

Tableau 11 - Répartition de la superficie des sapinières
exploitables selon les strates cartographiques

Strate	Superficie ha	%
S A3M	4 331	11,1
S B3M	10 420	26,7
S C2M	1 112	2,9
SC B3M	1 545	4,0
BBRR B3M	7 132	18,3
BBRR C3M	3 928	10,1
TRR B3M	6 286	16,1
S B3J	4 203	10,8
Total	38 957	100,0

Regardons maintenant la situation où, au début de notre horizon économique de 40 ans, la décision de pratiquer intensivement la conversion des sapinières aurait été prise. L'application d'une telle politique aurait consisté à diriger en priorité l'exploitation vers les sapinières, au fur et à mesure qu'elles atteignent la maturité, et d'y pratiquer ensuite un reboisement. Notre horizon économique s'étend sur 40 ans (1969-2008), divisé en quatre périodes de 10 ans:

période 0 : 1969-1978
période 10 : 1979-1988
période 20 : 1989-1998
période 30 : 1999-2008.

La période 0 est considérée comme la période épidémique où se produit la mortalité et l'année de base pour toutes les données économiques est 1978. Il serait bien entendu très hasardeux de faire des hypothèses concernant les effets sur les pertes dans les peuplements autres que les sapinières si une conversion de celles-ci avait eu lieu durant la période 0. Nous considérons donc que la conversion des sapinières durant la période 0 n'aura aucun effet sur les pertes dans les autres peuplements. Cependant, la quantité de bois récoltée dans les sapinières converties durant la période 0 comprend la mortalité (c'est-à-dire la pré-récupération ou la récupération) tandis que pour les périodes ultérieures de la simulation, la mortalité est exclue du volume étant donné que les arbres morts au cours de l'épidémie ne sont plus utilisables. Les résultats de la simulation apparaissent au tableau 12.

Tableau 12 - Résultats d'une politique de
conversion dans le cas-type

	Superficie convertie (ha)	Volume marchand brut recueilli pour les 10 ans (1000 m ³)	
		Résineux	Feuillus
U.G. -76			
Période 0	31 747	2 039,7	807,6
10	6 693	346,2	139,2
20	11 873	688,1	354,6
30	16 398	1 902,7	665,3
Total	66 711	4 976,7	1 966,7
U.G. 72			
Période 0	8 394	516,3	184,8
10	921	52,5	34,1
20	2 566	142,4	123,4
30	0	0	0
Total	11 881	711,2	342,3
Ensemble			
Période 0	40 141	2 556,0	992,4
10	7 614	398,7	173,3
20	14 439	830,5	478,0
30	16 398	1 902,7	665,3
Total	78 592	5 687,9	2 309,0

Dans le Tome II,¹ nous avons calculé que le cas-type contenait 653 515 hectares de forêts susceptibles. Le tableau 12 du présent tome précise que 78 592 hectares de sapinières pourraient être convertis sur une période de 40 ans, soit 12 p. 100 de la superficie susceptible. Cette conversion permettrait de récolter au total près de 5,7 millions de m³ de résineux et 2,3 millions de m³ de feuillus.

Tous ces chiffres nous portent à croire qu'il y a place pour la conversion, c'est-à-dire qu'on trouve dans le cas-type des sapinières dans une diversité de localisations et de conditions rendant possible le choix d'une ou plusieurs essences de remplacement adéquates. De plus, on trouve un volume ligneux relativement important dans les sapinières et ce volume est grandement diminué lors d'une épidémie, causant sans aucun doute des perturbations au niveau de l'approvisionnement en matière ligneuse.

4.4 LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE LA CONVERSION DANS LE CAS-TYPE

La question des aspects économiques de la conversion est difficile à aborder à cause de facteurs inconnus qui entourent son application. Deux questions importantes doivent trouver une réponse.

A) Qui va réaliser la conversion?

Qui va payer les coûts? Qui va réaliser les bénéfices?
L'analyse du problème aux chapitres I et II nous a permis de préciser que:

¹ Cf. Tableau 6 du Tome II.

- 1- la conversion est une action à long terme. L'ampleur des superficies envisagées et des coûts laisse supposer que la conversion ne peut être appliquée instantanément, ni même sur une courte période. Si une action de conversion est envisagée, c'est petit à petit, selon les fonds disponibles, la disponibilité des essences de remplacement et du matériel nécessaire, les besoins de l'industrie, etc. que les sapinières laisseront la place à d'autres peuplements;
- 2- la conversion est réalisée tout d'abord dans les sapinières matures pour profiter des revenus de l'enlèvement de la sapinière et ainsi financer les coûts de la conversion;
- 3- la conversion doit être rentable, c'est-à-dire que les bénéfices retirés doivent surpasser les coûts dans une proportion adéquate.

On peut imaginer plusieurs scénarios pour la répartition des tâches et des coûts entre le propriétaire et gestionnaire du terrain (le gouvernement) et l'utilisateur de la matière ligneuse (entreprise privée ou publique qui a pour objectif de faire des profits ou au moins de couvrir ses frais):

- 1- Le gouvernement peut se réserver les tâches de la planification des opérations dans le temps, du choix et de la production des essences de remplacement et demander à l'industrie de procéder à la conversion des superficies appropriées au fur et à mesure que celle-ci réalise les coupes de bois. Il pourrait y avoir ou non une compensation financière, sous forme de réduction de droit de coupe ou autrement.
- 2- Le gouvernement peut procéder lui-même au reboisement en «suivant» les compagnies au fur et à mesure qu'elles procèdent à l'exploitation des sapinières à convertir.

3- Finalement, le gouvernement pourrait procéder lui-même à l'enlèvement de la sapinière (par l'intermédiaire de REXFOR par exemple) et vendre le bois récolté pour couvrir une partie des coûts de la conversion. Il faudrait alors veiller à ne pas procéder trop rapidement pour ne pas inonder le marché, ce qui pourrait occasionner une diminution du prix de vente (moins de revenus) aussi bien pour le gouvernement que pour les autres producteurs. D'ailleurs, la question du prix de vente du bois ainsi exploité pourrait aussi faire l'objet de nombreuses hypothèses:

- Est-ce que ce sera le prix du marché du moment?
- Est-ce qu'il pourrait être déterminé par une négociation avec les utilisateurs?

Peu importe la méthode, ce scénario pourrait et devrait probablement avoir un effet sur le marché du bois. Cet effet serait-il positif ou négatif?

Comme on peut le constater, les réponses possibles à la question «Qui va réaliser la conversion?» entraînent des conséquences économiques diverses et nombreuses. Une partie de la solution se trouve dans la question «Quelle quantité d'investissement le gouvernement doit-il mettre en conversion?» Nous entendons par investissement toute somme d'argent que le gouvernement doit fournir en dehors des sommes qu'il pourrait se procurer par les revenus de l'enlèvement des sapinières et des sommes qu'il pourrait consacrer à l'arrosage chimique lors de prochaines épidémies dans les sapinières (en d'autres mots, investissement marginal résultant d'une politique de conversion en regard de la politique actuelle d'arrosages chimiques ou biologiques).

- B) Quel sera l'effet (bénéfice) de la disparition graduelle des sapinières sur le comportement et l'intensité des prochaines épidémies?

Le tableau 8 nous dit que seulement 19,5 p. 100 du volume des essences-hôtes (sapin baumier et épinette blanche) se trouve dans les strates classées comme sapinières. Il est assez évident qu'il restera suffisamment d'essences-hôtes pour la tordeuse, mais la disparition des concentrations de sapins aura-t-elle une influence positive ou négative sur le comportement des épidémies et sur l'intensité de l'attaque subie par les peuplements mélangés?

La réponse à cette deuxième question ne pourra être connue qu'en poussant les recherches en épidémiologie de la tordeuse, c'est-à-dire l'étude du comportement de l'insecte en période épidémique face aux conditions qu'il rencontre.

Si l'on néglige un peu cet aspect pour ne regarder que le résultat de la conversion dans les sapinières, on s'aperçoit que la conversion revient à une action de reboisement. Cependant, au lieu de reboiser un terrain improductif, la conversion vise des superficies fournissant déjà une partie de la possibilité de la région. Si l'on veut connaître la rentabilité de la conversion, il faut donc comparer le bénéfice marginal avec l'investissement marginal. Le bénéfice marginal peut être de deux ordres: premièrement, l'augmentation de possibilité due à la conversion, c'est-à-dire la différence entre la possibilité calculée selon la productivité des peuplements convertis et la possibilité calculée selon le rendement des sapinières antérieures; deuxièmement, la diminution du risque de perdre de la matière ligneuse à cause de la tordeuse (fiabilité de l'approvisionnement)

et l'élimination des coûts d'arrosages (en espérant que les nouvelles essences ne seront pas affectées par des insectes nécessitant de l'arrosage). L'investissement marginal, quant à lui, est la différence entre les coûts dus aux nouveaux peuplements et les coûts des sapinières.

Le bénéfice dépendra en particulier de l'essence de remplacement et de la productivité du site. Les coûts de préparation du terrain, plus les coûts d'établissement, devraient se chiffrer entre 400\$ et \$600/ha (réf., tableau 1 et chapitre III). A ces coûts initiaux, il faut ajouter les coûts d'entretien et d'amélioration (éclaircies, élagage, fertilisation, etc.) qui s'échelonnent dans le temps au cours de la croissance du nouveau peuplement. Il faudra probablement aussi régénérer artificiellement les nouveaux peuplements après chaque coupe finale, contrairement à la sapinière qui se régénère bien naturellement.

En supposant un coût initial de \$500/ha pour la conversion d'une sapinière, il faudrait des investissements de l'ordre de (chiffres du tableau 12):

- période 0 :	20,1	millions de dollars
- période 10 :	3,8	millions de dollars
- période 20 :	7,2	millions de dollars
- période 30 :	8,2	millions de dollars

Total 39,2 millions de dollars.

Selon la réponse à la question: «qui va réaliser la conversion?», le gouvernement pourra enregistrer un revenu lors de la phase de l'enlèvement de la sapinière. Ce revenu peut servir au financement de la conversion mais à la seule condition qu'il ne cause pas une perte

de revenu dans un autre domaine. Par exemple, si le gouvernement coupe lui-même les sapinières et force les utilisateurs à acheter cette matière ligneuse à un prix donné, il en résultera une diminution de l'exploitation pour ces utilisateurs, d'où une diminution en droits de coupe perçus et en bénéfices indirects résultant de l'exploitation. Ce revenu peut aussi varier grandement selon l'état de la sapinière à convertir. Si celle-ci est déjà fortement endommagée par la tordeuse ou que son volume marchand est déjà faible à cause des conditions du site, le coefficient d'exploitation¹ peut grandement augmenter.

Dans le cas-type du bassin de la Gatineau et comme partout ailleurs, il est assez difficile de déterminer la rentabilité globale d'une politique de conversion, à cause du grand nombre de facteurs inconnus et de la longue période de temps envisagée. Rappelons que dans le Tome I, nous avons fixé à 40 ans l'horizon économique des études sur la tordeuse. C'est lorsqu'on décide de convertir une sapinière en particulier qu'il faut calculer si ce travail est rentable selon les caractéristiques du site, l'essence de remplacement utilisée, les coûts de la conversion, etc. Comme la conversion est une mesure à long terme, c'est seulement lors des prochaines épidémies qu'une diminution des pertes pourrait se faire sentir significativement. Pour le calcul de cette rentabilité, on peut utiliser la formule générale donnée au chapitre II. On peut noter également qu'il pourrait y avoir éventuellement un revenu intermédiaire provenant de travaux sylvicoles commerciaux au cours de la croissance du nouveau peuplement.

¹ coefficient d'exploitation = $\frac{\text{coûts d'exploitation}}{\text{revenus de la vente}}$

Lorsqu'on regarde la demande et l'offre de bois dans la région et l'effet de la dernière épidémie sur le niveau de coupe permmissible (cf. Tome I, chapitre V), une augmentation de production de résineux serait certainement la bienvenue. Cependant, il faut se demander si la conversion est le meilleur moyen d'augmenter cette production. Compte tenu du coût des autres options (reboisement de terrains improductifs, aménagement intensif des peuplements susceptibles et non-susceptibles, plus grande utilisation de la matière ligneuse existante, etc.), la conversion n'est qu'un des outils d'aménagement forestier pour faire face au problème de la tordeuse.

CONCLUSION

La conversion, telle que définie dans ce document, est un moyen de lutter contre la tordeuse et de réduire les dommages qu'elle cause lors de ses phases épidémiques. Elle se définit comme l'action de remplacer les sapinières¹, à l'aide du reboisement, par des essences n'étant pas affectées par l'insecte.

Une revue de littérature et une analyse de la problématique nous ont permis de dégager un certain nombre de prémisses. Tout d'abord, la vigoureuse régénération naturelle du sapin oblige à recourir à la régénération artificielle pour la conversion des sapinières existantes. On peut même ajouter que cette vigoureuse régénération naturelle tend à créer de nouvelles sapinières lors de la coupe de certains peuplements. Si l'on envisage une politique de conversion des sapinières pour lutter contre la tordeuse, il serait très certainement approprié de se pencher sur le phénomène.

Deuxièmement, on ne doit pas modifier sensiblement la proportion relative des feuillus et des résineux. L'analyse de la demande de matière ligneuse montre une utilisation presque complète de la

¹ Toute strate dont le volume marchand total est composé à 50 p. 100 ou plus de sapin baumier et d'épinette blanche est considérée comme étant une sapinière.

possibilité en résineux et la conversion des sapinières en peuplements feuillus n'améliorerait pas la situation. Il faut donc remplacer les sapinières par des essences ayant les mêmes utilisations que le sapin et l'épinette blanche. C'est cependant l'ensemble de la lutte à la tordeuse qui doit satisfaire à ce principe. On pourrait probablement tolérer certaines dérogations mineures pour la conversion sur de petites superficies à cause de circonstances particulières.

En troisième lieu, dans l'état actuel des connaissances, la conversion des sapinières ne semble pas appropriée pour réduire les foyers d'infestation initiaux, communément appelés épices. Des travaux récents montrent que la végétation caractéristique des épices ne constitue pas une sapinière comme telle. Les concentrations de sapins matures ne seraient que la deuxième étape du processus épidémique, soit la multiplication rapide due à une nourriture abondante.

Quatrièmement, la conversion est certainement une activité coûteuse, dont l'application doit s'échelonner sur une longue période à cause de la grande quantité de travail à accomplir et des autres conditions à respecter, et dont les résultats ne seront sensibles qu'à très long terme. Malgré cela, la conversion doit, bien entendu, être une action rentable. Finalement, une dernière prémisse est de ne causer aucun impact néfaste important sur l'environnement en général.

On doit considérer la conversion comme une mesure de protection et non comme une mesure d'aménagement. Cette optique est très importante pour le calcul de sa rentabilité. En effet, il faut

considérer comme un bénéfice les dommages qui seront épargnés par la conversion.

Nous avons distingué cinq étapes dans le processus de conversion. Premièrement, il faut d'abord procéder au choix des superficies à convertir. Les principaux critères de ce choix sont la productivité du site pour obtenir une bonne production de la nouvelle essence, la susceptibilité de la sapinière à la TBE pour épargner le maximum de dommages au cours des prochaines épidémies, et la localisation près des usines pour minimiser les coûts de conversion (accessibilité) et maximiser les bénéfices de la nouvelle production (distances de transport). Deuxièmement, l'enlèvement de la sapinière se fait par coupe à blanc. Cette étape doit être réalisée au coût le plus faible possible, avec la contrainte de laisser le terrain dans le meilleur état possible pour le reboisement subséquent. Nous reviendrons un peu plus loin sur l'importante question de retirer un revenu de cette étape pour financer le travail subséquent. Troisièmement, le choix de l'essence de remplacement doit être bien fait puisqu'il faut qu'elle s'adapte très bien aux conditions particulières du site, qu'elle réponde aux besoins de l'industrie qui utilisera la matière ligneuse produite et, finalement, qu'elle offre une certaine sécurité contre les attaques de la tordeuse ou d'autres insectes ou maladies. Il est évident qu'en convertissant les sapinières, il ne faut pas créer plus de problèmes qu'on n'en résout. Quatrièmement, la préparation du site constitue l'étape suivante. Elle vise à rendre le terrain apte à recevoir la nouvelle essence et à procurer un meilleur succès possible. Ce pourrait être un scarifiage, un brûlage dirigé, etc. Finalement, l'établissement du

nouveau peuplement, par l'ensemencement ou la plantation, comprend tous les travaux d'entretien ou d'amélioration qui pourront s'échelonnez sur une assez longue période.

Pour juger de la validité économique d'une action comme la conversion, on utilise la méthode de l'analyse marginale. Il faut comparer le bénéfice obtenu par la conversion à la situation où l'on n'aurait pas fait cette conversion.

Pour ce qui est des bénéfices, on peut en trouver de quatre formes:

1- L'augmentation de la production de matière ligneuse sans risque de perte due à la tordeuse. C'est la différence entre la productivité des terrains convertis et celle des sapinières originales. Cette augmentation pourrait se traduire par une augmentation de la possibilité.

2- La diminution ou la disparition des coûts d'arrosage dans les sapinières durant les prochaines épidémies (en supposant que le gouvernement conserve sa politique actuelle en cette matière).

3- Une diminution des dommages dans les peuplements susceptibles environnants. Rien à l'heure actuelle ne nous permet de considérer une telle diminution, ni même de savoir si cela ne pourrait pas causer une augmentation des dommages, auquel cas il faudrait comptabiliser un bénéfice négatif, c'est-à-dire un coût. Cet aspect est important parce que dans une région comme celle du cas-type, seulement 19,5 p. 100 du volume de sapin baumier et d'épinette blanche se trouve dans des sapinières. Des recherches en épidémiologie devraient permettre d'évaluer cet impact.

4- Finalement, le rapprochement des aires de coupe pourrait produire un bénéfice si, à cause des peuplements endommagés, il faut aller chercher plus loin la matière ligneuse.

En ce qui concerne les coûts, il faut compter entre 400 et 600\$/ha pour la préparation du site et l'établissement du nouveau peuplement (par plantation, y compris le coût de production des semis mais sans les coûts liés à l'entretien ou à l'amélioration qui peuvent varier grandement dans le temps selon l'essence ou l'intensité d'aménagement que l'on veut pratiquer). Le coût de l'enlèvement de la sapinière devrait être négatif, c'est-à-dire constituer en fait un revenu qui pourrait servir à financer les étapes suivantes si, par exemple, le gouvernement se chargeait lui-même de la coupe et de la vente du bois au lieu d'attendre que les compagnies ou autres utilisateurs coupent les sapinières propices à la conversion. Cependant, il faut évaluer correctement ce revenu. Si, par exemple, la coupe et la vente du bois par le gouvernement entraînent des diminutions de revenus au niveau de la perception de droits de coupe ou de taxes diverses sur les activités d'exploitation, il faudrait tenir compte de ces effets dans le dossier économique de la conversion.

On s'aperçoit donc que l'évaluation des bénéfices et des coûts de la conversion cause certains problèmes. Cela est dû au grand nombre de facteurs en jeu et aussi aux inconnues qui subsistent, surtout au niveau du comportement des épidémies. L'action de conversion étant à long terme, on cherche à éliminer le risque de perdre de la matière ligneuse au cours des prochaines épidémies. A combien peut-on évaluer économiquement ce risque?

L'analyse du cas-type du bassin de la Gatineau permet de constater que la conversion y serait physiquement possible puisqu'on y trouve des sapinières productives et exploitables dans une variété de conditions et de localisations géographiques permettant sans doute de trouver des essences de remplacement adéquates. De plus, en tenant compte surtout des effets de la dernière épidémie, toute augmentation de possibilité en résineux serait la bienvenue. Compte tenu de l'utilisation presque complète des résineux, une nouvelle épidémie causant des pertes importantes pourrait avoir des effets significatifs sur l'approvisionnement des industries. Les renseignements obtenus par les recherches récentes sur les essences à croissance rapide et le concept de mini-rotations sont très intéressants pour la conversion.

En ce qui concerne les aspects économiques, nous avons essayé de cerner les principaux facteurs et leur influence respective. La grande variabilité au niveau des bénéfices et au niveau des coûts en fonction du site, de l'essence de remplacement, de la répartition des tâches entre gouvernement et utilisateurs nous oblige à conclure que la rentabilité de la conversion doit être analysée cas par cas selon le modèle marginal que nous avons donné dans ce rapport. Cependant, si l'on avait voulu convertir toutes les sapinières productives (au fur et à mesure qu'elles atteignaient la maturité à partir du début de l'horizon économique de cette étude), 63 p. 100 de la superficie totale des sapinières aurait été converti sur une période de 40 ans, au coût d'environ 40 000 000\$.

En terminant, il faut se rappeler que la conversion n'est qu'un des outils d'aménagement forestier, parmi lesquels il faut compter l'arrosage à l'insecticide. Le choix du meilleur moyen est la tâche du gestionnaire forestier et nous espérons que ce mémoire pourra lui être utile.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND, V., 1979. Communications personnelles.
- BOUDOUX, M., 1978. Tables de rendement empiriques pour l'épinette noire, le sapin baumier et le pin gris (Version métrique). Publication conjointe du ministère des Terres et Forêts du Québec et de Pêches et Environnement Canada.
- CANADIAN PULP AND PAPER INDUSTRY, 1978. Vol. 31, n° 13.
- CASTONGUAY, A., 1979. Rentabilité des reboisements au Québec: IV - Plantations de mélèze laricin et de pin blanc. Mémoire n° 59, Gouv. du Qué., Min. de l'Énergie et des Ressources, Serv. de la Rech. for., 135 p.
- CASTONGUAY, A., 1977. Rentabilité des reboisements au Québec: II - Plantations d'épinette blanche et d'épinette de Norvège. Mémoire n° 38, Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, Direction générale des forêts, Service de la recherche.
- CASTONGUAY, A., C. BRILLANT, P. GENDRON, S. TÊTREAUULT et F. PARENT, 1977. Rentabilité des reboisements au Québec: I - Plantations de pin rouge et de pin gris. Mémoire n° 36, Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, Direction générale des forêts, Service de la recherche.
- COMITÉ DE COORDINATION DES RECHERCHES SUR L'ÉCONOMIQUE DE LA TORDEUSE, 1980. Les aspects économiques de l'aménagement forestier en fonction de la tordeuse. Gouv. du Qué., min. de l'Énergie et des Ress., Serv. de la rech. for.
- Tome I : Impacts bio-physiques et économiques sur un cas-type (Haute et Basse Gatineau) par le CORET. Mémoire n° 67, 1981.
- Tome II : L'aménagement des peuplements susceptibles par PARÉ, G. et H. POULIN. Mémoire n° 71, 1981.

- Tome IV : La compensation des pertes par un aménagement des peuplements non-susceptibles par POULIN, H., G. PARÉ et D. MÉNARD. Mémoire n° 74 (à paraître).
- Tome V : Les avantages et désavantages économiques de la récupération des bois attaqués par POULIN, H. et G. PARÉ. Mémoire n° 77 (à paraître).
- Tome VI : Document-synthèse par POULIN, H. et G. PARÉ. Mémoire n° 78 (à paraître).
- CONSEIL DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT DU CANADA, 1976. Politiques forestières au Canada. Volume I: Identification et tendances des principaux objectifs, problèmes et sujets de discussion. Préparé par le Groupe de travail sur les politiques forestières au Canada, juin 1976. 107 p.
- GAGNON, M., 1978. Étude économique comparative des méthodes de régénération artificielle: semis en godets, semis à racines nues et ensemencement direct. Revue de littérature (technologie). Rapport interne n° 187, Service de la recherche, Direction générale des forêts, ministère des Terres et Forêts.
- GILBERT, J.-C., 1973. La sylviculture (notes de cours). Commission scolaire régionale Chauveau. Duchesnay.
- GRUPE DE RECHERCHES INTERDISCIPLINAIRES EN FERTILISATION DES FORÊTS, 1977. Essai opérationnel de fertilisation aérienne de peuplements de pin gris dans la Mauricie. Mémoire n° 41, Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, Direction générale des forêts, Service de la recherche.
- HAMEL, L. et Y. HARDY, 1978. Caractérisation des foyers d'infestation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Rapport annuel 1977-78. F.R.U.L., Québec. 65 p.
- HARDY, Y. et L. HAMEL, 1979. Caractérisation des foyers d'infestation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Rapport final. I - Le milieu forestier. F.R.U.L., Québec. 49 p. + tableaux.
- HOEDEMAKER, E., 1974. The Japanese paper-pot system. In: Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium, Denver, Colorado, August 26-29, 1974. Great Plains Agricultural Council, pub. n° 68. 215 p.
- HOLT, L. et al., 1965. Some aspects of Balsam Fir management - A symposium. Pulp and Paper Magazine of Canada, 66 (7): WR322-338.

- HOSIE, R.C., 1972. Arbres indigènes du Canada. Service canadien des forêts, ministère de l'Environnement.
- JEAN, Y., 1972. Zones de susceptibilité du pin blanc à la rouille vésiculeuse. Thèse de baccalauréat, faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec.
- LAFLAMME, G., 1979. Communications personnelles.
- LAVALLÉE, A., 1974. Une réévaluation de la situation concernant la rouille vésiculeuse du pin blanc au Québec. Forestry Chronicle: Vol. 50 (6): 228-232.
- LAVALLÉE, A. et P. BENOIT, 1973. Insectes et maladies des arbres - Région de Québec - 1972. Service canadien des forêts, ministère de l'Environnement, Centre de recherches forestières des Laurentides. Dossier publié avec la collaboration de la revue Forêt Conservation, vol. 39, n° 4; avril 1973.
- LAVOIE, J.-M., R. MAROIS et D. BOUSSEMART, 1977. Rentabilité des travaux sylvicoles au Québec. I - Rentabilité de 33 options d'aménagement et analyses économique et financière de quatre projets de restauration. Mémoire n° 37. Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, Direction générale des forêts, Service de la recherche.
- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1975. Suggestion d'un programme de recherche et de développement forestier en regard de la tordeuse. Rapport non publié, préparé par un groupe de travail du ministère des Terres et Forêts du Québec, avril 1975. 63 p.
- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1977. Reboisement et travaux connexes sur les forêts publiques. Rapport annuel 1976-77. Ministère des Terres et Forêts, Direction générale des forêts, Service de la restauration.
- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1979. (Compilations spéciales provenant du Service de la restauration, 5 pages).
- MUSNIER, A., 1976. Recherche et développement sur le peuplier dans la région de l'Est du Québec. VII - Étude financière et de gestion prévisionnelle des plantations et des fermes populicoles. Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, Direction générale des forêts, Service de la recherche. Mémoire n° 31.

NADEAU, J.-P. et al., 1978. Étude de détermination d'une politique globale d'arrosage aérien contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette à partir de critères économiques au Québec. Rapport technique du comité d'étude économique des arrosages préparé sous la direction de J.-P. Nadeau, Ph.D., économiste forestier. Mars 1973. Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec, 356 p.

NEW BRUNSWICK CABINET COMMITTEE ON ECONOMIC DEVELOPMENT, 1976. Report of the task force for evaluation of budworm control alternatives. Department of Natural Resources. Fredericton, New Brunswick. 210 p.

VÉZINA, P.-E., C. LABARRE, G. GAUTHIER et J.-C. MERCIER, 1976. Traitements et stratégies sylvicoles applicables à divers peuplements forestiers du Québec. Ministère des Terres et Forêts. Groupe de conseillers en gestion des forêts. (COGEF). Août 1977.

Le ministère de l'Énergie et des Ressources a la responsabilité de protéger les ressources forestières et de les gérer pour le mieux être de la population du Québec. La récente épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette a des impacts considérables sur la forêt et sur l'économie des régions affectées. La lutte à la tordeuse peut se faire par des insecticides et aussi par l'aménagement des forêts pour les rendre plus résistantes à ce fléau. Dans les limites de ses responsabilités, la Division de l'Économie forestière du Service de la recherche forestière entreprend les études qui lui sont demandées de manière à fournir au Ministère de l'Énergie et des Ressources les informations qui lui permettront de gérer adéquatement la forêt.



Éditeur officiel du Québec
Imprimé au Québec