



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

MÉMOIRE N° 40

# ASPECTS ÉCONOMIQUES DE LA PROTECTION DES FORÊTS CONTRE LES INCENDIES DANS LE MOYEN NORD QUÉBÉCOIS

par Germain Paré et Henriel Poulin



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

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

---

ASPECTS ECONOMIQUES  
DE LA PROTECTION DES FORETS CONTRE LES INCENDIES  
DANS LE MOYEN NORD QUEBECOIS

par

GERMAIN PARE

et

HENRIEL POULIN

MEMOIRE N° 40

SERVICE DE LA RECHERCHE  
DIRECTION GENERALE DES FORETS  
MINISTERE DES TERRES ET FORETS

1977

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec

## REMERCIEMENTS

Sans la collaboration de nombreuses personnes, ce projet de recherche aurait rencontré des difficultés insurmontables. Il faut noter la participation du Dr Jean-Paul Nadeau, chef de la Division d'économie forestière, qui a assumé la direction de ce travail. En deuxième lieu, vient le personnel des Sociétés de conservation, en particulier celui des régions Québec-Mauricie, Nord-Ouest, Saguenay - Lac-St-Jean et Côte-Nord, qui ont permis et rendu possible les études sur le terrain. Le Service de la protection du ministère des Terres et Forêts, ainsi que le Service aérien, ont fourni une bonne collaboration. Finalement, le Service de forêt-météo du ministère de l'Environnement du Canada et le Service de l'environnement de la Société de développement de la Baie James ont fourni de précieux renseignements.

Nos remerciements vont également à MM. Clément Girard et J.-P. Steckelorum, pour leur collaboration, et également à MM. Normand Dugal et Maurice Gagnon qui se sont chargés des compilations.

...the first of the ...

...the second of the ...

...the third of the ...

...the fourth of the ...

...the fifth of the ...

...the sixth of the ...

...the seventh of the ...

...the eighth of the ...

...the ninth of the ...

...the tenth of the ...

...the eleventh of the ...

...the twelfth of the ...

...the thirteenth of the ...

...the fourteenth of the ...

...the fifteenth of the ...

...the sixteenth of the ...

...the seventeenth of the ...

...the eighteenth of the ...

...the nineteenth of the ...

...the twentieth of the ...

...the twenty-first of the ...

...the twenty-second of the ...

## RESUME

Cette recherche avait pour but principal d'étudier la rentabilité des investissements en protection contre le feu dans les forêts du Moyen Nord québécois. La protection faite antérieurement est étudiée pour en dégager les caractéristiques principales. Pour ce faire, un inventaire de la protection a été réalisé, à l'aide de places échantillons appelées "situations de protection". Cette méthode permet d'étudier statistiquement la protection et de suggérer un plan permettant de simuler différentes intensités ou options de protection.

Grâce à ce modèle de simulation, plusieurs options représentant des investissements différents peuvent être étudiées, de manière à en calculer la rentabilité et, finalement, à suggérer la ou les formes de protection les plus rentables du point de vue économique.

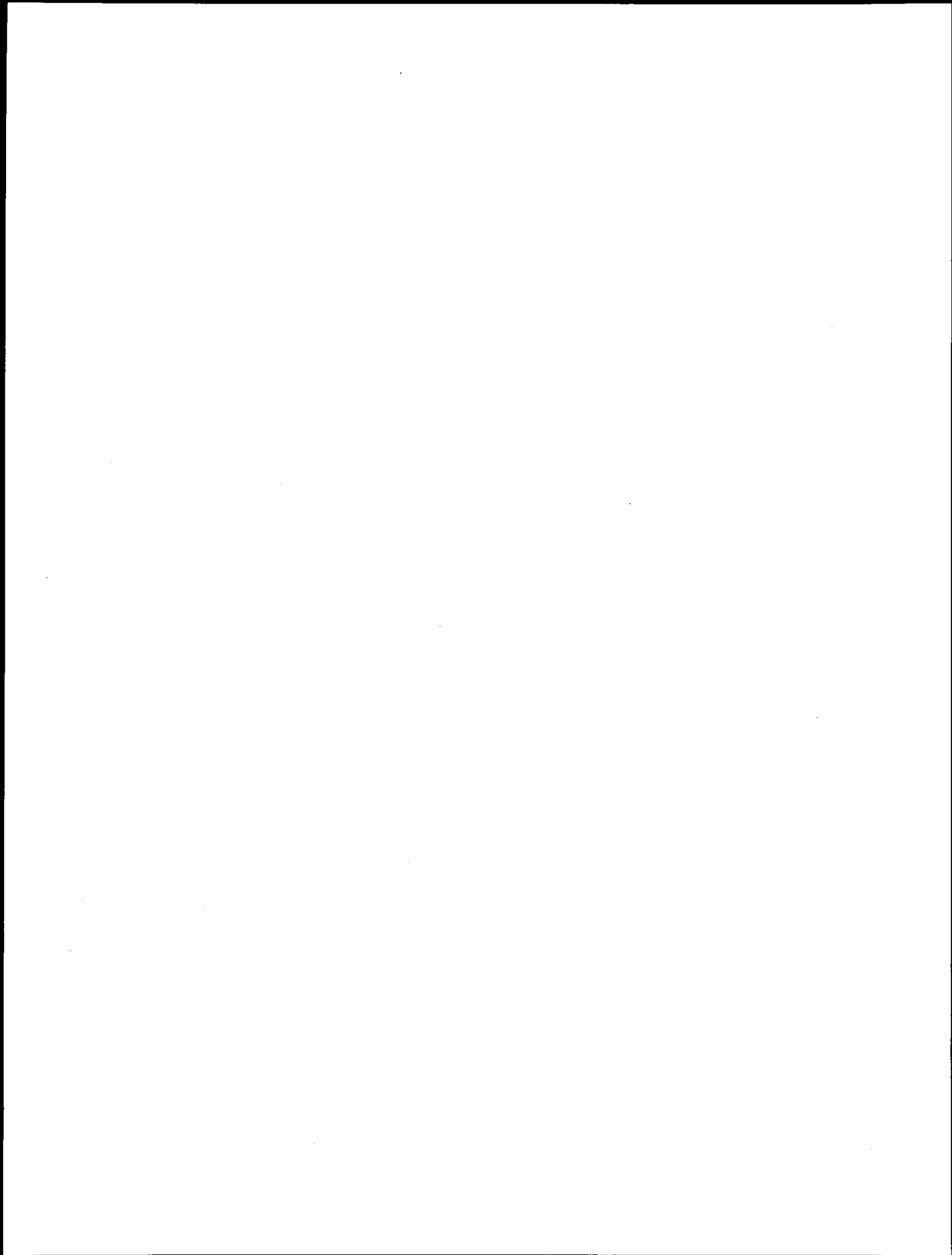
Brièvement, pour des conditions météorologiques moyennes, il est rentable d'augmenter sensiblement l'intensité de protection actuellement faite dans le Moyen Nord, sans toutefois lui donner la même importance que dans le Sud.

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

## ABSTRACT

The major objective of this research was to study the economic feasibility of forest fire protection expenditures. Protection operations over the last few years are analysed in order to evaluate the overall characteristics of the protection system in Middle North Quebec. For that purpose, a protection inventory has been made, each sampling plot of which is identified as a "given set of conditions" or a "protection situation". With this method, it is possible to make a statistical study of protection and to simulate various protection options. From this simulation model, twelve options corresponding to various investment levels are compared in terms of costs and benefits in order to suggest the optimum protection level.

Briefly, the study comes up to the conclusion that, under average meteorological conditions, the actual protection level in Quebec Middle North could economically be increased. However, this level should not exceed the one found in the South.



## TABLE DES MATIERES

|  | page |
|--|------|
| REMERCIEMENTS . . . . .                                      | iii  |
| RESUME . . . . .   | v    |
| <i>ABSTRACT</i> . . . . .                                    | vii  |
| TABLE DES MATIERES . . . . .                                 | ix   |
| Liste des tableaux . . . . .                                 | xiii |
| Liste des figures . . . . .                                  | xv   |
| INTRODUCTION . . . . .                                       | 1    |
| Généralités . . . . .  | 1    |
| Problème . . . . .   | 2    |
| But du projet . . . . .                                      | 3    |
| Critère de décision . . . . .                                | 3    |
| Procédure . . . . .  | 4    |
| Remarques . . . . .  | 4    |
| CHAPITRE I - PRELIMINAIRES ET REVUE DE LITTERATURE . . . . . | 7    |
| 1.1 Localisation et description du territoire . . . . .      | 7    |
| 1.1.1 Localisation de l'aire étudiée . . . . .               | 7    |
| 1.1.2 Description de l'aire étudiée . . . . .                | 8    |
| 1.1.3 Autres particularités de l'aire étudiée . . . . .      | 13   |
| 1.2 Système actuel de protection au Québec . . . . .         | 14   |
| 1.3 Revue de littérature . . . . .                           | 14   |
| 1.3.1 Principales théories . . . . .                         | 16   |
| 1.3.2 Principales études . . . . .                           | 17   |
| CHAPITRE II - METHODOLOGIE UTILISEE . . . . .                | 25   |
| 2.1 Etude de la protection . . . . .                         | 25   |

|  | page   |
|--|--------|
| 2.1.1 Définition et buts . . . . .                                     | 25     |
| 2.1.2 Principales étapes et moyens utilisés . . . . .                  | 27     |
| 2.2 Etude économique . . . . .   | 29     |
| 2.2.1 Définition et buts . . . . .                                     | 29     |
| 2.2.2 Principales étapes et moyens utilisés . . . . .                  | 29     |
| <br>CHAPITRE III - INVENTAIRE DES RESSOURCES . . . . .                 | <br>31 |
| 3.1 La matière ligneuse . . . . .                                      | 32     |
| 3.1.1 Description des strates forestières . . . . .                    | 32     |
| 3.1.2 Statistiques forestières . . . . .                               | 34     |
| 3.2 Ressources autres que ligneuses . . . . .                          | 36     |
| 3.2.1 Faune . . . . .  | 36     |
| 3.2.2 Potentiel hydro-électrique du moyen<br>nord québécois . . . . .  | 44     |
| 3.2.3 Les mines . . . . .  | 45     |
| 3.2.4 La flore et l'environnement . . . . .                            | 48     |
| 3.3 Réalisations humaines . . . . .                                    | 48     |
| 3.4 Potentiel économique . . . . .                                     | 49     |
| <br>CHAPITRE IV - IDENTIFICATION DES VARIABLES DE PROTECTION . . . . . | <br>55 |
| 4.1 Introduction . . . . .   | 55     |
| 4.2 Superficie protégée (SP) . . . . .                                 | 58     |
| 4.3 Accessibilité (ACC) . . . . .                                      | 58     |
| 4.4 Fréquentation humaine (FH) . . . . .                               | 60     |
| 4.5 Conditions météorologiques (CM) . . . . .                          | 62     |
| 4.6 Types forestiers (TF) . . . . .                                    | 65     |
| 4.7 Administration générale (AG) . . . . .                             | 71     |
| 4.8 Prévention (P) . . . . .   | 72     |
| 4.9 Détection (D) . . . . .  | 74     |
| 4.10 Communications (C) . . . . .                                      | 76     |
| 4.11 Organisation de lutte (OL) . . . . .                              | 78     |
| 4.12 Nombre de feux (NF) . . . . .                                     | 79     |
| 4.13 Superficie brûlée (SB) . . . . .                                  | 80     |
| 4.14 Coût de fonctionnement (CF) . . . . .                             | 80     |
| 4.15 Coût de la lutte (CL) . . . . .                                   | 81     |
| <br>CHAPITRE V - DESCRIPTION DES SITUATIONS DE PROTECTION . . . . .    | <br>83 |
| 5.1 Définition de la situation de protection . . . . .                 | 83     |
| 5.2 Choix des situations de protection . . . . .                       | 85     |
| 5.2.1 Critères utilisés . . . . .                                      | 85     |
| 5.2.2 Les situations de protection et leur<br>localisation . . . . .   | 86     |
| 5.3 Elaboration d'un questionnaire . . . . .                           | 90     |

|   | page    |
|---|---------|
| 5.3.1 But . . . . .   | 90      |
| 5.3.2 Evaluation de chacune des variables . . . . .                                   | 90      |
| 5.4 Procédure pour la description des situations . . . . .                            | 93      |
| <br>CHAPITRE VI - ANALYSE MATHEMATIQUE DES VARIABLES DE PROTECTION . .                | <br>95  |
| 6.1 Annulation de situations de protection . . . . .                                  | 96      |
| 6.2 Uniformisation des données . . . . .  | 96      |
| 6.2.1 Nécessité de l'uniformisation . . . . .   | 96      |
| 6.2.2 Uniformisation des données monétaires . . . . .                                 | 96      |
| 6.2.3 Uniformisation pour la superficie . . . . .                                     | 98      |
| 6.2.4 Données uniformisées . . . . .  | 100     |
| 6.3 Forme d'équation et méthode utilisée . . . . .                                    | 100     |
| 6.4 Calcul des équations . . . . .  | 103     |
| 6.4.1 Nombre de feux ( <i>NF</i> ) . . . . .  | 104     |
| 6.4.2 Superficie moyenne par feu ( <i>SMF</i> ) . . . . .                             | 107     |
| 6.4.3 Coût de la lutte ( <i>CL</i> ) . . . . .  | 110     |
| 6.4.4 Coût de fonctionnement ( <i>CF</i> ) . . . . .                                  | 112     |
| 6.5 Généralisation des équations . . . . .  | 116     |
| 6.6 Remarques . . . . .   | 117     |
| <br>CHAPITRE VII - DESCRIPTION DES OPTIONS DE PROTECTION . . . . .                    | <br>119 |
| 7.1 Principes d'élaboration des options . . . . .                                     | 119     |
| 7.2 Les options de protection . . . . .   | 122     |
| <br>CHAPITRE VIII - EVALUATION ECONOMIQUE DES RESSOURCES<br>ET DES DOMMAGES . . . . . | <br>125 |
| 8.1 Importance de la forêt dans l'économie québécoise . . . . .                       | 125     |
| 8.2 Evaluation des forêts nordiques . . . . .   | 128     |
| 8.2.1 Introduction . . . . .  | 128     |
| 8.2.2 Principes d'évaluation des ressources . . . . .                                 | 129     |
| 8.2.2.1 Identification des ressources . . . . .                                       | 129     |
| 8.2.2.2 Définition d'une ressource<br>potentielle . . . . .                           | 130     |
| 8.2.2.3 Formule générale . . . . .  | 131     |
| 8.2.2.4 Répartition des ressources<br>sur le territoire . . . . .                     | 131     |
| 8.2.2.5 Valeur indirecte . . . . .  | 132     |
| 8.2.3 Evaluation de chacune des ressources . . . . .                                  | 133     |
| 8.2.3.1 La matière ligneuse . . . . .   | 133     |
| 8.2.3.2 La récréation . . . . .   | 137     |
| 8.2.3.3 Valeur de la forêt pour les<br>autochtones . . . . .                          | 143     |

|  | page    |
|--|---------|
| 8.2.3.4 L'eau . . . . .  | 150     |
| 8.2.3.5 Les autres ressources . . . . .                                    | 151     |
| 8.3 Evaluation des dommages et des pertes . . . . .                        | 152     |
| 8.3.1 Les coefficients de dommage . . . . .                                | 152     |
| 8.3.2 Valeur des dommages . . . . .  | 154     |
| 8.3.3 Définition des pertes . . . . .                                      | 155     |
| <br>CHAPITRE IX - COUTS ET PERTES PAR OPTION DE PROTECTION . . . . .       | <br>157 |
| 9.1 Evaluation de certaines variables . . . . .                            | 158     |
| 9.2 Application des équations . . . . .                                    | 159     |
| 9.3 Présentation des résultats . . . . .                                   | 160     |
| 9.4 Remarques . . . . .  | 164     |
| <br>CHAPITRE X - ANALYSE DE RENTABILITE . . . . .                          | <br>165 |
| 10.1 Introduction . . . . .  | 165     |
| 10.2 Analyse marginale par unité d' <i>input</i> . . . . .                 | 166     |
| 10.2.1 Méthode . . . . .   | 166     |
| 10.2.2 Application de la méthode numéro 1 . . . . .                        | 167     |
| 10.3 Analyse marginale: comparaison des options<br>de protection . . . . . | <br>172 |
| 10.3.1 Méthode . . . . .   | 172     |
| 10.3.2 Application de la méthode numéro 2 . . . . .                        | 176     |
| 10.4 Détermination des options les plus rentables . . . . .                | 178     |
| 10.5 Remarques . . . . .   | 179     |
| <br>CONCLUSION . . . . .   | <br>183 |
| <br>BIBLIOGRAPHIE . . . . .  | <br>191 |
| <br>APPENDICE I . . . . .  | <br>195 |
| <br>APPENDICE II . . . . .   | <br>204 |
| <br>APPENDICE III . . . . .  | <br>211 |

## LISTE DES TABLEAUX

| Tableau |  | page |
|---------|--|------|
| I       | Liste des bassins hydrographiques . . . . .  | 10   |
| II      | Superficies protégées par les Sociétés<br>de conservation . . . . .  | 15   |
| III     | Composition des forêts du territoire étudié . . . . .  | 35   |
| IV      | Projections des dépenses en récréation au<br>Nouveau-Québec (1980-1990) . . . . .  | 53   |
| V       | Evaluation de la susceptibilité pour<br>chacune des strates . . . . .  | 70   |
| VI      | Liste des situations de protection . . . . .   | 87   |
| VII     | Indice implicite des prix de la dépense<br>nationale brute . . . . .   | 97   |
| VIII    | Coûts en dollars courants et en dollars<br>constants 1975 pour chacune des situations . . . . .  | 99   |
| IX      | Calcul des coefficients pour uniformiser<br>les situations de protection . . . . .   | 101  |
| X       | Données uniformisées pour 500 000 hectares . . . . .   | 102  |
| XI      | Observations pour le calcul de <i>NF</i> . . . . .   | 105  |
| XII     | Table pour déterminer <i>SMEF</i> en fonction des<br>conditions du terrain, de l'intensité de<br>la protection et des conditions météorologiques . . . . . | 108  |
| XIII    | Observations pour le calcul de <i>CL</i> . . . . .   | 111  |
| XIV     | Observations pour le calcul de <i>CF</i> . . . . .   | 114  |
| XV      | Variables regroupées pour le calcul de <i>CF</i> . . . . .   | 115  |
| XVI     | Liste des options de protection . . . . .  | 123  |

| Tableau |   | page |
|---------|---|------|
| XVII    | Importance de la forêt au Québec . . . . .  | 127  |
| XVIII   | Dépenses totales en récréation . . . . .  | 141  |
| XIX     | Dépenses en récréation et actualisation<br>de 1975 à 1999 . . . . .   | 142  |
| XX      | Revenus de la vente des fourrures pour les<br>Amérindiens (territoires de chasse de la<br>baie James) . . . . . | 145  |
| XXI     | Revenus actualisés de la vente des fourrures<br>de 1975 à 1999 pour la région de la baie James . . . .          | 147  |
| XXII    | Valeur actualisée des viandes abattues de 1975<br>à 1999 pour la région de la baie James . . . . .              | 149  |
| XXIII   | Valeur des dommages . . . . .   | 155  |
| XXIV    | Superficie brûlée avec une protection nulle . . . . .   | 177  |
| XXV     | Options les plus rentables en termes d'intensité<br>de protection . . . . .                                     | 178  |
| XXVI    | Caractéristiques des options les plus rentables . . . .   | 180  |

## LISTE DES FIGURES

| Figure |   | page |
|--------|---|------|
| 1      | Carte de l'aire étudiée . . . . .   | 9    |
| 2      | Schéma graphique des principales étapes . . . . .   | 26   |
| 3      | Distribution et abondance relative du caribou au Québec 1973 . . . . .  | 38   |
| 4      | Courbe de croissance des populations de caribou au Nouveau-Québec depuis 100 ans . . . . .  | 39   |
| 5      | Distribution et abondance relative de l'orignal au Québec 1973 . . . . .  | 42   |
| 6      | Potentiel énergétique des rivières du Nord du Québec . . . . .  | 46   |
| 7      | Ressources minérales et énergétiques du Nouveau-Québec . . . . .  | 47   |
| 8      | Projet de développement routier au Nouveau-Québec . . . . .   | 50   |
| 9      | Susceptibilité d'une forêt au feu . . . . .   | 67   |
| 10     | Cartes des situations de protection antérieures à 1972 . . . . .  | 88   |
| 11     | Carte des situations de protection de 1972 et 1973 . . . . .  | 89   |
| 12     | Courbes de <i>SB</i> en fonction de <i>CF</i> et de l'intensité de protection pour diverses valeurs de <i>CM</i> . . . . .                                  | 161  |
| 13     | Courbes pessimiste, réaliste et optimiste de <i>CF</i> en fonction de l'intensité de protection pour l'ensemble du territoire et pour $CM = 1,20$ . . . . . | 162  |
| 14     | Courbes pessimiste, réaliste et optimiste de <i>SB</i> en fonction de l'intensité de protection pour l'ensemble du territoire et pour $CM = 1,20$ . . . . . | 163  |

| Figure |  | page |
|--------|--|------|
| 15     | Echelle d'intensité de la protection . . . . .   | 170  |
| 16     | Courbes des bénéfices et des coûts marginaux<br>en fonction de l'intensité de protection pour<br>diverses valeurs de <i>CM</i> . . . . . | 171  |
| 17     | Histogramme des recettes marginales nettes en<br>fonction de l'intensité de protection pour<br>diverses valeurs de <i>CM</i> . . . . .   | 173  |

## INTRODUCTION

### GENERALITES

La forêt, richesse naturelle renouvelable très importante au Québec, peut être attaquée par différents agents de destruction naturels ou artificiels. Parmi ceux-ci, le feu, de par son caractère très spectaculaire, est un des plus connus.

La possibilité de la forêt actuelle sera utilisée en totalité avant la fin du siècle; elle sera de plus réduite par des pertes dues à des agents de destruction. La forêt est également la source ou le support indispensable de beaucoup d'autres ressources. La chasse, la pêche, la récréation, l'air, l'eau, etc... sont autant de ressources ou d'activités qu'on retrouve en forêt. Ces ressources et ces activités sont également détruites ou considérablement perturbées par les agents de destruction de la forêt.

Parmi ces agents destructeurs, le feu occupe une position importante. Avant même de songer à créer de nouvelles forêts ou d'aménager intensivement celles qui existent actuellement, il est normal de chercher par tous les moyens possibles à protéger les forêts existantes.

La protection contre le feu, c'est-à-dire toutes les activités qui ont pour but de prévenir, de détecter et de combattre les incendies forestiers, de même que les autres activités s'y rattachant, constitue un domaine particulier de la foresterie.

Ce phénomène des incendies forestiers est très complexe. Le hasard et les impondérables y jouent un rôle important. A l'heure actuelle, la protection contre les incendies est encore basée dans une grande mesure sur l'expérience acquise.

#### PROBLEME

Les forêts couvrent de très grandes superficies sur tout le territoire québécois. En raison de leur situation géographique, les forêts situées entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles sont encore relativement inexploitées. Ces forêts constituent une réserve de matière ligneuse potentielle et supportent une quantité considérable d'autres ressources.

Ce vaste territoire est périodiquement le lieu de gigantesques incendies forestiers. Ces forêts sont déjà soumises à une certaine forme de protection, mais relativement peu intensive en comparaison avec celle qui est en vigueur un peu plus au Sud. Les très grandes superficies en cause impliquent des dépenses importantes. Bien entendu, plus la protection est intense, plus les frais sont élevés. D'un autre côté, les pertes occasionnées par les incendies sont également importantes si on les mesure en termes de superficie brûlée, tandis qu'il est très difficile de les évaluer en termes économiques. Le problème consiste à évaluer les effets d'un investissement sur les pertes et à voir jusqu'à quel point cet investissement est économiquement souhaitable.

## BUT DU PROJET

Le but de cette recherche peut s'exprimer ainsi:

"Déterminer les conditions dans lesquelles la protection contre le feu des forêts du Moyen Nord québécois s'avère la plus rentable économiquement".

Ce but général peut se subdiviser en plusieurs objectifs subsidiaires:

- 1.- étudier les conditions particulières du Moyen Nord en ce qui a trait aux incendies forestiers;
- 2.- étudier la protection antérieure et la protection actuelle de ce territoire;
- 3.- déterminer des équations permettant de simuler plusieurs intensités de protection sur un même territoire;
- 4.- déterminer plusieurs options (intensités) de protection réalisables dans les conditions du Moyen Nord québécois;
- 5.- étudier les méthodes économiques d'analyse de rentabilité pour déterminer celles qui sont les meilleures dans ce cas;
6. étudier la rentabilité des options de protection au moyen de la simulation.

## CRITERE DE DECISION

Comme dans toute étude de rentabilité, l'utilisation d'une grande règle de décision est nécessaire. Ici, cette règle peut s'exprimer ainsi:

"Le déboursé maximal économiquement justifiable en protection contre le feu est la valeur des dommages évités par cette protection".<sup>1</sup>

#### PROCEDURE

Le travail à effectuer se divise en deux phases bien distinctes. Premièrement, il faut étudier la protection faite antérieurement, sur le territoire et en dehors de celui-ci, pour déterminer les facteurs significatifs. Cette phase du travail vise également à déterminer des équations permettant de simuler la protection et des options possibles et réalistes pour les conditions particulières de cette zone.

La deuxième phase de ce projet de recherche est consacrée à une évaluation économique des ressources forestières de la zone qui peuvent être endommagées par le feu. Par la suite, la simulation des options et une analyse économique permettent de déterminer la ou les intensités de protection qui seraient les plus rentables.

Le chapitre 2 est consacré à une présentation détaillée de la méthodologie utilisée.

#### REMARQUES

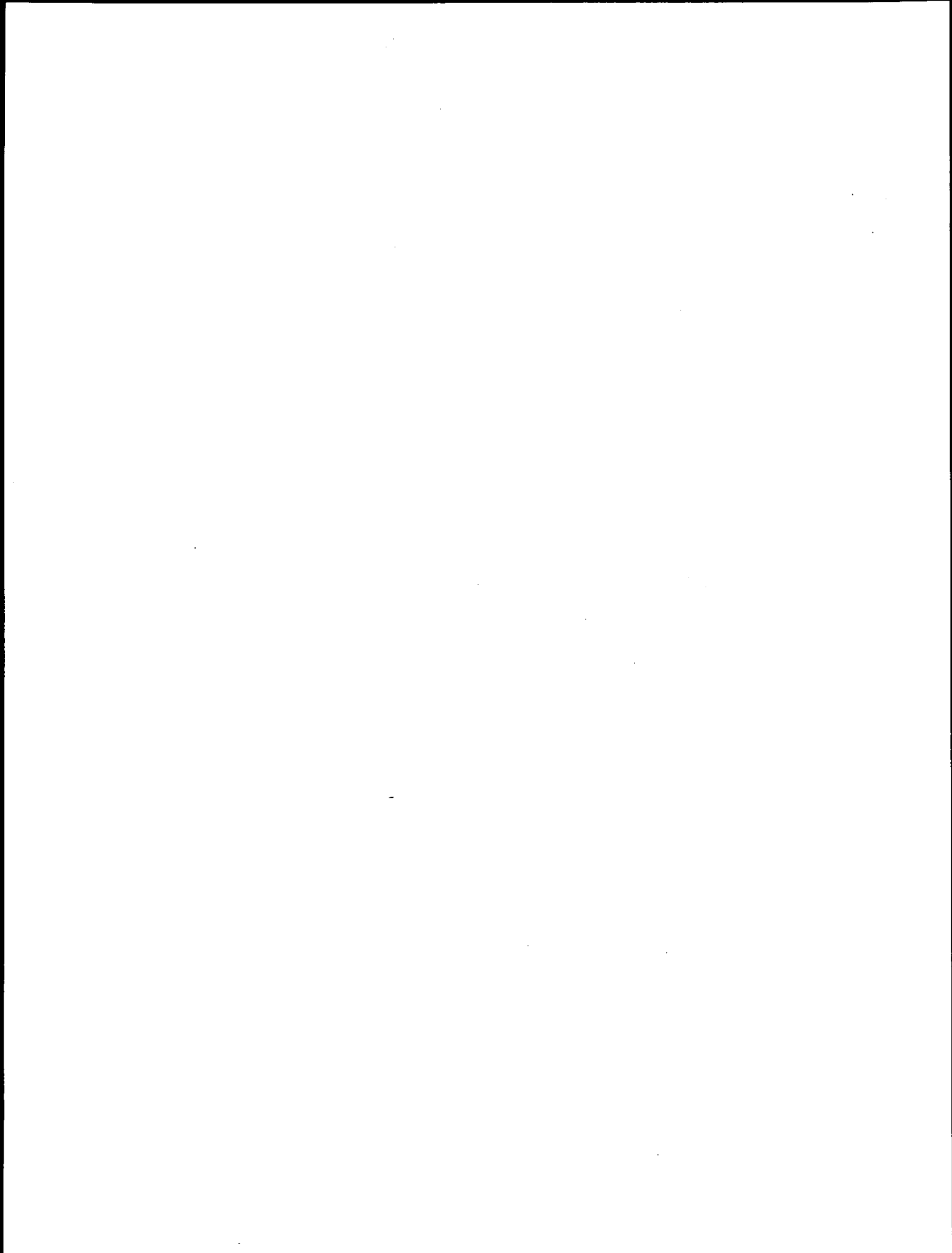
Cette recherche s'attaque à un problème de grande envergure: déterminer les investissements à consacrer à la protection.

---

<sup>1</sup> Tiré de: NADEAU, J.-P., 1973a.

des forêts du Moyen Nord. L'aspect économique est l'un des aspects, mais non le seul. Les résultats doivent donc être interprétés dans ce sens.

L'étude de la protection dans le Moyen Nord du Québec rencontre de nombreuses difficultés; manque de données, éloignement, etc... C'est pourquoi la clé de ce projet consiste à réussir à simuler la protection, de manière à essayer différentes intensités de protection. Mais il ne faut pas partir avec la prétention d'obtenir une simulation parfaite, car le hasard et les impondérables ont tellement d'importance qu'ils peuvent changer complètement les résultats. Une simulation permettant de fournir une approximation valable doit être prise en considération parce que rechercher la précision absolue est utopique, surtout dans un domaine comme celui des incendies forestiers.



## CHAPITRE I

### PRELIMINAIRES ET REVUE DE LITTERATURE

#### 1.1 LOCALISATION ET DESCRIPTION DU TERRITOIRE

##### 1.1.1 LOCALISATION DE L'AIRES ETUDIEE

Cette étude ne couvre pas tout le territoire du Québec. Elle concerne surtout les forêts du Moyen Nord québécois, c'est-à-dire celles qui, à l'heure actuelle, sont considérées en grande partie comme exploitables, mais qui demeurent très peu utilisées à cause de leur éloignement. Ces forêts constituent en somme la réserve de matière ligneuse et, si l'on en croit les projections, elles devront être utilisées à plus ou moins brève échéance. Les feux de forêt y sont importants et surtout très spectaculaires. De plus, ils jouent un rôle non négligeable dans la régénération des peuplements.

#### 1. Coordonnées géographiques

La figure 1 est la carte de l'aire étudiée; elle montre toute la superficie forestière qui est, à l'heure actuelle, soumise à ce qu'on

nomme "protection restreinte". Les coordonnées géographiques du territoire sont les suivantes:

- de 57° 10' à 78° 30' de longitude ouest;
- de 50° 00' à 53° 00' de latitude nord.

Les limites du territoire ne suivent cependant pas exactement les longitudes et latitudes et il faut se référer à la figure 1 pour une localisation plus précise.

## 2. Répartition de l'aire étudiée d'après les bassins hydrographiques

Au total, trente-cinq bassins hydrographiques sont compris, totalement ou partiellement, dans le territoire concerné par cette étude. De ces rivières, la majorité se déverse vers le Sud, c'est-à-dire dans le Saint-Laurent. Plusieurs des rivières importantes du versant de la baie de James font aussi partie de cette zone. Il faut noter que le territoire comprend une faible partie du bassin hydrographique de la Caniapiscou (bassin numéro 507), qui se jette dans la baie d'Ungava. La liste de tous les bassins hydrographiques concernés est donnée au tableau I.

### 1.1.2 DESCRIPTION DE L'AIRE ETUDIEE

#### 1. Géologie et relief<sup>1</sup>

La zone étudiée s'étend sur deux ensembles structuraux: le Bouclier canadien et les Basses Terres de la baie d'Hudson.

---

<sup>1</sup> Toute cette partie est grandement inspirée de l'*Annuaire du Québec, 1972*, chapitre XV, Division 1, p. 526.

Figure 1 : CARTE DE L'AIRES ÉTUDIÉE

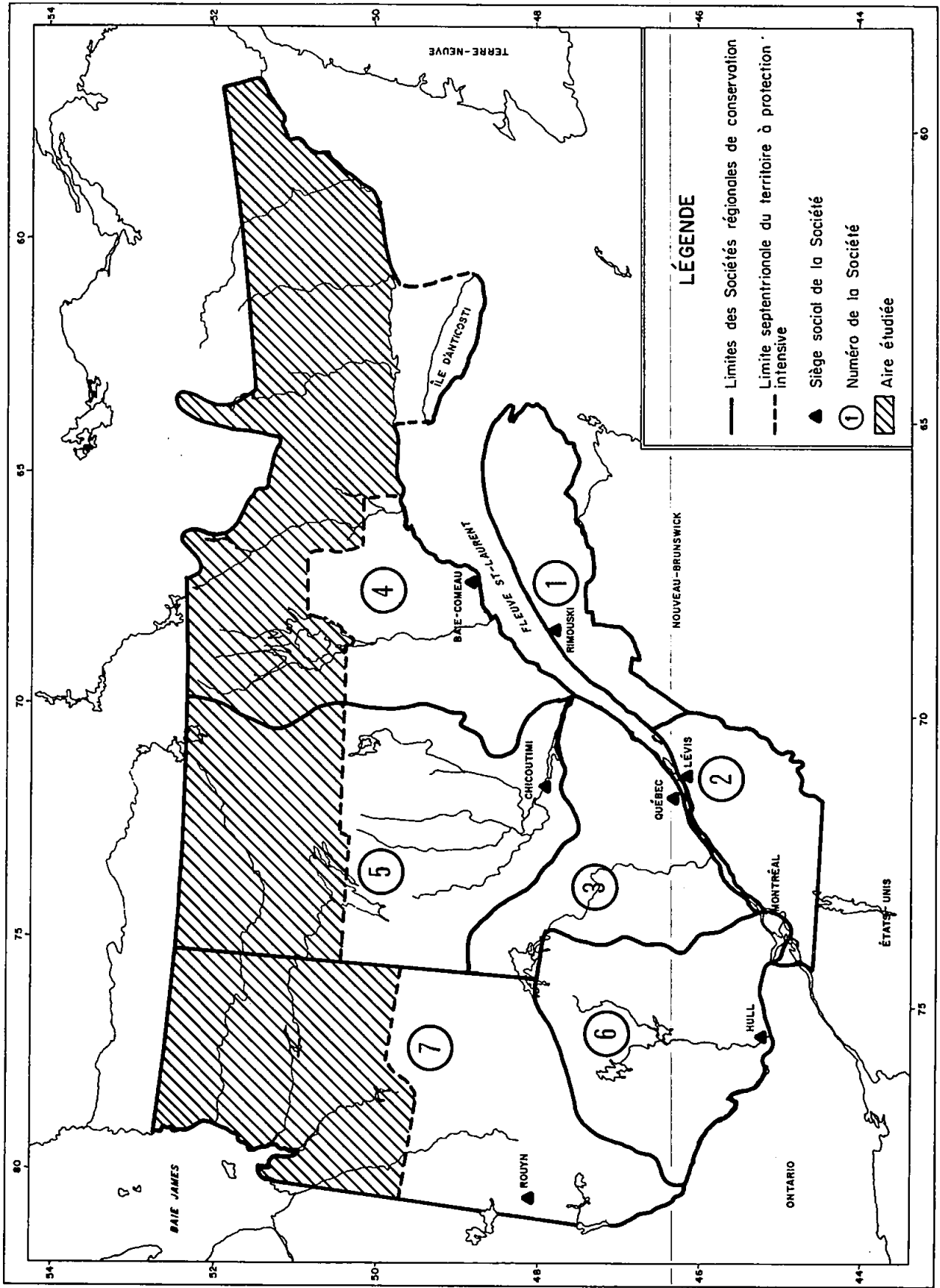


TABLEAU I - LISTE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES

| <u>Numéro</u> |         | <u>Nom</u>                 |
|---------------|---------|----------------------------|
| 364           | Rivière | Saint-Paul                 |
| 363           | "       | Coxipi et Checatica        |
| 362           | "       | Saint-Augustin             |
| 361           | "       | Mécatina                   |
| 360           | "       | Olomane                    |
| 359           | "       | Musquaro                   |
| 358           | "       | Natashquan                 |
| 357           | "       | Aguanus                    |
| 356           | "       | Nabisipi                   |
| 355           | "       | Watshishou                 |
| 354           | "       | Piashti                    |
| 353           | "       | Romaine                    |
| 352           | "       | Mingan                     |
| 351           | "       | Saint-Jean-de-Mingan       |
| 350           | "       | Magpie                     |
| 349           | "       | Sheldrake                  |
| 348           | "       | au Bouleau                 |
| 347           | "       | Moisie                     |
| 346           | "       | Marguerite                 |
| 345           | "       | aux Rochers                |
| 344           | "       | Pentecôte                  |
| 343           | "       | Godbout                    |
| 342           | "       | Manicouagan                |
| 341           | "       | aux Outardes               |
| 340           | "       | Betsiamites                |
| 334           | "       | Péribonca                  |
| 333           | "       | Mistassini                 |
| 332           | "       | Chamouchouane              |
| 402           | "       | Harricana                  |
| 403           | "       | Nottaway                   |
| 404           | "       | Broadback                  |
| 405           | "       | Rupert                     |
| 406           | "       | Eastmain                   |
| 407           | "       | Grande (ou de Fort George) |
| 507           | "       | Caniapiscau                |

Le Bouclier est un plateau dont l'altitude, très peu variable, se situe entre 300 et 400 mètres environ, dominé de collines isolées d'environ 1 000 mètres. Le support géologique est constitué de roches métamorphiques et intrusives, apparemment homogènes, datant du Précambrien et composées surtout de granites, gneiss, granites noirs (anorthosites), etc.

Les dépôts de surface sont surtout d'origine glaciaire, principalement de la moraine et des drumlins; malgré qu'ils soient présents presque partout, ils demeurent généralement peu épais au-dessus du plancher rocheux. Les accumulations dites fluvio-glaciaires (dépôts stratifiés) sont également largement représentées.

Quant aux Basses Terres de la baie d'Hudson, elles n'occupent qu'une très faible partie du territoire étudié, à l'extrême ouest et au sud de la baie de James. Cette zone est surtout caractérisée par des dépôts d'argile et de sable dus au lac fini-glaciaire Barlow-Ojibway.

## 2. Climat de l'aire étudiée<sup>1</sup>

Selon la classification adoptée par Villeneuve (1961) dans ses *Notions de Climatologie*, on trouve deux types de climat sur le territoire étudié: le climat continental humide froid et le climat de taïga.

---

<sup>1</sup> Cette partie a été grandement inspirée de: VILLENEUVE, G.-O., 1961.

a) Climat continental humide froid (ICc)<sup>1</sup>

La température moyenne de ce climat durant quatre ou cinq mois est en bas de 0 degré Celsius et, durant quatre ou cinq mois également, elle est au-dessus de 10 degrés Celsius. La saison de croissance varie de 90 à 140 jours. La précipitation est d'une hauteur de 38 à 101 centimètres avec un maximum de pluie en été et de fortes chutes de neige en hiver.

b) Climat de taïga (SPT)

La température moyenne durant un à trois mois est au-dessus de 10 degrés Celsius; durant six mois au plus, elle est au-dessous de 0 degré Celsius. La saison de croissance comprend moins de 90 jours. La précipitation varie de 25 à 50 centimètres, mais le sol est constamment humide.

3. Végétation de l'aire étudiée

Selon Rowe<sup>2</sup>, toute l'étendue du territoire étudié est comprise dans la région de la forêt Boréale. L'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss.) et l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) en sont les espèces caractéristiques; dans la partie du Québec qu'occupe cette région, on trouve aussi du mélèze laricin (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch.), du pin gris (*Pinus divaricata* (Ait.) Dumont) et du sapin

---

<sup>1</sup> Cette classification et son code en trois lettres sont ceux de Thornthwaite.

<sup>2</sup> ROWE, J.S., 1972.

baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.). Bien que ce soient généralement des forêts de conifères, on note fréquemment la présence de grands arbres feuillus, tels le bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.) et les peupliers baumier et faux-tremble (*Populus balsamifera* L. et *Populus tremuloides* Michx.). Dans l'ensemble, la proportion d'épinette noire et de mélèze augmente du sud au nord, au fur et à mesure que les conditions climatiques deviennent plus rigoureuses. Les conditions du sol transforment peu à peu la grande forêt dense en un terrain où arbres et mousses se partagent la suprématie (zone subarctique) pour aboutir finalement à la zone de la toundra.

Une description plus précise de la forêt est faite dans la partie de l'inventaire des ressources.

### 1.1.3 AUTRES PARTICULARITES DE L'AIRE ETUDIEE

Cet immense territoire que constitue la zone étudiée renferme beaucoup d'autres richesses que la forêt. La première de ces richesses est sans contredit l'eau. L'eau permet plusieurs utilisations: production d'électricité, habitat pour des poissons de toutes sortes, facteur indispensable pour la récréation et le tourisme, etc. Cette eau, on la trouve en quantité considérable et ne demandant qu'à être utilisée.

La faune mérite également une attention particulière. Bien que le nombre d'espèces soit relativement restreint en comparaison avec celui d'une forêt plus variée, la faune a un potentiel considérable en ce qui concerne la chasse et la pêche sportives et commerciales, la récréation et le tourisme. Cette richesse est également une de celles qui sont les plus influencées par les incendies forestiers.

Une autre particularité de cette zone est le faible taux de présence humaine en dehors des quelques endroits où de grands développements industriels (barrages hydroélectriques et exploitation du sous-sol principalement) se produisent.

## 1.2 SYSTEME ACTUEL DE PROTECTION AU QUEBEC

La protection au Québec est effectuée par sept organismes sans but lucratif appelés Sociétés de conservation. Elles ont été créées en 1971 par le ministère des Terres et Forêts pour uniformiser la protection sur l'ensemble des forêts du Québec. Les Sociétés sont autonomes, mais demeurent soumises au contrôle du Ministère. Michel Dugal (1973), dans une brochure intitulée *Le Système de protection des forêts contre le feu au Québec*, explique très bien divers aspects de ces Sociétés de conservation comme les statuts et structures, le financement, le fonctionnement, etc...

La figure 1 donne également les limites géographiques des territoires des Sociétés de conservation et le tableau II présente les superficies protégées.

## 1.3 REVUE DE LITTERATURE

Cette section présente une revue succincte des principaux travaux dans le domaine économique de la protection des forêts contre le feu. Elle a pour but de donner sommairement les grandes lignes des recherches qui essaient de solutionner le même genre de problème que celui posé ici.

TABLEAU II - SUPERFICIES PROTEGEES PAR LES SOCIETES DE CONSERVATION

| Société de conservation            | Protection intensive<br>hectares | Protection restreinte<br>hectares | Total      |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1. De la Gaspésie                  | 4 469 161                        | ---                               | 4 469 161  |
| 2. Du Sud du Québec                | 3 970 547                        | ---                               | 3 970 547  |
| 3. De la région de Québec-Mauricie | 7 221 074                        | ---                               | 7 221 074  |
| 4. De la Côte Nord                 | 6 394 932                        | 16 763 302                        | 23 158 234 |
| 5. Du Saguenay - Lac-St-Jean       | 9 183 568                        | 6 757 835                         | 15 941 403 |
| 6. De l'Outaouais                  | 7 969 572                        | ---                               | 7 969 572  |
| 7. Du Nord-Ouest                   | 8 129 242                        | 9 572 530                         | 17 701 772 |
| TOTAL:                             | 47 338 096                       | 33 093 667                        | 80 431 763 |

SOURCE: DUGAL, M., 1973.

### 1.3.1 PRINCIPALES THEORIES

Le domaine économique de la protection contre le feu a fait l'objet de plusieurs travaux de recherches. Malgré cela, on ne trouve que peu de littérature sur le sujet. Selon Mactavish (1965):

*"To date in Canada the conventional wisdom of economics has proved remarkably sterile for fire control planning. This seems to have resulted from three basic causes: lack of data; lack of analysis technique; and lack of interest. The third cause can be dismissed since surely it stems from previous frustrated attempts to solve the problem. The second cause, lack of technique, is really a lack of technique to fit the types and amounts of data available. The key to the problem seems to be the lack of data with which to work, and the array of variables involved". (p. 5).*

Dans une partie de ce chapitre, on retrouvera les principaux auteurs qui ont publié des articles dans ce domaine et leurs travaux seront résumés brièvement. Deux théories principales ont eu cours dans le domaine particulier de la protection. Selon Miller (1968), les deux théories de base sont:

1. La théorie du dommage minimum, qui consiste à fixer des standards de protection (objectifs) en terme de superficie brûlée (ex.: 4,05 hectares (10 acres) par feu pour un peuplement productif) et l'on essaie de réduire les dépenses de protection tout en atteignant ces objectifs.

2. La théorie économique, qui consiste à essayer pour chaque feu de réduire la somme "coûts de suppression plus dommages". Par exemple, des coûts de suppression de \$500 pour un feu qui détruit une valeur de \$50 sont mauvais si pour le même feu, des coûts de \$300 avaient résulté en seulement \$100 de dommages.

Ces deux théories sont cependant difficiles d'application, car elles demandent de nombreuses données peu faciles à obtenir. Par exemple, comment fixer les standards de protection selon la première théorie? Beall (1949) a fait un essai qui sera expliqué un peu plus loin. La deuxième théorie a aussi des inconvénients graves. Comment prévoir à l'avance le dommage que causera un feu? Il y a aussi le danger qu'un feu, s'il n'est pas attaqué dès le début avec suffisamment de moyens, se transforme en conflagration.

### 1.3.2 PRINCIPALES ETUDES

Beall: *An outline of forest fire protection standards.*

Beall (1949) tente d'évaluer la quantité de protection nécessaire, ou l'intensité de protection économiquement rentable, par des standards de protection. Le meilleur indicateur est sans contredit la superficie brûlée, parce que c'est la donnée la plus courante dans les statistiques de feux.

La théorie "économique" est généralement acceptée et elle spécifie que la relation entre les dommages et les coûts suit la loi des rendements décroissants. Beall poursuit en disant:

*"...and that "optimum" protection is attained when combined damage and cost are at a minimum. This theory not only accepts a certain amount of fire damage as inevitable, but implies that the reduction of damage obtained by progressively increasing protection expenditures will prove unprofitable if carried beyond a certain point". (p. 83).*

Cependant, Beall continue en mentionnant que les facteurs impliqués dans une analyse basée sur la théorie économique sont peu connus et ne le seront peut-être jamais suffisamment pour pouvoir en tirer des objectifs de protection. Il poursuit:

*"However, under given conditions, there must be some size of burned area which corresponds to the condition of minimum cost-plus-damage, and which might be substituted for dollars as a measure of damage". (p. 83-84).*

Pour chaque genre de forêt, Beall doit déterminer le taux de superficie brûlée acceptable chaque année. Pour ce faire, il consulte plusieurs personnes ayant de l'expérience dans le domaine de la foresterie. Ainsi, il fixe arbitrairement à 0,1 p. 100 le taux annuel moyen de superficie brûlée pour les forêts d'épinettes de l'Est du Canada. Beall divise le Canada en régions géographiques et ces dernières, en zones selon l'accessibilité, le type forestier, la productivité, le risque de foudre et les facteurs climatiques, topographiques et autres. Ces zones sont ensuite classifiées selon l'utilisation (p. 86), soit:

1. les forêts expérimentales,
2. les forêts récréatives,
3. les forêts productives (commerciales),
4. les forêts non productives,
5. les terrains non boisés.

A l'aide d'une formule assez complexe, il trouve la moyenne annuelle acceptable de superficie brûlée. Cette formule tient compte des variables, telles que la productivité de la forêt, la valeur de la production de matière ligneuse, la protection du régime des eaux, la récréation, la faune sauvage, la destructibilité (l'importance relative

des dommages dus aux feux sur la valeur de la forêt et du site), les effets bénéfiques (ex.: régénération des peuplements décadents), la facilité de régénération, les dangers dus aux combustibles avant et après le feu, le danger de foudre, l'accessibilité, le climat et la topographie. La valeur de chacun de ces facteurs est déterminée selon des tableaux construits par Beall.

De cette façon, Beall évalue les dommages en termes de superficie brûlée. Selon les caractéristiques de la forêt considérée (zone, utilisation), l'objectif principal (pourcentage de superficie brûlée) est calculé à l'aide de la formule. Par la suite, Beall discute des objectifs secondaires. Ces objectifs sont exprimés en termes de temps écoulé entre l'origine et la découverte, l'attaque et la répression. Sur une grande période, c'est un petit nombre de grands feux qui causent la majorité des dommages. Il émet l'hypothèse que:

*"...as the total burned area is reduced, the average size of the largest fires is reduced in about the same proportion". (p. 98).*

Miller: *A method of economic analysis and data required to determine justifiable expenditures for protection of tangible forest values from fire.*

Miller (1968) donne un excellent résumé des principaux ouvrages dans le domaine économique des feux de forêt, surtout aux Etats-Unis. Lui-même propose un modèle d'analyse économique, mais des déficiences dans les données l'empêchent de l'appliquer.

*"The original objective was to determine the deficiencies of the data available and recommend corrections that would allow the justifiable expenditure for forest-fire protection to be determined at some future time". (p. 4-5).*

Cet auteur construit aussi un modèle basé sur la théorie "économique" et sur l'analyse marginale. Mais l'essentiel de son travail consiste à suggérer des moyens (nouvelles statistiques) pour obtenir les données nécessaires à une analyse économique véritable.

Doan: *Production possibility curves for forest fire control.*

Doan (1973) émet l'hypothèse qu'à long terme, il y aurait une différence significative dans la superficie brûlée, selon l'argent dépensé en protection. Pour vérifier cette hypothèse, il construit une courbe représentant le coût de protection par unité de surface en fonction de la superficie moyenne de chaque feu. Cette courbe est construite en utilisant des statistiques recueillies sur une longue période (jusqu'à 15 ans pour les feux); ce sont donc des valeurs moyennes.

La même courbe lui permet d'évaluer ensuite la superficie brûlée pour un district ou une région selon les dépenses consenties en protection. La pente de la courbe au point d'opération lui donne la valeur des dommages par unité de surface.

Cependant, Doan ne tient compte que d'un seul facteur, soit les dépenses de protection. Par conséquent, il néglige d'autres facteurs importants tels que l'accessibilité, le climat, la technologie de l'organisme de protection et plusieurs autres.

Mactavish: *Economics and forest fire control.*

Mactavish (1965) compare la protection des forêts contre le feu à la protection contre les inondations. De cette comparaison, il développe les grandes lignes d'un modèle basé sur l'analyse marginale. Il conclut lui-même, en disant:

"...il saute aux yeux que ce qui importe d'abord, c'est de rassembler les données précises et complètes sur le rapport entre les éléments matériels et économiques qui interviennent dans la comptabilité de cette lutte, tant à l'actif qu'au passif. Il s'agit ensuite d'étudier les aspects secondaires du problème dans son ensemble, afin de déterminer l'interaction des éléments variables qui interviennent dans les mesures de prévention, de pré-suppression et de suppression des incendies. Les données ainsi recueillies permettront alors d'élaborer un plan approprié et efficace de lutte contre les feux. De nos jours, nous disposons de techniques des plus perfectionnées pour l'analyse rapide des données. L'ordination, par exemple, surtout lorsqu'elle se fait par la méthode analogique, semble convenir tout particulièrement à l'analyse des divers aspects du travail de lutte contre les feux de forêt; l'ennui, c'est que nous manquons de données fondamentales". (p. 18).

Nautiyal et Doan: *Economics of forest fire control: trading planned cut for protection expenditures.*

Selon Nautiyal et Doan (1974), les dépenses pour le contrôle des feux de forêt par le ministère des Ressources naturelles de l'Ontario représentant environ 20 p. 100 du coût total annuel d'aménagement des terres. Les organisations de protection opèrent généralement soit au niveau de la "moindre perte" (Lovejoy, 1916), soit au niveau estimé "adéquat" (Flint, 1928; Davis, 1959).

Nautiyal et Doan utilisent le concept de courbes de possibilités de protection et introduisent l'insatisfaction du gestionnaire ou du propriétaire comme facteur pouvant influencer la quantité de protection. Le concept d'insatisfaction et de courbes d'iso-insatisfaction est décrit dans les termes suivants:

*"Any loss of green forest, ..., whether due to fire or due to cutting, may be considered as responsible for some degree of dissatisfaction to the owner. Expenditure of money in itself also causes dissatisfaction and increases with increasing expenditures. The level of dissatisfaction and any change in it is difficult, if not impossible, to measure (Fisher, 1930; Hirshleifer, 1958). Yet, the resource owner may be able to identify in his own mind the combination of acres burned and the amount spent on protection between which he is indifferent as regards the total dissatisfaction caused by them. A locus of such combinations, if plotted graphically against 'expenditures' and 'area burnt' axes, is described here as an iso-dissatisfaction curve (Stigler, 1950). In consonance with the principle of diminishing marginal utility it would be concave to the origin". (p. 84).*

On peut réduire l'insatisfaction générale des propriétaires qui perdent du bois, en investissant un peu plus d'argent dans la protection; argent que l'on obtient, selon Nautiyal et Doan, en augmentant la coupe prévue. On obtient donc une échelle d'options où la réduction des dommages dus aux feux est compensée par l'augmentation des revenus de la coupe. Le concept aide aussi à donner une idée des valeurs non-marchandes de la forêt, telles qu'elles existent dans l'esprit des propriétaires. Ce concept est cependant assez difficile d'application.

Toutes ces études ont pour but de déterminer le niveau de protection "adéquat", c'est-à-dire le niveau le plus rentable économiquement. Les méthodes proposées pour trouver ce niveau sont très diverses

et les variables utilisées diffèrent considérablement selon les auteurs. De toutes ces études, il est impossible de faire ressortir une théorie ou un modèle présentant des avantages marqués aux points de vue application pratique ou validité des résultats.

En d'autres termes, aucune de ces études ne présente des caractéristiques suffisamment intéressantes pour une application intégrale au problème qui nous concerne ici.

[The text in this section is extremely faint and illegible. It appears to be a long paragraph or a list of items, but the characters are too light to transcribe accurately.]

## CHAPITRE II

### METHODOLOGIE UTILISEE

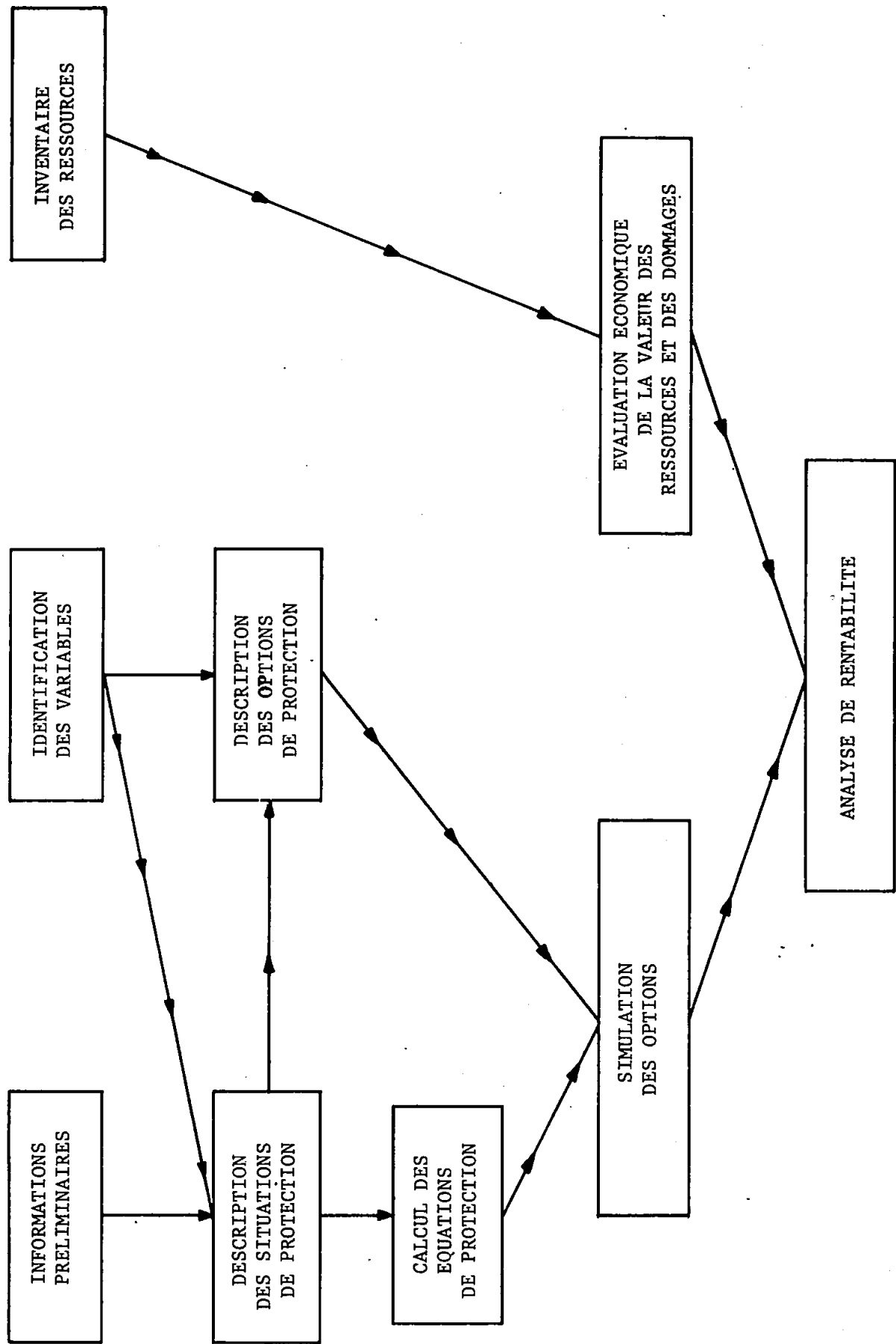
Notre travail comprend plusieurs étapes principales. Le cheminement de ces étapes est donné à la figure 2. Plus succinctement, ces étapes se répartissent en deux phases successives: une étude de la protection et une étude économique.

#### 2.1 ETUDE DE LA PROTECTION

##### 2.1.1 DEFINITION ET BUTS

L'étude de la protection vise essentiellement deux choses: construire et vérifier des équations mathématiques qui permettent de simuler dans ses grandes lignes la protection des forêts contre les incendies; déterminer des options (intensités) de protection applicables au Moyen Nord québécois. L'étude de la protection n'est en fait qu'une analyse de données pour en tirer des équations et des options. Cependant, dans la situation actuelle, les données nécessaires à une telle analyse n'étant pas disponibles, les premières étapes de l'étude de la protection ont pour but de les recueillir.

Figure 2: Schéma graphique des principales étapes



## 2.1.2 PRINCIPALES ETAPES ET MOYENS UTILISES

Les principales étapes sont au nombre de six, dont deux ne sont que des préliminaires nécessaires. Ce sont, par ordre de réalisation:

### 1. Informations préliminaires

Essentiellement, il s'agit de décrire le territoire soumis à l'étude. A ces informations, vient se greffer une brève revue de littérature de quelques études, parmi les plus connues, sur le sujet.

### 2. Inventaire des ressources

Cette deuxième étape établit *grosso modo* un inventaire quantitatif des principales ressources forestières du territoire. La réalisation en deuxième lieu de cette étape n'était pas nécessaire, mais elle permet, surtout pour les chercheurs, une vision plus complète des écosystèmes forestiers du Moyen Nord et, par le fait même, facilite la compréhension des particularités du territoire étudié.

### 3. Identification des variables

La protection est un processus complexe mais logique, où une foule de facteurs s'influencent mutuellement. Le chapitre IV étudie cette question de l'identification des variables et des relations entre celles-ci.

#### 4. Description des situations de protection

Le chapitre V présente les moyens employés et les données recueillies au cours de cette partie du travail. Les données doivent nécessairement provenir de situations qui se sont produites dans le passé. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, il ne suffit pas de se promener sur le terrain ou de consulter les rapports annuels des différents organismes de protection pour obtenir les renseignements demandés. Les chiffres obtenus de cette manière ne mènent nulle part, à cause principalement d'un manque d'homogénéité.

En conséquence, il a fallu procéder selon une méthode particulière appelée "Description de situations de protection". Cette méthode consiste à faire un échantillonnage, où un échantillon représente une "situation de protection". Comme son nom l'indique, une situation de protection représente un territoire bien délimité, durant une saison de protection donnée. Les données nécessaires à l'étude y sont recueillies à l'aide d'un questionnaire élaboré à cet effet. Le chapitre V explique cette manière de procéder et présente les informations recueillies.

#### 5. Calcul des équations de protection

Possédant les données, il s'agit ensuite de les analyser mathématiquement. Le but de cette étape est de trouver les influences des variables les unes sur les autres et de les exprimer sous forme d'équations permettant de simuler n'importe quelle intensité de protection selon les conditions du terrain, c'est-à-dire les conditions

extérieures à la protection. Ce modèle d'analyse est dit "de régression multiple" et est appliqué au moyen d'un ordinateur.

## 6. Description des options de protection

Après avoir obtenu les équations de protection, on décrit plusieurs options. Chacune des ces options représente une intensité de protection applicable aux forêts du Moyen Nord québécois; elles sont décrites à l'aide des variables déjà déterminées. Dans une étape ultérieure, ces options seront simulées à l'aide des équations de protection.

## 2.2 ETUDE ECONOMIQUE

### 2.2.1 DEFINITION ET BUTS

Comme son nom l'indique, la deuxième grande phase s'attaque au point de vue économique de la protection. Les buts sont identiques à l'objectif général du projet, soit déterminer la ou les intensités de protection les plus rentables pour les forêts du territoire étudié.

### 2.2.2 PRINCIPALES ETAPES ET MOYENS UTILISES

Au nombre de trois, ces étapes font suite à celles déjà réalisées au cours de l'étude de la protection.

#### 1. Évaluation économique des ressources et des dommages

Il est absolument nécessaire de posséder au moins une estimation de la valeur économique des biens à protéger. Les ressources forestières importantes du territoire, déjà identifiées au cours d'une étape précédente, sont étudiées pour en déterminer leurs utilisations

et leur valeur en termes de dollars. Cette étude se fait en consultant les autres études qui ont été faites sur ce sujet.

Lorsqu'un feu survient, la valeur des ressources touchées peut diminuer ou être même anéantie. Il est donc important de trouver la proportion de la valeur économique d'une ressource quelconque, perdue à cause du feu.

## 2. Simulation des options de protection

Cette étape est tout simplement l'application des équations trouvées précédemment pour déterminer les résultats de chacune des options de protection dans les conditions du territoire étudié. Ce travail se fait également à l'aide de l'ordinateur.

## 3. Analyse de rentabilité

Cette dernière étape consiste à comparer les coûts de protection et la valeur des dommages évités. Cette analyse en est une du type "Analyse marginale par unité d'*input*". Ainsi, on peut déterminer jusqu'à quel montant il est rentable d'investir. La méthode utilisée permet également de trouver la valeur présente nette de l'investissement.

## CHAPITRE III

### INVENTAIRE DES RESSOURCES

Les ressources d'un écosystème forestier sont multiples et leur importance respective peut varier considérablement selon les conditions (accessibilité, productivité, utilisations diverses, etc.). La première ressource qui vient à l'esprit quand on parle d'écosystème forestier est la matière ligneuse. Son importance dans la zone étudiée est établie *grosso modo*. Les données disponibles limitent considérablement la précision des résultats.

Les autres ressources de l'écosystème forestier sont la faune terrestre et aquatique, la flore, la récréation, l'hydro-électricité et l'environnement en général. Evaluer ces ressources qualitativement et quantitativement pose de nombreux problèmes.

Il faut toujours garder à l'esprit que le Nord est en grande partie inaccessible. En conséquence, l'utilisation des ressources est restreinte à l'heure actuelle et il est difficile de préciser quand elles deviendront utilisables. Il ne faudra pas se surprendre de l'esprit

conservateur des évaluations. Il est voulu ainsi pour réduire les risques de surévaluer les revenus possibles du territoire.

### 3.1 LA MATIERE LIGNEUSE

#### 3.1.1 DESCRIPTION DES STRATES FORESTIERES

Les données proviennent du Service de l'inventaire forestier du ministère des Terres et Forêts<sup>1</sup>. La zone forestière a été subdivisée en dix strates différentes. Pour être classé résineux ou feuillu, un peuplement doit comprendre plus de 75 p. 100 de tiges résineuses ou feuillues, selon le cas. Un peuplement est dit mélangé s'il comporte plus de 25 p. 100 et moins de 75 p. 100 de résineux par rapport aux feuillus.

##### 1. Les feuillus vieux

Ces peuplements correspondent aux classes de structure 0007 et 0009<sup>2</sup>. Cela signifie que le peuplement a un diamètre moyen égal ou supérieur à 10,30 cm. Ces peuplements ont un volume d'environ 112 m<sup>3</sup>/ha.

##### 2. Les feuillus jeunes

Les classes de structure de ces peuplements sont 0005, 0003 et 0002. Leur volume est d'environ 65 m<sup>3</sup>/ha.

---

<sup>1</sup> MINISTERE DES TERRES ET FORETS, 1973.

<sup>2</sup> Les classes de structure sont définies dans MINISTERE DES TERRES ET FORETS, 1967.

### 3. Les résineux vieux

Ils sont constitués presque exclusivement par des pessières à mousses (éricacées) correspondant aux classes de structure 0006 et 0008. Cela signifie que les peuplements ont au moins un diamètre moyen égal ou supérieur à 15,2 cm et qu'ils peuvent avoir atteint le stade suranné, c'est-à-dire qu'ils sont composés d'un petit nombre de tiges de faible vigueur. On estime le taux de boisement de ces peuplements à 84 m<sup>3</sup>/ha.

### 4. Les résineux jeunes

Cette strate est constituée des mêmes peuplements que la précédente, mais leur classe de structure est de 0004, 0003 ou 0002. Cela signifie que les peuplements sont aux stades de la régénération, de gaulis ou de perchis. En moyenne, ces peuplements ont un taux de boisement de 42 m<sup>3</sup>/ha. En se développant, ils évolueront vers la strate précédente.

### 5. Les mélangés vieux

Ces peuplements sont mûrs et, règle générale, leur diamètre moyen dépasse 19,3 cm. Ils font partie des classes de structure 0007 ou 0009. *Grosso modo*, leur taux de boisement est de 98 m<sup>3</sup>/ha à maturité.

### 6. Les mélangés jeunes

Comme pour les résineux, ce sont des peuplements qui ne sont pas encore arrivés à maturité. Ils correspondent aux classes de structure 0005, 0003 et 0002. Dans leur état actuel, on estime que ces peuplements ont un taux de boisement d'environ 49 m<sup>3</sup>/ha.

#### 7. Les pessières à Cladonie

Cette strate couvre de grandes superficies dans le Nord et est principalement constituée d'épinette noire en peuplements très ouverts. En moyenne, ces peuplements atteignent un taux de boisement de 21 m<sup>3</sup>/ha et ne deviennent, par conséquent, jamais marchands.

#### 8. Coupes totales et épidémies

Ce sont tout simplement les superficies qui ont subi une épidémie sévère ou qui ont été exploitées.

#### 9. Les brûlis non régénérés

Cette strate comprend toutes les superficies brûlées et non régénérées. Parfois, à cause de la grande intensité d'un incendie, la régénération a été détruite et de grandes superficies demeurent dénudées pour une longue période.

#### 10. Les terrains improductifs, agricoles ou autres

Pour une foule de raisons (affleurements rocheux, tourbières, etc.), de grandes superficies demeurent continuellement dénudées. Ce sont ces superficies qui sont regroupées dans cette strate.

### 3.1.2 STATISTIQUES FORESTIERES

La superficie couverte par chacune de ces strates a été déterminée pour l'ensemble du territoire. On trouvera au tableau III les superficies et les pourcentages de ces différentes strates.

Tableau III: Composition des forêts du territoire étudié

| Société de conservation         | Feuillus vieux | Feuillus jeunes | Mélangés vieux | Mélangés jeunes | Résineux vieux    | Résineux jeunes   | Pessière à Cladonie | Arbres non régénérés | Coupe et épidémie | Improductifs, agricoles ou autres | Total               |
|---------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Côte-Nord<br>ha<br>%            | 0<br>0,0       | 0<br>0,0        | 210 840<br>1,3 | 56 933<br>0,3   | 6 230 713<br>37,2 | 542 427<br>3,2    | 4 682 889<br>27,9   | 4 528 982<br>27,0    | 0<br>0,0          | 510 519<br>3,1                    | 16 763 303<br>100,0 |
| Saguenay-Lac-St-Jean<br>ha<br>% | 0<br>0,0       | 0<br>0,0        | 0<br>0,0       | 9 510<br>0,1    | 1 217 243<br>18,0 | 1 263 602<br>18,7 | 1 839 534<br>27,3   | 2 353 652<br>34,9    | 5 944<br>0,1      | 68 351<br>1,0                     | 6 757 835<br>100,0  |
| Nord-Ouest<br>ha<br>%           | 0<br>0,0       | 0<br>0,0        | 16 470<br>0,2  | 7 059<br>0,1    | 2 283 431<br>23,9 | 2 268 138<br>23,7 | 701 735<br>7,3      | 2 838 702<br>29,7    | 0<br>0,0          | 1 456 996<br>15,2                 | 9 572 531<br>100,0  |
| Ensemble<br>ha<br>%             | 0<br>0,0       | 0<br>0,0        | 227 310<br>0,7 | 73 502<br>0,2   | 9 731 387<br>29,4 | 4 074 167<br>12,3 | 7 224 158<br>21,8   | 9 721 336<br>29,4    | 5 944<br>0,0      | 2 035 866<br>6,2                  | 33 093 670<br>100,0 |

Le territoire étudié comprend un grand total de 33 093 670 hectares (les étendues d'eau enlevées). Ce sont les strates des brûlis non régénérés et des résineux mûrs ou surannés qui occupent la plus grande partie du territoire, avec 29,4 p. 100 de la superficie totale chacune. En troisième position vient la strate de la pessière à Cladonie, la forêt-parc, avec 21 p. 100 de la superficie totale.

### 3.2 RESSOURCES AUTRES QUE LIGNEUSES

Ces richesses souvent intangibles sont la faune terrestre et aquatique, le potentiel hydro-électrique, les mines, la flore et l'environnement en général. Leur importance actuelle et future est étudiée dans ses grandes lignes, surtout dans la zone comprise entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles. Dans un deuxième temps, le potentiel économique de ces ressources est évalué par le biais de l'exploitation touristique du complexe faune, flore et environnement.

#### 3.2.1 FAUNE

Afin de faciliter l'étude de cette ressource, il a fallu se limiter à ses principaux éléments dans cette région. Ce sont le caribou, l'orignal, les animaux à fourrure, la faune aquatique et l'avifaune. Les divisions sont établies en fonction de leur importance économique au point de vue de la chasse et de la pêche.

##### 1. Caribou

###### a) Quantité et distribution

Le caribou est sans contredit l'espèce la plus importante dans le Nord québécois. Son aire de distribution s'étend du 49<sup>e</sup> parallèle

de latitude jusqu'au nord du Québec, en plus de trois îlots situés dans le parc de la Vérendrye, dans le parc des Laurentides et en Gaspésie (voir figure 3).

Au cours des années, sa population a subi des fluctuations très importantes. Par exemple, ROUSSEAU (*in* AUDET, 1974a) estime que, pour tout le Nouveau-Québec, la population de caribous en 1850 était d'environ 350 000 têtes et qu'un siècle plus tard, cette même espèce, menacée de disparition, ne comprenait que 3 500 individus (voir figure 4). Depuis 1951, le caribou manifeste une forte croissance démographique d'environ 10 p. 100 par année. On estime présentement le nombre de caribous dans le Nouveau-Québec à 100 000 et peut-être même 150 000 individus. Si ce taux de croissance demeure constant, la population aura doublé d'ici sept ans et quadruplé d'ici quinze ans. Il est très important de noter qu'à mesure que sa population augmente, le caribou agrandit son aire de distribution vers la Côte-Nord, le lac Saint-Jean, la baie d'Hudson et la baie d'Ungava. Il pourrait ainsi devenir dans un proche avenir une ressource abondante et facilement disponible.

#### b) Utilisation

Présentement, le moyen le moins coûteux et le plus rentable d'exploiter cette richesse que constitue le caribou est sans doute la chasse. Mais cette dernière pourrait devenir plus importante. Il faut aussi penser à une deuxième possibilité, soit l'élevage intensif de l'espèce. En effet, "on a à notre disposition un terrain de pacage de 1 295 000 kilomètres carrés. L'animal est très bien adapté à ces régions; il subvient de lui-même à ses besoins et il est moins susceptible de

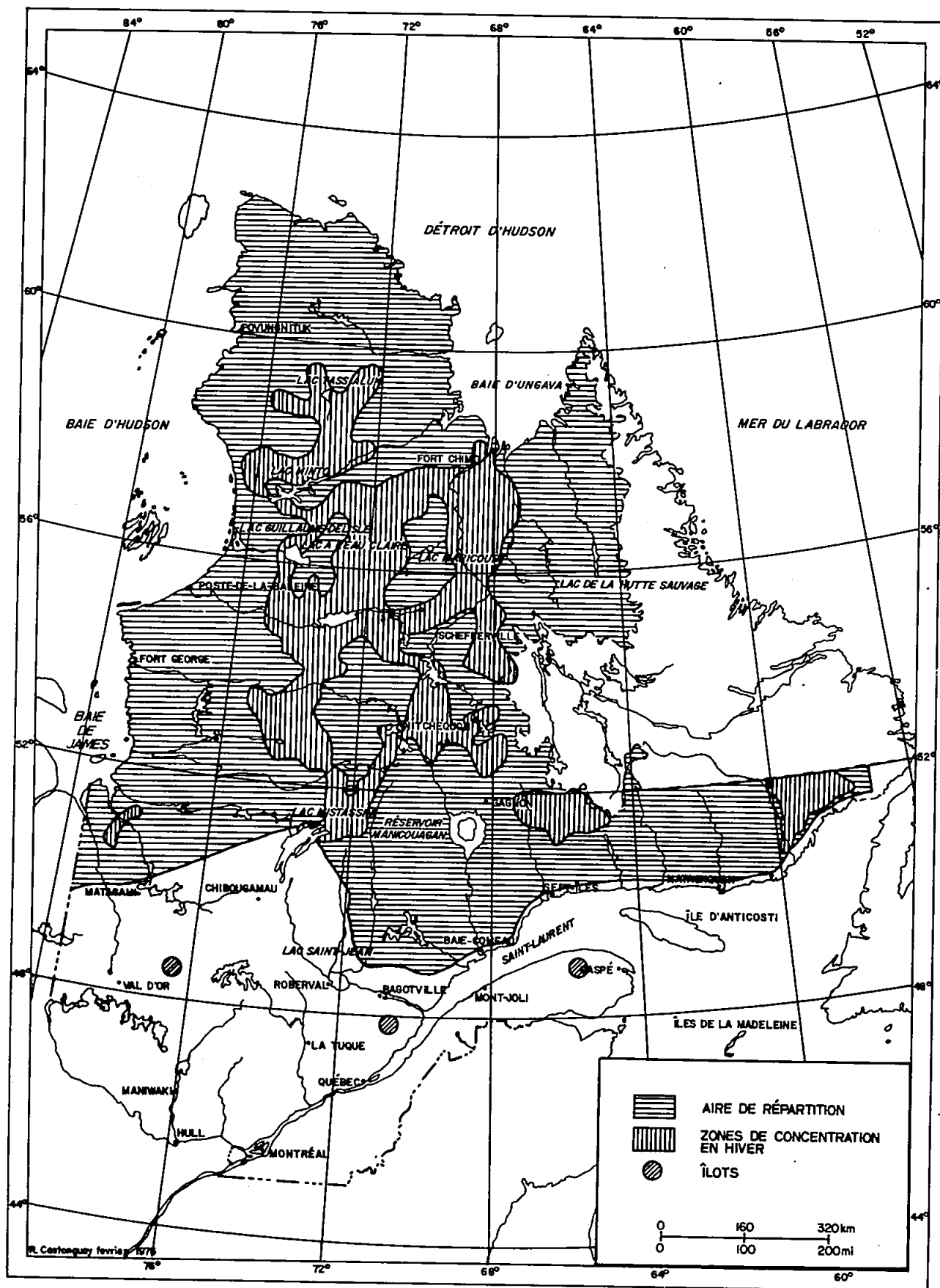


Figure 3-Distribution et abondance relative du caribou au Québec 1973.  
Source: Pomeroy, R., 1973a

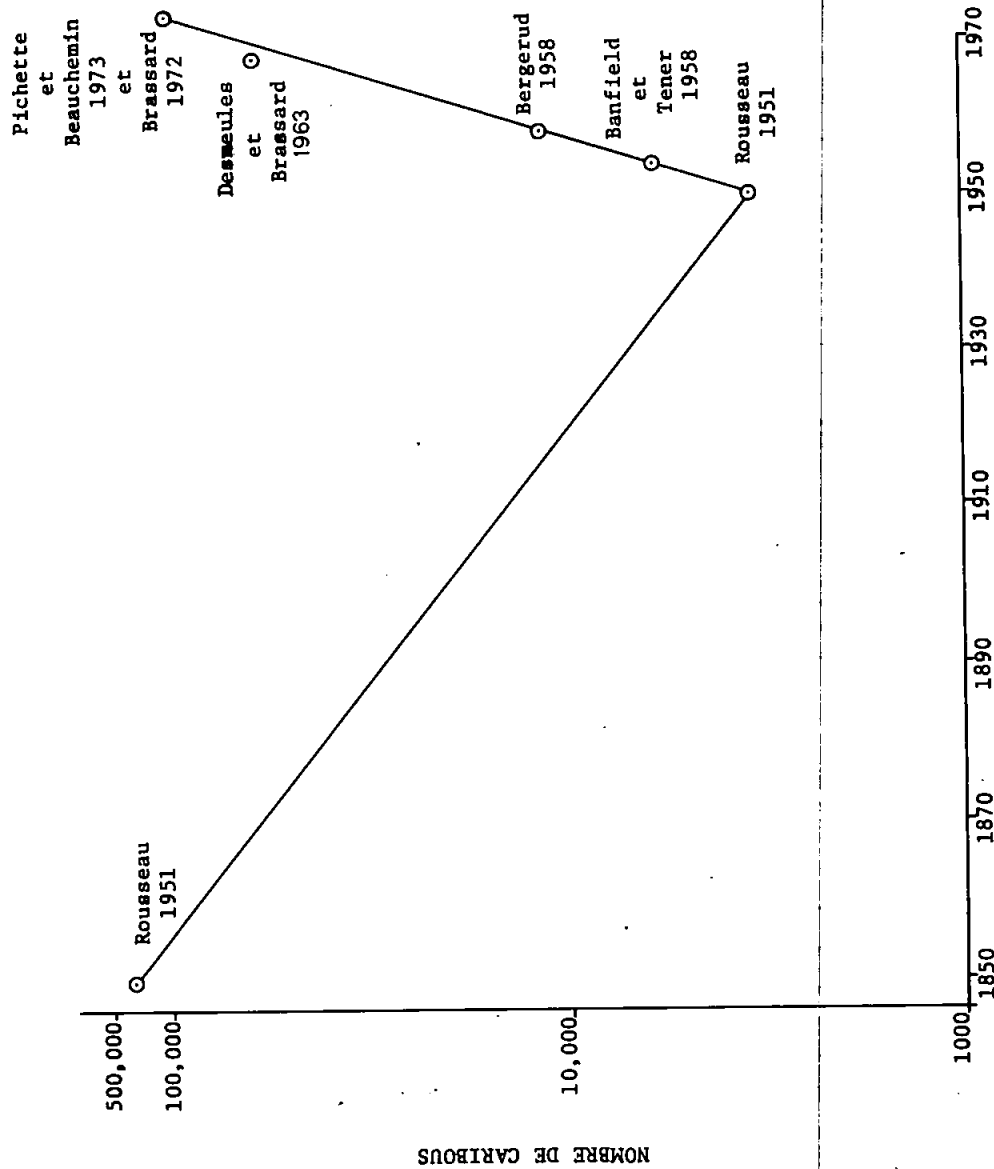


Figure 4: Courbe de croissance des populations de caribou au Nouveau-Québec depuis 100 ans.

SOURCE: AUDET, R., 1974a.

détruire cet environnement que toute autre espèce domestique. C'est un animal qui fournit une viande excellente et une très belle peau. L'avantage de l'élevage sur la chasse est qu'il permet d'intensifier l'exploitation en contrôlant les facteurs limitants"<sup>1</sup>.

c) Influence des feux de forêt

Selon plusieurs auteurs, les feux de forêt et de toundra jouent un rôle important dans les fluctuations de la population de caribou. En effet, les superficies brûlées ou en régénération sont peu utilisées par ce dernier et peuvent l'amener à éviter complètement un secteur donné à cause de la quantité réduite de nourriture se trouvant dans un tel territoire. "La protection du milieu contre les incendies de forêt ou de toundra s'impose, même dans les régions nordiques car le tapis de lichens exige des périodes de 75 à 100 ans avant de se reconstituer après un feu"<sup>2</sup>.

2. Orignal

a) Quantité et distribution

Depuis les dernières décennies, l'orignal a considérablement agrandi son aire de distribution puisqu'on le retrouve présentement au delà du 57<sup>e</sup> parallèle, soit jusqu'à la baie d'Ungava. On estime maintenant le nombre d'originaux qui peuplent la forêt québécoise à au moins 100 000 et peut-être même 150 000 individus. Ses plus fortes concentrations se retrouvent surtout entre le 46<sup>e</sup> et le 51<sup>e</sup> parallèles, où l'on

---

<sup>1</sup> AUDET, R., 1974b.

<sup>2</sup> POMERLEAU, R., 1973a.

peut trouver dans les endroits les plus favorables jusqu'à près de 4 orignaux par 10 km<sup>2</sup>. Mais généralement, sa densité ne dépasse pas un à deux individus par 10 km<sup>2</sup> (voir figure 5).

#### b) Utilisation

Le moyen le plus rentable d'exploiter l'original est la chasse sportive. Il a été prouvé par l'expérience des parcs provinciaux que la chasse bien contrôlée contribue à améliorer la qualité du cheptel d'originaux en abaissant son âge moyen et en accroissant le rendement du troupeau.

#### c) Influence des feux de forêt

En général, les petits feux de forêt influencent plutôt positivement l'habitat de l'original en créant des zones de régénération qui lui fourniront de la nourriture. Il est à noter qu'il serait préférable de créer ces zones par une exploitation forestière appropriée. Les grands incendies, où la régénération tarde à venir, lui sont cependant très néfastes.

### 3. Les animaux à fourrure

Un grand nombre d'espèces d'animaux à fourrure vivent dans ce territoire. Les principales sont le castor, le renard, le loup, la loutre, la martre, le vison et l'hermine. L'importance des fourrures a atteint son apogée avec l'arrivée des grandes modes européennes. Ces dernières pouvaient souvent mettre en péril l'existence de certaines espèces. De nos jours, les goûts pour la fourrure sont plus diversifiés mais cette ressource reste quand même importante au point de vue économique.



Présentement, cette partie de la faune influence peu le tourisme au Québec. Il est en effet plus difficile de transformer un tourisme en trappeur que d'en faire un chasseur ou un pêcheur. L'idée reste quand même à exploiter. Mais ce potentiel faunique demeure un attrait touristique intéressant pour les spectateurs de la nature. De plus, l'exploitation des animaux à fourrure par des trappeurs professionnels est depuis longtemps présente dans ces régions. Une protection contre la surexploitation, aussi bien que contre la destruction des habitats, est à envisager sérieusement.

#### 4. Faune aquatique

Les principales espèces de poissons que l'on trouve dans le territoire situé entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles au Québec sont: le saumon, la truite mouchetée, la truite grise, le grand brochet, le doré, le poisson blanc et la carpe. La truite mouchetée surtout se retrouve en quantité à travers à peu près tout le Québec.

Présentement, ces espèces de poissons servent de moyen de subsistance aux populations indigènes et sont l'objet de la pêche sportive. Cette dernière ne se pratique dans cette région que pour le saumon, les truites mouchetée et grise, le brochet et le doré. Elle représente un apport économique très important pour la région du Nord québécois. Le seul moyen d'évaluer cet apport économique est de se référer aux dépenses encourues par les touristes amateurs de pêche sportive. De cette manière, il est même assez facile de faire des projections visant à évaluer l'évolution future de cette ressource.

## 5. Avifaune

Les oiseaux migrateurs sont à peu près les seuls membres de l'avifaune ayant une certaine importance économique dans cette région. Les principaux sont le canard noir, l'eider, l'oie blanche et l'outarde ou bernache du Canada. Par exemple, on sait que la baie James est un véritable paradis pour les chasseurs d'oies de l'Ontario. Présentement, on ne peut pas dire que ce sport est très développé dans le Nord du Québec mais il pourrait facilement prendre un essor beaucoup plus important dans les années futures. Il y a là en effet un potentiel certain aux points de vue qualité, quantité et originalité. De plus, si le Nord québécois devient facilement accessible, ces oiseaux constitueraient un puissant attrait touristique pour les amants de la nature.

### 3.2.2 POTENTIEL HYDRO-ELECTRIQUE DU MOYEN NORD QUEBECOIS

On sait que la croissance des besoins d'énergie électrique de l'Amérique du Nord est énorme. "Par exemple, en 1964 le territoire desservi par l'Hydro-Québec a consommé 28,5 milliards de kilowatt-heures. C'était deux fois plus qu'en 1954. En 1974, les besoins auront été d'environ 58 milliards de kilowatt-heures, plus de deux fois la consommation de 1964"<sup>1</sup>. De plus, on prévoit que les besoins de la clientèle québécoise de l'Hydro-Québec auront plus que doublé en 1984.

"Le rôle que joue l'électricité est déjà très grand; il ne peut faire autrement qu'augmenter à mesure que s'épuiseront les ressources du Canada et du monde en pétrole et en gaz naturel. Le Québec est

---

<sup>1</sup> ANONYME, 1974B.

dans l'heureuse situation de pouvoir faire appel, pendant plusieurs années encore, à de gros potentiels hydrauliques inexploités. Nos voisins nous envient et ils le disent. L'eau qui coule dans les nombreuses rivières du Québec est beaucoup plus précieuse que nous le pensons"<sup>1</sup>.

Le gouvernement du Québec, par l'entremise du ministère des Richesses naturelles, a entrepris depuis dix ans des études visant à établir le potentiel énergétique des rivières du Nord québécois. Ce potentiel est calculé en fonction de la hauteur de chute disponible et du débit des rivières. On trouvera sur la carte suivante les résultats de ces travaux. On remarque que la zone qui s'étend du 50<sup>e</sup> au 53<sup>e</sup> parallèles en est une de très haut potentiel avec ses rivières donnant sur la baie James et sur la Côte-Nord (voir figure 6). Ces deux versants possèdent en effet un potentiel de 181,2 milliards de kilowatt-heures par année, c'est-à-dire plus de trois fois la consommation québécoise pour l'année 1974.

### 3.2.3 LES MINES

Environ 95 p. 100 de la province de Québec est constitué par le plateau laurentien. Bien que peu de recherches géologiques aient été faites sur une grande partie de ce territoire, on sait qu'il renferme d'immenses richesses minérales, surtout le long de la "fosse" du Labrador. On y trouve plusieurs sortes de minéraux dont les principaux sont le fer, l'amiante, le nickel et le cuivre. Les gisements intéressants sont répartis sur une grande portion de la superficie du Québec (voir figure 7).

---

<sup>1</sup> ANONYME, 1974b.

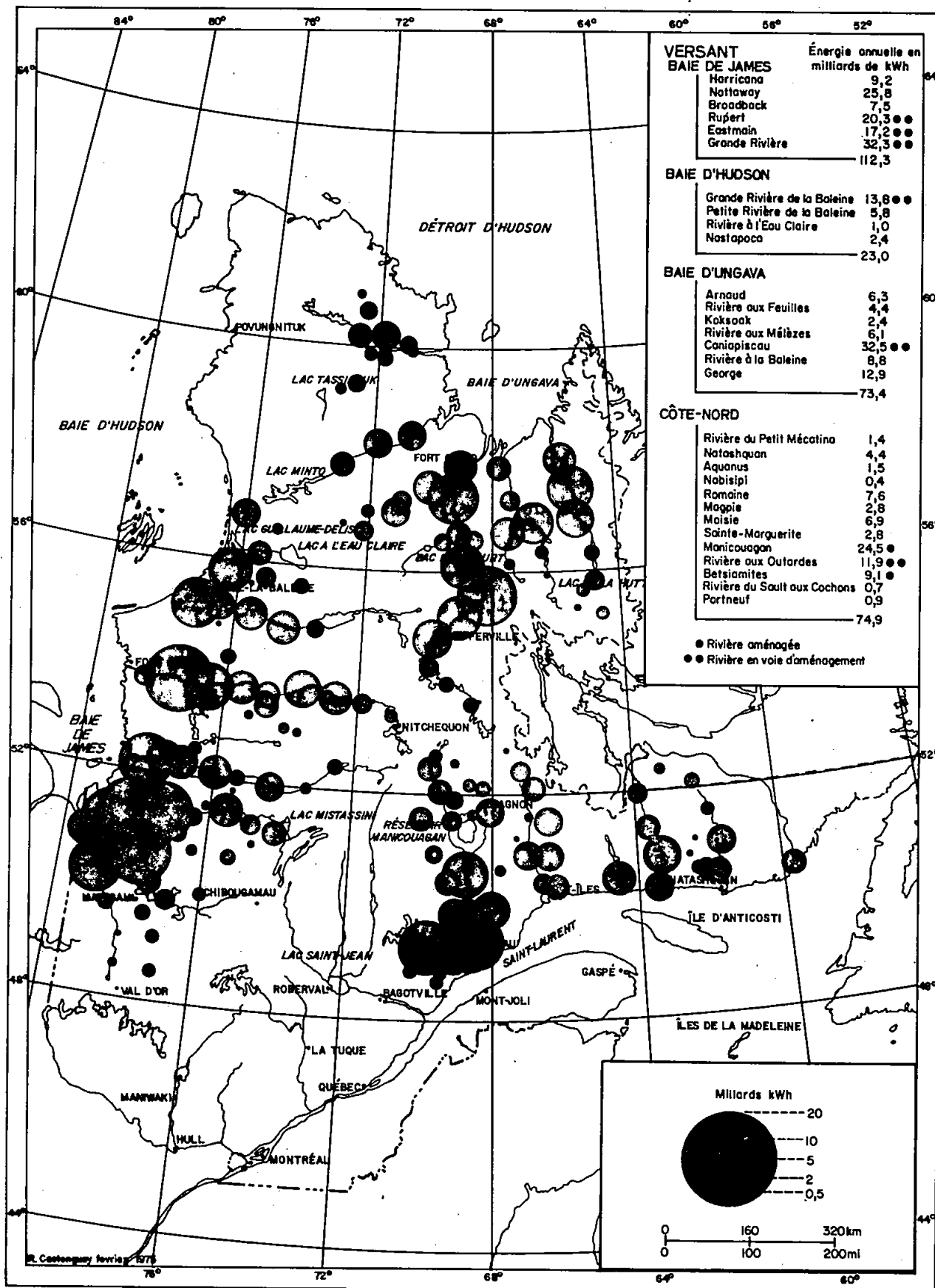
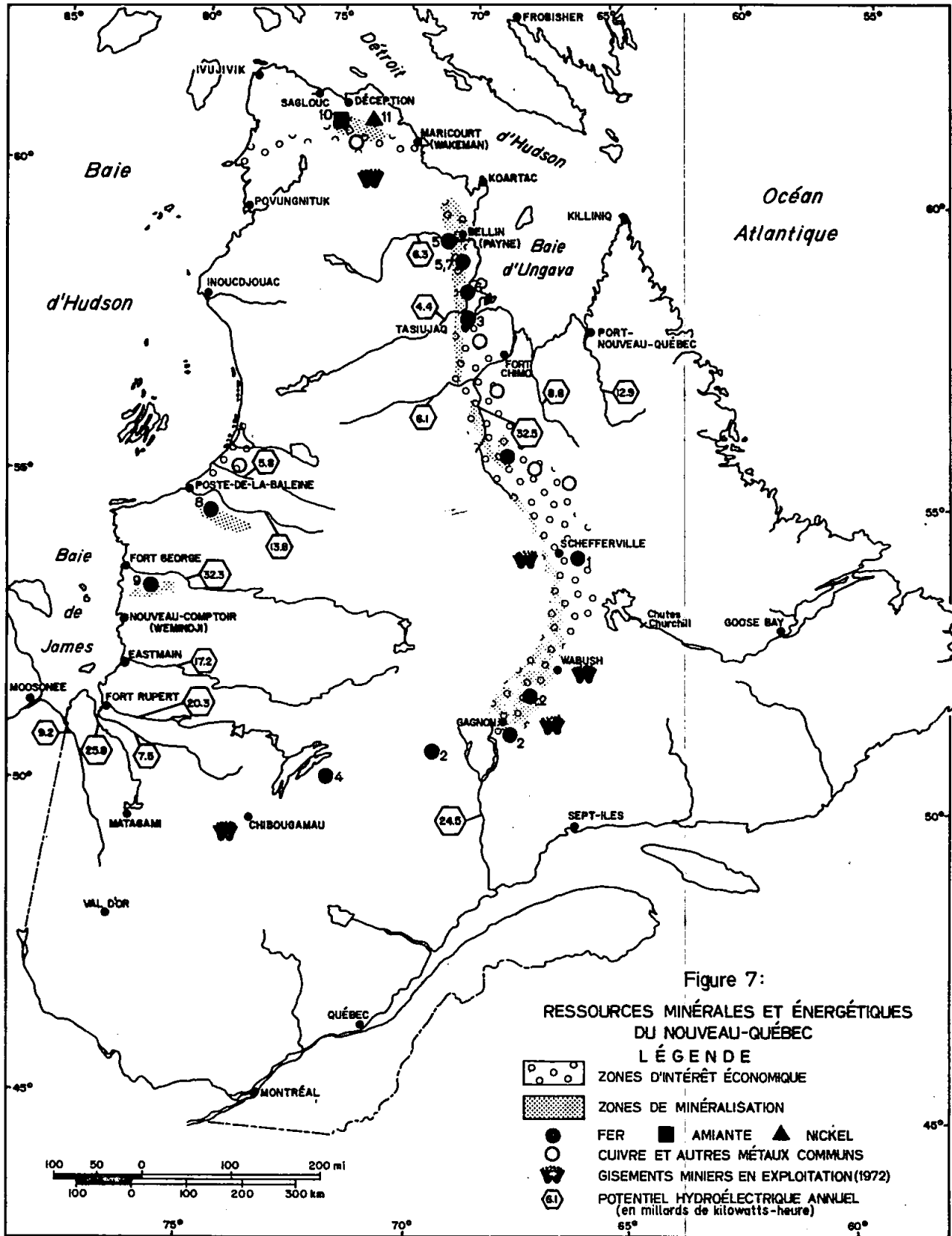


Figure 6 - Potentiel énergétique des rivières du Nord du Québec.  
 Source: Aumont, J., 1965. Données sur l'aménagement mises à jour.  
 Les noms de lieux sont ceux du Répertoire..., 1969.



Source: Direction générale du Nouveau-Québec, Ministère des Richesses naturelles, 1973

L'exploitation minière a une grande influence sur le tourisme parce qu'elle amène toujours avec elle le développement de villes où l'on peut trouver biens et services. Pour le Nord québécois du moins, ces villes nordiques servent de points d'appui pour les touristes chasseurs et pêcheurs. Gagnon et Shefferville en sont des exemples frappants.

#### 3.2.4 LA FLORE ET L'ENVIRONNEMENT

La forêt est une de nos richesses principales. Elle est destinée en tout premier lieu à la production de matière ligneuse, à cause surtout de l'importance de l'industrie forestière au Québec. Nous avons déjà vu ce point. Par contre, la forêt prise dans son ensemble renferme toute une gamme de ressources dites secondaires comme la faune terrestre et aquatique, l'eau, l'oxygénation de l'air, le paysage et la récréation en forêt. C'est la flore qui soutient toutes les autres richesses de l'écosystème et c'est vue de cette façon qu'elle devient primordiale. Par exemple, c'est elle qui régularise le régime des cours d'eau, favorisant ainsi la faune aquatique et empêchent le lessivage des sols. De plus, elle sert de couvert ou de nourriture aux animaux et détermine par le fait même leur quantité et leur diversité. La flore est donc un élément indispensable pour garder un environnement agréable et bien équilibré, attirant pour les touristes.

#### 3.3 REALISATIONS HUMAINES

Le Nord québécois est de plus en plus appelé à être le théâtre de grandes réalisations humaines. En effet, la tendance actuelle est à l'exploitation des richesses naturelles nordiques, surtout l'hydro-électricité et les mines. Ces deux ressources sont jusqu'à maintenant

celles qui ouvrent la porte à l'invasion du Nord québécois par l'homme. Prenons l'exemple de la région de la baie James; on sait qu'un grand projet y est présentement en voie d'exécution. Pour accomplir ce projet, il faut d'abord rendre la région plus accessible. Il y a donc construction de routes et installation de villages pour loger les travailleurs. Une fois le projet terminé, une grande partie de ces travailleurs se retireront mais les routes resteront en place, créant ainsi des voies d'accès à la portée de tout le monde. Des ressources secondaires pourront alors être développées avec succès. Pour la région concernée, on peut d'ores et déjà prévoir que ces ressources secondaires seront le tourisme, la chasse et la pêche, à cause du grand potentiel faunique qui s'y trouve. Il en est de même pour à peu près tout le Québec. Un réseau routier a d'ailleurs été projeté par le ministère des Richesses naturelles à travers le Nord québécois (voir figure 8). Selon ce projet établi en 1972, "il serait possible de se rendre en auto à Fort Rupert en 1973, à Fort George en 1974, à Wabush en 1976, à Shefferville en 1985 et à Fort Chimo en 1990. Développement fantastique qui centuplerait les déplacements de résidents du Nouveau-Québec et qui décuplerait facilement le nombre de non résidents, en une vingtaine d'années"<sup>1</sup>.

### 3.4 POTENTIEL ECONOMIQUE

Tout d'abord, il faut bien comprendre que l'hydro-électricité, les mines et la forêt sont actuellement reconnues comme étant des ressources primaires pour la zone s'étendant du 50<sup>e</sup> au 53<sup>e</sup> parallèles au Québec. "Ressources primaires" veut dire ici que leur exploitation présente ou future est essentielle à l'économie du pays et au bien-être de

---

<sup>1</sup> PARE, C., 1972a.



la population. Les autres ressources, telles que la faune aquatique et terrestre, la flore et l'environnement, sont à l'heure actuelle des ressources secondaires, c'est-à-dire qu'elles sont conditionnées par les ressources primaires. Bien que de telles ressources possèdent une valeur intrinsèque, le meilleur moyen de mesurer leur valeur économique est de les mettre en relation avec le tourisme, la chasse et la pêche. La valeur monétaire de la faune, de la flore et de l'environnement est donc équivalente au montant que les touristes, les chasseurs et les pêcheurs sont prêts à déboursier pour jouir de ces biens.

Une étude faite en 1972 par le ministère des Richesses naturelles pour l'ensemble du Nouveau-Québec aboutit à des résultats intéressants. "Le tourisme au Nouveau-Québec semble avoir débuté en 1957, dans la région de la baie James, mais il faut attendre 1965 avant qu'une véritable poussée se fasse sentir"<sup>1</sup>. Depuis 1966, sa croissance a été très rapide, du moins à la baie James comme nous le démontrent les chiffres suivants:

|       |               |
|-------|---------------|
| 1966: | 16 visiteurs  |
| 1967: | 96 visiteurs  |
| 1968: | 196 visiteurs |
| 1969: | 498 visiteurs |
| 1970: | 610 visiteurs |
| 1971: | 738 visiteurs |

Si l'on étudie plus profondément l'ensemble du Nouveau-Québec pour l'année 1971, on découvre qu'il y est venu environ 2 411 touristes non résidents et 1 350 résidents. Les non résidents demeurent de 5 à 7 jours et leurs dépenses directes s'élèvent au moins à \$750 chacun. Quant

---

<sup>1</sup> PARE, C., 1972a. *Op. cit.*

aux résidents, leur séjour est plus court, soit 2 ou 3 jours, et ils dépensent environ \$250 chacun. Ce qui fait des dépenses totales de \$2 145 750 pour l'année 1971.

Dans la deuxième partie de cette étude, le ministère des Richesses naturelles fait des projections pour 1980 et 1990 dans l'ensemble du Nouveau-Québec<sup>1</sup>. Ce travail comporte deux grandes hypothèses. La première veut qu'il n'y ait aucune modification au réseau de communications existant en 1972. Le nombre de visiteurs varierait de 4 200 à 6 300 pour 1980 et de 5 250 à 9 450 pour 1990. Les dépenses par visiteur seraient alors de l'ordre de \$850 par non résident et de \$350 par résident en 1980, tandis qu'elles seraient de \$1 000 par non résident et de \$500 par résident en 1990. La deuxième hypothèse est basée sur le développement du réseau routier de la région de la baie James (voir figure 8). Ce développement apporterait une augmentation du nombre de visiteurs et une diminution de leurs dépenses. Ce qui donne finalement que, pour l'année 1980, le nombre de visiteurs fluctuerait entre 75 000 et 125 000 et qu'ils dépenseraient en moyenne \$100 chacun. Pour l'année 1990, le nombre de visiteurs varierait de 150 000 à 200 000 et les dépenses seraient d'environ \$150 par personne. Pour des renseignements complets, il suffit de consulter le résumé présenté au tableau IV.

On peut donc dire que la forêt du Québec, qui s'étend du 50<sup>e</sup> au 53<sup>e</sup> parallèles, possède deux ressources potentielles importantes: la matière ligneuse et la récréation touristique. Etant donné la demande toujours croissante de matière ligneuse et la difficulté de trouver des

---

<sup>1</sup> PARE, C., 1972b.

Tableau IV: Projections des dépenses en récréation au Nouveau-Québec (1980-1990).

|   |                            |                             |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| 1- Sans modification du réseau actuel de communications     |                            |                             |
| 1.1 Nombre de touristes                                     |                            |                             |
|   | 1980                       | 1990                        |
| Estimation basse  | 4200                       | 5250                        |
| Estimation médiane  | 5250                       | 7350                        |
| Estimation forte  | 6300                       | 9450                        |
| 1.2 Dépenses  |                            |                             |
|   | 1980                       | 1990                        |
| Estimation basse  | \$2 724 000                | \$4 000 000                 |
| Estimation médiane  | \$3 412 000                | \$5 880 000                 |
| Estimation forte  | \$4 095 000                | \$7 520 000                 |
| 2- Avec le développement du réseau routier de la baie James |                            |                             |
| 2.1 Nombre de visiteurs                                     |                            |                             |
|   | 1980                       | 1990                        |
|   | 75 000 - 125 000           | 150 000 - 200 000           |
| 2.2 Dépenses  |                            |                             |
|   | 1980                       | 1990                        |
|   | \$7 500 000 - \$12 500 000 | \$22 500 000 - \$30 000 000 |

Source: PARE, C., 1972b. *Op. cit.*

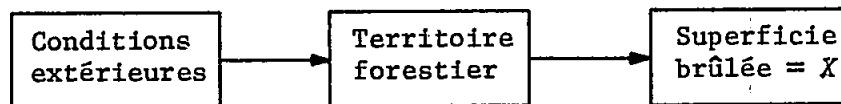
espaces verts près des grands centres urbains, il est à prévoir dans un futur prochain, l'exploitation des ressources de ce territoire. Il faut donc au moins dès aujourd'hui protéger ces richesses et, au fur et à mesure que le besoin s'en fera sentir, accroître leur rendement par un aménagement intégré approprié.

## CHAPITRE IV

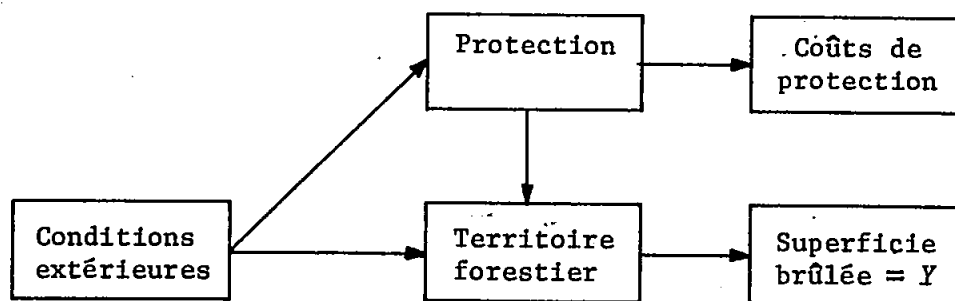
### IDENTIFICATION DES VARIABLES DE PROTECTION

#### 4.1 INTRODUCTION

La protection d'un territoire forestier contre les incendies est influencée par des conditions extérieures à la protection mais inhérentes à ce territoire, et elle a pour but de diminuer sensiblement la superficie perdue à cause des incendies. Cette protection coûte cependant quelque chose. Supposons un territoire forestier donné où il n'y aurait aucune protection. On peut écrire schématiquement:



Le territoire forestier subit l'influence des conditions extérieures qui occasionnent des feux, lesquels consomment un certain nombre d'hectares. Si maintenant une protection contre les incendies est appliquée à ce territoire, le schéma devient:



Dans ce cas, des conditions extérieures à la protection occasionnent le même nombre de feux: mais la protection cherche à diminuer la superficie de chacun des feux en intervenant. La protection cherche même à diminuer le nombre de feux causés par l'homme en utilisant l'outil appelé prévention. La superficie brûlée est théoriquement moindre, ce qui est un gain, mais la protection engendre des coûts qui viennent diminuer ce gain. Jusqu'à quel point peut-on investir de l'argent pour réduire la superficie brûlée? Cette question constitue le problème qui nous occupe ici.

La première étape à franchir pour arriver à ce résultat est nécessairement de déterminer les coûts engendrés par la protection et le gain qui en résulte, c'est-à-dire la diminution de la superficie brûlée. Dans une étape ultérieure, il s'agira de comparer la valeur économique de ce gain avec les coûts nécessaires pour l'obtenir, de manière à déterminer la rentabilité de la protection. En établissant ainsi plusieurs options ou intensités de protection, on pourra alors déterminer laquelle est la plus rentable.

Lorsqu'on regarde le deuxième schéma, chacun des blocs constitue un ensemble de variables. Les trois blocs de gauche constituent

l'ensemble des variables indépendantes et les deux derniers, l'ensemble des variables dépendantes. Les variables sont les suivantes:

I- Variables independantes:

A) Variables extérieures à la protection

- a) Superficie protégée
- b) Accessibilité
- c) Fréquentation par l'homme
- d) Conditions météorologiques

B) Variable forestière

- a) Types forestiers

C) Variables de protection

- a) Administration générale
- b) Prévention
- c) Détection
- d) Communications
- e) Organisation de lutte

II- Variables dependantes:

A) Variables pyrologiques

- a) Nombre de feux
- b) Superficie brûlée

B) Variables économiques

- a) Coût de fonctionnement
- b) Coût de lutte

Chacune de ces variables est reprise dans les parties ultérieures du présent chapitre. Leur définition, leurs unités de mesure, la manière de les recueillir, leur influence sont autant de points qui sont expliqués.

#### 4.2 SUPERFICIE PROTEGEE (SP)

Le nombre d'hectares qu'un organisme de protection a sous sa responsabilité lui est imposé par des considérations extérieures à la protection en tant que telle. Que ce soit le gouvernement ou des contrats avec des entreprises qui déterminent la grandeur de la superficie à protéger, l'organisme de protection doit s'adapter à la situation.

Indépendamment des questions techniques de l'organisation de la protection, la plus ou moins grande importance de la superficie se reflète nécessairement dans le nombre de feux et, par le fait même, dans le coût de lutte contre ces incendies. Il va sans dire que le coût de fonctionnement dépend grandement de cette superficie. Cependant, on peut faire l'hypothèse que, tous les autres facteurs étant égaux, la superficie influence proportionnellement le nombre de feux et le coût de fonctionnement. Suivant cette hypothèse, il devient possible de travailler par unité de superficie, sans pour autant changer la valeur des relations qui seront calculées. C'est ce qui sera fait tout au long du travail.

#### 4.3 ACCESSIBILITE (ACC)

L'accessibilité du territoire à protéger constitue une autre variable dont l'organisme de protection subit l'influence. On peut définir l'accessibilité comme étant la plus ou moins grande facilité pour

l'organisme d'accéder à toute partie du territoire. Evaluer cette variable sur un vaste territoire n'est pas chose facile, d'autant plus que c'est l'accessibilité du territoire en fonction de l'organisme de protection qu'il faut mesurer. Par exemple, lorsqu'un feu se déclare, l'acheminement rapide d'une grande quantité de matériel et d'hommes pose de nombreuses difficultés.

Il serait possible à la limite de mesurer l'accessibilité à l'aide de critères mathématiques, tels que le nombre de kilomètres de chemin ou le nombre de lacs pouvant accueillir un hydravion. Mais cette manière de procéder demanderait une étude particulièrement poussée pour chaque partie du territoire étudié et beaucoup de temps et de recherches pour arriver à un résultat intéressant.

Une toute autre méthode d'évaluation a été retenue. Elle est basée plutôt sur la proportion du territoire où il est relativement facile de se rendre combattre un incendie, dans un laps de temps raisonnable, compte tenu des chemins existants, des bases et des moyens de transport que l'organisme de protection peut utiliser. Ces renseignements proviennent soit de cartes, soit de rencontres avec le personnel de l'organisme de protection.

Les classes d'accessibilité utilisées ici sont au nombre de 7:

- classe 1: accessibilité facile partout
- " 2: accessibilité facile sur 80 p. 100 du territoire
- " 3: accessibilité facile sur 60 p. 100 du territoire

- classe 4: accessibilité facile sur 40 p. 100 du territoire
- " 5: accessibilité facile sur 20 p. 100 du territoire
- " 6: accessibilité difficile sur tout le territoire
- " 7: accessibilité très difficile.

#### 4.4 FREQUENTATION HUMAINE (FH)

Les statistiques démontrent que les activités de l'homme en forêt sont la cause d'un grand nombre de feux. La fréquentation humaine d'un territoire représente la "quantité de présence humaine" qu'on y retrouve pour des activités diverses: exploitations forestières, opérations industrielles, récréation ou, tout simplement, résidence permanente. La fréquentation humaine sur le territoire étudié est donc une variable importante en regard de la protection. De plus, la forme de fréquentation est elle-même importante. En effet, les dangers causés par une même quantité de personnes ne sont pas identiques, selon leurs activités.

Le taux de fréquentation influence donc énormément le nombre de feux sur le territoire en question. Il faut remarquer aussi que la plus ou moins grande importance de la présence humaine peut être un facteur bénéfique pour la protection. En effet, une fréquentation intense dans un territoire donné constitue pour l'organisme de protection un agent de découverte très efficace et une main-d'oeuvre potentielle intéressante. Donc, on peut dire aussi qu'en plus de son influence sur le nombre de feux, la fréquentation humaine est un facteur significatif pour la superficie brûlée.

Reste le problème de mesurer cette quantité de présence humaine. Si, pour certains cas, il serait relativement facile de calculer le nombre de jours-hommes dans le territoire, il devient évident qu'une telle évaluation présente plusieurs inconvénients majeurs. Premièrement, les statistiques ne sont pas toujours disponibles, ni complètes dès que le territoire étudié s'agrandit et, dans des domaines comme la récréation, les statistiques sont pour ainsi dire inexistantes. Deuxièmement, la forme d'activité est un facteur important pour les risques d'incendie.

Toutes ces raisons et aussi le temps disponible font qu'une évaluation de cette variable basée uniquement sur des classes qualitatives a été utilisée. Ces classes sont:

classe 1: Territoire très fréquenté

C'est un territoire avec une fréquentation intense; toutes les activités mentionnées plus haut y sont représentées en quantité notable; la présence de l'homme est continuelle.

classe 2: Territoire moyennement fréquenté.

Les activités de l'homme sur le territoire y sont encore importantes, mais généralement plus dispersées; dans cette classe, on peut retrouver des territoires d'exploitation forestière sur une assez grande échelle, excluant presque les autres activités.

classe 3: Territoire peu fréquenté.

Les activités telles que les opérations industrielles et les exploitations forestières ne se retrouvent plus qu'occasionnellement sur des portions restreintes du territoire. On peut trouver cependant de la récréation sur tout le territoire, mais à cause du caractère dispersé de cette activité, les dangers d'incendie sont moins élevés.

classe 4: Territoire très peu fréquenté.

On ne retrouve presque aucune activité humaine sur ce territoire, sauf peut-être la récréation sur une échelle très modeste.

Il faut remarquer que l'évaluation de la fréquentation humaine se fait pour un vaste territoire et que c'est la vision d'ensemble qu'il faut considérer. Parfois, une petite portion du territoire supporte des activités intenses, mais l'ensemble peut être classé "peu fréquenté" à cause des activités réduites sur le reste du territoire.

#### 4.5 CONDITIONS METEOROLOGIQUES (CM)

Le facteur par excellence que les organismes de protection ne peuvent contrôler est la météorologie qui prévaut au cours d'une saison de protection. Cependant, l'influence de ce facteur est difficile à déterminer d'une manière exacte.

Mesurer l'ensemble des conditions météorologiques ayant eu cours dans un territoire donné pendant une saison de protection déterminée et pouvoir le calculer et l'exprimer succinctement et rapidement serait l'idéal pour le travail à faire. Premièrement, on fait l'hypothèse que les données recueillies par les stations à l'intérieur ou en bordure immédiate d'un territoire sont représentatives des conditions météorologiques de toute la zone considérée, peu importe la grandeur du territoire ou le nombre de stations. Sans cette hypothèse, il serait presque impossible de travailler puisque plusieurs parties du territoire de la zone restreinte sont presque totalement dépourvues de stations météorologiques.

Le deuxième problème consiste à choisir quelles conditions météorologiques mesurer et comment les mesurer. De 1967 à 1973, les organisations de protection du Québec utilisaient une méthode pour évaluer les risques de danger dus à la météorologie basée sur des classes de danger de feu. "Dans cette méthode, on évalue rapidement les teneurs en humidité des combustibles légers et des combustibles lourds et le résultat final donne l'indice de danger de feu.<sup>1</sup>

On fait l'hypothèse que ces classes de danger représentent vraiment les dangers d'incendie dus aux conditions météorologiques. Le calcul des indices se fait selon la méthode appelée "Estimation de la

---

<sup>1</sup> POULIOT, L., 1974. p. 4.

gravité des saisons de feux" par Williams<sup>1</sup>, adaptée pour être utilisée avec des pourcentages.

Le calcul se fait de la manière suivante:

- (1) Le nombre total de jours d'opération et le nombre respectif de jours à indices nul, bas, modéré, élevé et extrême sont recueillis pour chacune des stations.
- (2) Pour l'ensemble du territoire, on calcule le pourcentage de la saison de protection où l'indice a été respectivement nul, bas, modéré, élevé et extrême.

$$\% I.N. = \frac{\sum_{i=1}^n J.I.N._i}{\sum_{i=1}^n J.O._i} \times 100$$

% I.N. = pourcentage d'indice nul pour le territoire

J.I.N.<sub>i</sub> = le nombre de jours à indice nul pour la station "i"

i . . n = chacune des stations météorologiques du territoire

Ainsi de suite pour chacune des classes d'indice.

<sup>1</sup> WILLIAMS, D.E., 1959.

(3) L'indice de gravité est ensuite calculé de la manière suivante:

$$\% I.N. \times 0,0 = X_1$$

$$\% I.B. \times 0,2 = X_2$$

$$\% I.M. \times 1,0 = X_3$$

$$\% I.EL. \times 4,0 = X_4$$

$$\% I.EX. \times 12,0 = X_5$$

$$I.G. = \frac{\sum_{i=1}^5 X_i}{100}$$

*I.G.* = indice de gravité

Ce chiffre qualifie les conditions météorologiques d'un territoire donné durant une saison de protection considérée.

Les conditions météorologiques qui ont prévalu influencent principalement le nombre de feux et la superficie brûlée. D'une manière un peu plus indirecte, elles influencent également une variable économique, soit le coût de lutte contre les incendies.

#### 4.6 TYPES FORESTIERS (TF)

Le genre de forêt protégée influence également les résultats qu'un organisme de protection obtiendra sur un territoire donné. Les strates forestières utilisées précédemment permettent de voir le genre de forêt. Dans la zone soumise à l'étude, les forêts résineuses constituent la grande majorité de l'ensemble.

Le principal problème est de déterminer la susceptibilité au feu de la forêt d'un territoire délimité, c'est-à-dire de mesurer les dangers inhérents de feu selon le genre de forêt. On sait par expérience qu'une forêt résineuse est plus susceptible au feu qu'une forêt feuillue, mais il est difficile de dire dans quelle mesure. La littérature sur ce sujet demeure très pauvre et il semble qu'il n'y ait pas de méthode déjà établie pour mesurer cette susceptibilité.

Nous avons donc élaboré une méthode que des recherches plus poussées permettraient de vérifier. On commence par calculer la susceptibilité pour une strate donnée et l'on fait ensuite une généralisation pour l'ensemble du territoire en se basant sur la proportion des différentes strates. Dans chacune des strates, on évalue la susceptibilité de deux formes de combustibles en se basant sur l'inflammabilité et la quantité. La figure 9 permet de suivre le raisonnement.

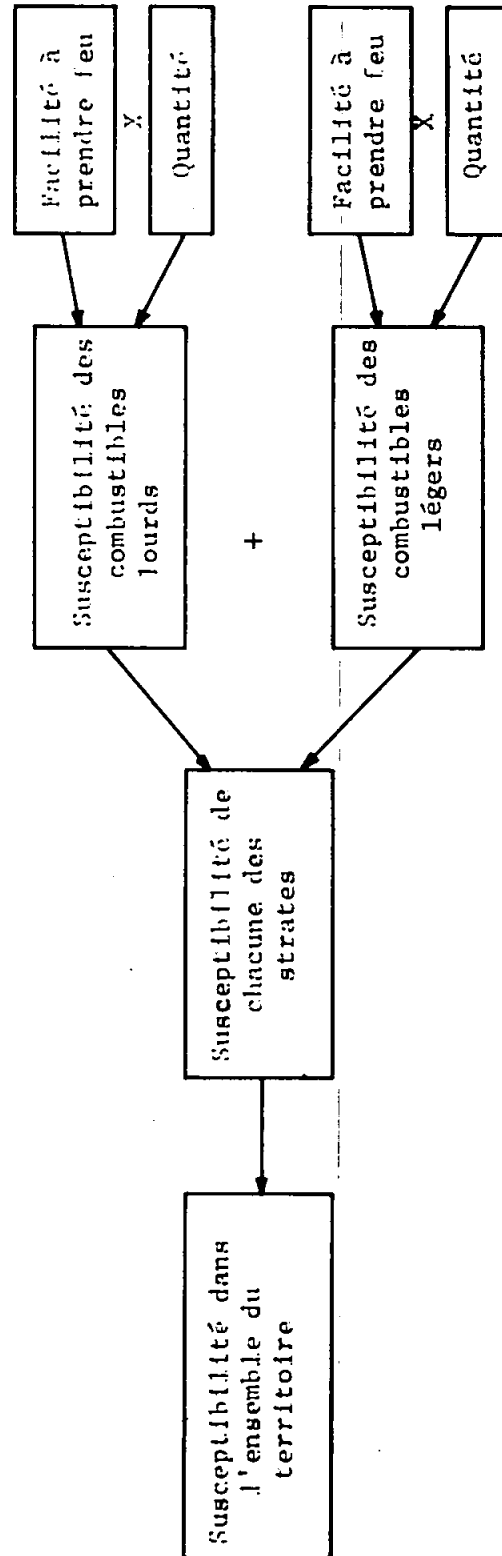
Avant de continuer la description de la méthode utilisée, un résumé de la définition de chaque terme ou expression employé ici est nécessaire pour éviter toute confusion.

- Susceptibilité d'une forêt au feu

Dans le cadre de ce travail, la susceptibilité représente une mesure de la plus ou moins grande facilité avec laquelle une forêt peut prendre feu. Cette mesure n'a qu'un but, permettre d'établir des comparaisons avec d'autres territoires forestiers différents.

Figure 9

Susceptibilité d'une forêt au feu



- Susceptibilité au feu d'une strate ou d'un groupe de combustibles

La susceptibilité au feu d'une strate ou d'un groupe de combustibles est une mesure abstraite, basée sur des recherches ou sur l'expérience, de l'inflammabilité.

- Combustibles lourds

Les combustibles lourds sont les troncs et les branches principales et en général, tout ce qui constitue une masse compacte et assez importante de matière ligneuse. Les combustibles lourds sont généralement des arbres vivants.

- Combustibles légers

On entend par combustibles légers les feuilles, la litière, les déchets recouvrant le sol, les mousses et lichens, etc.

- Inflammabilité des combustibles

Cette mesure est complètement arbitraire et basée seulement sur des recherches superficielles ou sur l'expérience. On mesure l'inflammabilité selon 3 classes:

- classe 1: Inflammabilité faible
- classe 2: Inflammabilité moyenne
- classe 3: Inflammabilité forte

- Quantité de combustibles

La quantité est elle aussi mesurée selon des classes semblables à celles de l'inflammabilité. Ce sont:

- classe 1: Faible
- classe 2: Moyenne
- classe 3: Grande

L'évaluation de la susceptibilité de chacune de strates, est présentée au tableau V.

La susceptibilité d'un territoire entier se mesure avec la formule suivante:

$$TF = \frac{\sum_{t=1}^{10} \% ST_i \times SUST_i}{100}$$

$TF$  = classe de susceptibilité d'un territoire donné

$\% ST_i$  = % de la superficie couverte par la strate "i"

$SUST_i$  = classe de susceptibilité de la strate "i"

$i = 1 \dots 10$  = chacune des strates, c'est-à-dire successivement, feuillus vieux, feuillus jeunes, etc...

Tableau V

Evaluation de la susceptibilité pour chacune des strates

|             | Combustibles lourds            |                 |                                 | Combustibles légers            |                 |                                 |    |
|-------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|----|
|             | Classe d'inflammabilité<br>(1) | Quantité<br>(2) | Classe de susceptibilité<br>(3) | Classe d'inflammabilité<br>(4) | Quantité<br>(5) | Classe de susceptibilité<br>(6) |    |
| <i>F.V.</i> | 1                              | 2               | 2                               | 1                              | 1               | 1                               | 3  |
| <i>F.J.</i> | 1                              | 2               | 2                               | 1                              | 1               | 1                               | 3  |
| <i>M.V.</i> | 2                              | 2               | 4                               | 2                              | 1               | 2                               | 6  |
| <i>M.J.</i> | 2                              | 2               | 4                               | 2                              | 1               | 2                               | 6  |
| <i>R.V.</i> | 2                              | 2               | 4                               | 2                              | 2               | 4                               | 8  |
| <i>R.J.</i> | 2                              | 2               | 4                               | 2                              | 2               | 4                               | 8  |
| <i>CLA.</i> | 2                              | 2               | 4                               | 3                              | 2               | 6                               | 10 |
| <i>BR.</i>  | 3                              | 1               | 3                               | 3                              | 2               | 6                               | 9  |
| <i>C.E.</i> | 3                              | 2               | 6                               | 3                              | 3               | 9                               | 15 |
| <i>IAA.</i> | 1                              | 1               | 1                               | 2                              | 2               | 4                               | 5  |

colonne 3 = (colonne 1) X (colonne 2)

colonne 6 = (colonne 4) X (colonne 5)

colonne 7 = (colonne 3) + (colonne 6)

La classe de susceptibilité est une mesure qui est indépendante des conditions météorologiques, c'est-à-dire que théoriquement, la mesure de la susceptibilité est prise dans toutes les strates dans des conditions normales de température. La mesure calculée avec la méthode présentée ici demeure une approximation et par conséquent, susceptible de beaucoup d'erreurs.

Le nombre de feux, la superficie brûlée, le coût de fonctionnement de l'organisme et même le coût de lutte contre les incendies sont tous plus ou moins grandement influencés par les types forestiers des territoires protégés.

#### 4.7 ADMINISTRATION GENERALE (AG)

Le terme "administration générale" est très vague et difficile à définir exactement. On peut dire que c'est la variable qui représente l'infrastructure même de l'organisation: la direction et la supervision du travail, la répartition des budgets, la compétence et l'entraînement des hommes en place, les installations matérielles de l'organisme, ses relations extérieures avec les usagers de la forêt, son image vis-à-vis du public, etc... Toutes ces choses sont difficilement mesurables et parfois intangibles mais elle n'en reflètent pas moins la santé de l'organisme. En termes figurés, on peut donc dire que l'administration générale est une mesure de la "santé" de l'organisme.

Il peut paraître prétentieux d'inclure une variable de cette sorte dans un travail de recherche, mais son influence peut devenir déterminante sur l'efficacité de l'ensemble de la protection. Le problème

de la mesurer a été résolu de la même manière que précédemment, c'est-à-dire en établissant des classes qualitatives. Le but ici n'est pas de faire la critique de l'organisation de protection, mais de mentionner simplement les lacunes graves qui pourraient avoir une influence significative sur les résultats de la protection. Les classes utilisées sont:

classe 1: Très bonne

L'organisme fonctionne très bien et présente même des initiatives qui pourraient avoir une influence bénéfique significative.

classe 2: Bonne

Le fonctionnement de l'organisme est normal.

classe 3: Insuffisante

Il existe au sein de l'organisme des lacunes importantes qui pourraient avoir une influence néfaste significative sur les résultats de la protection.

En résumé, la variable "administration générale" reflète le fonctionnement de l'organisme et influence évidemment les coûts et aussi la superficie brûlée au cours d'une saison de protection.

#### 4.8 PREVENTION (P)

La prévention est l'activité de la protection qui a pour but d'empêcher le plus possible les feux dus à des activités humaines.

Cette activité est difficilement mesurable, parce que son action porte sur l'homme lui-même.

La variable "prévention" se mesure elle aussi selon des classes qualitatives définies comme suit:

classe 1: Très bonne prévention.

L'organisme possède un personnel expérimenté, attaché exclusivement à la prévention. En plus de la prévention générale (définie un peu plus loin), des programmes intensifs de prévention sont lancés, au cours desquels les activités humaines en forêt sont particulièrement visées.

classe 2: Bonne prévention.

L'organisme se soucie sérieusement de la prévention en investissant de nombreuses heures de travail et des fonds dans cette activité. Cette classe comprend une prévention au niveau général, décrite plus bas, accompagnée de programmes particuliers qui apportent des améliorations notables.

classe 3: Prévention générale.

La prévention est faite en utilisant les mass-média conventionnels (radio, télévision, films, documentation diverse distribuée dans plusieurs endroits, etc...) La prévention générale est

presque exclusivement composée de publicité en faveur de la protection des forêts contre les incendies. Généralement, il n'y a pas de personnel chargé exclusivement de cette activité.

classe 4: Peu de prévention.

Dans cette classe, la prévention suit le schéma de la prévention générale, mais avec moins de vigueur, soit par le désintéressement de l'organisme pour cette activité, soit par manque de moyens.

#### 4.9 DETECTION (D)

Le but d'un système de détection est de découvrir les foyers d'incendie, le plus rapidement possible après leur naissance en n'importe quel point du territoire. C'est donc une activité très importante, sinon la plus importante pour un organisme de protection. Cependant, évaluer la valeur d'un système de détection pose de nombreux problèmes, surtout dans le choix des critères à utiliser.

Plutôt qu'une évaluation quantitative (ex.: nombre de kilomètres parcourus, nombre de patrouilles, etc...), un système d'évaluation basé sur des classes qualitatives a encore une fois été utilisé ici. Plusieurs critères servent à déterminer dans quelle classe de qualité se trouve la détection:

1. la présence ou l'absence d'une organisation matérielle de détection;
2. les moyens par lesquels la détection s'effectue, c'est-à-dire principalement les moyens conventionnels: patrouilles aériennes et terrestres, tours d'observation ou combinaison de plusieurs de ces moyens;
3. la fréquence des observations de détection, surtout par les patrouilles aériennes et terrestres;
4. l'organisation des patrouilles, c'est-à-dire s'il existe plusieurs routes de patrouilles selon la visibilité, les indices de danger, les circonstances particulières, les particularités physiques du territoire, etc...;
5. le pourcentage du territoire effectivement couvert par le système de détection;
6. la compétence et la quantité de personnel affecté à la détection;
7. les conditions particulières qui influencent le système de détection.

C'est l'ensemble de ces critères qui détermine finalement la qualité de la détection selon les classes suivantes:

classe 1: Très bonne détection.

classe 2: Bonne détection.

classe 3: Détection moyenne.

classe 4: Mauvaise détection.

classe 5: Détection nulle.

Il est très difficile de définir exactement la détection pour chacune de ces classes à cause des particularités inhérentes à chaque territoire et à chaque organisme. Dans une même classe, un critère donné peut prendre plusieurs valeurs, suivant celles prises par les autres critères. On peut dire cependant qu'un système de détection est classé mauvais lorsque sont décelées des lacunes graves (ex.: insuffisance de moyens) qui compromettent tout le système. La dernière classe est utilisée lorsqu'il n'y a aucun système de détection organisé dans le territoire.

La détection peut influencer énormément la superficie brûlée et par le fait même, les coûts de lutte et aussi d'une manière très significative, le coût de fonctionnement d'un organisme donné de protection.

#### 4.10 COMMUNICATIONS (C)

Le but d'un système de communications est d'acheminer, avec le moins de délais possibles, les informations dont l'organisme a besoin pour accomplir son travail. Un système de communications est donc un outil indispensable en protection. Comme pour la détection, plusieurs critères déterminent finalement une classe de qualité de fonctionnement du système de communications. Ainsi,

1. L'organisme dispose-t-il de son système propre ou doit-il faire appel à des systèmes privés ou publics?
2. Dans quelle proportion le système utilisé est-il disponible? Y a-t-il des délais à cause de défauts techniques, conditions atmosphériques, utilisation par d'autres organismes, etc...?
3. Le système de communications couvre-t-il tout le territoire protégé? Si non, dans quelle proportion?
4. Y a-t-il des conditions particulières qui pourraient influencer dans un sens ou dans l'autre l'efficacité du système de communications?

Les 3 classes de qualité sont:

classe 1: Bon système de communications.

Le système de communications accomplit parfaitement son travail, dans tout le territoire et en tout temps. Les pannes sont très rares.

classe 2: Système de communications adéquat.

Le système de communications accomplit généralement son travail avec une efficacité moyenne.

classe 3: Mauvais système de communications.

Le système comporte des lacunes graves:

grandes superficies non couvertes, délais et défauts qui perturbent considérablement l'acheminement des informations.

Un système de communications influence la superficie brûlée et, nécessairement, les coûts de fonctionnement et de lutte.

#### 4.11 ORGANISATION DE LUTTE (OL)

Il existe généralement au sein d'un organisme de protection, une organisation chargée de combattre les incendies. Encore une fois, seule une évaluation qualitative a été faite. Une méthode d'évaluation beaucoup plus raffinée, basée sur des critères physiques comme la quantité d'équipements, l'entraînement du personnel, etc., aurait été possible. Mais une telle méthode demanderait une étude assez poussée et pourrait s'avérer fastidieuse et inutile, compte tenu de la précision des autres variables.

L'évaluation de l'organisation de lutte est basée sur plusieurs critères:

1. Le nombre et l'expérience des hommes exclusivement affectés à la lutte contre les incendies.
2. La possibilité d'utiliser des avions-citernes du gouvernement. Il est admis que les avions-citernes peuvent être utilisés très efficacement dans un rayon de 240 kilomètres autour de leur base habituelle; avec une efficacité moyenne, de 240 à 460 kilomètres;

au-delà de 460 kilomètres, leur efficacité diminue considérablement à cause de la grande distance à parcourir pour le ravitaillement.

3. Les moyens de transport et le matériel mis à la disposition des hommes chargés de combattre les incendies.

L'organisation de lutte influence grandement, il va sans dire, la superficie brûlée et les coûts de fonctionnement et de lutte.

Encore ici, c'est l'ensemble des critères qui détermine une classe de qualité parmi les 4 classes suivantes:

classe 1: Très bonne organisation

classe 2: Bonne organisation

classe 3: Organisation passable

classe 4: Mauvaise organisation

#### 4.12 NOMBRE DE FEUX (NF)

Avec cette variable débute la série des variables dépendantes. Toutes celles qui précédaient sont des variables indépendantes parce qu'elles sont fixées soit par le milieu extérieur, soit par l'organisme de protection lui-même. Quant aux variables dépendantes, elles proviennent des influences conjuguées des variables indépendantes.

Le nombre de feux dépend principalement des conditions météorologiques, de la fréquentation humaine, des types forestiers et, finalement, de la prévention qu'a fait l'organisme de protection. Il dépend aussi naturellement de la superficie protégée par l'organisme.

#### 4.13 SUPERFICIE BRULEE (SB)

La superficie brûlée, encore plus que le nombre de feux, est un indicateur de l'efficacité de la protection effectuée dans un territoire donné. Pour faciliter les calculs, il est cependant plus facile d'utiliser la SUPERFICIE MOYENNE BRULEE PAR FEU (*SMF*) déduite de l'équation suivante:

$$SMF = SB \div NF$$

*SMF* = superficie moyenne brûlée par feu

*SB* = superficie brûlée

*NF* = nombre de feux

La superficie moyenne brûlée par feu dépend beaucoup des variables extérieures et surtout des variables de protection, à l'exception de la prévention.

#### 4.14 COUT DE FONCTIONNEMENT (CF)

Le coût de fonctionnement est tout ce que coûte une protection, à l'exception des coûts directs de lutte contre les incendies. Ce coût est influencé par les variables extérieures qui expriment, si l'on peut dire, la difficulté de faire la protection et par les variables de protection, qui expriment, elles, l'intensité de la protection accordée à un territoire donné.

Malheureusement, il est impossible de recueillir les coûts par secteur d'activités, étant donné le système de comptabilité utilisé<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> ANONYME, 1974a.

Donc, seul le coût global de fonctionnement a été recueilli. Généralement, celui-ci est composé de la somme des dépenses courantes et des amortissements des biens immobilisables pour l'année considérée.

#### 4.15 COUT DE LA LUTTE (CL)

C'est tout simplement la somme des coûts occasionnés par chacun des feux. Ces chiffres proviennent des rapports individuels de feu ou de compilations qui en sont tirées. L'expression "coûts de la lutte" est l'équivalent de "coûts de suppression".

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

## CHAPITRE V

### DESCRIPTION DES SITUATIONS DE PROTECTION

#### 5.1 DEFINITION DE LA SITUATION DE PROTECTION

La protection faite antérieurement au Québec constitue la base réelle sur laquelle le projet s'appuie. En conséquence, il faut partir des situations passées pour travailler d'une manière réaliste. La superficie effectivement protégée, la forme d'organisation, les équipements et les méthodes ont varié au cours des années. Cette variation dans les caractéristiques de la protection ne s'est pas produite d'une manière uniforme partout au Québec. La présence de plusieurs organismes différents amène nécessairement une hétérogénéité dans les statistiques, conséquence normale de la diversité.

Ceci a causé de nombreux problèmes pour recueillir les informations nécessaires à la poursuite de cette étude. La comparaison de renseignements provenant d'époques différentes et de plusieurs endroits ne peut alors se faire qu'avec de grandes précautions. Dans le but de contourner le plus possible cette difficulté, une méthode

particulière, dite des "situations de protection", a été utilisée. Cette méthode consiste à faire un échantillonnage de la protection de la même manière que lorsqu'on fait un inventaire forestier. La description des différentes situations étant faite selon une formule homogène, il est alors beaucoup plus facile de faire des comparaisons entre ces situations.

Une situation de protection est un échantillon qui est fixé dans l'espace et dans le temps. Une situation répond aux caractéristiques suivantes:

1. Le territoire d'une situation est bien délimité.
2. La durée d'une situation s'étend sur une saison de protection donnée.
3. Les caractéristiques physiques de la forêt protégée sont disponibles.
4. Les données concernant l'organisation de la protection (équipements, hommes, communications, coûts, etc...) sont connues et répertoriées.
5. Le territoire est pourvu de stations météorologiques dont les données permettent d'évaluer la sévérité de la saison de protection considérée.
6. Les statistiques concernant les incendies forestiers sont complètes.

Après avoir choisi au préalable vingt-cinq situations possibles, on a élaboré un questionnaire pour permettre de recueillir les informations décrites ci-dessus. Par la suite, chaque situation a fait l'objet d'une étude particulière, de manière à conserver le plus d'homogénéité possible dans les informations recueillies, compte tenu de l'évaluation qualitative de plusieurs variables.

Les paragraphes qui suivent présentent en détails les critères utilisés pour le choix des situations, l'élaboration du questionnaire, la procédure utilisée pour remplir ces questionnaires et finalement, les renseignements recueillis.

## 5.2 CHOIX DES SITUATIONS DE PROTECTION

### 5.2.1 CRITERES UTILISES

#### 1. Homogénéité administrative du territoire

Pour être représentative, une situation doit couvrir un territoire suffisamment vaste. De plus, le territoire considéré doit relever d'une même autorité administrative. Il est en effet plus facile de recueillir les informations lorsqu'elles sont en possession d'un seul organisme. Ce sont donc les limites géographiques d'une division ou d'un district des Sociétés de conservation actuelles, des anciennes Associations de protection ou des districts du ministère des Terres et Forêts qui ont été retenues pour délimiter le territoire d'une situation.

#### 2. Localisation géographique du territoire

Notre recherche s'intéressant surtout à la protection effectuée en zone restreinte, le choix des situations en est influencé. Autant que possible, ce choix est soumis à des contraintes comme la composition des forêts et l'utilisation de celles-ci dans le territoire retenu. De cette façon, les caractéristiques physiques des situations se rapprochent généralement de celles prévalant dans la zone restreinte.

Bien entendu, il faut néanmoins garder certaines variations de manière à pouvoir étudier par la suite l'influence de celles-ci sur la protection.

### 3. Accès aux informations

La disponibilité des informations est aussi un critère important dans le choix des situations. Plus on s'éloigne vers le nord et plus on remonte dans le temps, plus la difficulté d'obtenir des informations s'accroît. Cette contrainte a donc elle aussi influencé le choix des situations de protection. La bonne collaboration fournie par les Sociétés de conservation, le personnel du ministère des Terres et Forêts et d'autres personnes plus ou moins directement intéressées à la protection des forêts, a permis sans contredit de lever plusieurs difficultés quant à la disponibilité des informations.

### 4. Répartition de la protection intensive et restreinte

Il est également important de répartir les situations dans les deux catégories de protection, intensive et restreinte. Pour la suite du projet, il est indispensable de pouvoir comparer ces deux formes de protection dans le but d'étudier l'influence des variables intérieures de la protection.

#### 5.2.2 LES SITUATIONS DE PROTECTION ET LEUR LOCALISATION

Le tableau VI et les figures 10 et 11 donnent la liste des situations de protection et leur localisation.

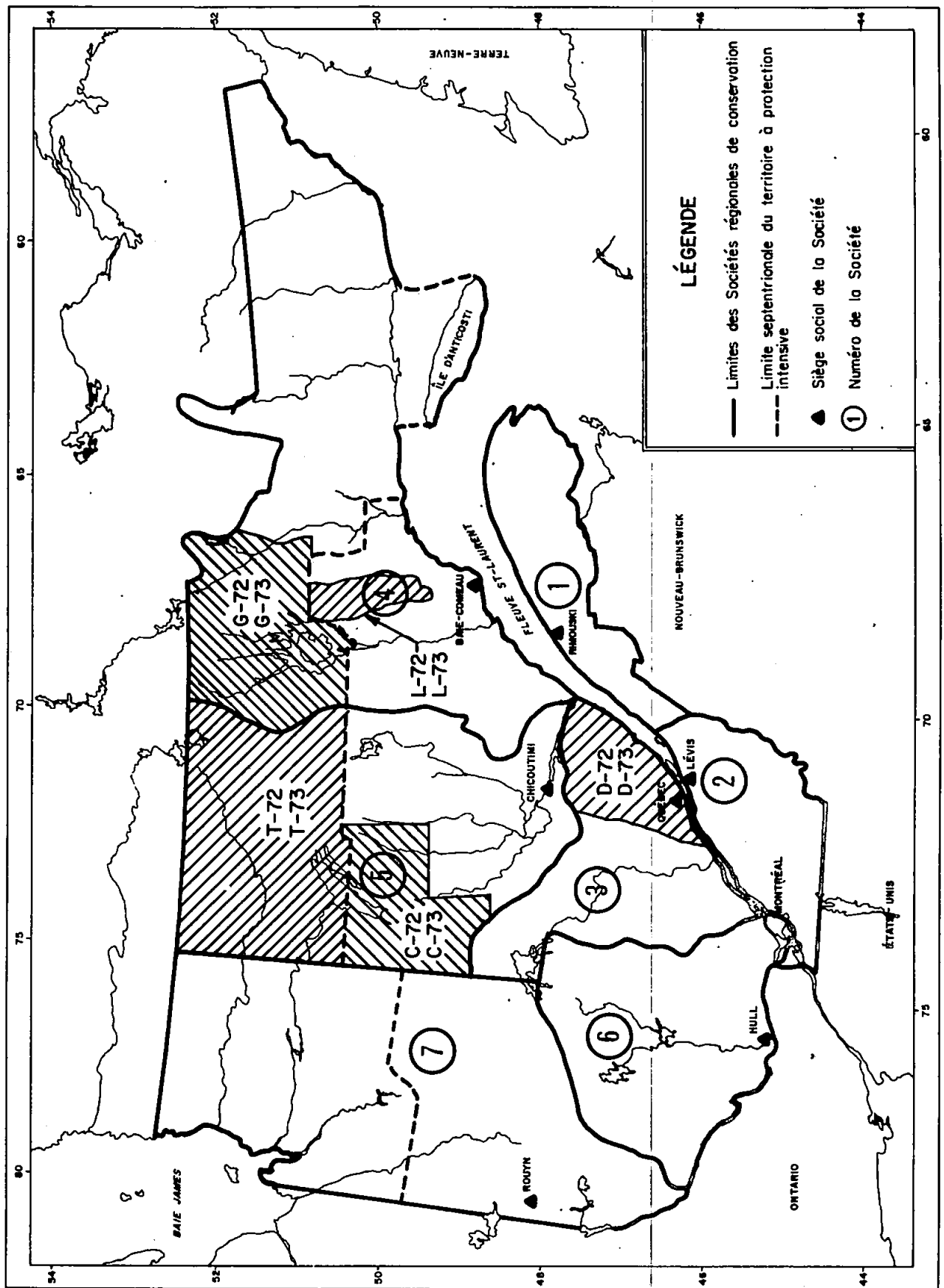
Tableau VI

## Liste des situations de protection

| Situation                      | Année | Numéro |
|--------------------------------|-------|--------|
| Gagnon                         | 1967  | G-67   |
| Gagnon                         | 1968  | G-68   |
| Gagnon                         | 1969  | G-69   |
| Gagnon                         | 1970  | G-70   |
| Gagnon                         | 1971  | G-71   |
| Gagnon                         | 1972  | G-72   |
| Gagnon                         | 1973  | G-73   |
| Chibougamau                    | 1967  | C-67   |
| Chibougamau                    | 1968  | C-68   |
| Chibougamau                    | 1969  | C-69   |
| Chibougamau                    | 1970  | C-70   |
| Chibougamau                    | 1971  | C-71   |
| Chibougamau                    | 1972  | C-72   |
| Chibougamau                    | 1973  | C-73   |
| Lac Ste-Anne<br>(Côte-Nord)    | 1970  | L-70   |
| Lac Ste-Anne                   | 1971  | L-71   |
| Lac Ste-Anne                   | 1972  | L-72   |
| Lac Ste-Anne                   | 1973  | L-73   |
| District Duchesnay             | 1972  | D-72   |
| District Duchesnay             | 1973  | D-73   |
| District Matagami<br>49° - 53° | 1971  | M-71   |
| District Matagami              | 1972  | M-72   |
| District Matagami              | 1973  | M-73   |
| Témiscamie                     | 1972  | T-72   |
| Témiscamie                     | 1973  | T-73   |



Figure 11 : CARTE DES SITUATIONS DE PROTECTION DE 1972 ET 1973



### 5.3 ELABORATION D'UN QUESTIONNAIRE

#### 5.3.1 BUT

Dans le but d'assurer une certaine consistance dans les données, un questionnaire a été élaboré. Ce questionnaire, utilisé pour recueillir les renseignements nécessaires à la poursuite du projet, a été rédigé de manière à tenir compte des variables importantes de la protection.

#### 5.3.2 EVALUATION DE CHACUNE DES VARIABLES

##### 1. Superficie et localisation du territoire

Le territoire de chacune des situations est d'abord localisé à l'aide de ses longitudes et latitudes. De nombreuses cartes d'échelles diverses ont été utilisées au cours de la description de la situation, mais la plupart ont été consultées au quartier général de l'organisme de protection et aucune copie n'en a été faite. Ces cartes concernaient principalement les voies d'accès au territoire, les routes terrestres et aériennes de patrouille, la localisation des équipements et des hommes, etc... La superficie protégée est tirée des rapports annuels de l'organisme de protection.

##### 2. Description de la forêt

La composition de la forêt est une variable importante pour la protection contre les incendies. Un total de dix strates forestières a été utilisé pour obtenir une idée du genre de forêt se trouvant dans

le territoire de la situation. En effet, pour les besoins de la protection, il n'est pas nécessaire de décrire la forêt jusqu'au niveau des peuplements et la répartition faite dans le questionnaire semble adéquate.

Les données nécessaires à la description de la forêt proviennent de renseignements recueillis au Service de l'inventaire forestier du ministère des Terres et Forêts. La principale source est une carte à l'échelle de 1/1 250 000, intitulée *Massifs boisés* et publiée en 1973.

### 3. Accessibilité et fréquentation humaine

Ces variables ont été mesurées de la manière décrite au chapitre précédent.

### 4. Conditions météorologiques

Les données recueillies dans les questionnaires serviront à calculer l'indice de gravité de WILLIAMS, de la manière expliquée au chapitre IV.

### 5. Description de la protection

Il est utile de connaître exactement l'organisme qui a fait la protection sur le territoire d'une situation donnée. Ce renseignement est principalement utile pour vérifier ou compléter les données recueillies ou simplement à titre de référence.

Quant aux autres variables de la protection; la détection, les communications, l'organisation de lutte et la prévention, elles sont évaluées selon les classes déterminées au chapitre IV. Cette

évaluation se fait sur place, en consultant les documents et le personnel de la Société de conservation concernée.

A tous les niveaux, il est important pour l'organisme de protection de posséder un personnel expérimenté et en nombre suffisant. Une partie du questionnaire fait un survol rapide de cette question et mentionne simplement les lacunes graves qui pourraient avoir une influence significative sur les résultats de la protection.

L'organisme de protection doit être hiérarchisé de manière à accomplir son travail d'une façon adéquate. C'est en regardant fonctionner l'organisme que l'on peut déterminer les différents niveaux d'autorité et leur efficacité. Il n'y a aucune évaluation précise pour la supervision; à ce niveau, seuls les problèmes majeurs sont notés.

#### 6. Coûts de protection

Ce sont respectivement les coûts de fonctionnement et les coûts de lutte contre les incendies qui sont recueillis sur place ou à l'aide de compilations statistiques diverses.

#### 7. Statistiques des feux

On entend simplement par ces mots les principales statistiques concernant les feux de forêt sur le territoire de la situation considérée:

- le nombre total de feux,
- la superficie totale brûlée,
- la cause des feux,

- la superficie moyenne brûlée par feu,
- le coût moyen par feu,
- le coût moyen par hectare brûlé.

Ces statistiques sont tirées soit des rapports annuels, soit des rapports individuels de feux, soit de compilations effectuées par l'organisme de protection.

#### 8. Rémarques générales

Cette partie du questionnaire consiste simplement à prendre en note toute particularité qui pourrait avoir une influence sur le genre de protection ou son efficacité.

#### 5.4 PROCEDURE POUR LA DESCRIPTION DES SITUATIONS

Il est difficile de définir une procédure fixe pour la description de toutes les situations, puisque chacune de celles-ci est une étude particulière avec ses difficultés propres. Généralement, la description d'une situation commence par la consultation des informations de base au sujet de l'organisme de protection en cause (rapports annuels, cartes du territoire, etc...).

A la suite de ces informations, une visite est organisée au quartier général de la Société de conservation concernée. Avec les membres de la haute direction, un plan précis est tracé pour compléter le questionnaire. Comme on peut facilement le constater à la lecture de ce dernier, le travail à faire se divise nettement en deux phases. Premièrement, une partie des données (localisation du territoire, coûts de

protection, statistiques de feux, etc...) provient des documents de l'organisme et doit être recueillie au bureau même.

Deuxièmement, une visite sur le terrain permet de constater *de visu* l'organisation actuelle de la protection sur le territoire en question. Par la même occasion, on rencontre le personnel en place et son expérience permet l'évaluation des autres variables. Ces évaluations purement qualitatives sont parfois difficiles, principalement à cause du recul que l'on doit faire dans le temps.

Cependant, combinées avec les données recueillies dans les plans d'organisation, les rapports annuels et les autres documents en possession de l'organisme, ces évaluations sont jugées valables et utiles pour les besoins du projet.

## CHAPITRE VI

### ANALYSE MATHÉMATIQUE DES VARIABLES DE PROTECTION

Exprimer la protection des forêts contre les incendies sous forme d'équations mathématiques est une tâche aléatoire. Il faut s'attendre à ce que le résultat ne soit pas des plus précis, compte tenu de la difficulté de mesurer les variables. Comme on a pu le constater dans les deux chapitres précédents, les variables de protection sont nombreuses et difficiles à mesurer précisément. Cependant, une tentative est faite ici pour trouver ces équations et, même si elles ne sont pas exactes, elles représentent un important pas en avant, susceptible d'améliorations par la suite.

Pour pouvoir calculer ces équations, il faut apporter certaines modifications aux variables mesurées selon la méthode des situations de protection. En effet, ces situations de protection proviennent de superficies très variables et d'années différentes. Il faut donc, pour comparer ces données, les uniformiser pour une année de base et une superficie déterminée, comme nous le verrons plus en détail un peu plus loin.

Après avoir trouvé les équations les plus appropriées, il faudra les généraliser afin de pouvoir les utiliser dans tous les territoires. Cette généralisation est l'inverse de l'uniformisation, utilisée précédemment, qui avait été nécessaire pour rendre les calculs plus faciles.

## 6.1 ANNULATION DE SITUATIONS DE PROTECTION

Quatre des situations de protection prévues originellement n'ont pu être complétées. Vingt et une situations décrites fournissent donc toutes les données qui ont servi à l'analyse des variables.

## 6.2 UNIFORMISATION DES DONNEES

### 6.2.1 NECESSITE DE L'UNIFORMISATION

Les données recueillies ne sont pas utilisables telles quelles. Il y a deux points où une uniformisation est nécessaire. Tout d'abord, il y a le temps, c'est-à-dire que les données monétaires provenant d'époques différentes doivent être transformées en dollars constants pour annuler l'effet de l'inflation. Deuxièmement, il faut une uniformisation des superficies: on ne peut comparer des données que lorsqu'elles proviennent de superficies égales.

### 6.2.2 UNIFORMISATION DES DONNEES MONETAIRES

L'inflation amène une augmentation des coûts sans pour autant amener des changements dans l'organisation de la protection ou dans son efficacité. Il faut donc ajuster les coûts exprimés en dollars courants par rapport à des dollars constants. Le tableau VII donne l'indice implicite des prix de la dépense nationale brute qui sera utilisé pour uniformiser les coûts.

Tableau VII: Indice implicite des prix de la dépense nationale brute

| Année | Inflation (%) | Indice |
|-------|---------------|--------|
| 1967  | + 3,9         | 1,5589 |
| 1968  | + 3,2         | 1,5106 |
| 1969  | + 4,4         | 1,4469 |
| 1970  | + 4,8         | 1,3807 |
| 1971  | + 3,1         | 1,3391 |
| 1972  | + 4,8         | 1,2778 |
| 1973  | + 7,6         | 1,1876 |
| 1974  | +13,1         | 1,0500 |
| 1975* | + 5,0         | 1,0000 |

Source: Statistique Canada, "Comptes nationaux des revenus et des dépenses", Pub. #13-001, Ottawa.

Il serait possible de calculer un indice spécifique pour le domaine de la protection des forêts contre les incendies au Québec. Cet indice serait composite, reflétant les taux d'inflation pour les principales composantes des coûts d'un organisme de protection (salaires et traitements, location d'avions et de bâtiments, achat de véhicules et d'équipements, etc...). Cependant, il est difficile de calculer un tel indice pour la période de temps considérée, par manque de statistiques disponibles. Il faudrait faire des recherches spéciales pour trouver les statistiques nécessaires, recherches qui seraient compliquées par les modifications apportées au système de protection du Québec, c'est-à-dire par la création de Sociétés de conservation.

---

\* Indice du premier trimestre seulement.

Compte tenu de la précision des données entrant dans les analyses, un indice global est suffisant. Un indice couramment utilisé, celui des prix à la consommation, a été négligé au profit de l'indice implicite des prix de la dépense nationale brute, plus réaliste pour les besoins du projet. En effet, l'indice des prix à la consommation reflète la tendance d'une gamme de produits de consommation courante, tandis que l'indice implicite des prix de la dépense nationale brute est calculé en ajoutant à ces produits, ceux de consommation industrielle ou plus restreinte. Les deux indices sont très proches l'un de l'autre, mais le deuxième est sans doute meilleur, compte tenu des biens et services consommés par un organisme de protection.

Les coûts sont uniformisés par rapport à l'année 1975. Ils sont donc remis en dollars 1975, au moyen de l'indice implicite des prix de la dépense nationale brute pour chacune des années.

Le tableau VIII ci-après présente cette uniformisation des coûts.

### 6.2.3 UNIFORMISATION POUR LA SUPERFICIE

Il est bien évident que, plus une superficie est grande, plus le nombre de feux et les coûts devraient être grands. Si toutes les conditions extérieures et intérieures demeurent stables, il est raisonnable de croire que le nombre de feux et les coûts seront en proportion directe avec la superficie protégée. Cette hypothèse est très importante puisqu'elle permet de ramener chacune des situations à 500 000 hectares. Il devient alors possible de comparer les données provenant

Tableau VIII: Coûts en dollars courants et en dollars constants 1975  
pour chacune des situations

| Situation | Coûts en dollars courants |            | Coûts en dollars constants 1975 |            |
|-----------|---------------------------|------------|---------------------------------|------------|
|           | Fonctionnement            | Lutte      | Fonctionnement                  | Lutte      |
| G-68      | 41 000.00                 | 17 765.58  | 61 934.60                       | 26 836.69  |
| G-69      | 68 000.00                 | 0.00       | 98 389.20                       | 0.00       |
| G-70      | 59 799.74                 | 70 309.00  | 82 565.50                       | 97 075.64  |
| G-71      | 82 308.43                 | 0.00       | 110 219.22                      | 0.00       |
| G-72      | 104 696.34                | 34 159.09  | 133 780.98                      | 43 648.49  |
| G-73      | 115 504.53                | 19 370.18  | 137 173.18                      | 23 004.03  |
| C-67      | 150 500.89                | 88 540.53  | 234 615.84                      | 138 025.83 |
| C-68      | 177 770.18                | 52 486.82  | 268 539.63                      | 79 286.59  |
| C-69      | 190 467.61                | 19.30      | 275 587.58                      | 27.93      |
| C-70      | 183 832.53                | 72 139.58  | 253 817.57                      | 99 603.12  |
| C-71      | 210 345.60                | 482 523.13 | 281 673.79                      | 646 146.72 |
| C-72      | 239 223.77                | 96 358.90  | 305 680.13                      | 123 127.40 |
| C-73      | 153 745.48                | 14 827.14  | 182 588.13                      | 17 608.71  |
| L-70      | 89 105.29                 | 0.00       | 123 027.67                      | 0.00       |
| L-71      | 88 034.41                 | 154 408.51 | 117 886.88                      | 206 768.44 |
| L-72      | 113 961.20                | 491.19     | 145 619.62                      | 627.64     |
| L-73      | 123 245.35                | 79 034.75  | 146 366.18                      | 93 861.67  |
| D-72      | 250 118.71                | 37 353.19  | 319 601.69                      | 47 729.91  |
| D-73      | 339 430.76                | 4 648.78   | 403 107.97                      | 5 520.89   |
| T-72      | 68 688.47                 | 18 881.87  | 87 770.13                       | 24 127.25  |
| T-73      | 47 757.86                 | 5 905.58   | 56 717.23                       | 7 013.47   |

de situations différentes. Le nombre de feux, les coûts et les données connexes sont celles qui sont principalement concernées par cette uniformisation.

En utilisant cette méthode, il devient possible de négliger complètement l'influence de la superficie, sachant que toutes les équations sont construites pour un territoire standard de 500 000 hectares. Compte tenu de l'hypothèse faite un peu plus haut, on pourra par la suite généraliser les équations pour des territoires de n'importe quelle superficie.

#### 6.2.4 DONNEES UNIFORMISEES

Cette partie présente les données uniformisées, telles qu'elles seront utilisées dans les parties suivantes pour déterminer les équations de protection. Les données uniformisées pour la superficie, soit les coûts, le nombre de feux et la superficie brûlée, sont calculées à l'aide d'un coefficient obtenu avec l'équation:

$$\text{Coefficient} = \frac{SP \text{ (ha)}}{500\ 000 \text{ ha}}$$

où *SP* est la superficie protégée.

Toutes ces données se retrouvent dans les tableaux IX et X.

#### 6.3 FORME D'EQUATION ET METHODE UTILISEE

Les équations sont généralement données sous forme d'équations de régression. En effet, ce modèle mathématique cadre bien avec les phénomènes observés en protection parce qu'il tend à expliquer un

Tableau IX: Calcul des coefficients pour uniformiser les situations de protection

| Situation   | Superficie protégée (ha) | Coefficient |
|-------------|--------------------------|-------------|
| <i>G-68</i> | 7 717 912                | 15,43582    |
| <i>G-69</i> | 7 717 912                | 15,43582    |
| <i>G-70</i> | 7 717 912                | 15,43582    |
| <i>G-71</i> | 7 717 912                | 15,43582    |
| <i>G-72</i> | 5 141 130                | 10,28226    |
| <i>G-73</i> | 5 141 130                | 10,28226    |
| <i>C-67</i> | 4 385 268                | 8,77054     |
| <i>C-68</i> | 4 385 268                | 8,77054     |
| <i>C-69</i> | 5 003 861                | 10,00772    |
| <i>C-70</i> | 5 003 861                | 10,00772    |
| <i>C-71</i> | 5 015 775                | 10,03155    |
| <i>C-72</i> | 2 745 391                | 5,49078     |
| <i>C-73</i> | 2 510 737                | 5,02147     |
| <i>L-70</i> | 488 624                  | 0,97725     |
| <i>L-71</i> | 488 624                  | 0,97725     |
| <i>L-72</i> | 771 817                  | 1,54363     |
| <i>L-73</i> | 771 817                  | 1,54363     |
| <i>D-72</i> | 2 110 065                | 4,22013     |
| <i>D-73</i> | 2 110 065                | 4,22013     |
| <i>T-72</i> | 7 359 976                | 14,71995    |
| <i>T-73</i> | 6 757 835                | 13,51567    |

Tableau X: Données uniformisées pour 500 000 hectares

| Situation | Coût en dollars 1975 |            | NE    | SB<br>(ha) | SME<br>(ha/F) |
|-----------|----------------------|------------|-------|------------|---------------|
|           | CF                   | CE         |       |            |               |
| G-68      | 4 012.39             | 1 738.60   | 1,36  | 1 325,61   | 974,38        |
| G-69      | 6 374.08             | 0.00       | 0,00  | 0,00       | 0,00          |
| G-70      | 5 348.95             | 6 288.98   | 1,30  | 473,92     | 365,77        |
| G-71      | 7 140.48             | 0.00       | 0,00  | 0,00       | 0,00          |
| G-72      | 13 010.85            | 4 245.03   | 1,56  | 87,46      | 56,21         |
| G-73      | 13 340.76            | 2 237.25   | 0,68  | 12,00      | 17,63         |
| C-67      | 26 750.46            | 15 737.45  | 4,33  | 1 188,33   | 274,27        |
| C-68      | 30 618.38            | 9 040.11   | 2,74  | 620,74     | 226,84        |
| C-69      | 27 537.49            | 2.79       | 0,10  | 0,02       | 0,20          |
| C-70      | 25 362.17            | 9 952.63   | 1,10  | 37,48      | 34,10         |
| C-71      | 28 078.79            | 64 411.45  | 5,58  | 14 194,83  | 2 542,79      |
| C-72      | 55 671.53            | 22 424.39  | 6,92  | 96,54      | 13,95         |
| C-73      | 36 361.49            | 3 506.68   | 0,60  | 15,55      | 26,03         |
| L-70      | 125 811.71           | 0.00       | 3,07  | 0,00       | 0,00          |
| L-71      | 120 631.24           | 211 582.36 | 8,19  | 10 300,95  | 1 258,32      |
| L-72      | 94 335.59            | 406.60     | 9,07  | 0,07       | 0,01          |
| L-73      | 94 819.23            | 60 805.65  | 5,18  | 546,44     | 105,43        |
| D-72      | 75 732.66            | 11 310.06  | 13,03 | 77,15      | 5,92          |
| D-73      | 95 520.27            | 1 308.23   | 8,77  | 3,15       | 0,36          |
| T-72      | 5 962.66             | 1 639.08   | 0,27  | 87,70      | 322,75        |
| T-73      | 4 196.41             | 518.91     | 0,15  | 0,96       | 6,48          |

phénomène mesurable par d'autres facteurs également mesurables et choisis pour leur valeur explicative. Le modèle théorique d'une équation de régression est le suivant:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_n X_n + \varepsilon$$

où  $Y$  est la variable expliquée;

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  sont les variables explicatives;

$B_0, B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$  sont les paramètres du modèle théorique. Ces paramètres sont des coefficients numériques inconnus qui peuvent prendre n'importe quelle valeur positive, négative ou nulle, et

$\varepsilon$  est l'erreur (terme non observable qui représente l'effet de tous les facteurs qu'on ne peut identifier ou qu'on omet intentionnellement dans le modèle).

La méthode des équations de régression est une méthode statistique basée sur la loi des moindres carrés.

#### 6.4 CALCUL DES EQUATIONS

Etant donné qu'une méthode statistique est employée pour calculer les équations, il est parfois nécessaire d'éliminer les données extrêmes, c'est-à-dire celles qui sont complètement en dehors de la moyenne pour des raisons particulières. En effet, ces données fausseraient les équations plutôt que de leur apporter une plus grande précision. Il est donc parfois préférable d'éliminer toute une situation pour le calcul d'une équation donnée, parce qu'une de ses variables est sujette à caution. C'est ce qui est arrivé notamment pour le calcul de *NF*, *SME*, *CL* et *CF*, où le nombre de situations a ainsi été réduit.

#### 6.4.1 NOMBRE DE FEUX (NF)

Les variables qui peuvent expliquer les variations du nombre de feux (*NF*) sont la fréquentation humaine (*FH*), les conditions météorologiques (*CM*), le type de forêt (*TF*) et l'intensité de la prévention (*P*).

Les données utilisées pour le calcul de l'équation sont présentées au tableau XI. D'après une analyse logique des variables, il se dégage que l'on doit obtenir pour le modèle un coefficient négatif pour *FH* et des coefficients positifs pour *CM*, *TF* et *P*.

Plusieurs tentatives ont été effectuées à l'aide de l'échantillon. Finalement, l'équation qui semble la plus représentative de la situation et qui correspond le mieux au modèle est la suivante:

$$NF = 9,239 - 4,31564 (FH) + 2,73690 (CM) + 0,81572 (P)$$

Il est à remarquer que la variable *TF* a dû être éliminée parce qu'on obtenait un signe négatif alors que, selon le modèle logique, il aurait fallu un signe positif. De plus, il existait une très forte corrélation entre la variable *TF* et les variables explicatives *FH* et *P*. Une telle corrélation entre variables explicatives, rend l'équation de régression imprécise car il n'est pas possible de déterminer leur influence respective sur la variable expliquée. Il faut aussi noter que, si la valeur de *NF* estimée par l'équation est négative, cela signifie que *NF* est égal à zéro car on ne peut pas avoir un nombre de feux négatif.

Tableau XI: Observations pour le calcul de *NE*

| Situations | <i>NE</i> | <i>FH</i> | <i>CM</i> | <i>TF</i> | <i>P</i> |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| G-68       | 1,36      | 3         | 1,14      | 8,85      | 4        |
| G-70       | 1,30      | 3         | 1,12      | 8,85      | 4        |
| G-72       | 1,56      | 3         | 1,15      | 9,16      | 3        |
| G-73       | ,68       | 3         | 1,00      | 9,16      | 3        |
| C-67       | 4,33      | 3         | 1,46      | 7,90      | 3        |
| C-68       | 2,74      | 3         | 1,04      | 7,90      | 3        |
| C-69       | ,10       | 3         | ,60       | 8,03      | 2        |
| C-70       | 1,10      | 3         | ,84       | 8,03      | 3        |
| C-71       | 5,58      | 3         | 1,97      | 8,03      | 3        |
| C-72       | 6,92      | 2         | 1,67      | 8,10      | 3        |
| C-73       | ,60       | 2         | 1,32      | 8,10      | 3        |
| L-70       | 3,07      | 2         | 1,11      | 7,70      | 2        |
| L-71       | 8,19      | 2         | 1,81      | 7,70      | 2        |
| L-73       | 5,18      | 2         | 1,32      | 7,85      | 2        |
| D-72       | 13,03     | 1         | ,95       | 7,05      | 2        |
| D-73       | 8,77      | 1         | ,74       | 7,05      | 2        |
| T-72       | ,27       | 4         | 1,67      | 8,86      | 1        |
| T-73       | ,15       | 4         | 1,26      | 8,86      | 1        |

Des tests ont été faits pour connaître la valeur statistique de l'équation obtenue. Ce sont les tests "t" et "F" portant respectivement sur la valeur des coefficients et de celle de l'équation calculée.

1- Test "t"

| <u>Variables</u> | <u>"t"</u> | <u><math>n - (K + 1)</math></u> | <u>Variation expliquée</u> |
|------------------|------------|---------------------------------|----------------------------|
| <i>FH</i>        | - 4,02     | 14                              | 62,36                      |
| <i>CM</i>        | 1,88       | 14                              | 8,89                       |
| <i>P</i>         | 0,77       | 14                              | 1,16                       |

2- Test "F"

$$R^2 = 0,724$$

$$K = 3$$

$$n - (K + 1) = 14$$

$$"F" = 12,24$$

Le test "t" démontre que les coefficients de *FH* et *CM* sont très significatifs tandis que celui de *P* est statistiquement peu significatif. Quant au test "F", il signifie que l'équation obtenue explique bien la dispersion des observations.

Pour avoir une meilleure idée de la précision des valeurs calculées selon l'équation, il est bon de tenir compte d'une certaine marge d'erreur de l'estimation. Comme erreur, on a retenu la moyenne des valeurs absolues des résidus. On peut donc dire qu'il y a de fortes probabilités pour que la valeur observée sur le terrain se situe dans l'intervalle constitué de la valeur estimée par l'équation plus ou moins

$$\frac{\Sigma|r/}{N}, \text{ soit:}$$

$$N$$

$$NF - \frac{\Sigma/r/}{N} < NF < NF + \frac{\Sigma/r/}{N}$$

Pour  $NF$ ,  $\frac{\Sigma/r/}{N} = 1,39939$

Cette méthode pour le calcul de l'erreur s'appliquera également pour les autres équations.

#### 6.4.2 SUPERFICIE MOYENNE PAR FEU (SMF)

Le calcul de  $SMF$  est beaucoup plus difficile à réaliser et il a été impossible de trouver une équation qui puisse s'appliquer avec une précision minimum. Deux causes principales expliquent cette situation:

1) Trop de variables et de facteurs extérieurs difficilement mesurables interviennent dans la superficie moyenne par feu au cours d'une saison. Toutes les variables extérieures ( $CM$ ,  $ACC$ ,  $FH$  et  $TH$ ) ont une influence certaine sur  $SMF$  et presque toutes les variables de protection ( $OL$ ,  $C$ ,  $D$  et  $AG$ ) sont concernées. Ce grand nombre de variables empêche une étude statistique normale à cause des multiples corrélations entre les variables. Plusieurs essais ont été faits, soit en regroupant plusieurs variables, soit en négligeant simplement une ou plusieurs variables, mais toujours sans succès.

2) La superficie moyenne par feu est influencée par les variables citées plus haut. Ces dernières sont évaluées ou mesurées pour l'ensemble de la saison de feu et représentent donc des moyennes. De plus, la majorité de la superficie totale brûlée au cours d'une année est due aux grands feux. Ce qui veut dire que ce seraient les conditions

Tableau XII: Table pour déterminer *SMP* en fonction des conditions du terrain, de l'intensité de la protection et des conditions météorologiques.

|       |      | CM = 0,80 |    |     |     |     |     | CM = 1,00 |    |     |     |     |     |     |     |
|-------|------|-----------|----|-----|-----|-----|-----|-----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Prot. | Ext. | 10        | 12 | 14  | 16  | 18  | 20  | 22        | 10 | 12  | 14  | 16  | 18  | 20  | 22  |
|       | 4    | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 5     | 1    | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 6     | 1    | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 5   | 15  |
| 7     | 1    | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 6   | 10  | 30  |
| 8     | 1    | 1         | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1         | 1  | 2   | 3   | 5   | 11  | 20  | 45  |
| 9     | 1    | 1         | 2  | 5   | 8   | 10  | 10  | 40        | 1  | 3   | 6   | 10  | 20  | 30  | 60  |
| 10    | 1    | 4         | 10 | 19  | 24  | 35  | 59  | 2         | 12 | 27  | 40  | 47  | 62  | 87  | 87  |
| 11    | 1    | 9         | 20 | 37  | 50  | 70  | 120 | 5         | 12 | 50  | 80  | 105 | 125 | 186 | 186 |
| 12    | 1    | 12        | 31 | 58  | 83  | 143 | 208 | 6         | 34 | 78  | 129 | 178 | 241 | 336 | 336 |
| 13    | 1    | 29        | 62 | 82  | 161 | 284 | 402 | 6         | 77 | 154 | 183 | 356 | 489 | 712 | 712 |
| 14    | 3    | 34        | 64 | 123 | 202 | 435 | 552 | 12        | 84 | 161 | 278 | 448 | 748 | 967 | 967 |

|       |      | CM = 1,20 |     |     |     |     |      | CM = 1,40 |     |     |     |     |      |      |      |
|-------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Prot. | Ext. | 10        | 12  | 14  | 16  | 18  | 20   | 22        | 10  | 12  | 14  | 16  | 18   | 20   | 22   |
|       | 4    | 1         | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 4         | 10  | 1   | 1   | 1   | 1    | 14   | 86   |
| 5     | 1    | 1         | 1   | 1   | 1   | 2   | 9    | 16        | 1   | 1   | 1   | 2   | 29   | 107  | 168  |
| 6     | 1    | 1         | 1   | 1   | 3   | 8   | 15   | 21        | 1   | 1   | 1   | 8   | 47   | 128  | 190  |
| 7     | 1    | 1         | 4   | 7   | 12  | 12  | 20   | 26        | 1   | 1   | 6   | 20  | 66   | 149  | 207  |
| 8     | 1    | 3         | 6   | 10  | 16  | 24  | 30   | 30        | 1   | 4   | 10  | 33  | 86   | 169  | 227  |
| 9     | 2    | 6         | 14  | 26  | 43  | 62  | 86   | 3         | 10  | 26  | 61  | 129 | 222  | 296  | 296  |
| 10    | 5    | 21        | 47  | 75  | 110 | 137 | 209  | 9         | 30  | 69  | 125 | 202 | 307  | 424  | 424  |
| 11    | 11   | 26        | 82  | 133 | 191 | 243 | 330  | 18        | 47  | 117 | 199 | 307 | 423  | 551  | 551  |
| 12    | 16   | 62        | 128 | 204 | 292 | 384 | 510  | 30        | 96  | 183 | 286 | 424 | 571  | 731  | 731  |
| 13    | 22   | 123       | 234 | 280 | 518 | 680 | 962  | 48        | 168 | 303 | 375 | 647 | 856  | 1152 | 1152 |
| 14    | 37   | 138       | 255 | 406 | 639 | 986 | 1262 | 78        | 198 | 347 | 510 | 773 | 1148 | 1440 | 1440 |

|       |      | CM = 1,60 |     |     |     |      |      | CM = 1,80 |     |     |     |     |      |      |      |
|-------|------|-----------|-----|-----|-----|------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Prot. | Ext. | 10        | 12  | 14  | 16  | 18   | 20   | 22        | 10  | 12  | 14  | 16  | 18   | 20   | 22   |
|       | 4    | 1         | 1   | 1   | 1   | 1    | 35   | 215       | 362 | 1   | 1   | 1   | 1    | 64   | 390  |
| 5     | 1    | 1         | 1   | 1   | 3   | 79   | 258  | 405       | 1   | 1   | 1   | 6   | 127  | 463  | 726  |
| 6     | 1    | 1         | 1   | 16  | 108 | 304  | 453  | 1         | 1   | 1   | 27  | 190 | 542  | 811  | 811  |
| 7     | 1    | 2         | 10  | 39  | 150 | 349  | 493  | 1         | 3   | 15  | 63  | 263 | 621  | 884  | 884  |
| 8     | 1    | 5         | 15  | 69  | 194 | 396  | 540  | 1         | 6   | 21  | 116 | 342 | 705  | 969  | 969  |
| 9     | 4    | 15        | 42  | 114 | 260 | 465  | 621  | 6         | 21  | 63  | 183 | 435 | 792  | 1060 | 1060 |
| 10    | 14   | 41        | 95  | 189 | 354 | 551  | 733  | 21        | 52  | 123 | 269 | 535 | 871  | 1135 | 1135 |
| 11    | 26   | 72        | 155 | 276 | 456 | 665  | 850  | 37        | 104 | 195 | 365 | 635 | 969  | 1227 | 1227 |
| 12    | 49   | 135       | 243 | 373 | 574 | 803  | 997  | 73        | 180 | 307 | 465 | 743 | 1080 | 1309 | 1309 |
| 13    | 84   | 212       | 359 | 466 | 743 | 1017 | 1283 | 131       | 255 | 404 | 554 | 805 | 1165 | 1355 | 1355 |
| 14    | 135  | 263       | 437 | 587 | 852 | 1236 | 1499 | 209       | 333 | 524 | 640 | 875 | 1248 | 1550 | 1550 |

|       |      | CM = 2,00 |     |     |     |      |      |      |
|-------|------|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|
| Prot. | Ext. | 10        | 12  | 14  | 16  | 18   | 20   | 22   |
|       | 4    | 1         | 1   | 1   | 1   | 1    | 100  | 612  |
| 5     | 1    | 1         | 1   | 1   | 9   | 198  | 723  | 1133 |
| 6     | 1    | 1         | 1   | 40  | 293 | 843  | 1263 | 1263 |
| 7     | 1    | 4         | 21  | 94  | 406 | 964  | 1380 | 1380 |
| 8     | 1    | 6         | 28  | 175 | 528 | 1097 | 1513 | 1513 |
| 9     | 8    | 29        | 87  | 269 | 654 | 1203 | 1613 | 1613 |
| 10    | 30   | 63        | 155 | 364 | 757 | 1265 | 1631 | 1631 |
| 11    | 48   | 141       | 237 | 465 | 845 | 1335 | 1681 | 1681 |
| 12    | 101  | 231       | 376 | 563 | 931 | 1402 | 1700 | 1700 |
| 13    | 187  | 297       | 438 | 639 | 950 | 1475 | 1850 | 1850 |
| 14    | 298  | 408       | 609 | 666 | 975 | 1550 | 2000 | 2000 |

au moment même du feu qu'il faudrait connaître pour simuler correctement *SMF*. Les données recueillies ne permettent pas une telle analyse.

Les observations mentionnées plus haut sont tirées d'une analyse approfondie des données recueillies lors de la description des situations de protection. Pour les 21 situations retenues pour le calcul des équations, on dénombre au total 359 feux.

Comme il est indispensable de pouvoir simuler *SMF*, la méthode suivante a été élaborée. Avec les 359 feux et les 21 situations, un tableau donne directement *SMF* en fonction des conditions météorologiques (*CM*), d'une nouvelle variable appelée *EXT* provenant du regroupement des variables extérieures suivant l'équation:

$$EXT = 2 FH + ACC + TF$$

et, finalement, d'une autre variable appelée *PROT* représentant les variables de protection regroupées selon

$$PROT = AG + D + C + OL$$

Ce tableau (voir tableau XII) représente la meilleure solution trouvée pour la simulation de *SMF*. On peut remarquer que dans ce tableau, le minimum possible de *SMF* est fixé à un hectare. Ce chiffre est purement arbitraire, mais il est nécessaire que *SMF* soit toujours positif, même si dans les statistiques, certains feux égalent zéro. Il est logique de penser qu'un feu déclaré brûle au moins une faible superficie. Il est nécessaire de faire cette hypothèse pour utiliser *SMF* dans des équations ultérieures. Pour la variable regroupée *EXT*, il a été nécessaire de faire des classes. Ce sont les suivantes:

| <u>Classe</u> | <u>Domaine de définition</u> |
|---------------|------------------------------|
| 10            | $\leq 10,99$                 |
| 12            | $11,00 \leq \leq 12,99$      |
| 14            | $13,00 \leq \leq 14,99$      |
| 16            | $15,00 \leq \leq 16,99$      |
| 18            | $17,00 \leq \leq 18,99$      |
| 20            | $19,00 \leq \leq 20,99$      |
| 22            | $> 21,00$                    |

Avec cette méthode, il est très difficile d'évaluer précisément l'erreur. Cependant, si on compare les *SMP* observées lors de la description des échantillons, environ 70 p. 100 des *SMP* simulées sont très près de la réalité. De grosses erreurs surviennent surtout lorsque les variables *CM*, *EXT* ou *PROT* prennent des valeurs extrêmes.

#### 6.4.3 COÛT DE LA LUTTE (CL)

Les dépenses effectuées pour combattre les incendies forestiers au cours d'une saison, sont fonction de la superficie brûlée (*SB*) et du nombre de feux (*NF*). Le nombre de feux est calculé par l'équation obtenue en 6.4.1. Quant à la superficie brûlée, on la trouve en multipliant le nombre de feux par la superficie moyenne par feu.

$$SB = NF \times SMP$$

Donc, une fois *SB* trouvée, les données pour calculer une équation permettant d'estimer les coûts de la lutte (*CL*) sont complètes (voir tableau XIII). D'après une analyse logique, il faut obtenir un signe positif pour les coefficients de *NF* et de *SB*. En effet, plus le nombre de feux et plus la superficie brûlée augmentent, plus il en coûtera cher pour combattre les incendies pendant une saison. Après plusieurs essais, la meilleure équation obtenue est la suivante:

Tableau XIII: Observations pour le calcul de CL

| Situation | CL/500 000 ha<br>en dollars de 1975 | NE/500 000 ha | SB (ha)   |
|-----------|-------------------------------------|---------------|-----------|
| G-68      | 1 738.60                            | 1,36          | 1 325,61  |
| G-69      | 0.00                                | 0,00          | 0,00      |
| G-70      | 6 288.98                            | 1,30          | 473,92    |
| G-71      | 0.00                                | 0,00          | 0,00      |
| G-72      | 4 245.03                            | 1,56          | 87,46     |
| G-73      | 2 237.25                            | 0,68          | 12,00     |
| C-67      | 15 737.45                           | 4,33          | 1 188,33  |
| C-68      | 9 040.11                            | 2,74          | 620,74    |
| C-69      | 2.79                                | 0,10          | 0,02      |
| C-70      | 9 952.63                            | 1,10          | 37,48     |
| C-71      | 64 411.45                           | 5,58          | 14 194,83 |
| C-72      | 22 424.39                           | 6,92          | 96,54     |
| C-73      | 3 506.68                            | 0,60          | 15,55     |
| L-72      | 406.60                              | 9,07          | 0,07      |
| L-73      | 11 310.06                           | 13,03         | 77,15     |
| D-73      | 1 308.23                            | 8,77          | 3,15      |
| T-72      | 1 639.08                            | 0,27          | 87,70     |
| T-73      | 518.91                              | 0,15          | 0,96      |

$$CL = 2\,261,86295 + 677,90484 (NF) + 4,11791 (SB)$$

Les coefficients obtenus sont bien du signe attendu, donc l'équation est fidèle au modèle. De plus, le test "t" démontre que les coefficients sont statistiquement significatifs. Quant à l'ajustement de l'équation au nuage de points, il est excellent selon le test "F" sur les  $R^2$ .

1- Test "t"

| <u>Variabes</u> | <u>"t"</u> | <u>n - (K + 1)</u> | <u>Variation expliquée</u> |
|-----------------|------------|--------------------|----------------------------|
| NF              | 1,88       | 15                 | 2,92                       |
| SB              | 9,71       | 15                 | 84,62                      |

2- Test "F"

$$R^2 = 87,54$$

$$K = 2$$

$$n - (K + 1) = 15$$

$$"F" = 52,71$$

L'erreur de l'équation demeure quand même passablement élevée, soit  $\frac{\sum x/N}{N} = 3\,601,09955$ . Mais on peut quand même dire que la valeur observée sur le terrain a de fortes chances de se trouver dans l'intervalle constitué par la valeur estimée par l'équation, plus ou moins 3 601,09955.

#### 6.4.4 COÛT DE FONCTIONNEMENT (CF)

Un total de huit variables peut influencer d'une manière ou d'une autre le coût de fonctionnement (CF) d'un organisme de protection. Ce sont l'accessibilité (ACC), la fréquentation humaine (FH) et le type

forestier (*TF*) du territoire, ainsi que l'efficacité de l'organisation de lutte (*OL*), de la détection (*D*), de la prévention (*P*), des communications (*C*) et de l'administration générale (*AG*) de l'organisme en place (voir tableau XIV). Il est facile de comprendre que, parmi ces variables explicatives, il y a beaucoup de colinéarité. Il faut donc trouver un moyen de réduire les effets de cette dernière. Pour ce faire, il a été nécessaire de regrouper les variables extérieures à la protection, c'est-à-dire l'accessibilité, la fréquentation humaine et le type forestier. Le second groupe, appelé *PROT*, comprend les variables portant sur la protection; organisation de lutte, détection, prévention, communications et administration générale (tableau XV). D'après une analyse logique des variables, il faut obtenir dans l'équation un coefficient négatif pour *PROT* et un coefficient positif pour *EXT*.

L'équation la plus satisfaisante est la suivante:

$$CF = 139\,502,9748 - 5\,544,64818 (PROT) + 595,1469 (EXT)$$

$$\text{où } EXT = ACC + TF - 25 FH$$

$$\text{et } PROT = OL + D + P + AG + C$$

Les signes des coefficients correspondent bien aux signes attendus. On peut donc dire que l'équation est logique. De plus, des tests statistiques ont été effectués pour connaître la valeur statistique de cette équation. Les résultats sont les suivants:

1- Test "t"

| <u>Variabes</u> | <u>"t"</u> | <u>n - (K + 1)</u> | <u>Variation expliquée</u> |
|-----------------|------------|--------------------|----------------------------|
| <i>EXT</i>      | 1,37       | 14                 | 2,51                       |
| <i>PROT</i>     | - 2,84     | 14                 | 78,75                      |

Tableau XIV: Observations pour le calcul de CF

| Situation | <u>CF (en dollars 1975)</u><br>500 000 ha | ACC | FH | TF   | OL | D | P | C | AG |
|-----------|---|-----|----|------|----|---|---|---|----|
| G-68      | 4 012.39                                  | 5   | 3  | 8,85 | 4  | 4 | 4 | 3 | 2  |
| G-69      | 6 374.08                                  | 5   | 3  | 8,85 | 4  | 4 | 4 | 3 | 2  |
| G-70      | 5 348.95                                  | 5   | 3  | 8,85 | 4  | 4 | 4 | 3 | 2  |
| G-71      | 7 140.48                                  | 5   | 3  | 8,85 | 3  | 3 | 3 | 3 | 2  |
| G-72      | 13 010.85                                 | 5   | 3  | 9,16 | 2  | 3 | 3 | 2 | 1  |
| G-73      | 13 340.76                                 | 5   | 3  | 9,16 | 2  | 3 | 3 | 2 | 1  |
| C-67      | 26 750.46                                 | 3   | 3  | 7,90 | 4  | 4 | 3 | 2 | 3  |
| C-68      | 30 618.38                                 | 3   | 3  | 7,90 | 3  | 3 | 3 | 2 | 3  |
| C-69      | 27 537.49                                 | 3   | 3  | 8,03 | 3  | 3 | 2 | 2 | 2  |
| C-70      | 25 362.17                                 | 3   | 3  | 8,03 | 3  | 3 | 3 | 2 | 3  |
| C-71      | 28 078.79                                 | 3   | 3  | 8,03 | 3  | 3 | 3 | 2 | 3  |
| C-72      | 55 671.53                                 | 2   | 2  | 8,10 | 2  | 2 | 3 | 2 | 1  |
| L-72      | 94 335.59                                 | 3   | 2  | 7,85 | 2  | 2 | 2 | 1 | 1  |
| L-73      | 94 819.23                                 | 3   | 2  | 7,85 | 2  | 2 | 2 | 1 | 1  |
| D-73      | 95 520.27                                 | 1   | 1  | 7,05 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  |
| T-72      | 5 962.66                                  | 5   | 4  | 8,86 | 4  | 4 | 4 | 3 | 2  |
| T-73      | 4 196.41                                  | 5   | 4  | 8,86 | 4  | 4 | 4 | 3 | 2  |

Tableau XV: Variables regroupées pour le calcul de *CF*

| Situation   | <i>CF</i> (en dollars 1975)<br>500 000 ha | <i>PROT</i> | <i>EXT</i> |
|-------------|---|-------------|------------|
| <i>G-68</i> | 4 012.39                                  | 17          | - 61,15    |
| <i>G-69</i> | 6 374.08                                  | 17          | - 61,15    |
| <i>G-70</i> | 5 348.95                                  | 17          | - 61,15    |
| <i>G-71</i> | 7 140.48                                  | 15          | - 61,15    |
| <i>G-72</i> | 13 010.85                                 | 12          | - 60,84    |
| <i>G-73</i> | 13 340.76                                 | 11          | - 60,84    |
| <i>C-67</i> | 26 750.46                                 | 16          | - 64,10    |
| <i>C-68</i> | 30 618.38                                 | 14          | - 64,10    |
| <i>C-69</i> | 27 537.49                                 | 12          | - 63,97    |
| <i>C-70</i> | 25 362.17                                 | 14          | - 63,97    |
| <i>C-71</i> | 28 078.79                                 | 14          | - 63,97    |
| <i>C-72</i> | 55 671.53                                 | 10          | - 39,90    |
| <i>L-72</i> | 94 335.49                                 | 8           | - 39,15    |
| <i>L-73</i> | 94 819.23                                 | 8           | - 39,15    |
| <i>D-73</i> | 95 520.27                                 | 5           | - 16,95    |
| <i>T-72</i> | 5 962.66                                  | 17          | - 86,14    |
| <i>T-73</i> | 4 196.41                                  | 17          | - 86,14    |

2- Test "F"

$$R^2 = 81,27$$

$$K = 2$$

$$n - (K + 1) = 14$$

$$"F" = 30,37$$

Le test "t" démontre que les coefficients de *EXT* et *PROT* sont statistiquement très significatifs. De plus, le test "F" démontre que l'ajustement de l'équation au nuage de points est excellent.

L'erreur de l'équation demeure quand même assez grande:

$$\frac{(\sum r_i^2 / n)}{n} = 11\,117,02715).$$

#### 6.5 GENERALISATION DES EQUATIONS

Les équations précédentes ont été calculées pour s'appliquer sur une superficie de 500 000 ha et les coûts sont en dollars 1975. On a fait l'hypothèse que le nombre de feux, la superficie brûlée ainsi que les coûts de fonctionnement et de lutte sont directement proportionnels à la superficie protégée. Donc, afin de pouvoir appliquer ces équations à toutes les superficies et en tout temps, il faut leur apporter quelques modifications. Par contre, certaines équations peuvent s'appliquer directement, par exemple *SMF*. En effet, la superficie moyenne par feu n'est pas directement proportionnelle à la superficie protégée. Donc, *SMF* demeure la même. Il en est de même pour *SP*. En effet,  $SE = NF \times SMF$ ; donc, si *NF* est corrigé au préalable en fonction de la superficie, *SB* se trouve par le fait même corrigé. De plus, les résultats des équations des coûts de fonctionnement et de lutte devraient être ramenés en dollars courants.

Les équations; généralisées, deviennent:

$$1- NF = \left[ 9,23900 - 4,31564 (FH) + 2,73690 (CM) + 0,81572 (P) \right] \times \frac{SP}{500\ 000 \text{ ha}}$$

2- *SMF* se trouve généralisée parce que c'est une valeur moyenne

$$3- SB = NF \times SMF$$

si *NF* est généralisée  $\rightarrow$  *SB* est généralisé

$$4- CL = 2\ 261,86295 + 677,90484 (NF) + 4,11791 (SB)$$

si *NF* et *SB* sont généralisés  $\rightarrow$  *CL* est généralisée

$$5- CF = \left[ 139\ 502,9748 - 5\ 544,64818 (PROT) + 595,14690 (EXT) \right] \times \frac{SP}{500\ 000 \text{ ha}}$$

où *SP* = superficie du territoire protégé

#### 6.6 REMARQUES

Il est certain que la manière de mesurer certaines variables est très approximative et influence beaucoup la précision des équations. Il serait préférable d'avoir des normes bien définies numériquement pour chaque classe des variables mesurées ici de façon qualitative. Mais, l'établissement de tels barèmes pour toutes les variables serait en soi un travail de longue haleine. Il ne faut donc pas se surprendre de la précision plus ou moins bonne des équations.

De plus, dans le calcul de *SMF* et de *CF*, des regroupements de variables ont été faits. Ces derniers ne tenaient pas compte de l'importance relative de chaque variable à l'intérieur du groupe. Par exemple, le groupe de variables intitulé *PROT* ne tient pas compte de l'influence exacte de chaque variable de la protection en regard de la

superficie moyenne brûlée par feu et du coût de fonctionnement. Il serait préférable de pondérer chaque variable selon son importance relative. Mais comment trouver cette importance relative? Ce serait un autre travail de longue haleine et il en serait de même pour les variables regroupées sous le vocable *EXT*.

Par ailleurs, une façon beaucoup plus simple d'augmenter la précision des équations serait d'accroître le nombre d'échantillons. En effet, si l'on veut tirer de bons renseignements d'une population à distribution normale, il est nécessaire d'avoir le plus grand nombre possible d'échantillons.

Enfin, il a fallu négliger un autre facteur important lors du calcul des coûts de fonctionnement, soit l'économie d'échelle. Les coûts de fonctionnement étaient souvent mesurés pour l'ensemble d'un organisme de protection, puis ramenés au *prorata* de la superficie de la situation de protection concernée. Il devenait donc très difficile de tenir compte de cette économie d'échelle, mais des études futures devraient être menées en ce sens.

## CHAPITRE VII

### DESCRIPTION DES OPTIONS DE PROTECTION

Il s'agit de déterminer maintenant plusieurs intensités de protection applicables dans le territoire étudié. Ces différentes intensités de protection sont appelées "options de protection". Le présent chapitre n'a pour objet que la description de ces options. Il donne les principes généraux qui ont été utilisés pour l'élaboration de celles-ci et, finalement, les présente sous forme de tableaux. La simulation et la comparaison des résultats se feront dans une étape ultérieure.

#### 7.1 PRINCIPES D'ELABORATION DES OPTIONS

Une option est une intensité, une forme de protection que l'on peut appliquer sur le terrain, que l'on peut décrire. La protection se divise en cinq activités majeures, qui constituent autant de variables. Ce sont l'administration générale, la prévention, les communications, la détection des incendies et la lutte. Chacune des options peut donc être décrite de la même manière qu'une situation de protection. Les variables, de même que la manière de les évaluer, ont déjà été définies et expliquées au chapitre IV.

Le principe général pour élaborer les options consiste à faire varier chacune des variables à l'intérieur d'un intervalle jugé le plus probable ou le plus intéressant. L'administration générale peut être classée 1 ou 2, c'est-à-dire "très bonne" ou "bonne", la classe 3, "insuffisante", étant rejetée parce qu'elle signifierait que tout l'organisme est affecté de lacunes importantes qui pourraient compromettre son fonctionnement général.

Pour la prévention, le choix se limite à une "bonne prévention" (classe 2) ou à une "prévention générale seulement" (classe 3). Une "très bonne prévention" (classe 1) peut difficilement être envisagée, du moins dans sa définition actuelle, dans le territoire soumis à l'étude. Compte tenu du caractère restreint et très localisé des activités humaines dans le territoire, la prévention ne peut être organisée avec le même ordre de grandeur que dans le Sud. C'est pour cette raison que la classe 1 ne peut s'appliquer dans le Moyen Nord. La classe 4, c'est-à-dire "peu de prévention", réfère surtout à un désintéressement de l'organisme de protection ou à un manque de moyens pour la prévention. Elle est négligée également.

Pour toutes les options, les communications sont fixées à 2, c'est-à-dire un "système de communications adéquat". Les particularités du Moyen Nord québécois font qu'un système de communications peut difficilement atteindre le même développement que dans le Sud. Egalement, on ne peut envisager sérieusement d'accomplir une protection effective avec un système de communications inadéquat qui pourrait influencer significativement les résultats de toute la protection.

Quant aux deux autres activités de protection, la détection et la lutte, ce sont sans doute les deux plus importantes. Elles peuvent être évaluées à n'importe quelle classe entre 1 et 4 respectivement, selon les critères qui ont été expliqués dans les parties 4.9 et 4.11.

L'intervalle étant fixé pour chacune des variables, quelques conditions restent encore à respecter avant de décrire chaque option.

1. Pour une option donnée, il ne peut y avoir plus d'une classe de différence entre la variable "détection" et la variable "organisation de lutte". Cette condition est implicite parce qu'il est très rare de rencontrer une détection très développée alors que l'organisation de lutte est déficiente. Les deux variables sont interdépendantes.

2. Dans une même option, on ne peut trouver une administration générale très bonne avec une détection ou une organisation de lutte déficientes. L'inverse est également vrai.

Ces deux conditions ont pour but d'assurer une certaine homogénéité aux options. Par exemple, il ne serait pas réaliste d'entreprendre la protection d'un territoire en consacrant la majeure partie des ressources humaines et financières à la détection, en négligeant l'organisation de la lutte et l'administration générale de contrôle et de supervision. Un tel organisme ne pourrait certainement atteindre le but premier de la protection qui est de sauver le maximum de forêts avec les moyens disponibles.

## 7.2 LES OPTIONS DE PROTECTION

En tenant compte des hypothèses et des conditions exposées à la partie précédente, dix options ont été élaborées. Ces options couvrent une gamme d'intensités diverses de protection applicables à un territoire donné. Par la suite, deux nouvelles options ont été ajoutées, représentant respectivement la meilleure et la moins bonne options possibles. Ces deux dernières seront surtout utilisées comme références.

Le tableau XVI donne la liste des options sélectionnées. La première peut se lire comme étant une protection où:

1<sup>ere</sup> option:

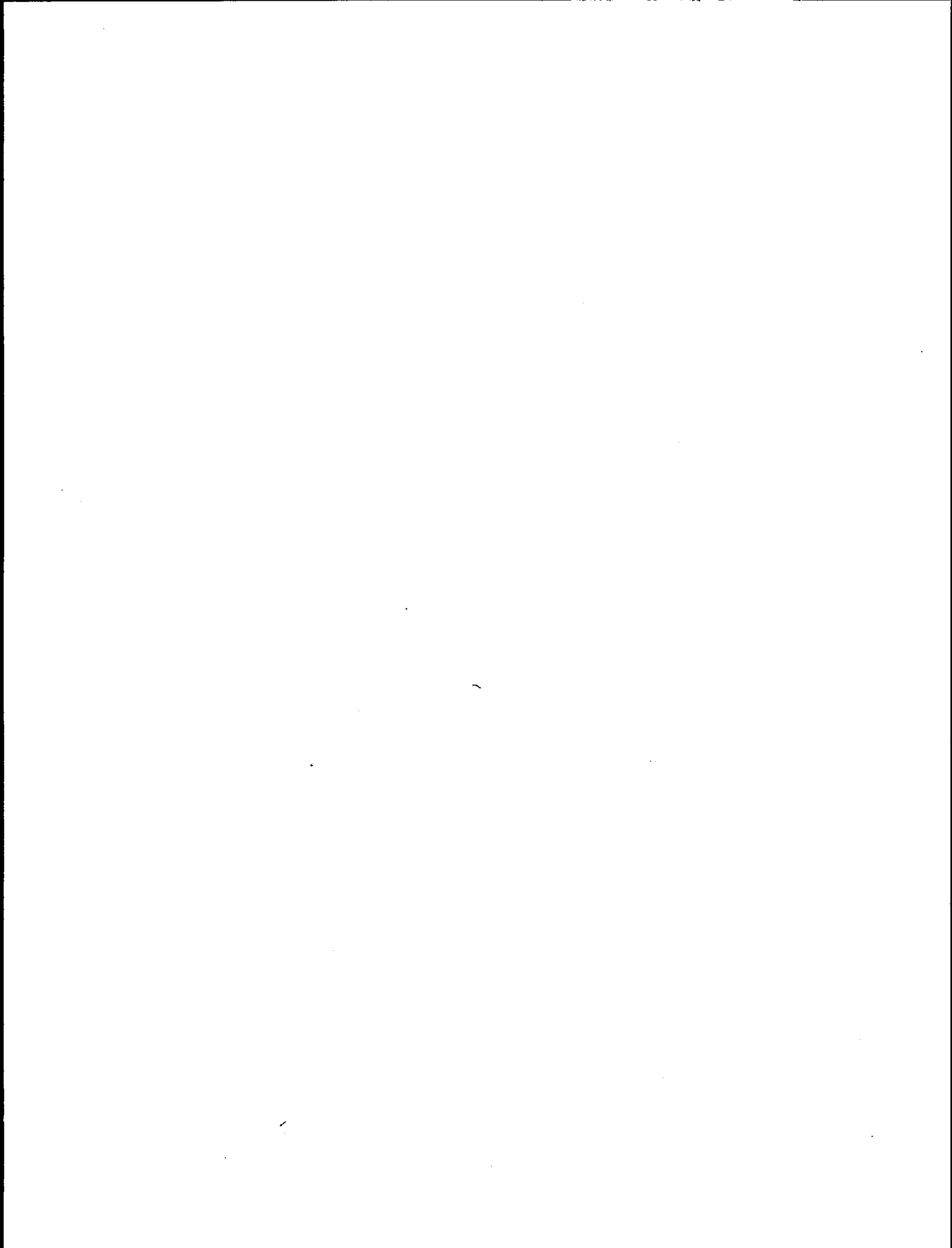
- l'administration générale est de classe 2,
- la prévention est de classe 3,
- le système de communications est de classe 2,
- la détection est de classe 4,
- l'organisation de lutte est de classe 4;

et ainsi de suite pour chacune des options.

Cette méthode d'élaboration des options laisse de nombreux points dans l'ombre. Ainsi, elle ne permet pas de dire les caractéristiques intérieures (quantité d'équipements et de personnel, budget, etc.) de chacune des cinq activités majeures d'un organisme de protection. Le système utilisé pour évaluer chacune de ces activités demeure assez peu précis; l'évaluation rapide présuppose qu'on doit s'en tenir au principal et surtout éviter de préciser indûment une variable aux dépens des autres.

Tableau XVI: Liste des options de protection

| Option | Administration générale | Prévention | Système de communications | Détection | Organisation de lutte |
|--------|-------------------------|------------|---------------------------|-----------|-----------------------|
| 1      | 2                       | 3          | 2                         | 4         | 4                     |
| 2      | 2                       | 3          | 2                         | 3         | 4                     |
| 3      | 2                       | 3          | 2                         | 3         | 3                     |
| 4      | 2                       | 3          | 2                         | 3         | 2                     |
| 5      | 2                       | 3          | 2                         | 2         | 2                     |
| 6      | 2                       | 3          | 2                         | 1         | 2                     |
| 7      | 1                       | 2          | 2                         | 2         | 3                     |
| 8      | 1                       | 2          | 2                         | 2         | 2                     |
| 9      | 1                       | 2          | 2                         | 2         | 1                     |
| 10     | 1                       | 2          | 2                         | 1         | 1                     |
| 11     | 1                       | 1          | 1                         | 1         | 1                     |
| 12     | 3                       | 4          | 3                         | 4         | 4                     |



## CHAPITRE VIII

### EVALUATION ECONOMIQUE DES RESSOURCES ET DES DOMMAGES

#### 8.1 IMPORTANCE DE LA FORET DANS L'ECONOMIE QUEBECOISE

La forêt québécoise engendre une foule de ressources dont la principale, au point de vue économique, est la matière ligneuse. Cette dernière est employée sous plusieurs formes: pâtes et papiers, sciage, déroulage, arbres de Noël, etc... La forêt, en tant qu'écosystème, renferme aussi d'autres ressources très importantes. Entre autres, elle sert d'habitat pour la faune, de réservoir d'eau, de générateur d'air pur, d'endroit idéal pour la récréation, etc... Etant données les tendances actuelles, ces autres secteurs sont appelés à prendre de plus en plus d'importance dans l'économie québécoise.

Donc, si l'on veut connaître la valeur réelle de la forêt du Québec, il est nécessaire de tenir compte de toutes ces ressources et de leurs influences directes et indirectes sur l'économie. Par exemple, on sait que, dans certains secteurs, un emploi direct engendre sou-

vent deux ou même trois emplois indirects. Pour mesurer l'impact économique de la forêt, il faut donc mesurer l'importance de toutes les activités reliées à ces diverses utilisations. C'est ainsi qu'on évalue généralement l'importance du secteur forestier à environ 25 p. 100 du produit national brut (*PNB*) du Québec<sup>1</sup>. Une étude de Ricard, Castonguay et Soumpholphakdy<sup>2</sup> (1975) évalue la participation minimum de la forêt sous ses divers aspects (matière ligneuse, faune, eau, loisirs) à 18,83 p. 100 du *PNB*, pour l'année 1971. De plus, leurs calculs donnent 5,48 p. 100 du *PNB* comme étant la valeur des effets directs de la matière ligneuse. Le multiplicateur de revenu étant de 2,08 pour cette ressource, on peut conclure que l'impact économique de la ressource "matière ligneuse" au Québec est au moins de 11,40 p. 100 du *PNB*. La différence entre 18,83 et 11,40, soit 7,43 p. 100 du *PNB*, représente les effets directs et indirects de toutes les autres ressources forestières. On doit noter que ces valeurs sont des minima.

Si pour la participation de l'ensemble du secteur forestier, on prend le chiffre de 25 p. 100 au lieu de 18,83 p. 100, la valeur de la matière ligneuse deviendra

$$\frac{25}{18,83} \times 11,40 = 15,14\% \text{ du } PNB$$

et les autres ressources,

$$25\% - 15,14\% = 9,86\% \text{ du } PNB \text{ du Québec.}$$

<sup>1</sup> NADEAU, J.-P. et R. DESROSIERS, 1970.

<sup>2</sup> RICARD, P., A. CASTONGUAY et S. SOUMPHOLPHAKDY, 1975.

En 1971, le PNB du Québec était de \$22 735 millions et la superficie des forêts productives et improductives était de 115 073 000 hectares. Il est en effet nécessaire de tenir compte de la superficie de toutes les forêts du Québec parce que les ressources autres que la matière ligneuse se retrouvent aussi dans les forêts improductives.

Tableau XVII: Importance de la forêt au Québec

|                  | Ricard, Castonguay et Soumphonphakdy | Nadeau et Desrosiers |
|------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Matière ligneuse | 11,40% (\$22.52/ha)                  | 15,14% (\$29.91/ha)  |
| Autres           | 7,43% (\$14.68/ha)                   | 9,86% (\$19.48/ha)   |
| Total            | 18,83% (\$37.20/ha)                  | 25,00% (\$49.39/ha)  |

Il faut cependant noter que ces valeurs représentent l'utilisation des ressources qui a été faite en 1971 et non l'utilisation potentielle. En effet, le potentiel de chaque ressource n'est sûrement pas entièrement exploité. Par exemple, la possibilité en matière ligneuse n'est pas entièrement utilisée et il en est de même pour les autres ressources.

Cette méthode d'évaluation est basée sur les revenus tirés de la forêt actuellement exploitée au Québec. C'est pourquoi elle donne un bon aperçu de l'importance économique actuelle de la forêt, mais ne tient pas compte des revenus futurs. Les forêts à évaluer se situent entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles et sont pratiquement inexploitées. Il faut trouver un autre moyen d'avoir une idée représentative de leur valeur. Une autre méthode a donc été développée dans les pages qui suivent.

## 8.2 EVALUATION DES FORETS NORDIQUES

### 8.2.1 INTRODUCTION

La protection contre le feu a pour but de préserver les ressources qui se trouvent dans la forêt. Bien entendu, ce sont les seules ressources susceptibles, d'une manière ou d'une autre, d'être affectées par le feu qui doivent être prises en considération. Il est donc nécessaire de bien identifier ces ressources.

La valeur des ressources constitue la justification principale de la protection. Une valeur est une appréciation et les critères d'évaluation peuvent donc varier selon les personnes qui effectuent l'évaluation. Autrement dit, une évaluation demeure toujours un peu subjective. Le critère qui sera utilisé ici est le dollar. Plusieurs raisons motivent ce choix. Tout d'abord, l'analyse économique suppose la comparaison entre les coûts et les bénéfices. Comme les coûts sont exprimés en dollars, les bénéfices doivent être également en dollars pour leur être comparés. Deuxièmement, comme il y a plusieurs ressources à évaluer, le dollar est le critère le plus facilement utilisable.

L'utilisation du dollar présente aussi des inconvénients. Entre autres, le dollar varie selon le temps et il devient parfois difficile de le fixer par rapport à une année donnée. De plus, certaines ressources s'évaluent difficilement en dollars parce qu'elles sont intangibles et qu'elles ne se vendent pas; on ne peut donc pas fixer de prix pour elles. Généralement, la valeur d'une ressource est le revenu actuel ou futur que l'on peut en tirer. De plus, vient aussi s'ajouter une

valeur indirecte provenant de l'exploitation d'une ressource donnée.

La première étape consiste à identifier les ressources.

## 8.2.2 PRINCIPES D'EVALUATION DES RESSOURCES

### 8.2.2.1 Identification des ressources

Nous avons divisé les ressources en cinq secteurs.

#### Premier secteur: VEGETATION

##### 1. Ressource: matière ligneuse

La seule ressource quantifiable à l'heure actuelle dans ce secteur est la matière ligneuse, comme matière première pour l'industrie.

#### Second secteur: FAUNE

1. Ressource: original
2. Ressource: caribou
3. Ressource: castor
4. Ressource: autres animaux (oiseaux, animaux à fourrure, etc.)
5. Ressource: faune aquatique

Il s'agit ici de la faune considérée comme matière première commerciale ou industrielle dans le but d'en tirer un revenu. C'est aussi un moyen de subsistance pour les autochtones.

#### Troisième secteur: RECREATION

1. Ressource: tourisme, chasse et pêche.

C'est l'utilisation sportive qui est considérée ici. Ces activités étant très difficiles à séparer, elles sont considérées comme un tout.

Quatrième secteur: EAU

1. Ressource: hydro-électricité
2. Ressource: eau potable

Cinquième secteur: AUTRES RESSOURCES

Logiquement, ces ressources sont celles qui devraient être influencées par les feux de forêt, donc celles qui constituent la valeur à protéger.

#### 8.2.2.2 Définition d'une ressource potentielle

Evaluer la quantité disponible d'une ressource quelconque pose des problèmes, surtout dans le territoire étudié. Comme la majorité des ressources concernées ne font l'objet que d'une utilisation la plupart du temps assez restreinte et que, de plus, les inventaires, pour en déterminer la quantité, sont assez peu nombreux et imprécis, il faut poser plusieurs hypothèses.

Tout d'abord, on peut dire que les ressources existent dans une certaine quantité à l'heure actuelle, mais que leur utilisation est future. De plus, la quantité d'une ressource peut varier dans le temps par suite d'amélioration ou d'aménagements intensifs. Comme il est très difficile d'inclure ces changements, parfois hypothétiques, on les a simplement négligés dans les calculs. Cela amène une sous-estimation des ressources.

C'est donc la quantité actuelle d'une ressource qui sera considérée, ou la valeur actuelle des revenus qu'on en tire, lorsqu'il est impossible d'en déterminer la quantité.

### 8.2.2.3 Formule générale

Théoriquement, la valeur totale d'un territoire est la somme des valeurs individuelles de chacune des ressources. Mathématiquement, cela s'exprime par:

$$V = \sum_{i=1}^n V_{Ri}$$

$V$  = valeur du territoire pour la protection

$V_R$  = valeur d'une ressource particulière qui peut être influencée par le feu

$i$  = 1 ...  $n$  = chacune des ressources.

Une ressource peut avoir, relativement aux autres, plus d'importance; mais les autres, bien que secondaires pour le moment, doivent également faire partie de la formule. Ainsi, à la lumière de nouvelles informations ou de nouveaux développements, on pourrait les intégrer facilement aux calculs.

### 8.2.2.4 Répartition des ressources sur le territoire

Une ressource quelconque peut se retrouver sur une superficie assez restreinte. Comme on le sait, il est impossible d'établir un système de protection tenant compte de chaque particularité du terrain. Le système est établi pour un grand territoire et ce sont les hommes en place qui peuvent accorder une attention particulière à un emplacement donné. Pour toutes ces raisons, on fait l'hypothèse que chaque hectare de superficie protégée représente la même valeur. La

valeur des ressources est déterminée selon les inventaires et les données disponibles, puis répartie uniformément sur le territoire. Certaines parties du territoire seront ainsi sous-estimées, tandis que d'autres se trouveront sur-estimées. Mais dans l'ensemble, étant donné la grande superficie considérée, les valeurs moyennes ainsi estimées seront représentatives.

#### 8.2.2.5 Valeur indirecte

L'utilisation d'une ressource entraîne des revenus directs et indirects. Les revenus directs sont les revenus tirés de la vente même de la ressource tandis que les revenus indirects sont les effets secondaires qu'entraîne l'exploitation d'une ressource dans divers secteurs de l'économie. Pour tenir compte de l'importance réelle d'une ressource, il faut donc calculer ses effets indirects sur l'économie. Pour ce faire, on utilise un coefficient appelé multiplicateur de revenus. Le multiplicateur de revenus multiplie les revenus directs d'une ressource et change de valeur pour chaque secteur de l'économie.

Il peut paraître illogique d'appliquer un multiplicateur de revenus à des ressources non encore exploitées, mais il faut garder à l'esprit que les forêts du Moyen Nord québécois le seront dans un avenir passablement rapproché et qu'une destruction présente de cette ressource entraîne une diminution future de revenus.

### 8.2.3 EVALUATION DE CHACUNE DES RESSOURCES

#### 8.2.3.1 La matière ligneuse

La formule employée pour trouver la valeur de la matière ligneuse de cette région est la suivante:

$$V_{ML} = \frac{VSP \times VM \times MR \times 0,4}{ST}$$

où

$V_{ML}$  = valeur de la matière ligneuse (\$/ha)

$VSP$  = valeur de bois sur pied (\$/m<sup>3</sup>)

$VM$  = volume total de bois marchand sur le territoire (m<sup>3</sup>)

$MR$  = multiplicateur de revenus pour le secteur matière ligneuse

$ST$  = superficie totale du territoire (ha)

0,4 = facteur de correction tenant compte du fait que la forêt n'est pas actuellement exploitable de façon économique.

#### VSP

Le droit de coupe est ici considéré comme étant la valeur la plus représentative de la valeur du bois sur pied ( $VSP$ ). Comme dans le territoire étudié, la forêt est composée presque exclusivement de résineux (bois à pâte), c'est donc le droit de coupe correspondant à cette catégorie qui est retenu. Ce droit de coupe atteint, selon le nouvel Arrêté en Conseil du 15 janvier 1975, la somme de \$5.00/cunit; donc pour l'instant,  $VSP$  sera égale à \$5.00/cunit ou encore \$1.17/m<sup>3</sup>.

### Facteur de 0,4

La valeur de bois sur pied mentionnée plus haut est une valeur actuelle pour les bois immédiatement exploitables de façon économique. Mais, entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles, les forêts ne sont pas encore économiquement exploitables. Par contre, selon le Livre blanc, elles peuvent le devenir dans 15 ou 20 ans, lorsque les besoins en matière ligneuse ou les techniques d'exploitation permettront d'y accéder. Donc, leur VSP actuelle se trouve diminuée.

A ce sujet, J.S. Mactavish (1968) a développé une théorie très intéressante dans une publication intitulée: *L'Evaluation des dommages causés par les incendies aux peuplements forestiers arrivés à maturité*. Cette théorie est basée sur des principes économiques reconnus et couramment appliqués. De plus, elle a l'avantage d'être très simple d'application. En effet, elle se résume aux grandes lignes suivantes. Mactavish divise la forêt en trois zones, soit la zone d'exploitabilité, la zone de spéculation et la zone d'insignifiance.

#### Zone d'exploitabilité

Elle comprend toutes les terres forestières productives qui peuvent être actuellement exploitées sans pertes financières. Les dommages par hectare causés par le feu à une telle forêt seraient évalués de la façon suivante:

$$D = PV_1 - SV_2$$

où  $P$  = valeur marchande unitaire du volume de bois non endommagé

$V_1$  = volume de bois non endommagé par hectare

$S$  = valeur unitaire du volume de bois récupéré

$V_2$  = volume de bois récupéré par hectare

Il est à remarquer que, pour le territoire compris entre le 50<sup>e</sup> et le 53<sup>e</sup> parallèles,  $D = PV_1$  parce qu'il n'y a pas actuellement de bois récupéré.

#### Zone de spéculation

Cette zone comprend les forêts productives d'où le bois ne peut être extrait économiquement à l'heure actuelle mais, d'après les prévisions, pourra l'être dans les 45 prochaines années. Dans cette zone, le bois doit être évalué en pourcentage de la valeur actuelle de la forêt même, suivant l'époque où il deviendra normalement vendable en l'absence d'incendie. Les pourcentages d'évaluation choisis sont les suivants:

| <u>Années de spéculation</u> | <u>Pourcentages</u> |
|------------------------------|---------------------|
| 1-10                         | 80                  |
| 11-25                        | 40                  |
| 26-45                        | 20                  |

#### Zone d'insignifiance

Elle comprend toutes les forêts productives que l'on ne s'attend pas à voir devenir économiquement rentables avant 45 ans, ainsi

que toutes les terres forestières non productives. Dans cette zone, les dommages causés par le feu à la matière ligneuse sont considérés comme ayant une valeur nulle.

La forêt du territoire étudié pouvant être exploitée de façon rentable dans approximativement 15-20 ans, il faut donc calculer 40 p. 100 de la valeur du bois sur pied d'une forêt actuellement exploitable comme étant sa valeur actuelle.

#### VM

VM représente le volume à maturité des forêts marchandes du territoire, c'est-à-dire celles où le taux de boisement est supérieur à 49 m<sup>3</sup>/ha. D'après les données prises dans la première partie de ce travail, le volume total de la forêt marchande est égal à 1 189 082 000 m<sup>3</sup>.

#### ST

ST est la superficie totale du territoire, forêts productive et improductive comprises. Etant donné l'impossibilité de prévoir si un feu brûlera de la forêt productive ou de la forêt improductive, l'hypothèse suivante a été avancée: sur l'ensemble d'un grand territoire, la superficie brûlée par type de forêt est proportionnelle à la superficie totale de chaque type sur ce même territoire. La superficie totale étant ici de 33 093 670 hectares, il faut donc diviser par ce chiffre pour obtenir une valeur moyenne par hectare. En faisant ainsi une moyenne, on n'aura pas à tenir compte du genre de forêt brûlée lors du calcul des dommages.

Etant donné que, dans ce travail, il faut tenir compte des influences primaires et secondaires des feux de forêt sur l'économie, il est nécessaire de tenir compte des effets indirects qu'entraîne la diminution d'une ressource comme la matière ligneuse sur l'ensemble de l'économie de la province. Pour ce faire, on doit multiplier la valeur directe du bois telle que décrite précédemment, par un facteur appelé multiplicateur de revenus. Ricard, Castonguay et Soumpholphakdy<sup>1</sup> ont calculé un multiplicateur de revenus de 2,08 pour la matière ligneuse.

Résultats

$$V_{ML} = \frac{\$1.77/m^3 \times 1\,189\,082\,000\ m^3 \times 2,08 \times 0,4}{33\,093\,670\ ha}$$

$$V_{ML} = \$52.91/ha$$

$V_{ML}$  est ici une valeur moyenne de la matière ligneuse pour chaque hectare du territoire.

8.2.3.2 La récréation

Plusieurs études, surtout américaines, ont été faites pour mesurer la valeur économique des terrains consacrés à la récréation. Tous les auteurs s'entendent pour affirmer que ce n'est pas une tâche facile. Selon Brackman (1959), les principales raisons sont que:

---

<sup>1</sup> RICARD, P., A. CASTONGUAY et S. SOUMPHOLPHAKDY, 1975. *op. cit.*

- 1) Les bénéfices de la récréation sont intangibles; ils diffèrent selon chaque individu;
- 2) La valeur de la récréation n'est pas standard comme celle d'une automobile ou de vêtements et elle ne peut être cataloguée et comparée;
- 3) Les données disponibles sont limitées;
- 4) Les terrains à valeur récréative sont très souvent propriété de l'Etat et leur valeur ne peut être déterminée sur le marché;
- 5) Les investissements réalisés pour permettre la récréation (routes, chalets, camping, etc...) sont souvent inclus dans les dépenses d'un organisme gouvernemental quelconque et par conséquent, difficilement identifiables.

Dans le territoire étudié, la récréation est constituée par le tourisme, la chasse et la pêche sportives. Au point de vue économique, la récréation a donc une valeur puisqu'elle entraîne des investissements, qu'elle crée des emplois et qu'elle occasionne des dépenses de la part des utilisateurs. La récréation dépend de l'Etat et des possibilités de la forêt. Le feu, en endommageant la forêt, influence grandement la récréation; la protection a donc aussi pour but de sauvegarder cette ressource et il est justifié d'en tenir compte dans le calcul des valeurs à protéger.

Il est facile de prouver que la récréation a une valeur; le problème consiste à la quantifier en termes monétaires. Pour trouver cette valeur, on fait l'hypothèse qu'elle est égale à la somme des revenus qu'il est possible d'en retirer. Ces revenus proviennent de l'argent dépensé par les utilisateurs. On obtient donc que la valeur de la récréation est égale aux dépenses des utilisateurs pour se la procurer. On peut, avec cette méthode, chiffrer monétairement la valeur de la ressource.

La récréation a la particularité de produire un revenu chaque année. Pour calculer sa valeur sur un territoire, il faut donc tenir compte non seulement des revenus de l'année, mais aussi de ceux des années futures. Un peu plus loin, on démontrera qu'un feu de forêt diminue le potentiel de la récréation pour une période d'environ 25 ans. Donc, au double point de vue de l'économie et de la protection, la valeur de la récréation est égale à l'actualisation des revenus de celles-ci sur une période de 25 ans.

La formule pour évaluer la récréation est donc :

$$V_{REC} = \frac{\sum_{i=1}^{25} \frac{Dep. i}{(1+I)^i}}{ST} \times MR$$

où

- $V_{REC}$  valeur de la récréation par hectare (\$/ha)
- $Dep. i$  somme des dépenses faites par les utilisateurs pour l'année considérée (\$)
- $I$  taux d'actualisation
- $MR$  multiplicateur de revenus
- $ST$  superficie totale du territoire considéré (ha)

#### Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation choisi est 7 p. 100, ce qui représente le taux de rendement moyen des obligations d'épargne du Canada. Pour l'Etat, c'est normalement le taux qui est choisi.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MESHAN, E.J., 1971.

### Dépenses des utilisateurs

Le facteur principal de cette formule est constitué par la somme des dépenses effectuées par le public à l'intérieur du territoire considéré. La région concernée par cette étude, c'est-à-dire, la zone entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles, ne fait pas l'objet d'une compilation précise concernant les dépenses en récréation. De plus, il faut avoir au moins une estimation des revenus annuels pour les 25 prochaines années.

Au chapitre III du présent travail, on a cité les chiffres de Paré (1972b) concernant les dépenses en récréation: on y voit qu'en 1971, les dépenses totales ont été de \$2 145 750. De plus, Paré donnait des estimations de l'ordre de \$7 500 000 et de \$22 500 000 pour 1980 et 1990 respectivement. Ces deux derniers chiffres tenaient compte de l'hypothèse du développement d'un réseau routier dans la région de la baie James et ailleurs. Cette hypothèse est déjà grandement réalisée à l'heure actuelle et on peut la considérer comme très valable. Enfin, ces chiffres correspondent aux estimations les plus basses de Paré (1972b), ce qui aurait tendance à sous-estimer les dépenses réelles (pour plus de détails, voir le chapitre III).

Cependant, ces chiffres se rapportent à toute la zone du Nouveau-Québec. En tenant compte de la superficie du territoire, de la facilité d'accès et des ressources disponibles, on fait l'hypothèse que ces dépenses sont réalisées à environ 60 p. 100 dans la zone comprise entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles. Le tableau XVIII donne donc les dépenses totales en récréation pour 1971, 1980 et 1990.

Tableau XVIII: Dépenses totales en récréation

| Année | Pour l'ensemble du<br>Nouveau-Québec | Pour la zone<br>50 <sup>e</sup> -53 <sup>e</sup> parallèles |
|-------|--------------------------------------|---|
|       | \$                                   | \$  |
| 1971  | 2 145 750                            | 1 287 450   |
| 1980  | 7 500 000                            | 4 500 000   |
| 1990  | 22 500 000                           | 13 500 000  |

A partir des chiffres ci-dessus, il est possible de simuler les dépenses en récréation pour les années 1975 à 1999, en utilisant le programme *APL* appelé *SACADOS*<sup>1</sup>. L'équation trouvée est la suivante:

$$Y = 1216,3158 + 42,5526 X + 28,5816 X^2$$

où

$Y$  = dépenses en récréation pour l'année considérée, en unités de \$1 000

$X$  = année considérée - 1970  
(ex.: 1975-1970 = 5 =>  $X$  = 5)

Multiplicateur de revenus (*MR*)

Comme pour la matière ligneuse, un multiplicateur de revenus est utilisé pour tenir compte des effets indirects de la récréation sur l'économie. Selon le système de comptabilité du Québec, le *MR* pour cette ressource est de 1,57<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> BOUDOUX, M. et F. BONENFANT, 1974.

<sup>2</sup> Bureau de la statistique du Québec, 1974.

Tableau XIX: Dépenses en récréation et actualisation de 1975 à 1999

| ANNEE | (2)<br>DEPENSES<br>STIMULEES<br>(\$1 000) | (3)<br>FACTEUR<br>D'ACTUALISATION<br>(1 + i) <sup>n</sup> | (4)<br>DEPENSES<br>ACTUALISEES<br>(\$1 000) | (5)<br>SOMME<br>CUMULATIVE<br>(\$1 000) |
|-------|---|---|---|---|
| 1975  | 2143.62                                   | 1, 00000  | 2143.62                                     | 2143.62                                 |
| 1976  | 2500.57                                   | 1, 07000  | 2336.98                                     | 4480.60                                 |
| 1977  | 2914.68                                   | 1, 14490  | 2545.80                                     | 7026.40                                 |
| 1978  | 3385.96                                   | 1, 22504  | 2763.95                                     | 9790.35                                 |
| 1979  | 3914.40                                   | 1, 31080  | 2986.28                                     | 12776.62                                |
| 1980  | 4500.00                                   | 1, 40255  | 3208.44                                     | 15985.06                                |
| 1981  | 5142.77                                   | 1, 50073  | 3426.84                                     | 19411.91                                |
| 1982  | 5842.70                                   | 1, 60578  | 3638.54                                     | 23050.44                                |
| 1983  | 6599.79                                   | 1, 71819  | 3841.14                                     | 26891.58                                |
| 1984  | 7414.05                                   | 1, 83846  | 4032.75                                     | 30924.33                                |
| 1985  | 8285.46                                   | 1, 96715  | 4211.91                                     | 35136.24                                |
| 1986  | 9214.05                                   | 2, 10485  | 4377.53                                     | 39513.77                                |
| 1987  | 10199.79                                  | 2, 25219  | 4528.83                                     | 44042.60                                |
| 1988  | 11242.70                                  | 2, 40985  | 4665.32                                     | 48707.92                                |
| 1989  | 12342.77                                  | 2, 57853  | 4786.74                                     | 53494.66                                |
| 1990  | 13500.01                                  | 2, 75903  | 4893.02                                     | 58387.68                                |
| 1991  | 14714.41                                  | 2, 95216  | 4984.28                                     | 63371.96                                |
| 1992  | 15985.97                                  | 3, 15882  | 5060.75                                     | 68432.71                                |
| 1993  | 17314.69                                  | 3, 37993  | 5122.79                                     | 73555.50                                |
| 1994  | 18700.58                                  | 3, 61653  | 5170.87                                     | 78726.37                                |
| 1995  | 20143.63                                  | 3, 86968  | 5205.50                                     | 83931.87                                |
| 1996  | 21643.85                                  | 4, 14056  | 5227.27                                     | 89159.14                                |
| 1997  | 23201.22                                  | 4, 43040  | 5236.82                                     | 94395.96                                |
| 1998  | 24815.76                                  | 4, 74053  | 5234.81                                     | 99630.77                                |
| 1999  | 26487.47                                  | 5, 07237  | 5221.91                                     | 104852.68                               |

### Superficie totale (ST)

Le symbole *ST* représente toute la superficie couverte par cette recherche, soit 33 093 670 hectares.

### Résultats

$$V_{REC} = \frac{\$104\,852\,680 \times 1,57}{33\,093\,670}$$

$$V_{REC} = \$4.97/\text{ha}$$

La valeur récréative actuelle d'un hectare du territoire est donc de \$4.97.

#### 8.2.3.3 Valeur de la forêt pour les autochtones

Quelle est la valeur de ce que les Amérindiens tirent de la forêt du Moyen Nord québécois? Une étude sur le sujet est présentement en cours par les gouvernements fédéral et provincial dans le cadre des négociations avec les autochtones du Québec. Malheureusement, les résultats ne sont pas encore disponibles. En attendant, il faudra faire la meilleure approximation possible.

Pour faciliter les calculs, on ne tiendra compte que des principales ressources, soit la vente des fourrures récoltées et la quantité de viande des animaux tués. Il est très difficile d'obtenir des données stables concernant la quantité de viande abattue pour l'ensemble

du territoire. Seule une étude a été faite pour les réserves du territoire de la baie James. Cette région sera donc choisie comme zone pilote pour trouver la valeur moyenne d'un hectare de forêt pour les Amérindiens. On considère cette valeur par hectare comme étant applicable à toute la zone comprise entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles dans le Québec.

La formule employée est la suivante:

$$V_{AUT} = \frac{(V_F \times MR) + V_V}{ST}$$

où:

- $V_{AUT}$  = valeur que les autochtones tirent de la forêt (\$/ha)
- $V_F$  = valeur des fourrures vendues (\$)
- $MR$  = multiplicateur de revenus pour les fourrures
- $V_V$  = valeur des viandes abattues par les autochtones (\$)
- $ST$  = surface totale du territoire dans lequel les fourrures et la viande ont été récoltées.

#### Fourrures

Etant donné qu'un incendie forestier diminue le potentiel en fourrures pour environ 25 ans, comme il le sera démontré un peu plus loin, il est nécessaire de calculer la valeur actuelle des revenus futurs de cette ressource. On fera donc une projection des revenus pour les 25 prochaines années, soit jusqu'en 1999. Pour ce faire, on a utilisé les statistiques officielles de vente des fourrures dans les réserves de la baie James pour la période s'étendant de 1965 à 1973

(tableau XX). Les réserves concernées sont Fort Rupert, Nouveau-Comp-  
toir, Eastmain, Fort George, Waswanipi, Mistassini et Nemaska. Ces sta-  
tistiques démontrent que le taux d'accroissement moyen des revenus de  
la vente des fourrures pendant cette période est d'environ 5 p. 100 par  
année.

Tableau XX: Revenus de la vente des fourrures pour les  
Amérindiens (territoires de chasse de la  
baie James)<sup>1</sup>

| <u>Année</u> | <u>Revenus (\$1 000)</u> |
|--------------|--------------------------|
| 1965         | 267,34                   |
| 1966         | 250,65                   |
| 1967         | 325,97                   |
| 1968         | 464,92                   |
| 1969         | 309,13                   |
| 1970         | 299,45                   |
| 1971         | 323,32                   |
| 1972         | 534,92                   |
| 1973         | 477,39                   |

Moyenne des 4,5 premières années

$$\frac{267,34 + 250,65 + 325,97 + 464,92 + 0,5 (309,13)}{4,5} = 325,21 \text{ (\$1 000/an)}$$

Moyenne des 4,5 dernières années

$$\frac{0,5 (309,13) + 299,45 + 323,32 + 534,92 + 477,39}{4,5} = 397,70 \text{ (\$1 000/an)}$$

<sup>1</sup> Informations prises au ministère du Tourisme, de la Chasse et de la  
Pêche, Division des fourrures.

Augmentation durant 4,5 années

$$\frac{(397,70 - 325,21) \times 100}{325,21} = 22,29\%$$

Augmentation moyenne annuelle

$$\frac{22,29\%}{4,5} = 4,95\% \approx 5\%$$

Pour déterminer à partir de quels revenus et de quelle année la projection débute, il faut alors faire la moyenne ( $\bar{M}$ ) des revenus pour les 9 années et considérer cette moyenne comme étant le revenu de l'année centrale de la période, soit 1969.

$$\bar{M} = \frac{3253,09}{9} = 361,45 (\$1\ 000/\text{an})$$

Donc, à partir de 1969, on simule une augmentation annuelle du revenu de 5 p. 100 jusqu'en 1999. Comme pour la récréation, le taux d'actualisation est de 7 p. 100 et on actualise à l'année 1975 le revenu simulé des 25 dernières années. On fait ensuite la somme des revenus actualisés, ce qui donne la valeur actuelle des revenus futurs des fourrures (tableau XXI). Enfin, pour trouver l'effet global d'une telle vente de fourrures sur l'économie québécoise, la somme des revenus actualisés est multipliée par le multiplicateur de revenus de ce secteur, soit 1,33. Ce multiplicateur de revenus a été établi selon les données du système de comptabilité économique du Québec<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Bureau de la statistique du Québec, 1974.

Tableau XXI: Revenus actualisés de la vente des fourrures de 1975 à 1999 pour la région de la baie James.

| ANNEE | REVENU<br>SIMILE<br>(\$1 000) | FACTEUR<br>D'ACTUALISATION<br>(1 + i) <sup>n</sup> | REVENU<br>ACTUALISE<br>(\$1 000) | SOME<br>CUMULATIVE<br>(\$1 000) |
|-------|-------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 1975  | 469.87                        | 1,00000  | 469.87                           | 469.87                          |
| 1976  | 487.94                        | 1,07000  | 456.02                           | 925.89                          |
| 1977  | 506.01                        | 1,14490  | 441.97                           | 1367.86                         |
| 1978  | 524.08                        | 1,22504  | 427.81                           | 1795.66                         |
| 1979  | 542.15                        | 1,31080  | 413.60                           | 2209.27                         |
| 1980  | 560.22                        | 1,40255  | 399.43                           | 2608.70                         |
| 1981  | 578.29                        | 1,50073  | 385.34                           | 2994.03                         |
| 1982  | 596.36                        | 1,60578  | 371.38                           | 3365.42                         |
| 1983  | 614.43                        | 1,71819  | 357.60                           | 3723.02                         |
| 1984  | 632.50                        | 1,83846  | 344.04                           | 4067.06                         |
| 1985  | 650.57                        | 1,96715  | 330.72                           | 4397.78                         |
| 1986  | 668.64                        | 2,10485  | 317.67                           | 4715.44                         |
| 1987  | 686.71                        | 2,25219  | 304.91                           | 5020.35                         |
| 1988  | 704.78                        | 2,40985  | 292.46                           | 5312.81                         |
| 1989  | 722.85                        | 2,57853  | 280.33                           | 5593.14                         |
| 1990  | 740.92                        | 2,75903  | 268.54                           | 5861.69                         |
| 1991  | 758.99                        | 2,95216  | 257.10                           | 6118.78                         |
| 1992  | 777.06                        | 3,15882  | 246.00                           | 6364.78                         |
| 1993  | 795.13                        | 3,37993  | 235.25                           | 6600.03                         |
| 1994  | 813.20                        | 3,61653  | 224.86                           | 6824.89                         |
| 1995  | 831.27                        | 3,86968  | 214.82                           | 7039.70                         |
| 1996  | 849.34                        | 4,14056  | 205.13                           | 7244.83                         |
| 1997  | 867.41                        | 4,43040  | 195.79                           | 7440.61                         |
| 1998  | 885.48                        | 4,74053  | 186.79                           | 7627.40                         |
| 1999  | 903.55                        | 5,07237  | 178.13                           | 7805.54                         |

## Viande

Pour les mêmes raisons que pour les fourrures, il faut aussi faire une projection pour les 25 prochaines années afin de trouver la valeur des viandes abattues par les autochtones. Le processus d'actualisation des revenus demeure le même que pour les fourrures. Seule la simulation des revenus change. En effet, les seules statistiques mises à notre disposition concernant la quantité et le prix des viandes abattues dans la région de la baie James, sont pour l'année 1968/69<sup>1</sup>.

Au sujet de la valeur des viandes, il est essentiel de mentionner qu'elle n'est pas susceptible d'être multipliée par un multiplicateur de revenus. En effet, dans le cas qui nous intéresse, la viande passe directement du producteur au consommateur, sans avoir ainsi influencé l'économie québécoise par des effets indirects.

## ST

*ST* représente la superficie totale dans laquelle la valeur de la forêt pour les autochtones est calculée. Cette superficie est celle des réserves mentionnées plus haut, soit 30 226 200 hectares.

## Résultats

$$V_{AUT} = \frac{(\$7\ 805\ 540 \times 1,33) + \$5\ 283\ 380}{30\ 226\ 200\ \text{ha}} = \$0.52/\text{ha}$$

Cette valeur est calculée dans une zone pilote, soit la région de la baie James. Cette zone pilote étant jugée représentative de tout le territoire compris entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles au Québec, on peut donc appliquer cette valeur à l'ensemble du territoire.

<sup>1</sup> SDBJ et SEBJ, 1974.

Tableau XXII: Valeur actualisée des viandes abattues de 1975 à 1999 pour la région de la baie James.

| ANNEE | REVENU<br>SIMILE<br>(\$1 000) | FACTEUR<br>D'ACTUALISATION<br>(1 + i) <sup>n</sup> | REVENU<br>ACTUALISE<br>(\$1 000) | SOMME<br>CUMULATIVE<br>(\$1 000) |
|-------|-------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|
| 1975  | 423.71                        | 1,00000  | 423.71                           | 423.71                           |
| 1976  | 423.71                        | 1,07000  | 395.99                           | 819.70                           |
| 1977  | 423.71                        | 1,14490  | 370.08                           | 1189.79                          |
| 1978  | 423.71                        | 1,22504  | 345.87                           | 1535.66                          |
| 1979  | 423.71                        | 1,31080  | 323.25                           | 1858.91                          |
| 1980  | 423.71                        | 1,40255  | 302.10                           | 2161.00                          |
| 1981  | 423.71                        | 1,50073  | 282.34                           | 2443.34                          |
| 1982  | 423.71                        | 1,60578  | 263.87                           | 2707.21                          |
| 1983  | 423.71                        | 1,71819  | 246.60                           | 2953.81                          |
| 1984  | 423.71                        | 1,83846  | 230.47                           | 3184.28                          |
| 1985  | 423.71                        | 1,96715  | 215.39                           | 3399.67                          |
| 1986  | 423.71                        | 2,10485  | 201.30                           | 3600.97                          |
| 1987  | 423.71                        | 2,25219  | 188.13                           | 3789.11                          |
| 1988  | 423.71                        | 2,40985  | 175.82                           | 3964.93                          |
| 1989  | 423.71                        | 2,57853  | 164.32                           | 4129.25                          |
| 1990  | 423.71                        | 2,75903  | 153.57                           | 4282.82                          |
| 1991  | 423.71                        | 2,95216  | 143.53                           | 4426.35                          |
| 1992  | 423.71                        | 3,15882  | 134.14                           | 4560.49                          |
| 1993  | 423.71                        | 3,37993  | 125.36                           | 4685.85                          |
| 1994  | 423.71                        | 3,61653  | 117.16                           | 4803.01                          |
| 1995  | 423.71                        | 3,86968  | 109.49                           | 4912.50                          |
| 1996  | 423.71                        | 4,14056  | 102.33                           | 5014.83                          |
| 1997  | 423.71                        | 4,43040  | 95.64                            | 5110.47                          |
| 1998  | 423.71                        | 4,74053  | 89.38                            | 5199.85                          |
| 1999  | 423.71                        | 5,07237  | 83.53                            | 5283.38                          |

#### 8.2.3.4 L'eau

L'eau est intimement liée à la forêt à cause de la capacité de rétention et du pouvoir de régularisation de celle-ci. Deux utilisations principales de l'eau peuvent être facilement dégagées. Premièrement, la production d'hydro-électricité est sans contredit une utilisation de l'eau très importante pour l'économie. Deuxièmement, l'utilisation comme eau potable pour la consommation humaine et industrielle est essentielle.

La forêt joue un grand rôle dans la "production" d'eau. La destruction de la forêt amène des conséquences sur la qualité et la quantité de l'eau déversée par un bassin. Ces conséquences sont cependant difficilement quantifiables et très diverses. Les influences sur la faune aquatique, sur l'érosion des sols, sur la débit d'une rivière pourvue d'un barrage hydro-électrique et, finalement, sur la qualité même de l'eau sont intimement reliées et très variables selon les caractéristiques particulières d'un endroit donné.

En ce qui concerne l'eau potable, il est très difficile d'attache une valeur monétaire à cette ressource, étant donnée son importance relative au Québec. D'un autre côté, l'hydro-électricité a entraîné d'énormes investissements. Cependant, il est à peu près impossible de calculer la valeur de cette ressource dans l'optique de la protection. En effet, les recherches effectuées n'ont pas permis de conclure à une influence significative de la destruction de la forêt par le feu sur la production d'électricité. Etant donné la grandeur des bassins hydrographiques concernés pour un barrage, un feu devrait

avoir des proportions gigantesques pour influencer sérieusement la production d'hydro-électricité.

En résumé, malgré l'utilisation de l'eau comme eau potable et pour la production d'électricité, il est impossible de déterminer assez exactement la valeur de cette ressource dans l'optique de la protection. Devant cette indétermination, la valeur de la ressource eau sera présumée égale à zéro pour les calculs ultérieurs. Si des études futures viennent préciser cette valeur, elle pourra alors être incluse dans les calculs.

#### 8.2.3.5 Les autres ressources

Les quatre secteurs de ressources décrits et étudiés dans les parties précédentes rassemblent les ressources forestières connues et utilisées à l'heure actuelle. D'autres utilisations de la forêt nordique peuvent apparaître au cours des décennies futures et, par conséquent, augmenter encore la valeur de ces territoires pour le Québec.

Cependant, dans le cadre de cette recherche, il est inutile de spéculer sur ces utilisations possibles mais non encore déterminées exactement. Pour déterminer la valeur de la forêt au point de vue de la protection, il est préférable de se limiter aux seules ressources connues et pour lesquelles il est possible d'obtenir des informations. En conséquence, la valeur des autres ressources est elle aussi présumée égale à zéro, pour le moment.

### 8.3 EVALUATION DES DOMMAGES ET DES PERTES

Les ressources du territoire à l'étude ayant été évaluées, il reste maintenant à déterminer la proportion de chaque ressource perdue lors d'un incendie forestier.

#### 8.3.1 LES COEFFICIENTS DE DOMMAGE

La formule générale pour évaluer en termes monétaires les dommages causés à un hectare de forêt est la suivante:

$$D = \alpha V_{ML} + \beta V_{REC} + \gamma V_{AUT} + \delta V_{EAU} + \epsilon V_{AUTRES}$$

Les constantes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  et  $\epsilon$  sont appelées coefficients de dommages et représentent la proportion de la valeur d'une ressource donnée qui est perdue à cause du feu. Il existe très peu d'études sérieuses sur l'évaluation de tels coefficients; aussi ont-ils été évalués spécialement pour cette recherche par des visites sur le terrain.

Ces coefficients ont été évalués par des observations de brûlis plus ou moins récents, un peu partout sur le territoire soumis à l'étude et même à l'extérieur. Les Sociétés de conservation concernées ont grandement facilité ce travail sur leur territoire respectif en nous permettant d'utiliser leurs moyens de patrouille, aussi bien aériens que terrestres. L'expérience des hommes travaillant pour ces Sociétés a également été utilisée et leur entière coopération à répondre à nos questions a permis de compléter les observations.

Le coefficient de dommage pour la ressource matière ligneuse ( $\alpha$ ) est égal à 0,90. Cela veut dire que 90 p. 100 de la valeur économique de la matière ligneuse est perdu à cause du feu. Pour presque tous les feux, la destruction de la strate commerciale ou potentielle commerciale est généralement complète. Le coefficient aurait donc dû être égal à 1,00 ou 100 p. 100, mais pour tenir compte d'une possible récupération après feu, il a été fixé à 0,90.

Le coefficient  $\beta$  pour la récréation est plus difficile à évaluer. En effet, la valeur de la récréation est basée sur plusieurs éléments tels la faune terrestre et aquatique, l'aspect esthétique et la flore. Le feu entraîne la disparition presque complète de la faune terrestre pour plusieurs années. La forêt en tant qu'habitat permanent, est généralement détruite pour une période de 5 ans et le rendement redevient satisfaisant après une période de 20 à 25 ans. Il n'a pas été possible de déterminer l'influence exacte du feu sur la faune aquatique, mais les constatations faites portent à croire que l'influence est peu significative. Ces remarques sont valables seulement lorsqu'on considère les grands feux, mais comme la presque totalité de la superficie brûlée est due à de grands feux, on peut facilement les considérer comme vraies.

De plus, l'aspect esthétique est considérablement perturbé par le feu. Comme pour la faune, il faut attendre environ 25 ans pour que la régénération vienne effacer d'une manière satisfaisante les traces d'un feu.

Pour toutes ces raisons, le coefficient  $\beta$  a été fixée à 0,75, 75 p. 100 de la valeur économique de la récréation sur une période de 25 ans étant perdue à cause du feu.

Les Amérindiens et les autres autochtones vivant sur le territoire voient leurs revenus de subsistance diminuer lorsqu'un feu survient. D'une manière générale, il est très difficile d'évaluer ce revenu en termes économiques et encore plus, de trouver l'influence du feu sur celui-ci. Le peu d'observations faites à ce sujet ne permet pas de tirer une conclusion certaine, mais pour les besoins de cette étude, le coefficient  $\gamma$  est fixé à 0,50. Ce chiffre pourra être précisé davantage lorsque des études plus complètes seront disponibles.

Quant aux coefficients  $\delta$  et  $\epsilon$ , respectivement pour la ressource eau et les autres ressources de la forêt, ils n'ont pas été évalués. En effet, il était inutile de les calculer du fait que la valeur des ressources considérées était elle-même inconnue et considérée comme égale à zéro dans les deux cas.

### 8.3.2 VALEUR DES DOMMAGES

Si l'on applique l'équation et les coefficients de dommages données à la partie précédente, on obtient les résultats du tableau XXIII.

En conclusion, lorsqu'un hectare de forêt est détruit dans le territoire étudié, les dommages causés sont évalués à \$51.61, cette valeur étant une moyenne pour l'ensemble du territoire à l'étude.

Tableau XXIII: Valeur des dommages

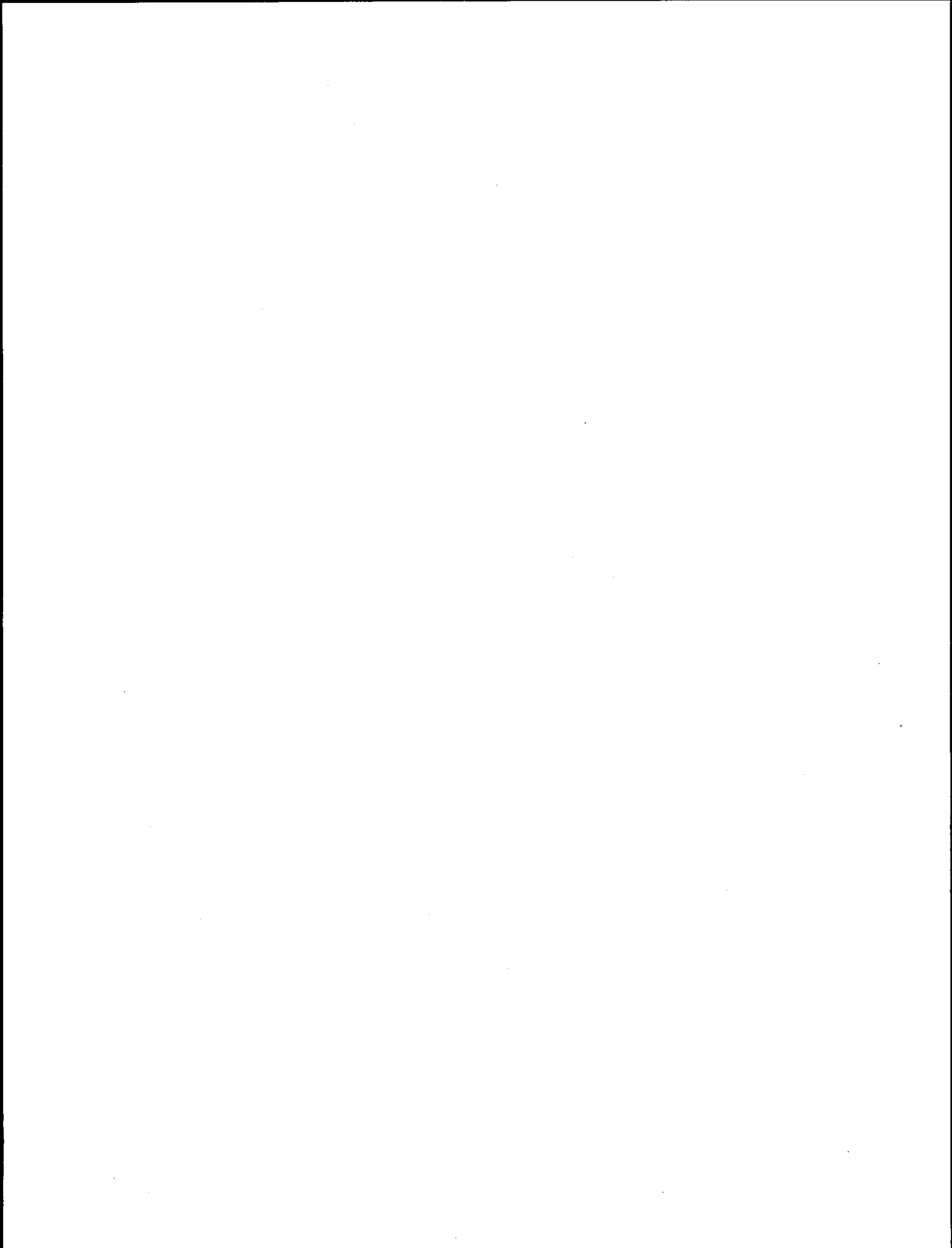
| Ressource        | Valeur économique* | Coefficient de dommage | Valeur des dommages* |
|------------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| Matière ligneuse | 52.91              | 0,90                   | 47.62                |
| Récréation       | 4.97               | 0,75                   | 3.73                 |
| Autochtones      | 0.52               | 0,50                   | 0.26                 |
| Eau              | 0.00               | -                      | -                    |
| Autres           | 0.00               | -                      | -                    |
| Total            | 58.40              |                        | 51.61                |

\* Toutes les valeurs sont exprimées en \$/1975/ha.

### 8.3.3 DEFINITION DES PERTES

Lorsqu'un feu survient, il cause des dommages à la forêt et aux ressources qu'elle supporte et, de plus, occasionne des frais pour son extinction. Logiquement, il est normal d'inclure ces coûts de lutte dans le calcul des pertes. En effet, les coûts de lutte sont directement fonction du nombre de feux et de la superficie totale brûlée au cours d'une saison. Les pertes subies à cause d'un feu seront donc égales à \$51.61 multiplié par le nombre d'hectares brûlés et additionné au coût de la lutte contre l'incendie.

La simulation qui sera faite dans le chapitre suivant permettra d'évaluer les pertes pour chacune des options.



## CHAPITRE IX

### COÛTS ET PERTES PAR OPTION DE PROTECTION

Toutes les données nécessaires à la simulation de plusieurs intensités de protection sur un même territoire sont maintenant disponibles. Les équations et les options de protection décrites précédemment constituent les matières premières d'une telle simulation. L'utilisation d'un ordinateur permet de gagner du temps et de faire un grand nombre de simulations.

Les simulations effectuées au cours des recherches ont porté sur l'ensemble du territoire étudié et aussi sur chaque partie du territoire selon les limites des Sociétés de conservation, soit la Côte-Nord, le Saguenay - Lac-Saint-Jean et le Nord-Ouest. Cependant, seuls les résultats concernant l'ensemble du territoire seront présentés ici.

## 9.1 EVALUATION DE CERTAINES VARIABLES

Les équations utilisent des variables pour représenter les conditions extérieures du terrain à protéger. Ce sont la superficie protégée (*SP*), l'accessibilité (*ACC*), la fréquentation humaine (*FH*), les conditions météorologiques (*CM*) et le genre de forêt (*TF*). Ces variations n'ont pas encore été déterminées pour l'ensemble du territoire. Quatre de ces cinq variables sont faciles à évaluer puisqu'elles sont constantes. Seules les conditions météorologiques doivent faire l'objet d'hypothèses de travail.

La superficie protégée est égale à la somme des superficies déclarées par les trois Sociétés de conservation comme faisant l'objet d'une protection restreinte. Elle exclut cependant la superficie au nord du 53<sup>e</sup> parallèle, protégée pour le compte de la Société de développement de la baie James. Donc, la *SP* est de 33 093 670 hectares.

Trois variables: l'accessibilité, la fréquentation humaine et le type forestier sont évalués selon les méthodes expliquées au chapitre IV. Pour l'ensemble du territoire;

$ACC = 4$  (facile sur environ 40 p. 100 du territoire)

$FH = 3$  (fréquentation restreinte)

$TF = 8,526$  (selon la formule de la partie 4.6)

Finalement, les conditions météorologiques sont plus difficiles à déterminer. Cette variable, sans doute la plus importante pour la protection, a la particularité d'être très aléatoire et de n'être connue qu'à la fin de la saison de protection. En conséquence, il faut

prendre des moyennes, représentant le passé. Malheureusement, le territoire concerné ne contient que très peu de stations météorologiques et, de plus, celles qui existent n'ont été installées que depuis quelques années. La valeur moyenne de la variable *CM* des 21 situations de protection est de 1,16 avec un écart-type de 0,40 et les valeurs minimum et maximum sont de 0,51 et 1,97 respectivement. On peut donc considérer que la valeur de la variable *CM* est en moyenne égale à environ 1,20. Cependant, pour obtenir de plus grandes possibilités d'analyse, des simulations ont été faites pour des *CM* de 0,80, 1,00, 1,20, 1,40, 1,60 et 1,80 respectivement.

## 9.2 APPLICATION DES EQUATIONS

Des simulations ont été faites pour les territoires de chacune des Sociétés de conservation et aussi pour l'ensemble du territoire et pour les six valeurs que peut prendre la variable *CM*. De plus, pour tenir compte de l'erreur inhérente à l'utilisation des équations, chaque simulation est reprise trois fois. C'est ce qu'on appelle ici "niveau". Le niveau "REALISTE" considère que les équations n'ont aucune erreur. Le niveau "PESSIMISTE" suppose une erreur positive, où le nombre de feux et les coûts de protection seront plus grands pour la même intensité de protection. Le niveau "OPTIMISTE" signifie le contraire, c'est-à-dire un moins grand nombre de feux et des coûts plus faibles. Par exemple, pour la même intensité:

| <u>NIVEAU</u> | <u>NOMBRE DE FEUX</u> | <u>COUTS</u> |
|---------------|-----------------------|--------------|
| Pessimiste    | 4                     | \$30         |
| Réaliste      | 3                     | \$25         |
| Optimiste     | 2                     | \$20         |

Ces chiffres sont purement arbitraires.

Les erreurs de chaque équation ont été calculées au chapitre 6.

### 9.3 PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats de la simulation se présentent sous forme de 72 tableaux. Chacun de ces tableaux donne les résultats principaux pour chacune des 12 options qui font l'objet de l'étude. Ces résultats sont: le nombre de feux, la superficie moyenne par feu, la superficie totale brûlée au cours de la saison, le coût de lutte et, finalement, le coût de fonctionnement de l'organisme de protection.

L'analyse de rentabilité qui sera faite au chapitre suivant ne portera que sur une partie de ces résultats. Compte tenu du but de cette recherche, seul l'ensemble du territoire sera étudié. On ne trouvera donc dans ce texte que les tableaux se rapportant à la simulation pour l'ensemble du territoire, en tenant compte du niveau réaliste seulement.

Ces tableaux sont présentés en appendice (n° 1). On y trouvera aussi, à titre de référence, deux tableaux présentant les niveaux pessimiste et optimiste pour des conditions météorologiques moyennes ( $CM = 1,20$ ). Les figures 12, 13 et 14 permettent cependant de visualiser les résultats de la simulation par ordinateur.

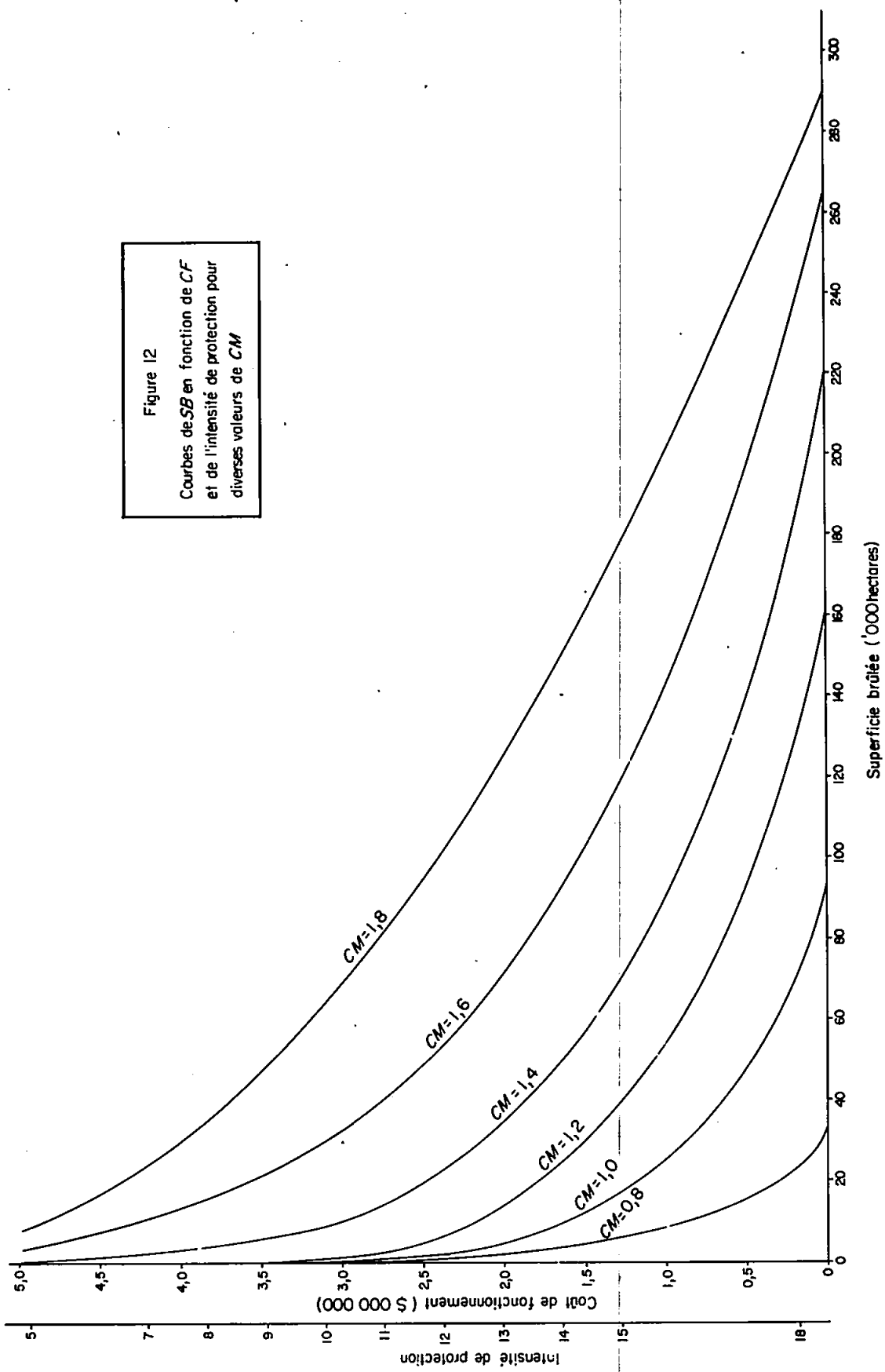


Figure 12  
 Courbes de SB en fonction de CF  
 et de l'intensité de protection pour  
 diverses valeurs de CM

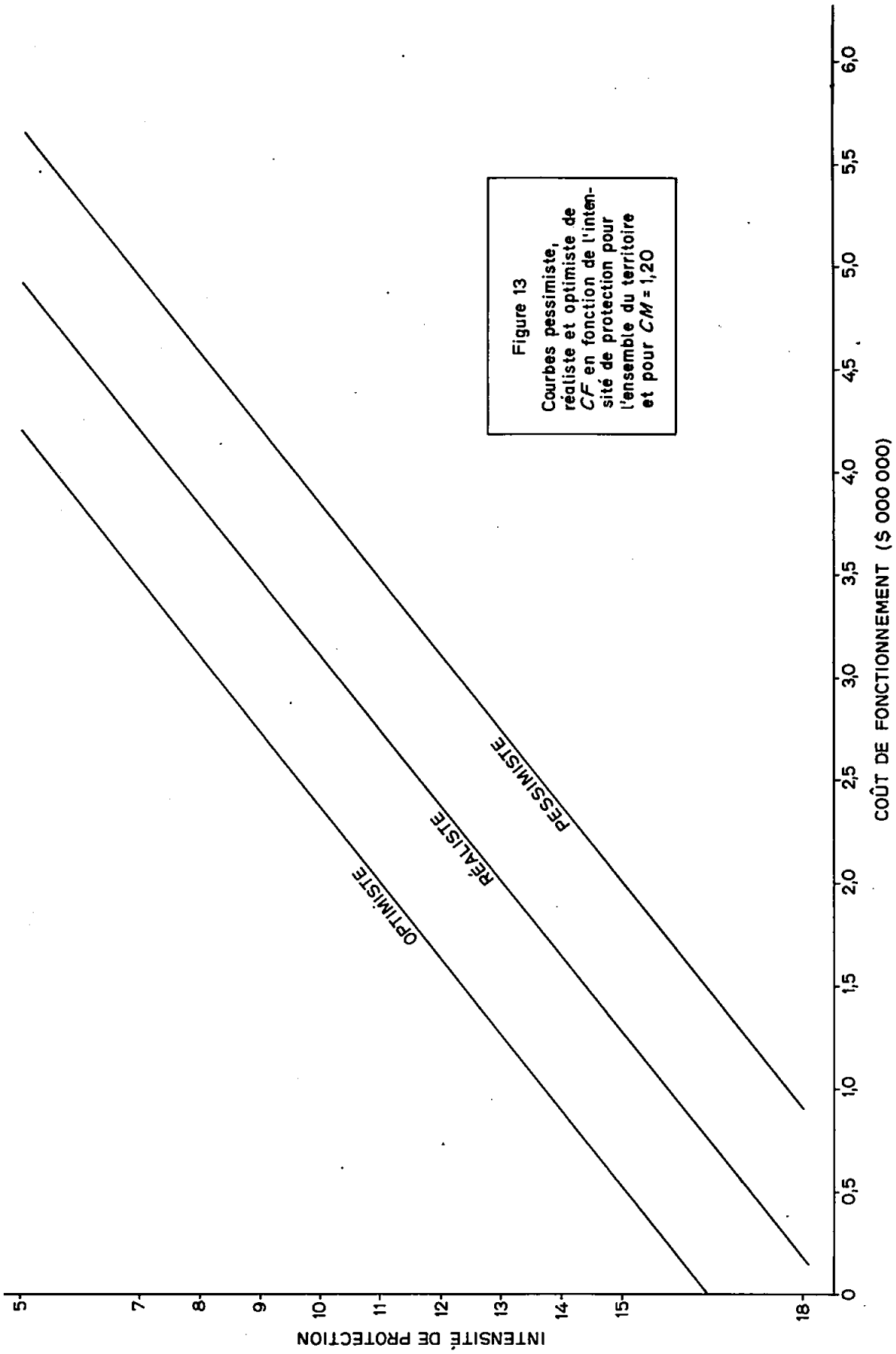
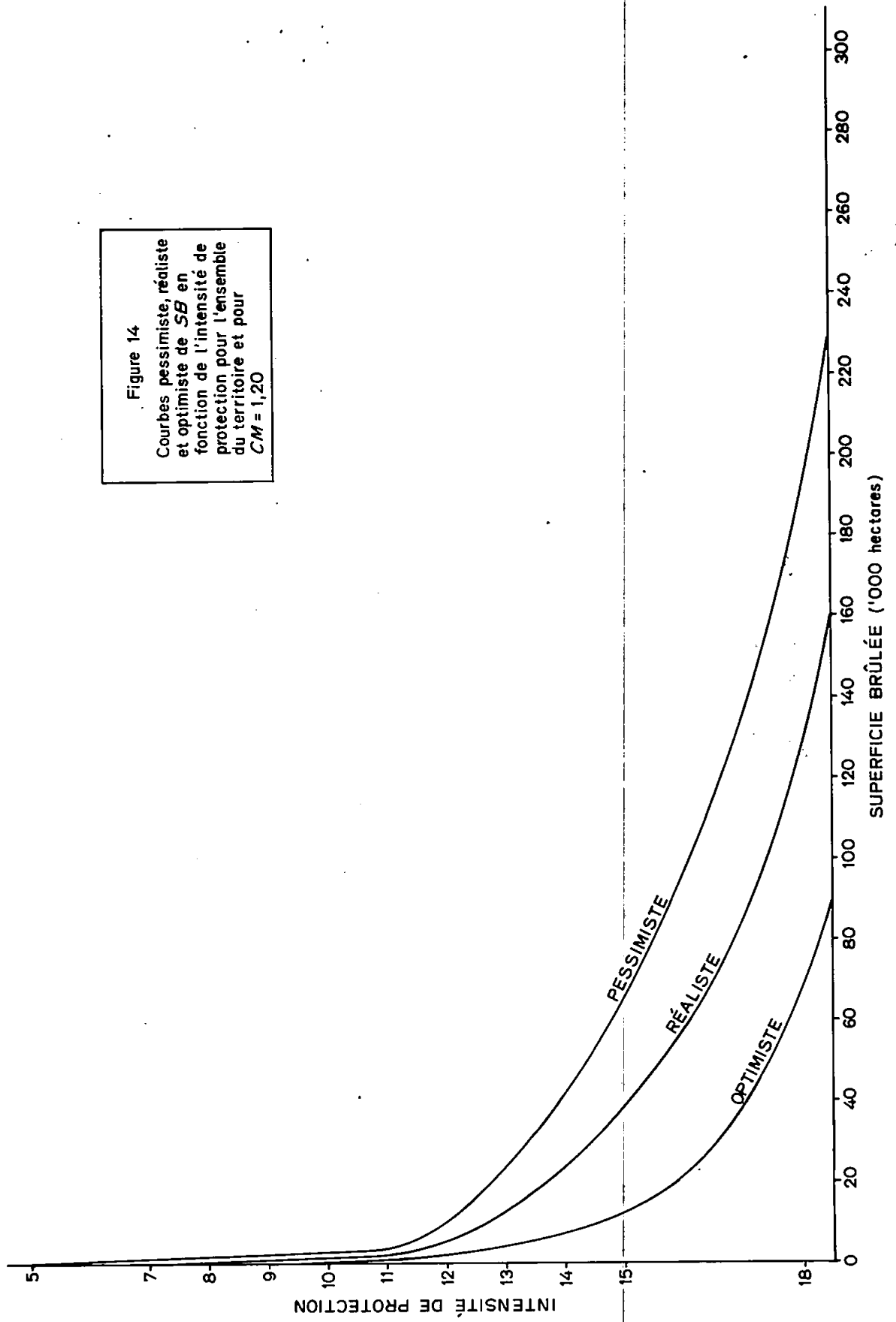


Figure 13  
 Courbes pessimiste, réaliste et optimiste de CF, en fonction de l'intensité de protection pour l'ensemble du territoire et pour  $CM = 1,20$

Figure 14

Courbes pessimiste, réaliste  
et optimiste de  $SB$  en  
fonction de l'intensité de  
protection pour l'ensemble  
du territoire et pour  
 $CM = 1,20$



#### 9.4 REMARQUES

Les équations permettent de construire un guide pour l'allocation des budgets de protection, donnant les investissements nécessaires et même les résultats probables en termes de nombre de feux et de superficie brûlée selon l'intensité de protection envisagée, les variables du territoire à protéger et diverses conditions météorologiques.

Une telle simulation de la protection n'a jamais été faite dans le passé. Les résultats présentés ici sont loin d'être parfaits; entre autres, les équations présentent des erreurs relativement importantes dues au caractère très aléatoire de la protection.

## CHAPITRE X

### ANALYSE DE RENTABILITE

#### 10.1 INTRODUCTION

Ce chapitre est une étude économique des résultats de la simulation faite au chapitre précédent. C'est donc une analyse des coûts et des pertes évitées par l'application de diverses intensités de protection, sur l'ensemble du territoire situé entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles au Québec.

Cette étude est faite essentiellement selon une approche marginale. Deux méthodes de calcul sont cependant utilisées. Premièrement, une analyse marginale par unité d'*input* (méthode n° 1), qui consiste à trouver l'alternative la plus rentable par une comparaison des coûts et des revenus (dommages évités) pour chaque augmentation d'une unité de l'intensité de protection. La deuxième méthode de calcul consiste à comparer plusieurs options de protection à une option de base. L'option de base choisie est l'absence de toute protection. Ces deux méthodes de calcul sont expliquées plus en détails un peu plus loin.

Chacune de ces méthodes à des avantages et des inconvénients, mais la combinaison des résultats permet sans aucun doute de tirer des conclusions valables.

## 10.2 ANALYSE MARGINALE PAR UNITE D'INPUT

### 10.2.1 METHODE

La méthode de calcul n° 1, appelée analyse marginale par unité d'*input*, consiste à comparer le revenu marginal avec le coût marginal résultant de l'augmentation d'une unité d'*input*. Règle générale, aussi longtemps que le revenu marginal est supérieur au coût marginal, il est rentable d'augmenter l'*input* d'une unité. La rentabilité maximale est atteinte lorsque, sur graphique, la courbe du revenu marginal croise la courbe du coût marginal. Cette méthode de calcul rencontre le grand critère de décision défini au début. Dans le cas présent, l'*input* est la protection et elle se mesure en unités d'intensité selon l'échelle illustrée à la partie suivante. En protection, il est préférable de parler de bénéfices plutôt que de revenus puisqu'il s'agit d'une réduction des pertes. On définit ainsi le coût et le bénéfice marginaux.

#### Coût marginal

Le coût marginal est le changement dans le coût total résultant de l'addition d'une unité de protection.

$$C \text{ marg.} = C_i - C_{i-1}$$

où

$$C_i = \text{coût de fonctionnement de l'organisme de protection à un niveau "i"}$$

$$C_{i-1} = \text{coût de fonctionnement de l'organisme de protection à un niveau "i-1"}$$

### Bénéfice marginal

Le bénéfice marginal est la valeur des pertes évitées quand l'intensité de la protection est augmentée d'une unité.

$$B \text{ marg.} = P_{i-1} - P_i$$

où

$P_i$  pertes subies en appliquant une intensité de protection de niveau "i"

$P_{i-1}$  pertes subies en appliquant une intensité de protection de niveau "i-1"

N.B.: Les pertes pour une intensité de protection donnée sont égales à la somme des coûts de lutte et de la valeur des dommages à la superficie brûlée pour cette intensité, soit:

$$P = CL + (SB \times VD)$$

où

$CL$  coût de lutte (\$)

$SB$  superficie brûlée (ha)

$VD$  valeur moyenne des dommages causés par le feu sur 1 hectare brûlé, soit \$51.61 (cf. 8.3.2)

#### 10.2.2 APPLICATION DE LA METHODE NUMERO 1

L'application de la méthode numéro 1, telle que décrite précédemment, se fait aussi à l'aide d'un ordinateur. Les résultats sont présentés en 72 tableaux, un tableau pour chacune des simulations effectuées au chapitre précédent. Une analyse marginale un peu plus détaillée est faite ici pour l'ensemble du territoire, selon l'option réaliste et selon six conditions météorologiques différentes (0,80 à 1,80).

Les tableaux de l'appendice II présentent cette analyse marginale. La signification de chacune des colonnes est la suivante:

1. Intensité de protection (unité)
2. Augmentation de l'intensité de protection (unité)
3. Diminution de superficie brûlée (ha)
4. Diminution des coûts de lutte (\$)
5. Augmentation du coût de fonctionnement, c'est-à-dire du coût marginal (\$)
6. Bénéfices marginaux = les pertes évitées (\$)
7. Recettes marginales nettes = les bénéfices marginaux moins les coûts marginaux (\$).

Chaque ligne représente une option selon un ordre croissant d'intensité. L'analyse marginale par unité d'*input* implique théoriquement l'augmentation constante d'une unité d'*input*. Dans un tableau de simulation (appendice I), les options sont classées selon un ordre croissant d'intensité, sauf la douzième qui est la moins intense. On a déjà dit que les deux dernières options (n<sup>os</sup> 11 et 12) sont des options de référence. Cela veut dire qu'elles représentent respectivement la plus forte et la plus faible intensité de protection qu'il est possible de simuler au moyen des équations. En d'autres mots, ces deux options représentent les conditions extrêmes. Comme on le sait, lors d'études statistiques telles que les équations de protection, les extrêmes ont des probabilités d'erreurs beaucoup plus grandes.

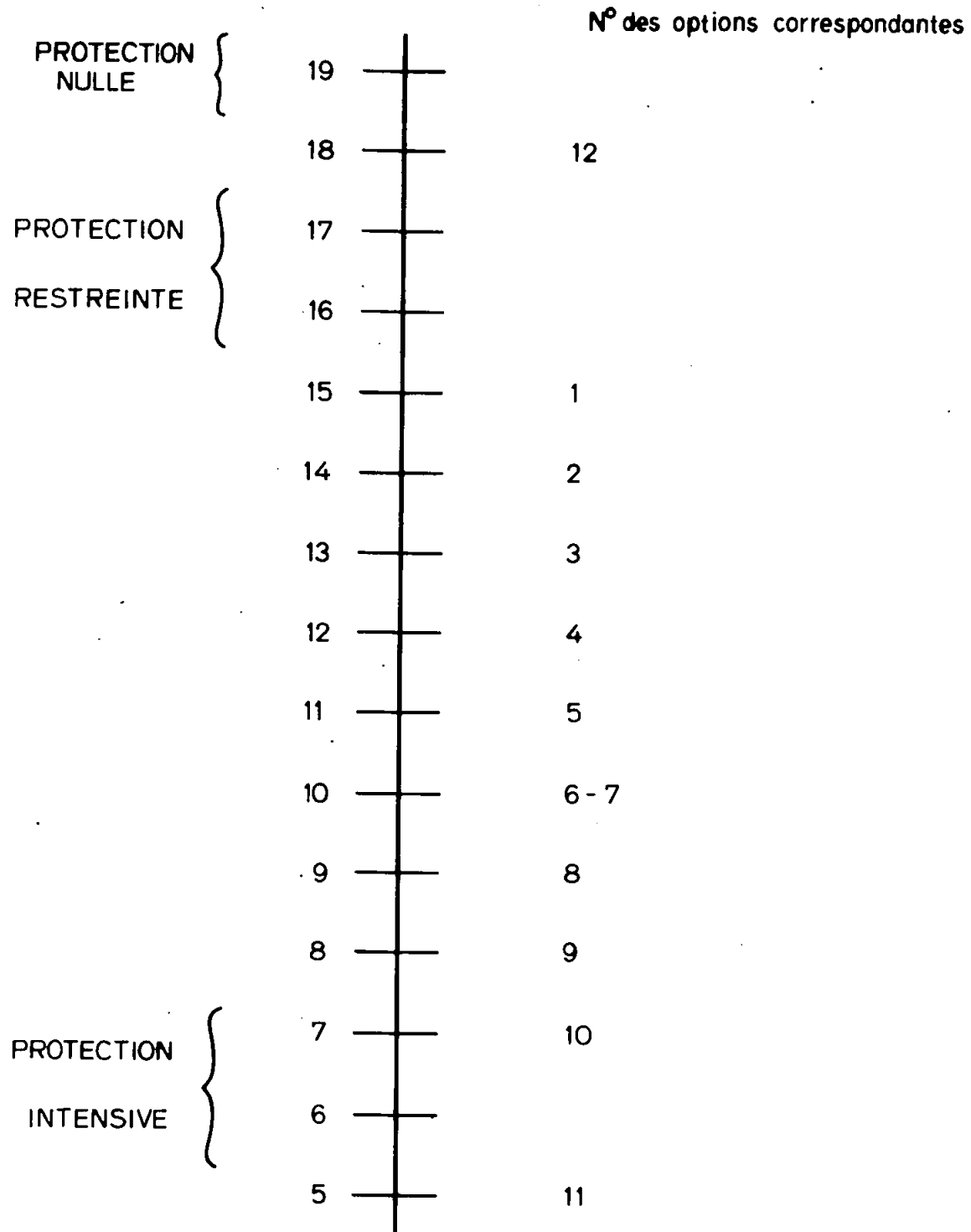
Dans la méthode numéro 1, chaque option est comparée à celle qui la précède au point de vue de l'intensité. Pour mieux visualiser les résultats, au lieu d'un numéro, chaque option est identifiée par le facteur *PROT*, qui sert de mesure à l'intensité de protection. Le facteur *PROT* est la somme des cinq variables qualifiant la protection. L'utilisation de ce facteur permet de construire une échelle d'intensité de protection (Figure 15).

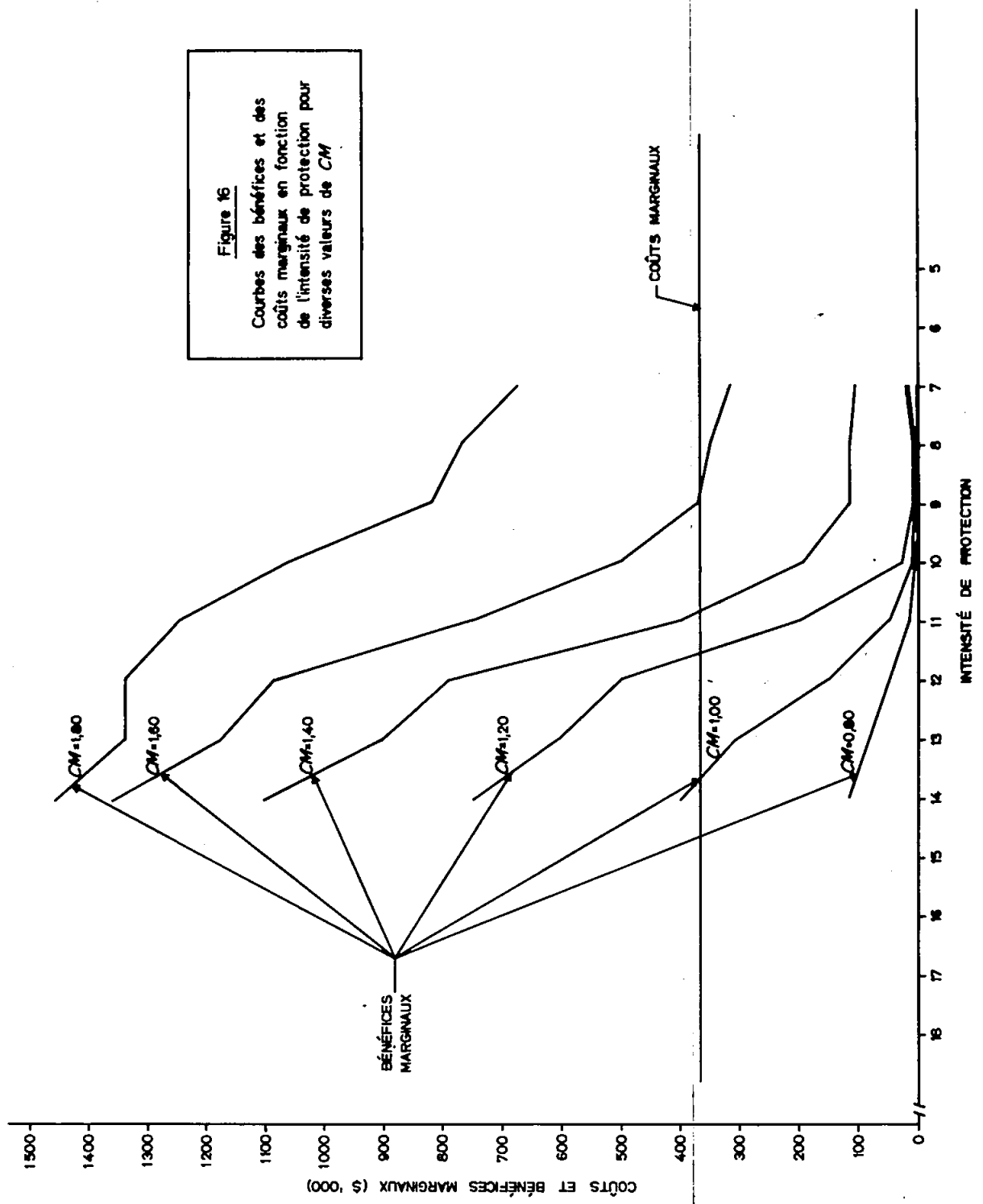
Seules les options dont l'intensité est comprise entre 14 et 7 peuvent être étudiées par la méthode de l'analyse marginale par unité d'*input*. En effet, en dehors de ce domaine de définition, la différence entre les options en terme d'unité d'intensité est supérieure à une unité. De plus, les options en dehors de ce domaine représentent des conditions extrêmes et sont donc très sujettes à erreur.

En conclusion, on ne peut déterminer la rentabilité par cette méthode qu'à l'intérieur du domaine de définition, c'est-à-dire entre les niveaux 14 et 7 d'intensité de protection. Sur chacun des tableaux représentant une certaine valeur de *CM*, l'option la plus rentable est celle qui correspond au niveau de la dernière recette marginale nette positive.

Pour mieux visualiser les résultats de la méthode numéro 1, on peut aussi les présenter sous forme de courbes (voir fig. 16). Ces courbes représentent les coûts et les bénéfices marginaux en fonction de l'intensité de la protection. Les courbes des bénéfices marginaux changent en fonction des conditions météorologiques tandis que la courbe des coûts marginaux demeure constante.

Figure 15 – Échelle d'intensité de la protection





Dans tous les cas où les courbes des bénéfices marginaux sont situées au-dessus de la courbe des coûts marginaux, il est rentable de protéger. Mais les intensités de protection les plus rentables sont déterminées par les intersections avec la courbe des coûts marginaux.

La figure 17 représente, sous forme d'histogramme, les recettes marginales nettes en fonction de l'intensité de protection et des différentes conditions météorologiques. Aussitôt que les recettes marginales nettes deviennent négatives, il n'est plus rentable d'augmenter l'intensité de la protection. Les intensités les plus rentables sont donc atteintes quand les recettes marginales nettes sont égales à zéro.

Que ce soit avec les tableaux, les courbes ou l'histogramme, le critère de décision est toujours le même et c'est celui qui a été déterminé au début de la recherche et énoncé comme suit:

"Le déboursé maximum économiquement justifiable en protection contre le feu est la valeur des dommages évités par cette protection".

Selon les trois présentations, l'option la plus rentable est la même.

### 10.3 ANALYSE MARGINALE : COMPARAISON DES OPTIONS DE PROTECTION

#### 10.3.1 METHODE

L'analyse marginale par unité d'*input* n'a fourni des résultats qu'à l'intérieur d'un domaine de définition limité. Il serait intéressant d'appliquer une deuxième méthode de calcul qui permettrait de

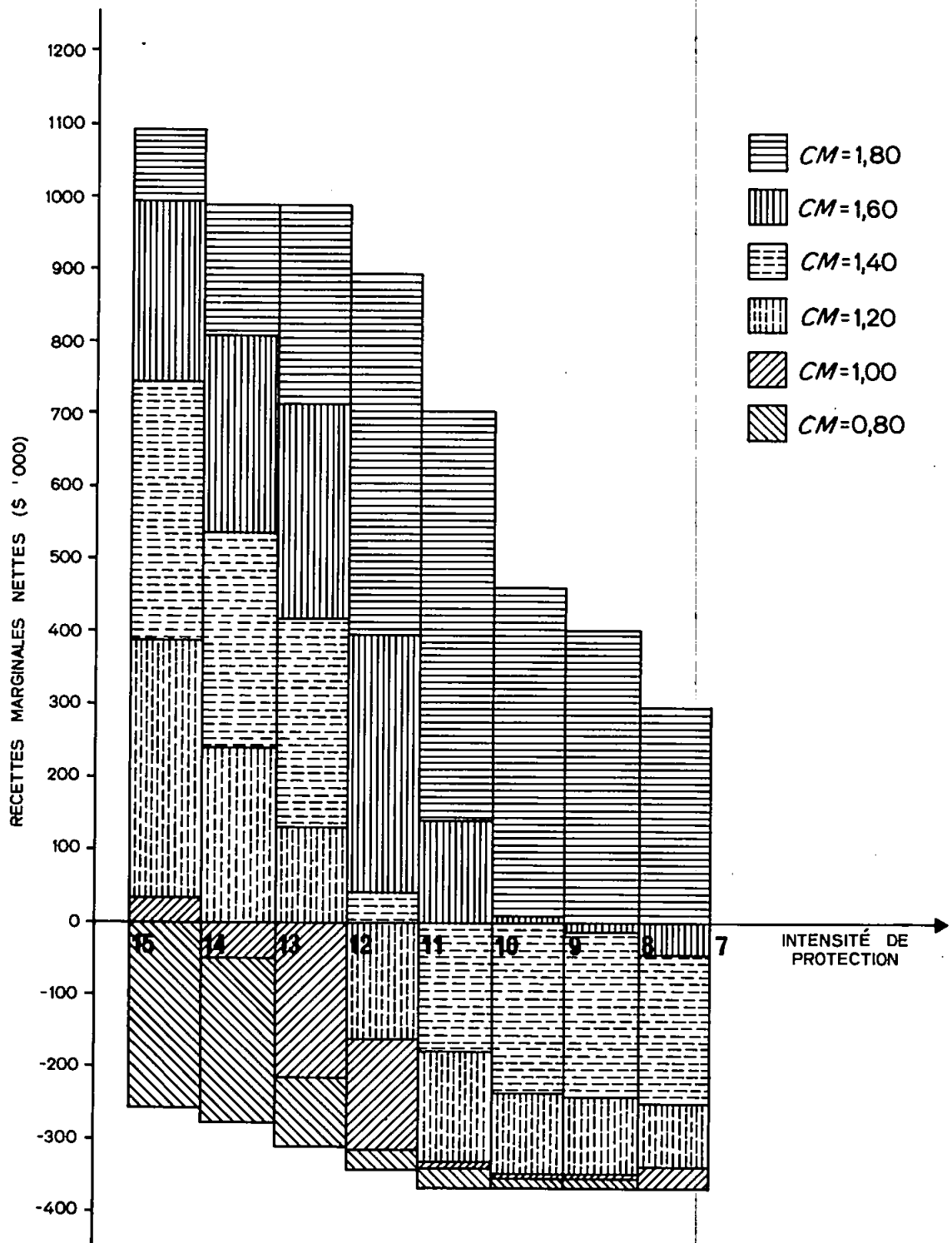


Figure 17 – Histogramme des recettes marginales nettes en fonction de l'intensité de protection pour diverses valeurs de  $CM$

tirer des conclusions à l'extérieur de ce domaine de définition et qui en même temps viendrait confirmer les résultats obtenus avec la première méthode. Cette deuxième méthode choisie est une analyse marginale par comparaison d'options de protection (méthode numéro 2).

Dans l'analyse économique d'un projet d'investissement, la valeur présente nette se définit comme les revenus totaux moins les coûts totaux, tous deux étant actualisés. Quand on compare plusieurs projets d'investissement par la valeur présente nette, il faut que l'actualisation soit faite sur la même période.

Dans le cas qui nous intéresse, deux difficultés se présentent. Premièrement, chacune des options peut être considérée comme un projet d'investissement dont on peut déterminer le coût mais non les revenus. En effet, les équations donnent les coûts et les pertes engendrées par chaque option. Pour trouver le bénéfice d'une option, il faut la comparer avec ce qui se serait produit s'il n'y avait pas eu de protection. Mathématiquement, on aura:

$$B \text{ marg.}_i = \text{Dommages}_0 - \text{Dommages}_i$$

$$C \text{ marg.}_i = (CF_i + CL_i) - (CF_0 + CL_0)$$

$$VPN = B \text{ marg.}_i - C \text{ marg.}_i$$

$$B \text{ marg.}_i = \text{bénéfice marginal du niveau } i$$

$$\text{Dommages}_0 = \text{dommages causés lorsqu'il n'y a pas de protection (dollars)}$$

$$\text{Dommages}_i = \text{dommages survenus lorsque l'option "i" est appliquée (dollars)}$$

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| $C \text{ marg.}_i$ | = | coût marginal du niveau "i"   |
| $CF_i$              | = | coût de fonctionnement de l'option "i"                              |
| $CL_i$              | = | coût de lutte de l'option "i"                                       |
| $CF_o$ et $CL_o$    | = | coûts lorsqu'il n'y a pas de protection; sont toujours égaux à zéro |
| $VPN$               | = | valeur présente nette   |

Cette méthode a été développée et utilisée pour la première fois par Nadeau *et al.* (1973b) dans leur étude sur la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

La deuxième difficulté est due à l'actualisation. Quand on compare une option à un projet d'investissement, on constate que le coût est initial tandis que les revenus (bénéfices de la protection) s'échelonnent sur plusieurs années. On n'a donc pas besoin d'actualiser les coûts puisqu'ils sont des valeurs présentes. Quant à la valeur économique des dommages, elle a été actualisée au chapitre VIII.

Appliquée de cette manière, cette méthode de calcul consiste vraiment à calculer la valeur présente nette. Une option est rentable si sa  $VPN$  est supérieure à zéro et parmi plusieurs options, la plus rentable est celle qui à la  $VPN$  la plus élevée.

### 10.3.2 APPLICATION DE LA METHODE NUMERO 2

Les coûts de chacune des options ont déjà été déterminés par la simulation (voir 9.3). Par contre, pour une option, les revenus sont égaux aux dommages épargnés par rapport aux dommages qu'il y aurait eu s'il n'y avait pas eu de protection. Donc, pour appliquer la méthode numéro 2, il faut déterminer les dommages qu'il y aurait s'il n'y avait aucune protection sur le territoire. En d'autres termes, il suffit de déterminer la superficie qui brûlerait au cours de la saison s'il n'y avait pas de protection, selon les différentes conditions météorologiques.

Si l'on fait l'étude des coûts marginaux et de l'intensité de protection, on peut poser comme hypothèse que la protection nulle correspond à une protection d'intensité 19 (tableaux des appendices I et II et Figure 12). En effet, les coûts de fonctionnement augmentent de façon constante, soit de \$366 985.51 par unité d'intensité de protection. La protection la plus faible étant d'intensité 18 et son coût de \$166 666.35, il est logique de prétendre que la protection nulle se situe au niveau 19. D'ailleurs, on peut faire les mêmes constatations pour la plupart de nos simulations.

Trois façons de calculer la superficie brûlée pour une protection nulle (intensité 19) sont possibles. Ce sont:

1. L'application des équations *NF* et *SMF* du chapitre 10 en considérant une valeur de 5 pour la prévention et de 15 pour le facteur *PROT* de *SMF*.

2. L'extrapolation graphique (Figure 12) des courbes de superficie brûlée en fonction de l'intensité de protection (courbes à main levée).
3. Avec les mêmes données que les courbes, on peut faire une extrapolation par ordinateur qui calcule l'équation de chaque courbe. Ces équations sont des polynômes du 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> ou 4<sup>e</sup> degré.

Les résultats obtenus par ces trois calculs apparaissent au tableau XXIV.

Tableau XXIV. Superficie brûlée avec une protection nulle

| <i>CM</i> | Extrapolation par les équations de simulation (ha) | Extrapolation graphique (ha) | Extrapolation par ordinateur (ha) |
|-----------|--|------------------------------|-----------------------------------|
| 0,80      | 34 200   | 32 000                       | 34 400                            |
| 1,00      | 92 150   | 90 000                       | 98 000                            |
| 1,20      | 154 600  | 150 000                      | 161 600                           |
| 1,40      | 215 000  | 210 000                      | 221 700                           |
| 1,60      | 267 800  | 255 000                      | 267 800                           |
| 1,80      | 306 000  | 290 000                      | 296 800                           |

Les résultats montrent tous le même ordre de grandeur. Etant données les hypothèses qui ont été faites, il est impossible de déterminer la précision relative de ces trois calculs. Ces trois façons sont donc également valables. Ce sont finalement les chiffres de l'extrapolation par ordinateur qui ont été choisis. Cette méthode de calcul est celle qui nécessite le moins d'hypothèses de base.

Les résultats de la méthode numéro 2 sont donnés à l'appendice III pour chaque valeur de *CM* et l'option la plus rentable est celle qui a la plus grande valeur présente nette. Pour donner une idée plus concrète de cette rentabilité, on a ajouté un coefficient. La formule est:

$$\frac{B - C}{C}$$

où

*B* = bénéfices nets

*C* = coûts totaux

Par exemple, un coefficient de 2,05 signifie que, pour chaque dollar investi en protection, on a un profit net de \$2.05.

#### 10.4 DETERMINATION DES OPTIONS LES PLUS RENTABLES

Les conclusions que l'on peut tirer des deux méthodes sont résumées au tableau XXV.

Tableau XXV. Options les plus rentables en termes d'intensité de protection.

| <i>CM</i> | Méthode n° 1         | Méthode n° 2 |
|-----------|----------------------|--------------|
| 0,80      | moins intense que 14 | 18-15        |
| 1,00      | 14                   | 14           |
| 1,20      | 12                   | 12           |
| 1,40      | 11                   | 11           |
| 1,60      | 9                    | 9            |
| 1,80      | plus intense que 7   | 5            |

On peut donc constater que les conclusions sont identiques pour des *CM* de 1,00, 1,20, 1,40 et 1,60 respectivement. En ce qui concerne les deux autres valeurs de *CM*, les conclusions sont différentes mais non contradictoires. La méthode numéro 2 vient préciser l'indétermination obtenue avec la méthode numéro 1.

Le tableau XXVI permet de constater les caractéristiques des options de protection qui ont été jugées les plus rentables, en termes d'investissements, de taux de superficie brûlée et de rendement.

On se souviendra que, dans un chapitre précédent, les options de protection ont été définies par cinq variables représentant les activités majeures d'un organisme, soit l'administration générale, la prévention, les communications, la détection et la lutte. C'est au tableau XVI que les options sont décrites par ces 5 variables. Les définitions des variables se retrouvent au chapitre IV.

#### 10.5 REMARQUES

L'analyse de rentabilité est d'ordre strictement économique. Aucune contrainte politique ou administrative n'entre en ligne de compte dans les critères de décision. Par exemple, il peut arriver qu'un budget de protection soit plafonné à un certain niveau à cause de restrictions budgétaires découlant de décisions gouvernementales ou administratives. Dans un tel cas, le principal critère pour l'allocation de budget n'est peut-être pas seulement la rentabilité économique telle que calculée ici. D'autres facteurs non économiques, comme la valeur intangible, les développements technologiques, la valeur sentimentale, etc., peuvent

Tableau XXVI: Caractéristiques des options les plus rentables

| CM   | Options |       | CF           |                    | CL           |                    | % SB    | $\frac{B - C}{C}$ |
|------|---------|-------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|---------|-------------------|
|      | No      | Int.  | \$ '000      | \$/Km <sup>2</sup> | \$           | \$/Km <sup>2</sup> |         |                   |
| 1,80 | 12-1    | 18-15 | 166,7-1267,6 | 0.50-3,83          | 176600-64900 | 0.53-0.20          | 0,01542 | 0,67-0,13         |
| 1,00 | 2       | 15    | 1634,6       | 4.94               | 110 700      | 0.33               | 0,03100 | 1,59              |
| 1,20 | 4       | 12    | 2368,6       | 7.16               | 116 800      | 0.35               | 0,01740 | 2,24              |
| 1,40 | 5       | 11    | 2735,6       | 8.27               | 177 900      | 0.54               | 0,04422 | 2,67              |
| 1,60 | 8       | 9     | 3469,5       | 10.48              | 149 500      | 0.45               | 0,03224 | 2,45              |
| 1,80 | 11      | 5     | 4937,5       | 14.92              | 129 000      | 0.39               | 0,02604 | 1,94              |

également influencer les décisions budgétaires concernant la protection. En résumé, la rentabilité économique n'est qu'un des critères de décision pour les administrateurs.

L'analyse a été faite avec plusieurs conditions météorologiques. Ce travail avait pour but de démontrer clairement que la rentabilité de la protection dépend beaucoup de la sévérité de la saison. Suivant l'objectif principal de l'organisme de protection, c'est aux administrateurs de choisir s'ils veulent être capables de faire face aux conditions extrêmes de température ou, au contraire, aux conditions normales seulement. C'est donc aux administrateurs que revient la décision de choisir en fonction de quelle sévérité de saison ils bâtiront leur organisation. Le présent travail leur permettra alors de connaître l'intensité de protection la plus rentable. Comme il a déjà été mentionné au chapitre IX, la moyenne de la sévérité des saisons de protection observées se situe aux environs de 1,20.

Les deux méthodes de calcul choisies, soient l'ANALYSE MARGINALE PAR UNITE D'*INPUT* et l'ANALYSE MARGINALE PAR COMPARAISON D'OPTIONS ont été utilisées parce qu'elles se prêtent bien aux données disponibles. Le principal obstacle à l'étude économique de la protection est que les observations sur le terrain sont limitées à un domaine de définition bien précis. Par exemple, il n'y a aucun exemple de protection nulle, aussi bien dans le Nord que dans le Sud. L'analyse marginale se prête bien à de telles données et c'est une méthode éprouvée et couramment utilisée. D'ailleurs, tout le travail de recherche et d'analyse des données a été fait en fonction d'une analyse marginale par unité d'*input*. Par contre,

il est très intéressant d'utiliser une deuxième méthode pour préciser les résultats en dehors du domaine de définition de la première méthode et pour confirmer les autres. Cependant, les calculs par la méthode numéro 2 obligent à faire certaines approximations. Même si celles-ci sont logiques, il n'en demeure pas moins qu'elles sont susceptibles d'erreurs justement parce qu'il est impossible de les vérifier par des observations (ex.: protection nulle).

Bien entendu, il est illusoire de penser que l'étude économique a une précision meilleure que celle des observations sur le terrain ou de la simulation.

## CONCLUSION

Le but principal de cette recherche était d'étudier la rentabilité économique des investissements en protection contre le feu. Elle visait à déterminer quelles sommes d'argent il était justifiable de consacrer à la protection des forêts comprises entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles. L'importance du feu comme facteur primordial de développement d'une forêt n'est plus à démontrer. Les effets néfastes sont considérables. Il peut régénérer une forêt ou, au contraire, l'endommager ou la détruire complètement, anéantissant ce qui a pris plusieurs décennies à se construire. Le feu doit être considéré, dans l'aménagement d'une forêt, aussi bien au point de vue des risques inhérents au genre de forêt qu'au point de vue des coûts à envisager. Le Québec étant une région d'un potentiel forestier considérable, les efforts, le temps et l'argent consacrés à la protection devraient être proportionnels à ce potentiel.

La zone étudiée comprend beaucoup de forêts productives, mais non encore exploitées à cause de l'éloignement. Plus les besoins croîtront, tant pour la matière ligneuse que pour les autres ressources, plus les forêts qui s'y trouvent verront leur importance croître. Le présent

travail démontre qu'il est justifiable *économiquement* de consacrer à l'heure actuelle d'importantes sommes d'argent à leur protection. Les résultats prouvent que des investissements totaux de l'ordre de \$7.55/km<sup>2</sup> sont justifiables *économiquement*, compte tenu des conditions météorologiques considérées comme normales ( $CM = 1,20$ ). Pour tout le territoire compris dans cette étude, le montant total à consacrer à la protection est d'environ \$2 500 000 par année. Cependant, ces chiffres ne sont variables qu'en considérant l'utilisation d'une valeur moyenne pour la variable  $CM$ .

En effet, dans beaucoup de domaines, l'utilisation de valeurs moyennes n'est pas à conseiller. Par exemple, pour déterminer le rendement d'une débusqueuse en forêt, l'utilisation de la pente moyenne comme facteur cause d'importantes erreurs. Il pourrait en être de même pour la protection. Il y aurait donc lieu de poursuivre l'étude de rentabilité par une simulation sur une longue période (20 - 30 ans), où la variable  $CM$  serait déterminée selon sa fréquence dans le passé. La seule difficulté majeure est de trouver une table de fréquence valable de  $CM$  pour le Moyen Nord du Québec.

Cette discussion a pour but de justifier l'hypothèse que, sur une longue période, l'intensité de protection la plus rentable est plus élevée que celle obtenue dans des conditions météorologiques moyennes. On sait, en effet, que la majorité des dommages sont causés par les grands feux et que ceux-ci surviennent principalement lorsque les conditions météorologiques sont plus sévères que la moyenne. Par conséquent, il est sensé de penser que les bénéfices, c'est-à-dire les dommages évi-

tés, seront plus élevés sur une longue période si l'intensité de protection est suffisante pour diminuer sensiblement le nombre et la superficie des grands feux.

Cette étude a été faite en considérant le territoire de la zone restreinte comme un tout. Il y aurait avantage à plusieurs points de vue de faire une telle étude au niveau régional. La méthode appliquée serait la même, pourvu que le territoire envisagé soit suffisamment vaste pour un organisme de protection autonome, que les variables du terrain puissent être calculées et que la valeur des ressources à protéger puisse être déterminée. On pourrait également appliquer cette étude pour des territoires plus méridionaux à la condition d'effectuer au préalable une vérification et une révision, si nécessaire, des équations utilisées.

Il faut se rappeler que les résultats de l'analyse de rentabilité présentés ici sont déterminés strictement à l'aide de critères économiques. Ils ne sont donc qu'un outil supplémentaire à la disposition des gestionnaires chargés de la prise de décisions en fonction de leurs objectifs particuliers et des restrictions qui leur sont imposées.

*La protection se justifie principalement par la valeur des ressources à protéger.* L'évaluation qui a été faite ici est susceptible de beaucoup d'améliorations. C'est surtout au niveau des statistiques et des données nécessaires à l'évaluation qu'il faudrait consacrer des efforts. La précision des résultats est fonction de celle des données d'entrée. Les secteurs de ressources qui ont dû être négligés ici faute

de données pourraient peut-être être déterminés. Il serait alors justifié de répartir équitablement les dépenses de protection entre les utilisateurs en fonction des revenus qu'ils tirent des ressources protégées.

La méthode employée pour l'étude de la protection est originale en ce sens qu'elle est utilisée ici pour la première fois. Comme toute méthode non éprouvée, elle comporte certainement des avantages et aussi de nombreuses lacunes. La méthode dites des "situations de protection" est à la base un inventaire et obéit aux lois régissant les inventaires. Le nombre des unités d'échantillonnage donne, jusqu'à un certain point, la précision de cet inventaire. Le nombre de situations de protection décrites et disponibles pour l'analyse pourrait être plus grand et il y aurait avantage à poursuivre l'étude de la protection en décrivant de nouvelles situations de protection. Etant donné que la méthode pour décrire les situations est déjà élaborée, la description de nouvelles situations pourrait se faire assez facilement.

Les facteurs ou les variables affectant la protection ont été limités à 14. Il y a probablement d'autres variables qui peuvent influencer significativement la protection. Il y aurait avantage à les trouver pour diminuer l'erreur des équations.

La méthode utilisée pour évaluer les variables décrivant les situations de protection a certainement de nombreux inconvénients. Quoiqu'on en dise, elle demeure difficile d'utilisation parce qu'assez vague et la précision de chacune des évaluations est sujette à caution.

Cependant, elle demeure valable, compte tenu de l'ensemble. Il est en effet absurde de songer à préciser une variable indépendamment des autres. Le temps disponible, le nombre de variables à évaluer, les différentes recherches à effectuer pour chacune sont autant de facteurs qui ont influencé le choix de ces méthodes d'évaluation des variables. Il n'en demeure pas moins qu'un premier pas valable a été franchi et que des études plus poussées et beaucoup plus détaillées sur l'évaluation de chacune des variables importantes seraient avantageuses.

Le modèle de simulation constitue l'outil nécessaire pour atteindre le but de cette recherche, c'est-à-dire déterminer la rentabilité des investissements en protection. Ce modèle de simulation est construit à partir de données provenant d'un inventaire et ces variables sont elles-mêmes évaluées selon des méthodes susceptibles d'amélioration. Il est évident alors qu'il faudra modifier et adapter le modèle de simulation en fonction de toutes nouvelles informations.

L'objet de cette recherche se situe dans un domaine relativement peu exploré. Les facteurs économiques ont une influence prépondérante sur la forme et l'intensité de protection accordée à un territoire donné. Pourtant, ils demeurent très peu étudiés et dans la littérature, les renseignements sont très rares. On a pu constater que cette situation s'étendait généralement à tout le domaine de la protection. Dans quelle mesure la détection influence-t-elle la superficie brûlée? Quel est le résultat de la prévention sur le nombre de feux? Quel est le facteur météorologique prépondérant pour les incendies forestiers à l'échelle d'une saison entière de protection?

Le nombre de questions peut s'allonger à l'infini. Le Québec est couvert par de très grandes étendues de forêts, appartenant pour la majorité à l'Etat. L'économie québécoise doit beaucoup aux richesses forestières et la forêt aura également dans l'avenir un grand rôle à jouer. La protection des forêts contre les incendies, agent de destruction dont l'importance n'est plus à démontrer, devrait donc être une préoccupation réelle des administrateurs. Le Québec possède à l'heure actuelle un système de protection très bien développé. Il existe malheureusement une lacune importante en recherche et développement. Réaliser un projet comme celui-ci demande une somme imposante de documentation et de renseignements divers et c'est en y travaillant que l'on peut constater un manque certain à ce niveau. Aucun organisme québécois ne se préoccupe sérieusement de la recherche dans le domaine de la protection. Très peu de données sont centralisées pour la recherche sur une grande échelle, avec pour résultat que les données et statistiques nécessaires sont la plupart du temps dispersées, incohérentes, voire tout simplement inexistantes. Il existe de nombreux travaux réalisés par différentes personnes, rattachées plus ou moins directement à la protection, mais ils sont très dispersés et il n'existe même pas d'inventaire de ces travaux.

Entreprendre des travaux dans le domaine de la protection constitue donc une entreprise assez difficile. Aussi surprenant que cela puisse paraître, le système de protection du Québec se prête très peu à des recherches détaillées. Puisque la protection n'est certainement pas destinée à disparaître, compte tenu des circonstances actuelles, il serait fortement avantageux d'encourager la recherche en protection.

Parmi ces recherches possibles, on note que le facteur primordial influençant les résultats de la protection est la météo. Pourtant, il est très difficile de mesurer cette variable de façon consistante de manière à connaître son influence exacte sur les feux et sur l'organisme de protection. La température, les précipitations, les vents sont autant de facteurs qui devraient entrer dans le calcul d'un indice de gravité pour une saison. L'utilisation des indices journaliers de danger facilite considérablement les calculs parce qu'ils tiennent compte de ces facteurs. Cependant, trois jours consécutifs où le danger est élevé sont plus dangereux que trois jours isolés au cours de la saison. Il serait intéressant d'étudier ainsi la fréquence d'indices de danger consécutifs à l'intérieur d'une saison pour déterminer sa gravité.

Tout le travail présenté dans ce rapport a demandé une somme considérable de documentation de toutes sortes, de rencontres avec des personnes disposant de l'expérience acquise au cours de leur travail en protection, de visites sur le terrain, de nombreuses études secondaires allant de l'évaluation du cheptel de caribous et d'orignaux à l'étude des différents modèles statistiques de simulation. La collaboration d'un grand nombre de personnes devait être sollicitée et elle a été obtenue.

Ce travail n'est pas exhaustif, mais représente une base pour poursuivre des études dans le domaine de la protection des forêts contre les incendies.

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1971a. *Exposé sur la politique forestière. Tome I: Prospective et Problématique.* Ministère des Terres et Forêts, Gouvernement du Québec. 280 p.
- ANONYME, 1971b. *Lois et Règlements concernant la protection des forêts contre le feu.* Direction générale de la conservation. Ministère des Terres et Forêts. Gouvernement du Québec. 24 p.
- ANONYME, 1972. *Exposé sur la politique forestière. Tome II: Réforme et Programme d'action.* Ministère des Terres et Forêts, Gouvernement du Québec. 191 p.
- ANONYME, 1974a. *Le Système de protection de la forêt québécoise contre le feu.* Etude préparée pour le M.T.F. par un groupe d'étudiants de l'Ecole nationale d'administration publique, Québec. 45 p.
- ANONYME, 1974b. *Pourquoi tant de nouvelles centrales?* Feuillelet publicitaire de l'Hydro-Québec. Québec. 4 p.
- AUDET, R., 1974a. *Le Caribou du Nouveau-Québec et le Développement de la baie James, première partie.* Québec, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Service de la faune. 48 p.
- AUDET, R., 1974b. *Le Caribou du Nouveau-Québec et le Développement de la baie James, rapport d'impacts.* Québec, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Service de la faune. 14 p.
- AUMONT, J., 1965. *Potentiel énergétique des rivières du Nord du Québec.* Service d'hydrologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec. 18 p.
- BEALL., H.W., 1949. *An outline of forest fire protection standards.* Forestry Chronicle. 25 (2): 82-106.

- BOUDOUX, M. et F. BONENFANT, 1974. *SACADOS. Système automatique et conversationnel d'analyse de données statistiques*. Centre de recherches forestières des Laurentides. Québec. Rapport préliminaire. 6 p.
- BRACKMAN, F.C., 1959. *Recreational use of wild lands*. McGraw-Hill. New York. 346 p.
- BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUEBEC, 1974. *Le système de comptabilité économique du Québec. Volume IV, Annexe: Analyses intersectorielles de l'économie du Québec*. Bureau de la statistique du Québec. Laboratoire d'économétrie, Université Laval, Editeur officiel du Québec, Québec.
- DAVIS, K.P., 1959. *Forest fire control and use*. McGraw-Hill, New-York. 584 p.
- DOAN, G., 1973. *Production possibility curves for forest fire control*. Fire Control Bulletin #35, Forest Protection Section, Environmental Protection Branch, Ontario Ministry of Natural Resources. 2 p.
- DUGAL, M., 1973. *Le Système de protection des forêts contre le feu au Québec*. Ministère des Terres et Forêts. Gouvernement du Québec. 16 p.
- FLINT, H.R., 1928. *Adequate fire control*. Journal of Forestry. 26: 624-638.
- LOVEJOY, P.S., 1916. *The costs and values of forest protection*. Forestry Quarterly 14: 24-38.
- MACTAVISH, J.S., 1965. *Economics and forest fire control*. Department of Forestry, Canada. Pub. No 1114. 19 p.
- MACTAVISH, J.S., 1968. *L'Evaluation des dommages causés par les incendies aux peuplements forestiers arrivés à maturité*. Direction générale des forêts. Pub. n° 1162 F. 32 p.
- MENARD, G., 1970. *Les multiples ressources de la forêt*. 50<sup>e</sup> Congrès annuel de la C.I.F.P.Q. Octobre 1970. p. 54-57.
- MESHAN, E.J., 1971. *Cost Benefit Analysis*. George Allen and Unwin Ltd. London.
- MILLER, C.W., 1968. *A method of economic analysis and data required to determine expenditures for protection of tangible forest values from fire*. Thesis, Master of Science, Oregon State University. 228 p.

- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1967. *Instructions générales techniques*. Service de l'inventaire forestier. Ministère des Terres et Forêts. Direction générale des bois et forêts. Gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1973. *Massifs boisés, cartes à l'échelle 1: 1 250 000*. Service de l'inventaire forestier. Ministère des Terres et Forêts, Québec. 2 feuillets.
- NADEAU, J.-P. et R. DESROSIERS, 1970. *Foresterie et Développement économique au Québec*. Service des études économiques. D.G. de la planification. Ministère des Terres et Forêts. (Non publié) 97 p.
- NADEAU, J.-P., 1973a. *La Tordeuse des bourgeons de l'épinette: problème de décision économique*. Le Papetier, Conseil des producteurs de pâtes et papiers du Québec, Québec, Canada. p. 11.
- NADEAU, J.-P., 1973b. *Etude de détermination d'une politique globale d'arrosage aérien, contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, à partir de critères économiques, au Québec*. Rapport technique du comité d'étude économique des arrosages. Ministère des Terres et Forêts, Service de la recherche, Québec. 351 p.
- NAUTIYAL, J.C. et G.E. DOAN, 1974. *Economics of forest fire control: trading planned cut for protection expenditure*. The Canadian Journal of Forest Research. 4 (1).
- PARE, C., 1972a. *Le Tourisme au Nouveau-Québec*. Québec, Ministère des Richesses naturelles, Direction générale du Nouveau-Québec. Février 1972. 7 p.
- PARE C., 1972b. *Le Tourisme au Nouveau-Québec, projections 1980-1990*. Québec, Ministère des Richesses naturelles, Direction générale du Nouveau-Québec. Mars 1972. 5 p.
- POMERLEAU, R., 1973a. *Faune du Québec, bulletin n° 3: Le Caribou*. M.T.C.P., Québec, Service de la faune. 8 p.
- POMERLEAU, R., 1973b. *Faune du Québec, bulletin n° 1: L'Orignal*. Service de la faune, M.T.C.P., Québec. 8 p.
- POULIOT, L., 1974. *Prévision de météorologie forestière au Québec, rapport préliminaire*. Rapport d'information FF-X-49, Institut de recherches sur les feux de forêt. Service des forêts. Environnement Canada, Ottawa. 30 p.
- RICARD, P., A. CASTONGUAY et S. SOUMPHOLPHAKDY, 1975. *Le Secteur forestier au Québec et sa Contribution à l'économie*. Ministère des Terres et Forêts, Service de la recherche, mémoire n° 23. 137 p.

- ROWE, J.S., 1972. *Forest regions of Canada*. Department of Environment, Canadian Forestry Service. Pub. No. 1300. 172 p.
- S.D.B.J. et S.E.B.J., 1974. *Développement hydroélectrique de la baie James, description de l'environnement*.
- VILLENEUVE, G.-O., 1961. *Notions de climatologie*. Bureau de la Météorologie. Ministère des Terres et Forêts. Bulletin #35. 31 p.
- WILLIAMS, D.E., 1959. *Estimation de la gravité des saisons de feu*. Ministère du Nord canadien et des Ressources nat., Dir. des recherches forestières. Bulletin n° 73.

APPENDICE I

Note: dans les trois appendices, lire *OL* pour (*OC*)  
*CL* pour (*CC*)

SIMULATION DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION : TOUT LE TERRITOIRE  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 0.8  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| NO | AG | P | C | D | OL | NF     | SMF    | SB       | CL       | CF         |
|----|----|---|---|---|----|--------|--------|----------|----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4 | 4  | 61.47  | 83.00  | 5102.19  | 64944.5  | 1267622.89 |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3 | 4  | 61.47  | 50.00  | 3073.61  | 56591.0  | 1634608.41 |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3 | 3  | 61.47  | 24.00  | 1475.33  | 50009.4  | 2001593.92 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3 | 2  | 61.47  | 8.00   | 491.78   | 45959.2  | 2368579.44 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2 | 2  | 61.47  | 1.00   | 61.47    | 44187.3  | 2735564.95 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1 | 2  | 61.47  | 1.00   | 61.47    | 44187.3  | 3102550.46 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2 | 3  | 7.48   | 1.00   | 7.48     | 7364.6   | 3102550.46 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2 | 2  | 7.48   | 1.00   | 7.48     | 7364.6   | 3469535.98 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2 | 1  | 7.48   | 1.00   | 7.48     | 7364.6   | 3836521.49 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 7.48   | 1.00   | 7.48     | 7364.6   | 4203507.01 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 0.00   | 0.00   | 0.00     | 0.0      | 4937478.03 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4 | 4  | 115.46 | 202.00 | 23323.42 | 176578.2 | 166666.35  |

SIMULATION DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION :  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.0  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| NO | AG | P | C | D | OL | NF     | SMF    | SB       | CL       | CF         |
|----|----|---|---|---|----|--------|--------|----------|----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4 | 4  | 97.70  | 178.00 | 17390.92 | 140108.6 | 1267622.89 |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3 | 4  | 97.70  | 105.00 | 10258.69 | 110738.7 | 1634608.41 |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3 | 3  | 97.70  | 47.00  | 4591.98  | 87403.7  | 2001593.92 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3 | 2  | 97.70  | 20.00  | 1954.04  | 76540.9  | 2368579.44 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2 | 2  | 97.70  | 11.00  | 1074.72  | 72920.0  | 2735564.95 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1 | 2  | 97.70  | 6.00   | 586.21   | 70908.3  | 3102550.46 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2 | 3  | 43.71  | 11.00  | 480.83   | 33874.1  | 3102550.46 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2 | 2  | 43.71  | 6.00   | 262.27   | 32974.1  | 3469535.98 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2 | 1  | 43.71  | 1.00   | 43.71    | 32074.1  | 3836521.49 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 43.71  | 1.00   | 43.71    | 32074.1  | 4203507.01 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 0.00   | 0.00   | 0.00     | 0.0      | 4937478.03 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4 | 4  | 151.69 | 448.00 | 67958.07 | 384939.9 | 1666666.35 |

SIMULATION DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION : TOUT LE TERRITOIRE  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.2  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| NO | AG | F | C | D | OL | NF     | SMF    | SB        | CL       | CF         |
|----|----|---|---|---|----|--------|--------|-----------|----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4 | 4  | 133.93 | 292.00 | 39107.97  | 254097.7 | 1267622.89 |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3 | 4  | 133.93 | 191.00 | 25580.90  | 198394.4 | 1634608.41 |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3 | 3  | 133.93 | 110.00 | 14732.45  | 153721.5 | 2001593.92 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3 | 2  | 133.93 | 43.00  | 5759.05   | 116769.9 | 2368579.44 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2 | 2  | 133.93 | 16.00  | 2142.90   | 101878.9 | 2735564.95 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1 | 2  | 133.93 | 12.00  | 1607.18   | 99672.8  | 3102550.46 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2 | 3  | 79.94  | 16.00  | 1279.06   | 61721.3  | 3102550.46 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2 | 2  | 79.94  | 12.00  | 959.29    | 60404.6  | 3469535.98 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2 | 1  | 79.94  | 8.00   | 639.53    | 59087.8  | 3836521.49 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 79.94  | 2.00   | 159.88    | 57112.7  | 4203507.01 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 25.95  | 1.00   | 25.95     | 19960.9  | 4937478.03 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4 | 4  | 187.92 | 639.00 | 120081.99 | 624141.8 | 1666666.35 |

SIMULATION DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION : TOUT LE TERRITOIRE  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.4  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| NO | AG | P | C | D | OL | NF     | SMF    | SR        | CL       | CF         |
|----|----|---|---|---|----|--------|--------|-----------|----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4 | 4  | 170.16 | 424.00 | 72148.28  | 414715.0 | 1267622.89 |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3 | 4  | 170.16 | 307.00 | 52239.44  | 332732.2 | 1634608.41 |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3 | 3  | 170.16 | 202.00 | 34372.53  | 259157.8 | 2001593.92 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3 | 2  | 170.16 | 129.00 | 21950.77  | 208006.2 | 2368579.44 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2 | 2  | 170.16 | 86.00  | 14633.85  | 177875.7 | 2735564.95 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1 | 2  | 170.16 | 66.00  | 11230.63  | 163861.6 | 3102550.46 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2 | 3  | 116.17 | 86.00  | 9990.68   | 122155.3 | 3102550.46 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2 | 2  | 116.17 | 66.00  | 7667.27   | 112587.7 | 3469535.98 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2 | 1  | 116.17 | 47.00  | 5460.02   | 103498.4 | 3836521.49 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 116.17 | 29.00  | 3368.95   | 94887.6  | 4203507.01 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 62.18  | 14.00  | 870.53    | 47999.0  | 4937478.03 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4 | 4  | 224.15 | 773.00 | 173269.01 | 867721.3 | 1666666.35 |

SIMULATION DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION : TOUT LE TERRITOIRE  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.6  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES : 4  
 ACCESSIBILITE = 3  
 FREQUENTATION HUMAINE = 8.53  
 TYPE FORESTIER = 33093670  
 SUPERFICIE (HECTARES) =

| NO | AG | P | C | D | OL | NF     | SMF    | SB        | CL        | CF         |
|----|----|---|---|---|----|--------|--------|-----------|-----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4 | 4  | 206.39 | 574.00 | 118468.24 | 630016.6  | 1267622.89 |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3 | 4  | 206.39 | 456.00 | 94114.14  | 529728.6  | 1634608.41 |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3 | 3  | 206.39 | 354.00 | 73062.29  | 443039.0  | 2001593.92 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3 | 2  | 206.39 | 260.00 | 53661.57  | 363148.6  | 2368579.44 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2 | 2  | 206.39 | 194.00 | 40039.79  | 307055.3  | 2735564.95 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1 | 2  | 206.39 | 150.00 | 30958.60  | 269659.8  | 3102550.46 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2 | 3  | 152.40 | 194.00 | 29565.66  | 227323.5  | 3102550.46 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2 | 2  | 152.40 | 150.00 | 22860.05  | 199710.4  | 3469535.98 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2 | 1  | 152.40 | 108.00 | 16459.23  | 173352.4  | 3836521.49 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 152.40 | 70.00  | 10668.02  | 149504.7  | 4203507.01 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 98.41  | 35.00  | 3444.35   | 83158.0   | 4937478.03 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4 | 4  | 260.38 | 852.00 | 221844.61 | 1092311.5 | 1666666.35 |

SIMULATION DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION : TOUT LE TERRITOIRE  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.8  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| NO | AG | F | C | D | OL | NF     | SMF    | SB        | CL        | CF         |
|----|----|---|---|---|----|--------|--------|-----------|-----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4 | 4  | 242.62 | 743.00 | 180266.87 | 909058.1  | 1267622.89 |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3 | 4  | 242.62 | 635.00 | 154063.88 | 801156.5  | 1634608.41 |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3 | 3  | 242.62 | 535.00 | 129801.85 | 701247.7  | 2001593.92 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3 | 2  | 242.62 | 435.00 | 105539.82 | 601338.8  | 2368579.44 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2 | 2  | 242.62 | 342.00 | 82976.14  | 508423.6  | 2735564.95 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1 | 2  | 242.62 | 263.00 | 63809.13  | 429495.6  | 3102550.46 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2 | 3  | 188.63 | 342.00 | 64511.44  | 395787.3  | 3102550.46 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2 | 2  | 188.63 | 263.00 | 49609.68  | 334423.2  | 3469535.98 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2 | 1  | 188.63 | 190.00 | 35839.69  | 277719.6  | 3836521.49 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 188.63 | 127.00 | 23956.00  | 228783.7  | 4203507.01 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 134.64 | 64.00  | 8616.94   | 129018.5  | 4937478.03 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4 | 4  | 296.61 | 875.00 | 259534.29 | 1272074.5 | 1666666.35 |

SIMULATION DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION :  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.2  
 NIVEAU OPTIMISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

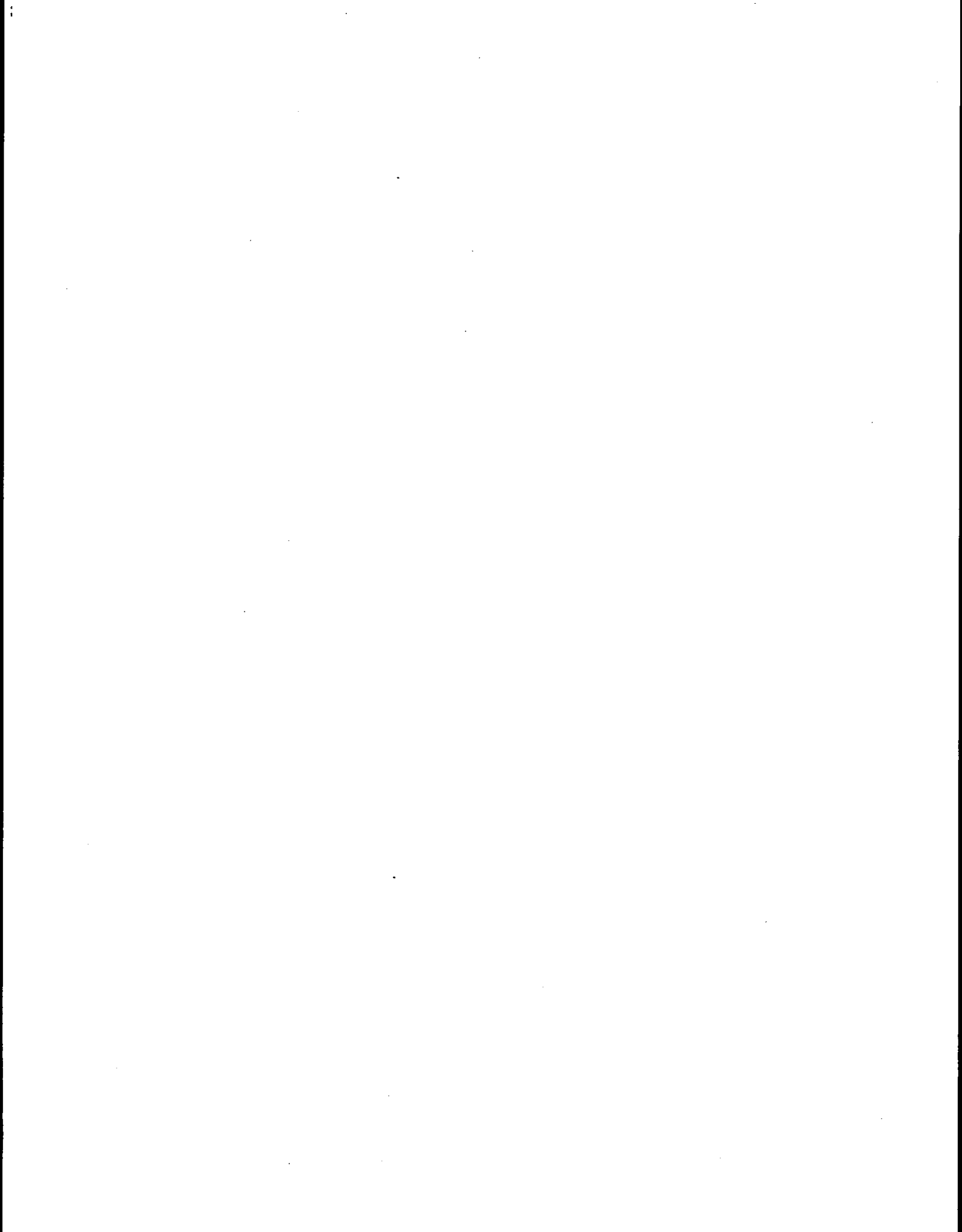
| NO | AG | P | C | D | OL | NF    | SMF    | SB       | CL       | CF         |
|----|----|---|---|---|----|-------|--------|----------|----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4 | 4  | 41.31 | 292.00 | 12062.38 | 76336.5  | 531816.44  |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3 | 4  | 41.31 | 191.00 | 7890.12  | 59155.5  | 898801.95  |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3 | 3  | 41.31 | 110.00 | 4544.05  | 45376.6  | 1265787.47 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3 | 2  | 41.31 | 43.00  | 1776.31  | 33979.4  | 1632772.98 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2 | 2  | 41.31 | 16.00  | 660.95   | 29386.4  | 1999758.49 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1 | 2  | 41.31 | 12.00  | 495.71   | 28706.0  | 2366744.01 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2 | 3  | 0.00  | 0.00   | 0.00     | 0.0      | 2366744.01 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2 | 2  | 0.00  | 0.00   | 0.00     | 0.0      | 2733729.52 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2 | 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00     | 0.0      | 3100715.04 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00     | 0.0      | 3467700.55 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00     | 0.0      | 4201671.58 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4 | 4  | 95.30 | 639.00 | 60896.60 | 314031.7 | 0.00       |

SIMULATION DES OPTIONS

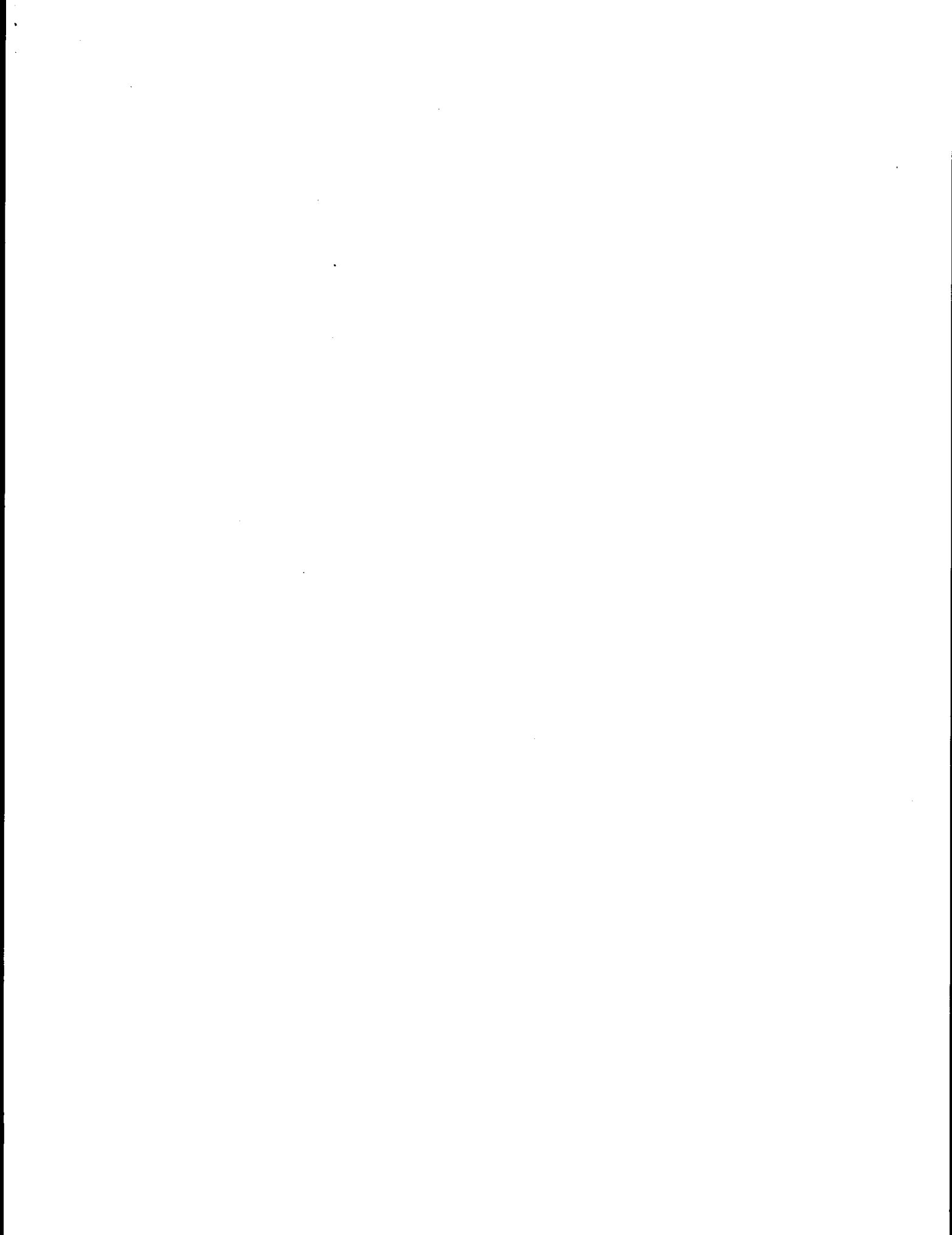
\*\*\*\*\*

REGION :  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.2  
 NIVEAU PESSIMISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| NO | AG | F | C | II | OL | NF     | SMF    | SB        | CL       | CF         |
|----|----|---|---|----|----|--------|--------|-----------|----------|------------|
| 1  | 2  | 3 | 2 | 4  | 4  | 226.55 | 292.00 | 66153.57  | 431859.0 | 2003429.35 |
| 2  | 2  | 3 | 2 | 3  | 4  | 226.55 | 191.00 | 43271.68  | 337633.4 | 2370414.86 |
| 3  | 2  | 3 | 2 | 3  | 3  | 226.55 | 110.00 | 24920.86  | 262066.4 | 2737400.38 |
| 4  | 2  | 3 | 2 | 3  | 2  | 226.55 | 43.00  | 9741.79   | 199560.4 | 3104385.89 |
| 5  | 2  | 3 | 2 | 2  | 2  | 226.55 | 16.00  | 3624.85   | 174371.4 | 3471371.41 |
| 6  | 2  | 3 | 2 | 1  | 2  | 226.55 | 12.00  | 2718.64   | 170639.7 | 3838356.92 |
| 7  | 1  | 2 | 2 | 2  | 3  | 172.56 | 16.00  | 2761.01   | 134213.8 | 3838356.92 |
| 8  | 1  | 2 | 2 | 2  | 2  | 172.56 | 12.00  | 2070.76   | 131371.4 | 4205342.43 |
| 9  | 1  | 2 | 2 | 2  | 1  | 172.56 | 8.00   | 1380.50   | 128529.0 | 4572327.95 |
| 10 | 1  | 2 | 2 | 1  | 1  | 172.56 | 2.00   | 345.13    | 124265.4 | 4939313.46 |
| 11 | 1  | 1 | 1 | 1  | 1  | 118.57 | 1.00   | 118.57    | 86732.2  | 5673284.49 |
| 12 | 3  | 4 | 3 | 4  | 4  | 280.54 | 639.00 | 179267.39 | 934251.8 | 902472.81  |



APPENDICE II



ETUDE MARGINALE DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION : TOUT LE TERRITOIRE  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 0.8  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| PROT | APROT | ASB       | ACL        | ACF        | BENEFICES EN \$ | REC/M/N    |
|------|-------|-----------|------------|------------|-----------------|------------|
| 15   | 3     | -18221.23 | -111633.71 | 1100956.54 | 1052031.62      | -48924.92  |
| 14   | 1     | -2028.58  | -8353.51   | 366985.51  | 113048.58       | -253936.93 |
| 13   | 1     | -1598.28  | -6581.56   | 366985.51  | 89068.58        | -277916.93 |
| 12   | 1     | -983.55   | -4050.19   | 366985.51  | 54811.43        | -312174.08 |
| 11   | 1     | -430.31   | -1771.96   | 366985.51  | 23980.00        | -343005.51 |
| 10   | 1     | 0.00      | 0.00       | 366985.51  | 0.00            | -366985.51 |
| 10   | 0     | -53.99    | -36822.64  | 0.00       | 39609.08        | 39609.08   |
| 9    | 1     | 0.00      | 0.00       | 366985.51  | 0.00            | -366985.51 |
| 8    | 1     | 0.00      | 0.00       | 366985.51  | 0.00            | -366985.51 |
| 7    | 1     | 0.00      | 0.00       | 366985.51  | 0.00            | -366985.51 |
| 5    | 2     | -7.48     | -7364.63   | 733971.03  | 7750.77         | -726220.26 |

ETUDE MARGINALE DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION :  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.0  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| PROT | APROT | ASR       | ΔCZ        | ΔCF        | BENEFICES EN \$ | REC/M/N    |
|------|-------|-----------|------------|------------|-----------------|------------|
| 15   | 3     | -50567.15 | -244831.29 | 1100956.54 | 2854601.98      | 1753645.44 |
| 14   | 1     | -7132.23  | -29369.88  | 366985.51  | 397464.27       | 30478.75   |
| 13   | 1     | -5666.70  | -23334.97  | 366985.51  | 315793.53       | -51191.99  |
| 12   | 1     | -2637.95  | -10862.83  | 366985.51  | 147007.33       | -219978.18 |
| 11   | 1     | -879.32   | -3620.94   | 366985.51  | 49002.44        | -317983.07 |
| 10   | 1     | -488.51   | -2011.64   | 366985.51  | 27223.58        | -339761.93 |
| 10   | 0     | -105.38   | -37034.28  | 0.00       | 42473.19        | 42473.19   |
| 9    | 1     | -218.56   | -900.00    | 366985.51  | 12179.74        | -354805.78 |
| 8    | 1     | -218.56   | -900.00    | 366985.51  | 12179.74        | -354805.78 |
| 7    | 1     | 0.00      | 0.00       | 366985.51  | 0.00            | -366985.51 |
| 5    | 2     | -43.71    | -32074.06  | 733971.03  | 34330.01        | -699641.02 |

ETUDE MARGINALE DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION :  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.2  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| PROT | APROT | ASB       | ACL        | ACF        | BENEFICES EN \$ | REC/M/N    |
|------|-------|-----------|------------|------------|-----------------|------------|
| 15   | 3     | -80974.02 | -370044.05 | 1100956.54 | 4549113.39      | 3448156.85 |
| 14   | 1     | -13527.07 | -55703.27  | 366985.51  | 753835.45       | 386849.94  |
| 13   | 1     | -10848.44 | -44672.92  | 366985.51  | 604561.11       | 237575.59  |
| 12   | 1     | -8973.40  | -36951.67  | 366985.51  | 500069.06       | 133083.55  |
| 11   | 1     | -3616.15  | -14890.97  | 366985.51  | 201520.37       | -165465.15 |
| 10   | 1     | -535.73   | -2206.07   | 366985.51  | 29854.87        | -337130.64 |
| 10   | 0     | -328.12   | -37951.48  | 0.00       | 54885.74        | 54885.74   |
| 9    | 1     | -319.76   | -1316.76   | 366985.51  | 17819.79        | -349165.72 |
| 8    | 1     | -319.76   | -1316.76   | 366985.51  | 17819.79        | -349165.72 |
| 7    | 1     | -479.65   | -1975.14   | 366985.51  | 26729.69        | -340255.82 |
| 5    | 2     | -133.93   | -37151.83  | 733971.03  | 44064.03        | -689907.00 |

ETUDE MARGINALE DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION : TOUT LE TERRITOIRE  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.4  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| PROT | ^PROT | ^SB        | ^CL        | ^CF        | BENEFICES EN \$ | REC/M/N    |
|------|-------|------------|------------|------------|-----------------|------------|
| 15   | 3     | -101120.73 | -453006.38 | 1100956.54 | 5671847.30      | 4570890.75 |
| 14   | 1     | -19908.84  | -81982.81  | 366985.51  | 1109478.09      | 742492.57  |
| 13   | 1     | -17866.91  | -73574.32  | 366985.51  | 995685.46       | 628699.95  |
| 12   | 1     | -12421.76  | -51151.67  | 366985.51  | 692238.47       | 325252.95  |
| 11   | 1     | -7316.92   | -30130.44  | 366985.51  | 407756.90       | 40771.39   |
| 10   | 1     | -3403.22   | -14014.16  | 366985.51  | 189654.37       | -177331.14 |
| 10   | 0     | -1239.95   | -41706.31  | 0.00       | 105700.04       | 105700.04  |
| 9    | 1     | -2323.41   | -9567.61   | 366985.51  | 129479.00       | -237506.51 |
| 8    | 1     | -2207.24   | -9089.23   | 366985.51  | 123005.05       | -243980.46 |
| 7    | 1     | -2091.07   | -8610.85   | 366985.51  | 116531.10       | -250454.41 |
| 5    | 2     | -2498.43   | -46888.60  | 733971.03  | 175832.32       | -558138.71 |

ETUDE MARGINALE DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION :  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.6  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| PROT | APROT | ASB        | ACL        | ACF        | BENEFICES EN \$ | REC/M/N    |
|------|-------|------------|------------|------------|-----------------|------------|
| 15   | 3     | -103376.37 | -462294.90 | 1100956.54 | 5797549.37      | 4696592.82 |
| 14   | 1     | -24354.10  | -100287.98 | 366985.51  | 1357202.97      | 990217.45  |
| 13   | 1     | -21051.85  | -86689.61  | 366985.51  | 1173175.44      | 806189.93  |
| 12   | 1     | -19400.72  | -79890.43  | 366985.51  | 1081161.68      | 714176.17  |
| 11   | 1     | -13621.78  | -56093.28  | 366985.51  | 759113.52       | 392128.01  |
| 10   | 1     | -9081.19   | -37395.52  | 366985.51  | 506075.68       | 139090.17  |
| 10   | 0     | -1392.94   | -42336.30  | 0.00       | 114225.74       | 114225.74  |
| 9    | 1     | -6705.61   | -27613.12  | 366985.51  | 373689.86       | 6704.35    |
| 8    | 1     | -6400.81   | -26357.97  | 366985.51  | 356703.96       | -10281.56  |
| 7    | 1     | -5791.21   | -23847.69  | 366985.51  | 322732.15       | -44253.36  |
| 5    | 2     | -7223.67   | -66346.75  | 733971.03  | 439160.51       | -294810.52 |

ETUDE MARGINALE DES OPTIONS  
 \*\*\*\*\*

REGION :  
 CONDITIONS METEOROLOGIQUES = 1.8  
 NIVEAU REALISTE  
 CONDITIONS EXTERIEURES :  
 ACCESSIBILITE = 4  
 FREQUENTATION HUMAINE = 3  
 TYPE FORESTIER = 8.53  
 SUPERFICIE (HECTARES) = 33093670

| PROT | APROT | ASB       | ACZ        | ACF        | BENEFICES EN \$ | REC/M/N    |
|------|-------|-----------|------------|------------|-----------------|------------|
| 15   | 3     | -79267.42 | -363016.42 | 1100956.54 | 4454008.09      | 3353051.55 |
| 14   | 1     | -26202.99 | -107901.56 | 366985.51  | 1460237.91      | 1093252.40 |
| 13   | 1     | -24262.03 | -99908.85  | 366985.51  | 1352072.14      | 985086.62  |
| 12   | 1     | -24262.03 | -99908.85  | 366985.51  | 1352072.14      | 985086.62  |
| 11   | 1     | -22563.69 | -92915.23  | 366985.51  | 1257427.09      | 890441.58  |
| 10   | 1     | -19167.00 | -78927.99  | 366985.51  | 1068136.99      | 701151.48  |
| 10   | 0     | 702.31    | -33708.27  | 0.00       | -2537.80        | -2537.80   |
| 9    | 1     | -14901.77 | -61364.13  | 366985.51  | 830444.27       | 463458.75  |
| 8    | 1     | -13769.99 | -56703.56  | 366985.51  | 767372.55       | 400387.04  |
| 7    | 1     | -11883.69 | -48935.95  | 366985.51  | 662253.02       | 295267.51  |
| 5    | 2     | -15339.07 | -99765.21  | 733971.03  | 891414.53       | 157443.50  |

APPENDICE III

CALCUL DE LA VALEUR PRESENTE NETTE (VPN)  
POUR CM=0.80

| OPTION<br>NO.       | INT. | COUT TOTAL.<br>(CF+CC, \$'000) | DOMMAGES<br>(HA) | DOMMAGES<br>(\$'000) | VPN<br>(\$'000) | B              | C |
|---------------------|------|--------------------------------|------------------|----------------------|-----------------|----------------|---|
| 0                   | 19   | 0                              | 34400            | 1775.4               | 228             | 0.67           |   |
| 12                  | 18   | 343                            | 23323            | 1203.7               | 179             | 0.13           |   |
| 1                   | 15   | 1333                           | 5102             | 263.3                | -74             | -0.04          |   |
| 2                   | 14   | 1691                           | 3074             | 158.6                | -352            | -0.17          |   |
| 3                   | 13   | 2052                           | 1475             | 76.1                 | -665            | -0.28          |   |
| 4                   | 12   | 2415                           | 492              | 25.4                 | -1008           | -0.36          |   |
| 5                   | 11   | 2780                           | 61               | 3.2                  | -1375           | -0.44          |   |
| 6                   | 10   | 3147                           | 61               | 3.2                  | -1335           | -0.43          |   |
| 7                   | 10   | 3110                           | 7                | 0.4                  | -1702           | -0.49          |   |
| 8                   | 9    | 3477                           | 7                | 0.4                  | -2069           | -0.54          |   |
| 9                   | 8    | 3844                           | 7                | 0.4                  | -2436           | -0.58          |   |
| 10                  | 7    | 4211                           | 7                | 0.4                  | -3162           | -0.64          |   |
| 11                  | 5    | 4937                           | 0                | 0.0                  |                 |                |   |
| PROTECTION INT--INT |      |                                |                  |                      |                 |                |   |
| 19                  | 18   | 343                            | 571.7            | 228                  | 0.67            |                |   |
| 19                  | 15   | 1333                           | 1512.1           | 179                  | 0.13            |                |   |
| 19                  | 14   | 1691                           | 1616.8           | -74                  | -0.04           |                |   |
| 19                  | 13   | 2052                           | 1699.2           | -352                 | -0.17           |                |   |
| 19                  | 12   | 2415                           | 1750.0           | -665                 | -0.28           |                |   |
| 19                  | 11   | 2780                           | 1772.2           | -1008                | -0.36           |                |   |
| 19                  | 10   | 3147                           | 1772.2           | -1375                | -0.44           |                |   |
| 19                  | 10   | 3110                           | 1775.0           | -1335                | -0.43           |                |   |
| 19                  | 9    | 3477                           | 1775.0           | -1702                | -0.49           |                |   |
| 19                  | 8    | 3844                           | 1775.0           | -2069                | -0.54           |                |   |
| 19                  | 7    | 4211                           | 1775.0           | -2436                | -0.58           |                |   |
| 19                  | 5    | 4937                           | 1775.4           | -3162                | -0.64           |                |   |
| TRAVAIL EXECUTE PAR |      |                                |                  |                      |                 |                |   |
|                     |      |                                |                  |                      |                 | GERMAIN PARE   |   |
|                     |      |                                |                  |                      |                 | ET             |   |
|                     |      |                                |                  |                      |                 | HENRIEL POULIN |   |

CALCUL DE LA VALEUR PRESENTE NETTE (VPN)  
POUR CM=1.00

| SECTION<br>NO. | INT. | COIT TOTAL<br>(CF+CC, \$'000) | DOMMAGES<br>(HA)       | DOMMAGES<br>(\$'000) | VPN<br>(\$'000) | $\frac{B-C}{C}$ |
|----------------|------|-------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 0              | 19   | 0                             | 98000                  | 5057.8               | 999             | 1.81            |
| 12             | 18   | 552                           | 67958                  | 3507.3               | 2753            | 1.96            |
| 1              | 15   | 1408                          | 17391                  | 897.5                | 2793            | 1.59            |
| 2              | 14   | 1745                          | 10259                  | 529.5                | 2732            | 1.31            |
| 3              | 13   | 2089                          | 4592                   | 237.0                | 2512            | 1.03            |
| 4              | 12   | 2445                          | 1954                   | 100.8                | 2194            | 0.78            |
| 5              | 11   | 2808                          | 1075                   | 55.5                 | 1854            | 0.58            |
| 6              | 10   | 3173                          | 586                    | 30.3                 | 1697            | 0.60            |
| 7              | 10   | 3136                          | 481                    | 24.8                 | 1542            | 0.44            |
| 8              | 9    | 3503                          | 262                    | 13.5                 | 1187            | 0.31            |
| 9              | 8    | 3869                          | 44                     | 2.3                  | 820             | 0.19            |
| 10             | 7    | 4236                          | 44                     | 2.3                  | 505.8           | 0.02            |
| 11             | 5    | 4937                          | 0                      | 0.0                  | 120             |                 |
| PROTECTION     |      |                               |                        |                      |                 |                 |
| INT            | INT  | COIT TOTAL<br>(\$'000)        | REV. TOTAL<br>(\$'000) | DOMMAGES<br>(\$'000) | VPN<br>(\$'000) | $\frac{B-C}{C}$ |
| 19             | 18   | 552                           | 1550.5                 | 999                  | 999             | 1.81            |
| 19             | 15   | 1408                          | 4160.2                 | 2753                 | 2753            | 1.96            |
| 19             | 14   | 1745                          | 4528.3                 | 2793                 | 2793            | 1.59            |
| 19             | 13   | 2089                          | 4820.8                 | 2732                 | 2732            | 1.31            |
| 19             | 12   | 2445                          | 4956.9                 | 2512                 | 2512            | 1.03            |
| 19             | 11   | 2808                          | 5082.3                 | 2194                 | 2194            | 0.78            |
| 19             | 10   | 3173                          | 5227.5                 | 1854                 | 1854            | 0.58            |
| 19             | 10   | 3136                          | 5033.0                 | 1697                 | 1697            | 0.60            |
| 19             | 9    | 3503                          | 5044.2                 | 1542                 | 1542            | 0.44            |
| 19             | 8    | 3869                          | 5055.5                 | 1187                 | 1187            | 0.31            |
| 19             | 7    | 4236                          | 5055.5                 | 820                  | 820             | 0.19            |
| 19             | 5    | 4937                          | 5057.8                 | 120                  | 120             | 0.02            |

TRAVAIL EXECUTE PAR  
GERMAIN DARE  
ET  
HENRIEL. POUJIN

214

CAICUL DE LA VALEUR PRESENTE NETTE (VPN)  
POUR CM=1.20

| OPTION<br>NO. | INT. | COUT TOTAL.<br>(CF+CC, \$'000) | DOMMAGES<br>(HA) | DOMMAGES<br>(\$'000) |
|---------------|------|--------------------------------|------------------|----------------------|
| 0             | 19   | 0                              | 161600           | 8340.2               |
| 12            | 18   | 791                            | 120082           | 6197.4               |
| 1             | 15   | 1522                           | 39108            | 2018.4               |
| 2             | 14   | 1833                           | 25581            | 1320.2               |
| 3             | 13   | 2155                           | 14732            | 760.3                |
| 4             | 12   | 2485                           | 5759             | 297.2                |
| 5             | 11   | 2837                           | 2143             | 110.6                |
| 6             | 10   | 3202                           | 1607             | 82.9                 |
| 7             | 10   | 3164                           | 1279             | 66.0                 |
| 8             | 9    | 3530                           | 959              | 49.5                 |
| 9             | 8    | 3896                           | 640              | 33.0                 |
| 10            | 7    | 4261                           | 160              | 8.3                  |
| 11            | 5    | 4957                           | 26               | 1.3                  |

| PROTECTION<br>INT--INT | COUT TOTAL.<br>(\$'000) | REV. TOTAL.<br>(\$'000) | VPN<br>(\$'000) | $\frac{B-C}{C}$ |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 19                     | 18                      | 2142.7                  | 1352            | 1.71            |
| 19                     | 15                      | 6321.8                  | 4800            | 3.15            |
| 19                     | 14                      | 7019.9                  | 5187            | 2.83            |
| 19                     | 13                      | 7579.8                  | 5425            | 2.52            |
| 19                     | 12                      | 8043.0                  | 5558            | 2.24            |
| 19                     | 11                      | 8229.6                  | 5392            | 1.90            |
| 19                     | 10                      | 8257.2                  | 5055            | 1.58            |
| 19                     | 10                      | 8274.2                  | 5110            | 1.61            |
| 19                     | 9                       | 8290.7                  | 4761            | 1.35            |
| 19                     | 8                       | 8307.2                  | 4412            | 1.13            |
| 19                     | 7                       | 8331.9                  | 4071            | 0.96            |
| 19                     | 5                       | 8338.8                  | 3381            | 0.68            |

TRAVAIL EXECUTE PAR  
ET GERMAIN PARE  
HENRIEL POULIN

CAICHI. DE LA VALEUR PRESENTE NETTE (VPN)  
POUR CM=1.40

| SECTION<br>NO. | INT. | COUT TOTAL<br>(CF+CC, \$'000) | DOMMAGES<br>(CHA) | DOMMAGES<br>(S'000) |
|----------------|------|-------------------------------|-------------------|---------------------|
| 0              | 19   | 0                             | 221700            | 11441.9             |
| 12             | 18   | 1034                          | 173269            | 8942.4              |
| 1              | 15   | 1682                          | 72148             | 3723.6              |
| 2              | 14   | 1967                          | 52239             | 2696.1              |
| 3              | 13   | 2268                          | 36074             | 1861.8              |
| 4              | 12   | 2577                          | 21951             | 1132.9              |
| 5              | 11   | 2913                          | 14634             | 755.3               |
| 6              | 10   | 3266                          | 11231             | 579.6               |
| 7              | 10   | 3225                          | 9991              | 515.6               |
| 8              | 9    | 3582                          | 7667              | 395.7               |
| 9              | 8    | 3940                          | 5460              | 281.8               |
| 10             | 7    | 4298                          | 3369              | 173.9               |
| 11             | 5    | 4985                          | 871               | 44.9                |

| PROTECTION<br>INT ↔ INT | COUT TOTAL<br>(S'000) | REV. TOTAL<br>(S'000) | VPN<br>(S'000) | B - C<br>C |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|------------|
| 19 18                   | 1034                  | 2499.5                | 1465           | 1.42       |
| 19 15                   | 1682                  | 7718.4                | 6036           | 3.59       |
| 19 14                   | 1967                  | 8745.9                | 6779           | 3.45       |
| 19 13                   | 2268                  | 9580.2                | 7312           | 3.22       |
| 19 12                   | 2577                  | 10309.1               | 7732           | 3.00       |
| 19 11                   | 2913                  | 10686.7               | 7773           | 2.67       |
| 19 10                   | 3266                  | 10862.3               | 7596           | 2.33       |
| 19 10                   | 3225                  | 10926.3               | 7702           | 2.39       |
| 19 9                    | 3582                  | 11046.2               | 7464           | 2.08       |
| 19 8                    | 3940                  | 11160.1               | 7220           | 1.83       |
| 19 7                    | 4298                  | 11268.1               | 6970           | 1.62       |
| 19 5                    | 4985                  | 11397.0               | 6412           | 1.29       |

TRAVAIL EXECUTE PAR  
GERMAIN PARE  
ET HENRIE. POULIN

CALCUL DE LA VALEUR PRÉSENTE NETTE (VPN)  
POUR CM=1.60

| OPTION<br>NO. | INT. | COÛT TOTAL<br>(CF+CC, \$'000) | DOMMAGES<br>(HA) | DOMMAGES<br>(\$'000) |
|---------------|------|-------------------------------|------------------|----------------------|
| 0             | 19   | 0                             | 267800           | 13821.2              |
| 12            | 18   | 1259                          | 221845           | 11449.4              |
| 1             | 15   | 1898                          | 118468           | 6114.1               |
| 2             | 14   | 2164                          | 94114            | 4857.2               |
| 3             | 13   | 2445                          | 73062            | 3770.7               |
| 4             | 12   | 2732                          | 53662            | 2769.5               |
| 5             | 11   | 3043                          | 40040            | 2066.5               |
| 6             | 10   | 3372                          | 30959            | 1597.8               |
| 7             | 10   | 3330                          | 29566            | 1525.9               |
| 8             | 9    | 3669                          | 22860            | 1179.8               |
| 9             | 8    | 4010                          | 16459            | 849.5                |
| 10            | 7    | 4353                          | 10668            | 550.6                |
| 11            | 5    | 5021                          | 3444             | 177.8                |

| PROTECTION<br>INT--INT | COÛT TOTAL<br>(\$'000) | REV. TOTAL<br>(\$'000) | VPN<br>(\$'000) | B<br>C |
|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|--------|
| 19                     | 18                     | 1259                   | 2371.8          | 1113   |
| 19                     | 15                     | 1898                   | 7707.0          | 5809   |
| 19                     | 14                     | 2164                   | 8963.9          | 6800   |
| 19                     | 13                     | 2445                   | 10050.4         | 7606   |
| 19                     | 12                     | 2732                   | 11051.7         | 8320   |
| 19                     | 11                     | 3043                   | 11754.7         | 8712   |
| 19                     | 10                     | 3372                   | 12223.4         | 8851   |
| 19                     | 10                     | 3330                   | 12295.3         | 8965   |
| 19                     | 9                      | 3669                   | 12641.4         | 8972   |
| 19                     | 8                      | 4010                   | 12971.7         | 8962   |
| 19                     | 7                      | 4353                   | 13270.6         | 8918   |
| 19                     | 5                      | 5021                   | 13643.4         | 8623   |

TRAVAIL EXECUTE PAR

ET GERMAIN PARE  
HENRIEL POULIN

CAI.CUL. DE LA VALEUR PRESENTE NETTE (VPN)  
POUR CM=1.80

| PROTECTION<br>INT--INT | COUT TOTAL.<br>(S'000) | REV. TOTAL.<br>(S'000) | VPN<br>(S'000) | B-C<br>C |
|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------|
| 19 18                  | 1439                   | 1923.3                 | 485            | 0.34     |
| 19 15                  | 2177                   | 6014.3                 | 3838           | 1.76     |
| 19 14                  | 2436                   | 7366.6                 | 4931           | 2.02     |
| 19 13                  | 2703                   | 8618.8                 | 5916           | 2.19     |
| 19 12                  | 2970                   | 9870.9                 | 6901           | 2.32     |
| 19 11                  | 3244                   | 11035.4                | 7791           | 2.40     |
| 19 10                  | 3532                   | 12024.7                | 8493           | 2.40     |
| 19 10                  | 3498                   | 11988.4                | 8490           | 2.43     |
| 19 9                   | 3804                   | 12757.5                | 8954           | 2.35     |
| 19 8                   | 4114                   | 13468.2                | 9354           | 2.27     |
| 19 7                   | 4432                   | 14081.5                | 9649           | 2.18     |
| 19 5                   | 5066                   | 14873.1                | 9807           | 1.94     |

TRAVAIL EXECUTE PAR  
ET GERMAIN PARE  
HENRIEL. POULIN

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

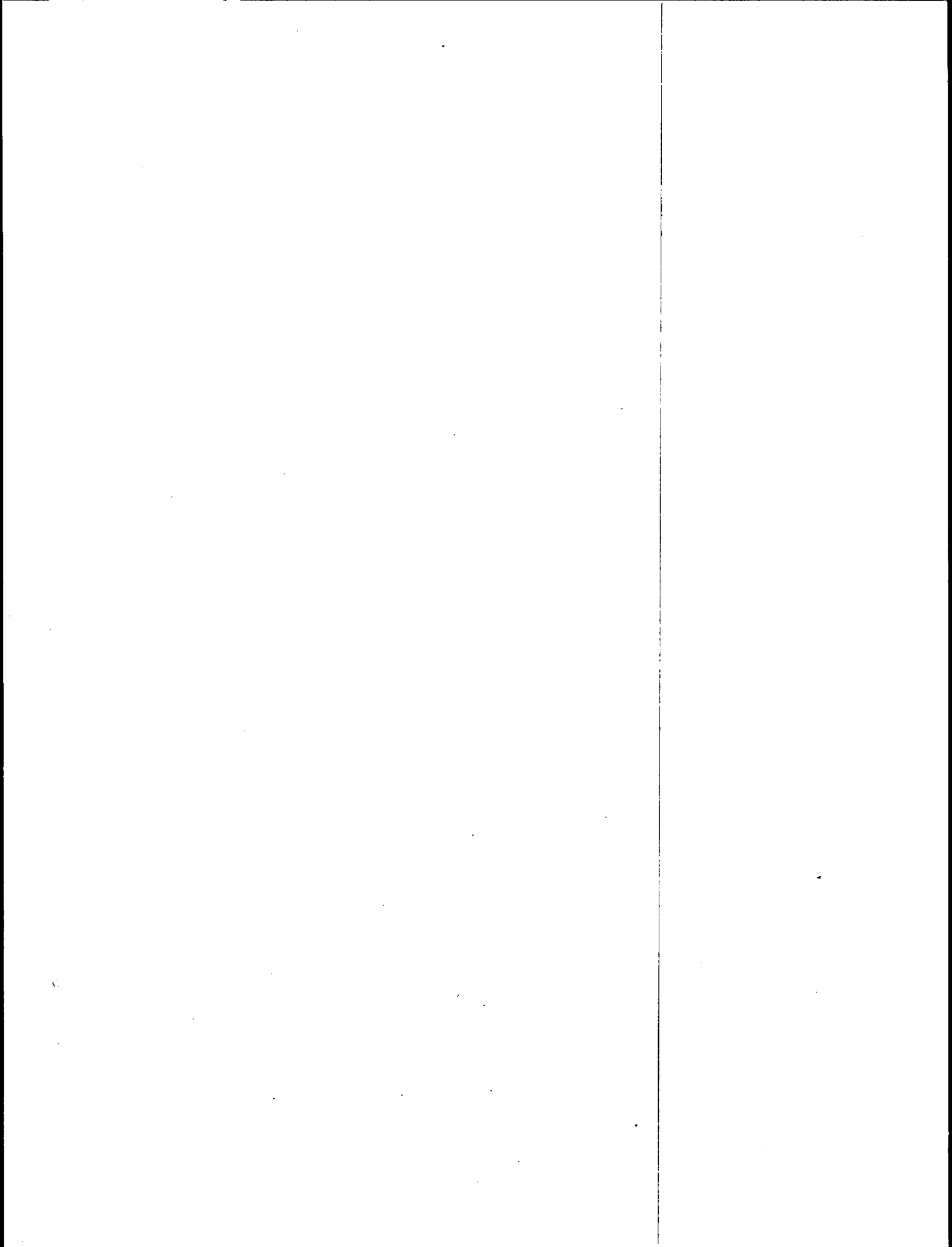
...the ...

...the ...

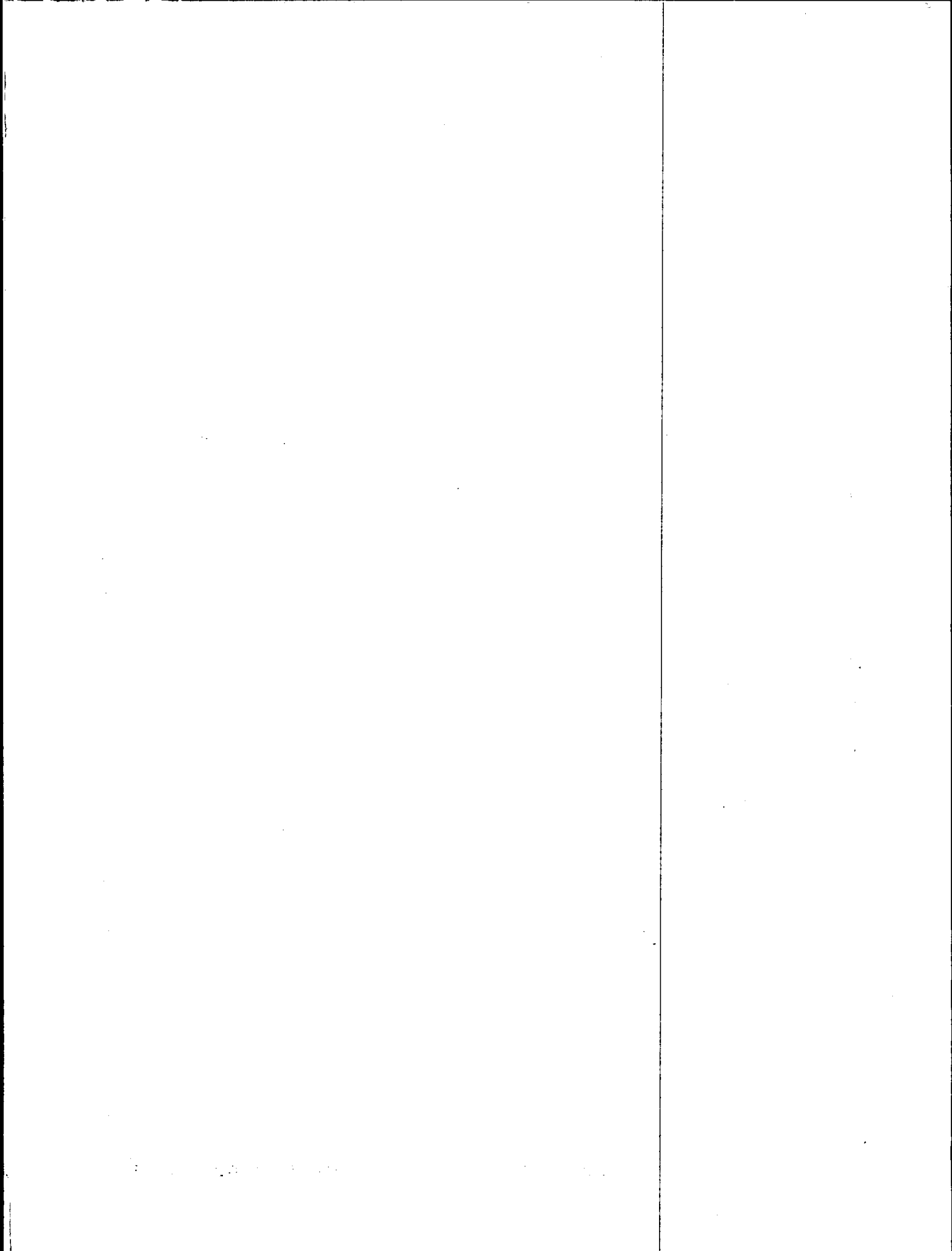
...the ...

...the ...

...the ...



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



La loi confère au ministre des Terres et Forêts la responsabilité de protéger les forêts contre le feu. Trois des sept Sociétés de conservation ont juridiction sur le territoire situé entre les 50<sup>e</sup> et 53<sup>e</sup> parallèles, au nord de leur territoire proprement dit. L'objectif du programme de protection de la forêt contre le feu consiste à réduire au minimum les dommages causés par les incendies forestiers tout en gardant le coût des activités de protection à l'intérieur de limites acceptables; en d'autres mots, établir un équilibre entre les dommages causés par le feu et les coûts de protection. Dans les limites de ses responsabilités, le Service de la recherche entreprend les études qui lui sont demandées de manière à fournir au Service de la protection les informations qui lui permettront d'assurer à chaque région du Québec une protection adéquate.



Éditeur officiel du Québec  
Imprimé au Québec