

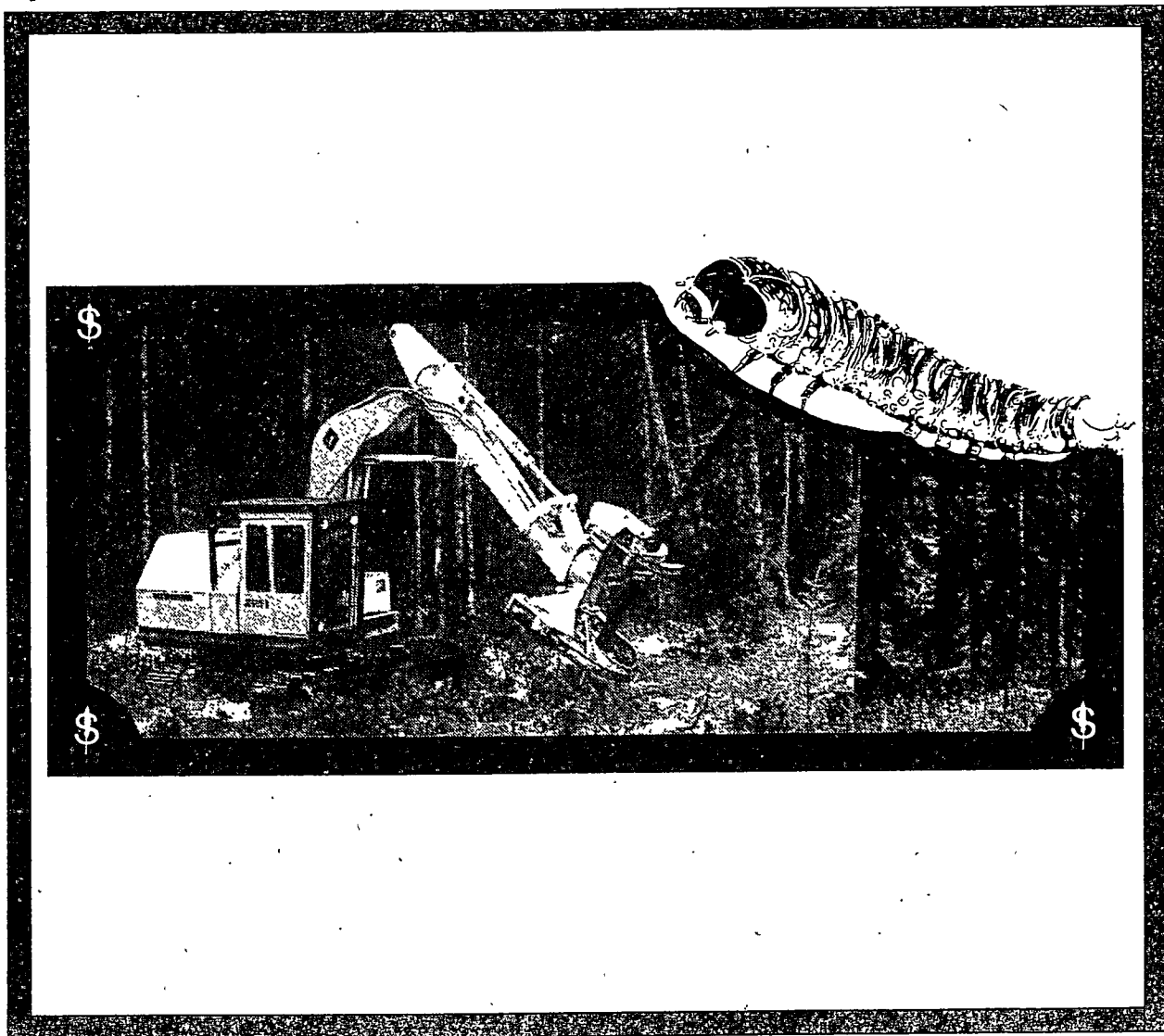


Mémoire n° 77

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

TOME V: LA RÉCUPÉRATION DES BOIS ATTAQUÉS

par Henriel Poulin et Germain Paré



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 V : LA RÉCUPÉRATION DES BOIS ATTAQUÉS

par

HENRIEL POULIN, ing.f.

et

GERMAIN PARÉ, ing.f.

MÉMOIRE N° 77

SERVICE DE LA RECHERCHE
(TERRES ET FORÊTS)
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES

1982

Ce texte constitue le rapport final du projet de recherche Ecn 77-4

ISBN 2-550-02672-1

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

Tous droits réservés - Gouvernement du Québec

REMERCIEMENTS

Sans la collaboration de nombreuses personnes, cette étude n'aurait pu être réalisée. Nos remerciements vont en premier lieu au Dr Jean-Paul Nadeau, chef de la Division de l'économie forestière, pour ses judicieux conseils pendant l'exécution de ce travail. Nous remercions également le personnel du bureau régional du M.E.R. à Hull et dans les unités de gestion concernées: MM. André Beaupré, Gaston Larrivée, Jean-François Gravel, Maurice Doucet et Réjean Marois. D'autres personnes nous ont aussi grandement aidé. Nous pensons surtout à MM. Michel Chabot, Louis Dorais et Clément Bordeleau du Service de l'entomologie et de la pathologie, à MM. Gilbert Ménard, Marcel Marcheterre et Pierre Garceau de la Compagnie Internationale de Papier ainsi qu'à M. Maurice Gagnon, technicien forestier, Mme Linda Jobin-Vaillancourt et Mlle Nicole Durand, secrétaires.

RÉSUMÉ

Ce rapport vise principalement deux buts:

- 1- Résumer les principaux avantages et désavantages de la récupération des bois affectés par la tordeuse dans le but d'en tirer certains critères-limites de récupérabilité.
- 2- Évaluer l'impact de la récupération en regard des pertes économiques causées par une épidémie de tordeuse au niveau régional. Ce travail est réalisé en utilisant le cas-type du bassin de la Gatineau (unités de gestion 72 et 76).

Le principal avantage pour l'exploitation des bois affectés par la tordeuse est la diminution du poids des tiges causée par le séchage de la matière ligneuse morte. Ce facteur influence à peu près toutes les phases de l'exploitation, surtout celles qui sont peu mécanisées. Par contre, la détérioration graduelle des tiges par la carie et les insectes devient vite un handicap sérieux parce qu'elle affecte les coûts d'exploitation et de transformation ainsi que la qualité des produits finis.

Tant que la mortalité n'est pas installée dans les peuplements, la tordeuse n'a pratiquement aucune influence sur l'exploitation et la transformation des bois attaqués. Règle générale, la mortalité apparaît à la cinquième année consécutive d'attaque sévère.

Au fur et à mesure que la période de temps écoulé depuis l'apparition de la mortalité s'allonge, les désavantages prennent rapidement le pas sur les avantages jusqu'à ce que les opérations de récupération atteignent un point de rentabilité minimum acceptable. C'est à ce point que se situe le critère-limite économique de récupérabilité.

Dans les forêts publiques, la décision concernant l'éventualité de faire ou non de la récupération planifiée doit être basée sur le contexte de l'offre et de la demande de matière ligneuse résineuse dans le territoire. Un plan de récupération doit viser à exploiter les peuplements où la mortalité prévue est la plus importante afin de conserver pour l'avenir les peuplements où la mortalité prévue est relativement faible ou nulle. C'est pourquoi l'effet d'un programme de récupération sur l'offre de matière ligneuse ne se fait pas uniquement sentir au moment de l'épidémie elle-même, mais aussi au cours des années subséquentes.

Pour qu'il soit récupérable, un peuplement doit, en règle générale, comprendre un minimum de 42 mètres cubes par hectare de matière ligneuse économiquement transformable. Pour qu'elle soit transformable en pâte, une tige de sapin baumier doit être récoltée dans un délai de trois ans après sa mortalité et une tige d'épinette blanche, dans un délai de cinq ans. Si la tige sert au sciage, ces délais diminuent respectivement à deux et trois ans.

Le plan choisi pour le cas-type visait à récupérer tous les peuplements marchands contenant au moins 49 m³/ha de sapin baumier et d'épinette blanche et où la mortalité minimum dans les résineux était de l'ordre de 60 p. 100. La simulation a montré que

l'application d'un tel plan aux unités de gestion 72 et 76, dès le début de l'épidémie, aurait permis d'utiliser un volume de 1 100 000 m³ de matière ligneuse qui, autrement, aurait été perdu. Cela se traduit par une perte économique évitée d'environ 15 600 000\$ (dollars de 1978, constants) pour l'ensemble d'un horizon économique de 40 ans. Les pertes évitées (en valeur pour l'État) représentent approximativement 38 p. 100 des pertes qui seraient survenues sans plan de récupération. Elles se répartissent de la façon suivante:

3 440 000\$ en revenus directs (droits de coupe)

12 160 000\$ en revenus indirects (fiscalité et parafiscalité).

Un plan de récupération bien structuré peut donc devenir un outil efficace, bien que partiel, pour réduire les pertes économiques occasionnées par une épidémie de tordeuse.

ABSTRACT

This report aims mainly at:

- 1- Summarizing the advantages and disadvantages of salvaging budworm-damaged timber, in order to define some limiting criteria to salvageability.
- 2- Evaluating the salvage potential in regards to the regional economic impact of a budworm epidemic. This is done using the Gatineau watershed case-study.

The main advantage of exploiting budworm-damaged timber is the reduction of stem weight caused by drying of dead timber: this affects all phases of harvesting, specially operations that are not much mechanized. On the other hand, gradual stem decay by rot and insects soon becomes a serious handicap by affecting logging and processing costs as well as the quality of end products. As long as mortality is not installed in the stands, budworm has practically no influence on the logging and processing of infested timber. Mortality generally appears by the fifth consecutive year of severe infestation. As the period following the onset of mortality lengthens, disadvantages outweigh advantages up to the point where salvaging operations reach a level of minimum acceptable profitability. At this point lies the economic limiting criterion to salvageability.

The decision to begin salvaging operations or not must be based on the coniferous timber supply and demand within the region. A salvage plan must aim at exploiting stands where anticipated mortality is the most important in order to save for future logging

stands with a relatively low predicted mortality. That explains why the effect of a salvage program on timber supply is felt not only during the epidemic but also during the years following.

To be salvageable, a stand must hold a minimum of 42 cubic metres of economically usable timber per hectare. To be usable for pulp, a balsam fir stem must be harvested within a period of three years after its death and a white spruce stem, within five years. If the stems are harvested for sawtimber, these periods are shortened to two and three years respectively.

The plan designed for our case-study was aimed at salvaging all the merchantable timber stands holding at least 49 m³/ha of balsam fir and white spruce and where minimum conifer mortality was 60 p. 100. Simulation has shown that applying such a plan to Management Units 72 and 76 at the very onset of the infestation would have averted the physical loss of 1 100 000 m³ of timber. This translates into an averted economic loss of about 15 600 000\$ (1978 constant dollars) for the whole economic horizon of 40 years. The averted losses (in value for the State) represent about 38 p. 100 of all losses incurred in the absence of any salvage plan. These can be assessed as follows:

3 400 000\$ of direct returns (stumpage dues)
12 160 000\$ of indirect returns (fiscal and parafiscal).

A well structured salvage plan can thus become an effective tool for diminishing economic losses induced by a budworm epidemic.

TABLE DES MATIÈRES

	page
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	ix
TABLE DES MATIÈRES	xi
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES FIGURES	xv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I - PROBLÉMATIQUE DE LA RÉCUPÉRATION DES BOIS ATTAQUÉS PAR LA TORDEUSE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	3
1.1 Problématique de la tordeuse	3
1.2 Problématique de la récupération	5
1.2.1 Période de récupération	5
1.2.2 Problèmes d'ordre économique	11
1.3 Problèmes particuliers à la planification de la récupération	13
1.4 Objectifs de l'étude	15
CHAPITRE II - IDENTIFICATION DES AVANTAGES ET DES DÉSAVANTAGES DE LA RÉCUPÉRATION	17
2.1 Évolution d'une tige attaquée	17
2.2 Impact des modifications subies par les tiges sur l'exploitation et la transformation des bois	21

	page
2.2.1 Abattage conventionnel (scie à chaîne) ou mécanisé	23
2.2.2 Ébranchage	24
2.2.3 Débusquage et débardage	25
2.2.4 Tronçonnage	25
2.2.5 Chargement	26
2.2.6 Camionnage	26
2.2.7 Flottage	27
2.2.8 Transformation en pâte	27
2.2.9 Transformation en bois de sciage	28
2.3 Synthèse	29
 CHAPITRE III - CRITÈRES-LIMITES DE RÉCUPÉRABILITÉ ET MÉTHODOLOGIE POUR ÉTABLIR UN PLAN DE RÉCUPÉRATION	 33
3.1 Critères-limites de récupérabilité	33
3.2 Méthodologie pour l'élaboration d'un plan de récupération	37
3.2.1 Localiser et évaluer les concentrations d'essences-hôtes	39
3.2.2 Étudier l'évolution de l'épidémie pour prévoir la mortalité	39
3.2.3 Calculer l'offre et la demande de matière ligneuse	40
3.2.4 Déterminer les objectifs du plan	41
3.2.5 Établir un critère-limite économique de récupérabilité	42
3.2.6 Dresser le plan de récupération	42
3.2.7 Analyser les résultats prévus	43
 CHAPITRE IV - EXEMPLE D'UN PLAN DE RÉCUPÉRATION: BASSE ET HAUTE GATINEAU	 45
4.1 Prévision de la mortalité	45
4.2 Contexte de l'offre et de la demande	46
4.3 Objectifs du plan	49
4.4 Critère-limite économique et hypothèses	51
4.5 Calculs	54
4.6 Résultats	58
4.7 Discussion des résultats	65
 CONCLUSION	 73
 BIBLIOGRAPHIE	 77

LISTE DES TABLEAUX

		page
Tableau 1	Pourcentage des tiges vivantes et mortes selon les classes de mortalité (Sab + Epb)	9
Tableau 2	Influence du séchage et de la détérioration des tiges sur l'exploitation forestière	31
Tableau 3	Contexte de l'offre et de la demande de matière ligneuse résineuse pour le cas-type (1 000 m ³ /an)	47
Tableau 4	Pourcentage du volume total mort et vivant en fonction du nombre d'années de mortalité	53
Tableau 5	Simulation des différents plans de récupération, période 1969-78 (10 ans)	59
Tableau 6	Calendrier de récupération suggéré (volume brut)	63
Tableau 7	Importance relative des super-parcelles dans le plan de récupération	64
Tableau 8	Fluctuations du niveau de coupe permmissible dues à l'application du plan de récupération (m ³ /an, volume net)	66
Tableau 9	Calcul de l'influence du plan de récupération préconisé sur les pertes dues à la tordeuse (1 000 m ³ /an)	68
Tableau 10	Calcul des pertes économiques évitées à l'État par la récupération (en dollars de 1978)	70

LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1	Période de pré-récupération et de récupération en fonction de l'évolution d'une épidémie de tordeuse dans une sapinière 7
Figure 2	Illustration graphique du critère-limite économique de récupérabilité 34
Figure 3	Étapes de l'élaboration d'un plan de récupération des bois attaqués par la tordeuse 38
Figure 4	Évolution de la mortalité selon les hypothèses énoncées 55
Figure 5	Carte des super-parcelles, U.G. 72 56
Figure 6	Carte des super-parcelles, U.G. 76 57
Figure 7	Niveau de coupe permissible et demande de matière ligneuse selon les différents plans simulés 60

INTRODUCTION

Le présent mémoire est le cinquième 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.). Son but principal est d'étudier les avantages et désavantages de la récupération des bois attaqués par la tordeuse et d'en tirer les principaux facteurs-limites d'exploitation et de transformation. De plus, il vise aussi à montrer l'importance que peut prendre un plan de récupération dans la lutte contre les impacts économiques négatifs d'une épidémie de tordeuse.

En 1974, un groupe de travail du ministère des Terres et Forêts du Québec¹ se pencha sérieusement sur le problème de la tordeuse. Il suggéra un programme de recherche dont le but était de minimiser les impacts physiques et économiques de cet insecte².

Quatre projets de recherche portant sur les aspects économiques de l'aménagement forestier en découlèrent. En résumé, ces études traitent de:

¹ Depuis septembre 1979, le Ministère de l'Énergie et des Ressources.

² Ministère des Terres et Forêts du Québec, 1975.

- 1- l'aménagement intensif des peuplements susceptibles;
- 2- la conversion complète des peuplements les plus susceptibles (sapinières);
- 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 porte sur la problématique du phénomène de la tordeuse, la description détaillée d'un cas-type et l'évaluation de l'impact d'une épidémie sur ce cas-type. Il est suivi de quatre rapports particuliers sur chacun des sujets étudiés, comprenant chacun une simulation pour le cas-type. Enfin le sixième synthétise les cinq rapports précédents.

Le présent rapport contient quatre chapitres. Le premier expose la problématique de la récupération des bois attaqués par la tordeuse. Le second porte sur l'identification et l'évaluation des avantages et des désavantages de récupérer des bois attaqués. Le troisième détermine et analyse les critères-limites de récupération et dresse une méthodologie pour la conception de plans de récupération. Enfin, le quatrième est une simulation pour un cas-type, soit le bassin de la Gatineau (unités de gestion 72 et 76).

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE DE LA RÉCUPÉRATION DES BOIS ATTAQUÉS PAR LA TORDEUSE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Ce premier chapitre décrit brièvement la problématique qui entoure la récupération des bois attaqués par la tordeuse. Dans un premier temps, nous analysons brièvement pourquoi la tordeuse est un problème pour l'homme. Dans un deuxième temps, nous exposons les problèmes rencontrés lors d'opérations de récupération et les buts poursuivis par un tel programme. Dans un troisième temps, nous discutons des problèmes particuliers à la planification de la récupération. Enfin, la dernière partie énumère les principaux objectifs de la présente étude.

1.1 PROBLÉMATIQUE DE LA TORDEUSE

Fondamentalement, la tordeuse des bourgeons de l'épinette cause des ennuis à l'homme parce qu'elle entre en compétition avec lui pour l'utilisation d'une même ressource. La tordeuse se nourrit de certaines essences résineuses (sapin baumier; épinettes blanche, rouge

et de Norvège) tandis que l'homme utilise ces mêmes essences pour fabriquer différents produits utiles. Tant que la population de tordeuse est faible, elle consomme peu de forêt et ces deux utilisations sont compatibles. Malheureusement, à l'état épidémique, la population d'insectes augmente suffisamment pour détruire la forêt sur de grandes superficies. Elle limite ainsi l'utilisation que l'homme veut faire de la forêt; c'est là la source du conflit.

Les pertes de matière ligneuse causées par la TBE (diminution de la croissance, pertes de bois par la mortalité et la carie) peuvent se traduire par une stagnation, voire une diminution des activités des industries forestières à court, moyen ou long terme. Directement, il en résulte moins de revenus pour les entreprises, moins de salaires et d'emplois pour les travailleurs et moins de revenus directs (droits de coupe) pour l'État propriétaire de la ressource. De façon indirecte, toute l'économie se trouve affectée (effets multiplicateurs de revenus et d'emplois) et les gouvernements voient leurs revenus indirects (taxes, impôts, etc.) diminuer. La TBE nuit ainsi au développement économique du Québec.

Ce problème est vraiment important parce que l'impact d'une épidémie de tordeuse se fait sentir sur une grande superficie et pour une longue période de temps. Par exemple, la présente épidémie ravageait en 1975 jusqu'à 35 millions d'hectares de forêt québécoise et son impact sur les approvisionnements de matière ligneuse devrait se faire sentir pendant environ 20 à 30 ans après la fin de l'épidémie. On doit donc s'attendre à des pertes économiques importantes.

1.2 PROBLÉMATIQUE DE LA RÉCUPÉRATION

La récupération des bois attaqués par la tordeuse est un moyen de limiter ces pertes économiques. L'idée de base de la récupération est d'utiliser au maximum ce qui de toute façon serait perdu à cause de l'épidémie. Plus spécifiquement, la récupération consiste à exploiter, avant qu'ils ne soient trop détériorés, les peuplements dont une proportion importante des tiges est morte ou appelée à mourir. La récupération n'a pas pour but de diminuer la population de l'insecte lui-même ni d'en réduire l'attaque en rendant la forêt moins susceptible. Elle vise plutôt à amoindrir les impacts économiques négatifs de la tordeuse sur l'industrie forestière en particulier et sur l'économie en général. C'est à ce titre seulement qu'elle constitue un moyen de lutte contre la tordeuse et qu'elle est envisagée dans le présent document.

Par contre, la récupération des bois attaqués soulève des problèmes particuliers. Le premier est engendré par le fait que l'on dispose d'une période de temps limitée pour récupérer les arbres attaqués. En second lieu, lors de la récupération surgit une série de problèmes d'ordre économique (rentabilité) qui s'aggravent au fur et à mesure que l'épidémie progresse ou que la récupération tarde. Enfin, la dispersion des aires de mortalité et les variations dans les degrés de cette mortalité occasionnent des difficultés de planification, d'organisation et d'allocation des bois.

1.2.1 PÉRIODE DE RÉCUPÉRATION

Tout d'abord, il est utile d'apporter certaines précisions concernant les principales phases du développement d'une épidémie.

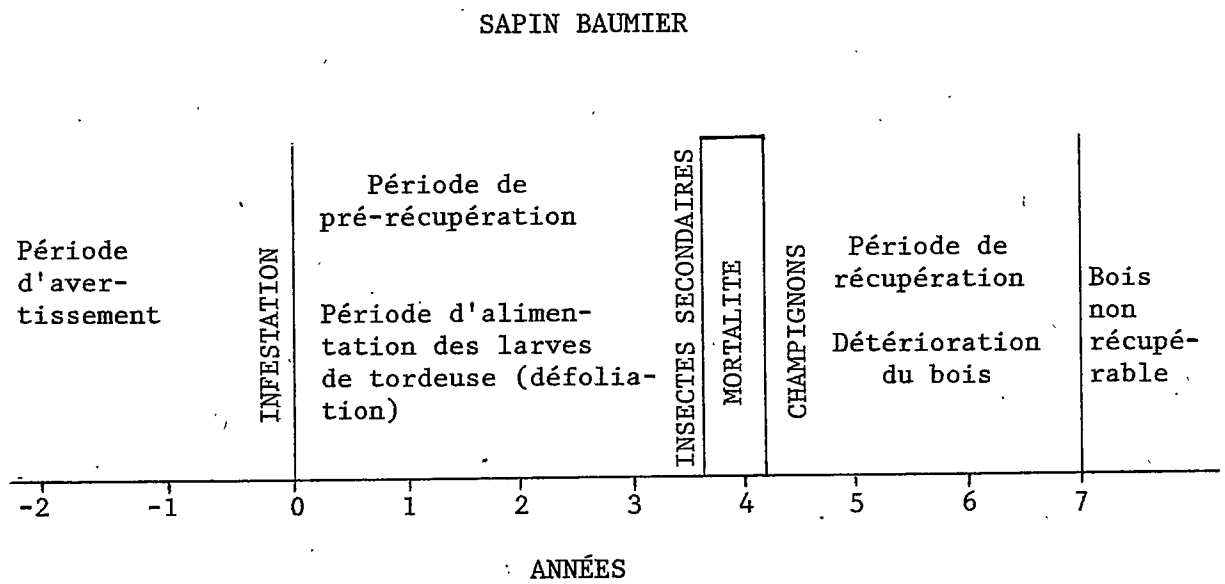
Dans un rapport présenté par l'Institut canadien de recherche en génie forestier (FERIC), les auteurs Sewell et Maranda (1978) reconnaissent quatre phases susceptibles d'éclairer le problème de la récupération (voir figure 1). Ce sont les périodes d'avertissement, de pré-récupération, de récupération et enfin la période qui débute à partir du moment où le bois n'est plus récupérable. Ils définissent ces phases de la façon suivante: «Les populations de tordeuse se déplacent généralement d'ouest vers l'est, de telle sorte que l'exploitant ou l'aménagiste bénéficie d'une année ou deux d'avertissement avant l'infestation. Après l'infestation, la défoliation peut généralement se poursuivre pendant environ quatre ans avant que la mortalité n'apparaisse, bien que certains arbres ne résistent pas plus de deux ans. La période disponible pour la récupération après mortalité ne peut pas se définir précisément; toutefois il semble exister un consensus que, dans le cas des bois à pâte, on puisse disposer d'une période minimum de deux ou trois ans au plus pour récupérer le sapin et de cinq ans pour l'épinette¹». Dépassé ce délai, le bois devient irrécupérable.

Afin de faciliter la compréhension du phénomène de la récupération des bois attaqué par la tordeuse, il est essentiel d'envisager dans un premier temps une approche tige par tige et dans un deuxième temps une approche peuplement par peuplement. À titre d'exemple, pour une tige de sapin baumier, la mortalité se manifeste généralement à la cinquième année d'attaque sévère continue. Au cours

¹ Sewell et Maranda, 1978 p. 13.

Figure 1

Période de pré-récupération et de récupération en fonction de l'évolution d'une épidémie de tordeuse dans une sapinière



Tirée de: Sewell et Maranda, 1978, p. 13.

des quatre années précédentes, la mortalité s'est installée progressivement à partir de la cime et de l'extrémité des branches. Une fois morte, on a un délai maximum de trois ans pour récupérer cette tige si on l'utilise pour la pâte. Passé ce délai, le rendement et la qualité du produit sont trop faibles.

Cependant, étant donné que la récupération est difficilement envisageable dans une approche tige par tige, il est préférable de calculer un délai de récupération en considérant plutôt l'ensemble d'un peuplement. Le délai de récupération varie alors en fonction de l'attaque de la tordeuse et des caractéristiques des peuplements attaqués. Ainsi, le délai maximum de récupération correspondrait à la période nécessaire pour qu'un peuplement attaqué se dégrade jusqu'à la limite de non-rentabilité de son exploitation ou de la transformation de la matière ligneuse récoltée (ou des deux). Le délai de récupération dépend donc de variables telles le volume de bois récupérable par hectare, la distance de transport, l'utilisation possible de la matière ligneuse, l'évolution de la mortalité dans les peuplements, etc.

D'ailleurs, certaines études sur la mortalité due à la tordeuse nous permettent d'avancer des chiffres intéressants concernant le pourcentage de tiges mortes en fonction du nombre d'années écoulées depuis l'apparition de la mortalité. Par exemple, une étude de Chabot (1977) permet de dégager les chiffres du tableau 1. Bien que ces chiffres ne soient que des résultats préliminaires, ils donnent quand même une bonne idée du développement de la mortalité lors d'une épidémie de tordeuse. On s'aperçoit que même lorsqu'une épidémie est avancée, il reste toujours une certaine proportion de tiges

vivantes bien qu'elles soient défoliées à des degrés divers. Par exemple, si on analyse la classe de mortalité de trois ans, c'est-à-dire celle qui correspond au délai maximum de récupération généralement admis pour une tige morte de sapin baumier, on se rend compte qu'il reste encore environ 50 p. 100 des tiges qui sont vivantes bien que très défoliées et que l'autre 50 p. 100 est encore récupérable. Ceci est un facteur très important à considérer lors de la récupération puisque, comme on le verra plus loin, les tiges vivantes ne sont pratiquement pas détériorées même si elles sont très sévèrement défoliées.

Tableau 1

Pourcentage des tiges vivantes et mortes selon les classes de mortalité (Sab + Epb)

Classe de mortalité (an)	Arbres morts	Défoliation totale			
		Très sévère	Sévère	Modérée	Légère
1	2,7	3,8	27,2	35,3	31,0
2	34,9	19,3	30,7	13,9	1,2
3	42,5	24,3	27,2	5,2	0,7
4	85,7	5,7	7,2	1,1	0,3
5	77,1	4,6	8,9	6,3	3,0

On voit donc qu'envisagé au niveau des peuplements, le délai de récupération est difficile à fixer de façon catégorique puisqu'il peut varier d'un peuplement à l'autre et d'une région à l'autre selon différentes variables d'ordre biophysique et économique (affectant la rentabilité des opérations). Cependant, il faut toujours garder à l'esprit que la récupération est avant tout une exploitation qui

doit s'effectuer dans une période limitée. Cette période s'étend du début de l'attaque de la tordeuse jusqu'au moment où les conditions d'exploitation ou de transformation deviennent inacceptables à cause de la détérioration trop avancée des tiges mortes ou à cause du trop faible volume de bois récupérable. C'est ainsi qu'un peuplement est récupérable tant et aussi longtemps qu'il contient suffisamment de matière ligneuse économiquement récoltable et transformable en un produit dont la qualité satisfait les conditions du marché.

Sachant quand doit prendre fin la récupération d'un peuplement, il faut maintenant répondre aux deux questions suivantes:

1- Quand commencer la récupération?

Le plus tôt possible, c'est-à-dire dès que des pertes importantes sont prévisibles, donc la plupart du temps avant le début de la mortalité. Ceci permet, premièrement, d'allonger la période de récupération et, deuxièmement, de récupérer le bois avant qu'il ne soit trop détérioré puisque les tiges ne sont pas encore mortes.

2- Pourquoi ne pas la commencer avant le début de l'attaque?

Parce que toute coupe effectuée avant maturité dans un peuplement susceptible mais non encore attaqué doit plutôt être considérée comme une coupe préventive et, en tant que telle, elle est considérée comme de l'aménagement (cf. Tome II de la présente série).

À partir de ce qui précède, on est capable de distinguer deux phases d'un programme de récupération. La première peut être

appelée «phase de pré-récupération»: elle s'étend du début de l'attaque d'un peuplement jusqu'à l'apparition de la mortalité. La seconde est la récupération proprement dite: elle s'étend du début de la mortalité jusqu'à ce que le peuplement ne soit plus économiquement récupérable. Le délai ou la période de récupération dépend en grande partie de variables économiques.

1.2.2 PROBLÈMES D'ORDRE ÉCONOMIQUE

Le fait que le délai de récupération dépende de variables d'ordre économique nous incite à penser que les problèmes associés à la récupération doivent être envisagés sous un angle économique.

Au point de vue micro-économique, la récupération des bois affectés par la tordeuse est fondamentalement un problème de rentabilité. L'attaque par la tordeuse occasionne des difficultés d'exploitation et de transformation qui se traduisent par des baisses de productivité et de qualité des produits finis. Il s'ensuit donc un coût supérieur lors de la récolte et de la transformation et des revenus inférieurs lors de la vente des produits. La tordeuse diminue ainsi la rentabilité de l'exploitation et de la transformation de la matière ligneuse. Une analyse plus détaillée des causes de cette diminution de rentabilité sera faite dans le chapitre suivant. Mais on peut d'ores et déjà affirmer que la différence essentielle entre une coupe de récupération et une exploitation normale est le fait que lors de la récupération, une certaine proportion des tiges récoltées est morte ou appelée à mourir à cause de l'épidémie. Moins il y a de tiges mortes ou moins elles sont détériorées, plus la récupération se rapproche d'une exploitation normale. La récupération

pratiquée au début d'une épidémie se fait dans des conditions quasi identiques à une exploitation normale et ce jusqu'à l'apparition de la mortalité. À partir de ce moment, une partie des tiges commence à se dégrader et les conditions d'exploitation et de transformation se détériorent graduellement jusqu'à atteindre un point de non rentabilité. Il est donc avantageux de récupérer les peuplements le plus tôt possible.

Pour qu'il soit récupérable, un peuplement doit cependant contenir suffisamment de matière ligneuse de qualité pour que l'opération récupération demeure rentable. Cette quantité minimum de matière ligneuse peut varier en fonction de la distance de transport, de la détérioration du peuplement, de l'utilisation prévue ainsi que de toutes les autres variables pouvant influencer les coûts d'exploitation ou de transformation.

En général, la récupération la plus rentable se situe à courte distance des usines et parmi les peuplements contenant un fort volume par hectare de sapin baumier et d'épinette blanche de qualité encore satisfaisante. Règle générale, il est difficile ou plus coûteux de récolter des peuplements contenant moins de 42 m³/ha de matière ligneuse récupérable. Cette limite peut cependant varier selon les autres conditions d'exploitation des peuplements considérés.

Un plan de récupération doit respecter certains critères physiques et économiques concernant principalement le délai de récupération ou la qualité de la matière ligneuse récupérée, le taux de boisement minimum à récolter, l'accessibilité des secteurs de mortalité ou toute autre variable économique importante.

Quant à la décision de faire ou non de la récupération dans un territoire donné, elle doit être basée sur une analyse à la fois macro et micro-économique. L'analyse macro-économique étudie l'environnement économique général du territoire concerné, soit principalement le contexte de l'offre et de la demande de matière ligneuse résineuse et la possibilité de s'approvisionner à l'extérieur, tandis que l'analyse micro-économique se penche surtout sur la rentabilité des opérations envisagées.

1.3 PROBLÈMES PARTICULIERS À LA PLANIFICATION DE LA RÉCUPÉRATION

La planification de la récupération des bois attaqués par la tordeuse est rendue difficile par la façon dont se déroule une épidémie et l'évolution de la mortalité. Premièrement, l'attaque peut être plus ou moins sévère et continue; elle varie d'une année à l'autre et d'un territoire à l'autre. En conséquence, la mortalité n'apparaît pas toute la même année et évolue de façon différente selon le type de peuplement et le territoire. En second lieu, les peuplements ne meurent à peu près jamais à 100 p. 100. Il est plus ou moins impossible d'exploiter les seuls arbres morts ou susceptibles de mourir, du moins dans les forêts publiques. La récupération doit souvent se faire par des coupes à blanc et l'on récolte ainsi certaines tiges qui auraient survécu à l'épidémie. Enfin, la prévision de mortalité ne doit pas tenir compte uniquement de la mortalité survenant pendant l'attaque elle-même, mais aussi de la mortalité consécutive au passage de l'insecte. Cette dernière est due au stress subi par les tiges à cause des modifications sévères du milieu sous l'effet de

l'épidémie. Certaines tiges seront trop endommagées et ne pourront survivre même si la tordeuse n'est plus à l'état épidémique. Cette mortalité due au stress peut dans certaines conditions devenir très importante et se prolonger plusieurs années après la fin de l'épidémie elle-même.

Les connaissances actuelles sur la progression et la dispersion des épidémies de tordeuse ne permettent pas toujours de faire des prévisions précises au sujet de la mortalité. Cependant, nous faisons l'hypothèse qu'il est possible d'identifier à grande échelle les endroits où l'attaque sera sévère et prolongée en étudiant le comportement de l'épidémie. Par le fait même, on peut généralement prévoir les aires où il y aura une importante mortalité. En effet, la mortalité est en relation directe avec la sévérité et la durée de l'attaque et avec la susceptibilité des peuplements à la tordeuse, c'est-à-dire avec la proportion de sapin baumier et d'épinette blanche qu'ils contiennent. Il est donc logique de penser que la mortalité sera importante surtout dans les concentrations de sapin baumier et d'épinette blanche dans les régions qui subiront une attaque sévère et prolongée. On peut donc faire des prévisions de mortalité satisfaisantes à grande échelle et commencer la récupération avant l'apparition de la mortalité. En général, on peut prédire qu'il y aura une mortalité importante dans une région donnée dès que l'attaque par la tordeuse devient sévère. Dans certains cas, on peut même le prédire plus tôt.

Dès ce moment, on peut planifier un programme de récupération. Une planification hâtive permet d'augmenter la quantité et

la qualité des bois récupérés. De plus, elle permet de minimiser les déplacements de camps forestiers et les coûts supplémentaires de construction de routes découlant de l'application soudaine d'un programme de récupération. S'il est prévu à moyen terme, un programme de récupération devrait nécessiter très peu d'investissements supplémentaires. Il est donc avantageux voire même nécessaire de considérer la récupération comme une partie intrinsèque des diverses techniques d'aménagement.

1.4 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le but premier de cette recherche est de développer des outils ou des mécanismes de prise de décision rationnelle face à l'éventualité de récupérer ou non des bois attaqués par la tordeuse. Par le fait même, ce projet vise à développer une méthode permettant de planifier correctement et efficacement la récupération face à l'impact économique régional d'une épidémie de tordeuse. Un programme de récupération adéquat devrait permettre d'éviter certaines pertes économiques causées par la tordeuse.

Pour atteindre cet objectif global, il est nécessaire de se fixer certains sous-objectifs. On peut les résumer en quatre grandes catégories. Ce sont:

- 1° Résumer l'influence que peut avoir une épidémie de tordeuse sur les différentes phases de l'exploitation et sur la transformation en général et identifier ainsi les avantages et les désavantages de la récupération;
- 2° Déterminer un ou des critères-limites de récupération, c'est-à-dire définir des critères de base pour déterminer les peuplements à récupérer;

3° Établir une méthodologie en vue de l'élaboration d'un plan de récupération et de l'évaluation de son efficacité;

4° Simuler un plan de récupération pour un cas-type.

CHAPITRE II

IDENTIFICATION DES AVANTAGES ET DES DÉSAVANTAGES DE LA RÉCUPÉRATION

Il s'agit maintenant non seulement de dégager les avantages et désavantages de la récupération des bois attaqués par la tordeuse, mais aussi d'en déterminer les causes et de définir les conditions dans lesquelles ils se font le plus sentir lors de l'exploitation et de la transformation. Nous le ferons en trois étapes. La première expose les principales étapes de l'évolution d'une tige attaquée en fonction du temps écoulé depuis le début de l'attaque. La seconde décrit l'impact des modifications subies par les tiges sur chacune des opérations de l'exploitation et sur la transformation. Enfin, la troisième synthétise les principaux avantages et désavantages.

2.1 ÉVOLUTION D'UNE TIGE ATTAQUÉE

Afin de bien comprendre les raisons et l'importance des avantages et des désavantages de la récupération, il est bon de décrire l'évolution de l'aspect physique et de la qualité d'une tige

de sapin baumier soumise à une épidémie de tordeuse. Bien entendu, cette description se base sur l'évolution moyenne des tiges attaquées et elle ne tient pas compte des cas particuliers qui parfois peuvent évoluer de façons très différentes. Elle est basée sur des observations visuelles des auteurs, des consultations de personnes expérimentées et certains échantillons.

«Généralement, de quatre à six ans sont nécessaires pour qu'une défoliation complète se produise, après quoi les arbres meurent; ils sont alors susceptibles d'être attaqués par les perceurs de l'écorce, les guêpes et les microorganismes qui entraînent le développement de la coloration et de la carie d'aubier¹» (Hatton, 1981). Une tige attaquée de façon sévère et continue reste vivante un minimum de quatre ans. Certaines tiges résistent plus longtemps, soit cinq, six ou sept ans, et même survivent à l'épidémie. La défoliation est progressive du haut vers le bas et de l'extérieur vers l'intérieur de la cime. Pour la tige, l'affaiblissement, puis la mortalité et la détérioration progressent dans le même sens. La mortalité apparaît donc en premier lieu dans les branches de la cime, puis descend progressivement jusqu'à ce que la tige soit complètement morte.

Extérieurement, certaines tiges peuvent paraître complètement mortes mais être encore vivantes. La présence de sève sous l'écorce est un critère fiable pour déterminer si une tige est vivante. Il est à noter que la sève peut être présente d'un côté de la tige et absente de l'autre. Tant que de la sève circule dans une bonne partie de la tige, celle-ci doit être considérée comme vivante

¹ Nous traduisons.

puisque grâce à cette sève, l'arbre peut produire des aiguilles et reprendre de la vigueur si l'attaque cesse. Bien entendu, la qualité d'une telle tige pourra s'en trouver grandement diminuée.

Période d'attaque

Pendant la période s'étendant du début de l'attaque jusqu'à la mortalité complète, la tige affectée subit une série de défoliations annuelles qui diminue graduellement la quantité de feuillage jusqu'à ce qu'il ne reste aucune aiguille verte. À ce moment-là, la cime et plusieurs branches sont généralement mortes depuis quelques mois, la tige a perdu du poids à cause du séchage des parties mortes et la qualité des parties mortes se trouve diminuée. Par contre, la partie vivante de la tige n'a pas perdu ses propriétés physiques ou mécaniques et sa qualité n'est pas encore altérée.

Au cours de ce laps de temps, la tige sèche graduellement et perd une importante proportion de son poids, soit jusqu'à 25 p. 100 et même davantage. Au fur et à mesure qu'elle sèche, la tige devient de plus en plus fragile et elle a une forte tendance à casser, surtout dans la cime, si elle est déplacée trop brusquement.

1^{re} année de mortalité

Au fur et à mesure que la tige sèche et que la carie s'installe, ses propriétés mécaniques sont affectées et sa qualité diminue. La première année après la mortalité, la qualité est encore très bonne malgré l'apparition des premiers insectes secondaires. Elle se compare à celle d'une tige vivante. Les pertes de rendement sont donc négligeables. De plus, Binotto et Locke (1981) ont estimé qu'aucune cime des tiges mortes depuis un an n'était brisée avant la récolte.

2^e année de mortalité

C'est durant cette période que s'installe une couronne de carie rougeâtre autour du tronc, que les insectes envahissent l'écorce et l'aubier, que l'écorce se soulève par plaques et se détache de la tige. Les ravages des insectes secondaires peuvent être assez importants dans certains cas et peu sévères dans d'autres. En général, la qualité de la tige est relativement bonne, même pour le sciage où l'on peut noter une diminution du rendement surtout à cause des longicornes.

3^e année de mortalité

La troisième année, la fibre ligneuse devient moins résistante, principalement à cause de la carie rouge de l'aubier. La carie blanche apparaît surtout s'il y a présence de longicornes noirs (*Monochamus scutellatus* Say) ou d'autres insectes secondaires. La tige devient plus fragile et ses propriétés mécaniques s'en trouvent affectées sérieusement, si bien qu'en général, elle n'est plus d'assez bonne qualité pour le sciage. Binotto et Locke (1981) ont estimé à 30 p. 100 la proportion des tiges de sapin mortes depuis trois ans dont la cime était brisée avant la récolte. Par contre, elle peut encore servir à la production de pâte. Cependant, il y a des pertes de volume ligneux surtout à cause des bris de tiges lors de l'exploitation. Un volume supplémentaire de matière ligneuse reste ainsi sur le parterre de coupe.

4^e année et plus de mortalité

La tige est souvent trop détériorée et elle n'est plus économiquement exploitable.

Les dernières études tendent à démontrer que la vitesse de progression de la carie serait plus liée aux conditions de température depuis le décès qu'au temps écoulé. Selon Hatton (1981), la détérioration des tiges mortes est fonction de l'attaque par les insectes du bois. Cette attaque varie selon l'endroit ou plutôt selon la température. Basham (1980) pense que la carie d'aubier et la sévérité de l'attaque par les scolytes sont favorisées par les mêmes conditions, qui varient d'un endroit à l'autre. En Ontario, l'attaque par les insectes est sévère tandis qu'au Québec, au Nouveau-Brunswick et à Terre-Neuve, elle est relativement faible. C'est pourquoi le délai de récupération pour le sapin baumier devrait être d'environ un an en Ontario et de trois à quatre ans dans les provinces plus à l'est. Au Québec, des signes de carie d'aubier apparaissent généralement entre la deuxième et la troisième année après la mortalité.

2.2 IMPACT DES MODIFICATIONS SUBIES PAR LES TIGES SUR L'EXPLOITATION ET LA TRANSFORMATION DES BOIS

Idéalement, il serait intéressant de connaître les coûts supplémentaires d'exploitation et de transformation des bois affectés en fonction du nombre d'années d'attaque ou de mortalité. Malheureusement, pour l'ensemble du Québec, un tel projet aurait nécessité, dès le début de l'épidémie, un important investissement en argent et en main-d'oeuvre. Toutefois, des études partielles ont été faites pour l'Ontario, le Nouveau-Brunswick, le Maine et le Québec. Elles permettent de citer certains chiffres intéressants. Elles ne sont cependant pas suffisamment complètes ni homogènes pour nous donner une idée précise de l'impact économique d'une épidémie de tordeuse sur les coûts d'exploitation et sur les divers modes de transformation de la matière ligneuse au Québec.

C'est pourquoi cette partie du travail se limite à identifier les avantages et désavantages physiques d'exploiter et de transformer les bois atteints par rapport à l'exploitation et à la transformation de bois sain. On y évalue l'importance des modifications physiques et leur impact (grand, moyen ou petit) et l'on précise, par rapport à la progression de l'épidémie, le moment où cet impact commence à se faire sentir. Certaines études en cours ou à venir pourront apporter une vision plus complète de la question.

Étant donnée la variabilité des méthodes d'exploitation, la procédure la plus simple est d'analyser l'effet de la détérioration des tiges sur chacune des principales phases de l'exploitation. Ces phases peuvent se résumer de la manière suivante: l'abattage conventionnel ou mécanisé, l'ébranchage, le débusquage ou le débardage, le tronçonnage, le chargement mécanisé, le camionnage et le flottage. On analysera aussi l'effet sur la transformation en pâte ou en bois de sciage.

Les informations présentées ici proviennent de plusieurs visites sur le terrain et de consultations auprès de bûcherons, d'exploitants et de dirigeants d'usines de transformation. Ces informations ont été complétées par la lecture de plusieurs textes. En particulier, la publication de l'Institut canadien de recherche en génie forestier (*FERIC*) portant sur les problèmes de récupération des bois affectés par la tordeuse¹ nous a grandement éclairés sur plusieurs points. La plupart des renseignements obtenus lors de visites et de rencontres concordant avec cette étude de *Feric*, la partie 2.2

¹ Sewell et Maranda, 1978.

du présent texte peut être considérée comme un résumé partiel dudit rapport.

2.2.1 ABATTAGE CONVENTIONNEL (SCIE À CHAÎNE) OU MÉCANISÉ

Durant la période dite de pré-mortalité, l'abattage n'est pas influencé de façon significative par les effets de la tordeuse. La tige est un peu plus légère à cause de la défoliation et du séchage des branches, mais ses propriétés physiques ne s'en trouvent pas altérées. À ce stade, la tige attaquée n'est pas plus cassante. Les bûcherons peuvent cependant être pénalisés à cause de la légèreté des tiges qui favorise quelquefois les accrochages lors de l'abattage conventionnel. Par contre, cette légèreté a peu d'influence sur les abatteuses mécaniques.

Dans l'abattage conventionnel, l'ouverture du couvert consécutif à la défoliation permet souvent l'envahissement par des broussailles qui entravent le déplacement et le travail des bûcherons. De plus, le bris des tiges à l'abattage devient rapidement un problème. Pendant la première année de mortalité, le nombre de bris de tiges à l'abattage n'augmente pratiquement pas. La deuxième et surtout la troisième année par contre, les bris deviennent un handicap important, particulièrement pour l'abattage mécanisé. Pour un abattage à la scie mécanique, Binotto et Locke (1981) ont estimé à 0,5 p. 100 la proportion des déchets supplémentaires provenant de la coupe de tiges mortes depuis trois ans. Pour les conditions du Québec, ce pourcentage nous apparaît très faible.

Au cours de la saison 1980-81, le Service de l'exploitation forestière du ministère de l'Énergie et des Ressources a fait une

étude¹ pour estimer les volumes non récupérés et les pourcentages de carie lors d'opérations de récupération dans des secteurs affectés par la tordeuse dans la forêt domaniale du Grand-Portage (unité de gestion n° 11). Les tiges récoltées répondaient aux exigences du sciage et elles provenaient presque exclusivement de concentrations de sapin baumier et d'épinette blanche (91 p. 100 du volume toutes essences) subissant la mortalité depuis deux, trois ou quatre ans. Sur l'ensemble des 3 713 hectares récupérés, la mortalité se répartissait approximativement de la façon suivante:

<u>Classe de mortalité</u>	<u>% de la superficie</u>
1 - 25%	53%
26 - 50%	12%
51 - 75%	24%
76 - 100%	11%

Globalement, les résultats se présentent ainsi:

- le volume récolté représentait 85,8 p. 100 du volume toutes essences. Une proportion de 10,75 p. 100 du volume récolté était cariée;
- le volume non récupéré, soit 14,2 p. 100 du volume toutes essences, se répartissait en volume utilisable (61,3 p. 100) et en non utilisable (38,7 p. 100).

2.2.2 ÉBRANCHAGE

Plus les branches sont sèches, plus l'ébranchage se trouve facilité, surtout pour les opérations utilisant une débusqueuse.

¹ Document du Service de l'exploitation forestière (en préparation).

L'ébranchage devient une opération pratiquement inutile dans ce cas. Pour des machines telles que le *Koehring*, le temps d'ébranchage ne change pas, mais le fait que les branches soient sèches oblige à affûter plus souvent les couteaux. Par contre, l'ébranchage avec une scie à chaîne est généralement facilité par la légèreté de la tige, ce qui la rend plus facile à déplacer. Dans ce cas, les affûtages sont aussi plus fréquents. Les grosses branches sèches des épinettes sont parfois une source d'ennuis pour les bûcherons.

2.2.3 DÉBUSQUAGE ET DÉBARDAGE

L'effort de la machine lors du débusquage ou du débardage de tiges sèches est sûrement moindre que pour un même volume de tiges vivantes. Les opérateurs de machines peuvent compenser cette perte de poids par une augmentation du volume par voyage, augmentant ainsi la productivité de la machine, du moins en volume. Cette compensation est cependant limitée. Par contre, surtout la deuxième et la troisième année de mortalité, certaines tiges se brisent au débusquage, ce qui a pour effet de diminuer la productivité des machines et de laisser un volume supplémentaire de matière ligneuse sur le parterre de coupe. Si le débardage et l'empilement se font en partie de façon manuelle, les ouvriers bénéficient grandement de la légèreté des tiges sèches et il n'y a pratiquement pas de bris de tiges.

2.2.4 TRONÇONNAGE

Au cours du tronçonnage mécanisé de troncs entiers, des pertes de fibre se produisent lors de l'alimentation de la tronçonneuse. En effet, lorsqu'elles sont manipulées par la pince mécanique servant à l'alimentation de la machine, certaines tiges se brisent,

causant ainsi des pertes de temps et de matière ligneuse à la jetée. Comme dans toutes les autres phases de l'exploitation, le nombre de bris dépend de la détérioration des tiges qui, elle, est surtout fonction du temps écoulé depuis la mortalité.

Quand le tronçonnage se fait à la scie à chaîne, il n'y a pas de bris supplémentaires. Le travail se trouve même facilité par la légèreté des tiges mortes. Par contre, le bûcheron est plus sévère dans son tronçonnage afin d'éviter la réduction calculée au mesurage. Cette réduction supplémentaire à cause de la détérioration des tiges est pour lui une perte de temps et d'argent. Il est donc incité à laisser davantage de matière ligneuse sur le parterre de coupe.

2.2.5 CHARGEMENT

Le même raisonnement s'applique au chargement. Plus les tiges sont détériorées, plus elles sont susceptibles de casser si on les manipule en longueur ou les manoeuvre brusquement. Il en résulte de nombreux bris si le chargement est mécanisé, si le transport s'effectue par troncs entiers ou si les tiges manipulées sont mortes depuis deux ou trois ans et même plus. Par contre, même si les tiges sont détériorées, les bris seront très peu fréquents si le chargement se fait en billes de 1,2 mètres ou de 2,4 mètres (4 ou 8 pieds).

2.2.6 CAMIONNAGE

Dans le transport d'arbres en longueur, les nombreuses tiges brisées diminuent sensiblement le volume de matière ligneuse transporté pour une même hauteur de charge. Cependant, le bois étant sensiblement plus léger, le camion peut transporter des charges plus volumineuses, du moins sur les chemins forestiers.

Dans tous les autres genres de camionnage, le transport du bois attaqué est facilité par la légèreté des tiges. Monétairement, cet avantage peut profiter au camionneur ou à l'acheteur selon que le camionneur est payé sur une base de volume par kilomètre ou de poids par kilomètre. Cependant, les billes transportées sont souvent de moins bonne qualité.

2.2.7 FLOTTAGE

Les informations sur le flottage semblent confuses. Cependant, on peut dégager les grandes lignes suivantes. Le bois étant plus léger, il est sensé flotter mieux. Mais, s'il est attaqué par des insectes tel le longicorne noir ou par la carie, il s'imprègne d'eau plus rapidement et une plus grande quantité de tiges va couler et se perdre. Le flottage se trouverait donc amélioré tant que la carie ou l'attaque par les insectes n'est pas importante. Par contre, vers la troisième année de mortalité, un plus grand nombre de billes va se perdre.

2.2.8 TRANSFORMATION EN PÂTE

La transformation en pâte des bois attaqués mais non encore morts ne présente aucun inconvénient majeur, sauf peut-être l'utilisation d'une proportion plus forte de sapin dont les fibres sont de moins bonne qualité (moins denses, moins longues, plus de résine) que celle de l'épinette noire, par exemple.

Les problèmes résultant de la tordeuse commencent à se faire sentir au moment où la carie apparaît. Il se produit alors des pertes de fibres à l'écorçage et la qualité des fibres elles-mêmes est diminuée. Les usines peuvent être dans l'obligation d'ajuster leur

système de blanchiment de la pâte selon l'importance de la carie. A cause de la résistance plus faible d'une proportion de la fibre, il est nécessaire d'augmenter la proportion de pâte chimique dans le mélange pâte chimique-pâte mécanique afin d'obtenir une qualité équivalente du produit fini. On remarque aussi que l'importance des problèmes est fort différente selon la qualité et la quantité de bois endommagé, selon le procédé de transformation employé et selon l'évolution des connaissances technologiques en ce domaine. Il serait intéressant de mener une étude comparative pour les procédés les plus courants en fonction des différents degrés de mortalité.

2.2.9 TRANSFORMATION EN BOIS DE SCIAGE

Pour ce qui est du sciage, le bois attaqué par la tordeuse cause réellement des problèmes à partir du moment où la carie prend de l'importance. La situation devient rapidement critique si les tiges mortes sont attaquées par le longicorne noir ou d'autres insectes secondaires.

La carie rouge a pour principal effet de causer un ramollissement et une coloration de la fibre, entraînant une déclassification des produits finis. De plus, cette carie, formant une couronne autour de la tige, cause des pertes de fibres lors de l'écorçage. Quant aux insectes perceurs du bois, ils creusent des canaux à l'intérieur des billes, occasionnant ainsi des trous dans les bois sciés. De plus, ces canaux favorisent la pénétration de la carie blanche à l'intérieur des billes. Tous ces phénomènes ont pour résultat que plusieurs planches issues de telles tiges doivent souvent être déclassées. Cette baisse de qualité se fait également sentir pour les copeaux vendus aux usines de pâte.

2.3 SYNTHÈSE

Il y a deux aspects physiques importants qui influencent les conditions d'exploitation dans des peuplements où il y a de la mortalité causée par la tordeuse. Ce sont la légèreté des tiges occasionnée par le séchage de la matière ligneuse morte et la détérioration des tiges par la carie et les insectes. La légèreté des tiges est un avantage pour à peu près toutes les phases de l'exploitation, surtout si elles sont peu mécanisées, parce qu'elle facilite la manipulation. Quant à la détérioration par la carie, elle devient vite un handicap sérieux parce qu'elle cause des bris de tiges lors de la manipulation ou de l'abattage. Ces bris ont pour effet de laisser un volume supplémentaire de matière ligneuse sur le parterre de coupe, de réduire la productivité des bûcherons et des machines et d'exiger des opérations dispendieuses afin de recueillir le bois brisé lors de la coupe.

Au fur et à mesure que l'épidémie progresse ou, plus précisément, que la période de temps écoulé depuis la mortalité s'allonge, ces deux phénomènes prennent de l'importance. Bien qu'il n'y ait pas, entre la légèreté et le bris des tiges, une relation de cause à effet, ces deux aspects évoluent de façon parallèle. En effet, la mort de la matière ligneuse entraîne automatiquement le début du séchage mais aussi le début de la détérioration du bois. C'est pourquoi on peut dire qu'avant l'apparition de la mortalité, la tordeuse n'a pratiquement pas d'influence sur l'exploitation et la transformation des bois attaqués.

Les bris de tiges surviennent surtout la deuxième et troisième années après l'apparition de la mortalité. Ils se produisent beaucoup plus fréquemment au cours d'opérations mécanisées parce que les tiges sont manipulées brusquement. Il est donc souhaitable de favoriser l'exploitation conventionnelle à la scie à chaîne s'il y a suffisamment de main-d'oeuvre disponible. Enfin, les tiges se brisent surtout quand elles sont manipulées en troncs entiers ou en billes de forte longueur.

Quant aux facteurs physiques pouvant limiter la transformation en un produit de qualité, ce sont principalement la carie, la coloration et la présence d'insectes tel les perceurs du bois (pour le sciage). Pour la pâte, la détérioration de la fibre due à la carie serait plutôt le facteur à considérer.

Le tableau 2 tente de résumer l'influence exercée par la légèreté et la détérioration des tiges sur chacune des phases de l'exploitation forestière. Ce tableau détermine si cette influence est positive (avantage), négative (désavantage) ou neutre (0) et si elle est importante (+) (-) ou très importante (++) (--).

Tableau 2

Influence du séchage et de la détérioration des
tiges sur l'exploitation forestière

Phase de l'exploitation	Séchage ou légèreté des tiges	Détérioration des tiges (carie + insectes)
1- Abattage		
- mécanisé	0	- -
- scie à chaîne	+	- -
2- Ébranchage		
- mécanisé	0	-
- scie à chaîne	+	0
3- Débusquage ou débardage		
- mécanisé	+	- -
- manuel	+	0
4- Tronçonnage		
- mécanisé	0	-
- scie à chaîne	+	0
5- Chargement		
- troncs entiers	+	-
- en billes courtes	+	0
6- Camionnage		
- troncs entiers	+	-
- en billes courtes	+	0
7- Flottage	+	-

N.B. + + avantage marqué
 + avantage léger
 0 influence à peu près nulle
 - désavantage léger
 - - désavantage marqué

CHAPITRE III

CRITÈRES-LIMITES DE RÉCUPÉRABILITÉ ET MÉTHODOLOGIE POUR ÉTABLIR UN PLAN DE RÉCUPÉRATION

Nous essayons maintenant de déterminer des seuils de tolérance (critères-limites) pour la prise de décision en matière de récupération des peuplements attaqués par la tordeuse. Nous présentons également une méthodologie pour planifier une récupération optimale de la matière ligneuse éventuellement perdue.

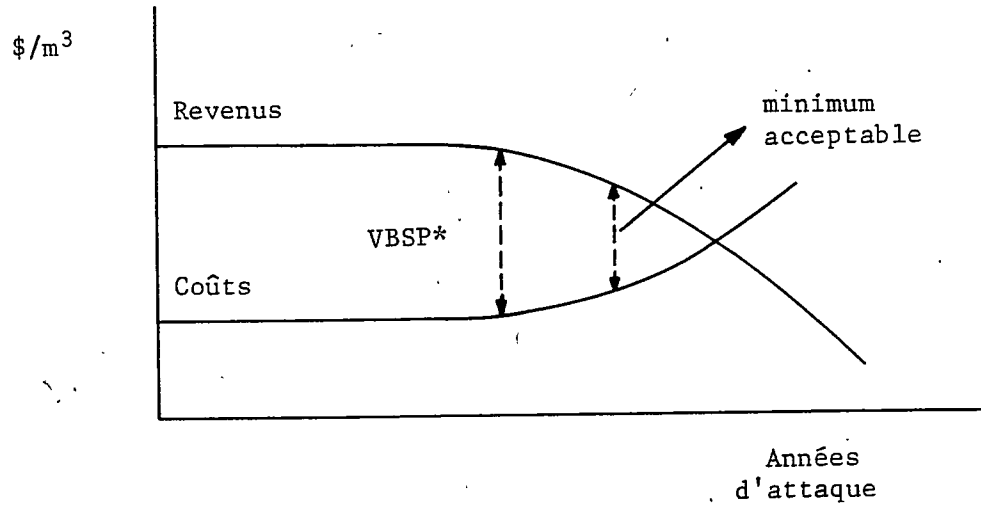
3.1 CRITÈRES-LIMITES DE RÉCUPÉRABILITÉ

Comme on l'a vu au premier chapitre, la rentabilité économique demeure le critère de base pour déterminer les peuplements à récupérer. Tous les avantages et désavantages identifiés au chapitre précédent influencent de différentes manières la rentabilité des opérations forestières. Au fur et à mesure que l'épidémie progresse, les désavantages prennent largement le pas sur les avantages jusqu'à ce que les opérations de récupération atteignent un point de rentabilité minimum acceptable. C'est à ce point que se situe le critère-limite économique (voir figure 2).

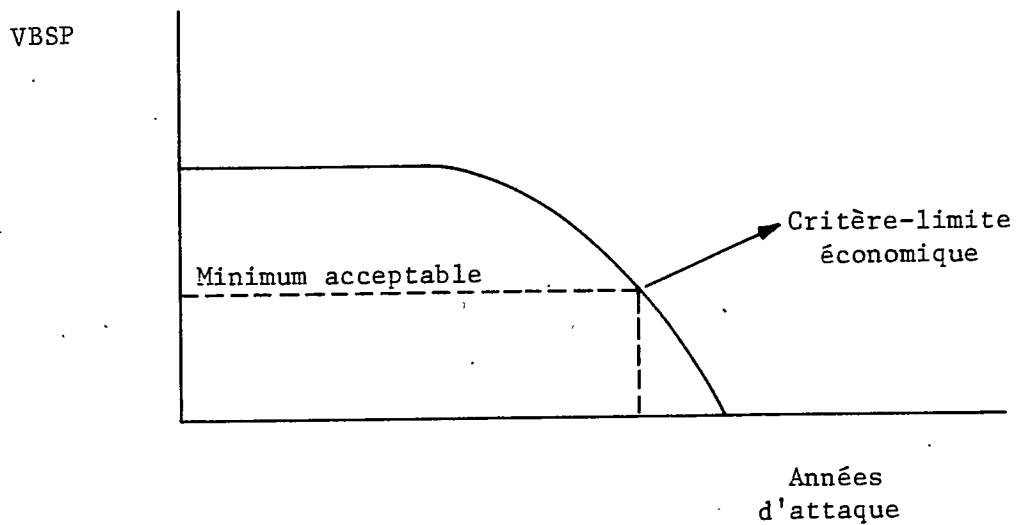
Figure 2

Illustration graphique du critère-limite économique de récupérabilité

a) Courbes des coûts et des revenus



b) Courbe de la VBSP



* VBSP = valeur du bois sur pied

Le critère-limite économique est donc un seuil à ne pas dépasser si l'on veut garder aux opérations de récupération et de transformation une certaine rentabilité. Ce seuil peut facilement s'exprimer sous la forme d'une valeur du bois sur pied (VBSP) minimum¹. La VBSP d'un peuplement peut se calculer simplement pour la phase de l'exploitation ou, plus globalement, elle peut aussi comprendre les coûts et les revenus de la transformation. Dans le cas de la tordeuse, il serait préférable de calculer la VBSP après transformation puisque l'attaque de la tordeuse peut aussi affecter les coûts de transformation et la qualité des produits.

Au point de vue économique, la VBSP peut donc servir comme critère pour décider ou non de la récupération d'un peuplement. La récupération ne serait plus assez rentable quand la VBSP devient nulle ou qu'elle ne dépasse pas une valeur minimum jugée acceptable. A cette valeur de la VBSP correspondent des conditions d'exploitation et de transformation données ou encore des caractéristiques physiques pour chaque peuplement. Ce sont ces caractéristiques que l'on appelle critères-limites physiques de récupérabilité. Ceux-ci peuvent être variables selon le genre de peuplement, la sévérité de l'attaque, la distance à l'usine, le volume par hectare ou toute autre variable pouvant affecter la VBSP même si le critère-limite économique demeure constant.

Prenons l'exemple d'un peuplement ayant 80 mètres cubes de matière ligneuse par hectare et dont la VBSP est de 3,00\$ par mètre cube avant l'épidémie. Après quatre années de mortalité due à la tordeuse, le volume récupérable est passé à 50 mètres cubes par hectare.

¹ Pour une explication du concept de «valeur de bois sur pied» et des façons de l'évaluer, voir Davis, 1966.

Ce volume récupérable est composé de tiges vivantes et de tiges mortes depuis un, deux et trois ans. Cette baisse de volume à l'hectare et la plus faible qualité des tiges ont pour effet de diminuer la VBSP jusqu'à 2,00\$ par mètre cube. Si, pour notre exemple, une VBSP inférieure à 2,00\$ par mètre cube est jugée inacceptable, on pourra alors dire que dans ce cas, le critère-limite économique est une VBSP minimum de 2,00\$ par mètre cube et que les contraintes physiques pour ce peuplement sont un délai de récupération de trois ans depuis le début de la mortalité et un volume ligneux minimum de 50 mètres cubes par hectare.

Il est évident que le volume pouvant être récolté est directement fonction de la possibilité des usines de le transformer en un produit de qualité et de la capacité d'absorption du marché. En effet, si une proportion des tiges est trop détériorée pour être économiquement transformable, il est alors avantageux de ne pas les récolter. Le volume marchand récolté par hectare s'en trouve diminué et, par le fait même, la rentabilité des opérations forestières. Comme le volume récolté par hectare influence grandement la VBSP, on est tenté de prendre un taux minimum de bois récupérable comme contrainte limite de récupérabilité. Cette pratique facilite la prise de décision, sauf que ce taux peut varier d'une région à l'autre, selon les conditions d'exploitation et selon la structure industrielle. Comme on l'a vu au premier chapitre, un taux minimum de matière ligneuse récupérable de 42 mètres cubes par hectare semble être une limite minimum acceptable pour une région comme la Haute et la Basse Gatineau. Du moins, c'est ce qui ressort des entrevues avec les exploitants de cette région.

Pour être récupérable, la matière ligneuse doit être économiquement transformable, c'est-à-dire transformable à un coût qui permet un profit minimum acceptable. La qualité du produit fini doit être suffisante pour satisfaire les exigences du marché et le coût de production doit être concurrentiel.

D'une façon pratique, on peut dégager certains critères physiques utilisables en moyenne pour le Québec.

1- Pour qu'il soit économiquement récupérable, un peuplement doit comprendre au moins 42 mètres cubes par hectare de matière ligneuse économiquement transformable. C'est un chiffre minimum pour la Haute et la Basse Gatineau: il pourrait être ajusté pour les autres régions du Québec.

2- Pour qu'elle soit transformable en pâte, une tige de sapin baumier ne doit pas être morte depuis plus de trois ans et une tige d'épinette blanche, depuis plus de cinq ans.

3- Si une tige de sapin baumier est destinée au sciage, elle ne doit pas être morte depuis plus de deux ans avant d'être récupérée. Pour une tige d'épinette blanche, on peut attendre jusqu'à trois ans.

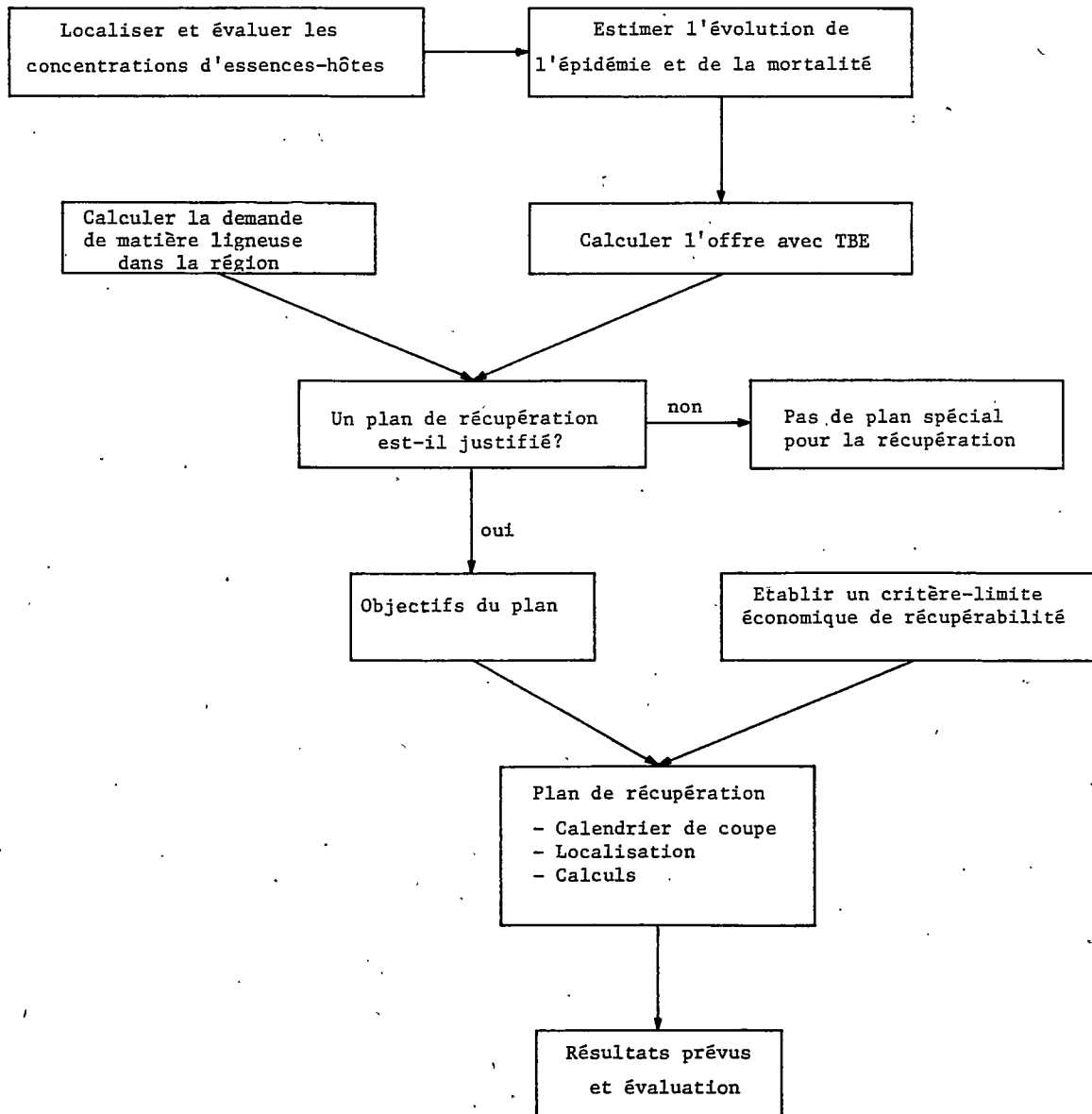
3.2 MÉTHODOLOGIE POUR L'ÉLABORATION D'UN PLAN DE RÉCUPÉRATION

L'élaboration d'un plan de récupération des bois attaqués par la tordeuse nécessite au moins sept étapes (voir figure 3):

- 1- Localiser et évaluer l'importance des concentrations d'essences-hôtes (superficie, volume, etc.)
- 2- Étudier l'évolution de l'épidémie pour prévoir le développement de la mortalité

Figure 3

Etapas de l'élaboration d'un plan de récupération
des bois atteints par la tordeuse



- 3- Calculer l'offre et la demande de matière ligneuse et décider d'élaborer ou non un plan de récupération
- 4- Déterminer les objectifs du plan de récupération
- 5- Établir un critère-limite économique de récupérabilité
- 6- Dresser le plan de récupération
 - Calendrier de coupe
 - Localisation
 - Calculs
- 7- Analyser les résultats prévus.

3.2.1 LOCALISER ET ÉVALUER LES CONCENTRATIONS D'ESSENCES-HÔTES

La localisation et l'évaluation des concentrations d'essences-hôtes est le premier guide pour l'élaboration d'un plan de récupération. Selon les connaissances actuelles en épidémiologie de la tordeuse, un critère sûr pour prévoir l'importance des pertes demeure la quantité d'essences-hôtes sur le territoire. La localisation et l'évaluation des superficies susceptibles à la tordeuse serviront donc principalement à prédire la mortalité. Selon les objectifs du plan de récupération, ces concentrations pourront être identifiées par leur densité d'essences-hôtes à l'hectare ou par leur proportion d'essences-hôtes par rapport au total des essences résineuses.

3.2.2 Étudier l'évolution de l'épidémie pour prévoir la mortalité

Comme on l'a vu précédemment, étant données les connaissances actuelles en épidémiologie, les hypothèses concernant l'évolution de l'épidémie et de la mortalité sont aléatoires et le demeureront probablement toujours un peu. En étudiant le déroulement d'une épidémie, on peut généralement prévoir que certaines superficies susceptibles ne subiront que peu ou pas de mortalité. Là où l'on prévoit

de la mortalité, on pourra la quantifier en se référant à sa densité par hectare ou à sa proportion par rapport au volume résineux total. Si le plan a pour objectif de récolter le maximum de matière ligneuse morte ou appelée à mourir sur la plus petite superficie possible, le critère à retenir est la densité. Par contre, si le plan vise à récolter le maximum de matière ligneuse morte ou appelée à mourir par rapport au volume résineux total exploité, le critère à retenir devrait être la proportion des essences-hôtes.

Il est évident que les prédictions concernant la localisation, l'évolution et l'estimation de la mortalité sont essentielles à l'établissement d'un plan de récupération. La localisation permet de prévoir les déplacements successifs lors de l'exécution du plan, tandis que l'estimation et les prédictions d'évolution permettent de calculer les résultats espérés, c'est-à-dire les pertes évitées, le volume mort récupéré, le volume vivant récupéré, etc.

3.2.3 CALCULER L'OFFRE ET LA DEMANDE DE MATIÈRE LIGNEUSE

Le calcul de l'offre et de la demande de matière ligneuse résineuse tenant compte de l'épidémie de tordeuse est essentiel pour la justification du plan de récupération. La demande peut se calculer en se basant sur les volumes résineux coupés les années précédant l'épidémie ou sur les garanties d'approvisionnement accordées par l'État. Quant à l'offre, elle doit tenir compte des stocks résineux disponibles et de la mortalité prévue. Un plan de récupération est justifié si, à cause d'une épidémie, l'offre ne peut combler la demande tout en conservant une certaine rentabilité à l'exploitation forestière. La mortalité d'un important volume ligneux peut

occasionner des déficits immédiats ou des ruptures de stock à moyen ou à long terme (20-30 ans).

3.2.4 DÉTERMINER LES OBJECTIFS DU PLAN

Normalement, un plan de récupération doit avoir pour objectif général de limiter au minimum les pertes de matière ligneuse dans une période de temps déterminée, c'est-à-dire tant que les opérations de récupération demeurent rentables. Un plan de récupération doit s'inscrire dans une philosophie de protection de la forêt. Il vise en premier lieu à minimiser les pertes en récoltant le bois qui éventuellement périrait tout en conservant pour l'avenir les peuplements peu ou pas affectés par la tordeuse. En second lieu, il doit viser à maximiser les bénéfices en ne récoltant que les peuplements les plus rentables à récupérer selon le contexte de l'offre et de la demande dans le territoire concerné. Par exemple, si la tordeuse entraîne un déficit important dans les approvisionnements en matière ligneuse, le plan peut aller jusqu'à prévoir récolter les peuplements où la rentabilité des opérations de récupération sera à peu près nulle afin de répondre à la demande. Par contre, si le déficit causé par l'épidémie est minime et que l'on n'a pas d'autres débouchés extérieurs possibles, il est logique de ne récupérer que les peuplements où le volume ligneux attaqué est le plus grand.

Les actions envisagées dans un plan de récupération sont grandement influencées par le contexte de l'offre et de la demande. En fait, c'est de ce contexte que vont découler les orientations et les principes d'opération du plan. Il déterminera si l'on doit récolter tous les peuplements attaqués ou simplement les principales

concentrations de mortalité, si l'on ne doit pas dépasser un volume maximum de matière ligneuse à récupérer, si l'on doit viser à récupérer la matière ligneuse dans les peuplements ayant le plus fort volume de mortalité prévue ou dans les peuplements ayant les plus fortes proportions de mortalité prévue, etc.

En pratique, on doit aussi tenir compte de la structure industrielle régionale, c'est-à-dire les méthodes d'exploitation, les procédés de transformation, les types de produits, etc.

3.2.5 ÉTABLIR UN CRITÈRE-LIMITE ÉCONOMIQUE DE RÉCUPÉRABILITÉ

Comme on l'a vu précédemment, un critère-limite économique de récupérabilité est un seuil minimum de rentabilité des opérations de récupération. Un tel critère-limite économique peut facilement correspondre à un critère-limite physique, comme un volume minimum par hectare. Il peut s'établir, par exemple, à 42 m³ de matière ligneuse résineuse en bon état par hectare pour un territoire donné. Dans ce cas, tous les peuplements du territoire qui répondraient à ce critère seraient jugés rentables à exploiter ou à récupérer. Tous les peuplements ne répondant pas à ce critère seraient exclus du plan de récupération.

Le critère-limite économique peut varier d'un peuplement à l'autre ou d'un territoire à l'autre. L'important, c'est qu'il définisse des conditions d'exploitabilité minimum ou encore une valeur du bois sur pied (VBSP) minimum.

3.2.6 DRESSER LE PLAN DE RÉCUPÉRATION

À l'aide des informations obtenues aux étapes précédentes concernant les concentrations d'essences-hôtes, la mortalité prévue

et la limite économique de récupérabilité, il s'agit ensuite de dresser un calendrier de récupération permettant de répondre aux objectifs fixés.

Le calendrier de récupération doit nécessairement nous renseigner quant au volume de bois à couper, l'endroit et le temps où il sera coupé. Pour mesurer l'efficacité du plan, il peut s'avérer très utile d'avoir des précisions concernant le volume récolté, c'est-à-dire la répartition du volume coupé selon les essences (non susceptibles ou susceptibles), le volume vivant d'essences-hôtes récolté, le volume mort récolté selon le nombre d'années de mortalité, le volume jugé irrécupérable, etc. Enfin, on peut calculer les pertes physiques et économiques subies ou évitées si l'on applique le plan de récupération.

3.2.7 ANALYSER LES RÉSULTATS PRÉVUS

A l'aide du calendrier de récupération, il est essentiel de s'assurer que le plan remplisse bien les objectifs fixés et qu'il soit intégré aux autres opérations forestières dans le territoire. Il est également nécessaire de faire un bilan des avantages et des désavantages qui découleront de l'application de ce plan. Ainsi, on commentera les pertes physiques et économiques évitées de même que les pertes subies malgré l'application du plan de récupération. Enfin, on devra souligner les difficultés probables à surmonter lors de l'application du plan et apporter les correctifs nécessaires pour assurer une efficacité optimum.

CHAPITRE IV

EXEMPLE D'UN PLAN DE RÉCUPÉRATION: BASSE ET HAUTE GATINEAU

Illustrons maintenant, par une application à un cas-type (unités de gestion 72 et 76, Basse et Haute Gatineau), le processus d'élaboration d'un plan de récupération. On y établit un plan de récupération tel qu'il aurait pu être dressé dès la première année d'attaque sévère (1968) par la tordeuse sur le territoire de notre cas-type. Précisons que ce plan n'est élaboré ici qu'à titre d'exemple et que l'épidémie dans notre cas-type est trop avancée pour qu'il puisse y être réalisé. L'utilité de cet exemple est qu'il permet d'identifier et de visualiser les différents problèmes ou les différentes questions auxquels doit faire face le gestionnaire chargé de dresser un plan de récupération. Pour la prise de décision et l'élaboration du plan, on suivra le cheminement établi au chapitre précédent.

4.1 PRÉVISION DE LA MORTALITÉ

Étant donné qu'un plan de récupération doit normalement être dressé dès le début d'une épidémie et qu'à ce moment, la

mortalité n'est pas encore connue, on doit élaborer le plan sur des hypothèses de prévision de mortalité. Ces prévisions sont généralement difficiles. Le présent plan n'étant qu'un exemple, on peut simplifier le problème des prévisions en se basant sur des données réelles de mortalité. L'exemple n'en sera que plus conforme à une situation réellement vécue.

Pour notre cas-type, nous faisons l'hypothèse que la mortalité enregistrée lors de l'inventaire aérien du cas-type en 1978 par le Service d'entomologie et de pathologie du Ministère des Terres et Forêts correspond à la mortalité finale, qui aurait normalement été prévue si un plan de récupération avait été élaboré dès le début de l'épidémie. Cette hypothèse est idéaliste, mais elle possède l'avantage d'éliminer les prévisions concernant la mortalité finale et d'assurer que l'exemple sera représentatif d'une situation réelle.

Lors de cet inventaire, la mortalité a été cartographiée selon quatre grandes classes de 25 p. 100 chacune. Par la suite, on a procédé à une vérification à l'aide de places-échantillons. Cette vérification a permis de déterminer la mortalité moyenne de chaque classe (pour plus de détails, voir le tome I).

4.2 CONTEXTE DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE

Les calculs concernant l'offre et la demande de matière ligneuse résineuse pour le cas-type ont déjà été faits et expliqués en détail dans le tome I de la présente série de mémoires¹. Un résumé de ces calculs est présenté au tableau 3. Les résultats sont étalés sur un horizon économique de 40 ans puisque l'effet d'une

¹ Comité de coordination des recherches sur l'économie de la tordeuse, 1981.

Tableau 3

Contexte de l'offre et de la demande de matière
ligneuse résineuse pour le cas-type

(1000 m³/an)¹

	Périodes			
	1969-78	1979-88	1989-98	1999-2008
<u>Sans tordeuse</u>				
NCP	488	282	464	551
<u>Avec tordeuse</u>				
NCP	488	118	119	247
NCP disponible	488	195	119	247
Allocation	313	313	313	313
Coupe	313	195	119	247
Surplus	175	0	0	0
Mortalité	98	-	-	-
Résidu	77	0	0	0
Pertes de matière ligneuse (déficit)	0	118	194	66

épidémie de tordeuse sur l'offre de matière ligneuse peut s'étendre sur une période d'environ 40 ans à partir du début de l'attaque sévère. Voici quelques explications concernant ces données.

- 1- NCP: niveau de coupe permissible en résineux.
Ce niveau est rajusté tous les 10 ans.
- 2- NCP disponible: niveau de coupe disponible en faisant l'hypothèse de reporter le NCP non utilisé d'une période à la période suivante.
- 3- Allocation: correspond à la demande de matière ligneuse résineuse pour notre territoire.
On fait l'hypothèse que cette allocation sera constante tout au long de l'horizon économique de 40 ans.
- 4- Coupe: ce qui sera effectivement coupé chaque année de la période.

¹ Tiré du Tome I, tableau 17.

- 5- Surplus: partie du NCP qui n'a pas été coupée et qui pourrait être utilisée à la période suivante.
- 6- Mortalité: partie du surplus qui meurt à cause de l'attaque de la tordeuse et qui ne pourra être utilisée (correspond à 56 p. 100 du surplus)¹
- 7- Résidu: partie du NCP qui n'aura pas été coupée et qui ne sera pas morte à la suite de la TBE et qui pourra être utilisée à la période suivante
- 8- Pertes: volume perdu ayant une signification économique (allocation moins le NCP disponible). Ceci représente le déficit s'il n'y avait aucune importation des territoires avoisinants.

L'étude de ce tableau montre que l'épidémie, même sans plan de récupération, ne cause pas de déficit ligneux lors des dix premières années de son cycle parce que la mortalité prend un certain temps à s'installer et qu'une certaine partie de la matière ligneuse éventuellement perdue peut être exploitée avant qu'elle ne soit trop détériorée. Même s'il n'y a pas de programme de récupération spécifique, le stock résineux disponible est donc suffisant pour combler la demande de 313 000 m³/an pendant les premières années de notre horizon économique. Par contre, lorsqu'une mortalité importante sera installée depuis quelques années dans les peuplements de sapin baumier et d'épinette blanche, il manquera de matière ligneuse à maturité. Ce phénomène apparaît à la 2^e, 3^e et 4^e décennie de notre horizon. C'est pourquoi il est utile de réserver pour ces périodes les peuplements résineux qui sont peu affectés par la tordeuse, comme l'épinette noire ou le pin gris par exemple. Lors des dix premières années de

¹ Tiré du Tome I de la présente série de mémoires.

l'horizon économique, on doit donc concentrer l'exploitation forestière dans les peuplements de sapin baumier et d'épinette blanche, même s'ils ne sont pas rendus à maturité.

L'effet d'un programme de récupération n'est pas immédiat. Il se fait plutôt sentir quand l'attaque elle-même est terminée, c'est-à-dire 10, 20 ou 30 ans après le début de l'épidémie. Il a pour effet de diminuer l'ensemble du déficit ligneux en conservant pour ces périodes les essences résineuses non susceptibles à la tordeuse grâce à une surexploitation des résineux susceptibles avant qu'ils ne soient trop détériorés.

L'examen de l'offre et de la demande de matière ligneuse résineuse du cas-type permet de constater qu'un plan de récupération est justifié puisqu'un déficit important est prévu pour les trois dernières décennies de l'horizon économique.

4.3 OBJECTIFS DU PLAN

Ce plan de récupération doit viser au moins trois objectifs:

- 1- Répondre à la demande des 10 premières années de l'horizon économique (période 1969-78) tout en récoltant le maximum de volume qui, autrement, serait perdu.
- 2- Réduire au minimum le déficit ligneux causé par la tordeuse au cours de la période 1979-2008 en empruntant le moins possible sur le capital ligneux des essences non susceptibles au cours de la période de récupération (1969-78).
- 3- Conserver une rentabilité maximum aux opérations de récupération.

Pour rencontrer le premier objectif, il faut récolter 313 000 m³/année de volume marchand net de bois résineux, soit environ

368 000 m³/année en volume marchand brut. A première vue, selon les calculs concernant le niveau de coupe permissible, on devrait être capable de rencontrer cet objectif sans hypothéquer le capital ligneux des essences non susceptibles.

Pour atteindre le second objectif, qui consiste à réduire au minimum le déficit causé par la tordeuse au cours de la période de 1979 à 2008, on doit conserver le maximum de pin gris et d'épinette noire pour cette période. Il faut aussi conserver les peuplements susceptibles où la mortalité est faible et qui demeureront économiquement exploitables après l'épidémie. Il s'agit de récupérer les peuplements où la mortalité est la plus élevée. Pour mesurer le degré de mortalité, on calcule la proportion en volume marchand de la mortalité sur le volume marchand résineux. Si l'on suit cette procédure, on récupérera le maximum de matière ligneuse qui, autrement, serait perdue.

Enfin, si parmi les plus grandes concentrations de mortalité, on ne récupère que les peuplements ayant une grande valeur de bois sur pied (VBSP), on maximise alors la rentabilité des opérations de récupération. Comme le taux de boisement est une variable importante dans le calcul de la VBSP, il sera utilisé comme critère de sélection des peuplements à récupérer, du moins pour notre cas-type. D'autres composantes de la VBSP auraient pu être retenues, comme la distance de transport par exemple.

En résumé, les trois objectifs de notre plan de récupération seront atteints quand on coupera, au cours de la période 1969-78, un volume net de 313 000 m³/année de bois résineux dans les

peuplements dont la proportion de mortalité et le taux de boisement en résineux sont les plus élevés. Il faut trouver la combinaison optimum des variables «concentration de mortalité prévue» et «taux de boisement en résineux» qui assurera une récolte de 313 000 m³/année de bois résineux utilisable pendant cette période.

4.4 CRITÈRE-LIMITE ÉCONOMIQUE ET HYPOTHÈSES

Pour le cas-type, le critère-limite économique est fixé à 42 m³/ha de résineux en bon état. C'est donc dire que tous les peuplements ne satisfaisant pas à ce critère ne feront pas l'objet d'une récupération. Ce chiffre de 42 m³/ha est considéré comme le seuil minimum permettant de garder une certaine rentabilité aux opérations de récupération. Il a été estimé à partir d'entrevues avec des exploitants.

Il est à noter que tous les peuplements satisfaisant à ce critère-limite ne seront pas nécessairement récupérés. Certains peuplements qui, au début de l'épidémie, rencontrent le critère-limite économique peuvent, s'ils ne sont pas récupérés immédiatement, ne plus satisfaire cette limite à cause de la mortalité, surtout pendant les dernières années du plan de récupération.

En élaborant le plan de récupération, on a émis les hypothèses suivantes:

1- Toute la récupération s'effectuera par des coupes à blanc de résineux.

2- Les usines de transformation n'imposeront aucune contrainte en ce qui regarde la proportion de «bois mort» et de «bois vivant» acceptée.

Selon des informations recueillies auprès des transformateurs, il est techniquement possible, pour la transformation en pâtes et papiers, d'accepter à l'usine une proportion de 55 p. 100 de bois avarié. Ceci entraîne cependant des coûts additionnels et une diminution de rendement d'environ 10 p. 100. Ces pourcentages peuvent varier grandement d'une usine à l'autre. Des développements technologiques peuvent toutefois minimiser ces désavantages. Étant donné que les différents secteurs d'approvisionnement d'une usine ne sont pas nécessairement tous attaqués par la tordeuse et que même dans les secteurs attaqués, une proportion importante des tiges est récoltée vivante, il est logique de penser qu'au moins 45 p. 100 du volume d'approvisionnement d'une usine ne sera pas avarié.

3- Dans la sélection des peuplements à récupérer, l'âge des peuplements importe peu; on se base plutôt sur le taux de boisement et sur la mortalité.

4- Une tige morte depuis plus de 3 ans est irrécupérable.

5- Les prédictions de mortalité due à la tordeuse, normalement faites au début de l'épidémie, moment où l'on élabore un plan de récupération, correspondent aux données de mortalité réelle telles qu'elles ont été enregistrées en 1978 lors de l'inventaire aérien. Cette mortalité sera considérée comme étant la mortalité totale et finale due à l'épidémie.

6- L'évolution de la mortalité correspond aux données de Chabot (voir tableau 4) concernant le volume marchand mort en fonction du nombre d'années de mortalité. Ce tableau servira à donner, pour chaque année depuis l'apparition de la mortalité, le volume marchand

Tableau 4
 Pourcentage du volume total mort et vivant en
 fonction du nombre d'années de mortalité¹

Nombre d'années de mortalité	% volume des arbres morts/volume total	% volume des arbres vivants/volume total
1	1,1	98,9
2	27,7	72,3
3	35,0	65,0
4	83,3	16,7
5	73,7	26,3

Exemple

Données

- mortalité observée lors de l'inventaire aérien de 1978 78%
- mortalité théorique en 1978 (selon Chabot) 83,3%
- taux de boisement (Sab-Epb) du peuplement considéré 80 m³/ha
- taux de boisement (résineux) du peuplement considéré 90 m³/ha

Calculs

- Pour 1973 (1^{re} année de mortalité)

- mortalité réelle en 1973 pour le sapin baumier et l'épinette blanche

$$\frac{78\%}{83,3\%} \times 1,1\% \times 80 \text{ m}^3/\text{ha} = 0,82 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- volume vivant en 1973 pour les résineux

$$90 \text{ m}^3/\text{ha} - 0,82 \text{ m}^3/\text{ha} = 89,18 \text{ m}^3/\text{ha}$$

N.B. Les calculs s'effectuent selon les mêmes principes pour les années subséquentes

Résultats

Année	Mortalité théorique %	Mortalité réelle		Volume irrécupérable m ³ /ha	Volume récupérable m ³ /ha
		%	m ³ /ha		
1972	0	0	0	0	90
1973	1,1	1,03	0,82	0	90
1974	27,7	25,94	20,75	0	90
1975	35,0	32,77	26,22	0	90
1976	83,3	78,00	62,40	0,82	89,18
1977	83,3	78,00	62,40	20,75	69,25
1978	83,3	78,00	62,40	26,22	63,78

¹ Chabot, 1977.

mort récupérable. Cependant, il est à remarquer que l'on a fait l'hypothèse voulant qu'après la 4^e année de mortalité, le volume mort enregistré soit à son maximum. Les hypothèses concernant l'évolution de l'épidémie dans notre cas-type sont présentées à la figure 4. Pour éclairer le lecteur sur le processus de calcul de l'évolution de l'épidémie, un exemple est donné au tableau 4.

Cette méthode de calcul implique que l'épidémie sévère a débuté en 1969 sur tout le territoire étudié. Elle ne tient pas compte des pertes de croissance dues à l'épidémie ni des pertes de rendement à la transformation sur les tiges récupérables.

4.5 CALCULS

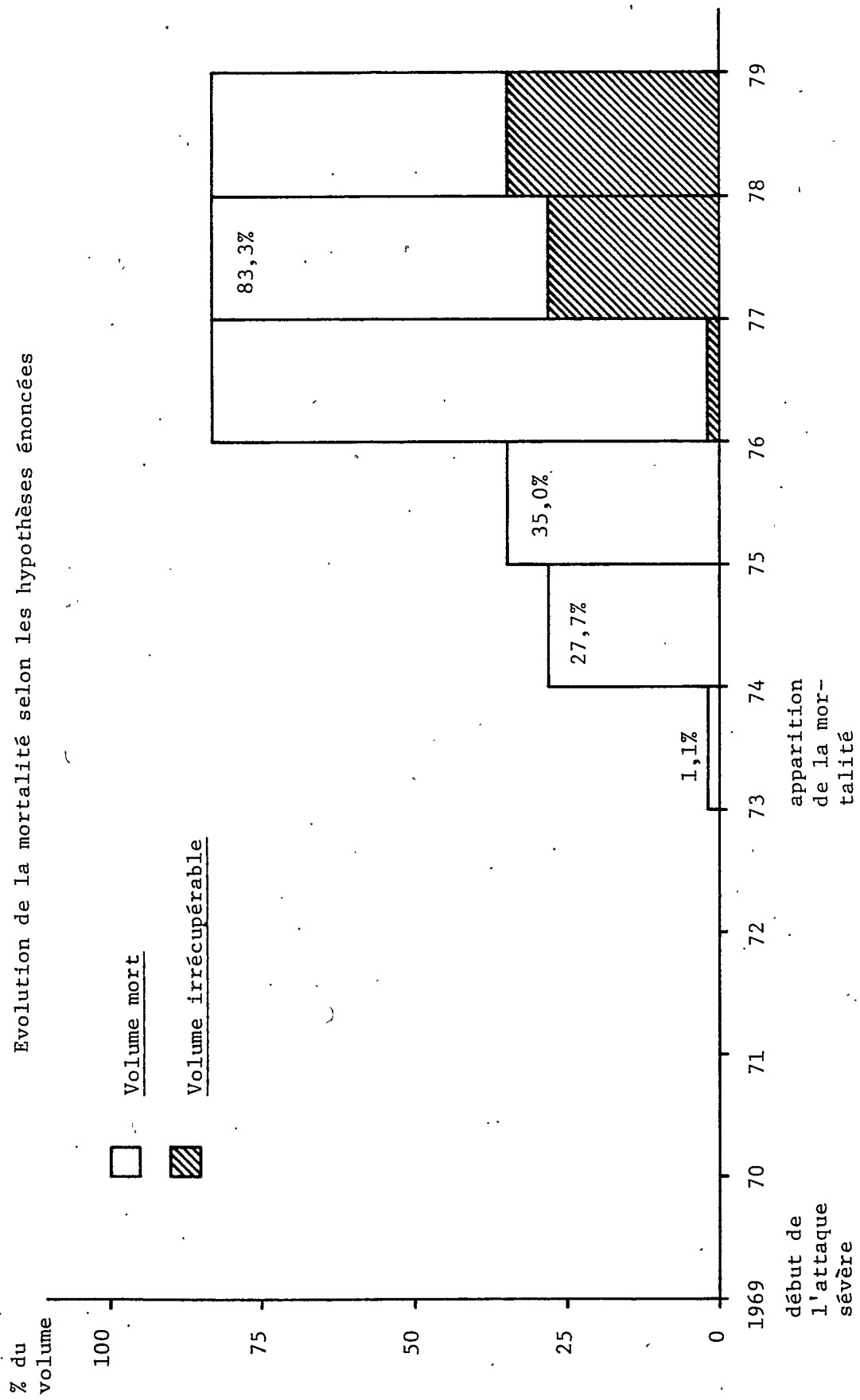
Pour déterminer quel plan de récupération devra être appliqué et pour en simuler la réalisation, on se base sur les données biophysiques du parcellaire des deux unités de gestion concernées. Dans ce parcellaire, les unités de gestion 72 et 76 sont respectivement divisées en 201 et 430 parcelles. Pour les besoins de cette étude, nous avons regroupé ces parcelles en 99 super-parcelles¹. Ce regroupement apparaît aux figures 5 et 6.

À partir de ces données, on trouve pour chaque strate de chaque super-parcelle:

- le taux de boisement des essences-hôtes;
- la superficie;
- le volume résineux marchand;
- le volume de sapin baumier et d'épinette blanche;

¹ Pour plus d'informations concernant les données biophysiques et les super-parcelles, consulter le tome I de la présente série de documents.

Figure 4
Evolution de la mortalité selon les hypothèses énoncées



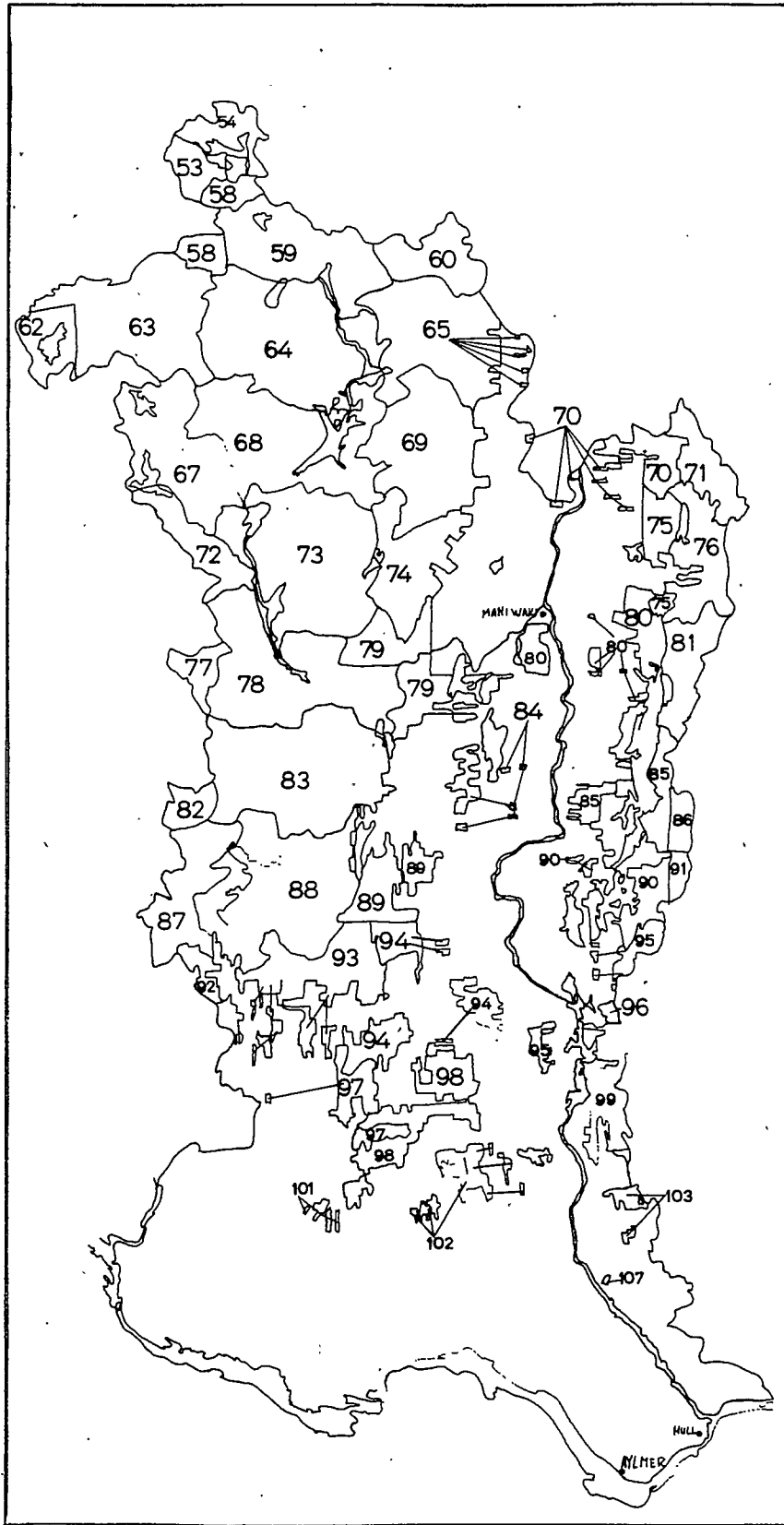


Figure 5 - Carte des super-parcelles, U.G. 72

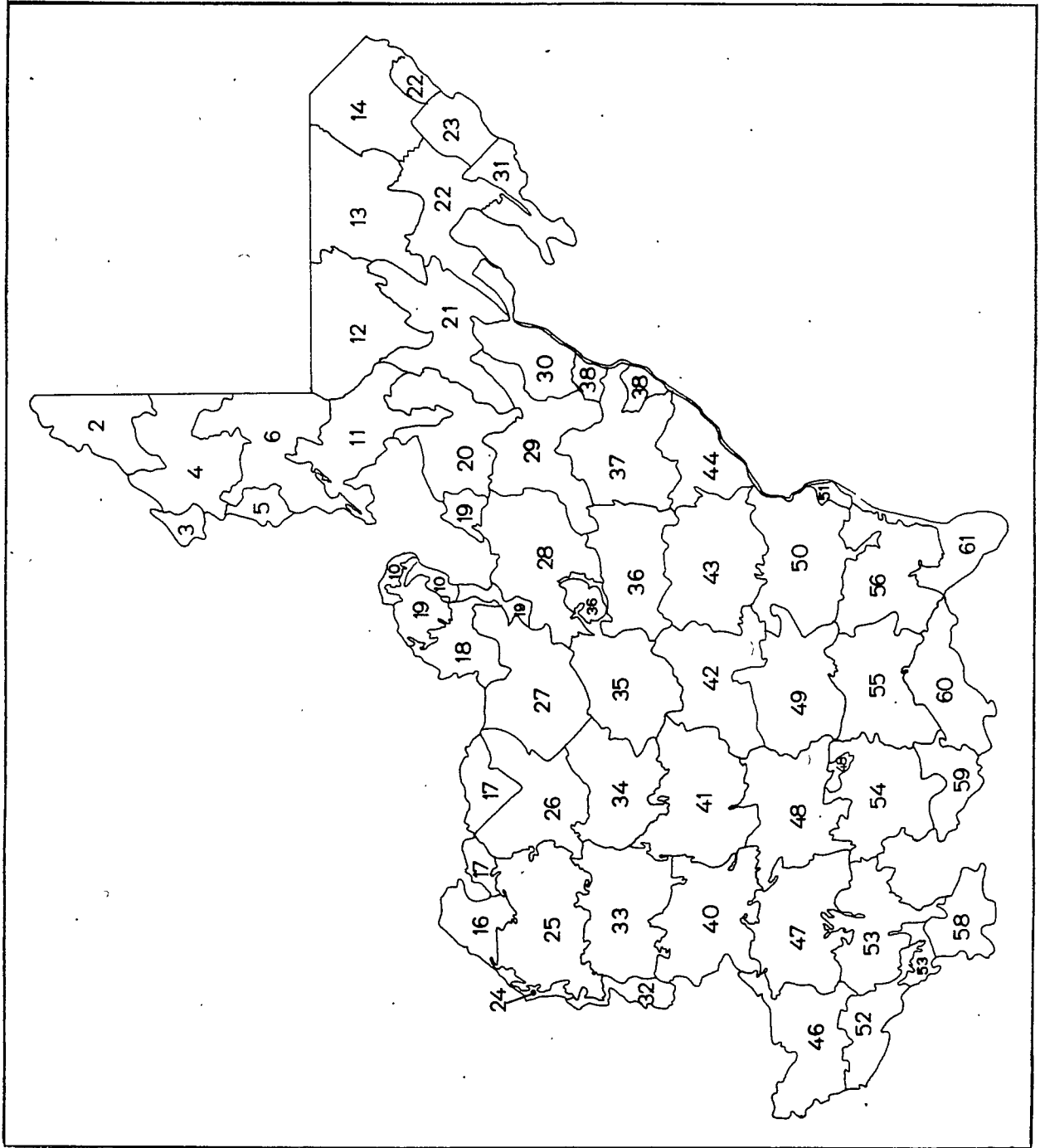


Figure 6 - Carte des super-parcelles, U.G. 76

- le pourcentage de mortalité prévue de ces deux essences;
- le volume marchand mort;
- le pourcentage du volume mort par rapport au volume résineux.

On détermine ensuite différentes combinaisons possibles des deux variables représentant nos critères de sélection, soit un taux de boisement minimum des essences-hôtes et un pourcentage minimum de mortalité par rapport aux résineux. Ces deux variables prennent successivement les valeurs suivantes:

- Taux de boisement minimum des essences-hôtes (m³/ha):

7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63

- Pourcentage minimum de mortalité par rapport aux résineux:

50 p. 100, 60 p. 100, 70 p. 100.

On sélectionne alors pour chaque combinaison les strates qui répondent aux deux critères et on calcule pour chaque super-parcelle les volumes de résineux et d'essences-hôtes récoltés, la superficie correspondante et la mortalité prévue. On additionne ensuite les résultats de chaque super-parcelle et on obtient ainsi les résultats pour l'ensemble du cas-type.

4.6 RÉSULTATS

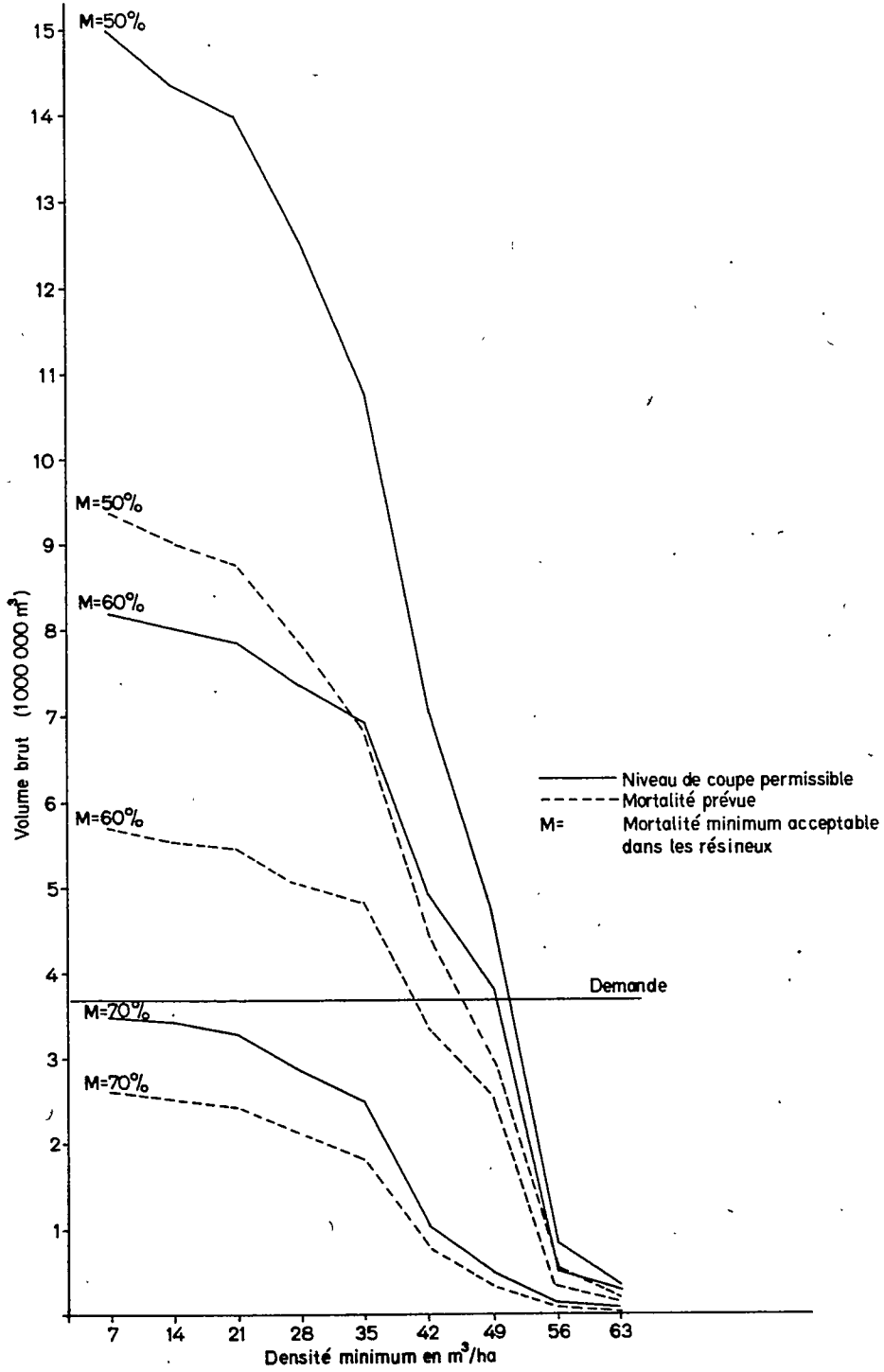
Les résultats de la simulation des différents plans de récupération sont présentés au tableau 5 et illustrés graphiquement à la figure 7. On choisit parmi les différents plans simulés celui qui répond le mieux aux objectifs fixés. Comme on l'a vu précédemment, ces objectifs sont de:

Tableau 5

Simulation des différents plans de récupération,
période 1969-78 (10 ans)

Mortalité minimum/résineux (%)	Densité minimum essences-hôtes (m ³ /ha)	Superficie (ha)	Volume brut dans les strates choisies (000 m ³)		Mortalité finale sans récupération	Mortalité moyenne (%)	
			Résineux	essences-hôtes		Mort/résineux	Mort/essences-hôtes
50	7	383 788	14 929	13 320	9 393	63	71
50	14	333 607	14 364	12 806	9 053	63	71
50	21	312 755	13 944	12 423	8 789	63	71
50	28	259 025	12 505	11 144	7 896	63	71
50	35	209 183	10 832	9 602	6 908	64	72
50	42	121 854	7 071	6 200	4 525	64	73
50	49	72 440	4 620	3 973	3 016	65	76
50	56	11 539	846	714	519	61	73
50	63	4 957	376	332	239	64	72
60	7	186 523	8 222	7 362	5 731	70	78
60	14	171 925	8 045	7 205	5 609	70	78
60	21	163 095	7 870	7 038	5 479	70	78
60	28	142 487	7 339	6 540	5 090	69	78
60	35	129 885	6 930	6 153	4 788	69	78
60	42	82 078	4 910	4 300	3 351	68	78
60	49	59 980	3 795	3 293	2 567	68	78
60	56	6 513	486	411	321	66	78
60	63	3 518	275	236	184	67	78
70	7	101 799	3 565	3 394	2 645	74	78
70	14	93 573	3 475	3 305	2 576	74	78
70	21	84 872	3 302	3 141	2 447	74	78
70	28	67 153	2 859	2 715	2 116	74	78
70	35	55 709	2 494	2 365	1 842	74	78
70	42	20 198	1 043	985	768	74	78
70	49	8 423	496	460	359	72	78
70	56	2 161	145	136	106	73	78
70	63	1 064	75	71	55	74	78

Figure 7 NIVEAU DE COUPE PERMISSIBLE ET DEMANDE DE MATIÈRE LIGNEUSE SELON LES DIFFÉRENTS PLANS SIMULÉS



- satisfaire la demande annuelle de 368 000 m³ (volume marchand brut) pour les dix premières années, soit 3 680 000 m³ pour les 10 ans;
- réduire au minimum le déficit ligneux des années subséquentes (couper dans la mortalité la plus élevée possible et emprunter le moins possible sur le capital ligneux des essences non susceptibles);
- conserver une rentabilité maximum aux opérations de récupération (récolter les peuplements ayant les plus hauts taux de boisement).

Pour choisir le plan répondant le plus adéquatement aux objectifs, on peut, en premier lieu, rejeter ceux qui ne remplissent pas le premier objectif: satisfaire à une demande de 3 680 000 m³ de résineux sur une période de dix ans. À l'examen du tableau 5 et de la figure 7, on voit qu'on peut ainsi rejeter tous les plans dont la mortalité finale minimum (1^{er} critère) pour une strate est fixée à 70 p. 100, ainsi que ceux dont la densité minimum des essences-hôtes est de 56 et 63 m³/ha (2^e critère).

Dans les plans qui restent, on sélectionne celui qui conjointement satisfait le mieux les deux derniers objectifs, soit récolter le maximum de tiges mortes tout en conservant une rentabilité maximum aux opérations de récupération. Ce plan est celui qui combine les critères les plus sévères concernant la mortalité minimum et la densité minimum des essences-hôtes. Le plan de récupération qui prévoit récolter tous les peuplements marchands dont la proportion de mortalité prévue dans les résineux est d'au moins 60 p. 100 et contenant 49 m³/ha et plus de sapin baumier et d'épinette blanche, aurait

donc été le plan remplissant le mieux les objectifs fixés. Il aurait donné les résultats présentés au tableau 6.

Si ce plan avait été appliqué, on aurait récolté 3 579 200 m³ brut de bois utilisable (sur un volume initial de 3 795 000 m³) dont 2 779 500 m³ (78 p. 100) aurait été récolté vivant et 799 700 m³ (22 p. 100) aurait été récolté mort. Ce plan aurait débuté en 1969 pour se terminer en 1978 et aurait répondu à 97 p. 100 de la demande de bois résineux pour la région étudiée. La différence de 3 p. 100 aurait pu être facilement comblée en exploitant des peuplements qui répondent à des critères moins sévères. La superficie qui aurait été exploitée est estimée à près de 60 000 ha. Le taux de boisement moyen en résineux utilisables aurait été d'environ 63,28 m³/ha pour les sept premières années, de 62,71 m³/ha pour la huitième, de 49,04 m³/ha pour la neuvième et de 45,29 m³/ha pour la dixième. Comme la limite d'exploitabilité est de 42 m³/ha, on peut penser que certains peuplements à densité faible auraient dû être exclus de l'exploitation au moins dans la dernière année du plan de récupération. Sur l'ensemble de la superficie exploitée, un volume de 216 350 m³ aurait été laissé sur le parterre de coupe à cause de sa détérioration trop avancée, comparé à 2 566 000 m³ si l'on n'avait pas exploité ces peuplements avant 1979. Dans ce dernier cas, à peu près aucun peuplement n'aurait pu être exploité de façon commerciale avant au moins plusieurs décennies puisque la mortalité moyenne des résineux s'élevait à environ 68 p. 100 en 1978 (voir tableau 7).

Pour avoir une idée plus précise de l'importance de la récupération dans chacune des super-parcelles, il serait utile de se

Tableau 6

Calendrier de récupération suggéré (volume brut)

Année	TB ¹ rés. sain m ³ /ha (moyen)	TB irrécup. m ³ /ha (moyen)	Superficie récoltée (ha)	Volume récolté (m ³ /an)			Volume irrécupérable (m ³ /an)
				Vivant	Mort	Total	
1969	63,28	0	5 815	368 000	0	368 000	0
1970	63,28	0	5 815	368 000	0	368 000	0
1971	63,28	0	5 815	368 000	0	368 000	0
1972	63,28	0	5 815	368 000	0	368 000	0
1973	63,28	0	5 815	364 700	3 300	368 000	0
1974	63,28	0	5 815	285 200	82 800	368 000	0
1975	63,28	0	5 815	263 400	104 600	368 000	0
1976	62,71	0,57	5 870	120 000	248 000	368 900	3 350
1977	49,04	14,24	7 505	153 500	214 500	368 000	106 850
1978	45,29	17,99	5 900 (8 125)*	120 700 (166 200)	146 500 (201 800)	267 200 (368 000)	106 150 (146 150)
TOTAL	-	-	59 980 (62 205)	2 779 500 (2 825 000)	799 700 (855 000)	3 579 200 (3 680 000)	216 350 (256 350)

¹ TB = taux de boisement

* Les chiffres entre parenthèses représentent les quantités nécessaires pour répondre complètement à la demande de matière ligneuse des unités de gestion 72 et 76. Par exemple, il serait nécessaire de couper 8 125 ha au lieu de 5 900 ha si l'on voulait répondre complètement à la demande de matière ligneuse de l'année 1978.

Tableau 7

Importance relative des super-parcelles dans le plan de récupération

Unité de gestion	Super-parcelle	Superficie récupérée (ha)	Volume résineux (m ³)	Volume Sab-Epb (m ³)	Volume mort (m ³)	Mortalité dans Sab-Epb	Mortalité dans résineux
72	54	291	19 655	18 361	14 321	0,78	0,73
72	59	608	39 536	37 004	28 863	0,78	0,73
72	60	29	1 657	1 563	1 219	0,78	0,74
72	62	70	4 517	4 231	3 300	0,78	0,73
72	65	378	25 672	23 698	18 485	0,78	0,72
72	68	122	8 308	7 467	5 824	0,78	0,70
72	82	352	26 502	24 089	18 790	0,78	0,71
72	87	680	46 777	38 514	30 041	0,78	0,64
72	92	101	6 513	5 134	4 004	0,78	0,61
76	16	859	53 287	46 508	36 276	0,78	0,68
76	17	2 670	168 366	146 763	114 475	0,78	0,68
76	24	253	15 781	13 881	10 827	0,78	0,69
76	25	7 142	439 257	380 494	296 785	0,78	0,68
76	26	3 188	199 857	173 475	135 310	0,78	0,68
76	32	508	31 021	27 068	21 113	0,78	0,68
76	33	4 967	310 064	268 427	209 373	0,78	0,68
76	34	3 523	222 531	195 556	152 534	0,78	0,69
76	40	4 163	257 678	223 536	174 358	0,78	0,68
76	41	6 549	419 673	359 774	280 624	0,78	0,67
76	46	1 330	79 015	71 189	55 527	0,78	0,70
76	47	3 603	224 306	196 106	152 962	0,78	0,68
76	48	4 829	311 095	268 900	209 742	0,78	0,67
76	49	58	3 288	3 143	2 452	0,78	0,75
76	52	1 687	110 838	95 360	74 381	0,78	0,67
76	53	5 339	334 445	287 963	224 611	0,78	0,67
76	54	3 188	204 264	175 437	136 503	0,78	0,67
76	58	1 332	88 739	76 079	57 886	0,76	0,65
76	59	2 161	142 813	123 037	95 969	0,78	0,67
TOTAL		59 980	3 795 452	3 292 754	2 566 555	78%	68%

N.B. La mortalité (8^e colonne) présentée ici est la mortalité effective selon l'inventaire aérien de 1978

référer au tableau 7. On s'aperçoit que dans trois super-parcelles, on coupe plus de 5 000 ha, que dans douze on exploite entre 1000 et 5000 ha et que le plan de récupération entier touche 28 super-parcelles. L'ordre dans lequel les super-parcelles doivent être exploitées n'est pas déterminé ici. Normalement, les exploitants devraient pouvoir le déterminer selon leurs propres contraintes d'exploitation.

4.7 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Rappelons que les simulations portent sur un horizon économique de 40 ans, divisé en 4 périodes de 10 ans:

période 0: 1969-1978 (période épidémique)

période 10: 1979-1988

période 20: 1989-1998

période 30: 1999-2008.

Selon des calculs effectués à partir des données du plan de récupération, on peut affirmer que l'application d'un tel plan aux unités de gestion 72 et 76 aurait provoqué une augmentation du niveau de coupe permissible de la période 1969-78 (NCP_0) de 246 600 m³/an, ainsi qu'une diminution respective de 2 100 m³/an et de 5 300 m³/an des niveaux de coupe permissible des périodes 1989-98 et 1999-2008 (NCP_{20} et NCP_{30}). Le niveau de coupe permissible de la période 1978-89 (NCP_{10}) n'aurait pas été affecté (voir tableau 8).

Ces fluctuations dans le NCP sont dues au fait que les peuplements récupérés ne sont pas nécessairement à maturité. En effet, ils sont essentiellement sélectionnés en fonction de l'importance de la mortalité prévue et d'un taux de boisement minimum. Selon ce plan de récupération, seulement 24 p. 100 des bois récoltés sont

Tableau 8

Fluctuations du niveau de coupe permissible dues
à l'application du plan de récupération
(m³/an, volume net)

Super-parcelle		NCP ₀	↑NCP ₀	↓NCP ₁₀	↓NCP ₂₀	↓NCP ₃₀
72	54	27	1 643	0	0	0
	59	716	2 644	0	0	0
	60	141	0	0	0	0
	62	110	274	0	0	0
	65	0	2 182	0	0	0
	68	0	706	0	0	0
	82	1 064	1 189	0	230	0
	87	275	3 701	0	393	0
	92	0	554	0	7	0
76	16	801	3 728	0	0	0
	17	2 900	11 411	0	0	0
	24	252	1 090	0	0	0
	25	9 772	27 565	0	0	815
	26	4 684	12 304	0	0	827
	32	745	1 892	0	0	70
	33	7 135	19 220	0	0	644
	34	4 109	14 806	0	105	0
	40	5 438	16 465	0	0	808
	41	9 036	26 636	0	520	0
	46	1 150	5 567	0	0	0
	47	51	19 015	0	0	0
	48	7 743	18 700	0	0	2 144
	49	0	279	0	0	0
	52	2 915	6 506	0	0	0
	53	5 151	23 277	0	0	0
	54	6 155	11 208	0	480	0
58	2 742	4 800	0	0	0	
59	2 886	9 253	0	401	0	
Total		75 888	246 615	0	2 136	5 308

où NCP₀ = niveau de coupe permissible pour la période 1969-78
sans plan de récupération

↑NCP₀ = augmentation de NCP₀ due au plan de récupération

↓NCP₁₀ = diminution du niveau de coupe permissible due au plan
de récupération pour la période 1979-88

↓NCP₂₀ = diminution du niveau de coupe permissible due au plan
de récupération pour la période 1989-98

↓NCP₃₀ = diminution du niveau de coupe permissible due au plan
de récupération pour la période 1999-2008.

«matures» (76 000 m³/an). Donc, 76 p. 100 des peuplements sont jeunes, c'est-à-dire qu'ils auraient normalement été exploités pendant la période 1979 à 2008. Cependant, à cause de l'épidémie de tordeuse, cette exploitation de peuplements «immatures» n'entraîne pas de diminution significative dans la possibilité de coupe des années subséquentes puisque de toute façon, la majorité aurait été détruite par la tordeuse.

Par contre, le fait d'exploiter des peuplements immatures entraîne une augmentation importante du NCP₀. En effet, selon le tableau 9, le NCP₀ passe de 488 000 m³/an à 734 000 m³/an. De ce nouveau NCP₀, une partie seulement doit être coupée pendant la période de 1969-78, soit 313 000 m³/an, afin de répondre à la demande de matière ligneuse résineuse dans le territoire. Le surplus, c'est-à-dire 421 000 m³/an, n'est pas exploité immédiatement mais servira à combler les pertes prévues pour les années 1979 à 2008. Cependant, ces peuplements n'étant pas exploités immédiatement, une mortalité importante est alors à prévoir. Cette mortalité entraînera une diminution importante de la partie du NCP₀ disponible pour combler les pertes prévues lors de la période 1979 à 2008. On estime à 55 p. 100 la diminution de cette partie du NCP₀. Ce chiffre de 55 p. 100 est basé sur des calculs du Tome I (voir tableau 17) où une mortalité de 56 p. 100 des peuplements résineux avait entraîné en moyenne une diminution du NCP de 57 p. 100. Dans le cas qui nous intéresse ici, on a calculé que la mortalité prévue dans les peuplements «matures» où l'exploitation est retardée est de l'ordre de 54 p. 100. Il est donc logique de prévoir que la partie du NCP₀ qui ne sera pas récoltée diminuera d'environ 55 p. 100.

Tableau 9

Calcul de l'influence du plan de récupération préconisé
sur les pertes dues à la tordeuse (1000 m³/an)

	Périodes de l'horizon			
	0-10	10-20	20-30	30-40
<u>Sans TBE</u>				
NCP	488	282	464	561
<u>Avec TBE</u>				
NCP	488	118	119	247
Allocation	313	313	313	313
NCP disponible	488	195	119	247
Coupe	313	195	119	247
Surplus	175	0	0	0
Mortalité dans surplus	98	0	0	0
Résidu	77	0	0	0
Pertes	0	118	194	66
<u>Avec TBE + plan de récupération</u>				
NCP	734	118	117	242
Allocation	313	313	313	313
NCP disponible	734	312	117	242
Coupe	313	312	117	242
Surplus	421	0	0	0
Mortalité dans surplus	227	0	0	0
Résidu	194	0	0	0
Pertes	0	1	196	71

L'examen du tableau 9 permet de conclure que les pertes physiques évitées par la récupération sur l'ensemble de l'horizon économique de 40 ans (1969-2008), sont de 1 100 000 m³, soit 29 p. 100 des pertes physiques ayant une incidence économique. La méthode de calcul des pertes économiques implique qu'une perte est enregistrée seulement si le territoire dans son ensemble ne peut répondre à la demande prévue.

Étant donné que les peuplements à récupérer sont choisis selon la mortalité prévue et non selon l'âge, certains peuplements «immatures» doivent être récupérés. Ceci entraîne une légère diminution du niveau de coupe permissible pour les dernières décennies de l'horizon économique. Cette perte est cependant minime si on la compare aux pertes évitées par la récupération et elle est économiquement justifiable (voir tableau 9 et 10). Après 40 ans, cette diminution devrait être négligeable à cause de la jeunesse actuelle de la forêt concernée et de son grand pouvoir de reconstitution.

Selon le tome I de la présente série d'études, la valeur totale pour l'État d'un mètre cube de bois destiné à la pâte est de 16,06\$ (en dollars de 1978), soit 3,54\$/m³ de revenus directs (droits de coupe)¹ et 12,52\$/m³ de revenus indirects provenant de la fiscalité et de la parafiscalité². On peut donc calculer la valeur monétaire des pertes physiques évitées (voir tableau 10).

¹ Arrêté en Conseil 3277-72.

² Nadeau, 1979.

Tableau 10

Calcul des pertes économiques évitées à l'État
par la récupération (en dollars de 1978)

	Périodes			
	1969-78	1979-88	1989-98	1999-2008
Pertes évitées par récupération ('000\$ m ³ /an)	0	117	-2	-5
Valeur des pertes par m ³	16,06	16,06	16,06	16,06
Valeur des pertes évitées par période ('000\$)	0	18 790	-321	-803
Valeur actualisée des pertes évitées par période ('000\$) (3%)	0	16 208	-205	-382

Si un plan de récupération approprié avait été appliqué dans les unités de gestion 72 et 76 dès le début de l'épidémie, on aurait donc pu éviter des pertes (actualisées en dollars de 1978) de l'ordre de 15 600 000\$. Ces pertes évitées sur une période de 40 ans se seraient réparties de la façon suivante:

3 440 000\$ en revenus directs

12 160 000\$ en revenus indirects.

Le total de ces pertes évitées représente approximativement 38 p. 100 des pertes à survenir sans plan de récupération (si l'on n'inclut pas dans ces pertes le coût des arrosages aériens contre la tordeuse). La récupération des bois n'apporte donc qu'une solution partielle au problème des pertes occasionnées par la tordeuse.

En effet, pour le cas-type étudié, un déficit important demeure même avec un plan de récupération adéquat. Il y aurait sûrement avantage à combiner la récupération à d'autres solutions tel l'aménagement des peuplements susceptibles et non-susceptibles.

CONCLUSION

Cette étude a été conçue afin de servir d'outil pour planifier la récupération lors d'une prochaine épidémie de tordeuse. L'étude est basée sur les impacts d'une épidémie réelle (1969-78) et sur les données d'un territoire déterminé, mais la méthode peut facilement servir à planifier la récupération dans un autre territoire. Il est essentiel qu'une planification de la récupération se fasse au début de l'épidémie, dès qu'il devient évident qu'il y aura une importante mortalité dans une région donnée. Il sera alors nécessaire d'estimer la mortalité prévue et son évolution au cours des ans. Ceci permet d'allonger la période de récupération pour récolter les tiges quand elles sont encore en bon état et de minimiser les coûts supplémentaires pour le déplacement de camps forestiers et la construction de routes.

Pour bien planifier, il faut identifier avec une certaine précision les peuplements qui seront affectés par la mortalité et prédire l'évolution et l'importance de cette mortalité dans le temps. Plus les prévisions concernant la mortalité et le développement de l'épidémie seront précises, plus le plan de récupération sera efficace. En effet, ces prévisions sont la base même de tout plan de récupération.

Actuellement les connaissances épidémiologiques concernant la tordeuse sont peu précises. Malgré cela, on peut faire certaines prévisions raisonnables à moyen et surtout à court termes sur la mortalité, du moins pour un territoire donné. Heureusement, la recherche actuelle en épidémiologie de la tordeuse laisse espérer des résultats intéressants. Depuis quelques années surtout, l'amélioration des connaissances en ce domaine est marquée. Il y aurait donc lieu d'encourager fortement la poursuite de cette recherche.

En ce qui regarde l'influence d'une épidémie de tordeuse sur l'exploitation et la transformation, l'information existante est imprécise et surtout partielle pour le Québec. Des études approfondies et complètes seraient nécessaires pour quantifier en termes physiques et monétaires les pertes que la tordeuse cause à l'industrie forestière. Actuellement, on peut cependant dégager les grandes lignes suivantes:

- 1- Dans le cas d'une tige de sapin baumier, le délai de récupération est généralement de trois ans pour la pâte et de deux ans pour le sciage. L'épinette blanche peut supporter des délais plus longs, soit environ cinq ans pour la pâte et trois ans pour le sciage.
- 2- Les propriétés physiques et mécaniques des tiges de sapin baumier mortes depuis un an et moins sont peu affectées.
- 3- Pour le sapin baumier, les bris de tiges surviennent la deuxième et la troisième année après la mortalité. Les tiges se brisent surtout quand elles sont manipulées mécaniquement par troncs entiers ou en billes de forte longueur. Les autres inconvénients liés à la détérioration des tiges se manifestent aussi à la même période.
- 4- Généralement, pour qu'il soit récupérable, un peuplement doit comprendre un minimum de 42 mètres cubes par hectare de matière ligneuse économiquement transformable. Ce chiffre doit cependant être ajusté selon les régions du Québec et les conditions d'exploitation.

La présente étude semble confirmer qu'actuellement, la récupération des bois peut être un outil efficace pour combattre les effets désastreux d'une épidémie de tordeuse sur l'économie. En effet, selon nos calculs, 38 p. 100 des pertes économiques pour l'État, étalées sur un horizon économique de 40 ans, auraient pu être évitées si un plan de récupération judicieux avait été mis en place dès les tous premiers temps de l'épidémie, dans les unités de gestion 72 et 76. Cependant, la récupération doit être perçue comme une solution partielle parce qu'elle suffira rarement à combler l'ensemble des pertes.

L'exemple du plan de récupération des unités de gestion 72 et 76 avait pour but de montrer l'applicabilité de la méthode. Appliquée à d'autres régions, lorsque les objectifs et le contexte de l'offre et de la demande sont différents, la méthode pourrait produire un plan de récupération d'une toute autre allure. Toutefois, nous sommes convaincus de la validité de cette approche du problème. Un programme hâtif de récupération est un excellent moyen de limiter les effets néfastes de la tordeuse.

Enfin, un plan de récupération basé sur la notion de critère-limite économique permet d'éviter le maximum de pertes en termes de valeur. Cependant, dans certaines circonstances, d'autres critères que l'économique peuvent prévaloir.

BIBLIOGRAPHIE

- BASHAM, J.T., 1980. *Preliminary report on the rate of deterioration of spruce budworm killed balsam fir, and its relationship to secondary stem insects.* Can. For. Serv., Sault Ste-Marie, Ont. Report 0-X-314. 20 p., illus.
- BINOTTO, A.P. et R.R. LOCKE, 1981. *The impact of budworm damaged fir on pulp quality.* Pulp and Paper Canada. 32-37. Janvier 1981.
- CHABOT, M., 1977. *Impact de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette sur les peuplements à contenance de sapin et d'épinette blanche au Québec.* Ministère des Terres et Forêts, Service d'entomologie et de pathologie. Rapport d'étape.
- COMITÉ DE COORDINATION DES RECHERCHES SUR L'ÉCONOMIQUE DE LA TORDEUSE, 1981. *Les aspects économiques de l'aménagement forestier en fonction de la tordeuse. Tome I - Impacts biophysiques et économiques sur un cas-type (Haute et Basse Gatineau).* Gouvernement du Québec, min. de l'Énergie et des Ressources, Service de la recherche forestière. Mémoire n° 67.
- DAVIS, K. P., 1966. *Forest management: regulation and valuation.* McGraw-Hill, Toronto.
- HATTON, J.V., 1981. *Utilization of dead wood in pulping: Current studies on the processing of spruce budworm-killed balsam fir.* Pulp and Paper Canada. 81-91. Mars 1981.
- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS DU QUÉBEC, 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 MTF, Avril 1975, 63 p.
- NADEAU, J.-P., 1979. *Regard sur l'économie forestière québécoise.* Revue forestière française XXXI^e, n° spécial de 1979.

SERVICE DE L'EXPLOITATION FORESTIÈRE, _____. *Programme de récupération des bois dans les secteurs affectés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la forêt domaniale du Grand Portage, saison 1980-81.* Ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de l'exploitation forestière. Rapport en préparation.

SEWELL, C.D. et J. MARANDA, 1978. *Problème de récupération des bois affectés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette.* Institut Canadien de recherche en génie forestier (FERIC). Rapport technique No RT-25, août 1978, 33 p.

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 (Terres et Forêts) 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.



Editeur officiel du Québec
Imprime au Québec