

Université du Québec

Mémoire présenté à

L'Institut national de la recherche scientifique (Eau)

Comme exigence partielle  
de la  
maîtrise ès Sciences (eau)  
par  
Siegried Choquette  
B. sp. Géographie

"Evaluation du potentiel récréatif en milieu lacustre"

Septembre 1981

## REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été rendu possible grâce à l'aide précieuse de plusieurs personnes.

Je ne saurais passer sous silence le support scientifique de monsieur Michel Leclerc, professeur à l'INRS-Eau et directeur de ce mémoire. Ses conseils judicieux, son appui moral de même qu'un encadrement soutenu ne m'ont jamais fait défaut.

Je remercie également tous ceux et celles qui ont bien voulu prendre de leur temps pour la correction du tout ou de certaines parties. Il s'agit de monsieur Jean-Pierre Villeneuve, professeur à l'INRS-Eau, de monsieur Robert Héroux, professeur à l'Université Laval, de messieurs Rémi Lévesque, Normand Dupont et Paul Potvin du Service de la qualité des eaux (MENQ), de messieurs Pierre Mathieu et Philippe Gentès des Etudes d'impact (MENQ) et finalement de monsieur André Ayotte de l'INRS-Eau.

Mes remerciements s'adressent également à monsieur Paul Meunier, du Service des études hydrauliques et écologiques (MENQ), l'initiateur de ce mémoire, qui en a suivi le développement pas à pas et dont le soutien moral ne s'est jamais démenti.

Je remercie madame Jeannine Choquette pour la correction littéraire du texte; mesdames Elaine Parent et Johanne Plamondon pour la dactylographie et monsieur André Parent pour la production des figures.

Je remercie tous ceux et celles qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce document et en particulier tout le personnel du Service de la qualité des eaux qui par leur connaissance des lacs et les nombreuses données récoltées ont fourni une expertise et un matériel très appréciés.

## RESUME

Une méthode d'évaluation du potentiel récréatif en milieu lacustre a été mise au point pour servir d'outil de gestion. Elle doit permettre la pose d'un premier jalon dans l'élaboration du programme d'aménagement d'un lac. Cette méthode se veut simple et facile d'application.

Au Québec, des méthodes qualitatives ont déjà été utilisées mais leur subjectivité et leur non-reproductibilité ont été la cause de leur rejet par les utilisateurs.

Le calcul d'un indice global de récréation pour un lac nécessite d'abord l'évaluation d'indices d'activités spécifiques. Celle-ci s'opère par l'entremise de fonctions de cotation attribuant une valeur entre 0 et 10 témoignant de l'intérêt de l'activité en fonction des paramètres pertinents du milieu. Les activités considérées sont le bateau-moteur, le ski nautique, la voile, le canotage, la baignade, la pêche et la plongée sous-marine.

Dans le présent mémoire, chaque activité fait l'objet d'un chapitre particulier. Pour chacune, l'approche est la même c'est-à-dire, une revue de la bibliographie pertinente, une présentation des paramètres du milieu susceptibles d'en évaluer l'intérêt, une justification de ce choix, les fonctions de cotation permettant de transformer les valeurs brutes des paramètres en cotes utilisables et une application à un échantillon de 30 lacs.

Mots-clé: récréation / potentiel récréatif / lac / loisir / méthode quantitative / indice / fonction de cotation / paramètre / activité récréative / bateau-moteur / ski nautique / voile / canotage / baignade / plongée sous-marine / pêche / critère / norme / navigation de plaisance.

## TABLE DES MATIERES

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| REMERCIEMENTS .....   | i           |
| RESUME .....  | iii         |
| TABLE DES MATIERES .....  | v           |
| LISTE DES TABLEAUX .....  | xiii        |
| LISTE DES FIGURES .....   | xvii        |
| LISTE DES CARTES .....  | xxi         |
| LISTE DES APPENDICES .....                                      | xxiii       |
| LISTE DES SYMBOLES .....  | xxv         |
| INTRODUCTION .....  | 1           |
| <br>  |             |
| 1. PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET APPROCHE .....                   | 5           |
| 1.1 Problématique .....   | 7           |
| 1.2 Objectifs .....   | 10          |
| 1.3 Approche méthodologique .....                               | 11          |
| 1.3.1 Définitions .....   | 11          |
| 1.3.2 Choix des activités .....                                 | 14          |
| 1.3.3 Choix des paramètres .....                                | 15          |
| 1.3.4 Fonction de cotation .....                                | 15          |
| 1.3.5 Indice d'activité et indice global de<br>récréation ..... | 17          |
| 1.3.6 Pondération .....   | 19          |
| 1.3.7 Questionnaire .....                                       | 21          |
| 1.4 Choix des lacs .....  | 21          |
| 1.4.1 La superficie .....                                       | 22          |
| 1.4.2 La forme .....  | 22          |
| 1.4.3 Lacs retenus .....  | 24          |
| <br>  |             |
| 2. BATEAUX DE PROMENADE MOTORISES .....                         | 27          |
| 2.1 Revue de la bibliographie .....                             | 29          |
| 2.1.1 Définition de la navigation de plaisance .....            | 30          |

|         | <u>PAGE</u>   |    |
|---------|---|----|
| 2.1.2   | Superficie minimale du lac et fetch .....                                       | 31 |
| 2.1.3   | Superficie minimale par embarcation .....                                       | 32 |
| 2.1.4   | Capacité du lac en embarcations .....   | 34 |
| 2.1.5   | Vitesse autorisée .....   | 35 |
| 2.1.6   | Profondeur minimale et profondeur moyenne .....                                 | 35 |
| 2.1.7   | Morphologie du lac .....  | 36 |
| 2.1.8   | Température de l'eau et de l'air .....  | 37 |
| 2.1.9   | Puissance du moteur .....   | 37 |
| 2.1.10  | Accessibilité au lac .....  | 37 |
| 2.1.11  | Qualité de l'eau et pH .....  | 39 |
| 2.1.12  | Oxygène dissous et $DBO_5$ .....  | 39 |
| 2.2     | Choix des paramètres et fonctions de cotation .....                             | 39 |
| 2.2.1   | Superficie navigable .....  | 40 |
| 2.2.2   | Longueur du fetch .....   | 42 |
| 2.2.3   | Morphologie du lac .....  | 44 |
| 2.2.4   | Ecueils à la navigation .....   | 45 |
| 2.2.5   | Accessibilité au lac (descentes pour bateaux) .....                             | 47 |
| 2.2.6   | Accessibilité au lac (réseau routier) .....                                     | 48 |
| 2.2.7   | Climat .....  | 49 |
| 2.2.7.1 | Température de l'air .....  | 50 |
| 2.2.7.2 | Pluviosité .....  | 51 |
| 2.2.7.3 | Cote $y_6$ .....  | 52 |
| 2.2.8   | Puissance du moteur et profondeur moyenne .....                                 | 53 |
| 2.2.8.1 | Puissance du moteur .....   | 53 |
| 2.2.8.2 | Profondeur moyenne .....  | 55 |
| 2.2.8.3 | Cote $y_7$ .....  | 58 |
| 2.3     | Application .....   | 58 |
| 2.3.1   | Superficie navigable: cote $y_1$ .....  | 58 |
| 2.3.2   | Longueur du fetch: cote $y_{2A}$ .....  | 59 |
| 2.3.3   | Morphologie du lac: cote $y_3$ .....  | 59 |
| 2.3.4   | Accessibilité au lac: cote $y_4$ .....  | 60 |
| 2.3.5   | Accessibilité au lac: cote $y_5$ .....  | 61 |
| 2.3.6   | Climat .....  | 61 |
| 2.3.7   | Puissance du moteur et profondeur moyenne: cote $y_{pu}$ et cote $y_{pm}$ ..... | 62 |
| 2.4     | Indice d'activité: $Y_{BM}$ .....   | 62 |

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| 3. SKI NAUTIQUE .....                                   | 67          |
| 3.1 Revue de la bibliographie .....                     | 69          |
| 3.1.1 Superficie minimale du lac .....                  | 69          |
| 3.1.2 Superficie minimale par embarcation .....         | 69          |
| 3.1.3 Qualité bactériologique de l'eau .....            | 70          |
| 3.1.4 Transparence de l'eau .....                       | 73          |
| 3.1.5 Température de l'eau .....                        | 73          |
| 3.1.6 pH et turbidité .....                             | 75          |
| 3.1.7 Longueur et largeur du plan d'eau .....           | 75          |
| 3.1.8 Profondeur minimale .....                         | 75          |
| 3.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation ..... | 76          |
| 3.2.1 Paramètres communs avec le bateau-moteur .....    | 76          |
| 3.2.2 Climat .....                                      | 77          |
| 3.2.2.1 Température de l'air .....                      | 77          |
| 3.2.2.2 Pluviosité .....                                | 77          |
| 3.2.3 Température de l'eau .....                        | 78          |
| 3.2.4 Qualité bactériologique de l'eau .....            | 79          |
| 3.2.5 Transparence de l'eau .....                       | 79          |
| 3.3 Application .....                                   | 82          |
| 3.3.1 Transparence de l'eau: cote $y_{13A}$ .....       | 82          |
| 3.4 Indice d'activité: $Y_{SK}$ .....                   | 83          |
| 4. VOILE .....  | 87          |
| 4.1 Revue de la bibliographie .....                     | 89          |
| 4.1.1 Superficie minimale du lac .....                  | 89          |
| 4.1.2 Superficie minimale par embarcation .....         | 90          |
| 4.1.3 Capacité du lac en voiliers .....                 | 90          |
| 4.1.4 Profondeur du lac .....                           | 90          |
| 4.1.5 Accessibilité au lac (descentes pour bateaux) .   | 91          |
| 4.1.6 Morphologie du lac .....                          | 91          |
| 4.1.7 Vents et vagues .....                             | 91          |
| 4.1.8 Relief .....                                      | 92          |
| 4.1.9 Largeur et longueur du lac .....                  | 94          |
| 4.1.10 Insulosité .....                                 | 94          |
| 4.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation ..... | 95          |

|       | <u>PAGE</u>  |
|-------|--|
| 4.2.1 | Superficie navigable ..... 95                              |
| 4.2.2 | Longueur du fetch ..... 97                                 |
| 4.2.3 | Morphologie du lac ..... 101                               |
| 4.2.4 | Climat ..... 102   |
| 4.2.5 | Vitesse du vent ..... 102                                  |
| 4.2.6 | Insulosité ..... 103                                       |
| 4.3   | Application ..... 103                                      |
| 4.4   | Indice d'activité: $Y_V$ ..... 105                         |
| 5.    | CANOTAGE ET EMBARCATIONS A PROPULSION MUSCULAIRE ..... 109 |
| 5.1   | Revue de la bibliographie ..... 111                        |
| 5.1.1 | Superficie du lac ..... 111                                |
| 5.1.2 | Distances et densité d'utilisation ..... 112               |
| 5.1.3 | Profondeur minimale et débit ..... 112                     |
| 5.1.4 | Morphologie du lac et relief ..... 114                     |
| 5.1.5 | Vents ..... 114  |
| 5.1.6 | Largeur et longueur du lac ..... 114                       |
| 5.1.7 | Insulosité ..... 115                                       |
| 5.1.8 | Qualité bactériologique de l'eau ..... 115                 |
| 5.2   | Choix des paramètres et fonctions de cotation ..... 115    |
| 5.2.1 | Superficie navigable ..... 116                             |
| 5.2.2 | Longueur du fetch ..... 117                                |
| 5.2.3 | Morphologie du lac ..... 118                               |
| 5.2.4 | Climat ..... 119   |
| 5.2.5 | Température de l'eau ..... 119                             |
| 5.2.6 | Qualité bactériologique de l'eau ..... 120                 |
| 5.2.7 | Transparence de l'eau ..... 121                            |
| 5.2.8 | Accessibilité à d'autres lacs ..... 121                    |
| 5.2.9 | Insulosité ..... 122                                       |
| 5.3   | Application ..... 126                                      |
| 5.3.1 | Accessibilité à d'autres lacs: cote $y_{25A}$ ..... 126    |
| 5.4   | Indice d'activité: $Y_C$ ..... 127                         |
| 6.    | BAIGNADE ..... 133   |
| 6.1   | Revue de la bibliographie ..... 135                        |

|         | <u>PAGE</u>  |
|---------|--|
| 6.1.1   | Caractéristiques du plan d'eau ..... 135                                   |
| 6.1.1.1 | Superficie du plan d'eau ..... 135   |
| 6.1.1.2 | Température de l'eau, transparence<br>de l'eau et pH ..... 136             |
| 6.1.2   | Caractéristiques de la plage ..... 138                                     |
| 6.1.2.1 | Critères climatiques ..... 138   |
| 6.1.2.2 | Végétation et faune ..... 138  |
| 6.1.2.3 | Aires de baignade ..... 143  |
| 6.1.2.4 | Superficie des composantes ..... 143                                       |
| 6.1.2.5 | Caractéristiques physiques: pentes<br>et dépôts meubles ..... 145          |
| 6.1.3   | Problèmes dus aux algues ..... 149   |
| 6.2     | Choix des paramètres et fonctions de cotation ..... 150                    |
| 6.2.1   | Paramètre commun avec l'activité ski nautique . 154                        |
| 6.2.2   | Température de l'eau ..... 154   |
| 6.2.3   | Transparence de l'eau ..... 155  |
| 6.2.4   | Superficie du plan d'eau ..... 156   |
| 6.2.5   | Morphologie et taille des plages ..... 157                                 |
| 6.2.5.1 | La granulométrie ..... 157   |
| 6.2.5.2 | Pente et profondeur de la partie<br>submergée, pente de la grève ..... 159 |
| 6.2.5.3 | Plantes aquatiques ..... 160   |
| 6.2.5.4 | Orientation de la plage ..... 161  |
| 6.2.5.5 | Cote $y_{30}$ : Morphologie de la plage ... 162                            |
| 6.2.6   | Odeur ..... 164  |
| 6.2.7   | Qualité bactériologique de l'eau ..... 164                                 |
| 6.3     | Application ..... 166  |
| 6.3.1   | Transparence de l'eau: cote $y_{28A}$ ..... 166                            |
| 6.4     | Indice d'activité: $Y_B$ ..... 166   |
| 7.      | PLONGEE SOUS-MARINE ..... 171  |
| 7.1     | Revue de la bibliographie ..... 173  |
| 7.1.1   | Transparence et qualité bactériologique de<br>l'eau ..... 173              |

|       | <u>PAGE</u>  |     |
|-------|--|-----|
| 7.1.2 | Profondeur du lac .....  | 174 |
| 7.1.3 | Accessibilité au lac .....   | 174 |
| 7.1.4 | Climat .....   | 175 |
| 7.1.5 | Température de l'eau .....   | 175 |
| 7.1.6 | Superficie du plan d'eau .....   | 176 |
| 7.2   | Choix des paramètres et fonctions de cotation .....  | 176 |
| 7.2.1 | Transparence de l'eau .....  | 176 |
| 7.2.2 | Qualité bactériologique de l'eau .....   | 178 |
| 7.2.3 | Température de l'eau .....   | 178 |
| 7.2.4 | Profondeur moyenne du lac .....  | 179 |
| 7.2.5 | Diversité des espèces de poissons .....  | 179 |
| 7.3   | Application .....  | 181 |
| 7.3.1 | Transparence de l'eau: cote $y_{31A}$ .....  | 183 |
| 7.3.2 | Température de l'eau: cote $y_{32}$ .....  | 183 |
| 7.4   | Indice d'activité: $Y_{pL}$ .....  | 183 |
| 8.    | PECHE .....  | 187 |
| 8.1   | Revue de la bibliographie .....  | 189 |
| 8.1.1 | Superficie du plan d'eau, superficie du lac<br>par embarcation et par chalet et superficie<br>productive ..... | 189 |
| 8.1.2 | Profondeur moyenne et maximale du lac .....  | 193 |
| 8.1.3 | Puissance du moteur .....  | 195 |
| 8.1.4 | Température de l'eau .....   | 195 |
| 8.1.5 | Oxygène et pH .....  | 196 |
| 8.1.6 | Conductivité .....   | 198 |
| 8.1.7 | Productivité du lac .....  | 200 |
| 8.1.8 | Potentiel écologique .....   | 202 |
|       | 8.1.8.1 Potentiel pour le frai .....   | 210 |
|       | 8.1.8.2 Potentiel de nourriture .....  | 214 |
|       | 8.1.8.3 Potentiel d'abri .....   | 216 |
| 8.2   | Choix des paramètres et fonctions de cotation .....  | 222 |
| 8.2.1 | Espèces de poissons présentes .....  | 227 |
| 8.2.2 | Productivité du lac .....  | 227 |
| 8.2.3 | Potentiel de frai .....  | 231 |
| 8.2.4 | Superficie du lac .....  | 232 |

|  | <u>PAGE</u> |
|--|-------------|
| 8.3 Application .....                      | 232         |
| 8.4 Indice d'activité: $\gamma_{PE}$ ..... | 234         |
| 9. Indice global de récréation .....       | 241         |
| CONCLUSION .....                           | 247         |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....          | 253         |
| APPENDICES .....                           | 265         |

LISTE DES TABLEAUX

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| 1.1 Utilisation actuelle et potentielle du lac<br>Saint-François .....                        | 9           |
| 1.2 Signification des cotes numériques .....  | 16          |
| 1.3 Liste des activités et facteur de pondération .....                                       | 18          |
| 1.4 Classes de superficie .....   | 22          |
| 1.5 Classes retenues .....  | 23          |
| 1.6 Lacs retenus pour validation de la méthode .....  | 24          |
| 1.7 Coordonnées cartographiques et hydrographiques des<br>lacs retenus .....                  | 25          |
| 2.1 Définition: navigation de plaisance .....   | 30          |
| 2.2 Classes de superficie et cotes .....  | 32          |
| 2.3 Superficies minimales requises par activité .....   | 33          |
| 2.4 Capacité du lac en embarcations .....   | 35          |
| 2.5 Résultats pour l'activité bateau-moteur .....   | 63          |
| 2.6 Fetch .....   | 64          |
| 2.7 Synthèse de l'activité bateau-moteur .....  | 65          |
| 3.1 Normes qualité bactériologique de l'eau .....   | 72          |
| 3.2 Résultats pour l'activité ski nautique .....  | 84          |
| 3.3 Synthèse de l'activité ski nautique .....   | 85          |
| 4.1 Superficie minimale du plan d'eau et espace requis par<br>embarcation pour la voile ..... | 89          |
| 4.2 Contraintes relatives aux formes des plans d'eau .....                                    | 91          |
| 4.3 Contraintes relatives aux vents.....  | 92          |
| 4.4 Contraintes imposées par la configuration topographique<br>du pourtour du lac .....       | 93          |
| 4.5 Résultats pour l'activité voile .....   | 106         |

|      | <u>PAGE</u>  |
|------|--|
| 4.6  | Fetch ..... 107  |
| 4.7  | Synthèse de l'activité voile ..... 108   |
| 5.1  | Résultats pour l'activité canotage et embarcations à<br>propulsion musculaire ..... 128                                  |
| 5.2  | Fetch ..... 129  |
| 5.3  | Accessibilité à d'autres lacs ..... 130  |
| 5.4  | Synthèse de l'activité canotage et embarcations à<br>propulsion musculaire ..... 132                                     |
| 6.1  | Valeurs de température, transparence et pH de l'eau<br>recommandées pour la baignade ..... 137                           |
| 6.2  | Qualité physico-chimique de l'eau pour la baignade ..... 137   |
| 6.3  | Sommaire des exigences bio-physiques dans le choix d'un<br>site pour l'aménagement d'une plage pour la baignade .... 139 |
| 6.4  | Distribution des espèces en fonction de la profondeur<br>et de la luminosité ..... 142                                   |
| 6.5  | Espaces minimums de chacune des composantes du site ..... 144  |
| 6.6  | Espaces requis par utilisateur - PLAGE ..... 146   |
| 6.7  | Surface minimale du site et espaces requis par<br>utilisateur ..... 147  |
| 6.8  | Classes de pentes pour la plage ..... 148  |
| 6.9  | Texture vs plage ..... 149   |
| 6.10 | Malaises gastro-intestinaux associés aux algues chez<br>l'homme ..... 151  |
| 6.11 | Troubles respiratoires associés aux algues chez l'homme . 152  |
| 6.12 | Troubles de la peau associés aux algues chez l'homme .... 153  |
| 6.13 | Granulométrie ..... 158  |
| 6.14 | Odeur ..... 164  |
| 6.15 | Résultats pour l'activité baignade ..... 168   |

|  | <u>PAGE</u> |
|--|-------------|
| 6.16 Synthèse de l'activité baignade .....   | 169         |
| 7.1 Résultats pour l'activité plongée sous-marine .....  | 184         |
| 7.2 Synthèse de l'activité plongée sous-marine .....   | 185         |
| 8.1 Espèces pêchées .....  | 190         |
| 8.2 Liste des espèces de poissons en fonction de leur<br>résistance physiologique .....                                  | 191         |
| 8.3 Classes de superficie .....  | 192         |
| 8.4 Classes de profondeur .....  | 194         |
| 8.5 Concentration minimale d'oxygène (mg/l) nécessaire à<br>une survie de 84 heures en fonction de la température ...    | 197         |
| 8.6 Effets du pH sur les organismes .....  | 199         |
| 8.7 Calcul du rendement en lacs à l'aide de la profondeur<br>moyenne et de l'indice morpho-édaphique de Ryder .....      | 203         |
| 8.8 Utilisation des substrats en regard du frai .....  | 212         |
| 8.9 Classification des substrats d'après leur granulométrie .  | 213         |
| 8.10 Evaluation des choix pour le frai .....   | 213         |
| 8.11 Classification et évaluation des pentes de la beine .....   | 213         |
| 8.12 Nombre d'organismes benthiques en fonction du substrat<br>de la zone littorale .....                                | 215         |
| 8.13 Classification des plantes aquatiques en fonction du<br>nombre d'organismes qu'elles peuvent supporter .....        | 217         |
| 8.14 Code des relevés de la végétation aquatique selon<br>Braun-Blanquet .....   | 218         |
| 8.15 Classification globale des plantes aquatiques en fonc-<br>tion du nombre d'organismes qu'elles peuvent supporter .. | 219         |
| 8.16 Classification des espèces végétales en fonction de<br>l'abri qu'elles peuvent fournir aux poissons .....           | 220         |
| 8.17 Classification des plantes aquatiques en fonction de<br>l'abri qu'elles peuvent fournir aux poissons .....          | 221         |

|       | <u>PAGE</u>   |
|-------|---|
| 8.18  | Capacité de réception des lacs pour la pêche ..... 224  |
| 8.19  | Classification des succès de pêche ..... 226  |
| 8.20  | Représentation de la fonction de cotation $y_{33}$ selon<br>Fréchette (1977) et Choquette (1981) ..... 228                              |
| 8.21  | Liste des espèces de poissons recensées sur les lacs .... 235   |
| 8.22  | Résultats pour l'activité pêche ..... 238   |
| 8.23  | Synthèse de l'activité pêche ..... 240  |
| 9.1   | Indices d'activité et indice de récréation ..... 245  |
| A 1.1 | Les classes et sous-classes de possibilités pour la<br>récréation ..... 273   |
| A 1.2 | Restrictions du potentiel des plages ..... 274  |
| A 1.3 | Classes et sous-classes du potentiel des eaux pour la<br>pêche ..... 275  |
| A 4.1 | Exemple vents dominants ..... 308   |
| A 4.2 | Ratio d'allongement ..... 309   |
| A 4.3 | Marina: données pour une rampe de lancement ..... 311   |
| A 4.4 | Marina: données générales ..... 312   |
| A 4.5 | Sommaire des critères bio-physiques en vue du choix de<br>sites pour l'aménagement de marinas et/ou de rampes de<br>lancement ..... 314 |
| A 4.6 | Nombre de descentes possible ..... 317  |
| A 4.7 | Capacité de support ..... 320   |
| A 5.1 | Morphométrie ..... 327  |
| A 5.2 | Accessibilité au lac ..... 328  |
| A 5.3 | Climat ..... 329  |
| A 5.4 | Physico-chimie ..... 330  |
| A 7.1 | Liste des espèces de poissons ..... 339   |

## LISTE DES FIGURES

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| 1.1 Paramètre, Norme et Cote .....  | 13          |
| 1.2 Formes caractéristiques des plans d'eau .....                                     | 22          |
| 2.1 Profondeur en fonction de la puissance .....                                      | 36          |
| 2.2 Cote $y_1$ : superficie navigable .....   | 56          |
| 2.3 Cote $y_{2A}$ : longueur du fetch .....   | 56          |
| 2.4 Cote $y_p$ : pluviosité .....   | 56          |
| 2.5 Distance maximale en fonction de la puissance du moteur .                         | 53          |
| 2.6 Cote $y_{pu}$ : puissance du moteur .....   | 57          |
| 2.7 Cote $y_{pm}$ : profondeur moyenne .....  | 57          |
| 3.1 Qualité bactériologique de l'eau en fonction de la<br>récréation de contact ..... | 74          |
| 3.2 Température de l'eau en fonction de la récréation de<br>contact .....             | 74          |
| 3.3 pH de l'eau en fonction de la récréation de contact .....                         | 74          |
| 3.4 Turbidité de l'eau en fonction de la récréation de<br>contact .....               | 74          |
| 3.5 Cote $y_{11}$ : température de l'eau .....  | 81          |
| 3.6 Cote $y_{13A}$ : transparence de l'eau .....                                      | 81          |
| 4.1 Cote $y_{14}$ : superficie navigable .....  | 104         |
| 4.2 Cote $y_{15}$ : longueur du fetch .....   | 104         |
| 4.3 Cote $y_{18}$ : insulosité .....  | 104         |
| 5.1 Circuit de canot-camping .....  | 113         |
| 5.2 Cote $y_{20}$ : superficie navigable .....  | 124         |
| 5.3 Cote $y_{21}$ : longueur du fetch .....   | 124         |

|  | <u>PAGE</u> |
|--|-------------|
| 5.4 Cote $y_{23}$ : température de l'eau .....   | 124         |
| 5.5 Cote $y_{25A}$ : accessibilité à d'autres lacs .....   | 125         |
| 5.6 Cote $y_{26}$ : insulosité .....   | 125         |
| 6.1 Configuration de la plage .....  | 145         |
| 6.2 Cote $y_{27}$ : température de l'eau .....   | 165         |
| 6.3 Cote $y_{28A}$ : transparence de l'eau .....   | 165         |
| 6.4 Cote $y_{29}$ : superficie du plan d'eau .....   | 165         |
| 6.5 Cote $y_{12}$ : qualité bactériologique de l'eau .....   | 165         |
| 7.1 Cote $y_{31A}$ : transparence de l'eau .....   | 180         |
| 7.2 Cote $y_{36}$ : profondeur moyenne du lac .....  | 180         |
| 7.3 Cote $y_{37}$ : diversité des espèces .....  | 180         |
| 8.1 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 19 lacs des réserves Mastigouche et Saint-Maurice ..... | 204         |
| 8.2 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 13 lacs de la réserve Portneuf .....                    | 205         |
| 8.3 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 51 lacs du Parc des Laurentides .....                   | 206         |
| 8.4 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 83 lacs étudiés .....                                   | 207         |
| 8.5 Relations entre l'indice morpho-édaphique (Ryder) et le rendement optimum des lacs étudiés .....                               | 208         |
| 8.6 Cheminement logique de l'évaluation des potentiels écologiques .....   | 209         |
| 8.7 Cote $y_{33}$ : espèces présentes .....  | 233         |
| 8.8 Cote $y_{34}$ : productivité du lac .....  | 233         |
| 8.9 Cote $y_{39}$ : superficie du lac .....  | 233         |

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| A 4.1 Technique de calcul du fetch .....  | 306         |
| A 4.2 Composantes du site et site idéal pour la marina .....                    | 310         |
| A 6.1 Diagramme du rivage tel que définit par le M.E.E.R. ....                  | 335         |
| A 6.2 Diagramme du rivage tel que définit par l'Ontario Land<br>Inventory ..... | 335         |
| A 6.3 Diagramme du rivage retenu par Provencher et Thibault<br>(1976) .....     | 336         |
| A 8.1 Structure du milieu .....   | 343         |

LISTE DES CARTES

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| 8.1 Synthèse des potentiels: lac Coulombe ..... | 223         |

## LISTE DES APPENDICES

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| 1. Classes de l'ARDA .....                              | 265         |
| 1.1 Potentiel pour la sauvagine .....                   | 267         |
| 1.2 Potentiel récréatif .....                           | 272         |
| 2. Amérissage .....                                     | 277         |
| 2.1 Revue de la bibliographie .....                     | 279         |
| 2.2 Fonctions de cotation amérissage d'hydravions ..... | 279         |
| 3. Questionnaire .....                                  | 281         |
| 4. Définition et calcul des principaux paramètres ..... | 297         |
| 4.1 La superficie navigable .....                       | 299         |
| 4.2 Choix des bornes .....                              | 303         |
| 4.3 Le fetch .....                                      | 305         |
| 4.4 La vitesse du vent .....                            | 307         |
| 4.5 Le ratio d'allongement .....                        | 309         |
| 4.6 Le nombre de descentes sur un lac .....             | 310         |
| 4.6.1 Nombre de descentes possible .....                | 310         |
| 4.6.1.1 Superficie du plan d'eau .....                  | 313         |
| 4.6.1.2 Zone de mouillage et d'accostage ..             | 313         |
| 4.6.1.3 Site de lancement .....                         | 315         |
| 4.6.1.4 Zone terrestre .....                            | 315         |
| 4.6.2 Nombre de chalets riverains .....                 | 316         |
| 4.6.3 Nombre de descentes minimal .....                 | 319         |
| 4.6.4 Nombre de descentes maximal .....                 | 321         |
| 4.7 L'accessibilité au lac (réseau routier) .....       | 321         |
| 4.8 La température de l'air et la pluviosité .....      | 321         |
| 4.9 La puissance du moteur .....                        | 322         |
| 4.10 La température de l'eau .....                      | 322         |
| 4.11 La qualité bactériologique de l'eau .....          | 323         |
| 4.12 La transparence de l'eau .....                     | 323         |
| 4.13 L'insulosité .....                                 | 323         |
| 4.14 L'accessibilité à d'autres lacs .....              | 323         |
| 4.15 La diversité des espèces de poissons .....         | 324         |
| 4.16 Le rendement de pêche du lac .....                 | 324         |

|   | <u>PAGE</u> |
|---|-------------|
| 5. Données sur l'échantillon de 30 lacs ..... | 325         |
| 6. Configuration de la plage .....            | 331         |
| 7. Liste des espèces de poissons .....        | 337         |
| 8. Structure du milieu .....                  | 341         |

## LISTE DES SYMBOLES

|                    |  |
|--------------------|--|
| $A_0$              | Superficie brute du lac  |
| $A_1$              | Superficie de l'anneau non navigable                                     |
| $A_2$              | Superficie des îles et de leur littoral non navigable                    |
| $A_3$              | Superficie du lac devant les plages                                      |
| $A_4$              | Superficie à plus de 1,6 km de la rive                                   |
| AA                 | Valeur servant au calcul de l'indice IC                                  |
| $A_i$              | Superficies du lac devant demeurer libres d'utilisation motorisée        |
| $A_{\text{îles}}$  | Superficie des îles  |
| $AA_{\text{îles}}$ | Superficie de l'anneau   |
| Al                 | Altitude du lac  |
| $A_m$              | Superficie du lac couverte de macrophytes                                |
| $A_n$              | Superficie navigable   |
| $A_{nn}$           | Surface du cercle ( $\pi r^2$ ) équivalente à la superficie navigable    |
| BB                 | Valeur servant au calcul de l'indice IC                                  |
| Bp                 | Nombre de bateaux permis (la capacité instantanée de bateaux sur un lac) |
| Bpl                | Capacité maximale de bateaux admis sur un lac                            |
| C                  | Valeur servant au calcul de la cote $y_{15}$ (voile)                     |
| CF                 | Moyenne géométrique du nombre de coliformes fécaux dans les échantillons |
| Co                 | Conductivité moyenne de surface en été                                   |
| C.S.               | Capacité de support (nombre de chalets)                                  |
| d                  | 360 divisé par la plus petite division de la rose des vents              |
| D                  | Distance du lac à vol d'oiseau à la route la plus proche                 |
| $D_1$              | Distance du lac à la route pavée la plus proche                          |

|           |  |
|-----------|--|
| $D_n$     | Diamètre équivalent du lac   |
| DP        | Indice de développement du périmètre du lac  |
| EP        | Espèces présentes dans le lac  |
| F         | Fréquence des vents  |
| FR        | Fréquence où la vitesse du vent dépasse 21 km/h  |
| g         | Accélération terrestre $32,2 \text{ pi/s}^2$   |
| $\bar{G}$ | Moyenne géométrique des échantillons de coliformes fécaux                                  |
| H         | Hauteur (différence entre le sommet de la vague et le niveau de l'eau)                     |
| i         | Le ième paramètre  |
| I         | Indice servant au calcul de la cote $y_{4,1}$  |
| Ia        | Indice d'orientation du lac  |
| Ib        | Indice de l'effet des berges escarpées   |
| IC        | Indice tenant compte des obstacles au vent dans le calcul du fetch (voile)                 |
| ID        | Indice prenant en considération la pente des berges du lac dans le calcul du fetch (voile) |
| Iles(%)   | Pourcentage d'occupation des îles  |
| IME       | Indice morpho-édaphique de Ryder (1965)  |
| IR        | Indice global de récréation  |
| J         | Valeur servant au calcul de l'indice IC  |
| l         | Largeur maximale du lac  |
| $\bar{l}$ | Largeur moyenne du lac   |
| L         | Longueur maximale du lac   |
| $L_1$     | Distance entre deux lacs voisins   |
| $L_2$     | Longueur du lac sans obstacle avec au moins 1,5 m de profondeur                            |
| $L_3$     | Longueur du lac en ligne droite  |

|           |  |
|-----------|--|
| $L_f$     | Fetch  |
| $L_i$     | Longueur d'un segment de droite joignant deux rives opposées et divergeant par un angle $\beta_i$ de la direction dominante du vent  |
| LS        | Longueur du segment ou tributaire $i$  |
| $m$       | Pente du terrain entre deux lacs   |
| $m_1$     | Pente moyenne des berges ou des environs   |
| $n$       | Nombre total de paramètres retenus pour une activité   |
| N         | Nombre d'activités   |
| nb        | Nombre de bateaux permis sur un lac  |
| nc        | Nombre de chalets  |
| NC        | Nombre de cercles autour des écueils, des macrophytes etc...<br>"une bande de 100 pieds (30,48 m) de largeur autour d'écueils, récifs, battures de macrophytes et autres dangers de navigation isolés" (Fréchette, 1977) |
| NE        | Nombre d'espèces dans le lac   |
| NFlot     | Estimé des écueils flottants sur le lac  |
| $N_i$     | Nombre d'îles  |
| $n_l$     | Nombre de lacs accessibles   |
| $n_{max}$ | Nombre de descentes maximal sur un lac   |
| $n_{min}$ | Nombre de descentes minimal sur un lac   |
| nn        | Nombre d'échantillons de coliformes fécaux   |
| np        | Nombre de jours de pluie en juin, juillet et août  |
| $n_{pos}$ | Nombre de descentes possible sur un lac  |
| Nup       | Nombre d'utilisateurs possible à la plage $i$  |
| Nut       | Nombre d'utilisateurs total  |
| Nv        | Nombre de voiliers possible sur un lac   |
| P         | Périmètre du lac   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| $\bar{P}$       | Périmètre moyen du cercle   |
| $P_e$           | Périmètre extérieur du cercle   |
| $PF$            | Potentiel global de frai du lac   |
| $P_i$           | Périmètre intérieur du cercle   |
| $p_j$           | Facteur de pondération du ième paramètre  |
| $P_j$           | Facteur de pondération affecté à l'activité j   |
| $P_m$           | Profondeur moyenne du lac   |
| $P_{max}$       | Profondeur maximale du lac  |
| $PR$            | Productivité du lac (rendement en poissons)   |
| $P_u$           | Puissance du moteur   |
| $r^2$           | Coefficient de détermination  |
| $R$             | Rendement du lac  |
| $RA$            | Ratio d'allongement du lac  |
| $r_e$           | Rayon extérieur du cercle   |
| $r_i$           | Rayon intérieur du cercle   |
| $r_{\text{éq}}$ | Rayon équivalent  |
| $\Delta r$      | Largeur de la couronne (rayon de l'anneau)  |
| $s$             | Ecart-type  |
| $SC$            | Superficie totale des cercles, écueils et autres obstacles<br>(compter au minimum 15 000 m <sup>2</sup> par écueil) |
| $SDT$           | Solides dissous totaux  |
| $T_1$           | Moyenne des températures maximales journalières de l'été  |
| $T_2$           | Température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août  |
| $TR$            | Transparence de l'eau   |
| $w$             | Vitesse du vent   |

|           |   |
|-----------|---|
| $W_{nn}$  | Echantillons de coliformes fécaux   |
| $X_1$     | Ecart entre les vents en degrés   |
| $X_2$     | Pente moyenne des berges ou des environs en pourcentage                     |
| $x_3$     | Pente de la plage   |
| $x_4$     | Pente de la grève   |
| $y_1$     | Cote superficie navigable (bateau-moteur, ski nautique)                     |
| $y_2$     | Cote fetch (bateau-moteur)  |
| $y_{2A}$  | Cote fetch (bateau-moteur, ski nautique)                                    |
| $y_3$     | Cote morphologie du lac (bateau-moteur)                                     |
| $y_4$     | Cote accessibilité au lac (bateau-moteur)                                   |
| $y_5$     | Cote accessibilité au lac (bateau-moteur)                                   |
| $y_{5A}$  | Cote accessibilité au lac (bateau-moteur)                                   |
| $y_6$     | Cote climat (bateau-moteur, ski nautique, voile, canot, baignade)           |
| $y_7$     | Valeur la plus petite de $y_{pu}$ ou $y_{pm}$ (bateau-moteur, ski nautique) |
| $y_9$     | Cote température de l'air (ski nautique)                                    |
| $y_{11}$  | Cote température de l'eau (ski nautique)                                    |
| $y_{12}$  | Cote qualité bactériologique de l'eau (ski nautique, baignade)              |
| $y_{13}$  | Cote transparence de l'eau (ski nautique)                                   |
| $y_{13A}$ | Cote transparence de l'eau (ski nautique, canot)                            |
| $y_{14}$  | Cote superficie navigable (voile)   |
| $y_{15}$  | Cote fetch (voile)  |
| $y_{15A}$ | Cote fetch (voile)  |
| $y_{16}$  | Cote morphologie du lac (voile)   |
| $y_{17}$  | Cote vitesse du vent (voile)  |
| $y_{18}$  | Cote insulosité (voile)   |

|                  |  |
|------------------|--|
| Y <sub>20</sub>  | Cote superficie navigable (canot)                            |
| Y <sub>21</sub>  | Cote fetch (canot)   |
| Y <sub>22</sub>  | Cote morphologie du lac (canot)                              |
| Y <sub>22A</sub> | Cote morphologie du lac (canot)                              |
| Y <sub>22B</sub> | Cote morphologie du lac (canot)                              |
| Y <sub>23</sub>  | Cote température de l'eau (canot)                            |
| Y <sub>24</sub>  | Cote qualité bactériologique de l'eau (canot)                |
| Y <sub>25</sub>  | Cote accessibilité à d'autres lacs (canot)                   |
| Y <sub>25A</sub> | Cote accessibilité à d'autres lacs (canot)                   |
| Y <sub>26</sub>  | Cote insulosité (canot)                                      |
| Y <sub>27</sub>  | Cote température de l'eau (baignade)                         |
| Y <sub>28</sub>  | Cote transparence de l'eau (baignade)                        |
| Y <sub>28A</sub> | Cote transparence de l'eau (baignade)                        |
| Y <sub>29</sub>  | Cote superficie du plan d'eau (baignade)                     |
| Y <sub>30</sub>  | Cote morphologie de la plage (baignade)                      |
| Y <sub>31</sub>  | Cote transparence de l'eau (plongée sous-marine)             |
| Y <sub>31A</sub> | Cote transparence de l'eau (plongée sous-marine)             |
| Y <sub>31B</sub> | Cote transparence de l'eau (plongée sous-marine)             |
| Y <sub>31C</sub> | Cote transparence de l'eau (plongée sous-marine)             |
| Y <sub>32</sub>  | Cote température de l'eau (plongée sous-marine)              |
| Y <sub>33</sub>  | Cote espèces de poissons présentes (pêche)                   |
| Y <sub>34</sub>  | Cote productivité du lac (pêche)                             |
| Y <sub>35</sub>  | Cote potentiel de frai (pêche)                               |
| Y <sub>36</sub>  | Cote profondeur moyenne du lac (plongée sous-marine)         |
| Y <sub>37</sub>  | Cote diversité des espèces de poissons (plongée sous-marine) |
| Y <sub>38</sub>  | Cote odeur (baignade)  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Y <sub>39</sub>            | Cote superficie du lac (pêche)  |
| Y <sub>40</sub>            | Cote longueur minimale du lac (amérissage)                            |
| Y <sub>41</sub>            | Cote topographie des environs (amérissage)                            |
| Y <sub>B</sub>             | Indice d'activité - baignade  |
| Y <sub>BM</sub>            | Indice d'activité - bateaux de promenade motorisés                    |
| Y <sub>C</sub>             | Indice d'activité - canotage et embarcations à propulsion musculaire  |
| Y <sub>e</sub>             | Cote écueils à la navigation (bateau-moteur)                          |
| Y <sub>g</sub>             | Cote granulométrie (baignade)   |
| Y <sub>i</sub>             | Cote du paramètre i d'une activité                                    |
| Y <sub>j</sub>             | Indice de l'activité j  |
| Y <sub>L<sub>f</sub></sub> | Cote fetch (canot)  |
| Y <sub>m</sub>             | Cote plantes aquatiques (baignade)                                    |
| Y <sub>n</sub>             | Cote du paramètre n d'une activité                                    |
| Y <sub>or</sub>            | Cote orientation de la plage (baignade)                               |
| Y <sub>p</sub>             | Cote pluviosité (bateau-moteur, ski nautique, voile, canot, baignade) |
| Y <sub>PE</sub>            | Indice d'activité - pêche   |
| Y <sub>pg</sub>            | Cote pente de la grève (baignade)                                     |
| Y <sub>PL</sub>            | Indice d'activité - plongée sous-marine                               |
| Y <sub>Pm</sub>            | Cote profondeur moyenne (bateau-moteur, ski nautique)                 |
| Y <sub>Pu</sub>            | Cote puissance du moteur (bateau-moteur, ski nautique)                |
| Y <sub>s</sub>             | Cote pente et profondeur de la partie submergée (baignade)            |
| Y <sub>SK</sub>            | Indice d'activité - ski nautique                                      |
| Y <sub>T</sub>             | Cote température de l'air (bateau-moteur)                             |
| Y <sub>V</sub>             | Indice d'activité - voile   |

$Z_t$  Profondeur jusqu'où la turbulence est exercée  
 $\theta$  Angle des vents avec le plus grand axe du lac  
 $\beta_j$  Angle mesuré latéralement depuis la direction dominante du vent

## INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Afin d'orienter le développement de la villégiature vers un lac quelconque d'une région donnée, le gestionnaire doit disposer de méthodes et de données comparatives qui lui permettront d'effectuer un choix optimal. Celui-ci utilise déjà des outils lui permettant de sélectionner un certain nombre de lacs à partir de critères de superficie, d'accessibilité, etc... Il peut aussi calculer le niveau trophique des lacs ainsi que leur capacité de support de population. La connaissance du potentiel récréatif pourrait s'avérer avantageuse pour compléter ces évaluations préliminaires et diriger le choix en fonction des possibilités réelles du lac de garantir les activités récréatives habituellement pratiquées par les riverains.

Dans ce but, le Service de la qualité des eaux du ministère des Richesses naturelles\* avait développé une méthode d'évaluation qualitative des possibilités récréatives d'un plan d'eau. Cette technique mise en application en 1972 fut abandonnée en 1977 en raison de son caractère trop subjectif, les résultats étant peu reproductibles.

Au cours de l'été 1977, un mandat fut confié à François Fréchette, géographe, un stagiaire de l'INRS-Eau pour objectiver cette méthode d'évaluation en ayant recours à une technique d'analyse quantitative basée sur des indices tenant compte des caractéristiques du milieu.

Les objectifs de ce mémoire sont d'évaluer le mode proposé de calcul des indices et le choix des paramètres impliqués dans ce calcul et de calibrer cette méthode à l'aide de données obtenues sur un échantillon de lacs du Québec.

Définissons comme nous l'entendons l'évaluation du potentiel récréatif d'un lac; il s'agit de la recherche, l'identification et la mesure

\* Actuellement ministère de l'Environnement du Québec.

des possibilités directes de divertissement et d'amusement en rapport avec un lac. Ce potentiel s'exprime sous la forme d'un indice, qui représente la somme pondérée de différentes possibilités d'activités: la navigation de plaisance (embarcation motorisée, voile, canotage, embarcation à propulsion musculaire), le ski nautique, la plongée sous-marine, la baignade et la pêche.

Chaque activité faisant partie de l'indice global de récréation sera considérée séparément et l'analyse comportera les éléments suivants:

- 1) une revue de la bibliographie pertinente à cette activité;
- 2) la présentation de la méthode spécifique retenue; ici, on trouvera la liste des paramètres du milieu retenus pour le calcul de l'indice de l'activité, la justification de ce choix et les fonctions de cotation permettant de transformer les valeurs brutes des paramètres en cotes de potentiel (0 à 10);
- 3) l'application de la méthode à un échantillon de lacs.

## CHAPITRE 1

### PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET APPROCHE

## 1.1 Problématique

La récréation prend de plus en plus d'ampleur avec l'avènement graduel de la société des loisirs et le milieu hydrique constitue un lieu de prédilection pour le divertissement. Dans ce cas, il s'agit d'aménager un milieu généralement fragile pour le rendre accessible au plus de gens possible, en tenant compte de sa capacité de support.

Pour ce faire, il faut d'abord étudier le milieu de façon à en connaître les limites. Une méthode dite de "diagnose écologique" a été mise au point dans ce but par le Service de la qualité des eaux (SQE) du ministère des Richesses naturelles\*. Il s'agit de l'ensemble des études de lacs portant sur les potentiels écologiques, la capacité de support, la qualité et le potentiel d'utilisation de l'eau. Elle permet d'identifier et de proposer des aménagements pour les lacs vierges et des améliorations pour ceux déjà utilisés.

Conjointement avec le Service de la qualité des eaux, le Service de l'Aménagement des terres du ministère des Terres et Forêts (MTF)\*\* a élaboré différentes méthodologies d'évaluation des lacs en fonction d'un aménagement naturel et récréatif optimal.

Ces résultats s'avèrent cependant incomplets sur le plan du potentiel récréatif. Le gestionnaire doit pouvoir déterminer si un lac donné possède des possibilités intéressantes de baignade, de voile etc... Si le constat est favorable, il pourra développer judicieusement ces activités; dans le cas contraire, des aménagements inutiles ou inadéquats seront évités.

Ainsi, ces trois méthodes utilisées conjointement aviseraient le gestionnaire sur la qualité et la vulnérabilité du milieu soit, ses limi-

\* Actuellement, le ministère de l'Environnement du Québec.

\*\* Actuellement, le ministère de l'Énergie et des ressources du Québec.

tes naturelles d'une part, et sur son potentiel d'utilisation récréatif d'autre part; les informations orienteraient le choix vers un équilibre plus adéquat.

Donc, actuellement, il n'existe pas au gouvernement du Québec, de procédure formelle permettant d'aborder objectivement et rationnellement l'étude de la récréation en milieu lacustre. En 1972, une tentative avait été effectuée par le Service de la qualité des eaux. Cependant, les résultats ne se sont pas montrés satisfaisants étant donné le caractère trop subjectif de la méthode. Comme celle-ci était de nature qualitative, les résultats n'étaient pas reproductibles suite à un changement d'observateur. De plus, elle ne pouvait s'appliquer que sur le terrain. Donc, à l'échelle d'une région, elle était difficilement utilisable pour des raisons logistiques et économiques.

Au tableau 1.1, nous rapportons un exemple d'application de ce code d'évaluation. Selon cette méthode, l'évaluation récréative se subdivise en trois éléments principaux: le potentiel brut, le potentiel compte tenu des conditions du milieu et l'utilisation actuelle.

Le potentiel brut: appliquée à chaque activité, cette valeur représente le milieu comme s'il n'avait jamais été aménagé et comme s'il n'avait subi aucun développement. Elle ne tient pas compte du système routier donc, de l'accessibilité; l'observateur cote un lac comme s'il était demeuré vierge. Ce potentiel peut donc être assimilé à celui donné par l'ARDA (Cluis et al., 1973) (appendice 1).

Le potentiel compte tenu des conditions du milieu: en considérant chaque activité, l'observateur note si les conditions du milieu permettent l'exercice de cette activité et il transpose son observation sous la forme d'une cote. Par exemple, si un lac est propice à la baignade (de belles plages, une pente douce, etc...), son potentiel est coté 5. Cependant, compte tenu des conditions, le potentiel pourrait être moindre; si la couleur de l'eau est rebutante, le potentiel diminue de beaucoup.

TABLEAU 1.1 Utilisation actuelle et potentielle du lac Saint-François  
(Gauthier et al., 1976).

| ACTIVITES                           | UTILISATION<br>ACTUELLE | POTENTIEL<br>COMPTE TENU<br>DES CONDITIONS | POTENTIEL<br>BRUT |
|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------|
| Baignade                            | 1                       | 5  | 5                 |
| Canotage                            | 1                       | 3  | 3                 |
| Navigation de plaisance             | 3                       | 5  | 5                 |
| Voile                               | 1                       | 5  | 5                 |
| Ski nautique                        | 1                       | 5  | 5                 |
| Plongée sous-marine                 | 0                       | 1  | 1                 |
| Amérissage d'hydravions             | 0                       | 5  | 5                 |
| Croisière                           | 0                       | 5  | 5                 |
| Pêche sportive                      | 3                       | 5  | 5                 |
| Plages                              | 1                       | 3  | 3                 |
| Camping                             | 1                       | 5  | 3                 |
| Villégiature<br>(chalets, auberges) | 1                       | 5  | 5                 |
| TOTAL                               | 13                      | 51   | 51                |

Fort: 5

Moyen: 3

Faible: 1

Nul: 0

Le potentiel brut et le potentiel compte tenu des conditions du milieu sont les mêmes lorsqu'il s'agit d'un lac vierge.

L'utilisation actuelle représente l'utilisation réelle du milieu par les gens. Ce n'est pas un potentiel. Par exemple au tableau 1.1, la cote pour la baignade est de 1; c'est donc que le potentiel est sous-utilisé. Une mauvaise qualité de l'eau ou tout autre facteur que l'observateur n'a pu déceler lors de son passage (contamination bactériologique) peuvent en être la cause. De même, la voile est cotée 1 avec un potentiel de 5. Cette activité y est sans doute peu connue (communication personnelle).

En 1972, un essai fut tenté par le Comité technique du bassin de la rivière du Nord pour qualifier le potentiel récréatif des lacs de cette région. Ce comité, à l'aide de données connues sur la physico-chimie, la biologie et la morphométrie des lacs et sur leur milieu environnant, a établi une méthode où seul l'état naturel du site était pris en considération. On qualifiait le milieu comme suit: excellent, bon, passable et médiocre. Cependant, l'effort ne fut pas couronné de succès car cette méthode, comme la précédente, s'est révélée trop subjective à l'application.

## 1.2 Objectifs

Nos objectifs consistent donc à évaluer et à adapter une méthode proposée par un étudiant de l'Institut national de la recherche scientifique-Eau (INRS-Eau), lors d'un stage au Service de la qualité des eaux (SQE) du ministère de l'Environnement du Québec, en 1977; celle-ci vise à quantifier adéquatement le potentiel récréatif des lacs du Québec. Les éléments retenus ou adaptés de la méthode proposée seront mis au point ou validés par une application sur un échantillon de lacs du Québec.

Plusieurs lacs ont déjà fait l'objet d'études et de cueillette de données. Leur potentiel écologique est connu et une évaluation qualita-

tive du potentiel récréatif a été réalisée dans quelques cas. Il s'agit de vérifier si les résultats obtenus avec la méthode quantitative concordent avec les renseignements que nous tenons de gens fréquentant et connaissant très bien les milieux en question.

### 1.3 Approche méthodologique

Ce mémoire est structuré de telle sorte que chacune des activités récréatives y occupe un chapitre particulier. L'approche demeure cependant la même dans chaque cas. Après avoir défini ici quelques termes courants de références, les éléments de base de l'approche proposée sont exposés, en particulier, le choix des activités considérées, le choix des paramètres, le mode de notation de ceux-ci, et enfin, le calcul des indices d'activité et de l'indice global de récréation. Des éléments de pondération sont aussi abordés.

#### 1.3.1 Définitions

Définissons d'abord quelques termes courants de références ayant trait principalement aux concepts d'activité, de paramètre, de norme, de critère, de cote et d'indice.

##### a) Activité récréative sur un lac

Ce terme se rapporte à toutes occupations d'amusement ou de divertissement reliées directement à un plan d'eau lacustre.

##### b) Paramètre

On comprend par ce terme la valeur chiffrée d'une caractéristique ou d'un attribut d'un objet. Par exemple, le fetch, longueur en kilomètres d'un plan d'eau dans le sens des vents dominants, est une caractéristique mesurable (chiffrée) de ce plan d'eau comme la température et la transparence de l'eau.

## c) Norme

Il s'agit d'une limite de préférence chiffrée définissant ce qui apparaît comme souhaitable ou acceptable pour un objet donné en regard d'une de ses caractéristiques. La norme apparaît souvent comme un seuil de non-dépassement et peut comporter un caractère légal. Par exemple, dans le cas des fabriques de pâte sulfatée (Kraft) existantes, les normes d'émission pour le four de récupération sont de  $400 \text{ mg/m}^3$  pour les matières particulaires et de 20 ppm pour les composés de soufre réductibles totaux (SRT) (Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers). La plupart du temps, les chiffres sont affectés d'unités (ppm,  $\text{mg/m}^3$ , etc...).

## d) Critère

Le critère peut s'apparenter à la norme, mais sa nature est en général plus souple; il joint les aspects qualitatifs et quantitatifs. Pour porter un jugement ou effectuer un choix, on se base souvent sur des critères ou des énoncés. Par exemple, pour une activité donnée, on prend en considération des critères de praticabilité, de sécurité, d'intérêt etc... En termes quantitatifs, il s'agit de donner une limite signifiante à un paramètre. Par exemple, la superficie navigable doit être supérieure ou égale à 0,2 kilomètre carré pour qu'une activité comme le bateau-moteur soit seulement praticable (consulter la section 2.2.1).

## e) Cote

La cote est une appréciation quantitative d'un objet particulier (représenté par un paramètre) selon une échelle relative établie en tenant compte de certains critères spécifiques à cet objet. L'échelle est souvent arbitraire de 0 à 10, 0 à 100, -5 à +5 etc... Cette évaluation est donc exprimée par une valeur rela-

tive numérique adimensionnelle. Pour le présent travail, la notion de cote revêt une importance particulière; la cote se calcule à l'aide d'une fonction mathématique de cotation basée sur des paramètres. Ainsi, la cote de la superficie navigable d'un lac pour le bateau-moteur s'exprime ainsi (voir la section 2.2.1):

$$\text{cote } A_n = 0,85 A_n - 0,17 \quad (2.7)$$

où  $A_n$  est la superficie navigable du lac ( $\text{km}^2$ ).

Ainsi, la valeur quantitative obtenue ne signifie rien si on ne réfère pas aux paramètres et critères employés ainsi qu'aux normes retenues (figure 1.1).

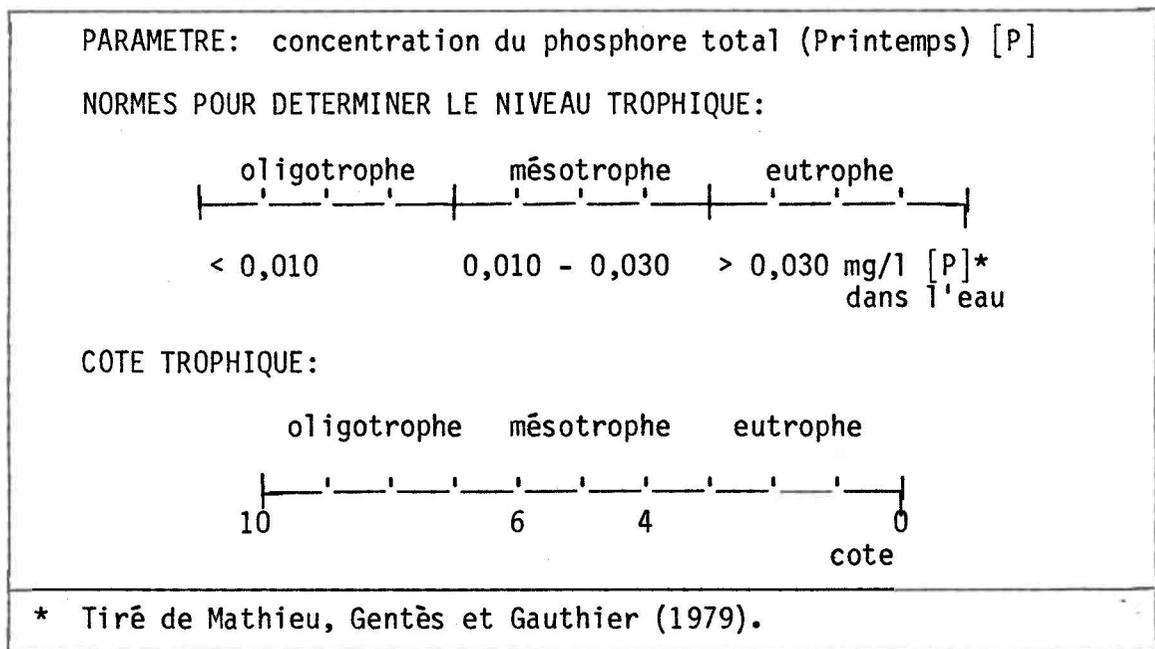


Figure 1.1 Paramètre, Norme et Cote

## f) Indice

L'indice comme la cote se définit par une valeur numérique souvent adimensionnelle. Pour le présent ouvrage, un indice est calculé pour chaque activité (indice d'activité) ou pour l'ensemble des activités (indice global de récréation). Ils sont chiffrés comme les cotes et résultent d'expressions mathématiques comprenant des pondérations explicites et implicites comme nous le verrons plus loin.

### 1.3.2 Choix des activités

Ce choix est régi par les activités estivales les plus courantes reliées directement au plan d'eau. Dans le cadre de ce travail, nous avons donc retenu les activités suivantes: le bateau-moteur, le ski nautique, la voile, le canotage et les embarcations à propulsion musculaire, la baignade, la plongée sous-marine et la pêche.

Les activités de villégiature reliées aux chalets et au camping ne sont pas incorporées dans ce texte. Celles-ci comprennent plusieurs activités récréatives pratiquées autour de nos lacs et sont de ce fait de nature plutôt terrestre. De plus, Carignan (1978) dans son "Inventaire et Classification des Lacs" a déjà abordé cet aspect de façon très complète, il nous a donc semblé inutile d'y revenir.

L'activité d'amérissage considérée par Fréchette (1977) a aussi été abandonnée. A notre avis, il s'agit d'un facteur d'accessibilité et non d'une "activité récréative" comme telle. C'est une facilité utile et parfois nécessaire à la pratique d'activités comme la chasse et la pêche; son emploi se justifiant par l'éloignement des territoires cynégétiques et halieutiques (appendice 2).

### 1.3.3 Choix des paramètres

Pour évaluer l'indice de récréation d'un plan d'eau en relation avec une activité spécifique, on utilise certains paramètres physiques, chimiques, morphométriques ou biologiques, caractéristiques du milieu. Un grand nombre de paramètres peuvent être considérés; certains étant plus significatifs que d'autres, il faut faire un choix. D'une activité à l'autre, des paramètres différents peuvent être retenus étant donné le caractère et les exigences particulières de chacune des activités.

Les paramètres retenus proviennent pour la plupart de la méthode proposée par Fréchette (1977), mais aussi de suggestions reçues par communication personnelle ou relevées dans un questionnaire (appendice 3) et de la bibliographie consultée. Ils sont choisis en fonction de critères de base proposés par Fréchette (1977) soit, la conservation du milieu, la sécurité, l'agrément, l'accessibilité à l'eau ou la disponibilité des données. Enfin, ces paramètres doivent être relativement indépendants les uns des autres afin d'éviter la redondance d'information.

### 1.3.4 Fonction de cotation

Une fonction de cotation s'applique à chaque paramètre de chaque activité. Elle fait le lien entre la valeur d'un paramètre et la praticabilité d'une activité sur un plan d'eau. Elle peut être portée en graphique. On retrouve sur l'axe des x, la valeur du paramètre et ses unités et en y, une échelle variant de 0 à 10 traduisant l'intérêt face à l'activité choisie. La signification de ces valeurs ou cotes est donnée au tableau 1.2.

La courbe représentant la fonction de cotation donne, pour diverses valeurs d'un paramètre, la praticabilité de l'activité qui y correspond. Pour une valeur donnée, il faut évaluer si la pratique de l'activité est intéressante ou non et quelle cote devrait lui être accordée.

TABLEAU 1.2 Signification des cotes numériques.

| COTE ( $y_n$ ) | APPRECIATION DE LA PRATIQUE D'UNE ACTIVITE   |
|----------------|--|
| 10,0           | Excellente.  |
| de 8,5 à 9,9   | Très bonne. La praticabilité jugée de très bonne qualité pour l'activité considérée.                   |
| de 6,5 à 8,4   | Bonne. La praticabilité jugée de bonne qualité pour l'activité considérée.                             |
| de 5,0 à 6,4   | Passable. Cote où la praticabilité est réduite mais où l'activité peut encore se faire.                |
| de 1,0 à 4,9   | Faible. En-dessous de cette cote, le plaisir lié à la pratique d'une activité diminue de plus en plus. |
| de 0 à 0,9     | Nulle. Aucun intérêt à pratiquer cette activité sur le plan d'eau.                                     |

Ainsi, à chaque paramètre d'une activité donnée correspond une fonction de cotation propre. Les avantages de ces fonctions d'appréciation de la praticabilité d'une activité sur un plan d'eau résident dans le fait que l'on peut transformer rapidement la valeur d'un paramètre en une cote. De plus, le fait important est que l'on puisse passer d'un système dimensionnel à un système sans dimension; et ainsi, ignorer les unités de valeurs souvent différentes d'un paramètre à l'autre. Ces derniers sont ainsi rendus plus facilement comparables entre eux pour le calcul de l'indice global de récréation (Provencher et Lamontagne, 1977; Gauthier et al., 1978; Meunier et Guimont, 1979).

### 1.3.5 Indice d'activité et indice global de récréation

Maintenant, nous avons en main les éléments nécessaires au calcul de l'indice de l'activité. La première étape consistait à utiliser les données que l'on possède sur chaque paramètre d'une activité et à les transformer en cote  $y_i$  à l'aide des fonctions de cotation. Les cotes obtenues servent à calculer l'indice pour l'activité choisie.

La méthode retenue pour formuler l'indice  $Y$  de l'activité "j" est celle-ci:

$$Y_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n y_i p_i} \quad (1.1)$$

où  $Y_j$  est l'indice de l'activité j  
 $y_i$  la cote du paramètre i d'une activité  
 $n$  le nombre total de paramètres retenus pour cette activité  
 et  $p_i$  le facteur de pondération du ième paramètre.

Chaque indice d'activité obtenu est ensuite repris pour le calcul d'un indice global de récréation "IR" (relation 1.2):

$$IR = \sum_{j=1}^N Y_j P_j \quad (1.2)$$

où IR est l'indice global de récréation  
 $Y_j$  l'indice de l'activité j  
 $P_j$  le facteur de pondération affecté à l'activité j  
 et N le nombre d'activités.

Il s'agit de la somme de chaque indice d'activité multiplié par un facteur de pondération (tableau 1.3).

TABLEAU 1.3 Liste des activités et facteur de pondération  
(Fréchette, 1977).

| ACTIVITES                               | INDICE<br>D'ACTIVITE | PONDERATION |
|---|----------------------|-------------|
|   | $Y_j$                | $P_j$       |
| Bateau de promenade<br>motorisé         | $Y_{bm}$             | 1,2         |
| Ski nautique                            | $Y_{sk}$             | 0,4         |
| Voile                                   | $Y_v$                | 0,7         |
| Canotage                                | $Y_c$                | 0,5         |
| Bateau à rames, pédalos,<br>etc...      | $Y_{pb}$             | 0,3         |
| Baignade et activités de<br>plage       | $Y_b$                | 1,0         |
| Pêche sportive                          | $Y_{pe}$             | 0,5         |
| Chasse à la sauvagine                   | $Y_{cs}$             | 0,2         |
| Plongée sous-marine                     | $Y_p$                | 0,1         |
| Base d'hydravions                       | $Y_{hy}$             | 0,1         |
| $IR = \sum_{j=1}^N Y_j P_j \quad (1.3)$ |                      |             |

### 1.3.6 Pondération

Il existe deux types de pondération, l'une s'appliquant directement à l'indice global de récréation et aux paramètres (explicite) et l'autre au niveau des bornes de la fonction de cotation des paramètres et de la moyenne géométrique (implicite).

#### a) Pondération explicite

Considérons en premier lieu la pondération appliquée à l'indice global de récréation. L'importance relative d'une activité face aux autres est représentée par un facteur de pondération ( $P_j$ ). Les indices d'activités servant au calcul de l'indice global de récréation sont donc pondérés les uns par rapport aux autres en fonction de la popularité estimée de l'activité auprès des vil-  
légiateurs. Cette popularité est déterminée par voie de sondage ou autres. Chaque activité est représentée au tableau 1.3 avec le facteur de pondération proposé par Fréchette (1977).

Comme ces facteurs de pondération s'avèrent difficiles à déterminer dans le cadre de ce mémoire, nous considérons pour nos calculs chaque activité comme ayant un poids égal, de sorte que:

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j}{N} \quad (1.3)$$

où  $P_j = 1/N$

tel que  $\sum P_j = 1$

En second lieu, il est possible d'affecter à chaque paramètre d'une activité, un facteur de pondération  $p_j$  qui rend compte de

leur importance les uns envers les autres. Ainsi, la superficie et la profondeur constituent des paramètres primordiaux en ce qui a trait au potentiel d'accueil d'un lac tandis que la température et la forme du plan d'eau ont une importance moindre (MTCP, 1972).

Cependant, ici aussi ces facteurs s'avèrent difficiles à déterminer dans le cadre de ce mémoire. Nous considérons donc chaque paramètre comme ayant un poids égal, de sorte que:

$$Y_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n y_i p_i} \quad (1.4)$$

où  $p_i = 1$

#### b) Pondération implicite

La pondération implicite a été utilisée dans ce mémoire de deux façons. La première s'applique directement aux bornes des fonctions de cotation où nous pouvons décider qu'à partir de telles normes la cote sera nulle ou non. La deuxième prend effet grâce à la formulation retenue pour coter l'indice d'activité. Ainsi, le calcul de l'indice est fait à l'aide de la moyenne géométrique (relation 1.1). Cette formulation permet de pondérer indirectement les paramètres impliqués les uns par rapport aux autres. Ainsi, si une cote ( $y_n$ ) s'avère égale à 0, l'indice d'activité sera automatiquement annulé. Par ailleurs, si pour un paramètre, la cote est définie de telle sorte qu'elle ne soit jamais inférieure à 5, cela revient à conférer au paramètre un rôle utile mais non déterminant.

La moyenne arithmétique n'est pas utilisée car elle ne permet pas d'annuler l'indice de l'activité, compte tenu d'une cote de paramètre nulle (relation 1.5). La moyenne géométrique est inférieure ou égale à la moyenne arithmétique:

$$Y_j = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n}{n} \quad (1.5)$$

### 1.3.7 Questionnaire

Une revue de la bibliographie nous a permis de constater que très peu d'information est disponible sur la récréation en lac. Il nous a semblé utile de rechercher des renseignements ailleurs soit, auprès des utilisateurs eux-mêmes. Pour ce faire, certaines personnes jouissant d'une bonne expérience du domaine ont été consultées soit par entrevue ou par questionnaire écrit.

Notre questionnaire a été construit de la façon suivante: une liste de paramètres a été établie pour chaque activité. Les répondants devaient coter l'importance relative de chacun des paramètres et ceci sur une échelle de 0 à 10. Une copie de ce questionnaire est reproduite à l'appendice 3. Dans la mesure du possible, nous avons essayé d'atteindre des gens qui pratiquaient ces activités. Dans le cas contraire, il leur était demandé de s'abstenir de remplir le questionnaire.

### 1.4 Choix des lacs

Pour le choix des lacs qui ont servi à tester et valider la méthode proposée, nous avons tenu compte principalement de deux critères principaux soit: la superficie et la forme. Nous avons choisi ces deux paramètres car ils nous semblaient pertinents à la pratique de la plupart des activités. Un troisième critère a trait aux multiples données qui s'avèrent nécessaires à l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation du potentiel récréatif et qui doivent être facilement disponibles.

### 1.4.1 La superficie

Le Service de la qualité des eaux (SQE) du ministère de l'Environnement du Québec utilise couramment une classification des lacs en trois groupes de superficie (Potvin, 1980). Cette classification a été retenue sans modification (tableau 1.4).

TABLEAU 1.4 Classes de superficie

| SUPERFICIE               | CLASSE |
|--------------------------|--------|
| 0 à 0,69 km <sup>2</sup> | Petits |
| 0,7 à 12,6               | Moyens |
| 12,7 et plus             | Grands |

### 1.4.2 La forme

Quelques formes caractéristiques de milieux lacustres sont présentées par Provencher et Thibault (1976) qui les ont tirées d'une publication de l'Ontario Department of Lands and Forests (1970) et cette classification des lacs est basée sur la régularité ou l'irrégularité de la ligne de rivage (figure 1.2).

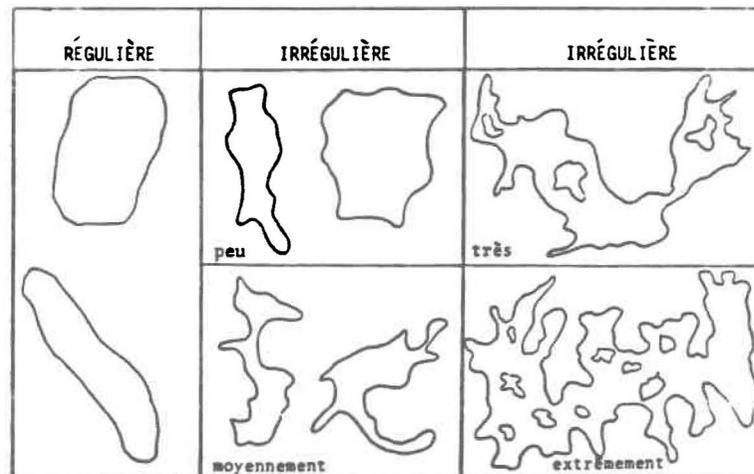


Figure 1.2 Formes caractéristiques des plans d'eau (tiré de: Ontario Department of Lands and Forests, 1970, p. 4; Provencher et Thibault, 1976).

De façon à simplifier l'interprétation, pour le choix de nos lacs, trois classes ont été retenues soit: régulière, irrégulière et très irrégulière. Cette délimitation a été faite à l'aide de l'indice de développement du périmètre du lac (DP) qui est obtenu de la façon suivante (relation 1.6):

$$DP = \frac{P}{2 \sqrt{\pi A_0}} \quad (1.6)$$

où P est le périmètre du lac (km)  
et  $A_0$  la superficie brute du lac (km<sup>2</sup>).

Il s'agit du rapport entre le périmètre du lac et la circonférence d'un cercle de même superficie que le lac (Alain et Le Rouzès, 1976). L'importance de la longueur du littoral est mise en évidence par rapport à la superficie du lac. On obtient ainsi un indice "des effets potentiels des processus littoraux sur le lac" (Meunier, O'Neil et Watson, 1975).

La division en trois classes de forme fut effectuée en comparant un échantillon de lacs sur lesquels nous disposions de l'indice de développement du périmètre et de la carte bathymétrique. Les classes obtenues sont présentées au tableau 1.5.

TABLEAU 1.5 Classes retenues

| DP          | CLASSES          |
|-------------|------------------|
| 1,0 à 1,6   | Régulière        |
| 1,61 à 2,9  | Irrégulière      |
| 3,0 et plus | Très irrégulière |

## 1.4.3 Lacs retenus

Ainsi, en tenant compte de la superficie et de la forme, trente lacs ont été sélectionnés parmi un échantillon de 70 lacs ayant fait ou faisant l'objet d'inventaires par le Service de la qualité des eaux (SQE). Nous disposons donc d'une gamme complète de données sur la plupart de ces lacs. Ils sont présentés aux tableaux 1.6 et 1.7.

TABLEAU 1.6 Lacs retenus pour validation de la méthode.

| SUPERFICIE<br>(km <sup>2</sup> ) | FORME            | NOM DU LAC  |
|----------------------------------|------------------|---|
| 0 à 0,69                         | Régulière        | Nadeau<br>Indien<br>Saint-Augustin<br>Coeur (en)                                    |
|                                  | Irrégulière      | Cordon (du)<br>Saint-Pierre<br>Théodore<br>Boisseau                                 |
|                                  | Très irrégulière | Trooper<br>Duhamel  |
| 0,7 à 12,6                       | Régulière        | Echo<br>Ross  |
|                                  | Irrégulière      | Waterloo<br>Gillies<br>Williams<br>Sables (Tadoussac)<br>Magog                      |
|                                  | Très irrégulière | Eternité<br>Brébeuf<br>Cerf (du)  |
| 12,7 et plus                     | Régulière        | Brome   |
|                                  | Irrégulière      | Squatec<br>Massawippi<br>Matapédia<br>Simard  |
|                                  | Très irrégulière | Mourier<br>Lemoine<br>Saint-François (Cantons de l'est)<br>Kénogami<br>Memphrémagog |

TABLEAU 1.7 Coordonnées cartographiques et hydrographiques des lacs retenus (données fournies par le Service de la qualité des eaux du ministère de l'Environnement).

| NO | Nom du lac                           | No mécanographique<br>No du MRR | Nom du comté             | Nom du bassin<br>No hydrographique | Latitude<br>Longitude |
|----|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1  | Boisseau                             | 319<br>437                      | Labelle                  | Rouge<br>0402                      | 46 - 11<br>74 - 49    |
| 2  | Brêbeuf                              | 413<br>261                      | Chicoutimi               | Saint-Jean<br>0602                 | 48 - 11<br>70 - 36    |
| 3  | Brome                                | 122<br>1472                     | Brome                    | Yamaska<br>0303                    | 45 - 15<br>72 - 30    |
| 4  | Cerf (du)                            | 20<br>451                       | Labelle                  | Du Lièvre<br>0406                  | 46 - 17<br>75 - 30    |
| 5  | Coeur (en)                           | 352<br>6089                     | Portneuf                 | Sainte-Anne<br>0504                | 46 - 47<br>72 - 11    |
| 6  | Cordon (du)                          | 423<br>4303                     | Terrebonne               | Rouge<br>0402                      | 46 - 03<br>74 - 29    |
| 7  | Duhamel                              | 350<br>1375                     | Terrebonne               | Rouge<br>0402                      | 46 - 08<br>74 - 38    |
| 8  | Echo                                 | 132<br>1377                     | Terrebonne               | Du Nord<br>0401                    | 45 - 53<br>74 - 01    |
| 9  | Eternité                             | 260<br>17033                    | Saguenay                 | Eternité<br>0603                   | 48 - 13<br>70 - 33    |
| 10 | Gillies                              | 342<br>6243                     | Pontiac                  | Coulonge<br>0413                   | 46 - 03<br>76 - 48    |
| 11 | Indien                               | 464<br>36411                    | Argenteuil               | Du Nord<br>0401                    | 45 - 43<br>74 - 29    |
| 12 | Kénogami                             | 329<br>281                      | Chicoutimi               | Chicoutimi<br>0610                 | 48 - 19<br>71 - 23    |
| 13 | Lemoine                              | 56<br>1165                      | Témiscamingue            | Harricana<br>0801                  | 47 - 60<br>78 - 00    |
| 14 | Magog                                | 145<br>1804                     | Stanstead                | Saint-François<br>0302             | 45 - 18<br>72 - 02    |
| 15 | Massawippi                           | 146<br>1805                     | Stanstead                | Saint-François<br>0302             | 45 - 13<br>72 - 00    |
| 16 | Matapédia                            | 64<br>1722                      | Matapédia                | Matapédia<br>0115                  | 48 - 33<br>67 - 34    |
| 17 | Memphremagog                         | 65<br>1480                      | Brome                    | Saint-François<br>0302             | 45 - 02<br>72 - 15    |
| 18 | Mourier                              | 382<br>66                       | Abitibi et Témiscamingue | Harricana<br>0801                  | 47 - 59<br>78 - 11    |
| 19 | Nadeau                               | 463<br>36412                    | Labelle                  | Du Lièvre<br>0406                  | 46 - 36<br>72 - 29    |
| 20 | Ross                                 | 336<br>698                      | Lac St-Jean Ouest        | Ouitchouane<br>0616                | 48 - 22<br>72 - 20    |
| 21 | Sables (des)<br>(Tadoussac)          | 334<br>1086                     | Saguenay                 | Des Ptes Bergeronnes<br>0701       | 48 - 18<br>69 - 41    |
| 22 | Simard                               | 432<br>1195                     | Témiscamingue            | Des Outaouais<br>0430              | 47 - 37<br>78 - 41    |
| 23 | Squatec                              | 110<br>1933                     | Témiscouata              | Madawaska<br>0117                  | 47 - 40<br>68 - 34    |
| 24 | Saint-Augustin                       | 90<br>1044                      | Portneuf                 | Tributaire 46-44, 71-24<br>0555    | 46 - 45<br>71 - 23    |
| 25 | Saint-François<br>(Cantons de l'est) | 139<br>1528                     | Frontenac                | Saint-François<br>0302             | 45 - 54<br>71 - 09    |
| 26 | Saint-Pierre                         | 101<br>3542                     | Kamouraska               | Kamouraska<br>0226                 | 47 - 25<br>69 - 53    |
| 27 | Théodore                             | 131<br>1450                     | Terrebonne               | Du Nord<br>0401                    | 45 - 58<br>74 - 16    |
| 28 | Trooper                              | 379<br>1018                     | Pontiac                  | Gatineau<br>0408                   | 45 - 51<br>76 - 11    |
| 29 | Waterloo                             | 125<br>1790                     | Shefford                 | Yamaska<br>0303                    | 45 - 20<br>72 - 31    |
| 30 | Williams                             | 80<br>1754                      | Mégantic                 | Bécancour<br>0240                  | 46 - 07<br>71 - 34    |

## CHAPITRE 2

### BATEAUX DE PROMENADE MOTORISES

Le bateau-moteur, permettant de se déplacer rapidement sur un plan d'eau, connaît une grande vogue au Québec car son territoire parsemé de lacs est un milieu de prédilection pour cette activité. Jusqu'à une époque encore récente, on ne se préoccupait pas de l'achalandage sur les lacs et encore moins de l'effet des carburants sur la qualité du milieu. Le succès remporté par cette activité récréative a souvent résulté dans une situation d'utilisation abusive. Cependant, depuis quelques années, les villégiateurs s'inquiètent de la pollution affectant leur milieu et d'une perte de la tranquillité qu'ils recherchent.

L'apparition d'une nouvelle mentalité se fait donc sentir; elle se concrétise par un désir accru de protection et d'utilisation plus rationnelle du milieu. L'adoption de normes réglementées est venue supporter ce désir. Ainsi, il est souhaitable et normal que des lacs de faible superficie supportent un nombre moins élevé d'embarcations à moteur que les plus grands. De plus, la puissance autorisée des moteurs doit tenir compte de la distance à parcourir et de la profondeur du lac.

## 2.1 Revue de la bibliographie

Différentes méthodes sont employées pour évaluer cette activité en Ontario et aux Etats-Unis. Elles débouchent sur différentes normes parmi lesquelles on retrouve la capacité du lac en embarcations. Carignan (1978) considère cet attribut comme très important car il est basé sur la capacité de support du milieu.

Après une définition de la navigation de plaisance, nous traiterons donc principalement de quelques normes et critères proposés pour les paramètres suivants: la superficie minimale du lac et le fetch, la superficie minimale par embarcation, la capacité du lac en embarcations, la vitesse autorisée, la profondeur minimale et la profondeur moyenne, la morphologie du lac, la température de l'eau et de l'air, la puissance du moteur, l'accessibilité au lac, la qualité de l'eau, le pH, l'oxygène dissous et la DBO<sub>5</sub>. Par la suite, nous exposerons la méthodologie de

calcul des cotes des différents paramètres pour en arriver à produire l'indice de potentiel pour les bateaux de promenade motorisés.

### 2.1.1 Définition de la navigation de plaisance

Certains auteurs se distinguent des autres au niveau de la définition ou de l'appellation de certaines activités nautiques. Par exemple, Provencher et Thibault (1976) considèrent indépendamment "General Boating", navigation de plaisance et ski nautique. Le tableau 2.1 nous montre les différences pouvant exister selon les auteurs. Dans ce texte, nous nommerons chaque activité par son nom usuel ce qui évitera bien des problèmes.

TABLEAU 2.1 Définition: navigation de plaisance

| SOURCE                           | DEFINITION  |  |   |
|----------------------------------|---|--|---|
| Selon I.T.C.<br>(MTCP, 1972)     | Bateaux-moteur<br>Voile<br>Ski nautique<br>Canotage<br>Chaloupe à rames                             |  |   |
| MTCP (1972)                      | Navigation de plaisance ou General Boating<br><br>- Chaloupe à rames<br>- Voile<br>- Bateaux-moteur |  | Ski nautique                            |
| Provencher et Thibault (1976)    | Navigation de plaisance<br><br>- Voile<br>- Canotage<br><br>(non motorisée)                         | Navigation de plaisance<br><br><br><br>(motorisée) | Ski nautique<br><br><br><br>(motorisée) |
| Gauthier <u>et al.</u><br>(1976) | Navigation de plaisance<br><br>- Bateaux-moteur   |  | Ski nautique<br>Canotage<br>Voile       |

### 2.1.2 Superficie minimale du lac et fetch

En Ontario, des bateaux munis de moteurs à faible puissance sont admis sur des lacs de 0,1 km<sup>2</sup> et plus (MTCP, 1972; Thériault et al., 1970). Au Michigan (USA), ces embarcations sont admissibles à partir de 0,2 km<sup>2</sup> seulement, ce qui représente la limite inférieure (MTCP, 1972). Le Conseil Consultatif de l'Environnement (1976) dans son mémoire présenté au Ministre de l'Environnement proposait cette norme. Ainsi, le gouvernement du Québec peut prohiber l'emploi des bateaux-moteur sur les lacs de moins de 0,2 km<sup>2</sup> (Conseil Consultatif de l'Environnement, 1976a). Cette valeur est reprise par Provencher et Thibault (1976) comme superficie minimale d'un plan d'eau et également par Berthiaume, Falardeau et Matte (1971), Laliberté (1976) et Thériault et al. (1970).

Le MTCP (1972) établit des classes de superficie auxquelles il adjoit des cotes (tableau 2.2). Selon celui-ci, on ne peut jouir d'activités nautiques avec agrément sur des lacs de 0,2 à 0,8 km<sup>2</sup>. Ainsi, ces activités devraient-elles y être limitées. Il peut cependant y avoir des bateaux-moteur mais la vitesse sécuritaire y est de 8,05 km/h. Un lac circulaire faisant parti de cette classe de superficie aura un fetch maximum de 0,81 km et l'action des vagues y sera presque nulle. Les lacs ayant une superficie s'étendant de 0,8 à 4 km<sup>2</sup> ont un fetch variant de 0,81 à 2,25 km. Le vent provient le plus souvent de l'ouest et à moins d'une grande vélocité, les vagues ne constituent pas un obstacle à la navigation. Sur des lacs de 0,8 km<sup>2</sup>, la vitesse sécuritaire peut dépasser 8,1 km/h. La superficie minimale d'un plan d'eau capable d'accueillir (à densité réduite) n'importe laquelle des activités de navigation est de 1,28 km<sup>2</sup>. Le fetch moyen sur des lacs de 1,28 à 4 km<sup>2</sup> de superficie est de 2,25 km. Il peut être plus grand si le lac est allongé dans le sens du vent mais les vagues n'y sont pas fortes car les rives parallèles sont moins éloignées. Toujours selon le MTCP (1972), la limite de 4 km<sup>2</sup> correspond à la superficie où les vagues n'atteignent pas de dimensions dangereuses pour la navigation. Sur des plans d'eau de 4 km<sup>2</sup> et plus de superficie, les possibilités sont illimitées, le potentiel d'accueil est supérieur. Pour des lacs circulaires de plus de 4 km<sup>2</sup>, le

fetch augmente avec la superficie et il n'est pas inférieur à 2,42 km. Les vagues peuvent y être dangereuses. Ainsi, une trop grande superficie peut diminuer l'agrément.

TABLEAU 2.2 Classes de superficie et cotes  
(adapté de MTCP, 1972)

| (ac)         | CLASSES |                    | COTE |
|--------------|---------|--------------------|------|
|              |         | (km <sup>2</sup> ) |      |
| 50 à 200     |         | 0,2 à 0,8          | 5    |
| 200 à 320    |         | 0,8 à 1,28         | 10   |
| 320 à 1000   |         | 1,28 à 4,0         | 15   |
| 1000 et plus |         | 4,0 et plus        | 20   |

### 2.1.3 Superficie minimale par embarcation

Le tableau 2.3 présente les superficies minimales requises pour différentes activités d'après différents auteurs. Pour les fins présentes, seule la navigation de plaisance motorisée retiendra notre attention dans ce tableau.

L'espace requis par une embarcation à moteur varie de 0,04 à 0,08 km<sup>2</sup>. En général, les auteurs québécois et ontariens indiquent une superficie minimale de 0,04 km<sup>2</sup>/bateau tandis que les américains préfèrent 0,08 km<sup>2</sup>. Laliberté (1976) retient cette dernière valeur. Provencher et Thibault (1976) préconisent un minimum de 0,04 avec 0,08 km<sup>2</sup> comme optimum par embarcation. Cependant, il ne faut pas oublier que les superficies par embarcation sont proportionnelles à la vitesse du bateau. Plus un moteur est puissant, plus grande doit être la superficie requise pour l'embarcation.

Au Wisconsin, on préconise 0,4 km<sup>2</sup> pour 5 bateaux dont un avec skieur (MTCP, 1972); ce qui implique 0,08 km<sup>2</sup> par bateau. Le Conseil Consultatif de l'Environnement (1976) retient une valeur minimale de 0,04 km<sup>2</sup> par bateau. Il en est de même pour le MTCP (1972) où un plan

TABLEAU 2.3 Superficies minimales requises par activité (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

|   | NAVIGATION<br>DE PLAISANCE<br>NON-MOTORISEE | NAVIGATION<br>DE PLAISANCE<br>MOTORISEE  | SKI<br>NAUTIQUE  |
|---|---|--|--|
| Lanchum N.C. in<br>Chubb M., Ashton<br>P. (1969)        | 0,04 km <sup>2</sup>                        |  |  |
| Wisconsin Conser-<br>vation Dept.<br>(1966)             |   | 0,08 km <sup>2</sup>   | 0,08 - 0,16 km <sup>2</sup>  |
| Louisiana Parks<br>and Recreation<br>Commission, (1966) |   | 0,08 km <sup>2</sup>   | 0,16 km <sup>2</sup>   |
| Michigan Dept. of<br>Conservation (1967)                |   | 0,04 km <sup>2</sup> intense<br>0,08 km <sup>2</sup> modéré<br>0,16 km <sup>2</sup> extensif | 0,08 km <sup>2</sup><br>0,16 km <sup>2</sup><br>0,24 km <sup>2</sup> |
| Threinen, C.W.;<br>Paff, R.J.                           |   |  | 0,08 - 0,16 km <sup>2</sup>  |
| De Chiara;<br>Koppelman, (1975)                         |   | 0,08 km <sup>2</sup>   | 0,16 km <sup>2</sup>   |
| Matte, R. (1971)  |   |  | 0,16 km <sup>2</sup>   |
| Wilson, G.T.<br>(1964)                                  | 0,02 - 0,04 km <sup>2</sup>                 | 0,08 km <sup>2</sup>   |  |
| Ont. Dept. of Nat.<br>Ress. (1975)                      | 0,04 km <sup>2</sup>                        | 0,04 km <sup>2</sup>   |  |
| M.R.N.Q. (1975)   |   | 0,04 km <sup>2</sup>   |  |
| M.T.C.P.Q. (1971)                                       |   | 0,04 km <sup>2</sup>   |  |

d'eau réunissant plusieurs activités devra respecter la norme de 0,04 km<sup>2</sup> par bateau quel que soit le type de bateau. Meunier, O'Neil et Watson (1975) conservent aussi cette valeur.

#### 2.1.4 Capacité du lac en embarcations

La capacité en embarcations motorisées établie selon l'"Ontario Land Inventories" (1971) utilise la norme de 0,04 km<sup>2</sup> par bateau pour cette activité (Carignan, 1978). Cette capacité est évaluée par la relation 2.1:

$$B_p = \frac{A_n}{0,04 \text{ km}^2} \quad (2.1)$$

où  $A_n$  est la superficie navigable (km<sup>2</sup>)  
et  $B_p$  le nombre de bateaux permis (capacité instantanée de bateaux sur un lac).

Selon Laliberté (1976), il s'agit de la capacité instantanée de bateaux. Cet auteur définit également une capacité maximale de bateaux admis sur un lac (relation 2.2):

$$B_{p1} = \frac{100\% B_p}{25\%} = 4 B_p \quad (2.2)$$

où  $B_{p1}$  est la capacité maximale de bateaux admis sur un lac.

Des classes de la capacité du lac en embarcations ont été proposées par Meunier, O'Neil et Watson (1975) (tableau 2.4). Un lac de la classe 1 possède un faible potentiel pour la navigation. Les plans d'eau de la classe 3 (superficie navigable d'environ 1,2 km<sup>2</sup>) ont une capacité moyenne. La classe 4 représente des lacs de forts potentiels, donc des lacs de grande superficie.

TABLEAU 2.4 Capacité du lac en embarcations

| CLASSE | NOMBRE D'EMBARCATIONS |
|--------|-----------------------|
| 1      | 0 - 10                |
| 2      | 10 - 20               |
| 3      | 20 - 50               |
| 4      | 50 et plus            |

#### 2.1.5 Vitesse autorisée

Au Michigan, sur des superficies de 0,2 à 0,8 km<sup>2</sup>, on a fixé la vitesse maximale sécuritaire à 8,0 km/h (MTCP, 1972; Laliberté, 1976); cette règle limite par le fait même la puissance du moteur. Le Conseil Consultatif de l'Environnement (1976) a également adopté cette norme.

#### 2.1.6 Profondeur minimale et profondeur moyenne

La profondeur minimale sécuritaire recommandée dans la majorité des états américains, en Ontario et en France, est de 1,5 m pour la navigation de plaisance (bateau-moteur, voile, canotage, ski nautique, chaloupe à rames) (MTCP, 1972; Boisclair et Tremblay, 1978). Cette profondeur d'eau s'applique à toutes les activités pré-citées sauf dans le cas du canotage qui peut se pratiquer dans des eaux très peu profondes (Provencher et Thibault, 1976).

Des plans d'eau où la profondeur moyenne est inférieure à 5 mètres ne sont pas avantageés (Boisclair et Tremblay, 1978). Selon Laliberté (1976), elle devrait être de 1,5\* à 3 m au passage des bateaux et de 1,8 m à une distance de 7,6 m de la rive.

\* Certaines valeurs exprimées ici en système de mesure international (SI), ont été arrondies légèrement lors de leur conversion depuis le système anglais: chaque fois, l'auteur s'est assurée que l'opération n'impliquait pas de difficulté quant à l'interprétation.

La turbulence créée par un hors-bord s'exerce, selon Yousef (1974) (tiré de Fréchette, 1977), jusqu'à une grande profondeur. L'équation suivante cherche à le démontrer (figure 2.1):

$$Z_t = 0,22 Pu + 4 \quad (2.3)$$

où  $Pu$  est la puissance du moteur (H.P.)

et  $Z_t$  la profondeur jusqu'où la turbulence est exercée (pi).

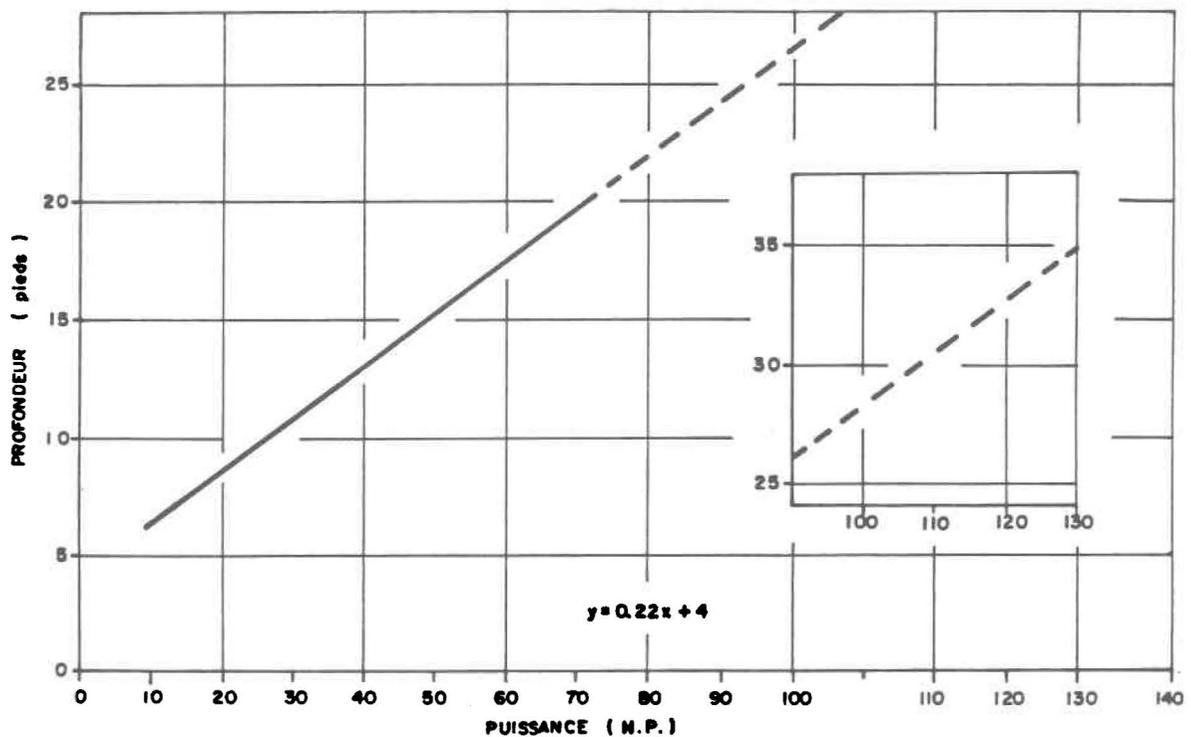


Figure 2.1 . Profondeur en fonction de la puissance .  
(tiré de Provencher et Thibault, 1976 ).

### 2.1.7 Morphologie du lac

Selon le MTCP (1972), un lac ne doit pas avoir des rives trop rapprochées (155 m), car pour évoluer les embarcations et les skieurs ont besoin d'espace. Par exemple, un bateau se tient à une distance minimale

de 15,5 à 31 m de la rive si la profondeur du lac lui est inconnue. De même, un skieur et un voilier ont besoin d'une largeur de 186 m pour tourner. Les petits lacs voient ainsi leur potentiel diminué car leur forme ne permet pas la pratique de toutes les activités.

En France, on a évalué les dimensions requises pour différentes activités. Le motonautisme (embarcations à moteur) demande au minimum un lac d'une longueur de 750 m et d'une largeur de 150 m (MTCP, 1972; Laliberté, 1976).

#### 2.1.8 Température de l'eau et de l'air

Une température minimale de 21,1 °C est préconisée par le MTCP (1972) pour la pratique avec aisance de la voile, du bateau-moteur et de la chaloupe à rames. Elle devrait être de 22,8 °C selon Thériault et al. (1970).

#### 2.1.9 Puissance du moteur

Cette puissance devrait être réglementée en fonction de la superficie du lac pour éviter de troubler le calme et de polluer le milieu. Selon Boisclair et Tremblay (1978), il faut 0,04 km<sup>2</sup> de superficie navigable par unité de puissance de moteur (H.P.). Ainsi, une puissance maximale de 20 H.P. serait suffisante sur un lac de 0,8 km<sup>2</sup> (Berthiaume et al., 1971; Laliberté, 1976). Les lacs ayant une longueur inférieure à 1,6 km ne devraient accueillir aucun bateau-moteur sauf ceux propulsés à l'électricité (MTCP, 1972). Seraient admissibles sur un lac de 1,6 km de long, les bateaux ayant une puissance maximale de 10 H.P., ce qui est suffisant pour des bateaux moyens (Fréchette, 1977).

#### 2.1.10 Accessibilité au lac

En ce qui concerne les routes, plusieurs catégories peuvent être identifiées, soit: les autoroutes, les chaussées séparées, les routes principales (pavées ou gravelées), les routes secondaires (pavées ou

gravelées), les routes tertiaires (pavées ou gravelées) et les autres chemins (Carignan, 1978). Selon Meunier, O'Neil et Watson (1975), ce sont: les routes principales, les routes municipales, les chemins forestiers de 1er ordre, de 2ième ordre et de 3ième ordre. Ces auteurs les classifient ainsi:

|   |          |
|---|----------|
| - routes provinciales   | 5 points |
| - routes municipales pavées   | 4 points |
| - routes municipales en gravier   | 3 points |
| - chemins forestiers de 1er ordre   | 3 points |
| - accès possible par avion  | 3 points |
| - accès possible par bateau   | 3 points |
| - chemins forestiers de 2ième ordre   | 2 points |
| - chemins forestiers de 3ième ordre   | 1 point  |
| - aucun accès par voiture, jeep, avion<br>ou bateau durant la saison estivale | 0 point  |

La distance peut s'exprimer par un ordre de grandeur de distance et de temps et le temps pris pour atteindre une destination fait état de la qualité des routes empruntées (Carignan, 1978). Selon Berthiaume et al. (1971), la distance maximale à parcourir par les usagers pour une journée de fin de semaine serait environ de 125 km aller et retour et de 240 km aller et retour pour la fin de semaine complète.

Carignan (1978) a élaboré quelques classes de lacs face à la distance qui les sépare d'un réseau routier soit:

- classe 1 - lacs accessibles i.e. desservis par une route ou un chemin
- classe 2 - lacs situés à moins de 2 km d'un réseau routier existant
- classe 3 - lacs situés entre 2 et 5 km d'un réseau routier existant
- classe 4 - lacs situés à plus de 5 km du réseau routier existant.

### 2.1.11 Qualité de l'eau et pH

Selon Laliberté (1976), l'eau doit être de bonne qualité (oligotrophe) avec un pH entre 6 \*. Elle doit être exempte de couleur, d'odeur nauséabonde et d'objets flottants, avec un pH entre 6,5 et 8,8 (Thériault et al., 1970). Le paramètre pH est employé pour prévenir la corrosion des composantes métalliques des bateaux.

### 2.1.12 Oxygène dissous et DBO<sub>5</sub>

La moyenne mensuelle pour l'oxygène dissous doit être de 4,0 mg/l avec un minimum journalier de 3,0 mg/l et un minimum absolu de 2,0 mg/l. La DBO<sub>5</sub> doit présenter un maximum de 5,0 mg/l avec une moyenne mensuelle de 3,0 mg/l (Thériault et al., 1970). Les paramètres DBO<sub>5</sub> et oxygène dissous sont retenus par ces auteurs afin de réduire les odeurs des matières en décomposition.

## 2.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation

Les paramètres retenus au niveau de l'activité bateau-moteur, selon Alain et Le Rouzès (1976), sont ceux-ci: la superficie, la longueur, la largeur et la profondeur moyenne du lac, la présence de récifs et la présence de plantes aquatiques. Boisclair et Tremblay (1978) considèrent la profondeur moyenne comme un facteur très important. Fréchette (1977) retient plutôt les suivants: la superficie navigable, le fetch, la morphologie du lac, les écueils à la navigation, l'accessibilité au lac (descentes de bateaux) et le climat. Selon Meunier et Guimont (1979), la qualité bactériologique de l'eau n'est pas à considérer car il n'y a aucun contact direct avec le milieu. Provencher et Thibault (1976) jugent important les paramètres niveau trophique, potentiel de réception du littoral, densité maximale de bateau-moteur, mouvements de l'air, groupe-

\* La limite supérieure n'est pas mentionnée.

ments végétaux aquatiques et terrestres, habitats fauniques et superficielle. Les principaux facteurs limitant la navigation de plaisance en lacs et en rivières, selon Thériault et al. (1970), sont la qualité de l'eau, les droits d'accès, les fluctuations du plan d'eau et les conflits entre les différents usagers. Comme nous l'avons mentionné au chapitre 1, c'est surtout l'approche proposée par Fréchette qui retiendra notre attention pour l'élaboration de fonctions de cotation.

### 2.2.1 Superficie navigable

Il s'agit de la superficie brute du lac ( $A_0$ ) de laquelle on déduit les superficies ( $A_i$ ) qui doivent demeurer libres d'utilisation motorisée (relation 2.4):

$$A_n = A_0 - \sum A_i \quad (2.4)$$

En effet, des embarcations à moteur requièrent une certaine profondeur, pour éviter les écueils à la navigation (rochers, arbres morts, etc.) et une trop grande prolifération de plantes aquatiques; de même, une zone de sécurité est nécessaire pour la pratique de la baignade. Il faut aussi prévenir l'impact, qu'auraient sur les rives, les vagues produites par les bateaux-moteur (Carignan, 1978; Meunier, O'Neil et Watson, 1975). C'est pourquoi l'emploi du paramètre superficie navigable nous semble plus réaliste que la superficie brute. Comme ce paramètre se retrouve associé à une norme de densité d'embarcations (relation 2.1), il s'avère un bon indicateur de potentiel. On retrouvera le détail des opérations de calcul de ce paramètre à l'appendice 4 (section A 4.1).

Pour la fonction de cotation, Fréchette (1977) propose la démarche suivante. La superficie navigable ( $A_n$ ) est transformée en une surface circulaire de même superficie de laquelle on extrait un diamètre équivalent (relation 2.5):

$$D_n = 2 \sqrt{\frac{A_{nn}}{\pi}} \quad (2.5)$$

où  $A_{nn}$  est la surface du cercle ( $\pi r^2$ ) équivalente à la superficie navigable.

La cote de potentiel proposée s'obtient de la façon suivante:

$$\text{si } D_n < 1,0 \text{ km} \\ y_1 = 0$$

$$\text{si } 1,0 \text{ km} \leq D_n \leq 4,0 \text{ km} \\ y_1 = -0,65 D_n^2 + 6,58 D_n - 5,86 \quad (2.6)$$

$$\text{si } D_n > 4,0 \text{ km} \\ y_1 = 10$$

où  $D_n$  est le diamètre équivalent du lac (km)  
et  $A_n$  la superficie navigable ( $\text{km}^2$ ).

Cette transformation de  $A_n$  vers  $D_n$  nous est apparue superflue et nous avons choisi d'opérer directement à partir de la superficie navigable.

À l'aide de la norme de superficie minimale proposée par le Conseil Consultatif de l'Environnement (section 2.1.2) et des avis obtenus concernant la valeur des conditions de la pratique de la navigation de plaisance, nous proposons la fonction de cotation suivante rapportée également à la figure 2.2:

$$\text{si } A_n \leq 0,2 \text{ km}^2 \\ y_1 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{si } 0,2 \text{ km}^2 < A_n < 12,0 \text{ km}^2 \\ y_1 &= 0,85 A_n - 0,17 \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} \text{si } A_n \geq 12,0 \text{ km}^2 \\ y_1 &= 10 \end{aligned}$$

où  $A_n$  est la superficie navigable ( $\text{km}^2$ ).

La borne supérieure correspond approximativement à celle proposée par Fréchette (1977) après les transformations d'usage. On retrouvera les calculs à l'appendice 4 (section A 4.2).

### 2.2.2 Longueur du fetch

Il s'agit de la plus grande distance sur le lac, en ligne droite, dans l'axe des vents dominants.

Un des principaux facteurs limitant l'activité bateau-moteur sur un lac, outre son étendue, est l'ampleur atteinte par les vagues. Comme cette donnée est essentielle lorsqu'il s'agit de calculs d'hydraulique maritime tels que la conception de brise-lames, de quais d'accostage, etc., une relation empirique simple a été établie entre cette hauteur et le fetch (relation 2.8) (Wetzel, 1975):

$$H = 0,105 \sqrt{L_f} \quad (2.8)$$

où  $L_f$  est le fetch (cm)

et  $H$  la différence entre le sommet de la vague et le niveau de l'eau.

La considération de ce facteur favorisera donc les petits lacs. On trouvera le mode de calcul de ce paramètre à l'appendice 4 (section A 4.3).

La fonction de cotation proposée par Fréchette (1977) se calcule ainsi:

$$\text{si } L_f^* < 2 \text{ km}$$

$$y_{2A} = 10$$

$$\text{si } 2 \text{ km} \leq L_f \leq 8 \text{ km}$$

$$y_{2A} = 0,05 L_f^2 - 1,05 L_f + 11,8 \quad (2.9)$$

$$\text{si } L_f > 8 \text{ km}$$

$$y_{2A} = 7$$

où  $L_f$  est le fetch (km).

Cette cote ( $y_{2A}$ ) est multipliée par le plus petit de deux facteurs ( $I_a$  ou  $I_b$ ) pour obtenir la cote nette ( $y_2$ ). Le facteur  $I_a$  tient compte de l'orientation du lac et il se calcule de la façon suivante:

si moins de  $20^\circ$  d'écart ( $X_1$ ) existe entre les vents dominants et le fetch

$$I_a = 0,8$$

$$\text{si } 20^\circ \leq X_1 < 60^\circ$$

$$I_a = 0,8 + ((X_1 - 20) \times 0,005) \quad (2.10)$$

$$\text{si } 60^\circ \leq X_1 \leq 90^\circ$$

$$I_a = 1,0$$

où  $X_1$  est l'écart entre les vents en degrés.

\* La définition du fetch de Fréchette correspond à la longueur maximale du lac sans obstacle pour le vent. Il n'y a donc pas ici de considération de direction dominante du vent.

Quant au facteur  $I_b$ , prenant en considération l'escarpement des berges (effet de couloir), il se définit ainsi:

$$I_b = 1,0 - X_2 \quad (2.11)$$

où  $X_2$  est la pente moyenne des berges ou des environs (%).

$$\text{Donc, } y_2 = y_{2A} \times (I_a \text{ ou } I_b) \quad (2.12)$$

Selon Fréchette (1977), "si les berges ou les environs immédiats du lac ont des pentes assez fortes, il se peut que se créent des couloirs favorisant la canalisation du vent".

Puisque notre définition du fetch tient compte explicitement de l'orientation des vents dominants, nous proposons une version simplifiée comme fonction de cotation, la première se révélant peu pratique et quelque peu arbitraire. Nous ne retiendrons que la relation 2.9 dont la courbe correspondante est illustrée à la figure 2.3.

### 2.2.3 Morphologie du lac

Cette caractéristique se mesure à l'aide du "ratio d'allongement" qui représente un indice de la forme du lac. Cet indice qui dépend de la longueur et de la largeur (voir appendice A 4.5) nous indique si le lac est allongé ou arrondi:

$$RA = L/l \quad (2.13)$$

où  $L$  est la longueur maximale du lac (km)  
et  $l$  la largeur maximale du lac (km).

Le paramètre (RA) a semblé important à Fréchette (1977) et au MTCP (1972) car, selon eux, la forme pouvait limiter ou favoriser les activités pratiquées sur certains lacs.

Pour  $y_3$ , la cote de la morphologie du lac, le mode de cotation proposé par Fréchette (1977) est le suivant:

$$\text{si } 4 \leq RA \leq 5$$

$$y_3 = 10$$

$$\text{si } RA > 5$$

$$y_3 = (10 - (RA - 5) 1,5) (0,01465 L^2 - 0,03125 L + 1,0125)$$

$$y_3 \leq 10,0 \quad (2.14)$$

$$\text{si } RA > 10,0$$

$$RA = 10,0$$

La deuxième partie de la relation représente la diminution d'importance du RA à mesure qu'augmente la taille du lac:

$$\text{si } 1 \leq RA < 4$$

$$y_3 = \left(10 + \frac{(RA - 4)}{2}\right)(0,08825 L + 0,9118) \leq 10,0 \quad (2.15)$$

La valeur du ratio d'allongement n'est pas inférieure à 1 car un lac ne peut être plus large que long ( $L \geq 1$ ). Cette formule serait représentative de très petits lacs.

Lors de l'application (section 2.3) cette formulation s'est révélée non utilisable, le paramètre étant très peu significatif (variations peu sensibles). Il a donc été abandonné.

#### 2.2.4 Ecueils à la navigation

Ce terme désigne tout ce qui fait obstacle à la navigation tels que les roches à fleur d'eau, la pitoune, les récifs, les îles, les macrophytes, etc.

Selon Fréchette (1977), ce paramètre est important car, "les îlots d'herbes, écueils, récifs, objets flottants (pitoues), sont autant d'obstacles à la navigation de plaisance et au ski. Il importe de considérer leur présence dans l'établissement d'un indice".

La cote correspondante se calcule à l'aide de la relation suivante:

$$y_e = 10 - \left( \frac{NC + NFlot}{A_0} \times \frac{SC}{A_0 - A_i} \times 33,33 \right) \quad (2.16)$$

où NC est le nombre de cercles autour des écueils, des macrophytes, etc...

NFlot un estimé des écueils flottants sur le lac

$A_0$  la superficie brute du lac ( $\text{km}^2$ )

SC la superficie totale des cercles, écueils et autres obstacles ( $\text{km}^2$ ) (compter au minimum 15 000  $\text{m}^2$  par écueil)

et  $A_i$  les superficies du lac devant demeurer libres d'utilisation motorisée.

Cependant, les endroits abritant des macrophytes ont déjà été considérés dans le calcul de la superficie navigable. La végétation aquatique se rencontre rarement de façon encombrante à des profondeurs supérieures à 3 mètres sauf de rares exceptions (lacs Boivin, Roxton). Les écueils flottants dus à la drave ou autres sont difficilement appréciables; donc on ne peut les considérer. La même chose pour les hauts-fonds qui, lorsqu'il y en a, n'apparaissent pas toujours sur les cartes.

Donc, dans un premier temps, nous avons décidé de ne pas tenir compte de ce paramètre. Cette considération serait souhaitable à un stade ultérieur à l'évaluation, c'est-à-dire, à la phase planification postérieure au choix des lacs à développer.

### 2.2.5 Accessibilité au lac (descentes pour bateaux)

Il s'agit des facilités ou infrastructures permettant d'avoir facilement accès au plan d'eau avec un bateau à partir de la berge. Cette caractéristique peut se révéler importante dans le cas des bateaux-moteur où un minimum d'aménagements est nécessaire pour accéder au plan d'eau sans éprouver de difficulté. Selon Laliberté (1976), il est nécessaire d'installer une rampe de lancement à tous les 2,1 km<sup>2</sup>.

Selon le Conseil Consultatif de l'Environnement (1976), les marinas doivent présenter une structure légère et flottante. Le genre et le nombre seront en fonction de la capacité de support du lac. De plus, l'ancrage sur la berge devra se faire sans préjudice pour le milieu. Le quai flottant ne doit pas gêner le paysage et ses dimensions seront selon le tirant d'eau du bateau. Sur un lac, une rampe de lancement collective est préconisée. La capacité d'utilisation d'une marina est de 300 embarcations au maximum avec une moyenne de 3,5 personnes par bateau et automobile (Berthiaume et al., 1971). D'autres renseignements sont disponibles à l'appendice 4 (section A 4.6).

La fonction de cotation proposée par Fréchette (1977) est la suivante. Elle dépend des emplacements disponibles pour établir des descentes.

Ainsi,

$$y_4 = 10 - \frac{n \text{ max} - n \text{ pos}}{n \text{ max} - n \text{ min}} \quad (2.17)$$

5

si  $n \text{ pos} > n \text{ max}$

$$y_4 = 10$$

si  $n \text{ pos} = 0$

$$y_4 = 0$$

où  $n_{\text{pos}}^*$  est le nombre de descentes possible sur un lac  
 $n_{\text{max}}^*$  le nombre de descentes maximal sur un lac  
 et  $n_{\text{min}}^*$  le nombre de descentes minimal sur un lac.

Dans un premier temps, nous avons retenu l'équation proposée par Fréchette (1977) pour l'application développée à la section 2.3. Cependant, comme elle s'est révélée inutilisable, nous avons rejeté ce paramètre. De plus, comme cette considération d'accessibilité au lac tient plus à la présence d'infrastructures aménagées qu'à la nature intrinsèque du potentiel, nous avons trouvé là, un argument de plus pour ne pas en tenir compte à ce stade spécifique de l'évaluation. Il va de soi cependant que l'impossibilité physique d'implanter des points d'accès pour les bateaux sur un lac (escarpements) aurait pour effet d'annuler le potentiel bateau-moteur. Cette situation s'avère peu vraisemblable.

#### 2.2.6 Accessibilité au lac (réseau routier)

Il s'agit de l'accessibilité par un système routier. Ce paramètre nous semble important dans l'évaluation du potentiel récréatif. Le MTCP (1972) considère que l'emplacement et les voies d'accès existantes n'influencent aucunement la classification. On suppose que la demande et les facilités d'accès sont les mêmes sur tout le territoire inventorié. A notre avis, un potentiel récréatif peut se révéler nul si le lac est trop éloigné des voies d'accès. Cependant, si on décide de développer un lac, une route peut être construite même si cela se révèle onéreux.

Trois composantes agissent sur ce facteur d'accessibilité soit, la distance, le temps de parcours et la qualité de la route. Selon nous, la distance est la principale des trois et ce paramètre sera retenu au niveau du calcul de la fonction de cotation. Ainsi,

$$y_5 = f(D) \quad (2.18)$$

\* Voir l'appendice 4 (section A 4.6) pour le calcul de ces paramètres.

La section 2.1.10 rapporte quelques classes de lacs retenues par Carignan (1978) et nous utiliserons les mêmes pour construire notre fonction de cotation. Les cotes seront attribuées par rapport à leur distance à vol d'oiseau de la route la plus proche. La fonction de cotation se définit comme suit:

$$\text{si } D \leq 2 \text{ km}$$

$$y_5 = 10$$

$$\text{si } 2 \text{ km} < D < 5 \text{ km}$$

$$y_5 = -3,0 D + 16 \quad (2.19)$$

$$\text{si } D \geq 5 \text{ km}$$

$$y_5 = 1$$

où  $D$  est la distance du lac à vol d'oiseau à la route la plus proche (km).

Comme pour le paramètre précédent, nous avons choisi de ne pas en tenir compte lors de l'application à nos lacs à l'étude (section 2.3). En effet, la considération de ce facteur relève d'une étude économique visant à établir dans une phase de planification de l'aménagement l'opportunité ou non de relier un lac au réseau routier principal. L'accessibilité au lac ne relève donc pas de son potentiel intrinsèque pour l'usage de bateaux-moteur.

### 2.2.7 Climat

Pour notre besoin, le climat se résume à la température de l'air et à la pluviosité ou nombre de jours de pluie.

Les précipitations et la température sont importantes pour la pratique d'activités nautiques et c'est pourquoi on les a choisies comme paramètres. Une température élevée et un ciel sans nuage sont évidemment les conditions idéales recherchées.

Fréchette (1977) définit deux cotes, l'une pour la température ( $y_T$ ) et l'autre pour la pluviosité ( $y_p$ ). La cote du climat ( $y_6$ ) est un composite des deux.

### 2.2.7.1 Température de l'air

La fonction de cotation telle que la définit Fréchette (1977) est celle-ci:

si  $T_1 \geq 72,0$  °F (22,2 °C)

$$y_T = 10$$

si  $65,0$  °F  $< T_1 < 72,0$  °F

$$y_T = T_1 - 62,0 \quad (2.20)$$

si  $T_1 \leq 65,0$  °F (18,3 °C)

$$y_T = 3$$

où  $T_1$  est la moyenne des températures maximales journalières de l'été (°F).

Notre approche s'avèrera plus simple et adaptée en fonction du système international d'unités (SI). La relation retenue reprend les bornes approximatives de Fréchette (1977). Ainsi,

si  $T_1 \geq 22,0$  °C

$$y_T = 10$$

si  $18,0$  °C  $< T_1 < 22,0$  °C

$$y_T = 3 + 7 \left( \frac{T_1 - 18}{4} \right) \quad (2.21)$$

$$\text{ou } y_T = 1,75 T_1 - 28,5 \quad (2.22)$$

$$\begin{aligned} \text{si } T_1 &\leq 18 \text{ } ^\circ\text{C} \\ y_T &= 3 \end{aligned}$$

où  $T_1$  est la moyenne des températures maximales journalières de l'été ( $^\circ\text{C}$ ).

L'application (section 2.3) montre le peu de pouvoir discriminant (constance) de ce paramètre. Pour nos lacs, la variation de la température n'est en effet que de quelques degrés et cela se révèle insuffisant pour devoir prendre ce paramètre en considération.

#### 2.2.7.2 Pluviosité

Selon Fréchette (1977), "il faut calculer une cote reliée au nombre de jours avec au moins 0,01 pouce de pluie. Selon les données climatologiques consultées, un taux de 35 journées de pluie pour 92\* jours est acceptable au Québec, tandis qu'un taux de 45 : 92 est médiocre".

Ainsi,

$$\begin{aligned} \text{si } np &\leq 35 \text{ jours} \\ y_p &= 10 \end{aligned}$$

$$\text{si } 35 \text{ jours} < np < 45 \text{ jours}$$

$$y_p = \frac{92/np - 1,12}{0,15} \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} \text{si } np &\geq 45 \text{ jours} \\ y_p &= 6 \end{aligned}$$

où  $np$  est le nombre de jours de pluie en juin, juillet et août.

\* Période de référence estivale.

Nous proposons la méthode suivante:

si  $np \leq 35$  jours

$$y_p = 10$$

si  $35 \text{ jours} < np < 45 \text{ jours}$

$$y_p = -0,4 np + 24 \quad (2.24)$$

si  $np \geq 45$  jours

$$y_p = 6$$

Nous conservons la cote minimale 6 car ce paramètre peut se révéler utile sans être déterminant.

L'abaque correspondante se trouve à la figure 2.4.

### 2.2.7.3 Cote $y_6$

Pour obtenir la cote  $y_6$ , Fréchette (1977) propose l'approche qui suit: "Nous croyons qu'une moyenne arithmétique de  $y_p$  et  $y_T$  donnera une bonne valeur pour l'appréciation du temps en fonction du bateau de promenade".

Ainsi,

$$y_6 = \frac{y_T + y_p}{2} \quad (2.25)$$

Puisque nous n'avons pas retenu la cote  $y_T$  pour la température, la cote  $y_6$  du climat sera considérée égale à  $y_p$ , la cote pluviométrique (figure 2.4):

$$y_6 = y_p \quad (2.26)$$

## 2.2.8 Puissance du moteur et profondeur moyenne

### 2.2.8.1 Puissance du moteur

Ce facteur est important si l'on veut tenir compte de la protection du milieu aquatique et de la sécurité de celui qui pratique cette activité. Ainsi, selon Fréchette (1977), la puissance maximale du moteur ne devrait pas remuer les sédiments du fond. On sait que la puissance requise pour un moteur de bateau augmente avec la distance à parcourir. La relation 2.27 sert au calcul de ce paramètre et la figure 2.5 en est la représentation (Fréchette, 1977):

$$L = 0,00019 Pu^2 + 0,06 Pu + 0,41 \quad (2.27)$$

où  $L$  est la longueur maximale du lac (milles)  
et  $Pu$  la puissance du moteur (H.P.).

On peut résoudre ainsi:

$$Pu = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2.28)$$

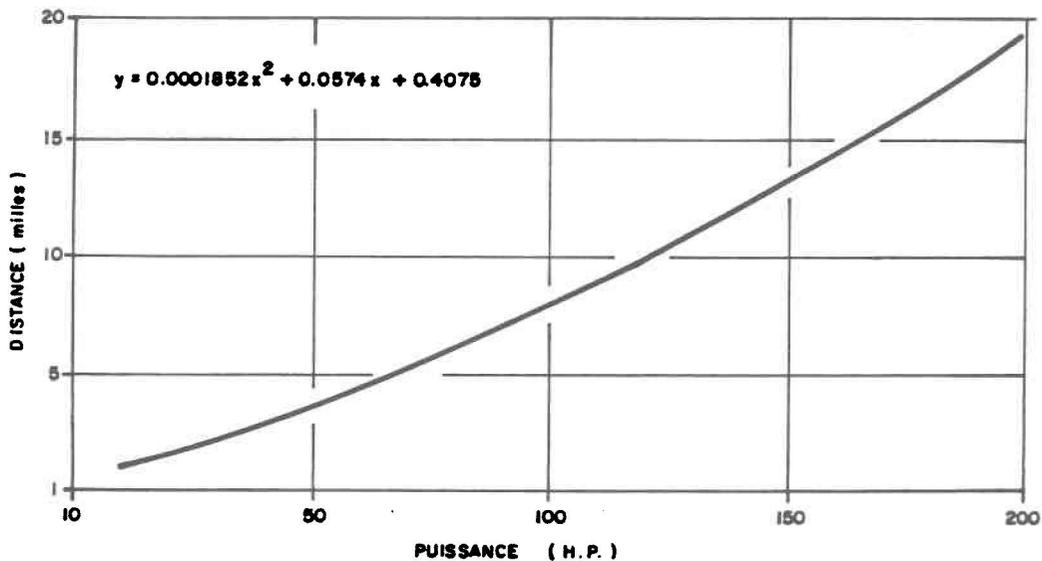


Figure 2.5 . Distance maximale en fonction de la puissance du moteur (tiré de Provencher et Thibault, 1976) .

$$P_u = \frac{-0,06 + \sqrt{0,00329 + 0,00122 L}}{0,00038} \quad (2.29)$$

où  $L$  est la longueur maximale du lac (km).

Fréchette (1977) représente la fonction de cotation de la façon suivante:

si  $P_u < 20$  H.P.

$$y_{P_u} = 0$$

si  $20 \text{ H.P.} \leq P_u < 55 \text{ H.P.}$

$$y_{P_u} = -4,9 \times 10^{-3} P_u^2 + 0,57 P_u - 6,39 \quad (2.30)$$

si  $P_u > 55$  H.P.

$$y_{P_u} = 10$$

Comme la puissance du moteur et la profondeur moyenne ne doivent pas annuler l'activité bateau-moteur sur un lac par l'effet de la moyenne géométrique (section 1.3.6), la fonction de cotation a été modifiée et simplifiée ainsi:

si  $P_u \leq 20$  H.P.

$$y_{P_u} = 1$$

La borne supérieure demeurant inchangée, la fonction de cotation devient:

si  $20 \text{ H.P.} < P_u < 55 \text{ H.P.}$

$$y_{P_u} = 0,26 P_u - 4,2 \quad (2.31)$$

si  $P_u \geq 55$  H.P.

$$y_{P_u} = 10$$

L'abaque correspondante se trouve à la figure 2.6.

### 2.2.8.2 Profondeur moyenne

La norme minimale choisie est de 1,5 mètres (section 2.1.6) et les plans d'eau qui n'ont pas cette profondeur moyenne ne devraient accepter aucune embarcation à moteur. Les bateaux employés pour le plaisir (promenade, ski nautique) sont surtout équipés de moteur dont la puissance varie de 40 à 150 H.P.. Les plus gros moteurs (200 à 300 H.P.) se retrouvent sur le fleuve et les rivières. Les pêcheurs préfèrent des moteurs de faible puissance (4 à 10 H.P.) étant donné leur faible poids et leur maniabilité (communication personnelle).

Un bateau équipé d'un moteur de 80 H.P. peut brasser les sédiments jusqu'à une profondeur de 7,13 m. Nous utiliserons donc 7,6 m comme norme maximale. La fonction de cotation prend la forme qui suit (figure 2.7):

si  $P_m \leq 1,5$  m

$$y_{P_m} = 1$$

si  $1,5$  m  $< P_m < 7,6$  m

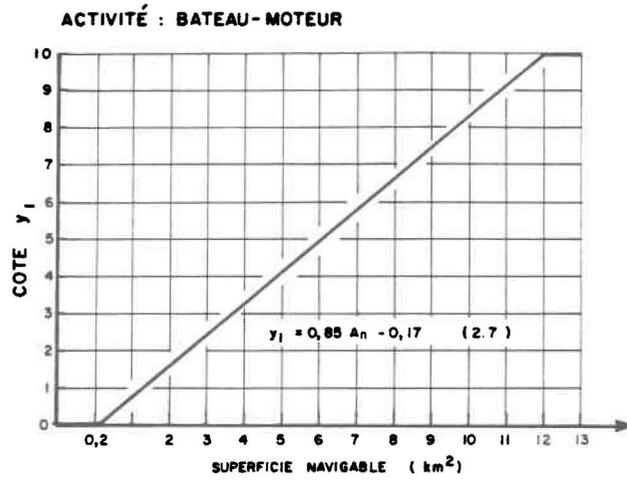
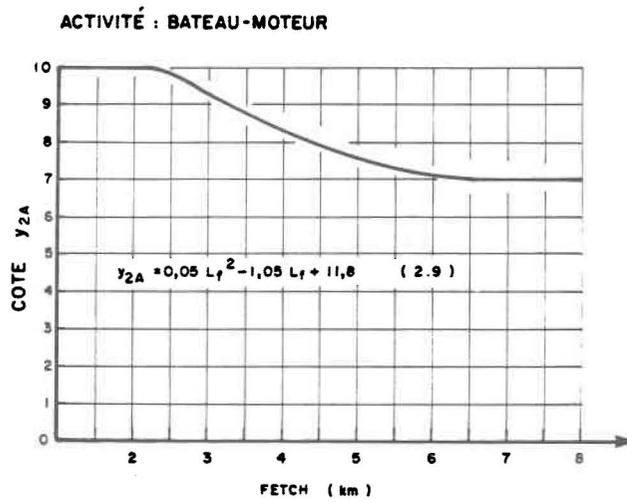
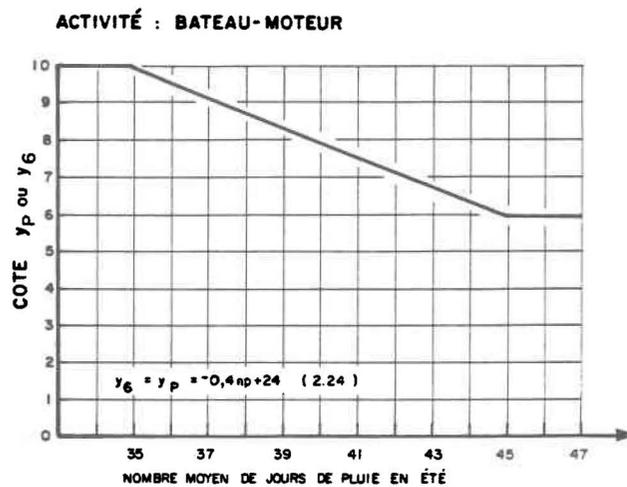
$$y_{P_m} = 1,48 P_m - 1,22 \quad (2.32)$$

si  $P_m \geq 7,6$  m

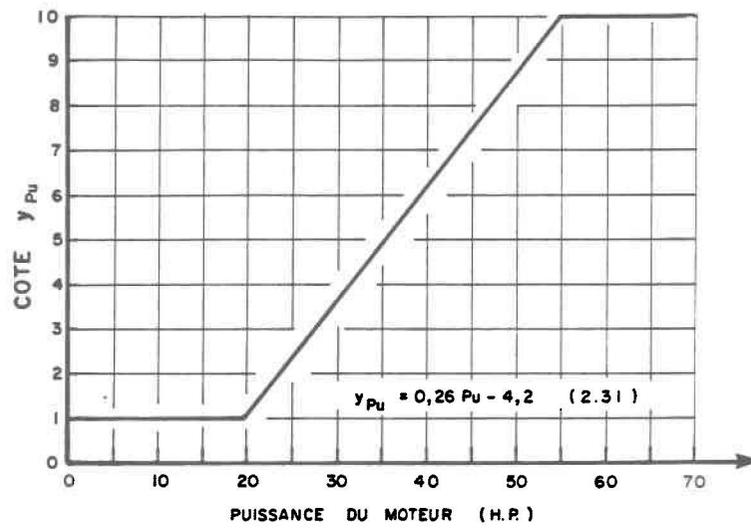
$$y_{P_m} = 10$$

où  $P_m$  est la profondeur moyenne du lac (m).

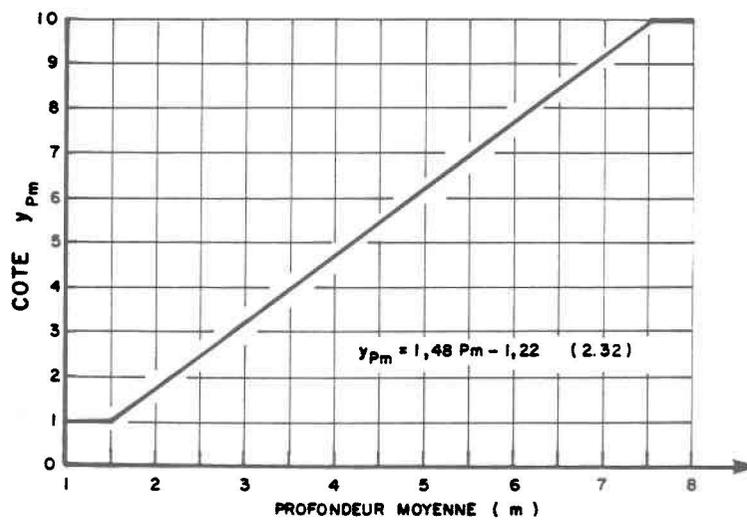
La fonction de cotation (relation 2.32) est retenue sans plus de modification.

Figure 2.2. Cote  $y_1$  : Superficie navigable .Figure 2.3. Cote  $y_{2A}$  : Longueur du fetch .Figure 2.4 . Cote  $y_p$  : Pluviosité .

## ACTIVITÉ : BATEAU-MOTEUR

Figure 2.6 . Cote  $y_{Pu}$  : Puissance du moteur .

## ACTIVITÉ : BATEAU-MOTEUR

Figure 2.7 . Cote  $y_{Pm}$  : Profondeur moyenne

### 2.2.8.3 Cote $y_7$

Comme la puissance du moteur est fonction de la longueur et de la profondeur moyenne du plan d'eau, un seul des deux paramètres précédents sera retenu soit le plus restrictif des deux:

$$y_7 = \text{le plus petit de } y_{pm} \text{ et } y_{pu} \quad (2.33)$$

## 2.3 Application

Cette section est consacrée à la calibration des fonctions de cotation précédentes. Pour ce faire, on a utilisé un échantillon de trente lacs du Québec (tableau 1.7). Ces plans d'eau présentent des caractéristiques suffisamment variées pour que leur potentiel varie de 1 à 10. En font partie, de très petits lacs, de moyens et de grands lacs dont les caractéristiques morphométriques et physico-chimiques sont très différentes. Ainsi, ils offrent pour l'ensemble des activités récréatives des potentiels assez différents.

Les paramètres traités sont: la superficie navigable, la longueur du fetch, la morphologie du lac, l'accessibilité au lac (descentes pour bateaux, réseau routier), le climat (température de l'air, pluviosité), la puissance du moteur et la profondeur moyenne. On retrouve les résultats obtenus pour chaque fonction de cotation au tableau 2.5. La discussion quant à l'opportunité de retenir un paramètre pour le calcul du potentiel a été reportée à la section correspondante du texte de présentation des fonctions de cotation.

### 2.3.1 Superficie navigable: cote $y_1$

En considérant les valeurs obtenues pour la superficie navigable ( $A_n$ ) et les superficies non navigables ( $A_1$  et  $A_2$ ), on remarque que pour de très petits lacs, il n'y a aucune superficie de disponible pour la pratique de l'activité bateau-moteur. Ceci a pour effet d'annuler l'indice d'ensemble de l'activité sur ces lacs ce qui est cohérent.

Cette fonction de cotation a été retenue telle quelle pour le calcul de l'indice de récréation  $Y_{BM}$ .

### 2.3.2 Longueur du fetch: cote $y_{2A}$

La direction des vents dominants et le fetch calculé pour chacun des lacs de l'échantillon sont présentés au tableau 2.6.

En regardant les données obtenues au tableau 2.5, on s'aperçoit que le fetch, qui rend compte de la hauteur des vagues par le biais des vents dominants, obtient une cote égale à 10 pour les très petits lacs; ce qui est normal car le fetch est plus court et les vagues moins hautes. Plus la taille du lac augmente, plus le fetch peut être grand et les vagues hautes. Donc le potentiel diminue car c'est plus dangereux. Dans le cas de lacs ayant plusieurs fetchs, on choisit le plus restrictif.

Cette fonction de cotation a été retenue telle quelle.

### 2.3.3 Morphologie du lac: cote $y_3$

Le ratio d'allongement est pondéré par la longueur, ce qui est redondant car ce facteur entre déjà dans le calcul du paramètre RA (appendice 4). Pour ce paramètre, la cote des petits lacs de forme arrondie est surévaluée puisqu'elle n'est jamais inférieure à 8. La forme d'un lac peut être idéale pour la pratique d'une activité sans que sa superficie la permette pour autant. Ici, le lac Saint-Pierre fait exception et ce qui le différencie des autres plans d'eau c'est son ratio d'allongement très élevé par rapport aux autres; ce qui nous indique que ce lac est plus longiligne qu'arrondi. Ce fait se reproduit pour les très grands lacs plus longs que larges, tels Squatec et Brébeuf dont le potentiel est légèrement plus bas que les autres lacs.

Selon nous et en regard des résultats obtenus, ce paramètre est très peu significatif. On s'aperçoit que la cote est presque la même pour un lac allongé, arrondi ou irrégulier sauf pour le lac Saint-Pierre. Ce paramètre a l'effet d'une constante, il vaut mieux l'éliminer que d'essayer de le transformer vu la redondance du facteur qui recoupe la superficie navigable. Donc, il ne s'agirait plus d'un paramètre indépendant. En fait, la forme d'un lac a peu d'importance lorsqu'il s'agit d'un grand lac. Sur de très petits lacs, le plaisir est presque nul et la forme y est donc de peu d'importance.

#### 2.3.4 Accessibilité au lac: cote $y_4$

En procédant au calcul de la cote  $y_4$  (relation 2.17), on obtient le résultat présenté au tableau 2.5 où l'on s'aperçoit de l'impossibilité d'appliquer la fonction de cotation telle que proposée. Il serait toujours possible de calculer ce paramètre car l'accessibilité "c'est de savoir si un lac est accessible par ses berges". On doit toujours aborder un lac par une zone de pente faible. Donc, l'accessibilité pourrait être fonction des pentes de la berge. Cependant, il ne faut pas s'écarter de notre objectif qui est la conception d'un outil pouvant servir au gestionnaire pour l'ouverture de lacs à la récréation. De plus, l'accessibilité est un paramètre variable selon la superficie du lac, c'est-à-dire la catégorie de bateaux.

Selon l'avis de certains (obtenu par réponse au questionnaire), on ne doit pas tenir compte de l'accessibilité dans l'évaluation du potentiel récréatif où l'on doit oublier les infrastructures humaines et ne considérer que le potentiel intrinsèque. Pour les raisons pré-citées, nous sommes de l'avis de ces personnes en rejetant ce paramètre que nous n'utiliserons pas. Par ailleurs, le nombre de descentes sur un lac ne peut être utilisé car à l'heure actuelle, on préconise des descentes communautaires; ce qui implique une diminution de celles-ci. De plus, elles ne sont utilisées qu'une ou deux fois par année soit au printemps lors de la mise à l'eau et à l'automne lors de leur remisage. Les gens

venant de l'extérieur avec leur bateau consulteront une carte et se dirigeront vers la descente indiquée. Ils ne seront aucunement limités par le nombre restreint de descentes autour du lac.

### 2.3.5 Accessibilité au lac: cote $y_5$

Selon la méthode proposée, il s'agit de calculer sur une carte topographique la distance la plus courte à vol d'oiseau du lac au réseau routier existant le plus proche sans tenir compte de la qualité de la route (gravier, terre, pavée). Les distances ( $D$ ,  $D_1$ ) et les cotes  $y_5$ ,  $y_{5A}$  pour notre échantillon se trouvent au tableau 2.5.

Le premier essai s'est révélé non concluant car les lacs utilisés ont au moins une route d'accès; donc la distance au lac est à une exception près toujours la même. La cote se révélant toujours égale à 10, un deuxième essai a été tenté mais en utilisant la distance du lac à la route pavée la plus proche ( $D_1$ ). La relation 2.19 a été utilisée dans les deux cas. Ici, les résultats ne sont pas plus représentatifs. Comme ce paramètre tenait compte d'implantations humaines, étrangères au potentiel intrinsèque du lac, nous avons trouvé là une raison de plus pour ne pas en tenir compte.

### 2.3.6 Climat

#### a) Température de l'air: cote $y_T$

Il résulte de l'essai que  $y_T$  est presque constant et n'est pas discriminant au niveau du calcul de  $Y_{BM}$ . Dans la partie du Québec où nos lacs sont situés et où la récréation se pratique en général, la température de l'air ne varie que de quelques degrés; ce qui n'est pas suffisant. Ce paramètre est abandonné vu sa constance.

b) Pluviosité: cote  $y_p$  ou  $y_6$

Le paramètre pluviosité ( $n_p$ ) est mieux distribué et s'avère donc plus discriminant. Nous le conservons comme cote.

2.3.7 Puissance du moteur et profondeur moyenne: cote  $y_{pu}$  et cote  $y_{pm}$

La donnée nécessaire au calcul de la cote  $y_{pu}$ , soit la puissance du moteur obtenue à l'aide de la relation 2.29, est disponible au tableau 2.5.

La fonction de cotation 2.30 a été simplifiée et adaptée (voir la section 2.2.8.1). La relation 2.32 a été retenue sans modification.

2.4 Indice d'activité:  $Y_{BM}$

Nous pouvons maintenant calculer la cote  $Y_{BM}$  à l'aide du tableau 2.5. Nous ne retenons que 4 paramètres soit la superficie navigable, la longueur du fetch, la pluviosité et la puissance du moteur ou la profondeur moyenne:

$$Y_{BM} = \sqrt[4]{y_1 \times y_{2A} \times y_6 \times y_7} \quad (2.34)$$

Le tableau 2.7 présente un résumé des fonctions de cotation retenues pour l'activité bateau-moteur.

TABLEAU 2.5 Résultats pour l'activité bateau-moteur.

| Nom des lacs   | Paramètres     |                |                |                |      |      |       |       |       |                |     |                |      |     | Cotes non-retenues |                |                |                |                 | Cotes inter-médiaires |                 | Cotes retenues  |                |                 |                | Indice d'activité |                |                 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|-------|-------|-------|----------------|-----|----------------|------|-----|--------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|
|                | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>n</sub> | L <sub>f</sub> | RA   | L    | n pos | n max | n min | D <sub>1</sub> | D   | T <sub>1</sub> | np   | Pu  | Pm                 | y <sub>3</sub> | y <sub>4</sub> | y <sub>5</sub> | y <sub>5A</sub> | y <sub>T</sub>        | y <sub>Pu</sub> | y <sub>Pm</sub> | y <sub>1</sub> | y <sub>2A</sub> | y <sub>6</sub> |                   | y <sub>7</sub> | y <sub>BH</sub> |
| Indien         | 0,04           | -              | 0              |                | 1,5  | 0,3  | 0     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 24,4           | 33,0 | 1   | 1,7                | 8,2            | 0              | 10             | 10,0            | 10,0                  | 1,0             | 1,3             | 0              | 10,0            | 10,0           | 1,0               | 0              |                 |
| Nadeau         | 0,09           | -              | 0,01           |                | 1,7  | 0,5  | 0     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,8           | 44,0 | 7   | 3,0                | 8,5            | 0              | 10             | 10,0            | 10,0                  | 1,0             | 3,2             | 0              | 10,0            | 6,4            | 1,0               | 0              |                 |
| Trooper        | 0,18           | -              | 0,12           |                | -    | 1,0  | 0     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 24,9           | 29,0 | 19  | 3,8                | -              | 0              | 10             | 1,0             | 10,0                  | 1,0             | 4,4             | 0              | 10,0            | 10,0           | 1,0               | 0              |                 |
| Cordon         | 0,27           | -              | 0,13           |                | 2,5  | 1,5  | 0     | 0     | 0     | 5 et +         | 2-5 | 22,2           | 39,0 | 30  | 10,1               | 9,7            | 0              | -              | 1,0             | 10,0                  | 3,6             | 10,0            | 0              | 10,0            | 8,4            | 3,6               | 0              |                 |
| Saint-Pierre   | 0,37           | 0,05           | 0,08           |                | 10,0 | 3,0  | 0     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,0           | 43,0 | 62  | 6,2                | 2,6            | 0              | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 8,0             | 0              | 10,0            | 6,8            | 8,0               | 0              |                 |
| Duhamel        | 0,28           | -              | 0,24           |                | 4,0  | 1,93 | 0     | 0     | 0     | -              | -   | 22,2           | 33,0 | 40  | 11,6               | 10,0           | 0              | -              | -               | 10,0                  | 6,2             | 10,0            | 0              | -               | 10,0           | 6,2               | 0              |                 |
| Saint-Augustin | 0,28           | -              | 0,27           |                | 7,0  | 2,1  | 0     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,5           | 33,0 | 43  | 3,6                | 7,1            | 0              | 10             | 10,0            | 10,0                  | 7,0             | 4,1             | 0,1            | 10,0            | 10,0           | 4,1               | 2,5            |                 |
| Théodore       | 0,37           | -              | 0,20           |                | 3,6  | 2,3  | 0     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 22,9           | 33,0 | 48  | 7,68               | 10,0           | 0              | 10             | 10,0            | 10,0                  | 8,3             | 10,0            | 0              | 10,0            | 10,0           | 8,3               | 0              |                 |
| Botseau        | 0,28           | -              | 0,32           |                | 3,8  | 1,9  | 0     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 22,2           | 44,0 | 39  | 21,6               | 10,0           | 0              | 10             | 1,0             | 10,0                  | 5,9             | 10,0            | 0,1            | 10,0            | 6,4            | 5,9               | 2,5            |                 |
| Coeur (en)     | 0,26           | -              | 0,34           |                | 2,7  | 1,6  | 0     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,8           | 25,0 | 33  | 7,8                | 9,9            | 0              | 10             | 10,0            | 10,0                  | 4,4             | 10,0            | 0,1            | 10,0            | 10,0           | 4,4               | 2,6            |                 |
| Waterloo       | 0,57           | 0,10           | 0,83           |                | 2,6  | 2,9  | 1     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,5           | 33,0 | 60  | 2,9                | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 3,1             | 0,5            | 10,0            | 10,0           | 3,1               | 3,5            |                 |
| Echo           | 0,35           | 0,14           | 1,11           |                | 2,4  | 2,4  | 0     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 22,9           | 41,0 | 50  | 7,4                | 10,0           | 0              | 10             | 10,0            | 10,0                  | 8,8             | 9,7             | 0,8            | 10,0            | 7,6            | 8,8               | 4,8            |                 |
| Ross           | 0,57           | -              | 2,33           |                | 1,4  | 3,1  | 1     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 21,1           | 42,0 | 63  | 4,0                | 10,0           | 10             | 10             | 1,0             | 8,4                   | 10,0            | 4,7             | 1,8            | 9,2             | 7,2            | 4,7               | 4,9            |                 |
| Gillies        | 1,06           | 0,05           | 1,99           |                | 4,5  | 7,2  | 1     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 24,9           | 36,0 | 131 | 10,9               | 10,0           | 10             | 10             | 1,0             | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 1,5            | 9,2             | 9,6            | 10,0              | 6,0            |                 |
| Eternité       | 1,85           | -              | 2,59           |                | 5,3  | 8,53 | 2     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,3           | 36,0 | 150 | 12,3               | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 2,0            | 10,0            | 9,6            | 10,0              | 6,6            |                 |
| Williams       | 1,02           | -              | 3,90           |                | 5,2  | 6,8  | 1     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,0           | 32,0 | 125 | 11,1               | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 3,2            | 10,0            | 10,0           | 10,0              | 7,5            |                 |
| Brébeuf        | 2,18           | -              | 4,62           |                | 9,4  | 12,2 | 2     | 0     | 0     | 2-5*           | 0-2 | 23,3           | 36,0 | 197 | 16,6               | 9,6            | 10             | 10             | 5,29            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 3,8            | 9,4             | 9,6            | 10,0              | 7,7            |                 |
| Sables (des)   | 1,34           | -              | 7,56           |                | 1,3  | 5,1  | 2     | 0     | 0     | 2-5**          | 0-2 | 20,4           | 42,0 | 99  | 26,0               | 10,0           | 10             | 10             | 4,33            | 7,2                   | 10,0            | 10,0            | 6,3            | 8,2             | 7,2            | 10,0              | 7,8            |                 |
| Magog          | 1,98           | 0,05           | 8,77           |                | 5,3  | 11,1 | 2     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,7           | 37,0 | 184 | 9,8                | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 7,3            | 9,5             | 9,2            | 10,0              | 8,9            |                 |
| Cerf (du)      | 2,50           | 0,43           | 9,67           |                | 3,7  | 9,7  | 3     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 24,0           | 41,0 | 166 | 34,35              | 10,0           | 10             | 10             | 1,0             | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 8,1            | 7,7             | 7,6            | 10,0              | 8,3            |                 |
| Squatec        | 2,00           | 0,03           | 10,77          |                | 10,0 | 14,0 | 2     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 23,1           | 31,0 | 218 | 21,9               | 8,6            | 10             | 10             | 1,0             | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 9,0            | 8,6             | 10,0           | 10,0              | 9,4            |                 |
| Brome          | 1,29           | 0,10           | 13,11          |                | 1,2  | 5,8  | 1     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,8           | 36,0 | 110 | 5,8                | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 7,4            | 10,0            | 7,6            | 9,6               | 7,4            | 8,6             |
| Mourier        | 3,90           | 0,38           | 10,32          |                | 2,9  | 6,9  | 4     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 22,0           | 35,0 | 127 | 3,8                | 10,0           | 10             | 10             | 1,0             | 10,0                  | 10,0            | 4,4             | 8,6            | 8,4             | 10,0           | 4,4               | 7,5            |                 |
| Massawippi     | 2,34           | -              | 15,56          |                | 7,5  | 14,2 | 3     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,7           | 37,0 | 220 | 41,6               | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 10,0           | 6,8             | 9,2            | 10,0              | 8,9            |                 |
| Lemoine        | 3,66           | 0,03           | 21,61          |                | 5,7  | 21,1 | 4     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 22,0           | 36,0 | 291 | 9,1                | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 10,0           | 7,0             | 9,6            | 10,0              | 9,1            |                 |
| Matapédia      | 3,78           | 0,98           | 33,34          |                | 6,0  | 19,8 | 4     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 22,0           | 36,0 | 278 | 16,6               | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 10,0           | 8,5             | 9,6            | 10,0              | 9,5            |                 |
| Saint-François | 6,40           | 0,64           | 40,06          |                | 8,4  | 27,0 | 7     | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,0           | 33,0 | 343 | 15,64              | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 10,0           | 7,3             | 10,0           | 10,0              | 9,2            |                 |
| Kénogami       | 12,76          | 6,59           | 32,45          |                | 4,3  | 27,5 | 14    | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 22,8           | 27,0 | 347 | 16,3               | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 10,0           | 9,5             | 10,0           | 10,0              | 9,9            |                 |
| Memphremagog   | 9,58           | 0,17           | 85,55          |                | 7,7  | 44,4 | 11    | 0     | 0     | 0-2            | 0-2 | 23,7           | 34,0 | 473 | 15,55              | 10,0           | 10             | 10             | 1,0             | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 10,0           | 8,4             | 10,0           | 10,0              | 9,6            |                 |
| Simard         | 5,56           | 10,79          | 153,55         |                | 1,6  | 26,1 | 6     | 0     | 0     | 5 et +         | 0-2 | 22,5           | 37,0 | 335 | 8,7                | 10,0           | 10             | 10             | 10,0            | 10,0                  | 10,0            | 10,0            | 10,0           | 7,0             | 9,2            | 10,0              | 9,0            |                 |

consulter le tableau 2.6

Données fournies par le MENQ, le SQE, appendice 4 et Environnement Canada

L longueur maximale du lac (km)  
 Pm profondeur moyenne (m)  
 RA ratio d'allongement  
 L<sub>f</sub> fetch (km)  
 n min nombre de descentes minimal  
 n max nombre de descentes maximal  
 n pos nombre de descentes possible  
 Pu puissance du moteur (H.P.)  
 A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> superficies non navigables (km<sup>2</sup>)  
 A<sub>n</sub> superficie navigable (km<sup>2</sup>)

D distance du lac à vol d'oiseau à la route la plus proche (km)  
 D<sub>1</sub> distance du lac à la route pavée la plus proche (km)  
 \* 3,57 km  
 \*\* 3,89 km  
 T<sub>1</sub> moyenne des températures maximales journalières de l'été (°C)  
 np nombre de jours de pluie en été

TABLEAU 2.6 Fetch.

| Nom du lac     | Direction des vents dominants | L <sub>f</sub> * | y <sub>2A</sub> |
|----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|
| Indien         | 0                             | 0,17             | 10,0            |
| Nadeau         | 0                             | 0,32             | 10,0            |
| Trooper        | S                             | 0,88             | 10,0            |
| Cordon         | 0                             | 0,39             | 10,0            |
| Saint-Pierre   | SO                            | 1,59             | 10,0            |
| Duhamel        | 0                             | -                | -               |
| Saint-Augustin | SO                            | 1,35             | 10,0            |
| Théodore       | 0                             | 1,27             | 10,0            |
| Boisseau       | 0                             | 0,88             | 10,0            |
|                | ONO                           | 1,91             | 10,0            |
| Coeur (en)     | 0                             | 0,39             | 10,0            |
| Waterloo       | S                             | 1,35             | 10,0            |
|                | 0                             | 1,44             | 10,0            |
|                | SO                            | 1,44             | 10,0            |
| Echo           | 0                             | 0,63             | 10,0            |
| Ross           | 0                             | 2,93             | 9,2             |
|                | SO                            | 1,66             | 10,0            |
| Gillies        | S                             | 2,86             | 9,2             |
| Eternité       | ONO                           | 1,75             | 10,0            |
|                | 0                             | 0,88             | 10,0            |
| Williams       | 0                             | 1,59             | 10,0            |
|                | SO                            | 1,27             | 10,0            |
|                | OSO                           | 1,27             | 10,0            |
| Brébeuf        | ONO                           | 2,62             | 9,4             |
|                | 0                             | 1,51             | 10,0            |
| Sables (des)   | 0                             | 4,29             | 8,2             |
|                | ONO                           | 4,37             | 8,2             |
| Magog          | SO                            | 2,54             | 9,5             |
|                | 0                             | 2,07             | 9,8             |
|                | OSO                           | 2,22             | 9,7             |
| Cerf (du)      | S                             | 5,16             | 7,7             |
| Squatec        | S                             | 3,66             | 8,6             |
|                | SO                            | 1,27             | 10,0            |
| Brome          | S                             | 5,40             | 7,6             |
|                | SO                            | 4,69             | 8,0             |
|                | 0                             | -                | -               |
| Mourier        | NS                            | 3,98             | 8,4             |
|                | SO                            | 2,71             | 9,3             |
|                | 0                             | 2,39             | 9,6             |
|                | NO                            | 1,83             | 10,0            |
| Massawippi     | SO                            | 7,38             | 6,8             |
|                | OSO                           | -                | -               |
| Lemoine        | NS                            | 3,57             | 8,7             |
|                | SO                            | 12,14            | 7,0             |
|                | 0                             | 4,13             | 8,3             |
|                | NO                            | 2,62             | 9,4             |
| Matapédia      | OSO                           | 3,89             | 8,5             |
|                | SO                            | 3,25             | 8,9             |
| Saint-François | 0                             | 6,11             | 7,3             |
|                | SO                            | 2,62             | 9,4             |
|                | OSO                           | 2,54             | 9,5             |
| Kénogami       | SE                            | 2,46             | 9,5             |
| Memphremagog   | SO                            | 3,98             | 8,4             |
|                | 0                             | -                | -               |
| Simard         | SO                            | 18,02            | 7,0             |
|                | SSO                           | 16,12            | 7,0             |
|                | NS                            | 16,75            | 7,0             |
|                | NO                            | 15,88            | 7,0             |

\* L<sub>f</sub> fetch (km)

Certains lacs ont plusieurs cotes, on retient la plus restrictive.

Le fetch est calculé sur une carte topographique à l'aide de la direction des vents dominants.

TABLEAU 2.7 Synthèse de l'activité bateau-moteur.

| ACTIVITE BATEAU-MOTEUR |                                |   |
|------------------------|--------------------------------|---|
| PARAMETRES             | CONDITIONS                     | FONCTIONS DE COTATION   |
| Superficie navigable   | si $A_n \leq 0,2 \text{ km}^2$ | $y_1 = 0$   |
|                        | si $0,2 < A_n < 12,0$          | $y_1 = 0,85 A_n - 0,17$ (2.7)                                     |
|                        | si $A_n \geq 12,0$             | $y_1 = 10$  |
| Longueur du fetch      | si $L_f < 2 \text{ km}$        | $y_{2A} = 10$   |
|                        | si $2 \leq L_f \leq 8$         | $y_{2A} = 0,05 L_f^2 - 1,05 L_f + 11,8$ (2.9)                     |
|                        | si $L_f > 8$                   | $y_{2A} = 7$  |
| Pluviosité             | si $n_p \leq 35 \text{ jours}$ | $y_6 = 10$  |
|                        | si $35 < n_p < 45$             | $y_6 = -0,4 n_p + 24$ (2.24)                                      |
|                        | si $n_p \geq 45$               | $y_6 = 6$   |
| Puissance du moteur    | si $P_u \leq 20 \text{ H.P.}$  | $y_{pu} = 1$  |
|                        | si $20 < P_u < 55$             | $y_{pu} = 0,26 P_u - 4,2$ (2.31)                                  |
|                        | si $P_u \geq 55$               | $y_{pu} = 10$   |
| Profondeur moyenne     | si $P_m \leq 1,5 \text{ m}$    | $y_{pm} = 1$  |
|                        | si $1,5 < P_m < 7,6$           | $y_{pm} = 1,48 P_m - 1,22$ (2.32)                                 |
|                        | si $P_m \geq 7,6$              | $y_{pm} = 10$   |
| Cote $y_7$             |                                | $y_7 = \text{le plus petit de } y_{pm} \text{ et } y_{pu}$ (2.33) |

CHAPITRE 3

SKI NAUTIQUE

Cette activité requiert l'usage d'un bateau-moteur; il n'est donc pas étonnant de voir apparaître les mêmes paramètres pour son évaluation. Cependant, comme il y a occasionnellement un contact physique avec l'eau, les exigences pour la pratique du ski nautique seront plus restrictives.

### 3.1 Revue de la bibliographie

Plusieurs éléments rapportés dans le chapitre précédent sont pertinents à celui-ci, les normes employées étant presque identiques.

#### 3.1.1 Superficie minimale du lac

Une superficie minimale de 1 km<sup>2</sup> est retenue par Provencher et Thibault (1976) comme norme de praticabilité. Elle est appliquée en considérant qu'il faut 0,04 km<sup>2</sup> d'eau par cheval-vapeur (MRN, 1975; MTCP, 1971) et qu'une vitesse de 40,3 km/h est atteinte en tirant un passager avec un moteur d'au moins 25 H.P. (communication personnelle; Provencher et Thibault, 1976).

Laliberté (1976) et Provencher et Thibault (1976) préconisent 3 personnes par bateau-remorqueur et la zone de dégagement autour de chaque skieur doit avoir un rayon minimal de 60 m. Selon Laliberté (1976), il ne peut y avoir qu'un skieur pour 0,05 km<sup>2</sup>.

#### 3.1.2 Superficie minimale par embarcation

Au tableau 2.3, les auteurs considèrent qu'un minimum de 0,08 km<sup>2</sup> par embarcation est nécessaire et que 0,16 km<sup>2</sup> serait préférable (Provencher et Thibault, 1976; Laliberté, 1976; Thériault et al., 1970). L'espace requis varie de 0,08 à 0,16 km<sup>2</sup> selon le MTCP (1972) et la distance du bateau au skieur est habituellement de 27 m. Selon Berthiaume et al. (1971) et Laliberté (1976), le lac doit offrir une superficie d'au moins 0,06 km<sup>2</sup> par bateau et l'optimum se situerait à 0,16 km<sup>2</sup> par bateau. Une surface minimale de 0,06 km<sup>2</sup> et d'au moins 0,08 km<sup>2</sup> doit être

disponible sur les plans d'eau de plus de 0,2 km<sup>2</sup>. Sur un lac de 0,4 km<sup>2</sup>, selon Thériault et al. (1970), une utilisation rationnelle serait de 5 bateaux de plaisance dont un avec skieur.

### 3.1.3 Qualité bactériologique de l'eau

Il est difficile d'évaluer quantitativement la pollution bactériologique car la question est de savoir quand le nombre de bactéries et virus présents dans l'eau est pathogène. Ce nombre diffère selon qu'il s'agit de résidents ou d'estivants allochtones, l'un se révélant plus résistant que l'autre. Par exemple, un baigneur peut ne pas être affecté dans une eau contenant un million de microorganismes par 100 millilitres d'eau. Un autre le sera en présence d'à peine une dizaine de ces organismes. Les troubles occasionnés seront: diarrhée ou autres troubles gastro-intestinaux, angine, infections de la peau ou des yeux, voire hépatite virale ou septicémie, entérites pour certaines souches d'Eschirichiacoli, fièvres typhoïdes et paratyphoïdes pour les salmonelles (Brémond et Vuichard, 1973; Bergeron, 1974; Ferrara, 1976). Cependant, le bien général et la protection du public exigent l'établissement de normes.

Pour la baignade, la qualité de l'eau est mesurée par la quantité de coliformes présents dans l'eau (nb de coliformes/100 ml) (Provencher et Thibault, 1976). Selon Berthiaume et al. (1971), le maximum d'organismes coliformes permis est de 2400 (critique au-dessus de 1000) ne comprenant pas plus de 500 coliformes fécaux par 100 ml d'eau. L'Organisation Mondiale de la Santé accepte pour les autochtones 700 à 1000 bacilles coliformes par 100 ml d'eau et de 200 à 500 pour les non-résidents plus vulnérables (Ferrara, 1976). D'après Foster, Hanes et Lord (1971), les standards pour la baignade sont: moins de 1000 organismes coliformes (totaux)/100 ml d'eau pour une période d'un mois, et moins de 20% des échantillons dépassant 2400 organismes coliformes (totaux)/100 ml d'eau pour un mois (Provencher et Thibault, 1976). Pour la baignade, Salvato (1971) favorise les normes suivantes (Provencher et Thibault, 1976): basé sur un minimum de 5 échantillons pris sur une période de 30 jours,

le contenu en coliformes fécaux n'excèdera pas une moyenne de 200 par 100 ml et 10% des échantillons totaux, sur la même période, n'excèdera pas 400 par 100 ml. Le SPE\* utilise les mêmes normes que le National Advisory Committee: "elles sont basées sur le nombre de coliformes fécaux trouvés dans un échantillon de 100 ml d'eau et il y a 4 prises d'échantillons durant l'été et plusieurs échantillons recueillis à chaque prise" (Fréchette, 1977; Meunier et Guimont, 1979).

Le ski nautique, la baignade et la plongée sont interdits si la moyenne géométrique est supérieure ou égale à 200 bactéries fécales par 100 millilitres (relation 3.1) et si 10% de l'échantillon est supérieur à 400 coliformes fécaux par 100 millilitres. De plus, on ne doit pas dépasser 1000 organismes par 100 millilitres.

$$\frac{-}{G} = \sqrt[n]{W_1 \times W_2 \times \dots \times W_{nn}} \geq 200 \text{ coliformes fécaux/100 ml} \quad (3.1)$$

Fiset Robert (1972), de même que Provencher et Thibault (1976) retiennent les classes du SPE\* (1973):

|              |                                |           |
|--------------|--------------------------------|-----------|
| 0 - 100      | coliformes totaux/100 ml d'eau | excellent |
| 101 - 500    | "                              | bon       |
| 501 - 1000   | "                              | médiocre  |
| 1000 et plus | "                              | dangereux |

De façon générale, le seuil de pollution admissible varie de 500 à 2400 bactéries coliformes par 100 millilitres d'eau.

Brémond et Vuichard (1973) classent les eaux de surface comme:

|                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| Bonnes:         | moins de 70 coliformes/100 ml |
| Moyennes:       | de 70 à 500 " " "             |
| Douteuses:      | de 500 à 700 " " "            |
| Très mauvaises: | plus de 700 " " "             |

\* Service de protection de l'Environnement, maintenant le ministère de l'Environnement du Québec.

Le tableau 3.1 résume l'ensemble de ces normes.

TABLEAU 3.1 Normes qualité bactériologique de l'eau.

| Auteurs                         | Qualité bactériologique de l'eau<br>(nb de coli/100 ml)  |         |           |           |     |            |          |        |           |
|---------------------------------|--|---------|-----------|-----------|-----|------------|----------|--------|-----------|
| Berthiaume <u>et al.</u> (1971) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- maximum permis 2400</li> <li>- critique au-dessus de 1000</li> <li>- pas plus de 500 coli fécaux par 100 ml ou 100 cm<sup>3</sup> d'eau</li> </ul>  |         |           |           |     |            |          |        |           |
| OMS *                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- autochtones 700 à 1000</li> <li>- non résidents 200 à 500</li> </ul>  |         |           |           |     |            |          |        |           |
| Foster, Hanes et Lord (1971)    | sur une période d'un mois: moins de 1000 sur l'ensemble des échantillons et moins de 20% des échantillons dépassant 2400   |         |           |           |     |            |          |        |           |
| Salvato (1971)                  | minimum de 5 échantillons pris sur 1 mois: coli fécaux n'excède pas une moyenne de 200/100 ml et 10% des échantillons totaux sur un mois: n'excèdera pas 400/100 ml (pour le ski nautique et le surfing)   |         |           |           |     |            |          |        |           |
| SPE (1973) *                    | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">0 - 100</td> <td>excellent</td> </tr> <tr> <td>101 - 500</td> <td>bon</td> </tr> <tr> <td>501 - 1000</td> <td>médiocre</td> </tr> <tr> <td>- 1000</td> <td>dangereux</td> </tr> </table> | 0 - 100 | excellent | 101 - 500 | bon | 501 - 1000 | médiocre | - 1000 | dangereux |
| 0 - 100                         | excellent  |         |           |           |     |            |          |        |           |
| 101 - 500                       | bon  |         |           |           |     |            |          |        |           |
| 501 - 1000                      | médiocre   |         |           |           |     |            |          |        |           |
| - 1000                          | dangereux  |         |           |           |     |            |          |        |           |
| Provencher et Thibault (1976)   | idem au SPE  |         |           |           |     |            |          |        |           |

\* OMS      Organisation Mondiale de la Santé

SPE      Ancien Service de Protection de l'Environnement, présentement  
ministère de l'Environnement du Québec

Meunier et Guimont (1979) acceptent comme normes (figure 3.1):

|               |                              |  |
|---------------|------------------------------|--|
|               | 0 coliformes totaux/100 ml : | Excellente   |
| de 0 à 250    | " " "                        | : Très bonne   |
| de 250 à 500  | " " "                        | : Bonne  |
| de 500 à 1000 | " " "                        | : Passable   |
| 1000 et plus  | " " "                        | : Mauvaise   |
| 4500 et plus  | " " "                        | : Très mauvaise qualité pour<br>le ski nautique, la plongée<br>et la baignade. |

#### 3.1.4 Transparence de l'eau

On doit, selon Meunier et Guimont (1979), voir clairement le fond à une profondeur minimale de 0,6 mètre. Donc, le disque de Secchi devrait être visible à une profondeur de 1 mètre.

#### 3.1.5 Température de l'eau

Elle doit être d'environ 20 °C pour la baignade et le ski nautique. Pour la plongée sous-marine, cette température peut descendre jusqu'à 13 °C. En général, la limite inférieure est de 15 °C et la limite supérieure de 35 °C (Meunier et Guimont, 1979; Provencher et Lamontagne, 1977).

Meunier et Guimont (1979) acceptent comme normes (figure 3.2):

|               |   |
|---------------|---|
| 23 °C         | Excellente température pour le ski nautique,<br>la plongée et la baignade |
| de 20 à 23 °C | Très bonne  |
| de 23 à 27 °C |   |

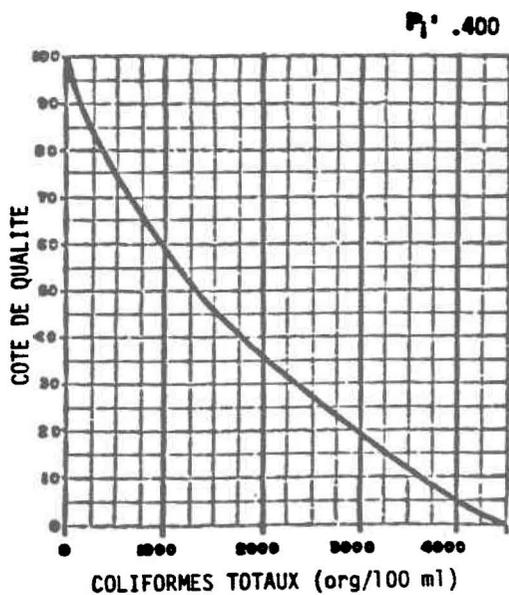


Figure 3.1 Qualité bactériologique de l'eau en fonction de la récréation de contact (Meunier et Guimont, 1979).

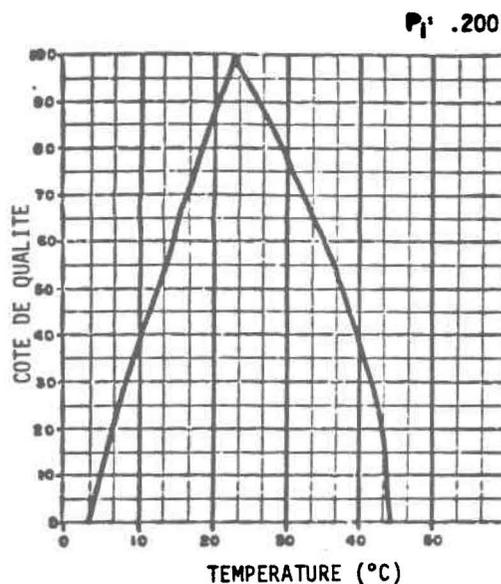


Figure 3.2 Température de l'eau en fonction de la récréation de contact (Meunier et Guimont, 1979).

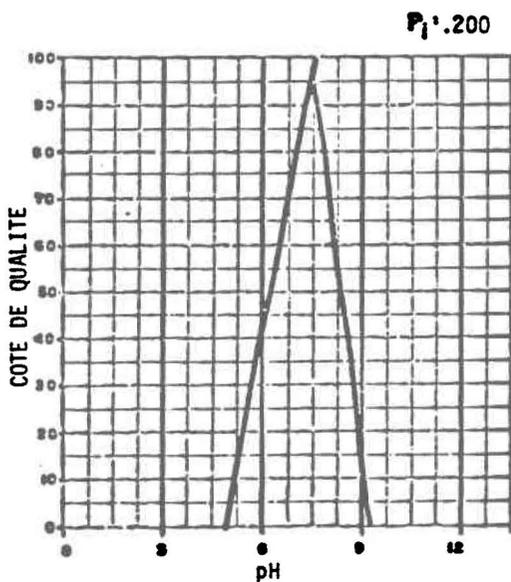


Figure 3.3 pH de l'eau en fonction de la récréation de contact (Meunier et Guimont, 1979).

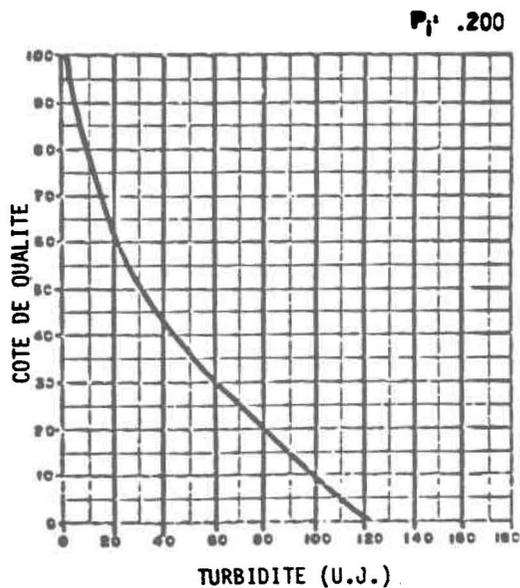


Figure 3.4 Turbidité de l'eau en fonction de la récréation de contact (Meunier et Guimont, 1979).

|               |               |
|---------------|---------------|
| de 17 à 20 °C | Bonne         |
| de 27 à 30 °C |               |
| de 14 à 17 °C | Passable      |
| de 30 à 35 °C |               |
| de 4 à 14 °C  | Mauvaise      |
| de 35 à 44 °C |               |
| 3,9 et moins  | Très mauvaise |
| 44,1 et plus  |               |

### 3.1.6 pH et turbidité

Selon Meunier et Guimont (1979), Provencher et Lamontagne (1977) et enfin Gauthier et al. (1978), le pH doit varier de 6,5 à 8,3. La turbidité a comme limite supérieure à ne pas dépasser 20 u<sub>j</sub>. Meunier et Guimont (1979) acceptent comme normes pour le pH et la turbidité celles présentées aux figures 3.3 et 3.4.

### 3.1.7 Longueur et largeur du plan d'eau

En France, on a évalué les dimensions requises pour différentes activités. Pour le ski nautique, la longueur et la largeur minimales requises sont respectivement de 800 m et de 200 m (MTCP, 1972). Laliberté (1976) abonde dans le même sens.

### 3.1.8 Profondeur minimale

Selon Laliberté (1976), la profondeur minimale devrait être de 1,5 à 3 mètres.

### 3.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation

Comme au chapitre précédent, les principaux paramètres considérés proviennent de la méthode de Fréchette (1977), de suggestions relevées dans le questionnaire (appendice 3) et de la bibliographie consultée. Les paramètres retenus, pour l'activité ski nautique, par Gauthier et al. (1976), sont ceux-ci: la superficie, la longueur et la largeur du lac, la présence de récifs et de plantes aquatiques et enfin la qualité de l'eau. Fréchette (1977) a retenu les suivants: la température, la qualité et la transparence de l'eau. De plus, il considère tous les paramètres utilisés pour l'activité bateau-moteur soit: la superficie navigable, les vagues, la morphologie du lac, l'accessibilité au lac (descentes pour bateaux, réseau routier), le climat, la puissance du moteur et la profondeur moyenne.

La qualité bactériologique, la transparence et la température de l'eau sont trois paramètres d'importance selon Meunier et Guimont (1979). Provencher et Thibault (1976), quant à eux, préfèrent retenir le niveau trophique, le potentiel de rétention du littoral, la densité maximale de bateau-moteur, les mouvements de l'air (climat), les groupements végétaux aquatiques et terrestres et les habitats fauniques (zones à éviter). Selon Laliberté (1976), la pratique du ski nautique exige une eau de bonne qualité (oligothopie). Elle doit donc répondre aux normes exigées pour la baignade.

Les paramètres retenus sont présentés dans la partie suivante.

#### 3.2.1 Paramètres communs avec le bateau-moteur

Ce sont la superficie navigable, la longueur du fetch, la puissance du moteur et la profondeur moyenne (consulter les sections 2.2.1, 2.2.2 et 2.2.8).

Pour la superficie navigable, le Conseil Consultatif de l'Environnement (1976) préconise de prohiber le ski nautique à moins de 60 m des berges.

### 3.2.2 Climat

Ce facteur sera considéré d'une façon différente de la cote  $y_6$  de l'activité bateau-moteur en raison du contact physique avec l'eau et de la tenue vestimentaire requise pour pratiquer le ski nautique. Il aura plus d'importance.

Fréchette (1977) propose que la cote de la température de l'air et celle de la pluviosité ne soient pas réunies pour former une cote agrégée. Elles seront traitées séparément dans le calcul de la cote finale.

#### 3.2.2.1 Température de l'air

La fonction de cotation proposée par Fréchette (1977) se présente de la façon suivante:

$$\text{si } T_1 \geq 74 \text{ } ^\circ\text{F} \quad (23,3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$y_9 = 10$$

$$\text{si } 68 \text{ } ^\circ\text{F} < T_1 < 74 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$y_9 = T_1 - 64$$

(3.2)

$$\text{si } T_1 \leq 68 \text{ } ^\circ\text{F} \quad (20 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$y_9 = 4$$

où  $T_1$  est la moyenne des températures maximales journalières de l'été ( $^\circ\text{F}$ ).

Comme pour le bateau-moteur, ce paramètre n'a pas été retenu en raison de son caractère non-discriminant dans le territoire habité du Québec.

#### 3.2.2.2 Pluviosité

On consultera la section 2.2.7.2 car la cote pluviosité a été choisie identique à celle retenue ( $y_6$ ) pour le bateau-moteur.

### 3.2.3 Température de l'eau

Il s'agit de la température enregistrée à environ 0,5 mètre de la surface. En été, dans la zone de l'épilimnion, la température varie peu jusqu'au début du métalimnion. C'est dans cette zone que la majorité des activités de contact se produisent.

Ce paramètre est important au niveau de cette activité car il est peu probable qu'il n'y ait jamais contact avec l'eau. Cependant, la température supportée par le skieur sera plus froide que celle supportée par le baigneur car il reste moins longtemps dans l'eau (Fréchette, 1977).

Selon Fréchette (1977), le calcul de la cote s'effectue ainsi:

$$y_{11} = T_2 - 62 \quad (3.3)$$

où  $T_2$  est la température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août (°F).

De plus,

si  $y_{11} > 10$

$$y_{11} = 10$$

si  $y_{11} < 3$

$$y_{11} = 3$$

Nous procéderons plutôt de la façon suivante pour inclure la conversion au système international d'unités (SI):

si  $T_2 \geq 22,2 \text{ °C}$  (72 °F)

$$y_{11} = 10$$

si  $18,3 \text{ °C} < T_2 < 22,2 \text{ °C}$

$$y_{11} = 1,8 T_2 - 29,9 \quad (3.4)$$

$$\text{si } T_2 \leq 18,3 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (65 } ^\circ\text{F)}$$

$$y_{11} = 3$$

où  $T_2$  est la température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août ( $^\circ\text{C}$ ).

L'abaque correspondante se trouve à la figure 3.5.

#### 3.2.4 Qualité bactériologique de l'eau

Fréchette (1977) utilise comme normes celles du Service de protection de l'Environnement (SPE) (consulter la section 3.1.3). Ainsi, le ski nautique et la baignade sont interdits si le nombre de coliformes fécaux par 100 millilitres est supérieur ou égal à 200.

Vu l'aspect légal de ces normes, Fréchette définit sa fonction de cotation de la façon suivante:

$$y_{12} = 10 \quad \text{si les conditions sont respectées} \quad (3.5)$$

$$y_{12} = 0 \quad \text{si elles ne le sont pas} \quad (3.6)$$

Selon nous, étant donné que le contact occasionnel avec l'eau et surtout l'aspect contestable des normes utilisées pour l'évaluer, ce paramètre n'est pas retenu. Des correctifs peuvent être apportés à une pollution bactériologique.

Cette fonction de cotation est représentée à la figure 6.5.

#### 3.2.5 Transparence de l'eau

Il s'agit d'une profondeur exprimée en mètres et mesurée à partir de la surface de l'eau jusqu'au point de disparition du disque de Secchi.

Le disque de Secchi devrait se voir à 0,6 mètre de profondeur au moins (Fréchette, 1977). Le choix de ce paramètre se justifie par le fait qu'il n'est pas plus agréable de chuter dans une eau turbide ou productrice (algues) que de s'y baigner.

Dans un premier temps, l'approche de Fréchette (1977) a d'abord été essayée:

$$y_{13} = 6,41 \text{ TR} + 3,59 \quad (3.7)$$

si  $\text{TR} \geq 1,0 \text{ m}$

$$y_{13} = 10$$

où  $\text{TR}$  est la transparence de l'eau (m).

Une modification fut introduite lors de l'application (section 3.3) pour rendre la cote plus restrictive dans les basses valeurs de transparence:

si  $\text{TR} \geq 1,0 \text{ m}$

$$y_{13A} = 10$$

si  $0,6 \text{ m} < \text{TR} < 1,0 \text{ m}$

$$y_{13A} = 25 \text{ TR} - 15 \quad (3.8)$$

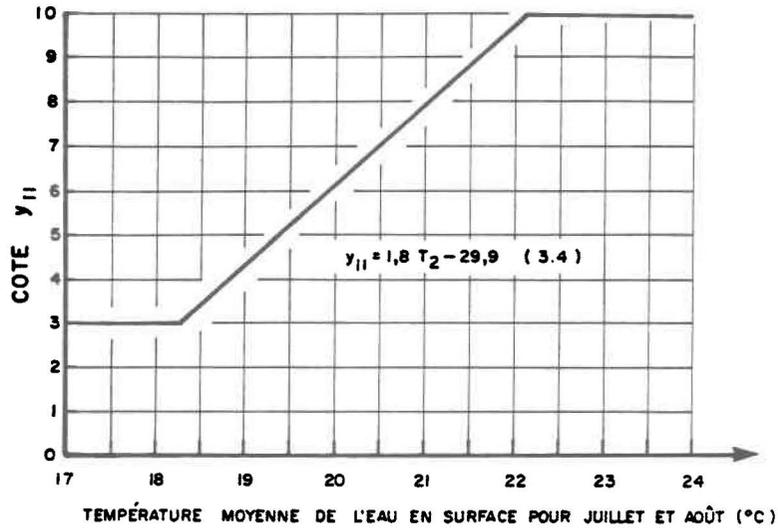
si  $\text{TR} \leq 0,6 \text{ m}$

$$y_{13A} = 0$$

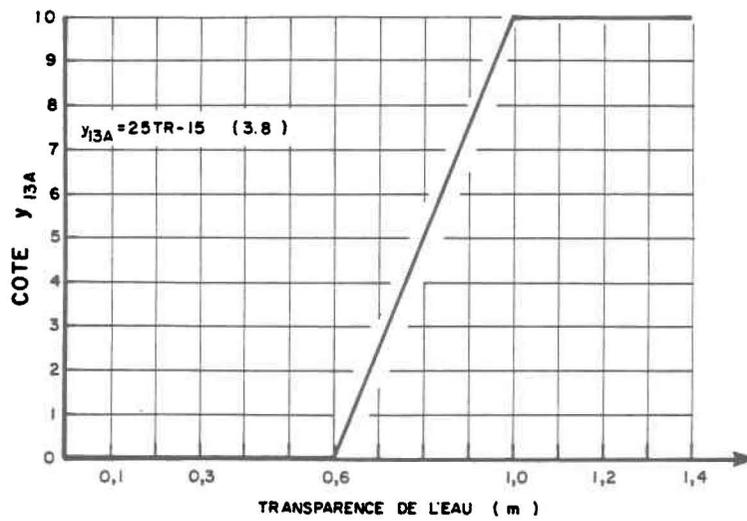
où  $\text{TR}$  est la transparence de l'eau (m).

La figure 3.6 en est la représentation graphique.

## ACTIVITÉ : SKI NAUTIQUE

Figure 3.5. Cote  $y_{11}$  : Température de l'eau .

## ACTIVITÉ : SKI NAUTIQUE

Figure 3.6. Cote  $y_{13A}$  : Transparence de l'eau.

### 3.3 Application

Cette section présente les opérations de calibration des fonctions de cotation précédentes effectuées en utilisant l'échantillon de lacs présélectionnés (tableau 1.7).

Les paramètres traités sont: la température, la qualité bactériologique et la transparence de l'eau. On retrouve les résultats obtenus pour chaque fonction et les données nécessaires à leur calcul au tableau 3.2 et à l'appendice 5. Pour les paramètres communs avec l'activité bateau-moteur, les cotes correspondantes ont été établies et calibrées au chapitre précédent.

#### 3.3.1 Transparence de l'eau: cote $y_{13A}$

La fonction de cotation  $y_{13}$  ne tient pas compte de la norme inférieure de 0,6 m où la pratique du ski nautique ne représente plus d'intérêt due à l'opacité de l'eau. Une modification est introduite menant au calcul de la cote  $y_{13A}$ . Ainsi,

$$\text{si } TR \leq 0,6 \text{ m}$$

$$y_{13A} = 0$$

$$\text{si } 0,6 \text{ m} < TR < 1,0 \text{ m}$$

$$y_{13A} = 25 TR - 15 \quad (3.8)$$

$$\text{si } TR \geq 1,0 \text{ m}$$

$$y_{13A} = 10$$

où  $TR$  est la transparence de l'eau (m).

Cependant, pour cette cote, il y a également une constance dans les résultats (tableau 3.2). Il a été décidé cependant de la conserver telle

quelle. Au tableau 3.2, le lac Waterloo passe d'une cote 8,7 à une cote 4,8; ce qui représente une amélioration vue l'eutrophie de ce milieu qui réduit sinon empêche tout ski nautique. Donc, nous voyons que les plans d'eau ayant une faible transparence auront tout de même une cote appropriée.

#### 3.4 Indice d'activité: $Y_{SK}$

Les paramètres retenus pour le calcul de l'indice d'activité sont la superficie navigable, la longueur du fetch, la pluviosité, la profondeur moyenne ou la puissance du moteur, la température et la transparence de l'eau.

L'indice d'activité du ski nautique se définit ainsi (tableau 3.2):

$$Y_{SK} = \sqrt[6]{Y_1 \times Y_{2A} \times Y_6 \times Y_7 \times Y_{11} \times Y_{13A}} \quad (3.9)$$

Le tableau 3.3 présente un résumé des fonctions de cotation retenues pour l'activité ski nautique.

TABLEAU 3.2 Résultats pour l'activité ski nautique.

| Nom des lacs   | Paramètres     |                |                |                          |      |       |       |                |     |      | Cotes non-retenues |                 | Cotes inter-médiaires |                | Cotes retenues  |                |                |                 |                  |     | Indice d'activité Y <sub>SK</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|------|-------|-------|----------------|-----|------|--------------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-----|-----------------------------------|
|                | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>n</sub> | L <sub>f</sub>           | np   | Pu    | Pm    | T <sub>2</sub> | CF  | TR   | y <sub>13</sub>    | y <sub>Pu</sub> | y <sub>Pm</sub>       | y <sub>1</sub> | y <sub>2A</sub> | y <sub>6</sub> | y <sub>7</sub> | y <sub>11</sub> | y <sub>13A</sub> |     |                                   |
| Indien         | 0,04           | -              | 0              |                          | 33,0 | 1     | 1,7   | 18,3           |     | 2,0  | 10,0               | 1,0             | 1,3                   | 0              | 10,0            | 10,0           | 1,0            | 3,0             | 10,0             | 0   |                                   |
| Nadeau         | 0,09           | -              | 0,01           |                          | 44,0 | 7     | 3,0   | 19,0           |     | 1,6  | 10,0               | 1,0             | 3,2                   | 0              | 10,0            | 6,4            | 1,0            | 4,3             | 10,0             | 0   |                                   |
| Trooper        | 0,18           | -              | 0,12           |                          | 29,0 | 19    | 3,8   | 23,6           |     | 3,8  | 10,0               | 1,0             | 4,4                   | 0              | 10,0            | 10,0           | 1,0            | 10,0            | 10,0             | 0   |                                   |
| Cordon         | 0,27           | -              | 0,13           |                          | 39,0 | 30    | 10,1  | 22,2           |     | 3,3  | 10,0               | 3,6             | 10,0                  | 0              | 10,0            | 8,4            | 3,6            | 10,0            | 10,0             | 0   |                                   |
| Saint-Pierre   | 0,37           | 0,05           | 0,08           |                          | 43,0 | 62    | 6,2   | 18,5           |     | 1,6  | 10,0               | 10,0            | 8,0                   | 0              | 10,0            | 6,8            | 8,0            | 3,4             | 10,0             | 0   |                                   |
| Duhamel        | 0,28           | -              | 0,24           |                          | 33,0 | 40    | 11,6  | 22,0           |     | 6,0  | 10,0               | 6,2             | 10,0                  | 0              | -               | 10,0           | 6,2            | 9,7             | 10,0             | 0   |                                   |
| Saint-Augustin | 0,28           | -              | 0,27           |                          | 33,0 | 43    | 3,6   | 22,7           |     | 1,13 | 10,0               | 7,0             | 4,1                   | 0,1            | 10,0            | 10,0           | 4,1            | 10,0            | 10,0             | 4,0 |                                   |
| Théodore       | 0,37           | -              | 0,20           |                          | 33,0 | 48    | 7,68  | 21,0           |     | 3,3  | 10,0               | 8,3             | 10,0                  | 0              | 10,0            | 10,0           | 8,3            | 7,9             | 10,0             | 0   |                                   |
| Boisseau       | 0,28           | -              | 0,32           | consulter le tableau 2.6 | 44,0 | 39    | 21,6  | 19,5           |     | 3,6  | 10,0               | 5,9             | 10,0                  | 0,1            | 10,0            | 6,4            | 5,9            | 5,2             | 10,0             | 3,5 |                                   |
| Coeur (en)     | 0,26           | -              | 0,34           |                          | 25,0 | 33    | 7,8   | 22,6           |     | 4,5  | 10,0               | 4,4             | 10,0                  | 0,1            | 10,0            | 10,0           | 4,4            | 10,0            | 10,0             | 4,0 |                                   |
| Waterloo       | 0,57           | 0,10           | 0,83           |                          | 33,0 | 60    | 2,9   | 21,6           |     | 0,79 | 8,7                | 10,0            | 3,1                   | 0,5            | 10,0            | 10,0           | 3,1            | 9,0             | 4,8              | 4,3 |                                   |
| Echo           | 0,35           | 0,14           | 1,11           |                          | 41,0 | 50    | 7,4   | 22,7           |     | 3,5  | 10,0               | 8,8             | 9,7                   | 0,8            | 10,0            | 7,6            | 8,8            | 10,0            | 10,0             | 6,1 |                                   |
| Ross           | 0,57           | -              | 2,33           |                          | 42,0 | 63    | 4,0   | 19,4           |     | 1,9  | 10,0               | 10,0            | 4,7                   | 1,8            | 9,2             | 7,2            | 4,7            | 5,0             | 10,0             | 5,5 |                                   |
| Gillies        | 1,06           | 0,05           | 1,99           |                          | 36,0 | 131   | 10,9  | 21,9           |     | 4,6  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 1,5            | 9,2             | 9,6            | 10,0           | 9,5             | 10,0             | 7,1 |                                   |
| Eternité       | 1,85           | -              | 2,59           |                          | 36,0 | 150   | 12,3  | 20,6           |     | 6,1  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 2,0            | 10,0            | 9,6            | 10,0           | 7,2             | 10,0             | 7,2 |                                   |
| Williams       | 1,02           | -              | 3,90           |                          | 32,0 | 125   | 11,1  | 23,3           |     | 1,9  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 3,2            | 10,0            | 10,0           | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 8,3 |                                   |
| Brébeuf        | 2,18           | -              | 4,62           |                          | 36,0 | 197   | 16,6  | 19,5           |     | 3,5  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 3,8            | 9,4             | 9,6            | 10,0           | 5,2             | 10,0             | 7,5 |                                   |
| Sables (des)   | 1,34           | -              | 7,56           |                          | 42,0 | 99    | 26,0  | 18,0           |     | -    | -                  | 10,0            | 10,0                  | 6,3            | 8,2             | 7,2            | 10,0           | 3,0             | -                | 6,5 |                                   |
| Magog          | 1,98           | 0,05           | 8,77           |                          | 37,0 | 184   | 9,8   | 23,0           |     | 3,2  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 7,3            | 9,5             | 9,2            | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 9,3 |                                   |
| Cerf (du)      | 2,50           | 0,43           | 9,67           |                          | 41,0 | 166   | 34,35 | 24,4           |     | 6,2  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 8,1            | 7,7             | 7,6            | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 8,8 |                                   |
| Squatec        | 2,00           | 0,03           | 10,77          |                          | 31,0 | 218   | 21,9  | 19,1           |     | 6,2  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 9,0            | 8,6             | 10,0           | 10,0           | 4,5             | 10,0             | 8,4 |                                   |
| Brome          | 1,29           | 0,10           | 13,11          |                          | 36,0 | 110   | 5,8   | 22,5           |     | 3,8  | 10,0               | 10,0            | 7,4                   | 10,0           | 7,6             | 9,6            | 7,4            | 10,0            | 10,0             | 9,0 |                                   |
| Mourier        | 3,90           | 0,38           | 10,32          |                          | 35,0 | 127   | 3,8   | 20,1           |     | 1,2  | 10,0               | 10,0            | 4,4                   | 8,6            | 8,4             | 10,0           | 4,4            | 6,3             | 10,0             | 7,6 |                                   |
| Massawippi     | 2,34           | -              | 15,56          |                          | 37,0 | 220   | 41,6  | 21,9           |     | 3,4  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 10,0           | 6,8             | 9,2            | 10,0           | 9,5             | 10,0             | 9,2 |                                   |
| Lemoine        | 3,66           | 0,03           | 21,61          |                          | 36,0 | 291   | 9,1   | 19,4           |     | 1,5  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 10,0           | 7,0             | 9,6            | 10,0           | 5,0             | 10,0             | 8,3 |                                   |
| Matapédia      | 3,78           | 0,98           | 33,34          |                          | 36,0 | 278   | 16,6  | -              |     | -    | -                  | 10,0            | 10,0                  | 10,0           | 8,5             | 9,6            | 10,0           | -               | -                | 9,5 |                                   |
| Saint-François | 6,40           | 0,64           | 40,06          |                          | 33,0 | 343   | 15,64 | 26,0           |     | 2,5  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 10,0           | 7,3             | 10,0           | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 9,5 |                                   |
| Kénogami       | 12,76          | 6,59           | 32,45          |                          | 27,0 | 347   | 16,3  | 18,9           |     | 2,3  | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 10,0           | 9,5             | 10,0           | 10,0           | 4,1             | 10,0             | 8,6 |                                   |
| Memphremagog   | 9,58           | 0,17           | 85,55          | 34,0                     | 473  | 15,55 | 22,9  |                | 4,5 | 10,0 | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 8,4            | 10,0            | 10,0           | 10,0           | 10,0            | 9,7              |     |                                   |
| Simard         | 5,56           | 10,79          | 153,55         | 37,0                     | 335  | 8,7   | 19,7  |                | 1,3 | 10,0 | 10,0               | 10,0            | 10,0                  | 7,0            | 9,2             | 10,0           | 5,6            | 10,0            | 8,4              |     |                                   |

Données fournies par le SQE et les appendices 4 et 5

A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> superficies non navigables (km<sup>2</sup>)

A<sub>n</sub> superficie navigable (km<sup>2</sup>)

CF moyenne géométrique du nombre de coliformes fécaux dans les échantillons (nombre de coliformes fécaux/100 ml)

L<sub>f</sub> fetch (km)

np nombre de jours de pluie en été

Pu puissance du moteur (H.P.)

Pm profondeur moyenne (m)

T<sub>2</sub> température moyenne de l'eau du lac en surface pour juillet et août (°C)

TR transparence de l'eau (m)

TABLEAU 3.3 Synthèse de l'activité ski nautique.

| ACTIVITE SKI NAUTIQUE                                   |   |   |
|---|---|---|
| PARAMETRES  | CONDITIONS                                | FONCTIONS DE COTATION   |
| Superficie navigable                                    | si $A_n \leq 0,2 \text{ km}^2$            | $y_1 = 0$   |
|   | si $0,2 < A_n < 12,0$                     | $y_1 = 0,85 A_n - 0,17$ (2.7)                                     |
|   | si $A_n \geq 12,0$                        | $y_1 = 10$  |
| Longueur du fetch                                       | si $L_f < 2 \text{ km}$                   | $y_{2A} = 10$   |
|   | si $2 \leq L_f \leq 8$                    | $y_{2A} = 0,05 L_f^2 - 1,05 L_f + 11,8$ (2.9)                     |
|   | si $L_f > 8$                              | $y_{2A} = 7$  |
| On retient le fetch donnant la cote la plus restrictive |   |   |
| Pluviosité  | si $n_p \leq 35 \text{ jours}$            | $y_6 = 10$  |
|   | si $35 < n_p < 45$                        | $y_6 = -0,4 n_p + 24$ (2.24)                                      |
|   | si $n_p \geq 45$                          | $y_6 = 6$   |
| Puissance du moteur                                     | si $P_u \leq 20 \text{ H.P.}$             | $y_{Pu} = 1$  |
|   | si $20 < P_u < 55$                        | $y_{Pu} = 0,26 P_u - 4,2$ (2.31)                                  |
|   | si $P_u \geq 55$                          | $y_{Pu} = 10$   |
| Profondeur moyenne                                      | si $P_m \leq 1,5 \text{ m}$               | $y_{Pm} = 1$  |
|   | si $1,5 < P_m < 7,6$                      | $y_{Pm} = 1,48 P_m - 1,22$ (2.32)                                 |
|   | si $P_m \geq 7,6$                         | $y_{Pm} = 10$   |
| Cote $y_7$  |   | $y_7 = \text{le plus petit de } y_{Pm} \text{ et } y_{Pu}$ (2.33) |
| Température de l'eau                                    | si $T_2 \geq 22,2 \text{ }^\circ\text{C}$ | $y_{11} = 10$   |
|   | si $18,3 < T_2 < 22,2$                    | $y_{11} = 1,8 T_2 - 29,9$ (3.4)                                   |
|   | si $T_2 \leq 18,3$                        | $y_{11} = 3$  |
| Transparence de l'eau                                   | si $TR \geq 1,0 \text{ m}$                | $y_{13A} = 10$  |
|   | si $0,6 < TR < 1,0$                       | $y_{13A} = 25 TR - 15$ (3.8)                                      |
|   | si $TR \leq 0,6$                          | $y_{13A} = 0$   |

CHAPITRE 4

VOILE

## 4.1 Revue de la bibliographie

### 4.1.1 Superficie minimale du lac

Pour pratiquer cette activité, comme celle du ski nautique, un certain espace de manoeuvre est nécessaire. Ainsi, la superficie du plan d'eau est un paramètre important selon Boisclair et Tremblay (1978).

La superficie minimale requise d'après la majorité des auteurs est de 1,6 km<sup>2</sup>. Selon Provencher et Thibault (1976), "cette superficie est justifiée d'une part, par les distances nécessaires pour manoeuvrer (louvoyer) et d'autre part, pour permettre une emprise du vent suffisante" (tableau 4.1). Berthiaume et al. (1971) et Laliberté (1976) cependant, retiennent 1,6 km<sup>2</sup> ou plus comme superficie optimale et 0,08 km<sup>2</sup> comme surface minimale. D'autres sources donnent 300 mètres de largeur par 500 de longueur comme dimensions minimales, soit environ 0,12 km<sup>2</sup> (MTCP, 1972).

TABLEAU 4.1 Superficie minimale du plan d'eau et espace requis par embarcation pour la voile (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

|   | SUPERFICIE MINIMALE<br>DU PLAN D'EAU | ESPACE REQUIS<br>PAR EMBARCATION |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| M.T.C.P. (1971, p. 45)                  | 1,6 km <sup>2</sup>                  | 0,012 km <sup>2</sup> *          |
| Matte, R., (1971, p. 257)               | 1,6 km <sup>2</sup>                  | 0,012 km <sup>2</sup> *          |
| Chubb, M., Ashton, P.,<br>(1969, p. 63) | 1,6 km <sup>2</sup>                  |                                  |

\* De préférence, minimum de 0,02 km<sup>2</sup>

#### 4.1.2 Superficie minimale par embarcation

Le tableau 4.1 recommande 0,012 km<sup>2</sup> par embarcation. Cependant, pour le "General Boating" (tableau 2.3), Provencher et Thibault (1976) retiennent entre 0,02 et 0,04 km<sup>2</sup> comme espace requis par cette activité. Berthiaume et al. (1971) et Laliberté (1976), quant à eux, sont en accord avec les résultats du tableau 4.1 et préconisent aussi un minimum de 0,012 km<sup>2</sup> par voilier.

Sur un lac, on peut accepter plus de voiliers que pour le ski nautique et les bateaux-moteur. Leur densité est identique à celle d'un bateau-moteur naviguant à 8,05 km/h et sa vitesse moyenne est de 16,1 km/h (Berthiaume et al., 1971; Provencher et Thibault, 1976; Laliberté, 1976).

#### 4.1.3 Capacité du lac en voiliers

$$N_v = \frac{A_n}{0,012 \text{ km}^2} \quad (4.1)$$

où  $A_n$  est la superficie navigable (km<sup>2</sup>)

et  $N_v$  le nombre de voiliers possible sur un lac.

Cette capacité équivaut au nombre de voiliers sur le lac en même temps sans la présence des bateaux-moteur et autres embarcations à propulsion manuelle.

#### 4.1.4 Profondeur du lac

Selon Berthiaume et al. (1971) et Laliberté (1976), un lac profond, où sont absents les macrophytes, les récifs submergés, les écueils etc, est préférable. La profondeur moyenne doit être supérieure à la longueur du mât soit environ 6 mètres (Laliberté, 1976).

#### 4.1.5 Accessibilité au lac (descentes pour bateaux)

L'aire d'amarrage doit être située dans une baie protégée du vent où l'eau est calme; celle-ci peut être artificielle et aménagée avec quais ou jetées. Cette baie ne doit pas être entourée d'un trop grand nombre d'arbres et d'une trop grande hauteur car ils peuvent engendrer des vents contraires et compliquer la manoeuvre (Berthiaume et al., 1971). Ce paramètre est plus ou moins important (communication personnelle).

#### 4.1.6 Morphologie du lac

La forme du plan d'eau n'est pas d'une importance capitale. Cependant, reliée à la direction des vents dominants, elle a une influence sur la pratique de la voile (figure 1.2) (Provencher et Thibault, 1976). Les contraintes relatives à la forme sont présentées au tableau 4.2. La norme 1,6 comme ratio d'allongement serait idéale pour la voile selon le MTCP (1972).

TABLEAU 4.2 Contraintes relatives aux formes des plans d'eau (Provencher et Thibault, 1976).

| CONTRAINTES | FORMES   |
|-------------|--|
| Nulles      | Lacs réguliers et peu irréguliers                |
| Modérées    | Lacs modérément irréguliers                      |
| Sévères     | Lacs très irréguliers et extrêmement irréguliers |

#### 4.1.7 Vents et vagues

Le plan d'eau doit être calme, avec des courants non violents et des vents à vitesse régulière (Berthiaume et al., 1971; Boisclair et Tremblay, 1978; Laliberté, 1976). Provencher et Thibault (1976) recommandent aussi un lac où les vents sont réguliers car la turbulence repré-

sente un danger pour la navigation. De tels lacs sont cernés de hautes collines (tableau 4.3). On a une situation idéale pour la voile quand les vents dominants sont de travers par rapport à la longueur du lac de façon à éviter de louvoyer trop souvent. Les vagues sur un grand lac n'atteignent jamais des hauteurs supérieures à 60 cm ou 1,0 m, sauf quelques exceptions (lacs Memphremagog, Saint-Jean, Mistassini et Témiscouata). Un amateur de voile espère retrouver des conditions de vent lui permettant d'effectuer des trajets triangulaires; ce qui permet de naviguer sous toutes amures (communication personnelle).

Un lac presque circulaire et d'une superficie comprise entre 0,2 à 0,8 km<sup>2</sup> aura un fetch maximal de 0,81 km. La pratique de la voile est exclue sur de tels plans d'eau car le vent y est très faible, de même que la vague (MTCP, 1972). Donc, selon Laliberté (1976), le fetch doit être supérieur à 0,8 km.

TABLEAU 4.3 Contraintes relatives aux vents (Provencher et Thibault, 1976).

| CONTRAINTES | VENTS                                  |
|-------------|--|
| Nulles      | Réguliers                              |
| Modérées    | Généralement réguliers                 |
| Sévères     | Turbulents provoqués par des obstacles |

#### 4.1.8 Relief

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la topographie autour du lac a aussi son importance face au comportement du vent. Un relief régulier est essentiel pour éviter de brusques changements dans la direction et l'intensité des vents. Sur des lacs de superficie navigable réduite, les variations de cette direction et de cette intensité ne posent pas de

contraintes à la pratique de la voile ou en posent moins que sur de grandes surfaces d'eau. Des lacs encaissés forment un couloir où le vent s'engouffre et où la navigation devient difficile et dangereuse, surtout en ce qui concerne la pratique de la voile (Boisclair et Tremblay, 1978; Provencher et Thibault, 1976).

Provencher et Thibault (1976) se servent des contraintes que l'on retrouve au tableau 4.4 pour faire le choix de lacs propices à la voile. Boisclair et Tremblay (1978) y ont ajouté des "classes de dénivellation moyenne du relief, basées sur l'altitude moyenne du pourtour du lac par rapport à l'altitude du lac comme niveau de référence". La dénivellation moyenne se calcule selon Boisclair et Tremblay (1978) à l'aide de cartes topographiques 1: 50 000. On trace une ligne d'au moins un mille de long et perpendiculaire au rivage. En prenant sur cette distance les altitudes les plus élevées, on trouve l'altitude moyenne. La différence entre celle-ci et l'altitude du lac correspond à la dénivellation moyenne du relief. Ainsi, les lacs dont l'altitude moyenne est inférieure ou égale à 45 m seraient bons pour la voile et ceux de plus de 75 m considérés comme moins propices.

TABLEAU 4.4 Contraintes imposées par la configuration topographique du pourtour du lac (adapté de Boisclair et Tremblay, 1978 et de Provencher et Thibault, 1976).

| BOISCLAIR ET TREMBLAY (1978)           | PROVENCHER ET THIBAUT (1976) |  |
|--|------------------------------|--|
| DENIVELLATION MOYENNE<br>DU RELIEF (m) | CONTRAINTES                  | CARACTERISTIQUES   |
| 0 - 45                                 | Nulles                       | Lacs peu ou pas encaissés<br>(ex: lacs de plaine ou<br>plateau)  |
| 45 - 74,9                              | Modérées                     | Pourtour des lacs caracté-<br>risé par une topographie<br>variable affectant peu la<br>direction des vents   |
| 75 et +                                | Sévères                      | Reliefs forts et présence<br>de couloirs où les vents<br>s'engouffrent et rendent<br>la navigation difficile |

#### 4.1.9 Largeur et longueur du lac

Ce paramètre influence la pratique de la voile car un lac doit être assez large pour louvoyer. Selon Boisclair et Tremblay (1978), une largeur moyenne minimale de 450 mètres entre les deux rives est valable pour la voile en tenant compte de la zone tampon de 75 mètres le long du rivage. Cette norme minimale ne représente donc que 300 mètres pour la superficie navigable. Le MTCP (1972) et LaLiberté (1976) donnent 298,8 m de largeur par 508,4 m de longueur comme dimensions minimales pour la pratique de la voile. La largeur moyenne du lac se calcule comme suit (Boisclair et Tremblay, 1978):

$$\bar{l} = \frac{A_0}{L} \quad (4.2)$$

où  $A_0$  est la superficie brute du lac (km<sup>2</sup>)  
et  $L$  la longueur maximale du lac (km).

#### 4.1.10 Insulosité

Boisclair et Tremblay (1978) considèrent ce paramètre car les îles "exercent un effet négatif sur la régularité des vents". De plus, les vacanciers non familiers avec le plan d'eau seront désorientés par un nombre d'îles élevé. Par contre, selon d'autres avis, les îles peuvent être attrayantes pour ceux qui font de la voile (picnic, camping sauvage, etc.) et dépendamment de leur nombre, elles peuvent servir à se localiser adéquatement sur les plans d'eau (communication personnelle). On a une norme d'occupation élevée à partir de 4%. Le pourcentage d'occupation des îles se calcule comme suit (relation 4.3) (Alain et Le Rouzès, 1976):

$$\text{Iles(\%)} = \frac{A_{\text{îles}} \times 100}{A_0} \quad (4.3)$$

où  $A_{\text{îles}}$  est la superficie des îles (km<sup>2</sup>)  
 et  $A_0$  la superficie brute du lac (km<sup>2</sup>).

#### 4.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation

Selon Provencher et Thibault (1976), les facteurs principaux à considérer pour cette activité sont la topographie autour du lac, la configuration du lac lui-même et les vents dominants ainsi que leur orientation. La liste des paramètres retenus par Fréchette (1977) est la suivante: la superficie navigable, les vagues, la morphologie du lac, les écueils à la navigation, l'accessibilité au lac et le climat. A ceux-ci, d'autres personnes ajoutent les paramètres suivants (communication personnelle): la température et la qualité de l'eau. Ce dernier paramètre, selon Laliberté (1976), doit être soumis au même contrôle que la baignade. Le Service de la qualité des eaux (SQE) considère la superficie, la longueur, la largeur et la situation du lac, de même que l'orientation des vents dominants et la vitesse des vents (Gauthier et al., 1976). Provencher et Thibault (1976) ont retenu le potentiel de réception du littoral (hydrographie), la densité maximale de bateaux-moteur, les mouvements de l'air, les facteurs de variation locale, les groupements végétaux aquatiques et terrestres et les surfaces requises. Meunier et Guimont (1979) ne tiennent pas compte de la qualité bactériologique de l'eau car il n'y a pas contact direct avec l'eau. Par contre, ils retiennent le paramètre odeur.

##### 4.2.1 Superficie navigable

Ce paramètre est défini à la section 2.2.1 et la méthode de calcul à l'appendice 4 (section A 4.1). Une certaine superficie est nécessaire pour manoeuvrer et pour éviter les faibles profondeurs, les écueils et autres obstacles. Il faut aussi se tenir à une distance minimale de la rive. Ainsi, la superficie navigable sera employée et elle sera la même que pour l'activité bateau-moteur car selon Fréchette (1977), "dû au

tirant d'eau et aux manoeuvres plus délicates, nous considérons que la surface utilisable est la même que celle calculée pour les bateaux de promenade".

Selon cet auteur, la fonction de cotation devrait être la suivante:

$$\begin{aligned} \text{Si } A_n &< 12 \text{ ha} \\ y_{14} &= 0,5714 A_n - 1,8571 > 0 \end{aligned} \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} \text{si } A_n &= 12 \text{ ha} \\ y_{14} &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } 12 \text{ ha} < A_n \leq 200 \text{ ha} \\ y_{14} &= 0,026 A_n + 4,68 \end{aligned} \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} \text{si } A_n &> 200 \text{ ha} \\ y_{14} &= 10 \end{aligned}$$

où  $A_n$  est la superficie navigable (hectares).

A l'examen, il nous est apparu que les valeurs obtenues selon cette approche tendaient à surévaluer de beaucoup le potentiel pour la voile. Nous avons plutôt choisi comme norme minimale d'utilisation du plan d'eau pour la voile, la superficie de 1,6 km<sup>2</sup> préconisée par plusieurs auteurs (section 4.1.1). La norme maximale provient d'une communication personnelle et elle est fixée à 10 km<sup>2</sup>, superficie à partir de laquelle la pratique de la voile serait excellente.

La fonction de cotation devient:

$$\begin{aligned} \text{si } A_n &\geq 10 \text{ km}^2 \\ y_{14} &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } 1,6 \text{ km}^2 < A_n < 10 \text{ km}^2 \\ y_{14} &= 1,19 A_n - 1,9 \end{aligned} \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} \text{si } A_n &\leq 1,6 \text{ km}^2 \\ y_{14} &= 0 \end{aligned}$$

où  $A_n$  est la superficie navigable ( $\text{km}^2$ ).

L'abaque correspondante se trouve à la figure 4.1.

#### 4.2.2 Longueur du fetch

Ce paramètre est défini à la section 2.2.2 et la méthode de calcul est exposée à l'appendice 4 (section A 4.3).

Fréchette (1977) propose deux relations pour le calcul de la cote. Elles dépendent soit des conditions topographiques, du vent dominant et de la taille du plan d'eau.

La première équation se définit de la façon suivante et trois indices sont incorporés dans la formule:

$$y_{15} = y_{15A} \times \frac{(IC + ID)}{2} \quad (4.7)$$

Le calcul de  $y_{15A}$  tient compte de la taille du plan d'eau. Ainsi, un trop grand lac réduit les possibilités d'utilisation car la hauteur des vagues  $y$  est proportionnelle; ceci dépend de la force du vent et du type de voilier (relations 4.8, 4.9 et tableau 4.6).

Ainsi,

$$\begin{aligned} \text{si } L_f &< 2 \text{ km} \\ y_{15A} &= 3,88 L_f^2 + 15,05 L_f - 4,55 \geq 0 \end{aligned} \quad (4.8)$$

$$\begin{aligned} \text{si } L_f &> 2 \text{ km} \\ y_{15A} &= -0,25 L_f + 10,5 \end{aligned} \quad (4.9)$$

$$\begin{aligned} \text{si } L_f &> 10 \text{ km} \\ y_{15A} &= 8 \end{aligned}$$

où  $L_f$  est le fetch (km).

L'indice IC rend compte des obstacles au vent qui créent des turbulences, des variations de l'intensité et de la direction du vent. Cependant, la quantification de ces désagréments s'avère plutôt complexe (relations 4.10 et 4.11):

$$IC = 1 - J \quad (4.10)$$

$$\text{où } 1 > IC > 0,5$$

$$J = \frac{(AA + (BB + 1)) - 2}{4} = \frac{AA + BB - 1}{4} \quad (4.11)$$

$$\text{si } AA > 2$$

$$AA = 2$$

$$\text{si } BB > 1$$

$$BB = 1$$

$$AA = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\text{altitude au sommet } i - \text{altitude du lac}}{(\text{altitude la plus basse du sommet } i \text{ au sommet } i + 1) - (\text{altitude du lac})} \right] \quad (4.12)$$

$$BB = \frac{\text{nombre de sommets}}{\text{nombre de km de longueur maximum du lac} \times 0,625} \quad (4.13)$$

Si l'altitude du sommet  $i$  moins l'altitude la plus basse du sommet au suivant est inférieure à 30 m,  $n = n-1$  et on passe au sommet suivant sans faire la sommation.

Finalement, l'indice ID prend en considération la pente des berges du lac. Des pentes fortes peuvent créer des couloirs de vents et des perturbations:

$$ID = 1 - (m_1 \times 0,833) \quad (4.14)$$

où  $m_1$  est la pente moyenne des berges ou des environs (%).

La deuxième équation, pouvant servir au calcul de la cote, fait référence au fetch. Selon Fréchette (1977),

"un voilier se manoeuvre avec agrément lorsque les vents viennent de côté ou d'arrière, cependant, quand les vents sont d'arrière, la moitié du trajet s'effectue bien et l'autre, avec vent devant, oblige les navigateurs à louvoyer" (relation 4.15).

$$y_{15} = C \cdot 20 \left( \frac{d}{\sum_{i=1}^d} \left( \frac{\sin \theta}{2} + 0,5 \right) \times F \right) \quad (4.15)$$

$$\text{où } C = -0,2093 \text{ RA} + 1,8367 \quad (4.16)$$

$\theta$  est l'angle des vents avec le plus grand axe du lac

$d$  360 divisé par la plus petite division de la rose des vents

$F$  la fréquence des vents (%)

et  $RA$  le ratio d'allongement du lac.

si  $RA > 5$

$$RA = 5$$

si  $RA < 1,6$

$$RA = 1,6$$

si  $y_{15} > 10$

$$y_{15} = 10$$

Cette cote considère les désagréments apportés par les vents et leur direction; tout ceci tempéré par le ratio d'allongement (Fréchette, 1977).

La cote  $y_{15}$  qui tient compte de la hauteur des vagues semble intéressante et ceci sans les indices IC et ID dont la valeur n'est pas mise en doute mais qui s'avèrent inapplicables de par leur complexité (relations 4.8 et 4.9). Cependant, quelques modifications y sont apportées visant à la simplifier (relation linéaire 4.17) et à ajuster les critères. On sait qu'un grand fetch est recommandé pour la voile. Ainsi, un fetch égal ou inférieur à 0,81 km rend difficile sa pratique quand elle ne l'exclut pas (section 4.1.7). Le vent se fait sentir sur des lacs où le fetch est de 0,81 à 2,42 km; au-delà, la pratique d'une telle activité nautique est peu agréable car les vagues peuvent y être dangereuses. Ceci dépend toujours du type de bateau. Les normes de 2,42 et 0,81 km pour le fetch sont donc retenues comme seuil de praticabilité.

La fonction de cotation aura l'allure suivante et l'abaque correspondante se trouve à la figure 4.2.

Ainsi,

$$\begin{aligned} \text{si } L_f &\leq 0,8 \text{ km} \\ y_{15} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } 0,8 \text{ km} < L_f < 2 \text{ km} \\ y_{15} &= 8,33 L_f - 6,67 \end{aligned} \quad (4.17)$$

$$\begin{aligned} \text{si } 2 \text{ km} \leq L_f \leq 10 \text{ km} \\ y_{15} &= -0,25 L_f + 10,5 \end{aligned} \quad (4.8)$$

$$\begin{aligned} \text{si } L_f > 10 \text{ km} \\ y_{15} &= 8 \end{aligned}$$

### 4.2.3 Morphologie du lac

La démarche pour la définition et le choix de ce paramètre est la même que celle exposée à la section 2.2.3 pour les bateaux-moteur.

Fréchette (1977) propose les relations suivantes pour la fonction de cotation:

$$\text{si } RA = 1,6$$

$$y_{16} = 10$$

$$\text{si } RA > 1,6$$

$$y_{16} = (0,2344 RA^2 - 3,3438 RA + 14,9219) \times (0,0013 L^2 + 0,0191 L + 1,301) \leq 10,0 \quad (4.18)$$

où  $L$  est la longueur maximale du lac (km)

et  $RA$  le ratio d'allongement du lac.

$$\text{si } RA > 7$$

$$RA = 7$$

$$\text{si } L > 33$$

$$L = 33$$

si  $2 < L < 5$ , le deuxième facteur devient  $(0,1429 L + 0,7142)$  dans la relation 4.18

si  $L < 2$ , il n'y a pas de second facteur dans la relation 4.18

$$\text{si } RA < 1,6$$

$$y_{16} = (10 - (1,6 - RA) 5) \times \left( \frac{L}{500} \right) \quad (4.19)$$

$$\text{si } y_{16} > 10$$

$$y_{16} = 10$$

Ce paramètre est rejeté pour les mêmes raisons que celles mentionnées à la section 2.3.

#### 4.2.4 Climat

Les raisons du choix de ce paramètre exposées à la section 2.2.7, valent également pour la voile. L'approche pour la cotation est retenue intégralement.

#### 4.2.5 Vitesse du vent

Le choix de ce paramètre se justifie par le fait qu'un minimum de vent est requis pour déplacer un voilier convenablement. Selon Fréchette (1977), une vitesse minimale de 21 km/h serait suffisante.

La fonction de cotation qu'il propose est la suivante:

$$y_{17} = 33,3 \text{ FR} + 1,6 \quad (4.20)$$

si  $\text{FR} > 25\%$

$$y_{17} = 10$$

si  $y_{17} < 4$

$$y_{17} = 4$$

où FR est la fréquence où la vitesse du vent dépasse 21 km/h (%).

Cette équation s'avère légèrement erronée car à la limite de  $\text{FR} = 4\%$ , la cote serait égale à 2,9; ce qui est illogique puisqu'à une fréquence inférieure à 4% la cote est égale à 4%. La fonction de cotation suivante (relation 4.21) a plutôt été essayée:

si  $\text{FR} \geq 25\%$

$$y_{17} = 10$$

$$\begin{aligned} \text{si } 4\% < \text{FR} < 25\% \\ y_{17} &= 0,29 \text{ FR} + 2,84 \end{aligned} \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned} \text{si } y_{17} \leq 4 \\ y_{17} &= 4 \end{aligned}$$

La constance de ce paramètre lors de son application (section 4.3) nous l'a fait rejeter.

#### 4.2.6 Insulosité

Il s'agit de la superficie totale des îles par rapport à celle du lac (section 4.1.10). La fonction de cotation s'exprime par la relation suivante et la figure 4.3 la représente:

$$\begin{aligned} \text{si } \text{Iles}(\%) = 0\% \\ y_{18} &= 10 \\ \\ \text{si } 0\% < \text{Iles}(\%) < 4\% \\ y_{18} &= - \text{Iles}(\%) + 10 \end{aligned} \quad (4.22)$$

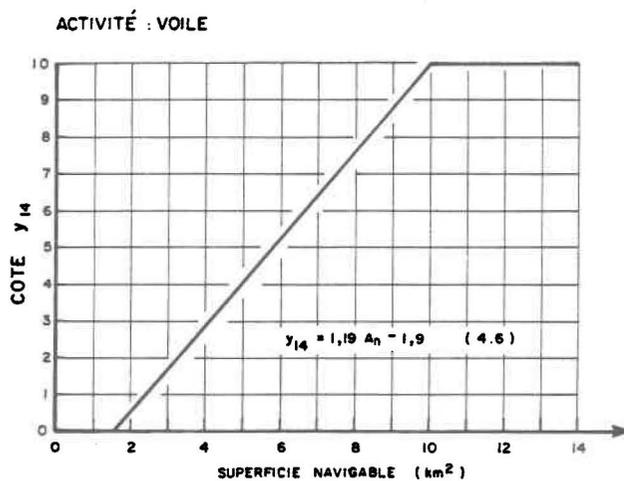
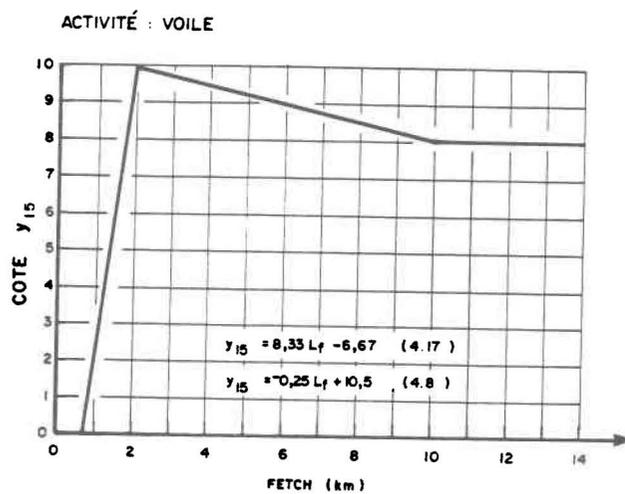
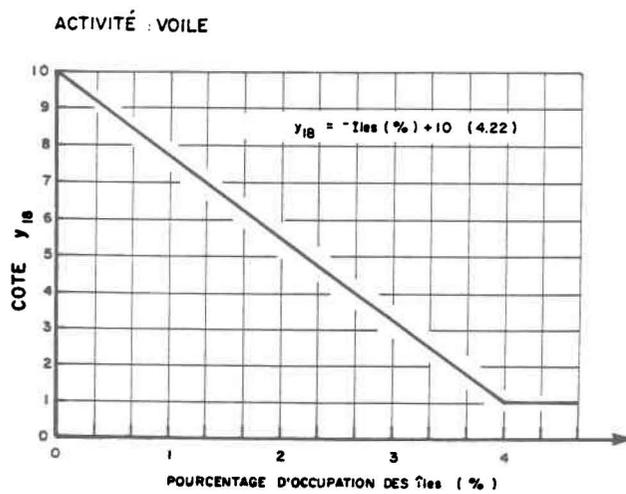
$$\begin{aligned} \text{si } \text{Iles}(\%) \geq 4\% \\ y_{18} &= 6 \end{aligned}$$

où  $\text{Iles}(\%)$  est le pourcentage d'occupation des îles.

Comme les îles sont un aspect positif pour les grands lacs, vu leur longueur, la cote ne sera jamais inférieure à 6,0, de façon à ne pas diminuer inutilement la cote d'activité.

### 4.3 Application

Dans cette section, nous appliquerons les fonctions de cotation précédentes en utilisant un échantillon d'une trentaine de lacs du Québec.

Figure 4.1. Cote  $y_{14}$  : Superficie navigable .Figure 4.2. Cote  $y_{15}$  : Longueur du fetch .Figure 4.3. Cote  $y_{18}$  : Insulosité.

Les paramètres traités sont: la superficie navigable, la longueur du fetch et l'insulosité. On retrouve les résultats obtenus pour chaque fonction aux tableaux 4.5 et 4.6 et les données nécessaires à leur calcul à l'appendice 5.

#### 4.4 Indice d'activité: $Y_V$

Nous retenons les paramètres suivants: la superficie navigable, la longueur du fetch, la pluviosité et l'insulosité (tableau 4.5):

$$Y_V = \sqrt[4]{y_{14} \times y_{15} \times y_6 \times y_{18}} \quad (4.23)$$

Le tableau 4.7 présente un résumé des fonctions de cotation retenues pour l'activité voile.

TABLEAU 4.5 Résultats pour l'activité voile

| Nom des lacs   | Paramètres     |                |                |                          |      |      |         | Cotes non-retenues |                 | Cotes retenues  |                 |                |                 | Indice d'activité |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|------|------|---------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
|                | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>n</sub> | L <sub>f</sub>           | np   | FR   | Iles(%) | y <sub>15A</sub>   | y <sub>17</sub> | y <sub>14</sub> | y <sub>15</sub> | y <sub>6</sub> | y <sub>18</sub> | y <sub>v</sub>    |
| Indien         | 0,04           | -              | 0              |                          | 33,0 | 0    | -       | 0                  | 4,0             | 0               | 0               | 10,0           | -               | 0                 |
| Nadeau         | 0,09           | -              | 0,01           |                          | 44,0 | 0    | 0       | 0,7                | 4,0             | 0               | 0               | 6,4            | 10,0            | 0                 |
| Trooper        | 0,18           | -              | 0,12           |                          | 29,0 | 0    | -       | 10,0               | 4,0             | 0               | 0,7             | 10,0           | -               | 0                 |
| Cordon         | 0,27           | -              | 0,13           |                          | 39,0 | 0    | -       | 1,9                | 4,0             | 0               | 0               | 8,4            | -               | 0                 |
| Saint-Pierre   | 0,37           | 0,05           | 0,08           |                          | 43,0 | 0    | 4,0     | 10,0               | 4,0             | 0               | 6,6             | 6,8            | 6,0             | 0                 |
| Duhamel        | 0,28           | -              | 0,24           |                          | 33,0 | 0    | -       | -                  | 4,0             | 0               | -               | 10,0           | -               | 0                 |
| Saint-Augustin | 0,28           | -              | 0,27           |                          | 33,0 | 0    | 0       | 10,0               | 4,0             | 0               | 4,6             | 10,0           | 10,0            | 0                 |
| Théodore       | 0,37           | -              | 0,20           |                          | 33,0 | 0    | -       | 10,0               | 4,0             | 0               | 3,9             | 10,0           | -               | 0                 |
| Boisseau       | 0,28           | -              | 0,32           |                          | 44,0 | 0    | 0       | 10,0               | 4,0             | 0               | 0,7             | 6,4            | 10,0            | 0                 |
| Coeur (en)     | 0,26           | -              | 0,34           |                          | 25,0 | 0    | 0       | 1,9                | 4,0             | 0               | 0               | 10,0           | 10,0            | 0                 |
| Waterloo       | 0,57           | 0,10           | 0,83           | consulter le tableau 4.6 | 33,0 | 0    | 3,3     | 10,0               | 4,0             | 0               | 4,6             | 10,0           | 6,7             | 0                 |
| Echo           | 0,35           | 0,14           | 1,11           |                          | 41,0 | 0    | 5,0     | 6,5                | 4,0             | 0               | 0               | 7,6            | 6,0             | 0                 |
| Ross           | 0,57           | -              | 2,33           |                          | 42,0 | 12,0 | 0       | 9,8                | 6,3             | 0,9             | 7,2             | 7,2            | 10,0            | 4,6               |
| Gillies        | 1,06           | 0,05           | 1,99           |                          | 36,0 | 0    | 0,65    | 9,8                | 4,0             | 0,5             | 9,8             | 9,6            | 9,4             | 4,6               |
| Eternité       | 1,85           | -              | 2,59           |                          | 36,0 | 5,0  | -       | 10,0               | 4,3             | 1,2             | 0,7             | 9,6            | -               | 2,0               |
| Williams       | 1,02           | -              | 3,90           |                          | 32,0 | 2,0  | 0       | 10,0               | 4,0             | 2,7             | 3,9             | 10,0           | 10,0            | 5,7               |
| Brébeuf        | 2,18           | -              | 4,62           |                          | 36,0 | 5,0  | -       | 9,8                | 4,3             | 3,6             | 5,9             | 9,6            | -               | 5,9               |
| Sables (des)   | 1,34           | -              | 7,56           |                          | 42,0 | 5,0  | 0       | 9,4                | 4,3             | 7,1             | 9,4             | 7,2            | 10,0            | 8,3               |
| Magog          | 1,98           | 0,05           | 8,77           |                          | 37,0 | 0    | 0,2     | 9,9                | 4,0             | 8,5             | 9,9             | 9,2            | 9,8             | 9,3               |
| Cerf (du)      | 2,50           | 0,43           | 9,67           |                          | 41,0 | 0    | 2,44    | 9,2                | 4,0             | 9,6             | 9,2             | 7,6            | 7,6             | 8,5               |
| Squatec        | 2,00           | 0,03           | 10,77          |                          | 31,0 | 0    | 0,1     | 9,6                | 4,0             | 10,0            | 3,9             | 10,0           | 9,9             | 7,9               |
| Brome          | 1,29           | 0,10           | 13,11          |                          | 36,0 | 0    | 0,3     | 9,2                | 4,0             | 10,0            | 9,2             | 9,6            | 9,7             | 9,6               |
| Mourier        | 3,90           | 0,38           | 10,32          |                          | 35,0 | 0    | 2,48    | 9,5                | 4,0             | 10,0            | 8,6             | 10,0           | 7,5             | 9,0               |
| Massawippi     | 2,34           | -              | 15,56          |                          | 37,0 | 0    | -       | 8,7                | 4,0             | 10,0            | 8,7             | 9,2            | -               | 9,3               |
| Lemoine        | 3,66           | 0,03           | 21,61          |                          | 36,0 | 0    | 0,03    | 8,0                | 4,0             | 10,0            | 8,0             | 9,6            | 10,0            | 9,4               |
| Matapédia      | 3,78           | 0,98           | 33,34          |                          | 36,0 | 15,7 | 2,1     | 9,5                | 7,4             | 10,0            | 9,5             | 9,6            | 7,9             | 9,2               |
| Saint-François | 6,40           | 0,64           | 40,06          |                          | 33,0 | 2,0  | 1,0     | 9,0                | 4,0             | 10,0            | 9,0             | 10,0           | 9,0             | 9,5               |
| Kénogami       | 12,76          | 6,59           | 32,45          |                          | 27,0 | 0    | 11,52   | 9,9                | 4,0             | 10,0            | 9,9             | 10,0           | 6,0             | 8,8               |
| Memphremagog   | 9,58           | 0,17           | 85,55          |                          | 34,0 | 0    | 0,1     | 9,5                | 4,0             | 10,0            | 9,5             | 10,0           | 9,9             | 9,8               |
| Simard         | 5,56           | 10,79          | 153,55         |                          | 37,0 | 0    | 5,9     | 8,0                | 4,0             | 10,0            | 8,0             | 9,2            | 6,0             | 8,2               |

Données fournies par le SQE et les appendices 4 et 5

A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> superficies non navigables (km<sup>2</sup>)A<sub>n</sub> superficie navigable (km<sup>2</sup>)L<sub>f</sub> fetch (km)

np nombre de jours de pluie en été

FR fréquence où la vitesse du vent dépasse 21 km/h (%)

Iles(%) pourcentage d'occupation des îles

TABLEAU 4.6 Fetch

| NOM DU LAC     | L <sub>f</sub> * | y <sub>15A</sub> | y <sub>15</sub> | NOM DU LAC     | L <sub>f</sub> *                 | y <sub>15A</sub>          | y <sub>15</sub>          |
|----------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Indien         | 0,17             | 0,0              | 0,0             | Sables (des)   | 4,29<br>4,37                     | 9,4<br>9,4                | 9,4<br>9,4               |
| Nadeau         | 0,32             | 0,7              | 0,0             | Magog          | 2,54<br>2,07<br>2,22             | 9,9<br>10,0<br>9,9        | 9,9<br>10,0<br>9,9       |
| Trooper        | 0,88             | 10,0             | 0,7             | Cerf           | 5,16                             | 9,2                       | 9,2                      |
| Cordon         | 0,39             | 1,9              | 0,0             | Squatec        | 3,66<br>1,27                     | 9,6<br>10,0               | 9,6<br>3,9               |
| Saint-Pierre   | 1,59             | 10,0             | 6,6             | Brome          | 5,40<br>4,69                     | 9,2<br>9,3                | 9,2<br>9,3               |
| Duhamel        | -                | -                | -               | Mourier        | 3,98<br>2,71<br>2,39<br>1,83     | 9,5<br>9,8<br>9,9<br>10,0 | 9,5<br>9,8<br>9,9<br>8,6 |
| Saint-Augustin | 1,35             | 10,0             | 4,6             | Massawippi     | 7,38                             | 8,7                       | 8,7                      |
| Théodore       | 1,27             | 10,0             | 3,9             | Lemoine        | 3,57<br>12,14<br>4,13<br>2,62    | 9,6<br>8,0<br>9,5<br>9,8  | 9,6<br>8,0<br>9,5<br>9,8 |
| Boisseau       | 0,88<br>1,91     | 10,0<br>10,0     | 0,7<br>9,2      | Matapédia      | 3,89<br>3,25                     | 9,5<br>9,7                | 9,5<br>9,7               |
| Coeur (en)     | 0,39             | 1,9              | 0,0             | Saint-François | 6,11<br>2,62<br>2,54             | 9,0<br>9,8<br>9,9         | 9,0<br>9,8<br>9,9        |
| Waterloo       | 1,35<br>1,44     | 10,0<br>10,0     | 4,6<br>5,3      | Kénogami       | 2,46                             | 9,9                       | 9,9                      |
| Echo           | 0,63             | 6,5              | 0,0             | Memphremagog   | 3,98                             | 9,5                       | 9,5                      |
| Ross           | 2,93<br>1,66     | 9,8<br>10,0      | 9,8<br>7,2      | Simard         | 18,02<br>16,12<br>16,75<br>15,88 | 8,0<br>8,0<br>8,0<br>8,0  | 8,0<br>8,0<br>8,0<br>8,0 |
| Gillies        | 2,86             | 9,8              | 9,8             |                |                                  |                           |                          |
| Eternité       | 1,75<br>0,88     | 10,0<br>10,0     | 7,9<br>0,7      |                |                                  |                           |                          |
| Williams       | 1,59<br>1,27     | 10,0<br>10,0     | 6,6<br>3,9      |                |                                  |                           |                          |
| Brébeuf        | 2,62<br>1,51     | 9,8<br>10,0      | 9,8<br>5,9      |                |                                  |                           |                          |

\* L<sub>f</sub> fetch (km)

Certains lacs ont plusieurs cotes, on retient la plus restrictive.

Le fetch est calculé sur une carte topographique à l'aide de la direction des vents dominants (tableau 2.6 et appendice 4).

TABLEAU 4.7 Synthèse de l'activité voile

| ACTIVITE VOILE       |                                |                                     |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| PARAMETRES           | CONDITIONS                     | FONCTIONS DE COTATION               |
| Superficie navigable | si $A_n \leq 1,6 \text{ km}^2$ | $y_{14} = 0$                        |
|                      | si $1,6 < A_n < 10,0$          | $y_{14} = 1,19 A_n - 1,9$ (4.6)     |
|                      | si $A_n \geq 10,0$             | $y_{14} = 10$                       |
| Longueur du fetch    | si $L_f \leq 0,8 \text{ km}$   | $y_{15} = 0$                        |
|                      | si $0,8 < L_f < 2$             | $y_{15} = 8,33 L_f - 6,67$ (4.17)   |
|                      | si $2 \leq L_f \leq 10,0$      | $y_{15} = -0,25 L_f + 10,5$ (4.8)   |
|                      | si $L_f > 10,0$                | $y_{15} = 8$                        |
| Pluviosité           | si $n_p \leq 35 \text{ jours}$ | $y_6 = 10$                          |
|                      | si $35 < n_p < 45$             | $y_6 = -0,4 n_p + 24$ (2.24)        |
|                      | si $n_p \geq 45$               | $y_6 = 6$                           |
| Insulosité           | si $I_{les}(\%) = 0\%$         | $y_{18} = 10$                       |
|                      | si $0 < I_{les}(\%) < 4$       | $y_{18} = -I_{les}(\%) + 10$ (4.22) |
|                      | si $I_{les}(\%) \geq 4$        | $y_{18} = 6$                        |

## CHAPITRE 5

### CANOTAGE ET EMBARCATIONS A PROPULSION MUSCULAIRE

Selon l'Ontario Recreation Land Inventory (1971), il y a trois sortes d'activités liées au canotage: le canot-camping, la promenade journalière et le canot de rapides. Cette dernière, étant pratiquée sur les rivières, ne sera pas prise en considération. De même, Provencher et Thibault (1976) et la Fédération québécoise du canot-camping établissent une distinction entre le canot-camping impliquant une excursion de plusieurs jours et le canot de promenade ou canot récréatif se pratiquant sur de courtes distances et dans un laps de temps assez court (moins d'une journée). Ces deux activités peuvent se pratiquer en milieu lacustre.

Dans le cas des embarcations dites "à propulsion musculaire", on comprend toutes celles qui ont été laissées de côté dans les trois précédents chapitres; il s'agit de la chaloupe à rames, du pédalo, etc...

## 5.1 Revue de la bibliographie

### 5.1.1 Superficie du lac

Il est possible de se promener en canot, en chaloupe et en pédalo sur des lacs de 0,2 à 0,8 km<sup>2</sup> selon le MTCP (1972). Le Conseil Consultatif de l'Environnement (1976) propose la norme suivante pour ces types d'embarcations: les plans d'eau d'une superficie inférieure à 0,2 km<sup>2</sup> peuvent les recevoir. Au Wisconsin, une réglementation du ministère des Richesses naturelles fait état que les lacs de moins de 0,2 km<sup>2</sup> sont réservés aux embarcations sans moteur (Thériault *et al.*, 1970). Cependant, certaines sources donnent 0,08 km<sup>2</sup> comme superficie optimale pour la pratique du canotage (Fréchette, 1977; Laiberté, 1976). D'autres exigent qu'un lac ait au moins 0,22 km<sup>2</sup> (MTCP, 1972). Fréchette (1977) retient 0,08 km<sup>2</sup> comme norme minimale.

Au tableau 2.3, nous retrouvons les normes minimales suggérées par divers auteurs (item "navigation de plaisance non-motorisée"). Elles varient de 0,02 à 0,04 km<sup>2</sup>. Berthiaume *et al.* (1971) et Meunier, O'Neil

et Watson (1975) retiennent une superficie de 0,02 km<sup>2</sup> minimum et de 0,08 km<sup>2</sup> optimum pour les embarcations à rames.

### 5.1.2 Distances et densité d'utilisation

Selon Cressman (1971), pour qu'il soit agréable de pratiquer le canotage, il est préconisé que le parcours ait au moins 32,2 km de long et il devra être circulaire plutôt que droit. De plus, il devrait comporter des centres d'intérêts liés aux plaisirs de l'observation: beaux paysages, topographie variée, végétation, chute, etc... Les portages ne devraient pas dépasser 1 par 16,1 km de route (Cressman, 1971). Cressman (1971), l'Inventaire des Terres du Canada (1969) et LaLiberté (1976) recommandent une norme de 16,1 km comme distance moyenne et optimale à parcourir sur les lacs et de 24,2 km en rivière. La figure 5.1 représente un tracé type de canot-camping.

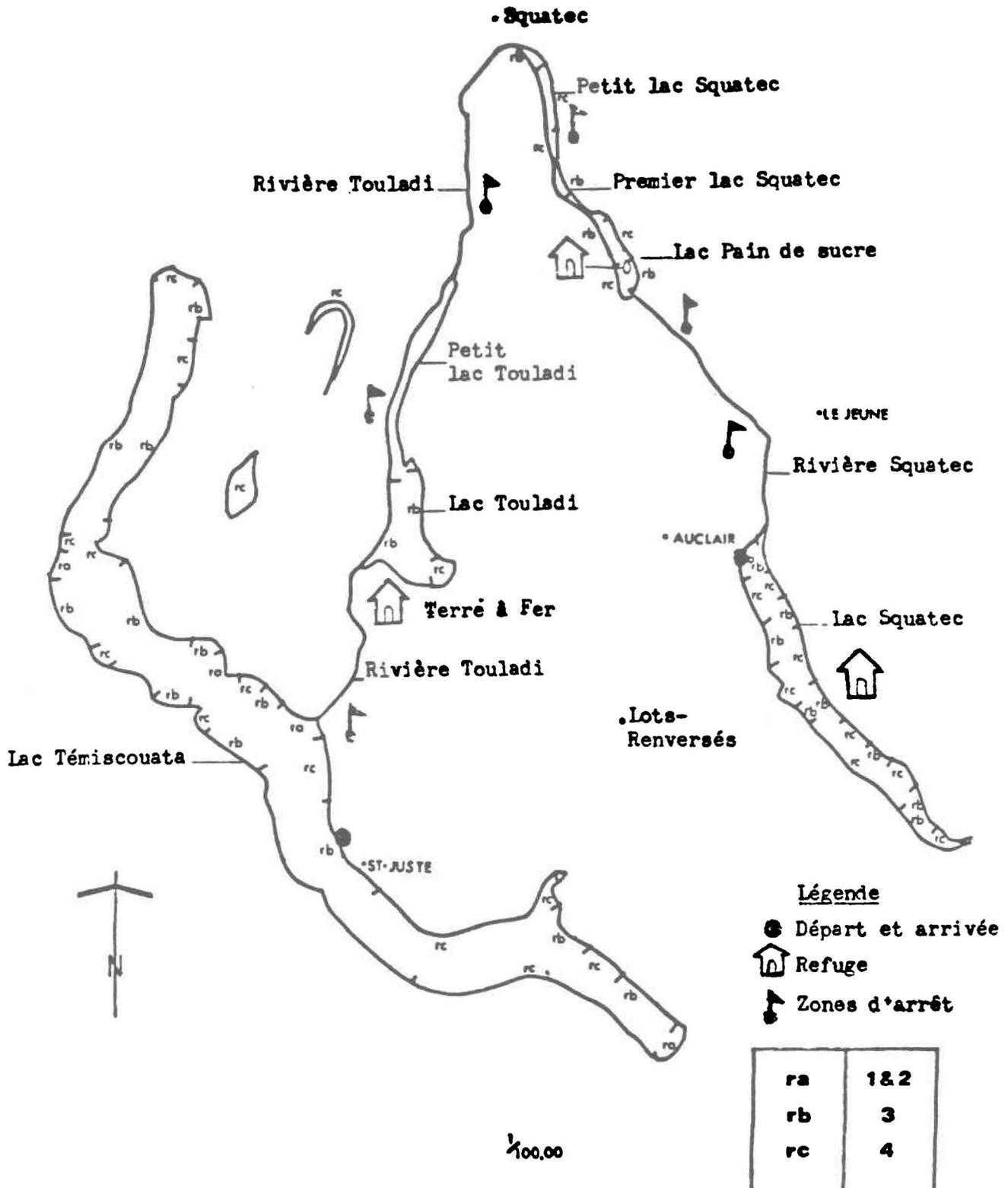
Selon Berthiaume et al. (1971) et LaLiberté (1976), la densité d'utilisation peut être:

- intensive : 6 canots / km linéaire de parcours
- modérée : 3 " " " " "
- restreinte: 1 " " " " "

L'utilisation intensive peut présenter des dangers de détérioration des rives. Aussi, selon Provencher et Thibault (1976), la densité d'utilisation devrait se situer entre 1 à 3 canots par km linéaire de parcours.

### 5.1.3 Profondeur minimale et débit

La profondeur du plan d'eau doit être au moins de 20 cm en période de basses eaux et sur de courtes distances seulement (Berthiaume et al., 1971; Provencher et Thibault, 1976; LaLiberté, 1976). Le débit minimum



Il s'agit d'un circuit de 55.5 km de lacs et rivières, aménagé spécialement pour le canot-camping.

Figure 5.1 Circuit de canot-camping (tiré du pamphlet "La corporation touristique JAL").

doit être de 2,8 m<sup>3</sup>/s, selon Provencher et Thibault (1976), et ceci en rivière.

#### 5.1.4 Morphologie du lac et relief

Selon Provencher et Thibault (1976), ces critères seraient identiques à l'activité voile (sections 4.1.6 et 4.1.8). Cependant, un ratio d'allongement élevé serait favorable à ce type d'activité selon le MTCP (1972).

#### 5.1.5 Vents

Selon Cressman (1971), l'exposition sur des lacs de 3,2 km ou plus de fetch devrait être minimale. Le fetch, contrairement à l'activité voile, doit être le plus petit possible pour le canotage (communication personnelle).

Le fetch maximum sur des lacs circulaires de superficie allant de 0,2 à 0,8 km<sup>2</sup> est de 0,81 km donc le vent y est faible de même que la vague; ce qui représente un avantage pour ce type d'embarcation sans moteur (MTCP, 1972). Selon Laliberté (1976), le fetch doit être inférieur à 0,8 km pour cette activité.

Sur les plans d'eau où la superficie navigable est importante, un relief accentué peut devenir une contrainte pour les embarcations non-motorisées (brusques changements dans la direction et l'intensité des vents). Cependant, si la superficie navigable est réduite, les désagréments occasionnés aux embarcations sont mineurs (Boisclair et Tremblay, 1978).

#### 5.1.6 Largeur et longueur du lac

Les dimensions pour la longueur et la largeur sont de 2237 m et de 101,7 m selon le MTCP (1972), et de 2100 par 100 m selon Laliberté (1976).

### 5.1.7 Insulosité

Les îles sont considérées au niveau de cette activité car elles procurent un abri contre le vent et elles agrémentent une randonnée en enjolivant le paysage. L'expression mathématique (4.3) sert au calcul de ce paramètre (Alain et Le Rouzès, 1976).

### 5.1.8 Qualité bactériologique de l'eau

Selon Laliberté (1976), s'il y a contact avec l'eau, on doit adopter des normes semblables à celles de la baignade quant à la qualité bactériologique. "Cependant, le contact étant plutôt fortuit que continu, il ne faudrait pas être trop strict et interdire tout canotage si la norme n'était pas respectée; il faudrait plutôt introduire une gradation" (Fréchette, 1977).

## 5.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation

Pour l'évaluation du potentiel, le Service de la qualité des eaux (SQE) prend en considération uniquement les paramètres suivants: la superficie du lac, sa longueur et sa largeur, de même que la vitesse du vent en relation avec la hauteur des vagues (Gauthier et al., 1976). Cependant, ceux dont Fréchette (1977) tient compte sont plus nombreux; ce sont: la superficie navigable, le fetch, la morphologie du lac, le climat, la température, la qualité, la transparence de l'eau, l'insulosité, l'accessibilité au lac (descentes pour bateaux, réseau routier) et l'accessibilité à d'autres lacs. Selon Fréchette (1977), cette activité n'occasionne pas de problèmes de densité d'utilisation et de sursaturation en canots.

Meunier et Guimont (1979) ne retiennent pas la qualité bactériologique de l'eau car le contact avec le milieu n'est que fortuit. Cependant, ils prennent en considération le paramètre odeur. Selon Provencher et Thibault (1976), le potentiel de réception du littoral (hydrographie), la densité maximale de bateau-moteur, les mouvements de l'air, les facteurs

de variation locale (climat), et les surfaces requises sont des paramètres à retenir au niveau de cette activité.

### 5.2.1 Superficie navigable

La fonction de cotation proposée par Fréchette (1977) est celle-ci:

$$\begin{aligned} \text{si } A_n &> 260 \text{ ha (2,6 km}^2\text{)} \\ y_{20} &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } 8 \text{ ha} \leq A_n \leq 260 \text{ ha} \\ y_{20} &= -0,0000798 (A_n)^2 + 0,0412 A_n + 4,6 \end{aligned} \quad (5.1)$$

$$\begin{aligned} \text{si } A_n < 8 \text{ ha (0,08 km}^2\text{)} \\ y_{20} &= 0,7143 A_n - 0,7143 \end{aligned} \quad (5.2)$$

où  $A_n$  est la superficie navigable (hectares).

Cette fonction de cotation sera remplacée par celle qui suit, de façon à la linéariser. Les bornes utilisées sont les mêmes que les précédentes. La figure 5.2 représente la fonction retenue. Ainsi,

$$\begin{aligned} \text{si } A_n = 0,08 \text{ km}^2 \\ y_{20} &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } A_n < 0,08 \text{ km}^2 \\ y_{20} &= 62,5 A_n \end{aligned} \quad (5.3)$$

$$\begin{aligned} \text{si } A_n \geq 2,6 \text{ km}^2 \\ y_{20} &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } 0,08 \text{ km}^2 < A_n < 2,6 \text{ km}^2 \\ y_{20} &= 1,98 A_n + 4,8 \end{aligned} \quad (5.4)$$

où  $A_n$  est la superficie navigable (km<sup>2</sup>).

### 5.2.2 Longueur du fetch

Selon Fréchette (1977), le vent fait obstacle au canotage en freinant l'élan des canots et en créant des vagues nuisant à l'évolution des embarcations. Un grand fetch occasionne une diminution de la sécurité dans le cas de frêles embarcations.

Il propose la fonction de cotation suivante (relations 5.5 et 5.6):

#### a) Canotage:

$$y_{L_f} = 0,1 L_f^2 - 1,3 L_f + 11,3 \quad (5.5)$$

si  $L_f > 6$  km

$$y_{L_f} = 7$$

si  $L_f < 1$  km

$$y_{L_f} = 10$$

où  $L_f$  est le fetch (km).

Puis, il faut multiplier  $y_{L_f}$  par le plus petit de  $I_a$  ou  $I_b$  (voir la section 2.2.2, bateaux-moteur).

#### b) Embarcations à propulsion musculaire:

$$y_{L_f} = L_f^2 - 6 L_f + 15 \quad (5.6)$$

si  $L_f < 1$  km

$$y_{L_f} = 10$$

$$\begin{aligned} \text{si } L_f &> 3 \text{ km} \\ y_{L_f} &= 6 \end{aligned}$$

Encore ici, la cote  $y_{L_f}$  est multipliée par le plus petit de Ia ou Ib.

Pour tous ces types d'embarcations, la fonction de cotation retenue (figure 5.3) est une version simplifiée qui retient partiellement les bornes proposées par Fréchette (1977) et les relie par une droite (relation 5.7):

$$\begin{aligned} \text{si } L_f &\leq 1 \text{ km} \\ y_{21} &= 10 \\ \\ \text{si } 1 \text{ km} &< L_f < 3 \text{ km} \\ y_{21} &= - 2,5 L_f + 12,5 && (5.7) \\ \\ \text{si } L_f &\geq 3 \text{ km} \\ y_{21} &= 5 \end{aligned}$$

### 5.2.3 Morphologie du lac

La cote  $y_{22}$  retenue par Fréchette (1977) est la plus grande des cotes  $y_{22A}$  ou  $y_{22B}$  suivantes.

#### Cote $y_{22A}$

Selon cet auteur, comme le canot est un sport de randonnée ou un mode de transport pour la pêche, des lacs longs et étroits sont favorables à ce type d'activité. On y est à l'abri du vent et le paysage est plus beau car on est plus près des deux rives. La fonction de cotation décrivant cette approche est la suivante:

$$y_{22A} = 0,33 \text{ RA} + 6,6 \leq 10,0 \quad (5.8)$$

où RA est le ratio d'allongement du lac.

#### Cote $y_{22B}$

Selon Fréchette (1977), "un lac avec beaucoup d'îles aura le même agrément pour les canotiers qu'un lac au ratio d'allongement élevé". En ce sens, il a développé une deuxième cote qui se définit comme:

$$y_{22B} = \left( \frac{Ni \times A_{\text{îles}} \times 200}{(A_0)^2} \right) + 6,6 \quad (5.9)$$

où Ni est le nombre d'îles  
 $A_{\text{îles}}$  la superficie des îles (km<sup>2</sup>)  
 et  $A_0$  la superficie brute du lac (km).

On a déjà vu à la section 2.3 que le ratio d'allongement réutilise des paramètres comme la longueur et la largeur dont on a déjà tenu compte ailleurs. La deuxième cote présente le même inconvénient car elle tient compte du pourcentage d'occupation des îles considéré plus loin. Ce paramètre est donc délaissé car sa prise en considération serait redondante.

#### 5.2.4 Climat

Le facteur précipitation étant considéré, on retiendra la formule de la cote  $y_6$  proposée pour les embarcations motorisées (section 2.2.7.2).

#### 5.2.5 Température de l'eau

Le contact avec l'eau n'est pas nécessaire pour ces activités; mais comme il peut se produire accidentellement, il est important de considérer la température de l'eau (Fréchette, 1977).

La fonction de cotation proposée par cet auteur est la suivante:

$$y_{23} = T_2 - 60 \leq 10,0 \quad (5.10)$$

$$\text{si } y_{23} < 6$$

$$y_{23} = 6$$

où  $T_2$  est la température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août ( $^{\circ}\text{F}$ ).

En transformant au système international d'unités (SI), la fonction de cotation retenue devient la suivante (relation 5.11). Les bornes utilisées sont identiques aux précédentes (figure 5.4):

$$\text{si } T_2 \leq 18,9 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$y_{23} = 6$$

$$\text{si } 18,9 \text{ } ^{\circ}\text{C} < T_2 < 21,1 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$y_{23} = 1,82 T_2 - 28,4 \quad (5.11)$$

$$\text{si } T_2 \geq 21,1 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$y_{23} = 10$$

où  $T_2$  est la température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août ( $^{\circ}\text{C}$ ).

#### 5.2.6 Qualité bactériologique de l'eau

Fréchette (1977) n'emploie qu'une partie de la norme utilisée par les Services de protection de l'Environnement (SPE) car le contact avec l'eau est fortuit. Ainsi,

$$\text{si } CF \leq 200 \text{ coliformes fécaux/100 ml}$$

$$y_{24} = 10$$

si  $200 < CF \leq 1500$  coliformes fécaux/100 ml

$$y_{24} = - 0,008 CF + 11,6 \quad (5.12)$$

si  $CF > 1500$  coliformes fécaux/100 ml

$$y_{24} = 0$$

où CF est la moyenne géométrique du nombre de coliformes fécaux dans les échantillons.

Cette activité se pratiquant rarement sur des plans d'eau où la contamination bactériologique est extrême, nous annulerons ce paramètre. On peut toujours apporter des correctifs à une telle pollution et de plus, la valeur des normes retenues pour l'évaluer est contestable.

#### 5.2.7 Transparence de l'eau

Consulter la section 3.2.5 sur le ski nautique (cote  $y_{13A}$ ).

#### 5.2.8 Accessibilité à d'autres lacs

Selon Fréchette (1977),

"l'un des aspects intéressant de cette activité, est la possibilité de planifier des voyages de plusieurs heures, voire même plusieurs jours par des routes de canots, vers les lacs avoisinants. Pour ce faire, il faut que le lac le plus près ne soit pas trop distant et que la pente du terrain entre les 2 lacs soit praticable".

Ainsi, la fonction de cotation proposée prend la forme suivante:

$$y_{25} = (- 0,625 L_1 + 10,6) (1 - m) \quad (5.13)$$

où  $L_1$  est la distance entre 2 lacs voisins (km)

et m la pente du terrain entre 2 lacs (%).

On s'aperçoit que pour une même distance, la cote diminue lorsque la pente augmente car il est plus difficile de gravir une pente abrupte qu'une pente douce. De même, plus la distance est grande et la pente forte, plus la cote diminue en conséquence.

Lors de l'application (section 5.3), cette formulation est retenue mais seulement après transformation (compression de l'axe des y), de façon à ce que la cote minimale soit égale à 5. Pour un lac n'ayant aucune accessibilité à d'autres lacs, la cote ne pourra être inférieure à 5. Ce facteur n'étant pas de première importance, il sera possible d'en tenir compte sans pour cela annuler le potentiel.

La nouvelle fonction de cotation se présente de la façon suivante (figure 5.5):

$$\begin{aligned} &\text{si } n_l \geq 1 \\ & y_{25A} = 5 + (5,3 - 0,313 L_1) (1 - 4m) \leq 10,0 \end{aligned} \quad (5.14)$$

$$\begin{aligned} &\text{si } y_{25A} \leq 5 \\ & y_{25A} = 5,0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{si il n'existe aucune accessibilité à d'autres lacs } (n_l = 0) \\ & y_{25A} = 5,0 \end{aligned}$$

où  $n_l$  est le nombre de lacs accessibles.

### 5.2.9 Insulosité

La cote développée par Fréchette (1977) prend en considération le fait que beaucoup d'îles occupent une grande superficie du lac; ce qui augmente l'intérêt d'une promenade en canot. Ainsi,

$$y_{26} = \left( \frac{N_i \times A_{\text{îles}} \times 25}{(A_0)^2} \right) + 6,6 (- 0,25 L_f + 1,75) \leq 10,0$$

(5.15)

$$\begin{aligned} \text{si } L_f &> 3 \text{ km} \\ L_f &= 3 \text{ km} \end{aligned}$$

où  $N_i$  est le nombre d'îles  
 $A_{\text{îles}}$  la superficie des îles (km<sup>2</sup>)  
 $A_0$  la superficie brute du lac (km<sup>2</sup>)  
 et  $L_f$  le fetch (km).

Encore une fois, nous remarquons la présence d'un paramètre, le fetch, déjà considéré précédemment. Nous développerons une relation où apparaîtra seulement le pourcentage d'occupation des îles.

Selon Boisclair et Tremblay (1978), une norme de 4% est élevée et nuit à la pratique de la voile (section 4.1.10). Ici, nous prendrons comme acquis, qu'au contraire un fort pourcentage augmente le potentiel. Donc, une cote de 10 est attribuée à un pourcentage de 4 et comme ce paramètre ne doit pas annuler l'activité, la cote la plus basse sera égale à 5. Ainsi,

$$\text{si } \text{Iles}(\%) = 0\%$$

$$y_{26} = 5$$

$$\text{si } 0\% < \text{Iles}(\%) < 4\%$$

$$y_{26} = 1,25 \text{ Iles}(\%) + 5 \leq 10,0$$

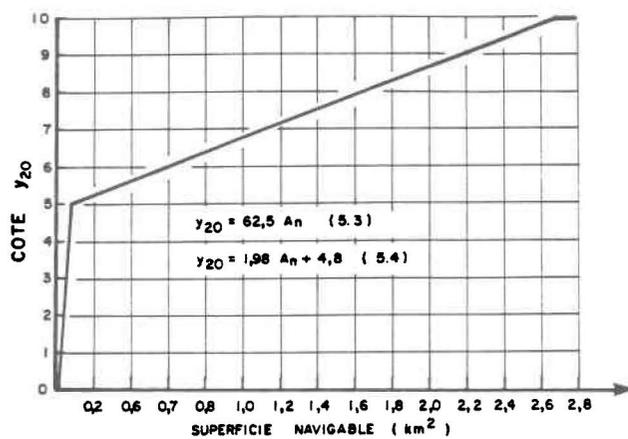
(5.16)

$$\text{si } \text{Iles}(\%) \geq 4\%$$

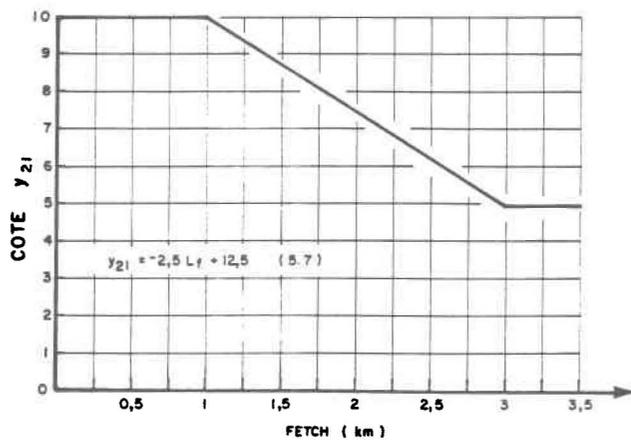
$$y_{26} = 10$$

où  $\text{Iles}(\%)$  est le pourcentage d'occupation des îles (%).

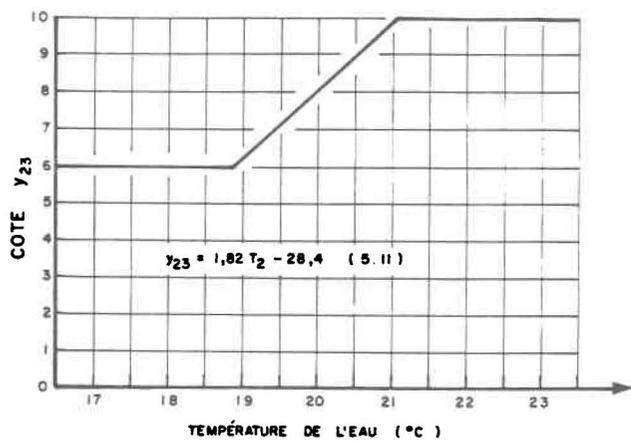
## ACTIVITÉ : CANOTAGE

Figure 5.2 . Cote  $y_{20}$  : Superficie navigable .

## ACTIVITÉ : CANOTAGE

Figure 5.3 . Cote  $y_{21}$  : Longueur du fetch .

## ACTIVITÉ : CANOTAGE

Figure 5.4 . Cote  $y_{23}$  : Température de l'eau .

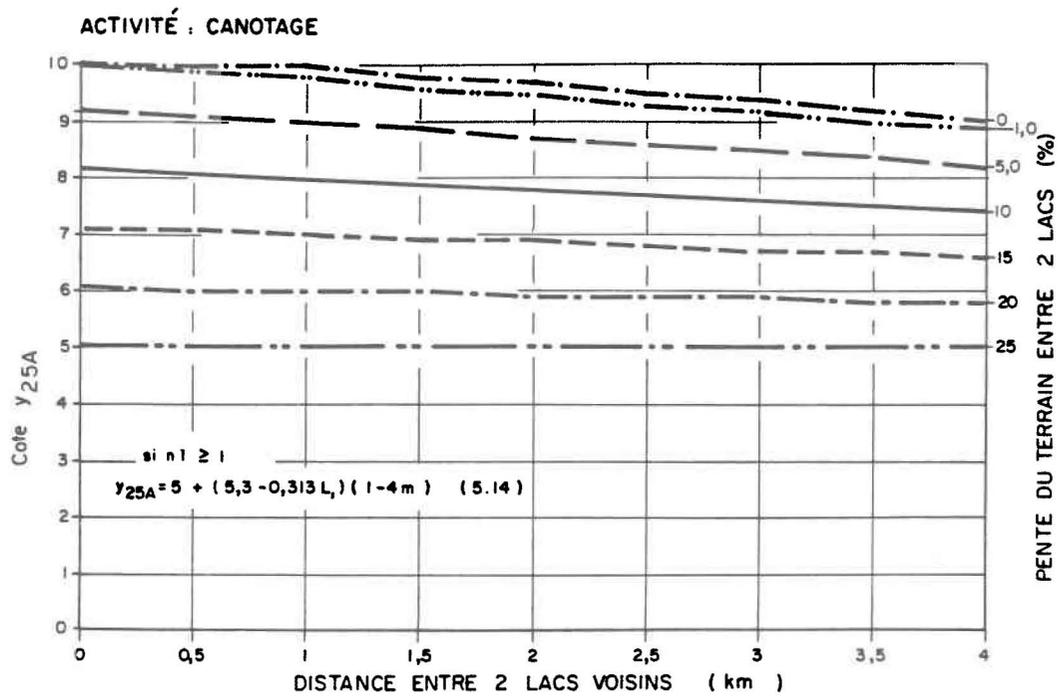


Figure 5.5 . Cote  $y_{25A}$  : Accessibilité à d'autres lacs .

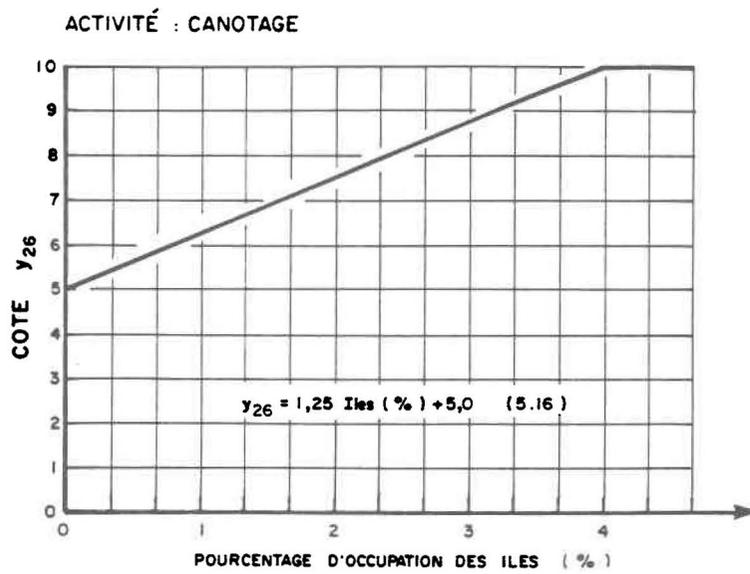


Figure 5.6 . Cote  $y_{26}$  : Insulosité .

La figure 5.6 est la représentation graphique de cette fonction de cotation.

### 5.3 Application

Dans cette section, nous appliquerons les fonctions de cotation précédentes en utilisant l'échantillon déjà mentionné d'une trentaine de lacs du Québec.

Les paramètres traités sont: la superficie navigable, la longueur du fetch, la température de l'eau, l'accessibilité à d'autres lacs et l'insulosité. On retrouve les résultats obtenus pour chaque fonction au tableau 5.1 et les données nécessaires à leur calcul à l'appendice 5 et aux tableaux 5.2 et 5.3.

#### 5.3.1 Accessibilité à d'autres lacs: cote $y_{25A}$

Les données nécessaires au calcul de la fonction de cotation suivante (relation 5.14) soit la distance entre deux lacs voisins, la pente du terrain entre 2 lacs et le nombre de lacs accessibles, sont tirées de cartes topographiques et elles sont disponibles au tableau 5.3. La cote calculée ( $y_{25}$ ) se trouve au tableau 5.3 et une moyenne est souvent nécessaire pour obtenir une seule cote pour un lac (tableau 5.1). Dans le cas où un lac ne posséderait aucun accès à d'autres lacs, c'est-à-dire s'il était trop éloigné des autres plans d'eau, rien n'est prévu dans cette formulation de la fonction de cotation. Selon nous, la fonction de cotation devient:

$$y_{25A} = 5 + (5,3 - 0,313 L_1) (1 - 4 m) \quad (5.14)$$

Ici, une moyenne est nécessaire pour n'avoir qu'une cote par lac. Cette relation a pour résultat de hausser la cote minimum à 5 car en effet, ce paramètre n'a pas assez de poids pour modifier notablement la cote canotage. De plus, la cote  $y_{25A}$  ne doit pas annuler cette activité, le po-

tentiel du lac étudié devant être pris en considération. La cote d'un tel plan d'eau égale 5,0.

#### 5.4 Indice d'activité: $Y_C$

L'indice d'activité du canotage et des embarcations à propulsion musculaire se définit ainsi:

$$Y_C = \sqrt[7]{Y_{20} \times Y_{21} \times Y_6 \times Y_{23} \times Y_{13A} \times Y_{25A} \times Y_{26}} \quad (5.17)$$

Nous avons finalement retenu les paramètres suivants: superficie navigable, longueur du fetch, pluviosité, température et transparence de l'eau, accessibilité à d'autres lacs et insulosité.

Le tableau 5.4 présente un résumé des fonctions de cotation retenues pour l'activité canotage et embarcations à propulsion musculaire.

TABLEAU 5.1 Résultats pour l'activité canotage et embarcations à propulsion musculaire.

| Nom des lacs   | Paramètres     |                |                |                          |      |                |      |                |   |     |         | Cotes non-retenues |                 |                 |                |                 |                  |                  |                 | Indice d'activité<br>Y <sub>c</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|------|----------------|------|----------------|---|-----|---------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|
|                | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>n</sub> | L <sub>f</sub>           | np   | T <sub>2</sub> | TR   | L <sub>1</sub> | m | n1  | Iles(%) | Y <sub>25</sub>    | Y <sub>20</sub> | Y <sub>21</sub> | Y <sub>6</sub> | Y <sub>23</sub> | Y <sub>13A</sub> | Y <sub>25A</sub> | Y <sub>26</sub> |                                     |
| Indien         | 0,04           | -              | 0              |                          | 33,0 | 18,3           | 2,0  |                |   | 0   | -       | -                  | 0               | 10,0            | 10,0           | 6,0             | 10,0             | 5,0              | -               | 0                                   |
| Nadeau         | 0,09           | -              | 0,01           |                          | 44,0 | 19,0           | 1,6  |                |   | 0   | 0       | -                  | 0,6             | 10,0            | 6,4            | 6,2             | 10,0             | 5,0              | 5,0             | 4,8                                 |
| Trooper        | 0,18           | -              | 0,12           |                          | 29,0 | 23,6           | 3,8  |                |   | 8,0 | -       | 9,7                | 5,0             | 10,0            | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 9,9              | -               | 8,9                                 |
| Cordon         | 0,27           | -              | 0,13           |                          | 39,0 | 22,2           | 3,3  |                |   | -   | -       | -                  | 5,1             | 10,0            | 8,4            | 10,0            | 10,0             | -                | -               | 8,4                                 |
| Saint-Pierre   | 0,37           | 0,05           | 0,08           |                          | 43,0 | 18,5           | 1,6  |                |   | 0   | 4,0     | -                  | 5,0             | 8,5             | 6,8            | 6,0             | 10,0             | 5,0              | 10,0            | 7,1                                 |
| Duhamel        | 0,28           | -              | 0,24           |                          | 33,0 | 22,0           | 6,0  |                |   | -   | -       | -                  | 5,3             | -               | 10,0           | 10,0            | 10,0             | -                | -               | 8,5                                 |
| Saint-Augustin | 0,28           | -              | 0,27           |                          | 33,0 | 22,7           | 1,13 |                |   | 0   | 0       | -                  | 5,3             | 9,1             | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 5,0              | 5,0             | 7,4                                 |
| Théodore       | 0,37           | -              | 0,20           |                          | 33,0 | 21,0           | 3,3  |                |   | 4,0 | -       | 9,7                | 5,2             | 9,3             | 10,0           | 9,8             | 10,0             | 9,9              | -               | 8,8                                 |
| Boisseau       | 0,28           | -              | 0,32           |                          | 44,0 | 19,5           | 3,6  |                |   | 6,0 | 0       | 9,5                | 5,4             | 7,7             | 6,4            | 7,1             | 10,0             | 9,7              | 5,0             | 7,1                                 |
| Coeur (en)     | 0,26           | -              | 0,34           | consulter le tableau 5.2 | 25,0 | 22,6           | 4,5  |                |   | 2,0 | 0       | 9,9                | 5,5             | 10,0            | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 10,0             | 5,0             | 8,3                                 |
| Waterloo       | 0,57           | 0,10           | 0,83           |                          | 33,0 | 21,6           | 0,79 |                |   | 0   | 3,3     | -                  | 6,4             | 8,9             | 10,0           | 10,0            | 4,8              | 5,0              | 9,1             | 7,4                                 |
| Echo           | 0,35           | 0,14           | 1,11           |                          | 41,0 | 22,7           | 3,5  |                |   | 0   | 5,0     | -                  | 7,0             | 10,0            | 7,6            | 10,0            | 10,0             | 5,0              | 10,0            | 8,3                                 |
| Ross           | 0,57           | -              | 2,33           |                          | 42,0 | 19,4           | 1,9  |                |   | 4,0 | 0       | 9,4                | 9,4             | 5,2             | 7,2            | 6,9             | 10,0             | 9,7              | 5,0             | 7,4                                 |
| Gillies        | 1,06           | 0,05           | 1,99           |                          | 36,0 | 21,9           | 4,6  |                |   | 6,0 | 0,65    | 7,2                | 8,7             | 5,4             | 9,6            | 10,0            | 10,0             | 8,6              | 5,8             | 8,1                                 |
| Eternité       | 1,85           | -              | 2,59           |                          | 36,0 | 20,6           | 6,1  |                |   | 5,0 | -       | 7,8                | 9,9             | 8,1             | 9,6            | 9,1             | 10,0             | 8,9              | -               | 9,2                                 |
| Williams       | 1,02           | -              | 3,90           |                          | 32,0 | 23,3           | 1,9  |                |   | 3,0 | 0       | 8,6                | 10,0            | 8,5             | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 9,3              | 5,0             | 8,8                                 |
| Brébeuf        | 2,18           | -              | 4,62           |                          | 36,0 | 19,5           | 3,5  |                |   | 5,0 | -       | 7,8                | 10,0            | 6,0             | 9,6            | 7,1             | 10,0             | 8,5              | -               | 8,4                                 |
| Sables (des)   | 1,34           | -              | 7,56           |                          | 42,0 | 18,0           | -    |                |   | 4,0 | 0       | 8,5                | 10,0            | 5,0             | 7,2            | 6,0             | -                | 9,2              | 5,0             | 6,8                                 |
| Magog          | 1,98           | 0,05           | 8,77           | consulter le tableau 5.2 | 37,0 | 23,0           | 3,2  |                |   | 4,0 | 0,2     | 7,6                | 10,0            | 6,2             | 9,2            | 10,0            | 10,0             | 8,8              | 5,3             | 8,3                                 |
| Cerf (du)      | 2,50           | 0,43           | 9,67           |                          | 41,0 | 24,4           | 6,2  |                |   | 8,0 | 2,44    | 8,4                | 10,0            | 5,0             | 7,6            | 10,0            | 10,0             | 9,2              | 8,1             | 8,4                                 |
| Squatec        | 2,00           | 0,03           | 10,77          |                          | 31,0 | 19,1           | 6,2  |                |   | 6,0 | 0,1     | 7,4                | 10,0            | 5,0             | 10,0           | 6,4             | 10,0             | 7,6              | 5,1             | 7,4                                 |
| Brome          | 1,29           | 0,10           | 13,11          |                          | 36,0 | 22,5           | 3,8  |                |   | 0   | 0,3     | -                  | 10,0            | 5,0             | 9,6            | 10,0            | 10,0             | 5,0              | 5,4             | 7,5                                 |
| Mourier        | 3,90           | 0,38           | 10,32          |                          | 35,0 | 20,1           | 1,2  |                |   | 5,0 | 2,48    | 9,4                | 10,0            | 5,0             | 10,0           | 8,2             | 10,0             | 9,7              | 8,1             | 8,5                                 |
| Massawippi     | 2,34           | -              | 15,56          |                          | 37,0 | 21,9           | 3,4  |                |   | 4,0 | -       | 7,6                | 10,0            | 5,0             | 9,2            | 10,0            | 10,0             | 8,8              | -               | 8,6                                 |
| Lemoine        | 3,66           | 0,03           | 21,61          |                          | 36,0 | 19,4           | 1,5  |                |   | 5,0 | 0,03    | 9,4                | 10,0            | 5,0             | 9,6            | 6,9             | 10,0             | 9,7              | 5,0             | 7,7                                 |
| Matapédia      | 3,78           | 0,98           | 33,34          |                          | 36,0 | -              | -    |                |   | 0   | 2,1     | -                  | 10,0            | 5,0             | 9,6            | -               | -                | 5,0              | 7,6             | 7,1                                 |
| Saint-François | 6,40           | 0,64           | 40,06          |                          | 33,0 | 26,0           | 2,5  |                |   | 4,0 | 1,0     | 9,7                | 10,0            | 5,0             | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 9,9              | 6,3             | 8,5                                 |
| Kénogami       | 12,76          | 6,59           | 32,45          |                          | 27,0 | 18,9           | 2,3  |                |   | 2,0 | 11,52   | 9,5                | 10,0            | 6,4             | 10,0           | 6,0             | 10,0             | 9,7              | 10,0            | 8,7                                 |
| Memphremagog   | 9,58           | 0,17           | 85,55          |                          | 34,0 | 22,9           | 4,5  |                |   | 4,0 | 0,1     | 7,6                | 10,0            | 5,0             | 10,0           | 10,0            | 10,0             | 8,8              | 5,1             | 8,1                                 |
| Simard         | 5,56           | 10,79          | 153,55         |                          | 37,0 | 19,7           | 1,3  |                |   | 5,0 | 5,9     | 10,0               | 10,0            | 5,0             | 9,2            | 7,5             | 10,0             | 10,0             | 10,0            | 8,6                                 |

Données fournies par le SQE et les appendices 4 et 5

- A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> superficies non navigables (km<sup>2</sup>)
- A<sub>n</sub> superficie navigable (km<sup>2</sup>)
- L<sub>f</sub> fetch (km)
- np nombre de jours de pluie en été
- T<sub>2</sub> température moyenne de l'eau du lac en surface pour juillet et août (°C)
- TR transparence de l'eau (m)
- L<sub>1</sub> distance entre deux lacs voisins (km)
- m pente du terrain entre deux lacs (%)
- n1 nombre de lacs accessibles
- Iles(%) pourcentage d'occupation des îles

TABLEAU 5.2 Fetch

| NOM DU LAC     | FETCH (km)   | y <sub>21</sub> | NOM DU LAC     | FETCH (km)     | y <sub>21</sub> |
|----------------|--------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Indien         | 0,17         | 10,0            | Magog          | 2,54<br>2,07   | 6,2<br>7,3      |
| Nadeau         | 0,32         | 10,0            |                | 2,22           | 7,0             |
| Trooper        | 0,88         | 10,0            | Cerf           | 5,16           | 5,0             |
| Cordon         | 0,39         | 10,0            | Squatec        | 3,66<br>1,27   | 5,0<br>9,3      |
| Saint-Pierre   | 1,59         | 8,5             | Brome          | 5,40<br>4,69   | 5,0<br>5,0      |
| Duhamel        | -            | -               | Mourier        | 3,98<br>2,71   | 5,0<br>5,7      |
| Saint-Augustin | 1,35         | 9,1             |                | 2,39<br>1,83   | 6,5<br>7,9      |
| Théodore       | 1,27         | 9,3             | Massawippi     | 7,38           | 5,0             |
| Boisseau       | 0,88<br>1,91 | 10,0<br>7,7     | Lemoine        | 3,57<br>12,14  | 5,0<br>5,0      |
| En Coeur       | 0,39         | 10,0            |                | 4,13<br>2,62   | 5,0<br>6,0      |
| Waterloo       | 1,35<br>1,44 | 9,1<br>8,9      | Matapédia      | 3,89<br>3,25   | 5,0<br>5,0      |
| Echo           | 0,63         | 10,0            | Saint-François | 6,11<br>2,62   | 5,0<br>6,0      |
| Ross           | 2,93<br>1,66 | 5,2<br>8,4      |                | 2,54           | 6,2             |
| Gillies        | 2,86         | 5,4             | Kénogami       | 2,46           | 6,4             |
| Eternité       | 1,75<br>0,88 | 8,1<br>10,0     | Memphremagog   | 3,98           | 5,0             |
| Williams       | 1,59<br>1,27 | 8,5<br>9,3      | Simard         | 18,02<br>16,12 | 5,0<br>5,0      |
| Brébeuf        | 2,62<br>1,51 | 6,0<br>8,7      |                | 16,75<br>15,88 | 5,0<br>5,0      |
| Sables (des)   | 4,29<br>4,37 | 5,0<br>5,0      |                |                |                 |

On retient la cote la plus restrictive (tableau 5.1).

TABLEAU 5.3 Accessibilité à d'autres lacs.

| NOM DES LACS                   | L <sub>1</sub><br>(km) | m<br>(%) | n1  | y <sub>25</sub> | y <sub>25A</sub> |
|--------------------------------|------------------------|----------|-----|-----------------|------------------|
| Indien                         | (1)                    | (1)      | 0,0 | --              | 5,0              |
| Nadeau                         | (1)                    | (1)      | 0,0 | --              | 5,0              |
| Trooper                        |                        |          | 8,0 |                 |                  |
| Trooper - à la Truite          | 0,16                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| à la Truite - Brogan Lake      | 1,1                    | 0,69     |     | 9,6             | 9,8              |
|                                | 0,24                   | 3,2      |     | 9,1             | 9,6              |
| Brogan Lake - George Lake      | 0,87                   | 0,87     |     | 9,7             | 9,9              |
| Trooper - Settle Lake          | 0,87                   | 0,87     |     | 9,7             | 9,9              |
|                                | 2,9                    | 0,53     |     | 8,6             | 9,3              |
| Trooper - ? **                 | 0,12                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| ? - Kent Lake                  | 0,16                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Kent Lake - Knox Lake          | 0,63                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Knox Lake - Presley Lake       | 0,16                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Saint-Pierre                   | (1)                    | (1)      | 0,0 | --              | 5,0              |
| Saint-Augustin                 | (1)                    | (1)      | 0,0 | --              | 5,0              |
| Théodore                       |                        |          | 3,0 |                 |                  |
| Théodore - Normand             | 0,24                   | 3,2      |     | 9,1             | 9,6              |
| Théodore - Sainte-Marie *      | 0,64                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Théodore - Saint-Joseph *      | 0,64                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Boisseau                       |                        |          | 5,0 |                 |                  |
| Boisseau - des Trois-Montagnes | 0,63                   | 1,2      |     | 9,7             | 9,9              |
| Boisseau - Forest Lake         | 0,63                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Forest Lake - Passage          | 0,16                   | 4,8      |     | 8,5             | 9,2              |
| Passage - ?                    | 0,48                   | 1,6      |     | 9,6             | 9,8              |
|                                | 0,24                   | 3,2      |     | 9,1             | 9,6              |
| ? - Labelle                    | 1,0                    | 0,74     |     | 9,8             | 9,8              |
| En Coeur                       |                        |          | 2,0 |                 |                  |
| Coeur - ?                      | 0,63                   | 1,2      |     | 9,7             | 9,9              |
| ? - Croche                     | 0,24                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Waterloo                       | (1)                    | (1)      | 0,0 | --              | 5,0              |
| Echo                           | (1)                    | (1)      | 0,0 | --              | 5,0              |
| Ross                           |                        |          | 2,0 |                 |                  |
| Ross - Arthur                  | 2,1                    | 0,37     |     | 9,2             | 9,6              |
| Ross - Larocque                | 1,9                    | 0,0      |     | 9,4             | 9,7              |
|                                | 1,3                    | 0,6      |     | 9,6             | 9,8              |
| Gillies                        |                        |          | 5,0 |                 |                  |
| Gillies - Vert                 | 3,8                    | 1,6      |     | 7,7             | 8,8              |
|                                | 0,7                    | 11,7     |     | 5,4             | 7,7              |
| Vert - Long                    | 0,48                   | 3,2      |     | 9,0             | 9,5              |
|                                | 0,16                   | 4,8      |     | 8,5             | 9,2              |
| Long - Moiseau                 | 0,24                   | 9,6      |     | 6,4             | 8,2              |
| Moiseau - Gillies              | 2,2                    | 2,1      |     | 8,5             | 9,2              |
|                                | 3,5                    | 0,22     |     | 8,3             | 9,2              |
| Gillies - Jim Lake             | 0,08                   | 28,8     |     | 0,0             | 5,0              |
|                                | 0,8                    | 3,8      |     | 8,6             | 9,3              |
| Jim Lake - Galarneau           | 0,32                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Eternité - Brébeuf             |                        |          | 4,0 |                 |                  |
| Eternité - des Sables          | 1,0                    | 7,4      |     | 7,0             | 8,5              |
|                                | 0,3                    | 14,4     |     | 4,4             | 7,2              |
| Eternité - ?                   | 0,3                    | 9,6      |     | 6,4             | 8,2              |
|                                | 0,3                    | 4,8      |     | 8,4             | 9,2              |
| Eternité - Bailloquet          | 0,16                   | 0,0      |     | 10,0            | 10,0             |
| Bailloquet - Brébeuf           | 1,2                    | 1,9      |     | 9,1             | 9,6              |
|                                | 0,87                   | 1,7      |     | 9,4             | 9,7              |

TABLEAU 5.3 (suite)

|   |      |      |     |      |      |
|---|------|------|-----|------|------|
| Williams                                  |      |      | 2,0 |      |      |
| Williams - à la Truite *                  | 3,18 | 0,0  |     | 8,6  | 9,3  |
| Williams - Joseph *                       | 3,18 | 0,0  |     | 8,6  | 9,3  |
| des Sables                                |      |      | 3,0 |      |      |
| des Sables - Gobeil                       | 0,24 | 6,4  |     | 7,8  | 8,9  |
|   | 0,63 | 7,2  |     | 7,3  | 8,6  |
| des Sables - La Peltrie                   | 0,63 | 6,0  |     | 7,8  | 8,9  |
|   | 0,56 | 1,4  |     | 9,7  | 9,8  |
| des Sables - Paradis                      | 0,4  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Magog - Memphremagog - Massawippi         |      |      | 3,0 |      |      |
| Memphremagog - Massawippi                 | 7,6  | 0,2  |     | 5,8  | 7,9  |
|   | 2,5  | 1,2  |     | 8,6  | 9,3  |
| Memphremagog - Lovering                   | 1,83 | 3,8  |     | 8,0  | 9,0  |
|   | 1,43 | 3,7  |     | 8,3  | 9,1  |
| Memphremagog - Magog                      | 3,18 | 0,96 |     | 8,3  | 9,1  |
|   | 7,6  | 0,0  |     | 5,9  | 7,9  |
| Magog - Massawippi                        | 1,4  | 4,3  |     | 8,1  | 9,0  |
|   | 2,6  | 3,8  |     | 7,6  | 8,8  |
| du Cerf                                   |      |      | 6,0 |      |      |
| du Cerf - Saint-Germain                   | 0,16 | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Saint-Germain - ?                         | 1,1  | 0,0  |     | 9,9  | 10,0 |
| ? - du Corbeau                            | 0,32 | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| du Cerf - Perras                          | 0,87 | 7,9  |     | 6,9  | 8,4  |
|   | 0,63 | 6,0  |     | 7,8  | 8,9  |
| du Cerf - Lefebvre                        | 0,79 | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Lefebvre - Gaucher                        | 0,4  | 7,7  |     | 7,2  | 8,6  |
|   | 0,24 | 16,0 |     | 3,8  | 6,9  |
| du Cerf - Petit lac du Cerf *             | 0,40 | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Petit lac du Cerf - ?                     | 0,16 | 4,8  |     | 8,5  | 9,2  |
| Squatec                                   |      |      | 6,0 |      |      |
| Squatec - Pain de Sucre *                 | ---- | ---- |     | ---- | ---- |
| Pain de Sucre - Premier lac Squatec *     | ---- | ---- |     | ---- | ---- |
| Premier lac Squatec - Petit lac Squatec * | ---- | ---- |     | ---- | ---- |
| Petit lac Squatec - Petit lac Touladi *   | ---- | ---- |     | ---- | ---- |
| Petit lac Touladi - Touladi *             | ---- | ---- |     | ---- | ---- |
| Touladi - Témiscouata *                   | 5,08 | 0,0  |     | 7,4  | 7,6  |
| Brome                                     | (1)  | (1)  | 0,0 | -    | 5,0  |
| Mourier - Lemoine                         |      |      | 5,0 |      |      |
| Mourier - Lemoine *                       | 0,0  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Mourier - Rouillard                       | 2,5  | 0,0  |     | 9,0  | 9,5  |
| Lemoine - de Montigny *                   | 0,0  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| De Montigny - Blouin                      | 3,2  | 0,0  |     | 8,6  | 8,3  |
| Blouin - Senneville *                     | 1,91 | 0,0  |     | 9,4  | 9,7  |
| Matapédia                                 | (1)  | (1)  | 0,0 | -    | 5,0  |
| Saint-François                            |      |      | 5,0 |      |      |
| Saint-François - Rivière Indiens *        | 0,0  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Rivière Indiens - à la Barbue             | 0,79 | 0,96 |     | 9,7  | 9,9  |
| à la Barbue - des Îles                    | 0,79 | 0,96 |     | 9,7  | 9,9  |
| des Îles - Maskinongé                     | 1,3  | 0,56 |     | 9,6  | 9,8  |
| Saint-François - Petit lac Saint-François | 1,6  | 0,0  |     | 9,6  | 9,8  |
| Kénoami                                   |      |      | 5,0 |      |      |
| Kénoami - Kénoamichiche                   | 0,5  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
|   | 0,16 | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
|   | 0,4  | 1,9  |     | 9,6  | 9,8  |
|   | 0,95 | 1,6  |     | 9,4  | 9,7  |
| Baie Cascoûia - Charnois                  | 3,2  | 0,48 |     | 8,4  | 9,2  |
| Simard                                    |      |      | 5,0 |      |      |
| Simard - des Quinze *                     | 0,0  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| des Quinze - Langelier *                  | 0,0  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Langelier - Gaboury *                     | 0,0  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |
| Gaboury - Gérin - Lajoie                  | 1,3  | 0,0  |     | 9,8  | 9,9  |
| Gérin - Lajoie - Beaudry                  | 0,4  | 0,0  |     | 10,0 | 10,0 |

Données prises sur des cartes topographiques.

- \* Lacs reliés par voie navigable  
 \*\* Lacs n'ayant pas encore de nom  
 (1) Aucune accessibilité à d'autres lacs. On obtient la cote pour un lac en faisant la moyenne.  
 L<sub>1</sub> distance entre deux lacs voisins (km)  
 m<sub>1</sub> pente du terrain entre 2 lacs (entre 2 plans d'eau, il peut y avoir plusieurs dénivellations différentes)  
 n<sub>1</sub> nombre de lacs accessibles.

TABLEAU 5.4 Synthèse de l'activité canotage et embarcations à propulsion musculaire.

| ACTIVITE CANOTAGE             |   |   |
|-------------------------------|---|---|
| PARAMETRES                    | CONDITIONS                                | FONCTIONS DE COTATION                             |
| Superficie navigable          | si $A_n = 0,08 \text{ km}^2$              | $y_{20} = 5$                                      |
|                               | si $A_n < 0,08$                           | $y_{20} = 62,5 A_n$ (5.3)                         |
|                               | si $A \geq 2,6$                           | $y_{20} = 10$                                     |
|                               | si $0,08 < A_n < 2,6$                     | $y_{20} = 1,98 A_n + 4,8$ (5.4)                   |
| Longueur du fetch             | si $L_f \leq 1 \text{ km}$                | $y_{21} = 10$                                     |
|                               | si $1 < L_f < 3$                          | $y_{21} = - 2,5 L_f + 12,5$ (5.7)                 |
|                               | si $L_f \geq 3,0$                         | $y_{21} = 5,0$                                    |
| Pluviosité                    | si $n_p \leq 35 \text{ jours}$            | $y_6 = 10$  |
|                               | si $35 < n_p < 45$                        | $y_6 = - 0,4 n_p + 24$ (2.24)                     |
|                               | si $n_p \geq 45$                          | $y_6 = 6$   |
| Température                   | si $T_2 \leq 18,9 \text{ }^\circ\text{C}$ | $y_{23} = 6$                                      |
|                               | si $18,9 < T_2 < 21,1$                    | $y_{23} = 1,82 T_2 - 28,4$ (5.11)                 |
|                               | si $T_2 \geq 21,1$                        | $y_{23} = 10$                                     |
| Transparence de l'eau         | si $TR \geq 1,0 \text{ m}$                | $y_{13A} = 10$                                    |
|                               | si $0,6 < TR < 1,0$                       | $y_{13A} = 25 TR - 15$ (3.8)                      |
|                               | si $TR \leq 0,6$                          | $y_{13A} = 0$                                     |
| Accessibilité à d'autres lacs | si $n_l \geq 1$                           | $y_{25A} = 5 + (5,3 - 0,313 L_1) (1 - 4m)$ (5.14) |
|                               | si $y_{25A} \leq 5$                       | $y_{25A} = 5,0$                                   |
|                               | si $n_l = 0$                              | $y_{25A} = 5,0$                                   |
| Insulosité                    | si $I_{les}(\%) = 0\%$                    | $y_{26} = 5$                                      |
|                               | si $0 < I_{les}(\%) < 4$                  | $y_{26} = 1,25 I_{les}(\%) + 5$ (5.16)            |
|                               | si $I_{les}(\%) \geq 4$                   | $y_{26} = 10$                                     |

CHAPITRE 6

BAIGNADE

Parmi les activités récréatives en rapport avec un plan d'eau, la baignade est souvent la première mentionnée. Provencher et Thibault (1976) la définissent ainsi:

"une activité pratiquée sur une plage par des familles, y compris les enfants et ceux qui ne savent pas nager".

A cet égard, le territoire québécois est privilégié de par ses innombrables étendues d'eau. Cependant, ces lacs ne sont pas tous propices à la baignade. La pollution, fléau des dernières décennies, en élimine un grand nombre; comme d'ailleurs la morphologie inadéquate des berges et des pentes du lac, la granulométrie du substrat des plages sèche et humide\* et éventuellement l'absence même de plages.

## 6.1 Revue de la bibliographie

La bibliographie consultée présente certaines des caractéristiques reliées au plan d'eau, à la plage et à la grève de même que quelques considérations sur les plantes aquatiques qui nous semblent très importantes face à cette activité.

### 6.1.1 Caractéristiques du plan d'eau

Cette section fournit des renseignements sur la superficie, la température, la transparence et le pH de l'eau, sur l'accessibilité du plan d'eau et sur sa qualité biologique.

#### 6.1.1.1 Superficie du plan d'eau

En fonction de la présence de plages, un lac dont la superficie dépasse 15,4 km<sup>2</sup> ou dont la longueur excède 15,9 km offre en général un excellent potentiel pour les activités de plage et de baignade

\* consulter l'appendice 6.

(Berthiaume et al., 1971; MAC, 1969; Laliberté, 1976). Cet énoncé relève de la nature physique du phénomène de la formation des plages qui est associée à l'action du vent et des vagues. De plus, la longueur du littoral associée à la longueur et à la superficie du plan d'eau est un paramètre relié à la disponibilité quantitative de plages. Par ailleurs, selon l'Ontario Recreation Land Inventory (Cressman, 1971), les lacs dont la superficie n'excède pas 0,64 km<sup>2</sup>, n'offrent en général que peu de potentiel pour l'activité considérée, étant donné le peu de plages qu'on y retrouvera.

Il va de soi que même si le potentiel pour la baignade est faible compte tenu de la superficie, il n'est pas exclu que sa pratique puisse être envisagée, en particulier pour les villégiateurs établis sur le littoral. Mais cette activité demeurera marginale si l'on se situe par rapport à une clientèle régionale.

#### 6.1.1.2 Température de l'eau, transparence de l'eau et pH

Le tableau 6.1 fait état des valeurs attribuées aux trois paramètres précités par différents auteurs. Ainsi, selon Berthiaume et al. (1971), une température de 22,2 à 23,9 °C avec comme minimum 20 °C est préconisée pour la baignade. Le pH doit être entre 7,2 et 7,6 et pour la transparence de l'eau, le fond doit être clairement visible à une profondeur de 0,62 m. Salvato (1971) donne comme valeur du pH entre 6,5 et 8,3 et une transparence de plus de 1,2 m (Provencher et Thibault, 1976). Les valeurs retenues par ces deux auteurs sont présentées au tableau 6.2. Selon Meunier et Guimont (1979) et Provencher et Lamontagne (1977), les normes utilisées pour le ski nautique s'appliquent.

TABLEAU 6.1 Valeurs de température, transparence et pH de l'eau recommandées pour la baignade.

| AUTEURS                         | PARAMETRES          |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                 | TEMPERATURE (°C)    | TRANSPARENCE (m)    | pH                  |
| Berthiaume <u>et al.</u> (1971) | 22,2 - 23,9         | 0,62                | 7,2 - 7,6           |
| MTCP (1971)                     | 22,2 - 23,9         | au moins 0,62       | 7,2 - 7,6           |
| Salvato (1971)                  | -----               | plus de 1,2         | 6,5 - 8,3           |
| Provencher et Thibault (1976)   | voir le tableau 6.2 | voir le tableau 6.2 | voir le tableau 6.2 |
| LaLiberté (1976)                | 22 - 24             | -----               | 7,2 - 7,6           |

TABLEAU 6.2 Qualité physico-chimique de l'eau pour la baignade (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

|              | CONTRAINTES    |                        |                        |
|--------------|----------------|------------------------|------------------------|
|              | NULLES         | MODEREES               | SEVERES                |
| pH           | 7,2 - 7,6      | 6,5 - 7,2<br>7,6 - 8,3 | 5,0 - 6,5<br>8,3 - 9,0 |
| Transparence | > 1,2 m        | 0,6 - 1,2 m            | < 0,6 m                |
| Température  | 22,2 - 23,9 °C | 20,0 - 22,2 °C         | < 20 °C                |

### 6.1.2 Caractéristiques de la plage

Cette section contient des renseignements sur les critères climatiques, la végétation et la faune, les aires de baignade, la superficie de ses composantes et ses caractéristiques physiques (pentes et dépôts meubles). On retrouve au tableau 6.3 et à l'appendice 6 tout ce qui concerne la configuration de la plage et ses définitions.

#### 6.1.2.1 Critères climatiques

A ce niveau, il faut considérer le macroclimat et pour le choix du site, l'ensoleillement et les vents dominants (Provencher et Thibault, 1976). La plage doit avoir une orientation qui favorise la réception du plus grand rayonnement solaire possible dans la zone utilisée par les baigneurs (Ruthledge, 1971; cité par Provencher et Thibault, 1976) et selon Berthiaume et al. (1971) et Laliberté (1976), elle devrait être orientée vers le sud ou le sud-ouest car les gens se baignent surtout en début d'après-midi. Ainsi, l'ensoleillement serait maximal et l'exposition aux vents dominants minimale. Une bonne circulation d'eau, favorisée par les vents dominants et les courants d'eau, évitera une pollution trop rapide (Wright, 1965; cité par Provencher et Thibault, 1976). Sur une plage naturelle, il n'y a pas de problèmes, ces agents ayant contribué à sa formation. Le tableau 6.3 donne un aperçu du microclimat souhaitable proposé par Provencher et Thibault (1976).

#### 6.1.2.2 Végétation et faune

La végétation est une caractéristique importante du milieu aquatique. Dans certaines conditions, sa présence est désirée donc positive et dans d'autres, ses impacts sont nuisibles. Les plantes aquatiques sont abondantes dans de vieux lacs où elles résultent d'une augmentation de la fertilité des eaux. Ce phénomène est accéléré par l'activité humaine incontrôlée sur le bassin versant (urbaine, agricole, industrielle, développement riverain). Ainsi, leur présence est un indice de l'état de

TABLEAU 6.3 Sommaire des exigences bio-physiques dans le choix d'un site pour l'aménagement d'une plage pour la baignade (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

| CONTRAINTES  | NULLES OU FAIBLES  |   | MODEREES  |  | SEVERES  |   |
|--|--|---|---|--|--|---|
|  | plage submergée  | plage sèche   | plage submergée   | plage sèche  | plage submergée  | plage sèche   |
| <u>Caractéristiques du site</u>                                      |  |   |   |  |  |   |
| - <u>topographie</u><br>pentes                                       | 2 - 8%   | 2 - 5%  | 8 - 10%   | 0 - 2%<br>5 - 8%   | 0 - 2%<br>> 10%  | > 8%  |
| - <u>dépôt meuble</u><br>texture                                     | sable grossier et gravier fin (avec un bon indice d'émoussé) |   | tous les dépôts homogènes grossiers ou fins et tous les dépôts hétérogènes ou organiques  |  |  |   |
| - <u>hydrographie</u><br>(zones d'alluvionnement)                    | arrivée d'eau dans le secteur de la plage                    |   | secteurs autour du lac soumis à des écoulements torrentiels qui provoquent l'inondation de la zone de la plage et l'accumulation de dépôts dans la zone aménagée de l'arrière-pays. |  |  |   |
| - <u>Micro-climat</u><br>exposition<br>(ensoleillement)<br><br>vents | sud et/ou sud-ouest<br><br>exposée aux vents réguliers       |   | ouest et/ou sud-est   |  | est et nord<br><br>exposition aux vents de tempête             |   |
| - <u>faune et flore</u><br>flore                                     | absence de toute espèce aquatique                            | mélange de feuillus et de conifères surtout dans la zone-tampon | zones d'algues à proximité de la plage  | feuillus et/ou conifères plus ou moins favorables aux colonies de moustiques | "bloom" d'algues fréquents et importants proximité de marécage | espèces hydromorphes favorisant le pullulement des moustiques |
| faune  | absence de frayères  | absence d'habitat d'espèces ongulées, ailées à protéger         | possibilité de déplacement de la zone de frayère  | possibilité de déplacement de l'habitat des espèces à protéger               | seul endroit où la frayère est possible sur le plan d'eau      | aucun autre habitat possible à proximité                      |

vieillissement d'un lac. Ces plantes peuvent devenir suffisamment nombreuses pour limiter ou restreindre l'utilisation de l'eau. Cette prolifération affecte le milieu en l'altérant et l'homme est encore peu conscient des causes qui la produisent. Cependant, lorsque ses loisirs, l'esthétique et l'économie en sont affectés, c'est autre chose (Levasseur et Gentès, 1980; Mac Kenthun et Ingram, 1964). La prise de conscience vient parfois trop tard.

Par ailleurs, les plantes aquatiques peuvent jouer un rôle positif. Ainsi, les macrophytes fournissent de l'oxygène par l'entremise de la photosynthèse, convertissent les nutriments en matière organique, ralentissent l'érosion des berges par l'action des vagues et accentuent la sédimentation des matières en suspension dans l'eau. Ce rôle est particulièrement important à l'embouchure des tributaires. De plus, les herbiers servent d'habitats à certaines espèces de mammifères (chevreuil, castor) et il est important lors du choix d'un site pour aménager une plage, d'éviter les zones servant de frayères. Donc, la végétation aquatique augmente la diversité du milieu en abritant la sauvagine. Elle sert de nourriture, d'abri, de matériel pour la construction de nids, de support et de lieux de reproduction pour le benthos, pour certains mammifères aquatiques, pour beaucoup d'espèces de poissons et d'oiseaux. Ainsi, elles favorisent des activités telles la pêche, la chasse et la plongée sous-marine (Levasseur et Gentès, 1980; Provencher et Thibault, 1976; Mac Kenthun et Ingram, 1964; Meunier, 1980).

Les plantes aquatiques détériorent les espaces pittoresques (beauté) par l'eau stagnante, l'accumulation des sédiments et les odeurs nauséabondes apparaissant lors de la décomposition du vivant. Elles réduisent la villégiature, diminuent la valeur des terrains et des propriétés en zone riveraine, sont toxiques, à l'occasion, pour certains mammifères semi-aquatiques et la sauvagine, sont favorables à la prolifération des moustiques et elles peuvent obstruer les prises d'eau des municipalités. Une quantité trop grande de plantes aquatiques est nuisible face à la faune ichtyologique. La décomposition de la matière organique libère

dans le milieu des substances nutritives (azote, phosphore, carbone) qui enrichissent le lac. L'accumulation au fond de la matière organique en putréfaction occasionne des problèmes d'anoxie et entraîne le "winterkill" (mortalité hivernale des poissons par manque d'oxygène) ou simplement un changement d'espèces (sensibles versus plus tolérantes). Ainsi, le pêcheur se trouve défavorisé car les espèces seront moins intéressantes pour lui. Les plantes (algues et plantes aquatiques supérieures) affectant les eaux de récréation peuvent restreindre ou éliminer la baignade, le bateau-moteur, le ski nautique, la plongée sous-marine, la voile, le canot et quelquefois la pêche. Ainsi, la végétation aquatique doit être absente de la portion du plan d'eau utilisée pour ces activités car elle indique une eau peu profonde et de l'envasement (Provencher et Thibault, 1976; Levasseur et Gentès, 1980; Mac Kenthun et Ingram, 1964; Berthiaume et al., 1971).

Enfin, le terrain environnant une plage doit être dépourvu de plantes telles le sumac grimpant ou herbe à la puce (Rhus radicans) (Laiberté, 1976) et l'Apocyn à feuilles d'Androsème (Apocynum androsaemifolium) qui causent des désagréments comme la démangeaison.

Comme on l'a vu, diverses activités récréatives peuvent comporter des exigences opposées et, à la limite, devenir incompatibles. L'envasement par la végétation nuit aux baigneurs, aux bateaux-moteur; cependant, elle est favorable aux chasseurs et aux pêcheurs sauf dans le cas où les herbiers deviennent monospécifiques. Alors, on observe une diminution des rendements halieutiques et cynégétiques ou un changement dans les espèces. Le dilemme qui consiste à choisir entre ces diverses utilisations concurrentielles sera tranché par l'aménagiste. Le tableau 6.3 donne un aperçu de cette composante (Provencher et Thibault, 1976).

En général, les macrophytes poussent à une profondeur maximale où la luminosité est d'environ 2 à 4% de celle en surface (tableau 6.4). Les associations de macrophytes dans un lac vont dépendre de son niveau trophique (ex: disponibilité d'éléments nutritifs), de la pente moyenne de

TABLEAU 6.4 Distribution des espèces en fonction de la profondeur et de la luminosité (extrait de Hutchinson, 1975 (p. 147), d'après les travaux de Wilson sur le lac Trout au Wisconsin; cité par Meunier, 1980).

| LOWER LIMIT<br>(m) | % SURFACE<br>ILLUMINATION | SPECIES  |
|--------------------|---------------------------|--|
| 0,25               | 62,0                      | Sparganium angustifolium<br>Potamogeton epihydrus<br>Ranunculus reptans<br>Gratiola aurea f. pusilla<br>Potamogeton spirillus<br>Lobelia dortmanna<br>Littorella americana |
| 0,5                | 45,0                      | Equisetum fluviatile<br>Juncus pelocarpus f. submersus<br>Eleocharis palustris<br>Scirpus acutus   |
| 1,0                | 25,0                      | Nymphaea odorata   |
| 1,25               | 22,0                      | Sagittaria cuneata   |
| 1,5                | 20,0                      | Eleocharis acicularis  |
| 1,75               | 18,0                      | Potamogeton natans   |
| 2,0                | 16,0                      | Ranunculus trichophyllus   |
| 2,5                | 14,0                      | Myriophyllum alterniflorum<br>Isoetes macrospora<br>Potamogeton pectinatus   |
| 3,5                | 10,0                      | Megalodonta beckii<br>Myriophyllum verticillatum   |
| 4,0                | 5,9                       | Myriophyllum tenellum<br>Sagittaria graminea   |
| 4,5                | 4,5                       | Potamogeton gramineus<br>P. praelongus<br>Vallisneria americana<br>Elodea canadensis   |
| 5,0                | 3,8                       | Potamogeton amplifolius<br>P. richardsonii   |
| 5,5                | 3,1                       | Najas flexilis   |
| 6,0                | 2,4                       | Potamogeton obtusifolius<br>P. berchtoldii (sub pusillus)<br>P. robbinsii  |
| 6,5                | 1,8                       | Ceratophyllum demersum   |

la beine, de la profondeur moyenne, du type de substrat et de la physico-chimie (Meunier, 1980).

#### 6.1.2.3 Aires de baignade

Il y a trois catégories de baigneurs selon Berthiaume et al. (1971) et Laliberté (1976), les pataugeurs, les nageurs intermédiaires et les nageurs accomplis. Les pataugeurs ont besoin d'une profondeur maximale de 1,1 m (cordes de bouées de préférence à 0,91 m de profondeur). Cette profondeur atteint un maximum de 1,7 m dans le cas des nageurs intermédiaires (cordes de bouées de préférence à 1,5 m de profondeur) avec une aire minimale de 162 m<sup>2</sup>. Les nageurs accomplis et les plongeurs demandent une profondeur maximale de 3,6 m pour la natation et de 2,7 à 3,6 m pour le plongeur avec une aire minimale de 162 m<sup>2</sup>.

#### 6.1.2.4 Superficie des composantes

La largeur minimale de la plage submergée doit avoir de 18,8 à 75,0 m (Provencher et Thibault, 1976). Selon Cressman (1971), elle est de 20 à 75 m. La plage sèche a une largeur variant en fonction de celle de la plage submergée, c'est-à-dire environ 60 m (Provencher et Thibault, 1976).

Selon Berthiaume et al. (1971), la longueur minimale pour la plage est de 30 m et de préférence, de plus de 60 m (tableau 6.5). Le MAC (1969) préconise une longueur idéale pour la plage de 303 m pour un lac de 16 km de long. Une longueur de 90,9 m serait acceptable mais le potentiel diminue d'autant.

La superficie de la grève est de 6,8 m<sup>2</sup> par personne par jour à la plage avec un minimum de 4,5 m<sup>2</sup> et un minimum de 0,6 m linéaire par baigneur (Berthiaume et al., 1971). Provencher et Thibault (1976) retiennent une superficie de 9 m<sup>2</sup> par personne pour la plage sèche. Selon Berthiaume et al. (1971), la superficie d'eau minimale requise par bai-

TABEAU 6.5 Espaces minimums de chacune des composantes du site (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

| AUTEURS  | LONGUEUR DE LA<br>PLAGE                             | LARGEUR DE LA<br>PLAGE SUBMERGEE | LARGEUR DE LA<br>PLAGE SECHE | LARGEUR DE L'ARRIERE-PLAGE  |          |
|--|---|----------------------------------|------------------------------|---|----------|
|  |   |                                  |                              | zone tampon   | services |
| California Public Outdoor<br>Recreation Plan Committee<br>(1960) |   | 30 m                             | 60 m                         | 30 m  |          |
| U.S. Federal Power Comm.   | 30 m  |                                  |                              |   |          |
| U.S. Bureau of Reclamation                                       |   |                                  |                              | 165 m   |          |
| Louisiana Parks and Recreation<br>Commission (1966)              |   | 30 m                             | 60 m                         | 30 m  | 80 m     |
| ARDA - Québec (1969)   | classe 1: 300 m                                     |                                  |                              | 1 km <sup>2</sup>   |          |
| Water Use Planning Committee<br>(1969)                           |   |                                  | 0,4 km <sup>2</sup>          |   |          |
| M.T.C.P. du Québec (1971)  | 30 m (préf. > 60 m)                                 |                                  |                              | Opt. de 1 km <sup>2</sup> à moins de<br>300 m de la ligne du rivage   |          |
| O.P.D.Q. - I.B.Q. (1971)   | classe 1: 300 m<br>classe 2: 90 m<br>classe 3: 45 m |                                  |                              |   |          |
| Matte, R. (1971)   | 30 m (préf. > 60 m)                                 |                                  | 15 - 22,5 m                  | - min. de 0,6 km <sup>2</sup> (opt. de<br>1 km <sup>2</sup> ) à moins de 300 m<br>de la ligne du rivage                         |          |
| Fogg, G.E. (1975)  |   | 45 m                             | 90 m                         |   |          |
| valeurs retenues   | min. de 30 m de<br>préf. > 60 m                     | entre 18,8 m et<br>75 m          | entre 30 m et<br>120 m       | sans activités connexes:<br>110 m<br>avec activités connexes:<br>1 km <sup>2</sup><br>à moins de 300 m de la ligne<br>du rivage |          |

gneur est de 0,9 m<sup>2</sup> dans les eaux moins profondes où on peut se tenir debout. Elle est de 4,5 à 9 m<sup>2</sup> par baigneur dans les eaux plus profondes. La plage submergée nécessaire, selon le USAD Soil Conservation Service (1964) et Water Use Planning Committee du Wisconsin (1969), est de 9 à 18 m<sup>2</sup> par utilisateur (Provencher et Thibault, 1976). Pour Berthiaume et al. (1971), elle varie entre 4,5 et 9 m<sup>2</sup> par utilisateur. Provencher et Thibault (1976) retiennent entre 11,3 et 13,5 m<sup>2</sup>.

On retrouve les définitions des termes employés à l'appendice 6.

Chaque usager a besoin d'un minimum de 13,5 m<sup>2</sup> de superficie de grève et d'eau (Berthiaume et al., 1971). Cette superficie (plages sèche et submergée) varie selon les auteurs de 1,8 à 18 m<sup>2</sup> (Provencher et Thibault, 1976) (tableaux 6.6 et 6.7).

#### 6.1.2.5 Caractéristiques physiques: pentes et dépôts meubles

Selon Berthiaume et al. (1971), la pente idéale pour la plage submergée se situe entre 2 et 8% (maximum 10%) jusqu'à une profondeur de 1,8 m et la surface du fond est uniforme au moins jusqu'à 1,5 m de profondeur. A de plus grandes profondeurs, l'état du fond a peu d'importance car les gens ne font qu'y nager (figure 6.1).

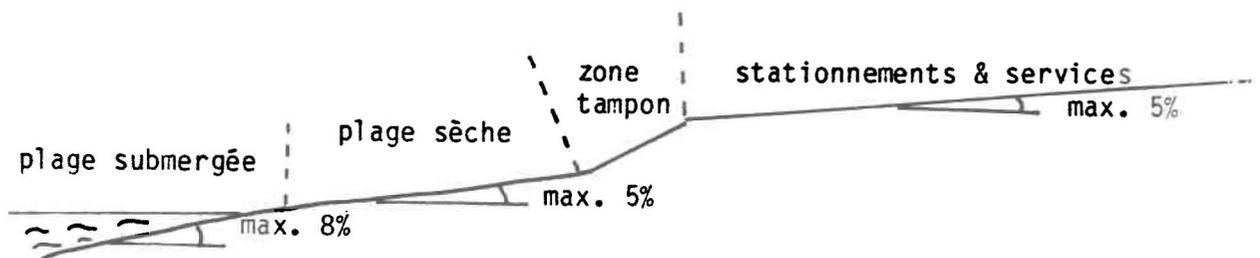


Figure 6.1 Configuration de la plage (Provencher et Thibault, 1976).

TABLEAU 6.6 Espaces requis par utilisateur - PLAGES (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

| Auteurs  | Plage submergée                 | Plage sèche   | * arrière-plage   |
|--|---------------------------------|---|---|
| California Public Outdoor Recreation Plan Committee (1960) | 15 m <sup>2</sup> /baigneur     | 10 m <sup>2</sup> /personne   | 9 m <sup>2</sup> /personne  |
| USDA (Soil Conservation Service) (1964)                    | 9 - 18 m <sup>2</sup> /baigneur | 5 - 9 m <sup>2</sup> /personne  |   |
| Texas Parks & Wildlife Department (1965)                   | 14 m <sup>2</sup> /baigneur     | 27 m <sup>2</sup> /personne   |   |
| Wright, D.G., dans N.R.P.A. bull. #51 (1965)               | 5 - 9 m <sup>2</sup> /baigneur  | 7 m <sup>2</sup> /personne  |   |
| Wisconsin Conservation Department (1966)                   |                                 | 18 m <sup>2</sup> /personne   | 3 fois la surface de la plage   |
| U.S.D.I. (Bureau of Outdoor Recreation) (1966)             |                                 | 7 m <sup>2</sup> /personne  |   |
| Louisiana Parks and Recreation Commission (1966)           | 15 m <sup>2</sup> /baigneur     | 13 m <sup>2</sup> /personne   | 16 m <sup>2</sup> /personne   |
| Shaefer, T.H., (1968)                                      | 18 m <sup>2</sup> /baigneur     | 9 m <sup>2</sup> /personne  |   |
| Water Use Planning Committee (1969)                        | 9 - 18 m <sup>2</sup> /baigneur | 9 m <sup>2</sup> /personne  | 0,4 km <sup>2</sup> (zone tampon)   |
| Matte, R., (1971)  | 5 - 9 m <sup>2</sup> /baigneur  | 7 m <sup>2</sup> /personne  |   |
| M.T.C.P.Q. (1971)  | 5 - 9 m <sup>2</sup> /baigneur  | 7 m <sup>2</sup> /personne  |   |
| Fogg, G.E., (1975)   | 2 - 4 m <sup>2</sup> /baigneur  | 4 - 8 m <sup>2</sup> /personne  |   |
| Valeurs (en éliminant les extrêmes moyennes)               | min.:<br>max.:<br>moy.:         | 10 m <sup>2</sup> /baigneur<br>13 m <sup>2</sup> /baigneur<br>11 m <sup>2</sup> /baigneur | 9 m <sup>2</sup> /baigneur<br>10 m <sup>2</sup> /baigneur<br>9,3 m <sup>2</sup> /baigneur |

\* L'arrière-plage comprend la zone tampon, les services, le stationnement et les activités connexes s'il y a lieu.

TABLEAU 6.7 Surface minimale du site et espaces requis par utilisateur (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

| VALEURS RETENUES   |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
|  | ESPACE MINIMUM<br>DU SITE   | * ESPACE REQUIS<br>PAR UTILISATEUR    |
| surf. min. du plan d'eau   | 6 km <sup>2</sup>   |                                       |
| long. de la plage (bordure<br>du lac)  | min. de 30 m et de<br>préférence > 60 m   |                                       |
| plage submergée  | entre 19 et 75 m<br>de large  | 11 m <sup>2</sup> - 14 m <sup>2</sup> |
| plage sèche  | 30 - 98 m de large<br>(opt. de 60 m)  | 9 m <sup>2</sup>                      |
| arrière-plage:<br>- sans activité<br>connexe<br><br>- avec activités<br>connexes                         | 30 m (zone tampon)<br>80 m (services)<br><br>30 m (zone tampon)<br>300 m de la ligne<br>de rivage |                                       |
| * Il s'agit d'une occupation instantanée (la rotation journalière pour la baignade est en moyenne de 2). |   |                                       |

Berthiaume *et al.* (1971) préconisent pour la plage sèche, une pente entre 2 et 5% (maximum 10%) et une surface uniforme. Dans la zone tampon (arrière-plage), d'une largeur de 30 m, qui est la partie comprise entre la plage sèche et les services, la pente n'a pas d'importance. S'il s'agit d'un talus, c'est encore préférable pour faire contraste avec la plage qui est uniforme (figure 6.1) (Provencher et Thibault, 1976). Le tableau 6.8 présente les classes de pentes retenues par ces auteurs.

TABLEAU 6.8 Classes de pentes pour la plage (Provencher et Thibault, 1976).

|                 | CONTRAINTES             |                  |                 |
|-----------------|-------------------------|------------------|-----------------|
|                 | NULLES                  | MOYENNES         | SEVERES         |
| plage submergée | 2 - 8%                  | 8 - 10%          | 0 - 2%<br>> 10% |
| plage sèche     | 2 - 5%                  | 0 - 2%<br>5 - 8% | > 8%            |
| arrière-plage   | dépend des aménagements |                  |                 |

La plage sèche et la plage submergée doivent être recouvertes d'une couche minimale de 30 cm de sable à gros grain ou de gravier fin. Ces dépôts reposent sur un fond dur (roche en place, till, etc...). La partie submergée doit être libre d'obstacles tels des débris, des rocs en saillie, écueils, souches, etc... constituant un danger pour les

baigneurs. Ceci est moins important pour la zone sèche (Berthiaume et al., 1971).

Les tableaux 6.3 et 6.9 résument les exigences retenues par ces auteurs au niveau de la texture de la plage.

TABLEAU 6.9 Texture vs plage (Provencher et Thibault, 1976).

|               | CONTRAINTES                   |   |   |
|---------------|-------------------------------|---|---|
|               | NULLES                        | MODEREES  | SEVERES   |
| plage         | sable grossier<br>gravier fin | sables moyens et fins<br>graviers grossiers<br>et galets arrondis | dépôts homogènes<br>grossiers (>3")<br>et fins (<50 $\mu$ )<br>ainsi que tous<br>les dépôts hété-<br>rogènes (i.e.:<br>till) et organi-<br>ques |
| arrière-plage | relatif aux aménagements      |   |   |

### 6.1.3 Problèmes dus aux algues

Les algues comme les plantes aquatiques peuvent devenir une nuisance face à la récréation. Leur trop grande abondance (fleur d'eau) indique la pollution d'un plan d'eau.

Durant les derniers 25 ans, le phytoplancton a été incriminé dans plusieurs maladies chez les humains résultant en troubles de dysenterie,

réactions allergiques systémiques et en éruptions allergiques locales (tableaux 6.10, 6.11 et 6.12). Heise (1949) (cité dans Mac Kenthun et Ingram, 1964) a décrit deux cas: dans le premier, des démangeaisons, des conjonctivites, les narines bloquées et de l'asthme bronchique sont apparus après la baignade dans des lacs du Wisconsin; dans l'autre, on a remarqué des paupières enflées, un manque d'air et une sévère éruption urticaire généralisée. Cohen et Reif (1953) (cité dans Mac Kenthun et Ingram, 1964) ont rapporté que la phycocyanine, le pigment bleu de *Anabaena*, peut être la cause de l'érythème papulo-vésiculaire, contact dermatite chez des enfants de 6 ans qui se sont baignés dans un lac de Pennsylvanie.

Comme on le voit, une eau riche en phytoplancton, outre l'altération visuelle apportée au milieu, peut se révéler dommageable pour la santé.

## 6.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation

Le Service de la qualité des eaux (SQE) recommande le choix des paramètres suivants: a) pour la baignade: la transparence de l'eau, la présence de coliformes, de plantes aquatiques et la qualité générale de l'eau b) pour les plages: un inventaire physique du rivage, tenir compte de l'inventaire du potentiel récréatif de l'ARDA et de la qualité de l'eau (Gauthier et al., 1976). Selon Provencher et Thibault (1976), les critères bio-physiques à considérer dans cette activité sont: les caractéristiques du plan d'eau telles ses dimensions, sa qualité bactériologique et sa qualité physico-chimique (pH, transparence, température de l'eau), les caractéristiques physiques (pentes et dépôts meubles), climatiques (ensoleillement, mouvements de l'air et facteurs de variation locale), végétales (flores aquatique et terrestre) et fauniques du site.

Le choix du site est influencé par les caractéristiques physiques, hydrologiques et climatiques (exposition solaire, vents dominants). D'après Barabé et Lauzon (1978), les caractères essentiels à retenir sont: la grandeur du plan d'eau et la qualité de l'eau. Fréchette (1977), quant à lui, tient compte de la qualité, la transparence et la

TABLEAU 6.10 Malaises gastro-intestinaux associés aux algues chez l'homme (Mac Kenthun et Ingram, 1964).

| Année            | Auteurs   | Victimes                          | Algues impliquées                        | Manifestations de toxicité  |
|------------------|---|-----------------------------------|--|---|
| 1842             | London, England (Farre, 1844; Kuchenmeister, 1857)  | femmes mariées de 35 ans          | Oscillatoria intestini<br>Kuchenmeister  | Dyspepsie, colique, obstruction intestinale   |
| 1930             | Puerto Rico (Ashford, Ciferri and Dalmau, 1930)   | femmes                            | Prototheca portoricensis                 | Atypical sprue  |
| 1930             | Puerto Rico (Ashford, Ciferri and Dalmau, 1930)   | femmes                            | Prototheca portoricensis var. trispora   | Suspicious of sprue   |
| 1930             | Suburbs of Washington, D.C., U.S.A. (Tarbett and Frank cited in Tisdale, 1931)                                | plusieurs familles                | algues non-identifiées                   | nausée, vomissement, crampes, diarrhée avec crampes d'une durée de 1 à 4 jours  |
| 1930             | Charleston, W. Va., U.S.A. (Tisdale, 1931; Veldee, 1931; Tarbett cited in Tisdale, 1931)                      | 8,000 à 10,000 personnes          | algues bleues-vertes                     | nausée, vomissement, crampes, diarrhée avec crampes d'une durée de 1 à 4 jours  |
| 1931             | Ironton and Portsmouth, Ohio, U.S.A. (Waring cited in Tisdale, 1931; Veldee, 1931)                            | plusieurs personnes               | algues non-identifiées                   | grippe intestinale  |
| 1930-1931        | Louisville, Ky., U.S.A. (Tisdale, 1931; Veldee, 1931)   | plusieurs personnes               | algues non-identifiées                   | désordres intestinaux   |
| 1930-1931        | Weston, W. Va., U.S.A. (Tisdale, 1931)  | plusieurs personnes               | algues non-identifiées                   | désordres intestinaux   |
| 1930-1931        | Sisterville, Ohio, U.S.A. (Tisdale, 1931)   | plusieurs personnes               | algues non-identifiées                   | désordres intestinaux   |
| 1925, 1929, 1930 | Yellowstone National Park, Wyo., U.S.A. (Spencer, 1930)   | 500 personnes                     | .....                                    | nausée, vomissement, diarrhée, crampes, douleurs (6-48 hr), maux de tête  |
| 1931             | Huntington, W.Va., Ashland, Ky.; Cincinnati, Ohio, U.S.A. (Veldee, 1931)                                      | milliers de personnes             | algues                                   | douleurs abdominales, nausée, vomissement, diarrhée   |
| 1940             | New Jersey, U.S.A. (Nelson in Monie, 1940)  | humains                           | Anabaena                                 | désordres gastro-intestinaux  |
| 1959             | Gull Lake, Saskatchewan, Canada (Dillenberg, 1959; Dillenberg and Dehnel, 1960; Senior, 1960)                 | touristes en Oregon               | Microcystis                              | maux de tête, nausée, désordre gastro-intestinaux   |
| 1959             | Govan, Long Lake, Saskatchewan, Canada (Dillenberg, 1959; Senior, 1960)                                       | 10 enfants dans un camp           | Anabaena                                 | diarrhée, vomissement   |
| 1959             | Fort Qu'Appelle, Echo Lake, Saskatchewan, Canada (Dillenberg, 1959; Dillenberg and Dehnel, 1960; Senior 1960) | Dr. M., un physicien              | 1. Microcystis<br>2. Anabaena circinalis | douleurs et crampes à l'estomac, nausée, vomissements, diarrhée, fièvre, maux de tête, faiblesse, douleurs aux muscles et jointures |
| 1960             | Regina, Saskatchewan, Canada (Dillenberg, 1962)   | un physicien et son fils de 4 ans | Aphanizomenon                            | douleur abdominale, nausée, vomissement, diarrhée, maux de tête, soif   |
| 1961             | Saskatchewan, Canada (Dillenberg, 1962)   | 4 étudiants                       | 1. Microcystis<br>2. Anabaena            | maux de tête, malaise général, selles défectueuses  |

TABLEAU 6.11 Troubles respiratoires associés aux algues chez l'homme  
(Mac Kenthun et Ingram, 1964).

| Année     | Auteurs  | Victimes                    | Algues impliquées                                   | Manifestations de toxicité  |
|-----------|--|-----------------------------|---|---|
| 1916      | West Coast of Florida, U.S.A. (Taylor, 1917)                                       | plusieurs personnes         | Dinoflagellés                                       | Éternuement, dyspnée, toux, poitrine oppressée, gorge douloureuse, enchifrènement |
| 1934-1935 | Texas Coast, U.S.A. (Lund, 1935)   | humains                     | Forte croissance du plancton dans la zone riveraine | Irritation  |
| 1934      | Muskego Lake, Waukesha County, Wis., U.S.A. (Heise, 1949)                          | homme de 42 ans             | Oscillatoriacées                                    | Démangeaison des yeux, narine bouchée   |
| 1935      | idem   | même homme, 1 an plus tard  | idem  | Démangeaison des yeux, narine bouchée, asthme bénin                               |
| 1936-1946 | North Lake, Waukesha County, Wis., U.S.A. (Heise, 1949)                            | même patient                | idem  | Suppuration nasale, asthme  |
| 1945      | Lake Keesus, Waukesha County, Wis., U.S.A. (Heise, 1949)                           | femme de 39 ans             | idem  | Paupière enflée, narine bouchée, urticaire généralisé                             |
| 1946      | idem   | même patiente               | idem  | idem  |
| 1946-1947 | Captiva Island, Fla., U.S.A. (Gunter, Williams, Davis and Smith, 1948)             | humains                     | Gymnodinium brevis                                  | Brûlement des yeux, narine irritée, toux  |
| 1946-1947 | Captiva Island, and others islands off the west coast of Florida, (Galtsoff, 1948) | idem                        | idem  | Brûlement de gorge, de narine et d'yeux, éternuement et toux                      |
| 1946-1947 | West Coast of Florida, U.S.A. (Hutner and McLaughlin, 1958)                        | idem                        | idem  | Irritation des voies respiratoires  |
| 1947      | Venice, Fla., U.S.A. (Thompson cited in Woodcock, 1948)                            | idem                        | Gymnodinium sp                                      | Toux, brûlement des voies respiratoires   |
| 1947      | Venice, Fla., U.S.A. (Woodcock, 1948)  | l'auteur et deux compagnons | idem  | idem  |
| 1947      | Venice, Fla., U.S.A. (Woodcock, 1948)  | idem                        | idem  | Irritation de la gorge  |
| 1947      | Lower west coast of Florida, U.S.A. (Ingle, 1954)                                  | gens près du rivage         | Gymnodinium brevis                                  | Irritation des yeux, de la gorge et du nez  |

TABLEAU 6.12 Troubles de la peau associés aux algues chez l'homme  
(Mac Kenthun et Ingram, 1964).

| Année     | Auteurs  | Victimes  | Algues impliquées        | Manifestations de toxicité  |
|-----------|--|---|--------------------------|---|
| 1937-1949 | Lower east coast of Florida, U.S.A. (Sams, 1949)                           | 67 baigneurs dans l'océan                           | Plancton                 | Démangeaison, fièvre  |
| 1950      | Lake Carey, Pa., U.S.A. (Cohen and Reif, 1953)                             | 4 jeunes filles                                     | Anabaena                 | Dermatite   |
| 1951      | Lake Carey, Pa., and Canada (Cohen and Reif, 1953)                         | même patient  | Anabaena                 | Dermatite   |
| 1952      | Lake Carey, Pa., and Canada (Cohen and Reif, 1953)                         | même patient 2 ans plus tard                        | Anabaena                 | Dermatite   |
| 1953      | Pennsylvania, U.S.A. (Cohen and Reif, 1953)                                | nageurs   | algues bleues-vertes     | Démangeaison, enflure et rougeur de la conjonctive  |
| 1958      | Oahu, Hawaii, U.S.A. (Grauer, 1959, Banner, 1959; Grauer and Arnold, 1962) | 125 cas reçoivent traitement; 800 cas non rapportés | Lyngbya majuscula Gomont | Démangeaison et brûlure de la peau, ampoule, desquamation au endroit couvert par le costume de bain |
| 1959      | Oahu, Hawaii, U.S.A. (Grauer and Arnold, 1962)                             | officier médical de 31 ans                          | Lyngbya majuscula Gomont | idem  |
| 1959      | Oahu Hawaii, U.S.A. (Grauer and Arnold, 1962)                              | sa nièce de 9 ans                                   | Lyngbya majuscula Gomont | idem  |
| 1959      | Oahu Hawaii, U.S.A. (Grauer and Arnold, 1962)                              | 2 autres adultes                                    | Lyngbya majuscula Gomont | idem  |
| 1961      | Georgia, U.S.A. (Hardin, 1961)   | gens se baignant sur les plages de Floride          | organisme marin          | idem  |

température de l'eau, du climat, de l'odeur, de la morphologie et de la taille des plages. Meunier et Guimont (1979) considèrent plutôt la qualité bactériologique, la transparence et la température de l'eau.

Quant à nous, les paramètres suivants ont été retenus: le climat et la qualité bactériologique de l'eau, la température de l'eau et sa transparence, la superficie du plan d'eau et les caractéristiques des plages.

#### 6.2.1 Paramètre commun avec l'activité ski nautique

Il s'agit du climat. Cette activité exige une journée ensoleillée car elle se pratique avec des vêtements légers. Des précipitations peuvent empêcher la tenue d'activités de plage. Le paramètre pluviosité est traité à la section 2.2.7.2.

#### 6.2.2 Température de l'eau

Selon Berthiaume et al. (1971), la température de l'eau devrait se situer entre 22,2 et 23,9 °C pour la baignade. Ainsi, Fréchette (1977) définit la fonction de cotation comme suit:

si  $T_2 \leq 63$  °F (17,2 °C)\*

$$y_{27} = 0$$

si  $63$  °F <  $T_2$  <  $73$  °F\*

$$y_{27} = T_2 - 63 \quad (6.1)$$

si  $T_2 \geq 73$  °F (22,8 °C)\*

$$y_{27} = 10$$

où  $T_2$  est la température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août (°F).

\* Bornes développées par l'auteur du mémoire.

Cette fonction de cotation est retenue; cependant, sa présentation est transposée au système international d'unités (SI) (figure 6.2). Ainsi,

$$\begin{aligned} \text{si } T_2 &\leq 17,2 \text{ } ^\circ\text{C} \\ y_{27} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } 17,2 \text{ } ^\circ\text{C} < T_2 < 22,8 \text{ } ^\circ\text{C} \\ y_{27} &= 1,79 T_2 - 30,7 \leq 10,0 \end{aligned} \quad (6.2)$$

$$\begin{aligned} \text{si } T_2 &\geq 22,8 \text{ } ^\circ\text{C} \\ y_{27} &= 10 \end{aligned}$$

où  $T_2$  est la température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août ( $^\circ\text{C}$ ).

### 6.2.3 Transparence de l'eau

Le choix de ce paramètre se justifie par le fait qu'une eau turbide entraîne chez la plupart des gens une réaction de dédain.

Selon Fréchette (1977), la transparence devrait être de 1 mètre au moins et la fonction de cotation correspondante est représentée par la relation 6.3:

$$\begin{aligned} \text{si } TR &= 0 \text{ m} \\ y_{28} &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } 0 \text{ m} < TR \leq 2 \text{ m} \\ y_{28} &= 2,5 TR + 5 \leq 10,0 \end{aligned} \quad (6.3)$$

$$\begin{aligned} \text{si } TR &> 2 \text{ m} \\ y_{28} &= 10 \end{aligned}$$

où TR est la transparence de l'eau obtenue par le disque de Secchi (m).

Nous avons estimé que cette fonction n'était pas consistante avec les normes suggérées à la section 6.1.1.2. Ainsi, une eau dont la transparence serait nulle demeurerait tout de même moyennement propre à la baignade (cote de 5). En conséquence, nous avons opté pour une fonction de cotation (relation 6.4) plus restrictive où le potentiel de baignade pourrait être nul avec une transparence inférieure à 0,6 m. La représentation de la fonction apparaît à la figure 6.3:

si  $TR \leq 0,6$  m

$$y_{28A} = 0$$

si  $0,6 \text{ m} < TR < 2,0$  m

$$y_{28A} = 7,14 TR - 4,28 \quad (6.4)$$

si  $TR \geq 2,0$  m

$$y_{28A} = 10$$

#### 6.2.4 Superficie du plan d'eau

Cette composante est importante pour les mêmes raisons que pour les autres activités. Sur un lac de petite superficie bien peu d'activités peuvent se pratiquer. La relation 6.5 et la figure 6.4 font état de la fonction de cotation retenue:

si  $A_0 \leq 0,64 \text{ km}^2$

$$y_{29} = 4$$

si  $0,64 \text{ km}^2 < A_0 < 10 \text{ km}^2$

$$y_{29} = 0,64 A_0 + 3,6 \quad (6.5)$$

si  $A_0 \geq 10 \text{ km}^2$

$$y_{29} = 10$$

où  $A_0$  est la superficie brute du lac ( $\text{km}^2$ ).

Les normes proviennent de la section 6.1.1.1. Comme la plupart des lacs dont s'occupe le MER\*, et pour lesquels la demande est la plus forte, ont des superficies inférieures à  $15 \text{ km}^2$ , nous avons jugé nécessaire d'abaisser cette norme à  $10 \text{ km}^2$  de superficie (communication personnelle).

#### 6.2.5 Morphologie et taille des plages

Ce paramètre a été choisi par Fréchette (1977) car une activité comme la baignade ne peut être dissociée de la plage et de son terrain adjacent où se pratiquent de multiples activités. Pour ce faire, il a tenu compte dans la mise au point de sa fonction de cotation de 5 composantes soit: la granulométrie du matériel de plage, la pente et la profondeur de la plage, le vent et la présence de plantes aquatiques.

##### 6.2.5.1 La granulométrie

D'après Fréchette (1977), le matériel idéal est le sable, ensuite,

"si le grain s'affine, on finit par avoir du limon et finalement de l'argile; au contraire, s'il se corse, on aura du gravier puis des galets et des blocs".

Il emploie les mêmes normes pour définir la granulométrie que celles utilisées dans l'évaluation du potentiel de frai de la diagnose écologique du Service de la qualité des eaux (SQE) (Meunier et Lefebvre, 1979) (voir section 8.1.8.1). Les cotes employées pour les plages submergée et non submergée sont présentées au tableau 6.13.

On doit quérir ce paramètre sur le terrain car cette donnée n'est pas relevée de façon standardisée. Il s'agit plutôt d'un renseignement

\* MER: Ministère Energie et Ressources du Québec

nécessaire pour déterminer la qualité d'un site par rapport à un autre. Il est certain qu'on peut obtenir ce paramètre pour les lacs ayant fait l'objet d'une diagnose écologique; mais la situation est celle-ci: les données sur les lacs à développer ne comprennent pas cette évaluation qui jusqu'à maintenant n'a été effectuée que sur demande spéciale. Il est donc difficile d'en tenir compte immédiatement. Cependant, au stade d'une décision d'aménagement, ce paramètre pourrait être recueilli en même temps que quelques autres lors du survol en hélicoptère du lac, de façon à enregistrer sur fiches spéciales ce qui est nécessaire pour compléter l'évaluation du lac amorcée par la consultation des cartes topographiques et des photographies aériennes.

TABLEAU 6.13 Granulométrie (adapté de Fréchette, 1977).

| MATERIEL             | COTE $y_g$                                    |
|----------------------|---|
| Sable 100%           | 10  |
| Sable à gravier      | (10 - 0,5 par 20% de gravier jusqu'à 8,5)     |
| Sable à galet        | (8,5 - 0,5 par 10% de galets jusqu'à 7,0)     |
| Sable à bloc         | (7,0 - 1,0 par 5% de blocs jusqu'à 0,0)       |
| Sable à limon-argile | (10 - 0,5 par 5% de limon-argile jusqu'à 8,0) |
|                      | puis après 20%                                |
|                      | (10 - 1,0 par 5% de limon-argile)             |

### 6.2.5.2 Pente et profondeur de la partie submergée, pente de la grève

"Pour la sécurité des baigneurs, la pente de la partie submergée de la plage ne devrait pas être trop raide; une pente de 2 à 8% est recommandée avec un maximum de 10%" (Berthiaume et al., 1971).

Fréchette l'évalue comme:

$$y_s = - 0,16 (x_3)^2 + 1,5 x_3 + 6,6 \quad (6.6)$$

si  $5\% > x_3 > 2\%$

$$y_s = 10$$

si  $y_s < 0$

$$y_s = 0$$

si  $x_3 < 2\%$

$$y_s = 6 + 200 x_3 \quad (6.7)$$

où  $x_3$  est la pente de la plage (%).

Selon Fréchette (1977),

"pour l'agrément et les jeux de plage, la pente de la grève ne devrait pas être trop forte".

Berthiaume et al. (1971) recommandent une pente de 2 à 5% avec un maximum de 10%. La fonction de cotation proposée par Fréchette est la suivante:

$$y_{pg} = 10 - (x_4 - 0,05) \quad (6.8)$$

$$\text{si } y_{pg} < 0 \\ y_{pg} = 0$$

$$\text{si } 5\% > x_4 > 2\% \\ y_{pg} = 10$$

$$\text{si } x_4 < 2\% \\ y_{pg} = 6 + 200 x_4 \quad (6.9)$$

où  $x_4$  est la pente de la grève (%).

Les mêmes limitations ayant trait à l'usage de ces paramètres et décrites à la section 6.2.5.1 s'appliquent ici (non disponibilité des données de façon immédiate).

#### 6.2.5.3 Plantes aquatiques

Leur présence n'est jamais prisee par l'estivant, semble-t-il, sauf lorsqu'il s'agit de résidents qui, depuis leur plus jeune âge, voient le milieu ainsi; ceux-ci alors éprouvent moins de répugnance face aux macrophytes. Pour eux, ce facteur n'est pas important pourvu que l'eau soit claire (communication d'un résident du lac 31 milles, Maniwaki). La question est de savoir si la présence de plantes aquatiques est suffisante pour restreindre la baignade en particulier pour les nouveaux lacs qui feront l'objet de décisions d'aménagement. Deux raisons nous portent à considérer les plantes aquatiques comme un facteur restrictif. D'abord, on note la répugnance naturelle de ceux qui n'y sont pas habitués (espèce et densité des herbiers). De plus, leur présence peut indiquer un substrat vaseux ce qui ajoute au caractère restrictif.

La fonction de cotation adoptée par Fréchette (1977) est la suivante. Elle est fonction de la proportion de la beine qui sera couverte de plantes aquatiques. Ainsi,

$$y_m = 10 - (A_m/0,05) \quad (6.10)$$

si  $A_m > 50\%$

$$y_m = 0$$

où  $A_m$  est la superficie du lac couverte de macrophytes (%).

Ce qui a été mentionné à la section 6.2.5.1 concernant l'usage de ce paramètre au stade d'une évaluation préliminaire du potentiel est également de mise ici.

#### 6.2.5.4 Orientation de la plage

Selon Fréchette (1977),

"il est plus intéressant pour les estivateurs de se servir de la plage si elle est abritée des vents. En effet, une plage non abritée subit l'assaut des vagues les plus grosses (surtout si le vent souffle de loin), et peut aussi être impraticable à cause des "poudreries de sable" et sera nettement plus fraîche. Le fond d'une baie abritée par des rochers ou des arbres peut donner des conditions idéales pour une plage. De plus, lorsque cette baie donne vers le sud ou le sud-ouest, elle jouit d'un meilleur ensoleillement".

Il se base sur le jugement de l'évaluateur pour appuyer sa fonction de cotation. Il s'agit de:

$y_{or} = 8$  pour une plage exposée directement aux vents dominants (perpendiculaire) et vers laquelle le vent peut souffler de loin (fetch)

$y_{or} = 9$  pour une plage peu abritée et où le vent arrive avec un certain angle, où le vent ne peut souffler de trop loin

$y_{or} = 10$  pour une plage bien abritée et protégée des vents dominants où le vent ne peut venir de loin (moins de 2 km).

La cote obtenue est ensuite multipliée par un facteur de 1,0 à 0,8 dépendant de l'orientation de la plage. Ainsi, "une exposition nord donnera un facteur 0,8, tandis que pour une exposition sud à sud-ouest, le facteur sera 1,0. Si le nord est à 90° et l'est à 0°, la cote est de 0,8 pour une exposition de 45 à 125° et de 1,0 pour une exposition de 225 à 305°. Entre ces deux pôles, le facteur croît ou décroît, selon le cas, de 0,002 par degré".

Nous abandonnons le calcul de cette cote car il est difficile d'obtenir les renseignements et de coter sans utiliser un observateur; ce qui implique un jugement subjectif.

#### 6.2.5.5 Cote $y_{30}$ : Morphologie de la plage

Selon Fréchette (1977), elle se calcule ainsi:

$$y_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{cote de plage } i \times N_{up}}{N_{ut} *} \quad (6.11)$$

où  $N_{ut}$  est le nombre d'utilisateurs total.

\* c'est-à-dire 4  $n_c$  tel que calculé par la diagnose ou le nombre d'embarcations possible. En supposant qu'il y ait 4 personnes/chalet et que les gens de l'extérieur compensent pour les absents des chalets.

Notons que pour la plage n, le "n utilisateurs possible à la plage i" (Nup) sera:

$$Nup = (Nut \text{ ou } 4 \text{ nc}) - \sum_{i=1}^{n-1} Nup \quad (6.12)$$

où nc est le nombre de chalets

et cela si l'espace est suffisant. Sinon, il faut ajouter une plage fictive à cote 0 pour le reste des utilisateurs.

Dans ce calcul, la cote de la plage i =

$$\frac{y_g + y_s + y_{pg} + y_m + y_{or}}{5} \quad (6.13)$$

et le "n utilisateurs possible" est le résultat le plus bas entre les deux calculs suivants:

$$a) \quad Nup = \frac{\text{Surface de plage non submergée}}{7 \text{ m}^2} \quad (6.14)$$

Ce calcul provient des normes édictées par Berthiaume et al. (1971) selon lesquelles il devrait y avoir de 4,5 à 7 m<sup>2</sup> par personne sur la plage. Fréchette (1977) retient 7 m<sup>2</sup> car 4,5 m<sup>2</sup> est trop restrictif, laissant à peine l'espace nécessaire au bronzage.

$$b) \quad Nup = \frac{\text{surface de plage de 0 à 1,5 m de profondeur}}{3 \text{ m}^2} + \frac{\text{surface de plage de 1,5 à 2 m de profondeur}}{10 \text{ m}^2} \quad (6.15)$$

Ici, Fréchette (1977) remplace les normes 1 m<sup>2</sup> de plage pour 0 à 1,5 m de profondeur par 3 m<sup>2</sup> et de 4,5 à 9,5 m<sup>2</sup> de plage pour 1,5 et 2 m de profondeur par au moins 10 m<sup>2</sup>. Ces normes lui ont paru trop restrictives pour la natation.

Cette fonction de cotation est abandonnée globalement puisque les cotes partielles nécessaires à son évaluation ne peuvent être estimées qu'à partir d'informations plus détaillées que l'on cherchera à obtenir au stade de la planification de l'aménagement.

#### 6.2.6 Odeur

Comme Fréchette (1977) laisse à l'évaluateur le soin d'effectuer la cotation (tableau 6.14), il n'en sera tenu aucun compte dans ce travail.

TABLEAU 6.14 Odeur (Fréchette, 1977).

| Cote y <sub>38</sub> | Odeur                           |
|----------------------|---------------------------------|
| 10                   | aucune odeur                    |
| 8                    | légère odeur                    |
| 7                    | odeur légèrement désagréable    |
| 5                    | odeur désagréable et importante |

#### 6.2.7 Qualité bactériologique de l'eau

La fonction de cotation telle que définit par Fréchette (1977) se trouve à la section 3.2.4 de l'activité ski nautique. Malgré l'aspect contestable de ces normes et en l'absence d'un autre paramètre permettant de tenir compte de la qualité de l'eau, nous le retenons pour cette seule activité car le contact avec l'eau pour la baignade n'est pas seulement occasionnel. La figure 6.5 représente cette fonction de cotation.

ACTIVITÉ : BAINNADE

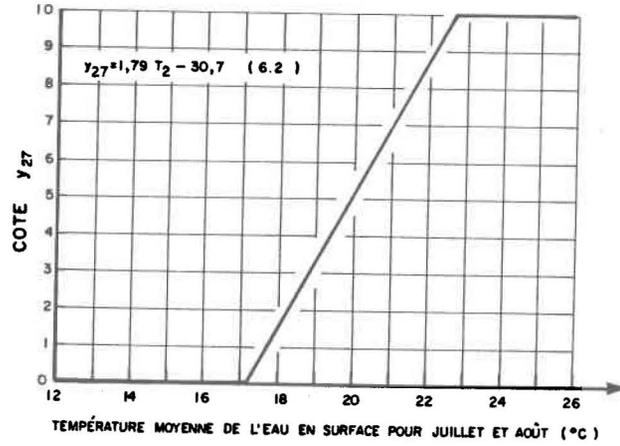


Figure 6.2. Cote  $y_{27}$  : Température de l'eau.

ACTIVITÉ : BAINNADE

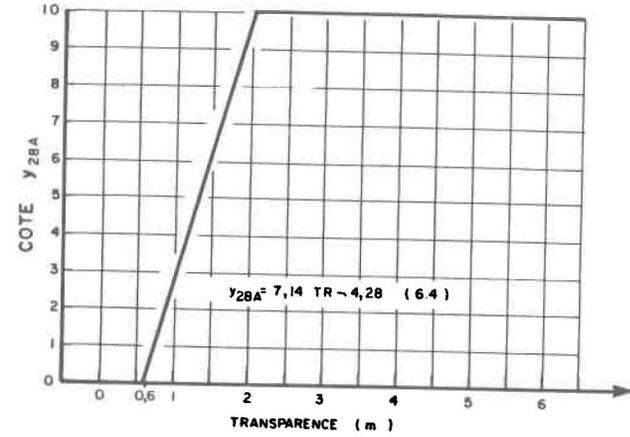


Figure 6.3. Cote  $y_{28A}$  : Transparence de l'eau.

ACTIVITÉ : BAINNADE

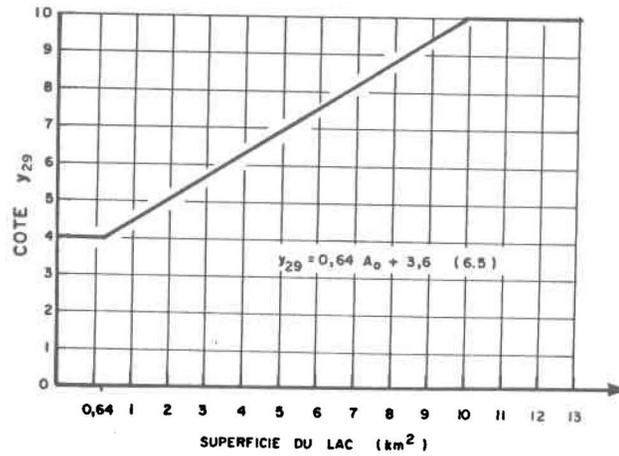


Figure 6.4. Cote  $y_{29}$  : Superficie du plan d'eau.

ACTIVITÉ : BAINNADE

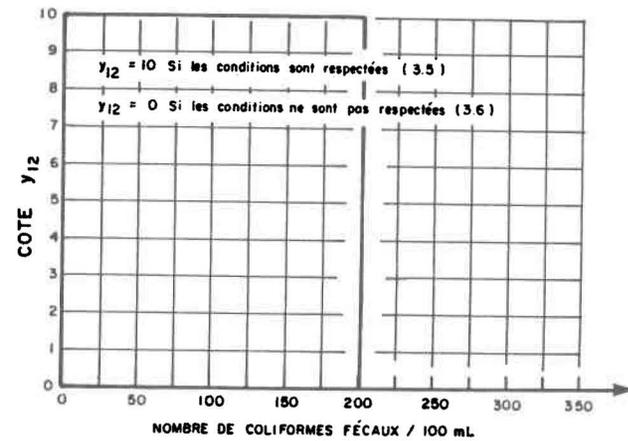


Figure 6.5. Cote  $y_{12}$  : Qualité bactériologique de l'eau

### 6.3 Application

Dans cette section, nous appliquerons les fonctions de cotation précédentes en utilisant l'échantillon de lacs du Québec déjà mentionné.

Les paramètres traités sont: la température, la transparence et la qualité de l'eau, de même que la superficie du lac. On retrouve les résultats obtenus pour chaque fonction au tableau 6.15 et les données nécessaires à leur calcul à l'appendice 5. Quant aux paramètres communs avec l'activité ski nautique, les cotes correspondantes ont été établies et calibrées au chapitre 3.

#### 6.3.1 Transparence de l'eau: cote $Y_{28A}$

Ce paramètre est assez important pour empêcher toute baignade et dans ce cas, les cotes employées par Fréchette (1977) ne sont pas assez restrictives (tableau 6.15). Une nouvelle fonction de cotation est établie en tenant compte de normes émises à la section 6.1.1.2 et de Mathieu et al. (1979) (figure 6.3):

$$Y_{28A} = 7,14 \text{ TR} - 4,28 \quad (6.4)$$

Les lacs oligotrophes ayant une transparence supérieure à 4 m ont une cote égale à 10; les lacs mésotrophes (TR, 4 à 1 m) ont une étendue de 1,7 à 10 et les lacs eutrophes de 1,6 à 0; ce qui nous semble assez représentatif.

### 6.4 Indice d'activité: $Y_B$

L'indice d'activité de la baignade se définit ainsi (tableau 6.15):

$$Y_B = \sqrt[5]{Y_6 \times Y_{12} \times Y_{27} \times Y_{28A} \times Y_{29}} \quad (6.16)$$

Les paramètres retenus pour le calcul de l'indice d'activité sont la pluviosité, la température et la transparence de l'eau, la superficie et la qualité bactériologique du plan d'eau.

Deux essais sont réalisés pour la qualité de l'eau: premièrement, en utilisant  $y_{12} = 0$  pour tous les lacs et deuxièmement,  $y_{12} = 10$ .

Le tableau 6.16 présente un résumé des fonctions de cotation retenues pour l'activité baignade.

TABLEAU 6.15 Résultats pour l'activité baignade.

| Nom des lacs   | Paramètres |                |      |                | Cotes non-retenues | Cotes retenues  |                |                 |                  |                 | Indice d'activité |                  |
|----------------|------------|----------------|------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
|                | np         | T <sub>2</sub> | TR   | A <sub>0</sub> |                    | y <sub>28</sub> | y <sub>6</sub> | y <sub>27</sub> | y <sub>28A</sub> | y <sub>29</sub> | y <sub>12</sub>   | Y <sub>B</sub> * |
| Indien         | 33,0       | 18,3           | 2,0  | 0,03           | 10,0               | 10,0            | 2,1            | 10,0            | 4,0              | 0 ou 10         | 0                 | 6,1              |
| Nadeau         | 44,0       | 19,0           | 1,6  | 0,10           | 9,0                | 6,4             | 3,3            | 7,1             | 4,0              |                 | 0                 | 5,7              |
| Trooper        | 29,0       | 23,6           | 3,8  | 0,30           | 10,0               | 10,0            | 10,0           | 10,0            | 4,0              |                 | 0                 | 8,3              |
| Cordon         | 39,0       | 22,2           | 3,3  | 0,40           | 10,0               | 8,4             | 9,0            | 10,0            | 4,0              |                 | 0                 | 7,9              |
| Saint-Pierre   | 43,0       | 18,5           | 1,6  | 0,50           | 9,0                | 6,8             | 2,4            | 7,1             | 4,0              |                 | 0                 | 5,4              |
| Duhamel        | 33,0       | 22,0           | 6,0  | 0,52           | 10,0               | 10,0            | 8,7            | 10,0            | 4,0              |                 | 0                 | 8,1              |
| Saint-Augustin | 33,0       | 22,7           | 1,13 | 0,55           | 7,8                | 10,0            | 9,9            | 3,8             | 4,0              |                 | 0                 | 6,8              |
| Théodore       | 33,0       | 21,0           | 3,3  | 0,57           | 10,0               | 10,0            | 6,9            | 10,0            | 4,0              |                 | 0                 | 7,7              |
| Boisseau       | 44,0       | 19,5           | 3,6  | 0,60           | 10,0               | 6,4             | 4,2            | 10,0            | 4,0              |                 | 0                 | 6,4              |
| Coeur (en)     | 25,0       | 22,6           | 4,5  | 0,60           | 10,0               | 10,0            | 9,8            | 10,0            | 4,0              |                 | 0                 | 8,3              |
| Waterloo       | 33,0       | 21,6           | 0,79 | 1,50           | 7,0                | 10,0            | 8,0            | 1,4             | 4,6              |                 | 0                 | 5,5              |
| Echo           | 41,0       | 22,7           | 3,5  | 1,60           | 10,0               | 7,6             | 9,9            | 10,0            | 4,6              |                 | 0                 | 8,1              |
| Ross           | 42,0       | 19,4           | 1,9  | 2,90           | 9,8                | 7,2             | 4,0            | 9,3             | 5,5              |                 | 0                 | 6,8              |
| Gillies        | 36,0       | 21,9           | 4,6  | 3,10           | 10,0               | 9,6             | 8,5            | 10,0            | 5,6              |                 | 0                 | 8,6              |
| Eternité       | 36,0       | 20,6           | 6,1  | 4,44           | 10,0               | 9,6             | 6,2            | 10,0            | 6,4              |                 | 0                 | 8,2              |
| Williams       | 32,0       | 23,3           | 1,9  | 4,92           | 9,8                | 10,0            | 10,0           | 9,3             | 6,7              |                 | 0                 | 9,1              |
| Brébeuf        | 36,0       | 19,5           | 3,5  | 6,80           | 10,0               | 9,6             | 4,2            | 10,0            | 8,0              |                 | 0                 | 8,0              |
| Sables (des)   | 42,0       | 18,0           | -    | 8,90           | -                  | 7,2             | 1,5            | -               | 9,3              |                 | 0                 | 5,6              |
| Magog          | 37,0       | 23,0           | 3,2  | 10,80          | 10,0               | 9,2             | 10,0           | 10,0            | 10,0             |                 | 0                 | 9,8              |
| Cerf (du)      | 41,0       | 24,4           | 6,2  | 12,60          | 10,0               | 7,6             | 10,0           | 10,0            | 10,0             |                 | 0                 | 9,5              |
| Squatec        | 31,0       | 19,1           | 6,2  | 12,80          | 10,0               | 10,0            | 3,5            | 10,0            | 10,0             |                 | 0                 | 8,1              |
| Brome          | 36,0       | 22,5           | 3,8  | 14,50          | 10,0               | 9,6             | 9,6            | 10,0            | 10,0             |                 | 0                 | 9,8              |
| Mourier        | 35,0       | 20,1           | 1,2  | 14,60          | 8,0                | 10,0            | 5,3            | 4,3             | 10,0             |                 | 0                 | 7,4              |
| Massawippi     | 37,0       | 21,9           | 3,4  | 17,90          | 10,0               | 9,2             | 8,5            | 10              | 10,0             |                 | 0                 | 9,5              |
| Lemoine        | 36,0       | 19,4           | 1,5  | 25,30          | 8,8                | 9,6             | 4,0            | 6,4             | 10,0             |                 | 0                 | 7,6              |
| Matapédia      | 36,0       | -              | -    | 38,10          | -                  | 9,6             | -              | -               | 10,0             |                 | 0                 | 9,9              |
| Saint-François | 33,0       | 26,0           | 2,5  | 47,10          | 10,0               | 10,0            | 10,0           | 10,0            | 10,0             |                 | 0                 | 10,0             |
| Kénogami       | 27,0       | 18,9           | 2,3  | 51,80          | 10,0               | 10,0            | 3,1            | 10,0            | 10,0             |                 | 0                 | 7,9              |
| Memphremagog   | 34,0       | 22,9           | 4,5  | 95,30          | 10,0               | 10,0            | 10,0           | 10,0            | 10,0             |                 | 0                 | 10,0             |
| Simard         | 37,0       | 19,7           | 1,3  | 169,90         | 8,3                | 9,2             | 4,6            | 5,0             | 10,0             |                 | 0                 | 7,3              |

\* avec y<sub>12</sub> = 0A<sub>0</sub> superficie brute du lac (km<sup>2</sup>)

np nombre de jours de pluie en été

T<sub>2</sub> température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août (°C)

TR transparence de l'eau (m)

TABLEAU 6.16 Synthèse de l'activité baignade.

| ACTIVITE BAIGNADE                |   |                                  |
|----------------------------------|---|----------------------------------|
| PARAMETRES                       | CONDITIONS                                | FONCTIONS DE COTATION            |
| Pluviosité                       | si $np \leq 35$ jours                     | $y_6 = 10$                       |
|                                  | si $35 < np < 45$                         | $y_6 = - 0,4 np + 24$ (2.24)     |
|                                  | si $np \geq 45$                           | $y_6 = 6$                        |
| Température de l'eau             | si $T_2 \leq 17,2$ °C                     | $y_{27} = 0$                     |
|                                  | si $17,2 < T_2 < 22,8$                    | $y_{27} = 1,79 T_2 - 30,7$ (6.2) |
|                                  | si $T_2 \geq 22,8$                        | $y_{27} = 10$                    |
| Transparence de l'eau            | si $TR \leq 0,6$ m                        | $y_{28A} = 0$                    |
|                                  | si $0,6 < TR < 2,0$                       | $y_{28A} = 7,14 TR - 4,28$ (6.4) |
|                                  | si $TR \geq 2,0$                          | $y_{28A} = 10$                   |
| Superficie du plan d'eau         | si $A_0 \leq 0,64$ km <sup>2</sup>        | $y_{29} = 4$                     |
|                                  | si $0,64 < A_0 < 10$                      | $y_{29} = 0,64 A_0 + 3,6$ (6.5)  |
|                                  | si $A_0 \geq 10$                          | $y_{29} = 10$                    |
| Qualité bactériologique de l'eau | si $CF \geq 200$ coliformes fécaux/100 ml | $y_{12} = 0$                     |
|                                  | si $CF < 200$                             | $y_{12} = 10$                    |

CHAPITRE 7

PLONGEE SOUS-MARINE

Actuellement, la plongée sous-marine occupe une place de peu d'importance par rapport aux activités précédentes; ceux qui la pratiquent sont peu nombreux et elle semble jouir de moins de popularité auprès des estivants. Cependant, comme le Québec est un pays de lacs, elle ne peut que prendre de l'expansion dans les années à venir.

Les adeptes de la plongée sous-marine plongent par amour de la découverte et de l'inconnu, ayant été bercés dès leur enfance de ces récits de trésors que recèlent les fonds marins. Ce qui attire le plongeur dans un lac, ce n'est pas tant la découverte d'épaves souvent inexistantes que la diversité du milieu naturel (flore, faune, topographie du fond). Un autre attrait pourrait être la pêche sous-marine mais celle-ci est interdite dans tous les lacs et cours d'eau du Québec sauf dans quelques secteurs du fleuve Saint-Laurent (Lefin, 1968). Selon cet auteur, le principal obstacle à la plongée au Québec est le manque de stations d'air comprimé.

## 7.1 Revue de la bibliographie

### 7.1.1 Transparence et qualité bactériologique de l'eau

En général, un plongeur doit être capable de voir horizontalement à une distance égale ou supérieure à 2 m. Ainsi, un objet est visible à 1 mètre si à cette distance, tous les détails sont parfaitement distingués (par exemple, l'écriture) (communication personnelle).

La rivière Richelieu est considérée comme un des meilleurs endroits pour la plongée en eau douce au Québec. La présence d'épaves (restes de bateaux coulés lors de la guerre de 1812) liée à un fond sableux ou rocheux, à une bonne visibilité de 3,0 à 6,1 m, à une végétation ne présentant aucun danger par un excès d'abondance et à une faune riche et variée, y sont pour beaucoup (Lefin, 1968). Selon Meunier et Guimont (1979) ainsi que Provencher et Lamontagne (1977), les exigences pour la qualité bactériologique et la transparence de l'eau sont semblables à

celles du ski nautique. Les normes du paramètre qualité bactériologique de l'eau sont identiques à celles de la baignade (Laliberté, 1976).

### 7.1.2 Profondeur du lac

Plus de 60% du plan d'eau doit se situer à une profondeur supérieure à 3 mètres s'il est fréquenté par des embarcations (voiliers, bateaux-moteur, etc...). Sur un lac où les bateaux-moteur sont interdits, le danger est moindre; mais il demeure réel dû à la présence de canots et voiliers. La majorité des centres d'intérêt naturel ou biologique se situent dans la zone photique ou pélagique en plongée sportive; c'est-à-dire, entre 0 et 10 m en eau douce et 0 à 15 m en eau salée (communication personnelle). Selon Laliberté (1976), la profondeur minimale est la profondeur où le plongeur peut se mouvoir sans danger. La profondeur maximale correspond à celle où les symptômes du mal des profondeurs peuvent se manifester; c'est-à-dire environ 30 m tout dépendant de l'endurance générale du plongeur et du mélange gazeux utilisé. Cet auteur définit également une profondeur d'observation. Elle doit se situer à une profondeur moindre que la profondeur maximale atteinte par le plongeur.

Un lac où la profondeur moyenne est supérieure à 27 mètres est peu intéressant pour la plongée. Les lacs profonds, habituellement oligotrophes, quoique possédant une bonne transparence, présentent une diversité d'organismes (poissons, plantes) plutôt faible. Il en résulte un manque d'intérêt général chez ceux qui pratiquent ce sport. Seul ceux aimant plonger en profondeur dépasseront ces limites (communication personnelle).

### 7.1.3 Accessibilité au lac

Un nombre insuffisant d'accès publics à l'eau peut limiter la pratique de la plongée sous-marine, celle-ci nécessitant un équipement très lourd (approximativement 30 kg).

Un terrain de camping possédant un accès à l'eau s'avère suffisant. Il n'est pas nécessaire d'avoir un quai ou une descente d'embarcations à moins que la rive soit escarpée. De plus, les véhicules devraient pouvoir stationner près du plan d'eau; le poids de l'équipement hors de l'eau ne favorisant pas les longs portages (communication personnelle).

#### 7.1.4 Climat

La direction et la force du vent, l'ensoleillement et la pluviosité influencent peu la plongée à moins d'une tempête; auquel cas, des lampes de plongée pallient en partie au manque de luminosité (communication personnelle).

#### 7.1.5 Température de l'eau

Ce facteur influencera l'habillement du plongeur. Ainsi, à une température supérieure à 20 °C, un habit de ski nautique suffit. Pour une température comprise entre 10° et 20 °C, l'habit complet sauf les gants est nécessaire et lorsqu'elle est inférieure à 10 °C, pour une durée de plongée de plus de 10 minutes, l'habit complet assure un confort parfait. En rivière, la température ne varie pas beaucoup entre la surface et le fond (environ 1 à 2 °C). Cependant, c'est autre chose en lac où la thermocline sert de démarcation à une chute brusque de température.

Des températures supérieures ou égales à 32 °C et inférieures à 15 °C peuvent se révéler incommodes si aucune mesure de protection n'est prise. Tel n'est pas le cas, des températures de l'air tolérées par l'homme, qui peuvent être beaucoup plus élevées et plus basses sur une longue période sans effet sérieux ou permanent. Pour l'eau cependant, l'écart entre le minimum et le maximum de température est beaucoup plus étroit. En effet, un plongeur ne peut endurer indéfiniment une eau plus froide que 21 °C s'il n'est pas protégé et une température de 15 °C et moins requiert une protection encore plus appropriée. Si le plongeur a une grande activité, une température égale ou supérieure à 26 °C est

difficile à supporter longtemps. Ce degré de confort ou d'inconfort varie selon les individus. Il dépend de leur état de nutrition, de leur santé, de leur âge, etc... mais les valeurs précédentes sont valables pour la majorité des gens (Young, 1974). Selon Meunier et Guimont (1979) ainsi que Provencher et Lamontagne (1977), les exigences quant à la température de l'eau sont identiques à celles du ski nautique. Il faut cependant tenir compte du type de plongée effectué par le sportif (en surface, en profondeur) (communication personnelle).

#### 7.1.6 Superficie du plan d'eau

Selon Laliberté (1976), n'importe quelle superficie peut être utilisée pour la pratique de cette activité.

### 7.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation

Pour Berthiaume et al. (1971), il n'y a que la transparence qui retient l'attention comme paramètre lors de l'étude de cette activité et ceci en faisant abstraction des normes de baignade. Par contre, le Service de la qualité des eaux (SQE) du ministère de l'Environnement considère la transparence de l'eau, la qualité de l'eau et certaines attractions spéciales (Gauthier et al., 1976). Pour Fréchette (1977), seule la transparence et la qualité de l'eau ont de l'importance.

#### 7.2.1 Transparence de l'eau

Il est très important de voir sous l'eau autant du point de vue de la sécurité que du plaisir personnel. Les plongeurs, en général, préfèrent des eaux où la visibilité est grande (exemple: lacs oligotrophes). Cependant, ces lacs étant peu productifs, les attractions sont plus rares. On doit alors fréquenter des eaux calmes, peu profondes et exemptes de bateaux-moteur et où les poissons peuvent évoluer sans peur (exemple: tributaires d'un lac peu habité comme le lac Tremblant). Il faut même plonger de nuit pour observer les quelques poissons qui dorment au fond

(carpes, catostomes) ce qui représente un risque supplémentaire. Les plongeurs plus expérimentés préfèrent les eaux de moins bonne visibilité (entre 2 m et 3 m) mais plus productives (lacs mésotrophes) (communication personnelle).

La fonction de cotation, selon Fréchette (1977), est expliquée dans ce qui suit à l'aide de la relation 7.1:

$$\begin{aligned}
 &\text{si } TR \leq 5 \text{ m} \\
 &\quad Y_{31} = 6 \\
 \\
 &\text{si } 5 \text{ m} < TR < 9 \text{ m} \\
 &\quad Y_{31} = TR + 1 \qquad \qquad \qquad (7.1) \\
 \\
 &\text{si } TR \geq 9 \text{ m} \\
 &\quad Y_{31} = 10
 \end{aligned}$$

où  $TR$  est la transparence de l'eau (m).

Après divers essais, nous avons plutôt opté pour la représentation suivante, plus restrictive (figure 7.1 et relation 7.2):

$$\begin{aligned}
 &\text{si } TR \leq 1,0 \text{ m} \\
 &\quad Y_{31A} = 0 \\
 \\
 &\text{si } 1,0 \text{ m} < TR < 4,0 \text{ m} \\
 &\quad Y_{31A} = 3,3 \quad TR - 3,3 \qquad \qquad \qquad (7.2) \\
 \\
 &\text{si } TR \geq 4,0 \text{ m} \\
 &\quad Y_{31A} = 10
 \end{aligned}$$

Pour de plus amples informations, il faut consulter la section 7.3.

### 7.2.2 Qualité bactériologique de l'eau

Ce paramètre ne peut annuler l'activité  $Y_{PL}$  car le plongeur a toujours la possibilité d'éviter les zones polluées en se déplaçant; ce qui n'est pas le cas des baigneurs. Il n'est pas retenu.

### 7.2.3 Température de l'eau

La fonction de cotation retenue pour les essais est la suivante:

si  $T_2 \leq 15,6 \text{ } ^\circ\text{C}$  (60  $^\circ\text{F}$ )

$$y_{32} = 7$$

si  $15,6 \text{ } ^\circ\text{C} < T_2 < 26,7 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$y_{32} = 10$$

si  $T_2 \geq 26,7 \text{ } ^\circ\text{C}$  (80  $^\circ\text{F}$ )

$$y_{32} = 7$$

où  $T_2$  est la température moyenne de l'eau du lac en surface, pour juillet et août ( $^\circ\text{C}$ ).

Ce paramètre ne joue pas vraiment un rôle important face à la plongée ( $7,0 \leq y_{32} \leq 10,0$ ) comme son écart de variation possible en témoigne. En effet, les désagréments associés à l'eau froide sont facilement compensés par un habillement adéquat. De plus, en profondeur, là où les plongeurs aiment se livrer à l'observation, l'eau est toujours très froide (si la stratification thermique est marquée); ce facteur diminue encore plus la portée réelle du paramètre. Un essai en a tout de même été fait (section 7.3) qui a conduit à l'abandon du paramètre.

#### 7.2.4 Profondeur moyenne du lac

Après avis de personnes consultées, ce paramètre doit être retenu car on y associe le niveau trophique donc la diversité du milieu. Ainsi, un lac oligotrophe où la profondeur est élevée mais la productivité faible sera moins apprécié des plongeurs qu'un lac mésotrophe où la profondeur est moindre mais la diversité du milieu plus grande. Par contre, un lac eutrophe est à bannir pour sa profondeur trop faible et sa productivité biologique qui la plupart du temps réduit la transparence de ses eaux. La fonction de cotation retenue s'énonce comme suit (figure 7.2):

si  $P_m < 2$  m

$$y_{36} = 0$$

si  $2 \text{ m} \leq P_m < 5 \text{ m}$

$$y_{36} = 3,33 P_m - 6,66 \quad (7.3)$$

si  $5 \text{ m} \leq P_m \leq 10 \text{ m}$

$$y_{36} = 10$$

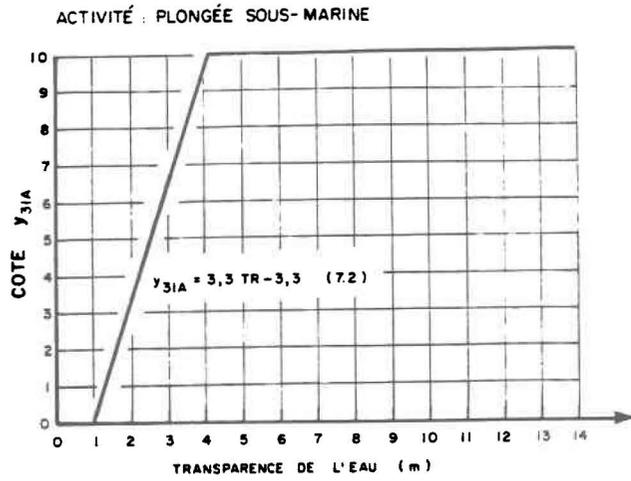
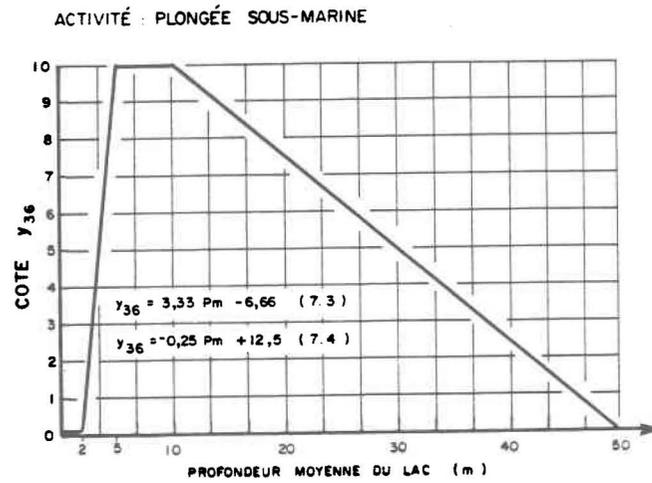
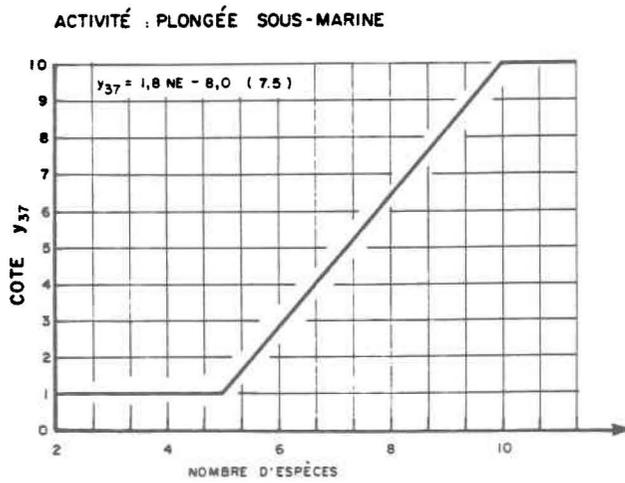
si  $10 \text{ m} < P_m \leq 50 \text{ m}$

$$y_{36} = -0,25 P_m + 12,5 \quad (7.4)$$

où  $P_m$  est la profondeur moyenne du lac (m).

#### 7.2.5 Diversité des espèces de poissons

Dans certains cas, ce paramètre se révèle plus important que la transparence. Contrairement à la pêche où l'intérêt se porte vers les espèces dites nobles (truite, saumon, etc...), la plongée considère l'achigan et la carpe comme digne d'intérêt. Ces espèces se retrouvent dans les eaux peu profondes de la zone littorale et se tiennent en groupe. Certains poissons comme l'achigan suivent le plongeur comme de petits chiens. L'observation est alors plus facile. La fonction de cotation se définit comme suit (figure 7.3):

Figure 7.1 . Cote  $y_{31A}$  : Transparence de l'eau .Figure 7.2 . Cote  $y_{36}$  : Profondeur moyenne du lac .Figure 7.3 . Cote  $y_{37}$  : Diversité des espèces .

si  $NE < 5$  espèces

$$y_{37} = 1$$

si  $5 \text{ espèces} \leq NE \leq 10 \text{ espèces}$

$$y_{37} = 1,8 NE - 8,0 \quad (7.5)$$

si  $NE > 10$  espèces

$$y_{37} = 10$$

où  $NE$  est le nombre d'espèces dans le lac.

### 7.3 Application

Dans cette section, nous appliquerons les fonctions de cotation précédentes en utilisant un échantillon d'une trentaine de lacs du Québec.

Les paramètres traités sont: la transparence et la température de l'eau. On retrouve les résultats obtenus pour chaque fonction au tableau 7.1 et les données nécessaires à leur calcul à l'appendice 5 (tableau A 5.4).

#### 7.3.1 Transparence de l'eau: cote $y_{31A}$

La cote  $y_{31}$  agissant comme une constance (tableau 7.1), son calcul dans la forme présente est abandonné. Quelques essais ont été faits et parmi ceux-ci, la cote  $y_{31A}$  a été retenue.

Essai 1:

En utilisant des normes obtenues de la section 7.1.1, on a:

si  $TR \leq 0,2 \text{ m}$

$$y_{31B} = 0$$

si  $TR \geq 3 \text{ m}$

$$y_{31B} = 10$$

si  $0,2 \text{ m} < TR < 3 \text{ m}$

$$y_{31B} = 3,6 TR - 0,72 \quad (7.6)$$

Les lacs eutrophes risquent ici d'être cotés trop hauts (Ex. lac Waterloo où  $y_{31B} = 2,1$ ). En réalité, ce lac est tellement opaque que le plaisir procuré par la plongée est nul.

Essai 2:

En se fondant, sur la transparence du lac Waterloo (lac eutrophe), nous avons choisi d'affecter une cote nulle à un plan d'eau dont la transparence est inférieure ou égale à 1,0 m puisque le potentiel de plongée y est inexistant.

si  $TR \leq 1,0 \text{ m}$

$$y_{31C} = 0$$

si  $TR \geq 3,0 \text{ m}$

$$y_{31C} = 10$$

si  $1,0 \text{ m} < TR < 3 \text{ m}$

$$y_{31C} = 5,0 TR - 5,0 \quad (7.7)$$

De plus, on sait qu'un lac oligotrophe a une transparence (été) supérieure à 4 m; celle d'un lac mésotrophe est comprise entre 4 et 1 m et celle d'un lac eutrophe est inférieure à 1 m (Mathieu et al., 1979). Pour tenir compte des informations de la section 7.1.1, la norme supérieure considérée idéale a été haussée à 4,0 m soit, la limite de la mésotrophie.

## Essai 3:

La formulation de la fonction de cotation  $y_{31A}$  a été retenue (section 7.2.1).

7.3.2 Température de l'eau: cote  $y_{32}$ 

Ce paramètre s'est révélé non-discriminant vu sa faible variabilité dans le contexte de notre échantillon (tableau 7.1).

7.4 Indice d'activité:  $Y_{PL}$ 

L'indice d'activité de la plongée sous-marine se définit ainsi (tableau 7.1):

$$Y_{PL} = \sqrt[3]{y_{31A} \times y_{36} \times y_{37}} \quad (7.8)$$

Trois paramètres ont été retenus soit la transparence de l'eau, la profondeur moyenne du lac et la diversité des espèces.

Le tableau 7.2 présente un résumé des fonctions de cotation retenues pour l'activité plongée sous-marine.

TABLEAU 7.1 Résultats pour l'activité plongée sous-marine.

| Nom des lacs   | Paramètres |                |       |    | Cotes non-retenues |      |      |     | Cotes retenues |      |      | Indice d'activité |
|----------------|------------|----------------|-------|----|--------------------|------|------|-----|----------------|------|------|-------------------|
|                | TR         | T <sub>2</sub> | Pm    | NE | Y31                | Y31B | Y31C | Y32 | Y31A           | Y36  | Y37  | Y <sub>PL</sub>   |
| Indien         | 2,0        | 18,3           | 1,7   | 2  | 6                  | 6,5  | 5    | 10  | 3,3            | 0    | 1,0  | 0                 |
| Nadeau         | 1,6        | 19,0           | 3,0   | 3  | 6                  | 5,0  | 3    | 10  | 2,0            | 3,3  | 1,0  | 1,9               |
| Trooper        | 3,8        | 23,6           | 3,8   | 2  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 9,2            | 6,0  | 1,0  | 3,8               |
| Cordon         | 3,3        | 22,2           | 10,1  | 2  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 7,6            | 10,0 | 1,0  | 4,2               |
| Saint-Pierre   | 1,6        | 18,5           | 6,2   | 5  | 6                  | 5,0  | 3    | 10  | 2,0            | 10,0 | 1,0  | 2,7               |
| Duhamel        | 6,0        | 22,0           | 11,6  | -  | 7                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 10             | 9,6  | -    | 9,8               |
| Saint-Augustin | 1,13       | 22,7           | 3,6   | 6  | 6                  | 3,3  | 0,7  | 10  | 0,4            | 5,3  | 2,8  | 1,8               |
| Théodore       | 3,3        | 21,0           | 7,68  | -  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 7,6            | 10,0 | -    | 8,7               |
| Boisseau       | 3,6        | 19,5           | 21,6  | 5  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 8,6            | 7,1  | 1,0  | 3,9               |
| Coeur (en)     | 4,5        | 22,6           | 7,8   | 3  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 10,0           | 10,0 | 1,0  | 4,6               |
| Waterloo       | 0,79       | 21,6           | 2,9   | 7  | 6                  | 2,1  | 0    | 10  | 0              | 3,0  | 4,6  | 0                 |
| Echo           | 3,5        | 22,7           | 7,4   | 3  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 8,3            | 10,0 | 1,0  | 4,4               |
| Ross           | 1,9        | 19,4           | 4,0   | 2  | 6                  | 6,1  | 4,5  | 10  | 3,0            | 6,7  | 1,0  | 2,7               |
| Gillies        | 4,6        | 21,9           | 10,9  | 5  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 10,0           | 9,8  | 1,0  | 4,6               |
| Eternité       | 6,1        | 20,6           | 12,3  | 6  | 7,1                | 10,0 | 10,0 | 10  | 10,0           | 9,4  | 2,8  | 6,4               |
| Williams       | 1,9        | 23,3           | 11,1  | 7  | 6                  | 6,1  | 4,5  | 10  | 3,0            | 9,7  | 4,6  | 5,1               |
| Brébeuf        | 3,5        | 19,5           | 16,6  | 2  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 8,3            | 8,4  | 1,0  | 4,1               |
| Sables (des)   | -          | 18,0           | 26,0  | 3  | -                  | -    | -    | 10  | -              | 6,0  | 1,0  | 2,4               |
| Magog          | 3,2        | 23,0           | 9,8   | 9  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 7,3            | 10,0 | 8,2  | 8,4               |
| Cerf (du)      | 6,2        | 24,4           | 34,35 | 8  | 7,2                | 10,0 | 10,0 | 10  | 10,0           | 3,9  | 6,4  | 6,3               |
| Squatec        | 6,2        | 19,1           | 21,9  | 6  | 7,2                | 10,0 | 10,0 | 10  | 10,0           | 7,0  | 2,8  | 5,8               |
| Brome          | 3,8        | 22,5           | 5,8   | 10 | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 9,2            | 10,0 | 10,0 | 9,7               |
| Mourier        | 1,2        | 20,1           | 3,8   | 8  | 6                  | 3,6  | 1,0  | 10  | 0,7            | 6,0  | 6,4  | 3,0               |
| Massawippi     | 3,4        | 21,9           | 41,6  | 14 | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 7,9            | 2,1  | 10,0 | 5,5               |
| Lemoine        | 1,5        | 19,4           | 9,1   | 2  | 6                  | 4,7  | 2,5  | 10  | 1,7            | 10,0 | 1,0  | 2,6               |
| Matapédia      | -          | -              | 16,6  | 15 | -                  | -    | -    | 10  | -              | 8,4  | 10,0 | 9,2               |
| Saint-François | 2,5        | 26,0           | 15,64 | 9  | 6                  | 8,3  | 7,5  | 10  | 5,0            | 8,6  | 8,2  | 7,1               |
| Kénogami       | 2,3        | 18,9           | 16,3  | 9  | 6                  | 7,6  | 6,5  | 10  | 4,3            | 8,4  | 8,2  | 6,7               |
| Memphremagog   | 4,5        | 22,9           | 15,55 | 7  | 6                  | 10,0 | 10,0 | 10  | 10,0           | 8,6  | 4,6  | 7,3               |
| Simard         | 1,3        | 19,7           | 8,7   | 14 | 6                  | 4,0  | 1,5  | 10  | 1,0            | 10,0 | 10,0 | 4,6               |

NE nombre d'espèces dans le lac

Pm profondeur moyenne du lac (m)

TR transparence de l'eau (m)

T<sub>2</sub> température moyenn de l'eau du lac en surface, pour juillet et août (°C)

Données fournies par le SQE, le tableau 8.21 et l'appendice 5.

TABLEAU 7.2 Synthèse de l'activité plongée sous-marine.

| ACTIVITE PLONGEE SOUS-MARINE      |                        |                                   |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| PARAMETRES                        | CONDITIONS             | FONCTIONS DE COTATION             |
| Transparence de l'eau             | si $TR \leq 1,0$ m     | $y_{31A} = 0$                     |
|                                   | si $1,0 < TR < 4,0$    | $y_{31A} = 3,3 TR - 3,3$ (7.2)    |
|                                   | si $TR \geq 4,0$       | $y_{31A} = 10$                    |
| Profondeur moyenne du lac         | si $Pm < 2$ m          | $y_{36} = 0$                      |
|                                   | si $2 \leq Pm < 5$     | $y_{36} = 3,33 Pm - 6,66$ (7.3)   |
|                                   | si $5 \leq Pm \leq 10$ | $y_{36} = 10$                     |
|                                   | si $10 < Pm \leq 50$   | $y_{36} = - 0,25 Pm + 12,5$ (7.4) |
| Diversité des espèces de poissons | si $NE < 5$ espèces    | $y_{37} = 1$                      |
|                                   | si $5 \leq NE \leq 10$ | $y_{37} = 1,8 NE - 8,0$ (7.5)     |
|                                   | si $NE > 10$           | $y_{37} = 10$                     |

CHAPITRE 8

PECHE

Le Québec est un paradis pour les pêcheurs étant donné le grand nombre de lacs parsemant son territoire. Cependant, fait malheureux, l'avance de la civilisation fait reculer ou disparaître beaucoup des espèces dites nobles au profit d'espèces moins intéressantes, moins combattives.

Selon le MTCP (1972)\*, il faut distinguer entre pêche sportive et pêche récréative; la différence se situant surtout au niveau de l'espèce pêchée (tableau 8.1). Les espèces dites sportives sont souvent moins résistantes aux fluctuations du milieu que les autres (tableau 8.2).

Aussi, l'aménagement intensif de chalets sur les rives d'un lac impliquant la présence de bateaux-moteur, de baignade, etc... et la pratique de certaines activités urbaines, agricoles et industrielles, se révèlent souvent concurrentiels avec la pratique de la pêche. D'après Boisclair et Tremblay (1978), ce sport se pratique principalement près des rives; ce qui implique leur conservation, leur non-dégradation car le poisson y trouve le matin et le soir une nourriture plus abondante.

Dans la section suivante, nous passerons en revue la bibliographie concernant certains paramètres et dans une seconde partie, nous élaborerons la méthode de cotation de cette activité.

## 8.1 Revue de la bibliographie

### 8.1.1 Superficie du plan d'eau, superficie du lac par embarcation et par chalet et superficie productive

Selon Seppanen (1972) et le MTCP (1972)\*, on peut pratiquer la pêche avec intérêt sur des lacs de 0,2 à 0,8 km<sup>2</sup> où la superficie très réduite empêche la tenue d'autres activités récréatives. A la direction de

\* Actuellement MLCP (ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec).

TABLEAU 8.1 Espèces pêchées\* (adapté de MTCP).

| PECHE SPORTIVE                      | PECHE RECREATIVE |
|-------------------------------------|------------------|
| Saumon de l'Atlantique              | Barbotte         |
| Truite mouchetée                    | Barbue           |
| Truite rouge du Québec              | Perchaude        |
| Truite grise                        | Crapet           |
| Truite arc-en-ciel                  | Corégone         |
| Truite brune                        | Eperlan          |
| Truite moulac                       | Lotte, etc...    |
| Ouananiche                          |                  |
| Omble de l'Arctique                 |                  |
| Maskinongé                          |                  |
| Brochet maillé                      |                  |
| Doré jaune                          |                  |
| Achigan à petite ou à grande bouche |                  |

\* Consulter l'appendice 7

TABLEAU 8.2 Liste des espèces de poissons en fonction de leur résistance physiologique (Meunier et Guimont, 1979).

| TOLERANTS                             | ASSEZ TOLERANTS                        | PEU TOLERANTS                                     |
|---------------------------------------|--|---|
| Cyprinidae<br>(carpes)                | Acipenseridae<br>(esturgeons)          | Salmonidae<br>(saumons,<br>truites,<br>corégones) |
| Catostomidae<br>(meuniers et suceurs) | Lepisosteidae<br>(lépisostés)          | Osmeridae<br>(éperlans)                           |
| Ictaluridae<br>(barbues et barbottes) | Amiidae<br>(poissons castors)          | Percichthyidae<br>(bars)                          |
|                                       | Esocidae<br>(brochets)                 |   |
|                                       | Cyprinidae<br>(méné)                   |   |
|                                       | Gadidae<br>(lottes et poulamons)       |   |
|                                       | Centrarchidae<br>(crapets et achigans) |   |
|                                       | Percidae<br>(perches et dorés)         |   |

l'Aménagement et de l'Exploitation de la Faune (MTCP), les classes de superficie utilisées pour l'étude de poissons sportifs, dans le cadre d'une diagnose écologique, sont énumérées au tableau 8.3. Cependant, ces superficies n'ont pas la même signification selon qu'il s'agit d'un lac à truite mouchetée, à truite grise, à brochet ou à doré. Par exemple, un grand lac offrira une pêche intéressante au brochet et à la truite grise (classes 0,4 - 1,9; 2,0 km<sup>2</sup> et plus) tandis qu'un petit lac sera recherché des pêcheurs pour la truite mouchetée. En général, à conditions égales, plus un lac est grand, meilleure sera la récolte de poissons (Fournier, 1978).

TABLEAU 8.3 Classes de superficie (Fournier, 1978).

| Superficies (km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|
| 0,004 - 0,036                  |
| 0,04 - 0,076                   |
| 0,08 - 0,19                    |
| 0,2 - 0,39                     |
| 0,4 - 1,9                      |
| 2,0 et plus                    |

Pour qu'il ne soit pas nécessaire d'ensemencer artificiellement un lac de façon à soutenir son rendement, la superficie minimale requise par chalet est de 0,1 km<sup>2</sup> de façon à éviter une surexploitation.

En tenant compte de la tolérance du plan d'eau, une superficie de 0,004 à 0,04 km<sup>2</sup> par embarcation est requise (Seppanen, 1972) pour pêcher. Berthiaume et al. (1971) ainsi que Laliberté (1976) recommandent au moins 0,01 km<sup>2</sup> avec comme minimum 0,004 km<sup>2</sup> par embarcation. De plus, ces auteurs préconisent qu'environ le tiers de la zone riveraine soit reconnu zone exclusive de pêche.

La zone la plus productive d'un lac se situe entre 0 et 6 m de profondeur. En général, c'est là que l'on retrouve les macrophytes. Selon Boisclair et Tremblay (1978), la zone tampon de 75 m de largeur le long de la rive, retranchée lors du calcul de la superficie navigable, a l'avantage d'éliminer les secteurs du lac où se rencontrent les obstacles naturels (récifs, troncs d'arbres, plantes aquatiques, etc...). C'est justement cette zone qui présente de l'importance pour le poisson comme sites de frai, de nourriture et d'abri.

#### 8.1.2 Profondeur moyenne et maximale du lac

Selon Vézina (1978), la productivité d'un lac (rendement de pêche) est inversement proportionnelle à sa profondeur moyenne et elle est souvent estimée à l'aide de ce paramètre. Cependant, la profondeur moyenne est plus ou moins importante selon le profil du lac. En effet, un lac profond avec plateau riverain est différent d'un lac profond à bords escarpés. Les classes de profondeur utilisées par le MLCP, lors de sa diagnose écologique, sont énumérées au tableau 8.4. On remarque que plus la profondeur moyenne est grande, moins la productivité en poissons par unité de surface est élevée. La zone la plus productive d'un lac est la zone la moins profonde, celle près des berges (Fournier, 1978). Selon d'autres auteurs, les productivités primaire et secondaire sont très grandes pour un lac peu profond et la productivité en poissons est maximale pour un lac moyennement profond (communication personnelle). De plus, la profondeur moyenne est en relation avec la température de l'eau. Plus un lac est profond, plus l'eau est froide (Laliberté, 1976). Selon Fournier (1978), durant les saisons estivale et hivernale, des conditions

de températures particulières reliées à une déficience en oxygène dissous, peuvent être critiques pour la faune et ceci à une profondeur moyenne supérieure à 2 m.

TABLEAU 8.4 Classes de profondeur (Fournier, 1978).

| Profondeur moyenne<br>m | Productivité en poissons<br>par unité de surface                |
|-------------------------|---|
| 0,3 - 1,5               | très productif<br>fragilité des conditions<br>physico-chimiques |
| 1,8 - 2,7               | très productif  |
| 3,0 - 4,2               | de moins  |
| 4,6 - 5,8               | en  |
| 6,1 - 7,3               | moins   |
| 7,6 et plus             | productif   |



Selon LaLiberté (1976), les espèces de poissons présentes dans un lac dépendent de sa profondeur. En ce qui concerne la truite mouchetée, "plus la profondeur moyenne est grande, moins le lac est considéré comme productif" (Fournier, 1978). A la fin de l'été et de l'hiver, les conditions d'oxygénation, de température, etc... peuvent se révéler impropres à la survie de la truite à une profondeur supérieure à 2,0 m. Au contraire, la truite grise a d'autres exigences. Ainsi, un lac, où la profondeur moyenne est supérieure à 6,0 m, est un habitat idéal pour cette espèce. Une profondeur moyenne se situant entre 3,0 et 5,0 m favorise le brochet. De plus, "si la profondeur moyenne est la résultante de zones marécageuses, peu profondes et plus profondes, la population de brochets

sera favorisée". Une profondeur moyenne se situant entre 3,0 et 6,0 m avantage une population de dorés (Fournier, 1978).

La profondeur maximale est moins importante comme indice de productivité. Elle sert plutôt à vérifier si "la profondeur moyenne résulte d'une grande variation de profondeurs ou non".

La truite mouchetée habite à des profondeurs inférieures à 12,0 m. Dans certains cas, il est important qu'un lac ait une zone profonde. Pour la truite grise, plus la profondeur maximale est élevée, plus cette espèce est favorisée. Au contraire, le brochet fréquente les faibles profondeurs surtout l'été. Durant le jour, le doré se trouve en eaux profondes car il fuit la lumière. On le verra dans la zone peu profonde la nuit (Fournier, 1978).

#### 8.1.3 Puissance du moteur

Des moteurs de force 10 H.P. sont adéquats pour propulser les embarcations servant aux pêcheurs (Berthiaume et al., 1971). D'autres renseignements sont disponibles à la section 2.1.9.

#### 8.1.4 Température de l'eau

Un lac suffisamment profond peut connaître une stratification thermique. On distingue alors trois zones: l'épilimnion, le métalimnion et l'hypolimnion. Durant la stratification, le gradient de température de la thermocline (1 °C/m) joue un rôle important. C'est une barrière à la migration de certaines espèces. En période d'isothermie, cet obstacle n'existe plus. Il y a étagement des espèces de poissons en fonction de la profondeur et la température affecte cette distribution. Les organismes d'eaux chaudes préfèrent l'épilimnion à l'hypolimnion plus froid (Marcotte, 1978; Choquette, 1980).

L'activité des poissons augmente avec la température de l'eau jusqu'à une température optimale variable selon les espèces (Fournier, 1978).

Une hausse de température en milieu eutrophe a moins d'importance que si elle se produisait dans un lac oligotrophe car les espèces y sont moins tolérantes (Marcotte, 1978; Choquette, 1980). Plusieurs paramètres sont affectés par une fluctuation de température, pour n'en citer qu'un: la solubilité des gaz dans l'eau et en particulier de l'oxygène. En effet, une variation de température, par exemple de 13 °C à 20 °C, peut occasionner une diminution de la concentration d'oxygène de 14%, ce qui affecte la survie du vivant (Brémond et Vuichard, 1973). Provencher et Lamontagne (1977) préconisent pour les organismes tolérants une limite supérieure de 20 °C et pour les non-tolérants de 12 °C.

Des facteurs comme de mauvaises frayères, la présence de cyprins ou d'autres espèces d'eaux chaudes et un réchauffement important de l'eau, peuvent limiter la croissance d'espèces telles la truite mouchetée ou le brochet et leur quantité dans le lac (Fournier, 1978).

#### 8.1.5 Oxygène et pH

L'oxygène est un élément essentiel à la vie. Il est cependant difficile d'établir des normes car les besoins en oxygène varient selon l'espèce, son âge, la température et la concentration des autres substances dans l'eau (Brémond et Vuichard, 1973). Certaines expériences en laboratoire et l'expérimentation en milieu naturel permettent d'avancer certains chiffres. D'après Ellis (1937), l'asphyxie pour une majorité d'espèces a lieu à une concentration d'oxygène dissous de 3 mg/l pour une température de 25 °C. Berthiaume et al. (1971) avance 5 mg/l d'oxygène dissous comme concentration minimale pour permettre la survie du poisson. En milieu naturel, d'autres auteurs considèrent les valeurs minimales suivantes: une concentration de 7,0 mg/l est nécessaire aux salmonidés, se tenant en eaux profondes, pour vivre et se reproduire et 5,0 mg/l est

nécessaire aux cyprinidés (Brémond et Vuichard, 1973; Pesson *et al.*, 1976). De façon plus générale, Provencher et Lamontagne (1977) préconisent pour les organismes tolérants une limite inférieure de 4,0 mg/l et de 7,0 mg/l pour les non-tolérants. Les espèces sténothermes (truite, corégone) sont fragiles à une diminution d'oxygène dissous dans le milieu et souvent elles sont remplacées au profit d'espèces plus tolérantes et moins appréciées des pêcheurs (Marcotte, 1978). Le tableau 8.5 présente quelques concentrations minimales d'oxygène (mg/l) nécessaires à une survie de 84 heures et ceci pour trois températures différentes (essais en laboratoire).

TABLEAU 8.5 Concentration minimale d'oxygène (mg/l) nécessaire à une survie de 84 heures en fonction de la température (Brémond et Vuichard, 1973).

| Espèces            | Températures |       |       |
|--------------------|--------------|-------|-------|
|                    | 10 °C        | 16 °C | 20 °C |
| Truite arc-en-ciel | 1,90         | 3,00  | 2,65  |
| Perche             | 1,00         | 1,35  | 1,25  |
| Carpe              | 0,50         | 1,75  | 3,75  |

Selon Fournier (1978), pour une saturation de 50% et plus d'oxygène dans les zones de l'épilimnion, du métalimnion et de l'hypolimnion, les poissons sportifs ne sont pas perturbés dans leurs fonctions vitales et cela pour toutes températures inférieures à 20 °C. Il ne faut pas oublier que le pourcentage de saturation en oxygène diminue avec la tempé-

rature et ceci pour une même valeur de la concentration d'oxygène dissous (Brémond et Vuichard, 1973; Dajoz, 1975).

Le pH est la mesure de la concentration des ions hydrogène dans l'eau. Il dépend de la géologie du bassin versant, de la nature du fond lacustre ou de la nature du lit de la rivière. On ne peut le dissocier d'autres paramètres tels la température, l'oxygène dissous et la minéralisation des eaux. Son influence se fait sentir surtout au niveau des équilibres chimiques. Ainsi, un élément tel le sulfure de sodium peut se révéler toxique dépendant de l'acidité des eaux (Brémond et Vuichard, 1973; Dajoz, 1975). Provencher et Lamontagne (1977) considèrent que les bornes inférieures et supérieures de 6,5 et 8,5 sont nécessaires pour maintenir la vie des organismes non-tolérants. Des limites de 5,5 et de 9,0 sont suffisantes pour les espèces tolérantes. Le rendement de la pêche baisse beaucoup avec des pH inférieurs à 5,0 car une diminution importante des productivités primaire et secondaire apparaît (Dajoz, 1975).

Les espèces ichtyologiques peuvent s'adapter à des conditions de pH variable. Le tableau 8.6 représente les effets de diverses valeurs de pH sur les poissons.

#### 8.1.6 Conductivité

La concentration des sels minéraux dissous dans l'eau est importante pour la vie aquatique car elle exerce une pression osmotique sur les organismes. Une brusque variation de la salinité entraîne des migrations et de fortes mortalités de la population.

Une bonne conductivité piscicole varie entre 150 et 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Peu de plans d'eau ont une conductivité s'élevant jusqu'à 1 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et au-delà de 3 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , les conditions sont nettement défavorables à un bon équilibre écologique (Brémond et Vuichard, 1973). Ce paramètre a été employé par certains auteurs pour déterminer la productivité d'un plan

TABLEAU 8.6 Effets du pH sur les organismes (adapté de Brémond et Vuichard, 1973; Dajoz, 1975).

| pH                | Effets observés  |
|-------------------|--|
| de 3,0 à 3,5      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortel pour le poisson</li> <li>- Quelques invertébrés et macrophytes peuvent subsister</li> </ul>  |
| de 3,6 à 4,0      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mort des salmonidés</li> <li>- Le gardon (cyprinidé), la perche et le brochet peuvent survivre après acclimatation</li> </ul>   |
| de 4,1 à 4,5      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Certains poissons s'adaptent mais la mortalité est élevée</li> <li>- Le brochet se reproduit</li> </ul>   |
| de 4,6 à 5,0      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dangereux pour les oeufs de salmonidés</li> </ul>   |
| pH < 5,0          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limite inférieure pour la survie d'un grand nombre d'espèces. Cependant, quelques espèces après acclimatation supportent des pH inférieurs (perche, brochet)</li> </ul> |
| de 5,0 < pH < 9,0 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sans danger pour la plupart des espèces de poissons</li> </ul>  |
| de 6,0 < pH < 7,2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zone optimale pour la reproduction de nombreuses espèces</li> </ul>   |
| de 7,5 < pH < 8,5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Productivité planctonique très bonne</li> </ul>   |
| pH > 8,5          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Certaines algues sont détruites</li> </ul>  |
| pH > 9,0          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortalité pour plusieurs espèces (salmonidés)</li> </ul>  |
| de 9,0 à 9,5      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dangereux pour la perche et les salmonidés en cas de séjour prolongé</li> </ul>   |
| de 9,6 à 10,0     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuisible au développement de certaines espèces</li> <li>- Mortel pour les salmonidés en cas de séjour prolongé</li> </ul>   |
| de 10,1 à 10,5    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Supporté un court laps de temps par le gardon</li> </ul>  |
| de 10,6 à 11,5    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortel pour tous les poissons</li> </ul>  |

d'eau. Cependant, comme sa concentration est proportionnelle aux types de sols drainés, la valeur obtenue est régionale (section 8.1.8) (Fournier, 1978).

### 8.1.7 Productivité du lac

Selon Provencher et Thibault (1976), la productivité (rendement de pêche) se calcule comme suit (tableau 8.18):

$$PR = \sqrt{\frac{SDT}{P_m}} \quad (8.1)$$

où PR est la productivité du lac (rendement en livre/acre)  
 SDT les solides dissous totaux  
 et P<sub>m</sub> la profondeur moyenne du lac (pi).

On pourrait la traduire par la relation 8.2 (Le Rouzès et al., 1976; Fournier, 1978):

$$PR = \sqrt{IME} \quad (8.2)$$

$$\text{où} \quad IME = \frac{SDT}{P_m} \quad (8.3)$$

et IME est l'indice morpho-édaphique de Ryder (1965).

L'indice morpho-édaphique de Ryder (1965) (IME) rend compte de la productivité de grands lacs. Selon la relation 8.2, plus la profondeur moyenne est grande, moins un lac est productif pour une même quantité de solides dissous totaux.

La mesure des solides dissous totaux en lac n'est pas toujours disponible. Cependant, à partir de la conductivité, il est possible d'effectuer une transformation de façon à obtenir cette donnée. Ainsi, on

peut estimer la concentration des solides dissous de la façon suivante (Le Rouzès et al., 1976):

$$\text{SDT} \cong 0,6 \text{ Co} \quad (8.4)$$

$$\text{Donc, } \text{IME} = \frac{0,6 \text{ Co}}{\text{Pm}} \quad (8.5)$$

$$\text{si } \text{IME} > 3,0$$

$$\text{IME} = 3,0$$

$$\text{et } \text{PR} = \sqrt{\frac{0,6 \text{ Co}}{\text{Pm}}} \quad (8.6)$$

où Co est la conductivité moyenne de surface en été ( $\mu\text{S/cm}$ ).

Selon Vézina (1978), cet indice de Ryder semble inapplicable en regard de la superficie des lacs du Québec et des espèces qu'on y trouve. Comme la concentration d'un lac en sels minéraux est proportionnelle aux types de sols drainés, la valeur obtenue est régionale (Fournier, 1978). Divers auteurs, pour évaluer la productivité et par cela le potentiel halieutique d'un plan d'eau, ont considéré des facteurs tels la superficie (Rounsefell, 1946) et la profondeur moyenne (Rawson, 1952).

Samson (1973) a modifié l'indice morpho-édaphique de Ryder pour l'appliquer au parc des Laurentides (petits lacs) pour la truite mouche-tée de façon à obtenir une méthode d'évaluation des rendements (relation 8.7) (Samson, 1973; Fournier, 1978; Vézina, 1978):

$$\log R = (0,97231 + 0,17184) \log \text{SDT}/(\text{Pm})^2 \quad (8.7)$$

où R est le rendement du lac (lb/acre).

Cependant, il y aurait sous-estimation des lacs fournissant un rendement supérieur à 8 lb à l'acre et surestimation des lacs à faible rendement (Vézina, 1978).

Ce dernier auteur a, dans une étude, traité 14 paramètres pour essayer d'obtenir une corrélation avec le rendement des lacs. Il s'agit de la superficie, de la profondeur moyenne, du taux d'oxygène en surface et au fond, de la différence du taux d'oxygène entre la surface et le fond, de la hauteur de la thermocline, du pH en surface, de la conductivité en surface, de la longueur de la ligne de rivage, du volume, de l'indice morpho-édaphique de Ryder (1965), de l'indice morpho-édaphique modifié de Samson (1972), du rendement moyen obtenu sur le lac au cours des dernières années (minimum 5 ans) et du rendement optimum déterminé.

Le paramètre obtenu comme étant le plus significatif pour le calcul du rendement est la profondeur moyenne. Le rendement optimum étant une valeur connue, les 14 paramètres furent testés dans 3 réserves et un parc soit, les réserves Saint-Maurice, Mastigouche, Portneuf et le parc des Laurentides. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 8.7. La représentation graphique des relations est montrée aux figures 8.1 à 8.5.

#### 8.1.8 Potentiel écologique

Un lac est un système en équilibre supportant de nombreux organismes vivants ayant des relations entre eux et leur milieu. L'évaluation du potentiel écologique développée au Service de la qualité des eaux (SQE) du ministère de l'Environnement tient compte du potentiel que possède la zone riveraine à fournir abri, nourriture et site de reproduction aux espèces présentes, c'est-à-dire, à satisfaire leurs fonctions vitales. Les paramètres retenus pour cette évaluation sont (figure 8.6) (Meunier et Lefebvre, 1979; MRN, 1978):

TABLEAU 8.7 Calcul du rendement en lacs à l'aide de la profondeur moyenne et de l'indice morpho-édaphique de Ryder (adapté de Vézina, 1978).

| Région                                      | Formule  |
|---|--|
| Réserves<br>Saint-Maurice et<br>Mastigouche | (1) $\log R = 0,83403 - (0,01135 P_m)$<br>$r^2 = 0,658$ (8.8)<br>$s = 1,0 \text{ lb/ac}$   |
|   | (2) $\log R = 0,54645 (P_m)^{0,29077} (0,96201^{P_m})$<br>$r^2 = 0,739$ (8.9)<br>$s = 1,26 \text{ lb/ac}$  |
|   | Le modèle exponentiel est plus réaliste car une $P_m$ à l'infini produira toujours un peu de poissons tandis que la relation linéaire indique une récolte nulle pour $P_m > 65 \text{ pi}$ . |
| Réserve de Portneuf                         | (1) $\log R = 1,12386 - (0,02169 P_m)$<br>$r^2 = 0,402$ (8.10)<br>$s = 1,44 \text{ lb/ac}$   |
|   | (2) $\log R = 0,39052 + (0,08626 P_m) - (0,00347 P_m^2)$<br>$r^2 = 0,599$ (8.11)<br>$s = 1,35 \text{ lb/ac}$   |
| Parc des Laurentides                        | (1) $\log R = 1,01221 - (0,02077 P_m)$<br>$r^2 = 0,603$ (8.12)<br>$s = 1,35 \text{ lb/ac}$   |
|   | (2) $\log R = (0,46412 P_m^{0,55848}) (0,93013^{P_m})$<br>$r^2 = 0,703$ (8.13)<br>$s = 1,34 \text{ lb/ac}$   |
| Sur les 83 lacs<br>étudiés                  | (1) $\log R = 0,96828 - (0,01691 P_m)$<br>$r^2 = 0,546$ (8.14)<br>$s = 1,37 \text{ lb/ac}$   |
|   | (2) $\log R = 0,73766 (P_m^{0,2294})(0,95632^{P_m})$<br>$r^2 = 0,635$ (8.15)<br>$s = 1,36 \text{ lb/ac}$   |
|   | (1) $\log R = 0,776 + 1,18 \log \text{IME}$<br>$r^2 = 0,472$ (8.16)<br>$s = 1,40 \text{ lb/ac}$  |
|   | (2) $\log R = (369,28 \text{IME}^{4,287}) (0,001^{\text{IME}})$<br>$r^2 = 0,625$ (8.17)<br>$s = 1,37 \text{ lb/ac}$  |
|   |  |

- (1) Régression linéaire  
(2) Modèle exponentiel

où R est le rendement optimum (lb/ac)  
 $P_m$  la profondeur moyenne (pi)  
 $r^2$  le coefficient de détermination  
s l'écart-type  
et IME l'indice morpho-édaphique de Ryder (1965)

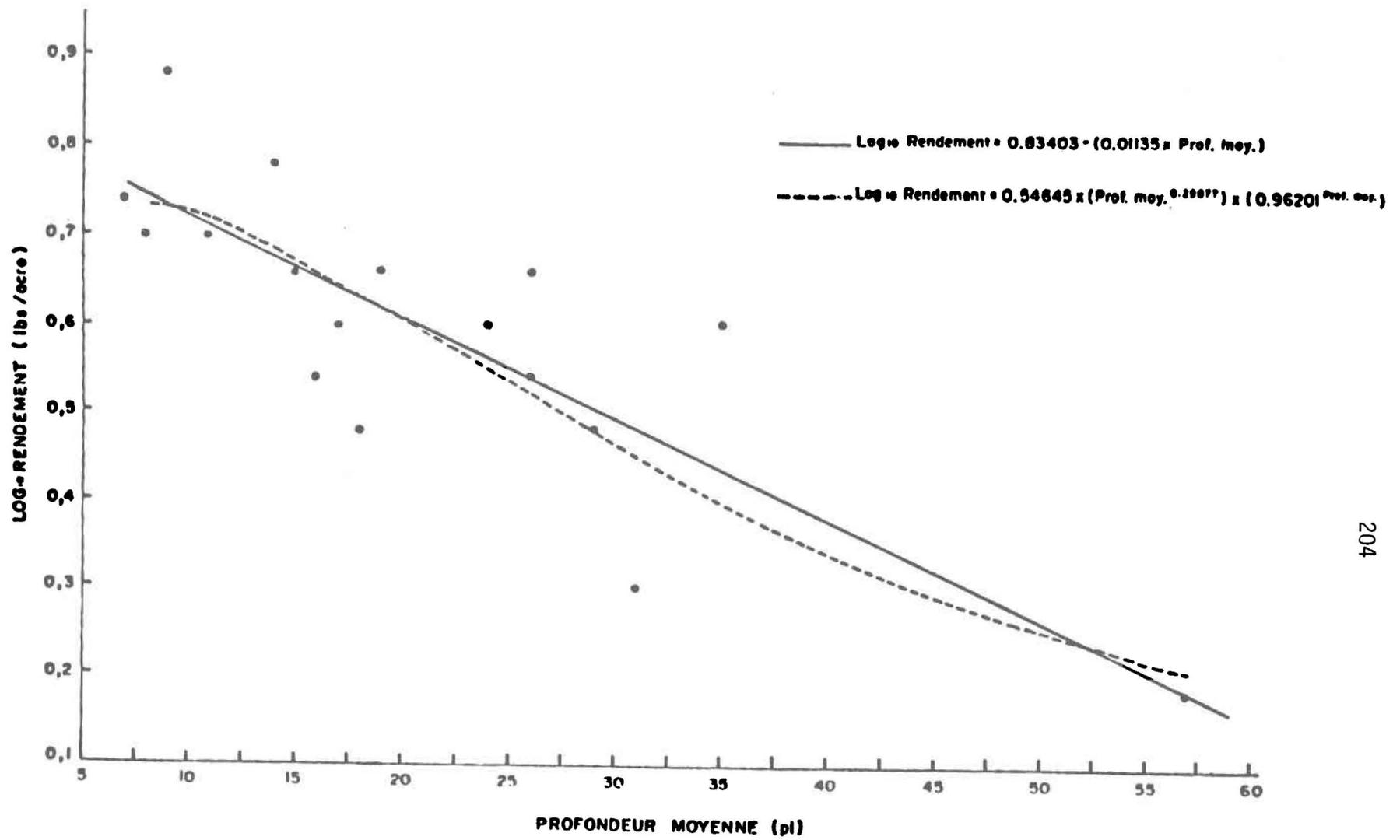


Figure 8.1 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 19 lacs des réserves Mastigouche et Saint-Maurice (Vézina, 1978).

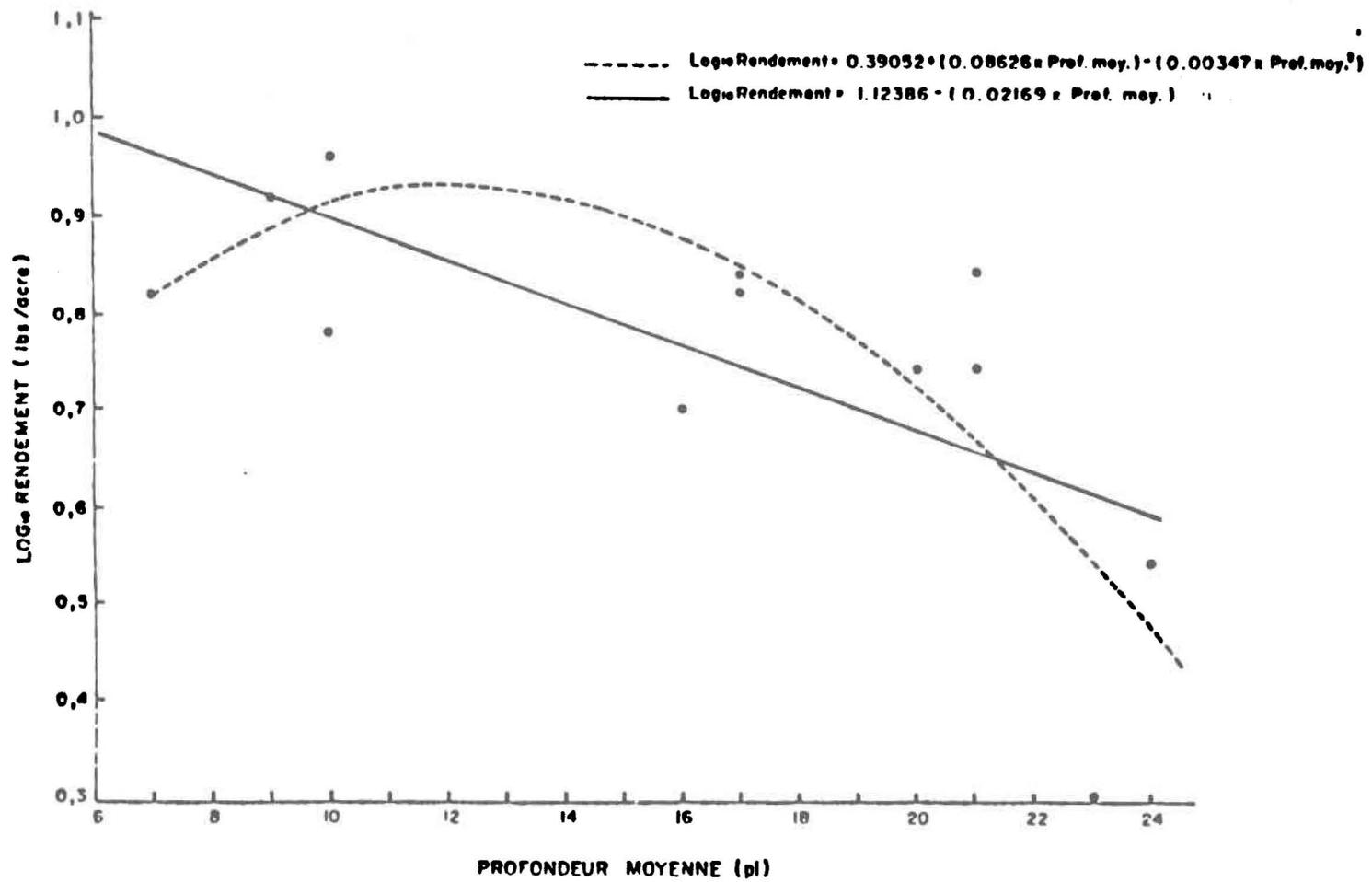


Figure 8.2 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 13 lacs de la Réserve Portneuf (Vézina, 1978).

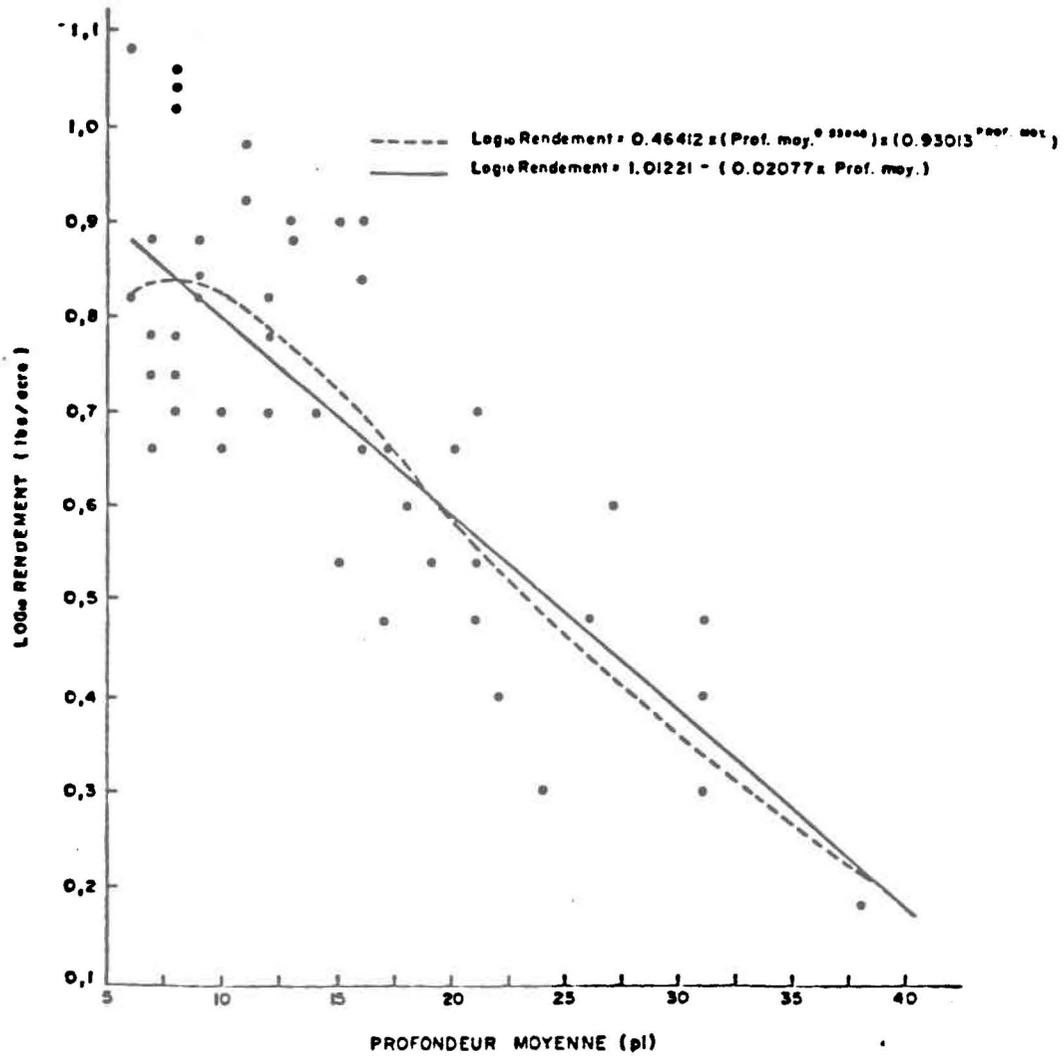


Figure 8.3 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 51 lacs du Parc des Laurentides (Vézina, 1978).

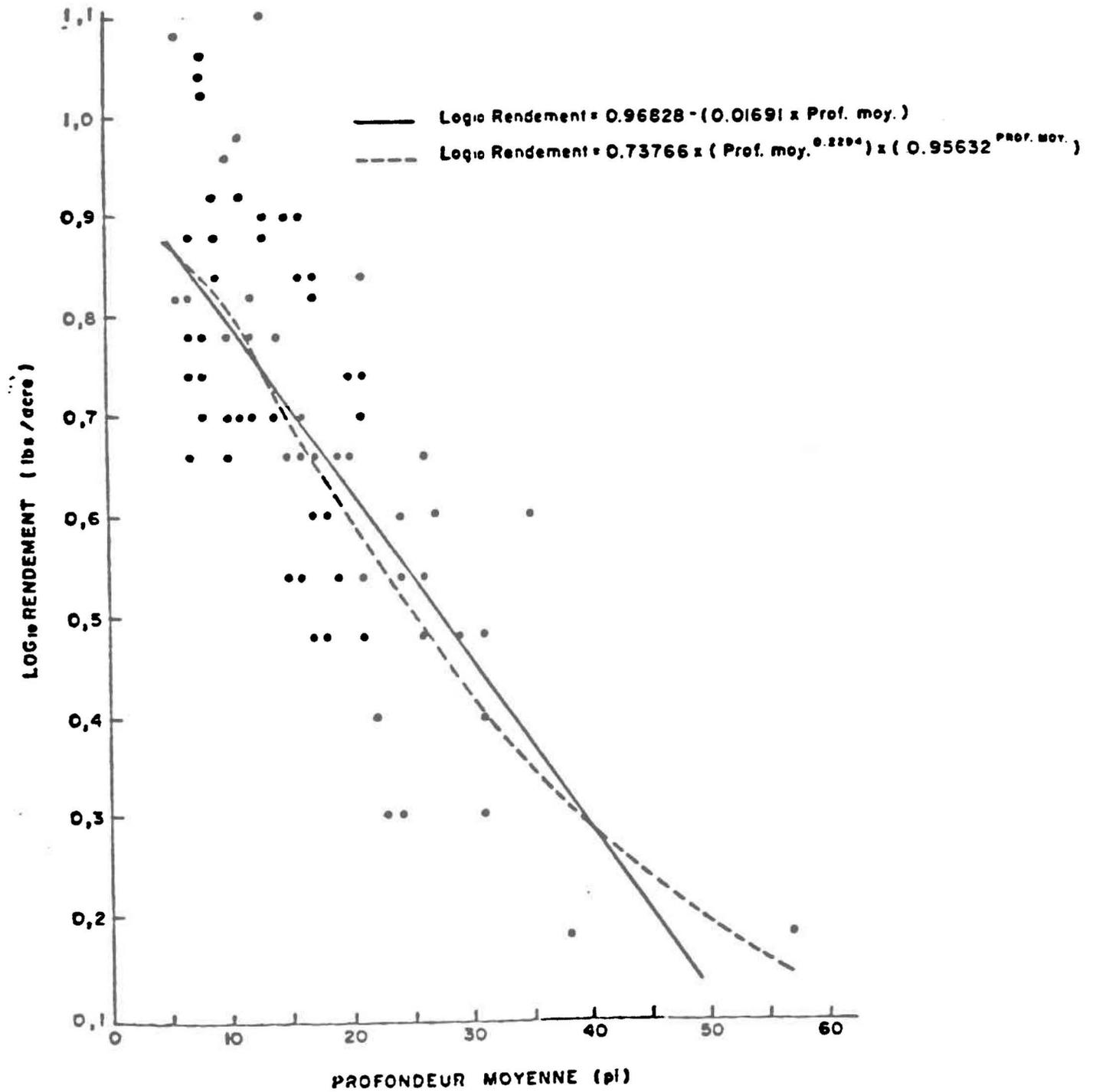


Figure 8.4 Relations entre la profondeur moyenne et le rendement optimum pour les 83 lacs étudiés (Vézina, 1978).

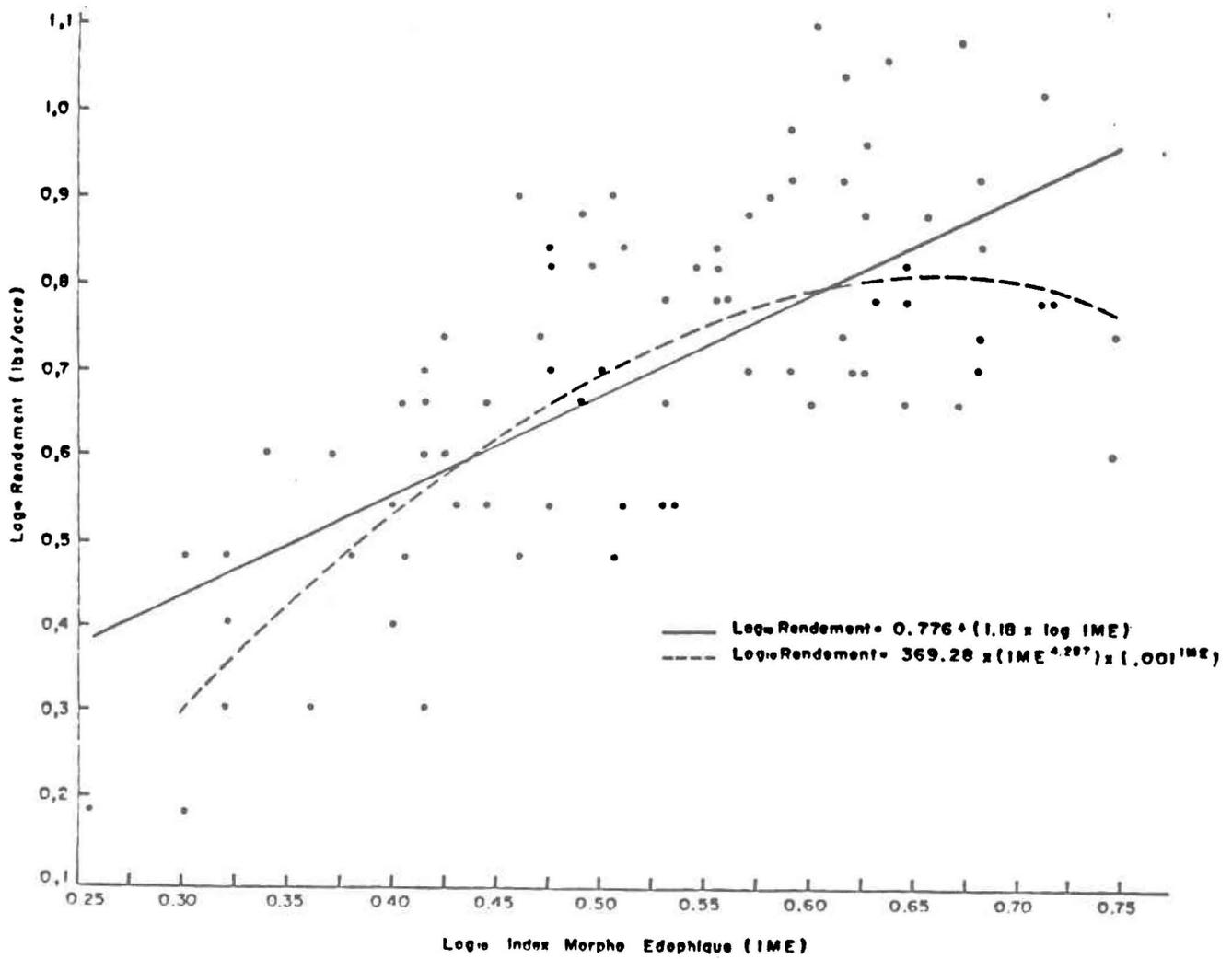


Figure 8.5 Relations entre l'indice morpho-édaphique (Ryder) et le rendement optimum des lacs étudiés (vézina, 1978).

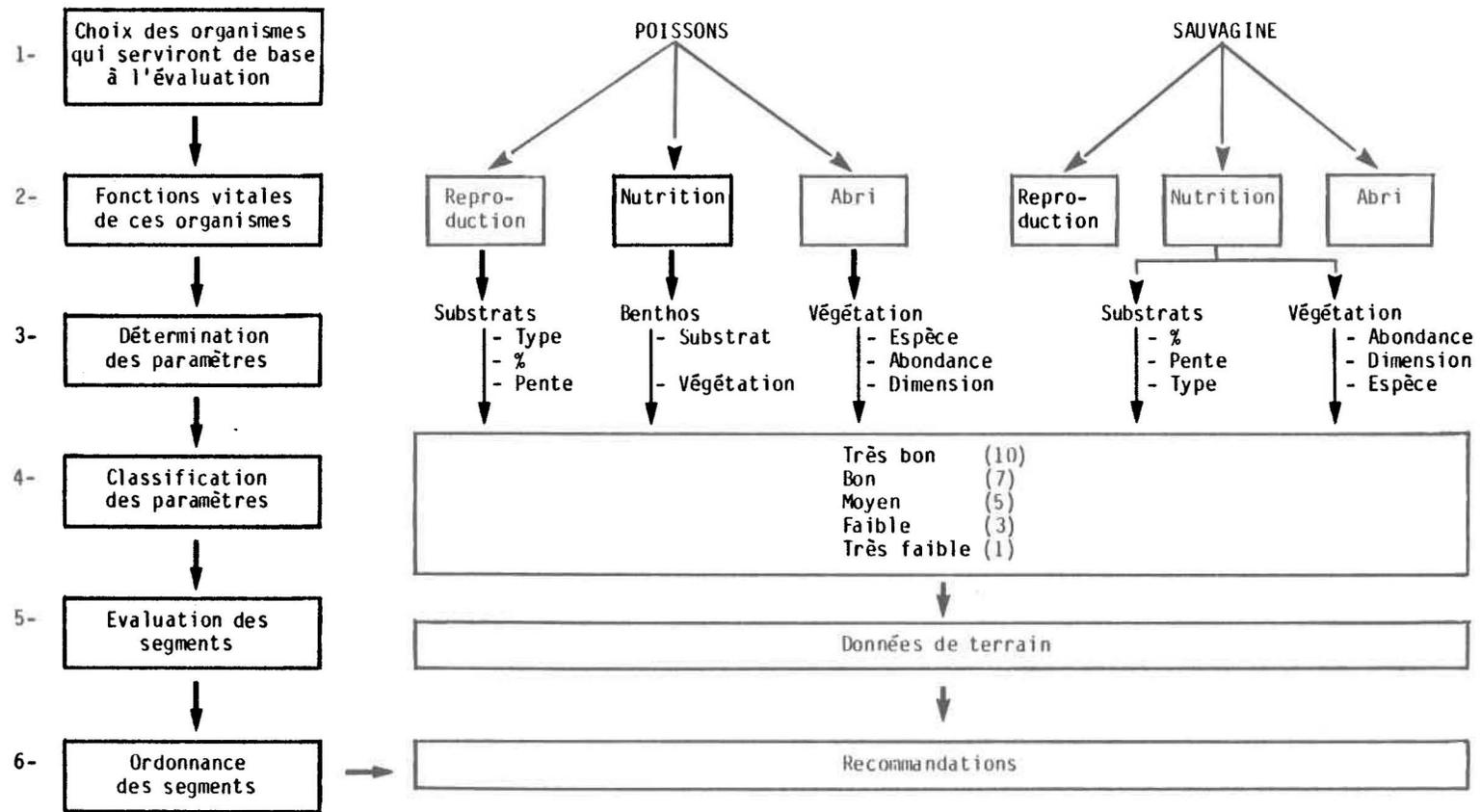


Figure 8.6 Cheminement logique de l'évaluation des potentiels écologiques (Meunier et Lefebvre, 1979).

- pour le frai du poisson:           - substrat de la beine\*  
  - pente de la beine
- pour la nourriture du poisson: - substrat de la beine  
  - pente de la beine  
  - végétation aquatique
- pour l'abri du poisson:           - végétation aquatique  
  - structures naturelles  
  (roches, arbres morts, etc...).

#### 8.1.8.1 Potentiel pour le frai

Il s'agit de l'évaluation du degré d'aptitude des différents segments lacustres ou riverains à servir de site de frai. Les tributaires ou cours d'eau (ruisseaux) alimentant un lac en eau froide et bien oxygénée servent de frayères pour certaines espèces de poissons et fournissent aux alevins et fretins un abri contre les prédateurs. Les marais, marécages et tourbières "wetland", s'ils communiquent avec des lacs et cours d'eau, peuvent également servir de frayères, plus particulièrement aux brochets (Bergeron, 1974).

L'importance de la reproduction du poisson est reliée à la qualité des frayères et au potentiel de reproduction des espèces. Le rendement d'une frayère et la localisation de son site sont deux choses assez difficiles à déterminer sur le terrain. Une méthode d'évaluation indirecte a donc été mise au point. Le calcul du potentiel de frai est obtenu à l'aide de quelques paramètres qui sont: le type de substrat, le pourcentage de recouvrement des substrats et la pente de la beine (Meunier et Lefebvre, 1979; MRN, 1978).

\* définition à l'appendice 8

## a) Substrat de la beine

Les différents substrats sont classifiés d'après leur granulométrie (tableau 8.9). Au tableau 8.8, on trouve la liste des principales espèces d'intérêt sportif et récréatif ainsi que le type de substrat sur lequel elles fraient habituellement. Les cotes affectées à ces substrats par le Service de la qualité des eaux (SQE) sont présentées au tableau 8.10. Au niveau de chaque lac, seules les espèces du tableau 8.8 sont considérées. Quelques espèces n'ont aucune préférence face au substrat. Il s'agit entre autres de la barbotte brune (Ictalurus nebulosus), du crapet-soleil (Lepomis gibbosus), du crapet de roche (Ambloplites rupestris) et de la perchaude (Perca flavescens).

## b) Pourcentage de recouvrement des substrats

Selon les mêmes auteurs, il s'agit "d'évaluer en pourcentage les différents types de substrats présents sur la beine d'un segment riverain donné".

## c) Pente de la beine

Le tableau 8.11 fournit la classification et l'évaluation des pentes de la beine.

## d) Calcul du potentiel pour le frai

On obtient le potentiel brut par la multiplication et la sommation des cotes obtenues pour les 3 items précédents. Ensuite, la valeur obtenue est multipliée par le rapport entre la longueur du segment et le périmètre du lac. Ceci donne le potentiel pondéré du segment de frai et il est calculé pour chaque espèce sportive.

TABLEAU 8.8 Utilisation des substrats en regard du frai (Meunier et Lefebvre, 1979).

| Espèces   | Sable  | Gravier | Galet  | Blocaille | Autres                                     |
|---|--------|---------|--------|-----------|--|
| Truite mouchetée<br>( <i>Salvelinus fontinalis</i> ) *          | x<br>3 | x<br>1  | x<br>2 |           |  |
| Touladi<br>( <i>Salvelinus namaycush</i> )                      |        | x<br>2  | x<br>1 | x<br>3    |  |
| Ombre rouge du Québec<br>( <i>Salvelinus alpinus marstoni</i> ) |        | x<br>1  | x<br>2 |           |  |
| Ouananiche<br>( <i>Salmo salar ouananiche</i> ) *               |        | x<br>1  |        |           |  |
| Truite arc-en-ciel<br>( <i>Salmo gairdneri</i> ) *              |        | x<br>1  |        |           |  |
| Truite brune<br>( <i>Salmo trutta</i> ) *                       |        | x<br>1  | x<br>2 |           |  |
| Hareng de lac<br>( <i>Coregonus artedii</i> )                   | x<br>3 | x<br>1  | x<br>2 |           |  |
| Corégone de lac<br>( <i>Coregonus clupeaformis</i> )            | x<br>3 | x<br>1  | x<br>2 |           |  |
| Brochet maillé<br>( <i>Esox niger</i> )                         |        |         |        |           | Terrasses inondées<br>Baies herbeuses      |
| Grand brochet<br>( <i>Esox lucius</i> )                         |        |         |        |           | Terrasses inondées<br>Baies herbeuses      |
| Maskinongé<br>( <i>Esox masquinongy</i> )                       |        |         |        |           | Terrasses inondées<br>Baies herbeuses      |
| Eperlan d'Amérique<br>( <i>Osmerus mordax</i> ) *               | x<br>2 | x<br>1  |        |           |  |
| Barbotte brune du Nord<br>( <i>Ictalurus nebulosus</i> )        | x      | x       | x      |           | Baies herbeuses<br>Abri (souches-branches) |
| Crapet-soleil<br>( <i>Lepomis gibbosus</i> )                    | x      | x       | x      |           | Végétation aquatique                       |
| Crapet de roche<br>( <i>Ambloplites rupestris</i> )             |        | x       |        |           |  |
| Achigan à petite bouche<br>( <i>Micropterus dolomieu</i> )      | x<br>2 | x<br>1  | x<br>3 |           |  |
| Achigan à grande bouche<br>( <i>Micropterus salmoides</i> )     | 2      | 3       |        |           | Végétation, sable,<br>limon 1              |
| Perchaude<br>( <i>Perca flavescens</i> )                        | x      | x       | x      |           | Végétation aquatique                       |
| Doré jaune<br>( <i>Stizostedion vitreum</i> ) *                 |        | x<br>2  | x<br>1 | x<br>3    |  |
| Doré noir<br>( <i>Stizostedion canadense</i> ) *                |        | x<br>2  | x<br>1 | x<br>3    |  |

\* Espèces frayant habituellement en tributaires

x Utilisation

1,2,3 = 1er, 2ième ou 3ième choix.

TABLEAU 8.9 Classification des substrats d'après leur granulométrie (adapté de Meunier et Lefebvre, 1979).

| Type de substrat  | Dimension des particules |
|-------------------|--------------------------|
| Matière organique |                          |
| Argile et limon   | 2 à 19 $\mu$             |
| Sable             | 20 $\mu$ à 0,19 cm       |
| Gravier           | 0,2 à 6,9 cm             |
| Galet             | 7,0 à 24,9 cm            |
| Blocaille         | 25,0 à 49,9 cm           |
| Blocs             | plus de 50,0 cm          |
| Affleurement      |                          |

TABLEAU 8.10 Evaluation des choix pour le frai (Meunier et Lefebvre, 1979).

| Substrats de frai |    |
|-------------------|----|
| 1er choix         | 10 |
| 2e choix          | 5  |
| 3e choix          | 1  |

TABLEAU 8.11 Classification et évaluation des pentes de la beine (Meunier et Lefebvre, 1979).

| Pentes de la beine  |      |
|---------------------|------|
| Classes de pente    | Cote |
| Faible (0-10%)      | 10   |
| Moyenne (11-20%)    | 5    |
| Forte (plus de 20%) | 1    |

Selon Bergeron (1974), un ruisseau ayant comme dimensions 0,6 m de largeur et 0,1 m de profondeur est suffisant pour la reproduction des truites mouchetées.

#### 8.1.8.2 Potentiel de nourriture

La diète du poisson consiste en plantes et animaux de toutes sortes soit, aquatiques soit terrestres. Les principales zones d'alimentation dans un lac sont: la zone benthique, la zone pélagique, la surface de l'eau, sous la surface de l'eau, etc... Les auteurs ont retenu, pour cette étude, les organismes benthiques de la zone littorale tels que définit par Welch (1952), c'est-à-dire, du début de la plage humide jusqu'à la limite où pousse la végétation aquatique (environ 5 à 6 m pour les lacs du Québec) (Meunier et Lefebvre, 1979; MRN, 1978).

##### a) Nourriture associée au substrat

Pour la nourriture se rapportant au substrat, trois paramètres sont considérés: le type de substrat, le pourcentage de recouvrement du substrat et la pente de la berge.

L'analyse de ces paramètres est identique à celle du potentiel de frai (tableau 8.9). Le tableau 8.12 montre la classification des substrats en fonction de la quantité d'organismes benthiques qu'ils peuvent supporter.

##### b) Nourriture associée à la végétation aquatique

"Plus grande est la quantité d'organismes qui se rattachent à un genre ou à une espèce de plante, plus ce genre ou cette espèce sera important comme source de nourriture dans l'écosystème aquatique". Pour la nourriture se rapportant à la végétation aquatique, trois paramètres sont considérés: l'espèce, l'abondance et la dimension de l'herbier (Meunier et Lefebvre, 1979; MRN, 1978).

TABLEAU 8.12 Nombre d'organismes benthiques en fonction du substrat de la zone littorale\* (Meunier et Lefebvre, 1979).

| Substrat          | Nombre moyen par m <sup>2</sup> | Ordonnance | Cote |
|-------------------|---------------------------------|------------|------|
| Affleurement      | —                               | 8          | 1    |
| Bloc              | 965                             | 7          | 1    |
| Blocaille         | 1 552                           | 4          | 5    |
| Galet             | 982                             | 6          | 3    |
| Gravier           | 1 064                           | 5          | 3    |
| Sable             | 2 575                           | 2          | 7    |
| Matière organique | 10 992                          | 1          | 10   |
| Argile et limon   | 1 360                           | 3          | 5    |

\* Ces données ont été compilées à partir des résultats d'inventaires d'organismes benthiques, effectués sur quatorze lacs du Québec. On doit cependant mentionner que l'on ne retrouvait pas, ou que l'on n'a pas échantillonné chacun des substrats sur tous les lacs.

Le tableau 8.13 fournit une liste de plantes selon le nombre d'organismes qu'on y trouve. Ensuite, chaque plante est cotée. L'abondance est évaluée selon la méthode de phytosociologie de Braun-Blanquet (tableau 8.14) tandis que la dimension de l'herbier est déterminée sur le terrain.

Ces deux potentiels (végétation et benthos) sont combinés pour constituer la valeur du potentiel global de nourriture de chacun des segments du lac.

Une étude récente menée par Poulin et al. (1979) modifie les cotes attribuées à chaque plante du tableau 8.13. Le tableau 8.15 est la classification globale des plantes aquatiques en fonction du nombre d'organismes qu'elles peuvent supporter.

#### 8.1.8.3 Potentiel d'abri

Son rôle est très important pour la perpétuation des espèces. Un abri est surtout nécessaire aux jeunes poissons plus sensibles à la prédation et il sert aussi comme site de repos et d'alimentation (Meunier et Lefebvre, 1979; MRN, 1978). L'abri est surtout associé à la végétation aquatique. Les paramètres retenus sont: l'espèce, l'abondance et la dimension de l'herbier.

##### a) Espèces de plantes

Chaque plante est cotée en fonction de l'abri qu'elle peut fournir aux poissons. Le tableau 8.16 donne la classification des espèces végétales dans ce sens.

Une étude récente menée par Poulin et al. (1979) a permis de modifier la classification du tableau 8.16. Le tableau 8.17 présente donc la nouvelle classification des macrophytes en fonction de l'abri. Cependant, une étude plus poussée serait nécessaire avant l'adoption en lieu

TABLEAU 8.13 Classification des plantes aquatiques en fonction du nombre d'organismes qu'elles peuvent supporter (Meunier et Lefebvre, 1979).

| Espèces   | Evaluation qualitative | cote |
|---|------------------------|------|
| Ceratophyllum sp.<br>Myriophyllum sp.   | Très bon               | 10   |
| Elodea canadensis<br>Heteranthera dubia<br>Najas sp.<br>Potamogeton amplifolius<br>Potamogeton crispus<br>Potamogeton pectinatus<br>Potamogeton richardsonii  | Bon                    | 7    |
| Chara sp.<br>Hippuris sp.<br>Nitella sp.<br>Nuphar sp.<br>Nymphaea odorata<br>Potamogeton epihydrus<br>Potamogeton gramineus<br>Potamogeton pusillus<br>Potamogeton robinsii  | Moyen                  | 5    |
| Alisma sp.<br>Braseia schreberi<br>Calla palustris<br>Carex sp.<br>Eleocharis sp.<br>Equisetum sp.<br>Graminées<br>Juncus sp.<br>Megalodonta bechii<br>Nymphoides cordata<br>Polygonum amphibium<br>Pontederia cordata<br>Potamogeton natans<br>Ranunculus trichophyllus<br>Sagittaria sp.<br>Scirpus sp.<br>Sparganium sp.<br>Typha sp.<br>Vallisneria americana | Faible                 | 3    |
| Callitriche sp.<br>Dulichum arundinaceum<br>Elatima sp.<br>Eleocharis acicularis<br>Eriocaulon septangulare<br>Isoetes sp.<br>Lobelia dortmana<br>Ludwigia palustris<br>Muriophyllum tenellum<br>Utricularia sp.  | Très faible            | 1    |

TABLEAU 8.14 Code des relevés de la végétation aquatique selon Braun-Blanquet (Meunier et Lefebvre, 1979).

Abondance - Dominance

- r rare, spécimen unique
- + moins de 5% localisé
- 1 moins de 5% bien distribué
- 2 de 5% à 25%
- 3 de 26 à 50%
- 4 de 51 à 75%
- 5 de 76 à 100%

Sociabilité

- 1 isolément
- 2 en groupes ou en touffes
- 3 en troupes, en bandes ou en petites plaques
- 4 en petites colonies, formant un tapis, en grandes plaques
- 5 en peuplement (population pure)

TABLEAU 8.15 Classification globale des plantes aquatiques en fonction du nombre d'organismes qu'elles peuvent supporter (Poulin et al., 1979).

| Espèces   | Evaluation qualitative | Cote |
|---|------------------------|------|
| *Ceratophyllum sp.<br>Chara sp.<br>Megalodonta bechii<br>Myriophyllum sp.<br>Potamogeton crispus<br>Potamogeton Richardsonii<br>Vallisneria americana   | Très bon               | 10   |
| Heteranthera dubia<br>Nuphar sp.<br>Potamogeton amplifolius<br>Potamogeton epihydrus<br>Potamogeton natans<br>*Potamogeton pectinatus<br>Potamogeton Robinsii<br>Potamogeton zostériformis<br>Sparganium sp.<br>Utricularia sp.   | Bon                    | 7    |
| Equisetum sp.<br>*Hippuris sp.<br>*Nitella sp.<br>Potamogeton gramineus<br>Ranunculus sp.<br>Scirpus sp.  | Moyen                  | 5    |
| *Alisma sp.<br>*Brasenia schreberi<br>*Calla palustris<br>*Carex sp.<br>Elodea canadensis<br>Eriocaulon septangulare<br>*Graminées<br>Lobelia dortmana<br>Najas sp.<br>Nymphaea odorata<br>*Nymphaoides cordata<br>*Polygonum amphibium<br>Potamogeton foliosus<br>Potamogeton pusillus<br>*Typha sp. | Faible                 | 3    |
| *Callitriche sp.<br>*Dulichium arundinaceum<br>*Elatima sp.<br>Eleocharis sp.<br>*Isoetes sp.<br>Juncus sp.<br>*Ludwigia palustris<br>*Myriophyllum tenellum<br>Pontederia cordata<br>Sagittaria sp.  | Très faible            | 1    |

Cette classification a été établie à partir des résultats obtenus lors d'une étude effectuée sur 6 lacs du Québec sur les relations entre les herbiers et les invertébrés. On doit cependant noter que les espèces identifiées d'un \* n'ont pu être inventoriées et occupent ainsi la même classification qu'auparavant.

TABLEAU 8.16 Classification des espèces végétales en fonction de l'abri qu'elles peuvent fournir aux poissons (Meunier et Lefebvre, 1979).

| Espèces   | Evaluation qualitative | Cote |
|---|------------------------|------|
| Ceratophyllum sp.<br>Elodea canadensis<br>Myriophyllum sp.  | Très bon               | 10   |
| Heteranthera dubia<br>Potamogeton amplifolius<br>Potamogeton crispus<br>Potamogeton epihydrus<br>Potamogeton richardsonii<br>Potamogeton robinsii<br>Sparganium sp.   | Bon                    | 7    |
| Brasenia schreberi<br>Hippuris sp.<br>Megalodonta bechii<br>Nuphar rubrodiscum<br>Nuphar variegatum<br>Nymphaea odorata<br>Nymphoides cordata<br>Polygonum amphibium<br>Potamogeton gramineus<br>Potamogeton natans<br>Potamogeton pectinatus<br>Potamogeton pusillus<br>Scirpus subterminalis<br>Vallisneria americana | Moyen                  | 5    |
| Calla palustris<br>Chara sp.<br>Eleocharis sp.<br>Equisetum sp.<br>Juncus sp.<br>Ludwigia palustris<br>Najas sp.<br>Nitella sp.<br>Ranunculus trichophyllus<br>Scirpus sp.<br>Utricularia sp.   | Faible                 | 3    |
| Carex sp.<br>Eleocharis acicularis<br>Eriocaulon septangulare<br>Graminées<br>Lobelia dortmana<br>Pontederia sp.<br>Sagittaria sp.<br>Typha sp.   | Très faible            | 1    |

TABLEAU 8.17 Classification des plantes aquatiques en fonction de l'abri qu'elles peuvent fournir aux poissons (Poulin et al., 1979).

| Espèces de plantes              | nb moyen de poissons | classification<br>préliminaire | classification<br>selon<br>méthodologie<br>actuelle |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|---|
|                                 | 100 m <sup>2</sup>   |                                |   |
| <i>Elodea canadensis</i>        | 155 (1)*             | 10                             | 10  |
| <i>Sparganium</i> sp.           | 54 (3)               | 10                             | 7   |
| <i>Potamogeton natans</i>       | 53 (3)               | 10                             | 5   |
| <i>Potamogeton crispus</i>      | 35 (2)               | 7                              | 7   |
| <i>Potamogeton robinsii</i>     | 32 (1)               | 7                              | 7   |
| <i>Myriophyllum</i> sp.         | 28 (9)               | 5                              | 10  |
| <i>Nymphaea odorata</i>         | 21 (1)               | 5                              | 5   |
| <i>Nuphar variegatum</i>        | 16 (2)               | 3                              | 5   |
| <i>Potamogeton epihydrus</i>    | 16 (1)               | 3                              | 7   |
| <i>Vallisneria americana</i>    | 12 (3)               | 3                              | 5   |
| <i>Potamogeton Richardsonii</i> | 11 (1)               | 3                              | 7   |
| <i>Potamogeton amplifolius</i>  | 6 (2)                | 1                              | 7   |
| <i>Eriocaulon septangulare</i>  | 3 (3)                | 1                              | 1   |
| <i>Eleocharis</i> sp.           | 2 (3)                | 1                              | 3   |

\* Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de coups de seine qui ont été effectués sur chacune des espèces de plantes aquatiques.

et place de la précédente, de la classification présentée au tableau 8.17.

b) Abondance et dimension de l'herbier

Ces paramètres sont calculés de la même façon qu'au potentiel de nourriture.

Le résultat de ces 3 études (frai, nourriture et abri) est l'obtention d'une carte synthèse où figurent toutes les informations (carte 8.1).

## 8.2 Choix des paramètres et fonctions de cotation

Le potentiel de pêche d'un lac est une donnée difficile à connaître précisément compte tenu de la difficulté à estimer la population en poissons d'un lac, ce qui demande de longues études. Fréchette (1977) tente une évaluation à l'aide de paramètres tels les espèces présentes, la bathymétrie, les solides dissous et le potentiel de frai obtenu lors de la diagnose écologique\* (section 8.1.8.1).

Les paramètres choisis pour cette évaluation par le Service de la qualité des eaux (SQE) sont l'inventaire ichtyologique et les commentaires du Service de la Faune de la région (Gauthier et al., 1976).

Selon Provencher et Thibault (1976), la méthode développée par l'Ontario Department of Natural Resources dans "Lake Planning" est la meilleure pour la détermination du potentiel de pêche (tableau 8.18). Toujours selon ces auteurs, il n'y a pas de critères bio-physiques particuliers à prendre en considération. Ainsi, un lac, face à cette activité, ne peut supporter qu'une quantité limitée d'utilisateurs.

\* Méthode mise au point par le Service de la qualité des eaux (SQE) du ministère de l'Environnement du Québec

CARTE 8.1 Synthèse des potentiels: lac Coulombe  
(tiré de Meunier et Lefebvre, 1979).



TABLEAU 8.18 Capacité de réception des lacs pour la pêche (d'après la méthode de l'Ontario Department of Natural Resources (Provencher et Thibault, 1976).

|   |  |
|---|--|
| Utilisation par les résidents   | (a) nombre de lignes à l'heure/année   |
| Limite de capture   | (b) poids de poisson permis à l'heure/ligne  |
| Poids de poisson nécessaire pour satisfaire les résidents             | (c) = (a) x (b)<br>poids de poisson par année  |
| Productivité* (à l'acre) du lac (d'après R.A. Ryder, 1965)            | (d) = $\sqrt{\frac{\text{SDT}}{\text{profondeur moyenne (pi)}}$<br>SDT: solides dissous totaux |
| Surface du lac requise pour satisfaire les résidents (nombre d'acres) | $\frac{(c)}{(d)} = (e)$  |
| Quantité de poisson disponible au public                              | (d) x - (A <sub>0</sub> - (e))<br>A <sub>0</sub> : superficie du lac (acres)                   |

\* ne comprend pas le "forage fish".

Cressman (1971) considère que la pêche doit être cotée en tenant compte de la production en poisson du lac. La cote devrait, en plus, rendre compte des espèces pêchées.

Selon Harvey (1976), la notion de "bonne pêche" diffère avec les individus. Par exemple, des questionnaires remplis par des pêcheurs sportifs indiquent que l'acte lui-même de capture d'un poisson est bien bas dans la liste de leurs priorités si bien que la pêche est presque l'activité "de ne pas prendre de poissons". En tête de liste, apparaît l'évasion de l'affluence urbaine, la solitude, la paix, la tranquillité et l'air frais. Toutes ces notions étant plus ou moins quantifiables, on mesure présentement la qualité de la pêche sportive en partie suivant les espèces et les quantités de poissons capturés.

Selon Bourassa et Audy (1976), les informations nécessaires au questionnaire dans un premier temps face à l'utilisation d'un plan d'eau pour la pêche sportive, sont la physico-chimie du lac et les espèces présentes.

Fournier et al. (1979) utilisent le rendement du lac (lb/ac) et le succès de pêche pour évaluer le potentiel halieutique d'un lac. Ce potentiel est évalué pour chaque espèce en présence dans le milieu pour finalement ne retenir que la cote la plus élevée. Les points alloués sont de 3 pour un rendement et un succès de pêche "bons", de 2 pour "moyens" et de 1 pour "médiocres". Au tableau 8.19, on trouve les critères utilisés pour coter les succès de pêche et le rendement pour chaque espèce. On obtient 2 cotes, une pour chaque paramètre. Elles sont additionnées; cette dernière valeur représente le potentiel de pêche du lac.

Le MLCP tient compte des espèces sportives comme indicateur face à l'activité halieutique. Leur connaissance aide à déterminer l'intérêt d'une future exploitation des plans d'eau pour la pêche (Fournier, 1978). Un relevé ichtyologique se divise en poissons d'eaux froides et en poissons d'eaux chaudes, selon Laliberté (1976).

TABLEAU 8.19 Classification des succès de pêche (Fournier et al., 1979).

| Espèce                                      | Rendement<br>(lb/ac)                        | Succès de pêche<br>(poisson/ heure-pêcheur) |
|---|---|---|
| Achigan                                     | (1) < 1,0<br>(2) 1,0 - 3,0<br>(3) > 3,0     | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,49<br>(3) > 0,49 |
| Brochet                                     | (1) < 1,0<br>(2) 1,0 - 3,0<br>(3) > 3,0     | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,39<br>(3) > 0,39 |
| Doré  | (1) < 1,0<br>(2) 1,0 - 3,0<br>(3) > 3,0     | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,39<br>(3) > 0,39 |
| Truite grise                                | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,40<br>(3) > 0,40 | (1) < 0,08<br>(2) 0,08 - 0,19<br>(3) > 0,19 |
| Truite mouchetée                            | <u>Superficie &lt; 50 ac</u>                |   |
|   | (1) < 1,50<br>(2) 1,50 - 4,00<br>(3) > 4,00 | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,49<br>(3) > 0,49 |
|   | <u>Superficie 50 à 100 ac</u>               |   |
|   | (1) < 0,75<br>(2) 0,75 - 2,00<br>(3) > 2,00 | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,49<br>(3) > 0,49 |
|   | <u>Superficie 100 à 300 ac</u>              |   |
| (1) < 0,50<br>(2) 0,50 - 1,00<br>(3) > 1,00 | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,49<br>(3) > 0,49 |   |
| Truite mouchetée                            | <u>Superficie &gt; 300 ac</u>               |   |
|   | (1) < 0,25<br>(2) 0,25 - 0,75<br>(3) > 0,75 | (1) < 0,20<br>(2) 0,20 - 0,49<br>(3) > 0,49 |

- (1) Médiocre  
(2) Moyen  
(3) Bon

### 8.2.1 Espèces de poissons présentes

Il est évident que certaines espèces sont plus prisées des pêcheurs que d'autres. Ainsi, l'intérêt d'un pêcheur pour un lac dépend des espèces qu'on y trouve. La fonction de cotation retenue est présentée au tableau 8.20.

La liste des espèces est détaillée à l'appendice 7 et la représentation graphique de la fonction de cotation à la figure 8.7.

### 8.2.2 Productivité du lac

D'après les renseignements obtenus par Fréchette (1977) et tirés de l'indice morpho-édaphique de Ryder (1965) (section 8.1.7), en Ontario (parc Algonquin) et dans les lacs du bouclier, le rendement des lacs pourrait s'évaluer ainsi:

$$\log R = 1,15763 \log \text{IME} - 0,99626 \quad (8.18)$$

où R est le rendement du lac (kg/ha)  
et IME l'indice morpho-édaphique de Ryder (1965).

Dans un autre ensemble géologique, il faudrait peut-être modifier cette relation; mais au Québec, dans les lacs du bouclier, elle doit être sensiblement la même. Cette relation pourrait donc être utilisée pour obtenir le rendement à l'hectare. On a vu cet argument réfuté à la section 8.1.7 car au Québec, l'indice morpho-édaphique (IME) ne peut être employé tel quel. En lieu et place de la relation 8.18, le rendement de pêche sera estimé à l'aide de la relation 8.14 ou 8.19 développée par Vézina (1978) car elle s'applique à de plus vastes régions du Québec (figure 8.4):

$$\log R = 0,96828 - (0,01691 P_m) \quad (8.19)$$

TABLEAU 8.20 Représentation de la fonction de cotation  $y_{33}$  selon Fréchette (1977) et Choquette (1981).

| Cote $y_{33}$<br>Selon Fréchette (1977) |   | Cote $y_{33}$<br>Selon Choquette (1981) |  |
|---|---|---|--|
| 10                                      | si truite mouchetée<br>ouananiche<br>truite rouge   | 10                                      | si truite mouchetée<br>ouananiche<br>truite rouge  |
| 9                                       | si touladi<br>truite brune<br>truite arc-en-ciel<br>achigan à petite bouche<br>maskinongé   | 9                                       | si touladi<br>truite brune<br>truite arc-en-ciel<br>achigan à petite bouche<br>maskinongé  |
| 8                                       | si brochet du nord<br>doré jaune  | 8                                       | si brochet du nord<br>doré jaune<br>brochet maillé   |
| 7                                       | si "panfish"<br>ictaluridés (barbottes,<br>barbues)<br>centrarchidés (crapets)<br>percidés (perches, perchaudes)<br>salmonidés (non mentionnés<br>précédemment) | 5                                       | si "panfish"<br>ictaluridés (barbottes,<br>barbues)<br>centrarchidés (crapets)<br>percidés (perches,<br>perchaudes)<br>salmonidés (non mentionnés<br>précédemment)<br>nous ajoutons:<br>gadidés (loches)<br>osmeridés (éperlans)<br>cyprinidés<br>catostomidés<br>cottidés<br>gastérostéidés (épinoches) |

La cote la plus haute est retenue dans les deux cas s'il y a plus d'une espèce en présence.

où  $P_m$  est la profondeur moyenne du lac (pi)  
 et  $R$  le rendement de pêche du lac (lb/ac).

La fonction de cotation proposée par Fréchette (1977) pour évaluer le potentiel de rendement de pêche d'un lac est la suivante:

- a) pour la région de Québec où un rendement à l'hectare de 5 kg\* serait bon (spécialement dans les lacs oligothophes), on a:

si  $R \geq 5$  kg/ha

$$y_{34} = 10$$

si  $0,5$  kg/ha  $\leq R < 5$  kg/ha

$$y_{34} = 0,8 R + 5,5 \leq 10 \quad (8.20)$$

si  $R < 0,5$  kg/ha

$$y_{34} = 6$$

où  $R$  est le rendement du lac calculé à l'aide de l'indice morpho-édaphique (kg/ha).

La même relation est utilisée pour les lacs à brochets où un bon rendement est d'environ 5 kg/ha avec un rendement moyen de 3 kg/ha\*.

- b) Plus au nord, de même qu'à l'ouest et à l'est (à l'est de Baie Comeau), le rendement diminue. Fréchette (1977) croit qu'un rendement de 3,5 kg/ha\* serait bon. Ces rendements seraient valables pour des lacs dont les espèces dominantes sont des salmonidés; on calculerait autrement pour les espèces d'eaux chaudes (brochet, doré, etc...). Ainsi,

\* Chiffres basés sur des appréciations de Luc Samson (MLCP).

si  $R \geq 3,5$  kg/ha

$$y_{34} = 10$$

si  $0,5$  kg/ha  $\leq R < 3,5$  kg/ha

$$y_{34} = 1,3 R + 5,3 \quad (8.21)$$

si  $R < 0,5$  kg/ha

$$y_{34} = 6$$

Dans le cas du doré, un bon rendement serait d'environ 3,5 kg/ha avec un rendement moyen de 2 kg/ha\*. La fonction de cotation préconisée par Fréchette (1977) est dans ce cas identique à la précédente.

Deux items différents sont utilisés pour cette cotation soit le rendement par région et le rendement par espèce. Les deux nous semblent incompatibles et devraient être traités séparément. Pour évaluer le potentiel du rendement de pêche, nous retenons le rendement évalué pour le Québec. Les bornes demeurent inchangées. Le rendement de pêche est calculé à l'aide de la relation 8.19.

La fonction de cotation retenue dans cette étude se définit de la façon suivante et la représentation graphique est disponible à la figure 8.8:

si  $R \leq 0,5$  lb/ac

$$y_{34} = 1$$

si  $0,5$  lb/ac  $< R < 3,5$  lb/ac

$$y_{34} = 3,0 R - 0,5 \quad (8.22)$$

si  $R \geq 3,5$  lb/ac

$$y_{34} = 10$$

\* Chiffres basés sur des appréciations de Luc Samson (MLCP).

### 8.2.3 Potentiel de frai

Fréchette (1977) préconise l'emploi de la méthode de la diagnose écologique où le potentiel de frai de chacun des segments de lac est évalué par rapport aux autres segments (section 8.1.8). Pour obtenir le potentiel global de frai pour tout le lac, Fréchette (1977) suggère d'additionner la superficie de chaque frayère ou la longueur du segment pondérée par le potentiel de chacune (relation 8.23):

$$PF = \frac{\sum_{i=1}^n LS \times \frac{\text{potentiel } i}{1000}}{A_0} \quad (8.23)$$

où PF est le potentiel global de frai du lac  
 LS la longueur du segment ou tributaire  $i$  (km)  
 et  $A_0$  la superficie brute du lac (km<sup>2</sup>).

La fonction de cotation s'énoncerait comme suit:

si  $PF \geq 0,05$

$$y_{35} = 10$$

$$y_{35} = 4,50676 \log PF + 15,863 \leq 10 \quad (8.24)$$

si  $y_{35} \leq 6$

$$y_{35} = 6$$

L'évaluation du potentiel écologique est réalisée dans un esprit d'information et de connaissance du milieu. Il ne s'agit en aucun cas d'évaluer un potentiel de pêche (communication personnelle). De plus, les données nécessaires à cette évaluation ne sont prises qu'occasionnellement; ce ne sont pas des renseignements disponibles immédiatement mais sur demande. Comme nous voulons employer des données simples et facile-

ment accessibles, on ne peut considérer cette méthode dans l'élaboration du potentiel halieutique.

#### 8.2.4 Superficie du lac

Le paramètre superficie du lac est utilisé pour pondérer la productivité. En effet, lors du calcul de l'indice d'activité avec deux paramètres seulement (espèces présentes, productivité du lac), les résultats obtenus sous-estimaient le potentiel des grands lacs profonds et surestimaient celui des petits lacs peu profonds. Le paramètre superficie du lac est alors utilisé pour essayer d'ajuster le potentiel de pêche (tableau 8.22).

La fonction de cotation utilisée et retenue est celle-ci (figure 8.9):

$$\text{si } A_0 \leq 0,8 \text{ km}^2$$

$$y_{39} = 1$$

$$\text{si } 0,8 \text{ km}^2 < A_0 < 15 \text{ km}^2$$

$$y_{39} = 0,63 A_0 + 0,5 \tag{8.25}$$

$$\text{si } A_0 \geq 15 \text{ km}^2$$

$$y_{39} = 10$$

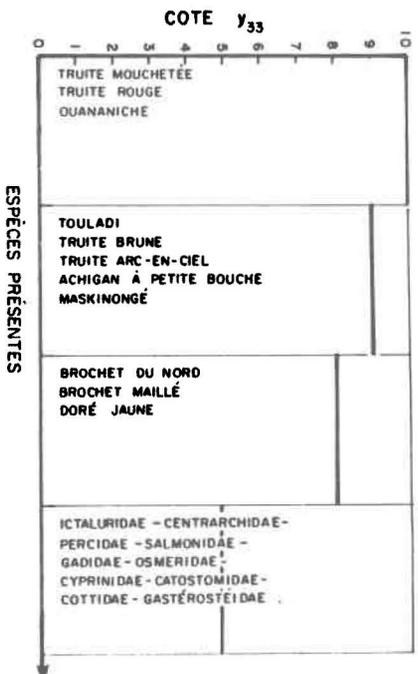
où  $A_0$  est la superficie brute du lac ( $\text{km}^2$ ).

### 8.3 Application

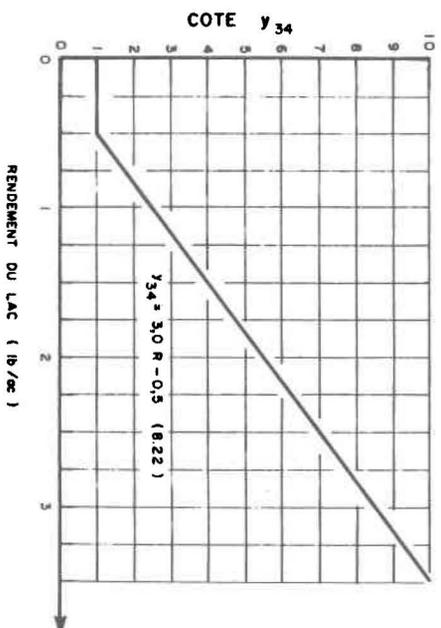
Dans cette section, nous appliquerons les fonctions de cotation précédentes en utilisant l'échantillon de lacs du Québec déjà mentionné.

Les paramètres traités sont: les espèces présentes, la productivité et la superficie du lac. On retrouve les résultats obtenus pour chaque fonction de cotation et les données nécessaires au calcul aux tableaux 8.21 et 8.22.

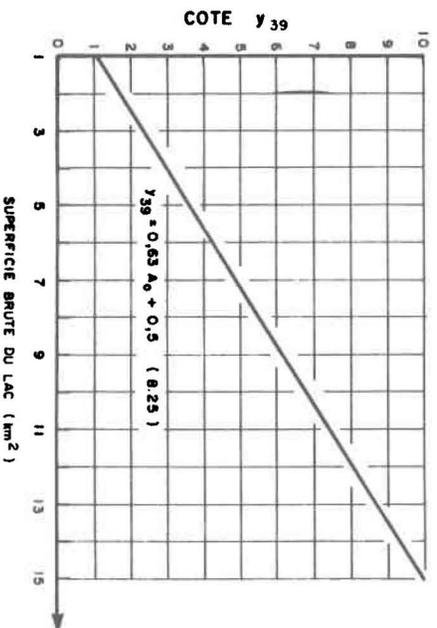
ACTIVITÉ : PÊCHE

Figure 8.7. Cote  $y_{33}$  : Espèces présentes .

ACTIVITÉ : PÊCHE .

Figure 8.8. Cote  $y_{34}$  : Productivité du lac.

ACTIVITÉ : PÊCHE

Figure 8.9. Cote  $y_{39}$  : Superficie du lac .

L'indice d'activité calculé et les résultats obtenus pour les grands lacs ne sont pas encore satisfaisants. En effet, on sait que les lacs Kénogami et Memphremagog sont très bons pour la pêche; c'est pourquoi le potentiel obtenu nous étonne. Les grands lacs peuvent supporter une pression plus forte de la part du pêcheur mais comme le poisson est dispersé, il est plus difficile à localiser. Il faut vraiment connaître les endroits où se tient le poisson. Ceci serait peut-être l'explication face à la baisse du potentiel de pêche pour ces lacs.

Cependant, la formule retenue de Vézina (1978) pour calculer le rendement de pêche est calibrée à l'aide d'un échantillon de 83 lacs provenant de régions physiographiques contiguës. Les lacs des Cantons de l'Est, de l'Abitibi et de la Gaspésie n'y sont pas représentés, contrairement à notre échantillonnage (Simard, Lemoine, Mourier, etc...). Il est probable qu'étant donné les différences régionales assez marquées entre l'Abitibi et les lacs de Portneuf et du Parc des Laurentides, que la formule ne rend pas compte exactement de la productivité de ces lacs; d'autant plus que les populations de poissons y sont différentes. Il faudrait réajuster la relation en fonction de ces régions car la correction introduite par le biais de la superficie du lac n'a pas permis d'ajuster adéquatement les lacs de moyennes et de grandes superficies.

En conclusion, ce potentiel de pêche devrait être utilisé avec précaution car une étude supplémentaire serait nécessaire pour évaluer le rendement de pêche théorique d'un lac.

#### 8.4 Indice d'activité: $Y_{PE}$

L'indice d'activité de la pêche se définit à l'aide de la relation 8.26 avec comme paramètres, les espèces présentes, la productivité du lac et la superficie du lac (tableau 8.22):

$$Y_{PE} = \sqrt[3]{y_{33} \times y_{34} \times y_{39}} \quad (8.26)$$

TABLEAU 8.21 Liste des espèces de poissons recensées sur les lacs.

| Espèces de poissons     | Nom de lacs |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
|-------------------------|-------------|-------|----------|--------------|----------|--------|-------|---------|--------|------|-------|-------------|---------|--|
|                         | Massawippi  | Brome | Eternité | Memphrémagog | Waterloo | Indien | Coeur | Lemoine | Cordon | Echo | Magog | St-François | Gillies |  |
| Truite mouchetée        |             |       | 10,0     | 10,0         |          |        | 10,0  | 10,0    | 10,0   | 10,0 |       |             | 10,0    |  |
| Perchaude               | 5,0*        | 5,0   |          |              | 5,0      |        | 5,0   |         |        |      | 5,0   | 5,0         | 5,0     |  |
| Saumon atlantique       |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Crapet de roche         | 5,0         | 5,0   |          |              |          | 5,0    |       |         |        |      | 5,0   |             |         |  |
| Eperlan arc-en-ciel     |             |       |          | 5,0          |          |        |       |         |        |      |       |             | 5,0     |  |
| Meunier noir            | 5,0         | 5,0   | 5,0      |              | 5,0      |        |       |         |        | 5,0  | 5,0   | 5,0         | 5,0     |  |
| Truite rouge            |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Chatte de l'Est         | 5,0         | 5,0   |          |              | 5,0      |        |       |         |        |      | 5,0   |             |         |  |
| Loche                   |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       | 5,0         |         |  |
| Cisco de lac            | 5,0         |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Umbre de vase           |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Ballot                  | 5,0         |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Carpe                   |             |       |          |              |          |        | 5,0   |         |        |      |       |             |         |  |
| Meunier rouge           | 5,0         |       | 5,0      |              |          |        |       |         |        |      |       | 5,0         |         |  |
| Corégone de lac         |             |       | 5,0      |              |          |        |       |         |        |      |       | 5,0         |         |  |
| Achigan à petite bouche | 9,0         | 9,0   |          |              |          |        |       | 9,0     | 9,0    |      | 9,0   |             |         |  |
| Chabot à tête plate     |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Crapet-soleil           | 5,0         | 5,0   |          |              | 5,0      |        |       |         |        |      | 5,0   |             |         |  |
| Méné d'émeraude         |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Barbotte brune          | 5,0         | 5,0   |          |              | 5,0      | 5,0    |       |         |        | 5,0  | 5,0   | 5,0         | 5,0     |  |
| Queue à tache noire     |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Suceur blanc            | 5,0         |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Perche-truite           |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |
| Truite brune            | 9,0         |       |          | 9,0          |          |        |       |         |        |      |       |             |         |  |

TABLEAU 8.21 (suite)

| Espèces de poissons     | Nom de lacs |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
|-------------------------|-------------|-------|----------|--------------|----------|--------|-------|---------|--------|------|-------|-------------|---------|
|                         | Massawippi  | Brome | Eternité | Memphrémagog | Waterloo | Indien | Coeur | Lemoine | Cordon | Echo | Magog | St-François | Gillies |
| Dard-perche             |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Touladi                 | 9,0         |       | 9,0      |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Maskinongé              |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Brochet du Nord         | 8,0         |       |          |              |          |        |       |         |        |      | 8,0   | 8,0         |         |
| Mené à nageoires rouges |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Doré jaune              |             | 8,0   |          |              | 8,0      |        |       |         |        |      |       | 8,0         |         |
| Mulet à cornes          |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Brochet maillé          |             | 8,0   |          |              | 8,0      |        |       |         |        |      | 8,0   |             |         |
| Mené de lac             |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Quitouche               |             | 5,0   | 5,0      | 5,0          |          |        |       |         |        |      |       | 5,0         |         |
| Cyprinidae              |             |       |          | 5,0          |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Truite arc-en-ciel      |             |       |          | 10,0         |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Percidae                |             |       |          | 5,0          |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Catostomidae            |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Cottidae                |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Épinoche                |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Ouananiche              |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Amiidae                 |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Anguillidae             |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Acipenseridae           |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |
| Hiodontidae             |             |       |          |              |          |        |       |         |        |      |       |             |         |

TABLEAU 8.21 (suite)

| Nom de lacs<br>Espèces de poissons | Mourier | Ross | Boisseau | Brébeuf | Cerf | St-Augustin | Nadeau | Sables | Simard | Williams | St-Pierre | Kénogami | Squatec | Trooper | Matapédia |
|------------------------------------|---------|------|----------|---------|------|-------------|--------|--------|--------|----------|-----------|----------|---------|---------|-----------|
| Truite mouchetée                   |         | 10,0 | 10,0     | 10,0    |      |             |        | 10,0   |        |          |           | 10,0     | 10,0    | 10,0    | 10,0      |
| Perchaude                          | 5,0     |      | 5,0      |         |      | 5,0         | 5,0    |        | 5,0    | 5,0      | 5,0       |          | 5,0     |         | 5,0       |
| Saumon atlantique                  |         |      |          |         | 10,0 |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Crapet de roche                    |         |      | 5,0      |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Eperlan arc-en-ciel                |         |      |          |         |      |             |        | 5,0    |        |          |           | 5,0      |         |         | 5,0       |
| Meunier noir                       |         |      |          |         | 5,0  | 5,0         |        |        | 5,0    |          | 5,0       | 5,0      | 5,0     |         | 5,0       |
| Truite rouge                       |         |      |          | 10,0    |      |             |        | 10,0   |        |          |           |          |         |         |           |
| Chatte de l'Est                    |         |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Loche                              |         | 5,0  |          |         | 5,0  |             |        |        | 5,0    |          |           |          | 5,0     |         | 5,0       |
| Cisco de lac                       |         |      |          |         | 5,0  |             |        |        | 5,0    |          |           |          |         |         |           |
| Umbre de vase                      |         |      |          |         | 5,0  |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Ballot                             |         |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Carpe                              |         |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Meunier rouge                      |         |      |          |         | 5,0  |             |        |        |        |          |           | 5,0      |         |         | 5,0       |
| Corégone de lac                    |         |      |          |         |      |             |        |        | 5,0    |          |           |          |         |         | 5,0       |
| Achigan à petite bouche            |         |      |          |         | 9,0  |             |        |        | 9,0    |          |           |          |         |         |           |
| Chabot à tête plate                | 5,0     |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Crapet-soleil                      |         |      | 5,0      |         |      | 5,0         | 5,0    |        |        |          |           |          |         | 5,0     |           |
| Méné d'émeraude                    | 5,0     |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Barbotte brune                     |         |      |          |         |      | 5,0         | 5,0    |        | 5,0    | 5,0      |           |          |         |         |           |
| Queue à tache noire                | 5,0     |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Suceur blanc                       |         |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Perche-truite                      | 5,0     |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |
| Truite brune                       |         |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |

TABLEAU 8.21 (suite)

| Espèces de poissons     | Nom de lacs |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |  |
|-------------------------|-------------|------|----------|---------|------|-------------|--------|--------|--------|----------|-----------|----------|---------|---------|-----------|--|
|                         | Mourier     | Ross | Boisseau | Brébeuf | Cerf | St-Augustin | Nadeau | Sables | Simard | Williams | St-Pierre | Kénogami | Squatec | Trooper | Matapédia |  |
| Dard-perche             | 5,0         |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |  |
| Touladi                 |             |      | 9,0      |         |      |             |        |        |        |          |           |          | 9,0     |         | 9,0       |  |
| Maskinongé              |             |      |          |         |      | 9,0         |        |        |        |          |           |          |         |         |           |  |
| Brochet du Nord         | 8,0         |      |          |         | 8,0  |             |        |        | 8,0    | 8,0      |           |          |         |         |           |  |
| Mené à nageoires rouges |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          | 5,0       |          |         |         |           |  |
| Doré jaune              | 8,0         |      |          |         |      |             |        |        | 8,0    | 8,0      |           |          |         |         |           |  |
| Mulet à cornes          |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          | 5,0       | 5,0      |         |         |           |  |
| Brochet maillé          |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         |           |  |
| Mené de lac             |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         | 5,0       |  |
| Ouitouche               |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           | 5,0      |         |         | 5,0       |  |
| Cyprinidae              |             |      |          |         |      | 5,0         |        |        | 5,0    |          | 5,0       | 5,0      |         |         | 5,0       |  |
| Truite arc-en-ciel      |             |      |          |         |      |             |        |        |        | 10,0     |           |          |         |         |           |  |
| Percidae                |             |      |          |         |      |             |        |        | 5,0    |          |           |          |         |         |           |  |
| Catostomidae            |             |      |          |         |      |             |        |        |        | 5,0      |           |          |         |         |           |  |
| Cottidae                |             |      |          |         |      |             |        |        |        | 5,0      |           |          |         |         | 5,0       |  |
| Epinoche                |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           | 5,0      |         |         | 5,0       |  |
| Ouananiche              |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           | 10,0     |         |         |           |  |
| Amiidae                 |             |      |          |         |      |             |        |        |        |          |           |          |         |         | 5,0       |  |
| Anguillidae             |             |      |          |         |      |             |        |        | 5,0    |          |           |          |         |         | 5,0       |  |
| Acipenseridae           |             |      |          |         |      |             |        |        | 5,0    |          |           |          |         |         |           |  |
| Hiodontidae             |             |      |          |         |      |             |        |        | 5,0    |          |           |          |         |         |           |  |

\* cote y<sub>33</sub>

Tiré des rapports de diagnose écologique du SQE, de Dupont, Page et Demers (1975), d'études limnologiques et de Legendre et al. (1980).

TABLEAU 8.22 Résultats pour l'activité pêche.

| Nom des lacs   | Paramètres |       |      |                | Cotes retenues  |                 |                 | Indice d'activité |
|----------------|------------|-------|------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|                | EP         | Pm    | R    | A <sub>0</sub> | y <sub>33</sub> | y <sub>34</sub> | y <sub>39</sub> | Y <sub>PE</sub>   |
| Indien         |            | 5,6   | 7,4  | 0,03           | 5,0             | 10,0            | 1,0             | 3,7               |
| Nadeau         |            | 9,8   | 6,3  | 0,10           | 5,0             | 10,0            | 1,0             | 3,7               |
| Trooper        |            | 12,5  | 5,7  | 0,30           | 10,0            | 10,0            | 1,0             | 4,6               |
| Cordon         |            | 33,1  | 2,6  | 0,40           | 10,0            | 7,3             | 1,0             | 4,2               |
| Saint-Pierre   |            | 20,3  | 4,2  | 0,50           | 5,0             | 10,0            | 1,0             | 3,7               |
| Duhamel        |            | 38,1  | 2,1  | 0,52           | —               | 5,8             | 1,0             | 2,4               |
| Saint-Augustin |            | 11,8  | 5,8  | 0,55           | 9,0             | 10,0            | 1,0             | 4,5               |
| Théodore       |            | 25,2  | 3,5  | 0,57           | —               | 10,0            | 1,0             | 3,2               |
| Boisseau       |            | 70,9  | 0,6  | 0,60           | 10,0            | 1,3             | 1,0             | 2,4               |
| Coeur (en)     |            | 25,6  | 3,4  | 0,60           | 10,0            | 9,7             | 1,0             | 4,6               |
| Waterloo       |            | 9,5   | 6,3  | 1,50           | 8,0             | 10,0            | 1,4             | 4,8               |
| Echo           |            | 24,3  | 3,6  | 1,60           | 10,0            | 10,0            | 1,5             | 5,3               |
| Ross           |            | 13,1  | 5,6  | 2,90           | 10,0            | 10,0            | 2,3             | 6,1               |
| Gillies        |            | 35,8  | 2,3  | 3,10           | 10,0            | 6,4             | 2,5             | 5,4               |
| Eternité       |            | 40,4  | 1,9  | 4,44           | 10,0            | 5,2             | 3,3             | 5,6               |
| Williams       |            | 36,4  | 2,2  | 4,92           | 10,0            | 6,1             | 3,6             | 6,0               |
| Brébeuf        |            | 54,5  | 1,1  | 6,80           | 10,0            | 2,8             | 4,8             | 5,1               |
| Sables (des)   |            | 85,3  | 0,3  | 8,90           | 10,0            | 1,0             | 6,1             | 3,9               |
| Magog          |            | 32,2  | 2,7  | 10,80          | 9,0             | 7,6             | 7,3             | 7,9               |
| Cerf (du)      |            | 112,7 | 0,1  | 12,60          | 10,0            | 1,0             | 8,4             | 4,4               |
| Squatec        |            | 71,9  | 0,6  | 12,80          | 10,0            | 1,3             | 8,6             | 4,8               |
| Brome          |            | 19,0  | 4,4  | 14,50          | 9,0             | 10,0            | 9,6             | 9,5               |
| Mourier        |            | 12,5  | 5,7  | 14,60          | 8,0             | 10,0            | 9,7             | 9,2               |
| Massawippi     |            | 136,5 | 0,05 | 17,90          | 9,0             | 1,0             | 10,0            | 4,5               |
| Lemoine        |            | 29,9  | 2,9  | 25,30          | 10,0            | 8,2             | 10,0            | 9,4               |
| Matapédia      |            | 54,5  | 1,1  | 38,10          | 10,0            | 2,8             | 10,0            | 6,5               |
| Saint-François |            | 51,3  | 1,3  | 47,10          | 8,0             | 3,4             | 10,0            | 6,5               |
| Kénogami       |            | 53,5  | 1,2  | 51,80          | 10,0            | 3,1             | 10,0            | 6,8               |
| Memphremagog   |            | 51,0  | 1,3  | 95,30          | 10,0            | 3,4             | 10,0            | 7,0               |
| Simard         |            | 28,5  | 3,1  | 169,90         | 9,0             | 8,8             | 10,0            | 9,3               |

consulter le tableau 8.21

A<sub>0</sub> superficie brute du lac (km<sup>2</sup>)  
 EP espèces présentes dans le lac  
 Pm profondeur moyenne du lac (pi)  
 R rendement de pêche (lb/ac)

Le tableau 8.23 présente un résumé des fonctions de cotation retenues pour l'activité pêche.

TABLEAU 8.23 Synthèse de l'activité pêche.

| ACTIVITE PECHE                |   |                                  |
|-------------------------------|---|----------------------------------|
| PARAMETRES                    | CONDITIONS  | FONCTIONS DE COTATION            |
| Espèces de poissons présentes | si truite mouchetée<br>ouananiche<br>truite rouge   | $y_{33} = 10$                    |
|                               | si touladi<br>truite brune<br>truite arc-en-ciel<br>achigan à petite bouche<br>maskinongé | $y_{33} = 9$                     |
|                               | si brochet du nord<br>doré jaune<br>brochet maillé  | $y_{33} = 8$                     |
|                               | si "panfish"  | $y_{33} = 5$                     |
| Productivité du lac           | si $R \leq 0,5$ lb/ac   | $y_{34} = 1$                     |
|                               | si $0,5 < R < 3,5$  | $y_{34} = 3,0 R - 0,5$ (8.22)    |
|                               | si $R \geq 3,5$   | $y_{34} = 10$                    |
| Superficie du lac             | si $A_0 \leq 0,8$ km <sup>2</sup>   | $y_{39} = 1$                     |
|                               | si $0,8 < A_0 < 15$   | $y_{39} = 0,63 A_0 + 0,5$ (8.25) |
|                               | si $A_0 \geq 15$  | $y_{39} = 10$                    |

CHAPITRE 9

INDICE GLOBAL DE RECREATION

L'indice de récréation donne une idée générale du potentiel récréatif sur un lac. Il se calcule à partir de valeurs obtenues pour chaque activité (indice d'activité). Cet indice, représenté par un chiffre sans unité, pris isolément, est de peu d'intérêt pour ceux qui étudient le potentiel récréatif d'un lac. Il faut l'analyser en tenant compte des données obtenues pour chaque activité en regard des cotes calculées pour les paramètres. L'activité, qui pour un paramètre donné diminue le potentiel, peut aussi être identifiée. Cet indice a une signification pris dans un ensemble. Il existe plusieurs façons d'énoncer un indice. Par exemple, il y a la forme additive qui est la moyenne arithmétique des indices des activités retenues; ceux-ci ayant tous le même poids (relation 1.2):

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j P_j}{N} \quad (1.2)$$

où IR est l'indice global de récréation

N le nombre d'activités  
 $Y_j$  l'indice de l'activité j  
 et  $P_j$  le facteur de pondération affecté à l'activité j (ici, le poids = 1/N).

Cette équation peut donc être divisée par le nombre de paramètres (relation 1.3):

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j}{N} \quad (1.3)$$

Il y a aussi une forme pondérée de la formule additive (relations 9.1 et 9.2):

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j P_j}{\sum_{j=1}^N P_j} = Y_1 P_1 + Y_2 P_2 + \dots + Y_N P_N \quad (9.1)$$

ou encore

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j P_j}{\sum P_j} \quad (9.2)$$

où  $P_j$  est le facteur de pondération de la  $j$  ième activité, nombre compris entre 0 et 1.

La formule multiplicative pondérée est une formulation plus sophistiquée de l'indice (relation 9.3) (Fréchette, 1978; Provencher et Lamontagne, 1977; Meunier et Guimont, 1979):

$$IR = \prod_{j=1}^N Y_j^{P_j} = Y_1^{P_1} \times Y_2^{P_2} \times \dots \times Y_N^{P_N} \quad (9.3)$$

L'indice de récréation préconisé par Fréchette (1977) est additif (relation 1.2):

$$IR = \sum_{j=1}^N Y_j P_j \quad (1.2)$$

où IR est l'indice global de récréation  
et  $Y_j$  l'indice de l'activité  $j$ .

Chaque activité a un poids différent l'une par rapport à l'autre. Les facteurs de pondération sont présentés au tableau 1.3. Ils ont été obtenus grâce à des enquêtes menées auprès des gens et ils sont basés sur leur préférence.

En lieu et place, nous retenons la relation 1.3:

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j}{N} \quad (1.3)$$

où  $N$  est le nombre d'activités  
et  $Y_j$  l'indice de l'activité  $j$ .

Comme le temps nous a manqué pour faire parvenir un questionnaire à des villégiateurs de façon à connaître leur cotation ou appréciation face aux sept activités traitées dans ce mémoire, nous les avons considérées comme ayant un poids égal. Les résultats apparaissent au tableau 9.1.

TABLEAU 9.1 Indices d'activité et indice de récréation.

| Nom des lacs   | Indices d'activité |          |       |          |          |       |          |       | Indice de récréation |      |
|----------------|--------------------|----------|-------|----------|----------|-------|----------|-------|----------------------|------|
|                | $Y_{BM}$           | $Y_{SK}$ | $Y_V$ | $Y_{PL}$ | $Y_{B*}$ | $Y_B$ | $Y_{PE}$ | $Y_C$ | $IR^*$               | $IR$ |
| Indien         | 0                  | 0        | 0     | 0        | 0        | 6,1   | 3,7      | 0     | 0,5                  | 1,4  |
| Nadeau         | 0                  | 0        | 0     | 1,9      | 0        | 5,7   | 3,7      | 6,7   | 1,8                  | 2,6  |
| Trooper        | 0                  | 0        | 0     | 3,8      | 0        | 8,3   | 4,6      | 8,9   | 2,5                  | 3,7  |
| Cordon         | 0                  | 0        | 0     | 4,2      | 0        | 7,9   | 4,2      | 8,4   | 2,4                  | 3,5  |
| Saint-Pierre   | 0                  | 0        | 0     | 2,7      | 0        | 5,4   | 3,7      | 7,1   | 1,9                  | 2,7  |
| Duhamel        | 0                  | 0        | 0     | 9,8      | 0        | 8,1   | 2,4      | 8,5   | 3,0                  | 4,1  |
| Saint-Augustin | 2,9                | 4,4      | 0     | 1,8      | 0        | 6,8   | 4,5      | 7,4   | 3,0                  | 4,0  |
| Théodore       | 0                  | 0        | 0     | 8,7      | 0        | 7,7   | 3,2      | 8,8   | 3,0                  | 4,1  |
| Boisseau       | 2,5                | 3,5      | 0     | 3,9      | 0        | 6,4   | 2,4      | 7,1   | 2,8                  | 3,7  |
| Coeur (en)     | 2,6                | 4,0      | 0     | 4,6      | 0        | 8,3   | 4,6      | 8,3   | 3,4                  | 4,6  |
| Waterloo       | 3,5                | 4,3      | 0     | 0        | 0        | 5,5   | 4,8      | 7,4   | 2,9                  | 3,6  |
| Echo           | 4,8                | 6,1      | 0     | 4,4      | 0        | 8,1   | 5,3      | 8,3   | 4,1                  | 5,3  |
| Ross           | 4,9                | 5,5      | 4,6   | 2,7      | 0        | 6,8   | 6,1      | 7,4   | 4,5                  | 5,4  |
| Gillies        | 6,0                | 7,1      | 4,6   | 4,6      | 0        | 8,5   | 5,4      | 8,1   | 5,1                  | 6,3  |
| Eternité       | 6,6                | 7,2      | 2,0   | 6,4      | 0        | 8,2   | 5,6      | 9,3   | 5,3                  | 6,5  |
| Williams       | 7,5                | 8,3      | 5,7   | 5,1      | 0        | 9,1   | 6,0      | 8,8   | 5,9                  | 7,2  |
| Brébeuf        | 7,7                | 7,5      | 5,9   | 4,1      | 0        | 7,9   | 5,1      | 8,4   | 5,5                  | 6,7  |
| Sables (des)   | 7,8                | 6,5      | 8,3   | 2,4      | 0        | 5,5   | 3,9      | 6,8   | 5,1                  | 5,9  |
| Magog          | 8,9                | 9,3      | 9,3   | 8,4      | 0        | 9,8   | 7,9      | 8,3   | 7,4                  | 8,8  |
| Cerf (du)      | 8,3                | 8,8      | 8,5   | 6,3      | 0        | 9,5   | 4,4      | 8,4   | 6,4                  | 7,7  |
| Squatec        | 9,4                | 8,4      | 9,0   | 5,8      | 0        | 8,1   | 4,8      | 7,4   | 6,4                  | 7,6  |
| Brome          | 8,6                | 9,0      | 9,6   | 9,7      | 0        | 9,8   | 9,5      | 7,5   | 7,7                  | 9,1  |
| Mourier        | 7,5                | 7,6      | 9,2   | 3,0      | 0        | 7,4   | 9,2      | 8,5   | 6,4                  | 7,5  |
| Massawippi     | 9,8                | 9,2      | 9,3   | 5,5      | 0        | 9,5   | 4,5      | 8,6   | 6,7                  | 8,1  |
| Lemoine        | 9,1                | 8,0      | 9,4   | 2,6      | 0        | 7,5   | 9,4      | 7,7   | 6,6                  | 7,7  |
| Matapédia      | 9,5                | 9,6      | 9,2   | 9,2      | 0        | 9,9   | 6,5      | 7,1   | 7,3                  | 8,7  |
| Saint-François | 9,2                | 9,5      | 9,5   | 7,1      | 0        | 10,0  | 6,5      | 8,5   | 7,2                  | 8,6  |
| Kénogami       | 9,9                | 8,5      | 8,8   | 6,7      | 0        | 7,9   | 6,8      | 8,7   | 7,1                  | 8,2  |
| Memphremagog   | 9,6                | 9,7      | 9,8   | 7,3      | 0        | 10,0  | 7,0      | 8,1   | 7,4                  | 8,8  |
| Simard         | 9,0                | 8,4      | 7,4   | 4,6      | 0        | 7,3   | 9,3      | 8,6   | 6,8                  | 7,8  |

$$IR^* = \frac{Y_{BM} + Y_{SK} + Y_V + Y_{PL} + Y_{B*} + Y_{PE} + Y_C}{7} \quad (9.4)$$

$$IR = \frac{Y_{BM} + Y_{SK} + Y_V + Y_{PL} + Y_B + Y_{PE} + Y_C}{7} \quad (9.5)$$

CONCLUSION

## CONCLUSION

La méthode d'évaluation du potentiel récréatif proposée dans cette étude est conçue dans le but de faciliter le choix de lacs propices à un aménagement récréatif. Nous l'avons voulue facile à comprendre et à utiliser. C'est un moyen rapide d'analyser plusieurs paramètres pour évaluer le potentiel récréatif d'un lac par rapport à une activité donnée. Elle servira au gestionnaire comme "indice de choix" face à un échantillon de lacs. C'est la pose d'un premier jalon dans la planification d'un aménagement. Les résultats obtenus font ressortir les lacs possédant un bon potentiel d'aménagement et quelles activités doivent y être favorisées.

Nos objectifs, qui étaient de modifier, tester et calibrer cette méthode furent réalisés sauf en ce qui concerne le programme informatique. Celui-ci aurait permis l'obtention rapide des cotes et des indices ainsi que leur agencement dans un tableau. Ce projet fut abandonné faute de temps\*.

Bien qu'un effort considérable ait été apporté à la rédaction, certains points sont sujets à amélioration. Dans un travail subséquent, il faudra les solutionner afin de rendre plus efficace l'application de cette méthode. Entre autres, le choix des paramètres retenus pour chaque activité pourra être raffiné grâce à des tests statistiques et la pondération des activités et des paramètres pourra être reprise.

Un essai fut tenté dans ce mémoire pour trouver ces facteurs de pondération mais le questionnaire demandait à être reconstruit et le temps nous imposa ses limites. Un second essai pourrait être tenté de façon à obtenir un poids relatif pour chaque paramètre et activité; ce

\* Depuis lors, un programme informatique permettant l'application rapide de cette méthode a été réalisé à l'INRS-Eau.

poids étant indépendant de la valeur du paramètre. Pour ce faire, les questionnaires gagneraient à être modifiés pour effectuer un nouvel essai auprès des familiers de la ressource. Les changements pourraient porter sur le choix des paramètres et sur l'utilisation d'une cotation fixe.

Le potentiel de pêche devra être utilisé avec précaution; une étude supplémentaire se révélant nécessaire pour évaluer adéquatement le rendement de pêche théorique d'un lac. Nous avons eu quelques difficultés à ajuster ce potentiel aux lacs de notre échantillon. La formule retenue de Vézina (1978) pour calculer le rendement de pêche est calibrée à l'aide d'un échantillon de 83 lacs provenant de régions physiographiques contiguës. Les lacs des Cantons de l'Est, de l'Abitibi et de la Gaspésie n'y sont pas représentés contrairement à notre échantillonnage (Simard, Lemoine, Mourier, etc.). Il est probable, qu'étant donné les différences régionales assez marquées entre l'Abitibi, les lacs de Portneuf et du Parc des Laurentides, que la formule ne rend pas compte exactement de la productivité de ces plans d'eau d'autant plus que les populations de poissons y sont différentes. Il faudrait réajuster la relation en fonction de ces régions car la correction introduite par le biais de la superficie du lac n'a pas permis d'ajuster adéquatement les lacs de moyennes et de grandes superficies.

Le plus difficile lors de l'élaboration de ce mémoire fut de calibrer les réponses obtenues. Cela fut rendu possible grâce à l'ensemble des évaluations reçues de nos correspondants.

Il faut noter que l'indice est calculé même si l'on n'a pas tous les paramètres requis par la méthode. Cependant, il faut considérer le fait que les paramètres manquants peuvent être déterminants. L'analyse de l'utilisateur de la méthode doit porter sur l'ensemble des résultats; les indices d'activité ayant une importance égale ou supérieure à l'indice global de récréation.

La méthode quantitative développée dans le cadre de cette recherche n'est pas statique mais évolutive. Des changements pourront y être apportés au fur et à mesure de son utilisation. Il est certain qu'elle gagnerait à être testée sur de nouveaux lacs pour éventuellement en arriver à une meilleure calibration des équations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALAIN, J., BOURASSA, F. (1980).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Saint-Pierre. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 57 p.
- ALAIN, J., GENTES, P., LE ROUZES, M., MATHIEU, P. (1978).  
Etude limnologique, lac Waterloo. Programme de connaissances intégrées, Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, rapport QE-32, 8 p.
- ALAIN, J., GENTES, P., LE ROUZES, M., MATHIEU, P. (1978).  
Etude limnologique, lac Massawippi. Programme de connaissances intégrées, Service de la qualité des eaux, rapport no QE-30, 8 p.
- ALAIN, J., GENTES, P., LE ROUZES, M., MATHIEU, P. (1978).  
Etude limnologique, lac Brome. Programme de connaissances intégrées, Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, rapport no QE-33, 7 p.
- ALAIN, J., GENTES, P., LE ROUZES, M., MATHIEU, P. (1978).  
Etude limnologique, lac Magog. Programme de connaissances intégrées, Service de la qualité des eaux, rapport no QE-27, 7 p.
- ALAIN, J., GOUR, G., GENTES, P., LOPEZ, J., GAGNE, R. (1974).  
Etude limnologique, lac de l'Achigan (comté de Terrebonne). P.I.E. — 1972, Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 65 p.
- ALAIN, J., LE ROUZES, M. (1976).  
Méthodologie pour l'inventaire écologique de l'environnement des lacs. Ministère des Richesses naturelles du Québec, Service de la qualité des eaux, Sainte-Foy, 31 août, 76-3, 26 p.
- ALAIN, J., MEUNIER, P. (1979).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Indien. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 8 p.
- ALAIN, J., MEUNIER, P. (1979).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Nadeau. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, 33 p.

- ALAIN, J., MORIN, J.P. (1979).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Beauport. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 32 p.
- ANONYME  
Morphométrie et hydrologie du lac. Ministère des Richesses naturelles du Québec (MRN).
- ANONYME  
Canotage et canot-camping, informations générales. Vol. 1, Fédération québécoise du canot-camping Inc.
- ANONYME (1972).  
Projet d'aménagement des eaux de la Rivière du Nord. Comité technique du Bassin de la Rivière du Nord, 160 p.
- ANONYME (1975).  
Lake Planning. Draft No 3, Ontario.
- BARABE, G., LAUZON, R. (1978).  
Plan d'aménagement des berges du fleuve Saint-Laurent. Rapport soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par le MRN, annexe no 5, 139 p.
- BERGERON, J.F. (1974).  
Le déclin écologique des lacs et cours d'eau des Laurentides. Collection "aspects" no 25, Québec, 158 p.
- BERTHIAUME, I., FALARDEAU, J.G., MATTE, R. (1971).  
Normes techniques pour les aménagements récréatifs dans les parcs provinciaux. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la Recherche et du Développement, Service de la Planification, 63 p.
- BOISCLAIR, J., TREMBLAY, J. (1978).  
Méthodologie d'évaluation des plans d'eau intérieurs en fonction de la navigation de plaisance. Direction des plans d'équipement, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, s.p. (non publié).
- BOURASSA, F., ALAIN, J. (1980).  
Rapport de la diagnose écologique, lac William. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 117 p.

- BOURASSA, J.J., AUDY, E. (1976).  
Esquisse préliminaire d'une méthodologie d'inventaire des plans d'eau en vue d'une exploitation éventuelle par la pêche sportive.  
 MTCP, DAEF, chap. 8, 6 p.
- BREMOND, R., VUICHARD, R. (1973).  
Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de la Protection de la Nature et de l'Environnement, Paris, 179 p.
- CARIGNAN, Y. (1978).  
Inventaire et Classification des lacs (Processus, méthodes, techniques). Document préliminaire, Service de l'Aménagement des Terres, ministère des Terres et Forêts, 105 p.
- CHOQUETTE, S. (1980).  
Evaluation des impacts des processus de restauration sur les organismes biologiques. Service de la qualité des eaux, ministère de l'Environnement, rapport interne no 80-25, 2 annexes, 315 p.
- CLUIS, D., COUILLARD, D., POTVIN, L. (1973).  
Planification de l'acquisition des données de qualité de l'eau au Québec. Tome 4: Utilisation du territoire d'un bassin et modèle d'apports. INRS-Eau, rapport scientifique no 35, 135 p.
- CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT (1976a).  
Aménagement des berges de lacs et de rivières au Québec. Gouvernement du Québec, Cité parlementaire, Québec, 197 p.
- CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT (1976).  
Aménagement des berges de lacs et de rivières au Québec. 5 p.
- CRESSMAN, E.M. (1971).  
Methodology for Ontario Recreation Land Inventory. 1-27, Department of Lands and Forests.
- DAJOZ, R. (1975).  
Précis d'écologie. Dunod, Paris, 549 p.
- DUPONT, C., PAGE, Y.L., DEMERS, R. (1975).  
Etude complémentaire de la qualité des eaux du lac Memphremagog. Service de Protection de l'Environnement, 103 p.

- ELLIS, M.M. (1937).  
Detection and Measurement of Stream Pollution, U.S. Bureau of Fish,  
bull. 22, 48: 365-437.
- ENVIRONNEMENT CANADA  
Environnement atmosphérique, température et précipitations, 1941-1970, moyennes pour la période 1941 à 1970 et les extrêmes à 1970.  
Québec, UDC: 551.582 (714), 65 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA  
Environnement atmosphérique, normales au Canada, vent. Vol. 3,  
1955-1972, p. 71-135.
- FERRARA, J. (1976).  
Quand un satellite regarde les plages. Science et Vie, No 708 (septembre): 21-38.
- FIRME GAUTHIER, POULIN, THERIAULT LTEE (1975).  
Plan d'aménagement du lac des Roches. Rédigé pour le MTCP, 46 p.
- FISSET ROBERT, M. (1972).  
Plan d'aménagement de la ressource eau dans la région de Montréal, étude préliminaire: inventaire récréatif, potentiel touristique et prévision d'équipements. Ministère des Richesses naturelles, Service de l'aménagement hydraulique, Québec, rapport 1.0.0., 86 p.
- FOURNIER, P. (1978).  
Diagnostic des lacs. Groupe SERF, MTCP, Direction de l'aménagement et de l'exploitation de la Faune, chap. 1, 14 p.
- FOURNIER et al. (1979).  
Indications sur les succès de Pêche régionale. MTCP, DAEF, SERF, chap. 14, 22 p.
- FRECHETTE, F. (1977).  
Méthode d'évaluation du potentiel récréatif des lacs. Ministère des Richesses naturelles, Service de la qualité des eaux, Division limnologie, Québec, rapport interne.
- FRECHETTE, F. (1978).  
Comparaison des indices de qualité de l'eau. Thèse de maîtrise ès sciences (eau), Université du Québec, 74 p.

GAUTHIER, J.P., ALAIN, J., GENTES, P., GOUR, G., LE ROUZES, M., MATHIEU, P. (1976).

Etude limnologique — lac Saint-François. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, no QE-15, 99 p.

GAUTHIER, J.P., ALAIN, J., LEVESQUE, R. (1973).

Etudes limnologiques des lacs des Sables, Echo, Manitou, Montagne Noire, Saint-Joseph, Sainte-Marie, Théodore. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 144 p.

GAUTHIER, J.P., GENTES, P., MATHIEU, P., MEUNIER, P., PROVENCHER, M., ALAIN, J., LE ROUZES, M., POTVIN, P., LEFEBVRE, G. (1978).

L'état de santé de nos lacs, la diagnose écologique en milieu lacustre. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles du Québec. Rapport QE-36, décembre, 63 p.

GOVERNEMENT DU QUEBEC

Fabriques de pâtes et papiers, Lois et règlements. Arrêté(s) en conseil, A.C. 2346-79, 15 août 1979, Loi de la qualité de l'environnement (1972, c. 49), Gazette Officielle du Québec, partie 2, 12 septembre 1979, 111e année, no 44, p. 6253 à 6283.

HARVEY, H.H. (1976).

Qualité de l'environnement aquatique: problématique et suggestions. Rapport de l'Office des Recherches sur les Pêcheries du Canada, no 12, 1-40.

LACHANCE, A., MEUNIER, P., DUPUIS, T. (1980).

Inventaire et analyse de la végétation aquatique de sept lacs du bassin de la rivière Yamaska. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, rapport interne no 80-8.

LALIBERTE, D. (1976).

Normes d'aménagement des lacs et de leurs bassins. Ministère des Richesses naturelles, Direction de l'aménagement, Groupe conseil en écologie, Québec, 118 p.

LECLERC, M. (1978).

Notes du cours de limnologie physique donné dans le cadre de la maîtrise en sciences de l'eau à l'Institut national de la recherche scientifique-Eau (INRS-Eau).

LEDUC, R.

Vent mensuel moyen sur le Québec méridional. Service de la météorologie, ministère des Richesses naturelles.

- LEFIN, R. (1968).  
Manuel de plongée sous-marine. Editions du Jour, Ottawa, 105 p.
- LEGENDRE, P., CHODOROWSKI, A., CHODOROWSKA, W., PICHET, P., POTVIN, P. (1980).  
Qualité des eaux: interprétation des données lacustres (1971-1977). Centre de recherche en Sciences de l'Environnement (CERSE), Université du Québec à Montréal, pour le ministère de l'Environnement, Service de la qualité des eaux, 409 p.
- LEMOYNE, P., MEUNIER, P. (1979).  
Rapport de la diagnose écologique, lac du Cordon. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 43 p.
- LEMOYNE, P., MEUNIER, P., MORIN, J.P. (1979).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Brébeuf. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 51 p.
- LE ROUZES, M., ALAIN, J., GOUR, G., GENTES, P., MATHIEU, P., LOPEZ, J. (1976).  
Etude limnologique (P.I.E. — 1973): lac Saint-François, Comté de Frontenac. Gouvernement du Québec, ministère des Richesses naturelles, Direction générale des eaux, Service de la qualité des eaux, Division limnologie, QE-15, E.A. - 4.
- LEVASSEUR, H., GENTES, P. (1980).  
Pour une politique d'intervention visant le contrôle de la végétation aquatique. Ministère des Richesses naturelles, Direction du domaine hydrique, Groupe conseil en écologie, Québec, 35 p.
- MAC KENTHUN, K.M., INGRAM, W.M. (1964).  
Limnological Aspects of Recreational Lakes. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Division of Water Supply and Pollution Control, no 1167, 176 p.
- MAGNY, Y. (1980).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Eternité. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 68 p.
- MARCOTTE, J. (1978).  
Evaluation des effets de l'aération sur l'écosystème, lac Waterloo. Ministère des Richesses naturelles, direction générale des eaux, Groupe conseil en écologie, Québec, rapport de stage T-3.

- MATHIEU, P., GENTES, P., GAUTHIER, J.P. (1979).  
L'âge des lacs, méthode numérique d'évaluation de l'état trophique des lacs. Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, QE-35, 57 p.
- MEUNIER, P. (1980).  
Ecologie végétale aquatique, impact des projets sur l'environnement. Ecole polytechnique, Québec, février, 77 p.
- MEUNIER, P., ALAIN, J. (1979).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Saint-Augustin. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 108 p.
- MEUNIER, P., BOURASSA, F., MORIN, J.P., ALAIN, J. (1979).  
Guide technique pour l'inventaire écologique des lacs. Service de la qualité des eaux, ministère de l'Environnement, Québec, no QE-43, 3 annexes, 64 p.
- MEUNIER, P., GUIMONT, F. (1979).  
Potentiel d'utilisation de l'eau en milieu lacustre. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, rapport no QE-40, 55 p.
- MEUNIER, P., LEFEBVRE, G. (1979).  
Méthodologie d'évaluation des potentiels écologiques. Ministère des Richesses naturelles, Service de la qualité des eaux.
- MEUNIER, P., LEFEBVRE, G., LAPORTE, P. (1977).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Boisseau. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 46 p.
- MEUNIER, P., LEFEBVRE, G., LAPORTE, P. (1977).  
Rapport de la diagnose écologique, lac des Sables. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 50 p.
- MEUNIER, P., LEMOYNE, P., MORIN, J.P., VACHON, G. (1977).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Caribou. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 57 p.
- MEUNIER, P., LEMOYNE, P., MORIN, J.P., VACHON, G. (1978).  
Rapport de la diagnose écologique, lac du Cerf. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 63 p.

- MEUNIER, P., LEMOYNE, P., MORIN, J.P., VACHON, G. (1978).  
Rapport de la diagnose écologique, lacs Lemoine et Mourier. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 76 p.
- MEUNIER, P., LEMOYNE, P., POULIN, R., VACHON, G. (1978).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Ross. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 46 p.
- MEUNIER, P., LEMOYNE, P., VACHON, G. (1978).  
Rapport de la diagnose écologique, lac en Coeur. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, 38 p.
- MEUNIER, P., O'NEIL, M.A., WATSON, P. (1975).  
Mission Charlevoix. Etude préparée pour le ministère des Terres et Forêts, Service de l'aménagement des terres, en collaboration avec l'Office de Planification et de Développement du Québec, par le bureau Gauthier, Poulin, Thériault Limitée, Québec, 157 p.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE DU CANADA (1969).  
Inventaire des Terres du Canada, les systèmes de classement des possibilités d'utilisation des sols. Rapport no 1, septembre, ARDA, Québec, 102 p.
- MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES DU QUEBEC (1978).  
Statistiques annuelles et mensuelles. Service météorologique, séquence 0614050.
- MINISTERE DU TOURISME, DE LA CHASSE ET DE LA PECHE DU QUEBEC  
La pêche sportive au Québec. (brochure), 52 p.
- MINISTERE DU TOURISME, DE LA CHASSE ET DE LA PECHE DU QUEBEC (1972).  
Méthode de classification des plans d'eau pour la navigation de plaisance. Esquisse préliminaire par le Service des Etudes et Inventaires biophysiques, no 25, 37 p.
- MINISTERE DU TOURISME, DE LA CHASSE ET DE LA PECHE DU QUEBEC (1979).  
Rapport du Groupe de travail sur les sociétés d'exploitation des ressources fauniques (SERF). Vol. 2: Manuel technique utile à la gestion de la faune aquatique. Direction de l'Aménagement et de l'exploitation de la faune.

- MORIN, J.P., MEUNIER, P., LEMOYNE, P. (1978).  
Rapport de la diagnose écologique, lac Gillies. Service de la qualité des eaux, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 49 p.
- PESSON, P., LEYNAUD, G., VIVIER, P. (1976).  
La pollution des eaux continentales, incidences sur les biocénoses aquatiques. Gauthiers-Villars, 285 p.
- POTVIN, P. (1980)  
Réseau de surveillance de la qualité du milieu lacustre au Québec. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, rapport no 80-24.
- POULIN, C., POULIN, R., MEUNIER, P. (1979).  
Relations entre les herbiers, les invertébrés et les poissons de quelques lacs du Québec. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, rapport interne no 80-7, 2 annexes, 56 p.
- PROVENCHER, M., LAMONTAGNE, M.P. (1977).  
Méthode de détermination d'un indice d'appréciation de la qualité des eaux selon différentes utilisations. Service de la qualité des eaux, ministère des Richesses naturelles, Québec, 5 annexes, 70 p.
- PROVENCHER, L., THIBAUT, J.C. (1976).  
Critères bio-physiques pour le choix de sites récréatifs à la campagne. Vol. I: activités et équipements récréatifs reliés à l'eau, no 26, publié dans le cadre d'une recherche de maîtrise, Université de Sherbrooke, 48 p.
- SAMSON, L. (1973).  
Méthode de contrôle du taux d'exploitation de la truite mouchetée (*Salvelinus fontinalis*) dans le Parc des Laurentides. MTCP, DAEF, SERF, chap. 25, 11 p.
- SASSEVILLE, J.L., ROUSSEAU, A. (1974).  
Analyse de la problématique du contrôle de la végétation aquatique. INRS-Eau, rapport scientifique no 43, 34 p., 1 annexe.
- SCOTT, W.B., CROSSMAN, E.J. (1974).  
Poissons d'eau douce du Canada. Ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa, bulletin 184, 1026 p.

- SEPPANEN, P. (1972).  
Determination of summer cottaging, Capacity of Lakes. Aqua Fennica,  
 Water Association, Finland, p. 104-107.
- SPIEGEL, M.R. (1974).  
Théorie et applications de la statistique. Série Schaum, 358 p.
- THERIAULT, G., TREMBLAY, G., COUTURE, M. (1970).  
Bassin de la rivière Yamaska, étude 8, Navigation. Rapport prélimi-  
 naire sur la navigation de plaisance, Québec, 78 p.
- VACHON, G., MEUNIER, P., MORIN, J.P., ALAIN, J., AUGER, P., LEMOYNE, P.,  
 LEFEBVRE, R. (1980).  
Kénogami, une gestion de l'environnement aquatique à repenser, Ser-  
 vice de la qualité des eaux, ministère de l'Environnement, Québec,  
 rapport interne no 80-18, 6 annexes, 313 p.
- VEZINA, R. (1978).  
La profondeur moyenne: un outil pour évaluer le potentiel des plans  
 d'eau à truite mouchetée pour la pêche sportive. MTCP, DAEF, SERF,  
 chap. 15, 12 p.
- WETZEL, R.G. (1975).  
Limnology. W.B. Saunders Company, Toronto, 743 p.
- YOUNG, J.E. (1974).  
The New Science of Skin and Scuba diving. A project of the Council  
 for National Cooperation in Aquatics. Association Press, New-York,  
 4e édition, 288 p.
- YOUSEF, A., YOUSEF (1974).  
Assessing Effects on Water Quality by Boating Activity. E.P.A.  
 670/2-74-072, octobre. Remise en suspension des sédiments.

APPENDICE 1

CLASSES DE L'ARDA

### A 1.1 Potentiel pour la sauvagine\*

Classe 1 - Terres n'ayant pas de limitations importantes pour la production de sauvagine.

Le potentiel élevé de ces zones repose sur l'abondance des facteurs favorables à la croissance et à la reproduction des oiseaux migrateurs. Ces zones se localisent dans des terrains marécageux ou le long des bordures aplanies des nappes d'eau.

Classe 1S - Les surfaces de cette classe spéciale sont celles qui servent d'étapes importantes dans la migration.

Classe 2 - Terres comportant de très faibles limitations pour la production de sauvagine.

Les possibilités de ces terres sont élevées mais inférieures à celles de la classe 1. Les faibles limitations qu'on y observe sont attribuables au climat, à la fertilité ou à la perméabilité des sols. Le relief tend à être plutôt ondulé que vallonné. Une proportion de surfaces d'eau plus élevée que dans la classe 1 est constituée de petits étangs temporaires ou de surfaces d'eau profonde et découverte, aux rives marécageuses médiocrement développées.

Classe 2S - Les surfaces d'eau de cette classe spéciale sont celles qui servent aussi d'étapes importantes dans la migration.

Classe 3 - Terres comportant de faibles limitations pour la production de sauvagine.

Les possibilités de ces terres sont modérément élevées mais leur productivité peut être amoindrie pendant certaines années par des sécheresses intermittentes. Les faibles limitations qu'on y observe sont dues au climat ou à des caractéristiques du sol qui influent sur la qualité du

\* tiré de MAC (1969)

milieu. Ces terres renferment une forte proportion de marécages peu profonds, temporaires et semi-permanents ou sont médiocrement répartis parmi les surfaces d'eau découverte.

Classe 3S - Les surfaces d'eau de cette classe sont celles qui servent également d'étapes importantes dans la migration.

Classe 3M - Les zones de cette classe spéciale ne sont pas utiles pour la production de sauvagine mais constituent des étendues importantes pour la migration ou l'hivernage. Cette classe n'a pas de sous-classe.

Classe 4 - Terre comportant des limitations modérées pour la production de sauvagine.

Les possibilités de ces terres sont modérées et leurs limitations sont semblables à celles de la classe 3 mais plus marquées. Ces zones sont principalement des étangs temporaires ou des surfaces d'eau profonde et découverte aux rives marécageuses médiocrement développées.

Classe 5 - Terres comportant des limitations modérément graves pour la production de sauvagine.

Les possibilités de ces terres sont modérément faibles. Leurs limitations consistent généralement en une combinaison de deux ou plusieurs des éléments suivants: climat, humidité du sol, perméabilité, fertilité, relief, salinité, inondation et médiocre répartition des surfaces d'eau.

Classe 6 - Terres comportant de graves limitations pour la production de sauvagine.

Le potentiel de ces terres est très faible et ses facteurs limitatifs sont faciles à identifier. Ils peuvent comprendre l'aridité, la salini-

té, la topographie plane, les berges trop escarpées, les sols extrêmement poreux et renfermant peu de minéraux assimilables.

Classe 7 - Terres comportant des limitations assez graves pour rendre la production de sauvagine à peu près impossible.

Les possibilités de ces terres sont insignifiantes ou nulles. Leurs limitations sont assez graves pour empêcher à peu près toute production de sauvagine.

#### Sous-classes

Toutes les classes, sauf les classes 1 et 3M, sont divisées en sous-classes d'après la nature des limitations qui les déterminent. Les sous-classes suivantes sont utilisées pour marquer des éléments limitatifs importants qui peuvent influencer sur la sauvagine ou sur l'aptitude de la terre à produire de bonnes conditions de milieu.

#### Sous-classe A: aridité

- Etat aride de la terre ou sensibilité à des sécheresses périodiques qui abaissent considérablement le niveau de l'eau des étangs ou dessèchent prématurément les marécages pendant la saison de reproduction.

#### Sous-classe B: eaux courantes

- Limitation généralement attribuable à la vitesse excessive du cours d'eau qui empêche la formation de milieu marécageux le long des rives. Elle peut être due aussi à la stagnation des eaux dans les terrains bas qui entraîne la formation de milieux médiocres.

Sous-classe C: climat

- Combinaison d'éléments climatiques qui rendent le milieu moins favorable et contribuent à diminuer la production et la survivance de la sauvagine.

Sous-classe F: fertilité

- Insuffisance dans le sol et dans l'eau des éléments nutritifs nécessaires à une croissance optimale des plantes.

Sous-classe G: formes du terrain

- La médiocre répartition des marécages ou des cuvettes peut constituer un facteur limitatif de la terre et empêcher la formation d'un milieu optimal pour la sauvagine.

Sous-classe I: inondation

- Fluctuations excessives du niveau de l'eau ou action trop forte de la marée qui rendent le milieu moins favorable ou nuisent à la nidification de la sauvagine.

Sous-classe J: rives marécageuses réduites

- Eléments de relief qui nuisent à l'établissement de conditions marécageuses optimales le long des rives des surfaces d'eau.

Sous-classe M: humidité du sol

- Médiocre capacité de rétention de l'eau dans le sol qui nuit à la formation et à la permanence des surfaces d'eau.

Sous-classe N: caractéristiques désavantageuses du sol et de l'eau

- Salinité excessive, alcalinité, acidité, manque d'oligo-éléments essentiels, ou abondance d'éléments toxiques qui peuvent limiter le développement des associations de plantes et d'animaux essentielles à la présence de sauvagine.

Sous-classe R: profondeur du sol

- Zone d'enracinement amoindrie par la présence du roc ou d'autres couches imperméables qui peuvent limiter l'établissement d'associations végétales convenables.

Sous-classe T: relief désavantageux

- Le caractère escarpé ou uni du terrain peut limiter la formation ou la permanence des zones humides.

Sous-classe Z: profondeur de l'eau

- Des eaux trop profondes ou trop superficielles peuvent limiter l'établissement d'un milieu optimal à la sauvagine.

## A 1.2 Potentiel récréatif

Le potentiel récréatif d'une région est inventorié à l'aide des cartes du potentiel récréatif des terres, faites par l'Inventaire des Terres du Canada. Pour la récréation, les terres sont classées en 7 classes (bonne, moyenne, exceptionnelle, etc...) et en 25 sous-classes. Ces sous-classes correspondent à 25 types d'activités différentes comme la pêche, la baignade, etc... (tableau A 1.1). Pour l'activité plage, le tableau A 1.2 fait état des restrictions apportées au potentiel récréatif (Cluis et al., 1973). Les classes du potentiel des eaux pour la pêche selon l'ARDA se trouvent au tableau A 1.3.

TABLEAU A 1.1 Les classes et sous-classes de possibilités pour la ré-  
création (Cluis et al., 1973).

| LES CLASSES DE POSSIBILITES POUR LA RECREATION DE PLEIN AIR |                                  |
|---|----------------------------------|
| Classe 1: Potentiel exceptionnel                            | Classe 4: Possibilités moyennes  |
| Classe 2: Excellentes possibilités                          | Classe 5: Potentiel assez faible |
| Classe 3: Bon potentiel                                     | Classe 6: Possibilités faibles   |
| Classe 7: Très faibles possibilités pour la récréation      |                                  |
| LES SOUS-CLASSES DE POSSIBILITES POUR LA RECREATION         |                                  |
| SYMBOLES  |                                  |
| A: Pêche à la ligne   |                                  |
| B: Plage  |                                  |
| C: Canotage   |                                  |
| D: Eau profonde le long des rives                           |                                  |
| E: Végétation particulière                                  |                                  |
| F: Chutes et rapides  |                                  |
| G: Glacier  |                                  |
| H: Sites historiques  |                                  |
| J: Ramassage et collections                                 |                                  |
| K: Zone propice au camping                                  |                                  |
| L: Formation géomorphologique                               |                                  |
| M: Agglomération de petites étendues lacustres              |                                  |
| N: Villégiature   |                                  |
| O: Faune terrestre  |                                  |
| P: Paysage agraire  |                                  |
| Q: Paysage naturel  |                                  |
| R: Formation rocheuse                                       |                                  |
| S: Zone propice au ski                                      |                                  |
| T: Sources thermales  |                                  |
| U: Zone de navigation en eau profonde                       |                                  |
| V: Point d'observation panoramique                          |                                  |
| W: Faune aquatique  |                                  |
| X: Activités diverses                                       |                                  |
| Y: navigation de plaisance                                  |                                  |
| Z: Grands ouvrages construits par l'homme                   |                                  |

TABLEAU A 1.2 Restrictions du potentiel des plages (Cluis et al., 1973).

|   | 0   | 1           | 2  | 3   | 4                                   | 5  | 6   |
|---|---|-------------|--|-----|-------------------------------------|--|---|
| QUALITE DE L'EAU                          | ← EAU TROUBLE (non polluée) →   |             | ← EAU FROIDE (limite la natation) →                                    |     | ← EAU FROIDE (limite la baignade) → |  | ← POLLUTION (limitation selon la prédominance et le danger) → |
|   | ← D'ALGUES NORMALE →  |             | ← OBSTACLES IMMERGES (aucun danger) →                                  |     | ← FORTE CONCENTRATION D'ALGUES →    |  |   |
| DIVERS                                    | ← PLAGE EXPOSEE (limitation selon la prédominance) →                                  |             |  |     |                                     |  |   |
| DANGERS                                   | ← PENTES, COURANTS OU COURANTS DE FOND DANGEREUX (limitation selon la prédominance) → |             |  |     |                                     |  |   |
| PENTES (conditions générales)             | 8%  | moins de 1% | 10%  | 12% | 15%                                 | plus de 15%                              |   |
| MATERIAUX CONSTITUANTS (confort & danger) | ← GALETS SUR ARGILE STABLE GROSSEUR D'UN POIS →                                       |             | ← CAILLOUX (selon confort pour la marche) GRAVIER →                    |     | ← ROCHE EN PLACE LISSE →            | ← SOLS DE BLOCS ROCHE EN PLACE INEGALE → | ← ROCHES DECHIQUETTES DE GROSSEURS INEGALES →                 |
| ZONE D'AMENAGEMENT                        | BLOCS NOMBREUX  |             | DUNES ACTIVES MATERIAU DE COUVERTURE MEDIOCRE SEULEMENT 50% DE LA ZONE |     | TRES ROCAILLEUX                     | SOL DE BLOCS ZONE D'AMENAGEMENT MINIMALE |   |
| DIFFICULTES D'ACCES                       | LEGERES   | NORMALES    | GRANDES  |     | TRES GRANDES                        |  |   |
|   | 0   | 1           | 2  | 3   | 4                                   | 5  | 6   |

**INSTRUCTIONS:**

1. Etablir la valeur de chaque limitation.
2. Valeur globale des limitations: valeur
  - 2 ----- déclasser de 1 classe
  - 4 ----- déclasser de 2 classes
  - 6 ----- déclasser de 3 classes
  - 8 ----- déclasser de 4 classes
  - 8+ ----- chercher d'autres possibilités
3. Directives générales seulement. Ne pas déduire de point complet pour facteurs superposés (ex. plage exposée & eau très froide; obstacles immergés & forte concentration d'algues).
4. La présence d'autres possibilités récréatives peut annuler un facteur limitatif.

TABLEAU A 1.3 Classes et sous-classes du potentiel des eaux pour la pêche  
(Cluis et al., 1973).

| CLASSES DU POTENTIEL DES EAUX POUR LA PECHE |   |
|---|---|
| 1.  | Eaux où rien ne vient notablement entraver la vie des poissons combattifs.<br>Les eaux de la classe 1 sont fertiles, chaudes, bien oxygénées et exemptes de turbidité inorganique; elles sont peu profondes ou possèdent des zones de hauts-fonds suffisantes.  |
| 2.  | Eaux où peu de chose vient entraver la vie des poissons combattifs.<br>Les eaux de la classe 2 renferment de bonnes réserves d'éléments nutritifs. Les légères limitations sont causées par des facteurs physiques et/ou chimiques.   |
| 3.  | Eaux où certains facteurs viennent quelque peu entraver la vie des poissons combattifs.<br>Les eaux de la classe 3 renferment des réserves relativement faibles d'éléments nutritifs; les limitations qu'elles présentent à la survie des poissons combattifs varient de moyennes à graves.   |
| 4.  | Eaux où certains facteurs viennent entraver gravement la vie des poissons combattifs.<br>Les eaux de la classe 4 ne renferment que peu d'éléments nutritifs et présentent de graves limitations à la vie des poissons combattifs  |
| SOUS-CLASSES                                |   |
| D   | PROFONDEUR - comprend les facteurs limitatifs résultant de la profondeur moyenne, de la configuration du littoral ou de la forme de la cuvette.   |
| E   | COURANT - comprend l'irrégularité du courant, les variations du niveau de l'eau ou du débit.  |
| L   | PENETRATION DE LA LUMIERE - sert à indiquer la turbidité inorganique.   |
| N   | ELEMENTS NUTRITIFS - insuffisance d'éléments nutritifs dans l'eau.  |
| O   | OXYGENE - insuffisance d'oxygène dissous pendant toutes les saisons de l'année. Les cas extrêmes de manque d'oxygène se traduisent par la mort de populations de poissons au cours de l'hiver ou de l'été.  |
| T   | TEMPERATURE - température de l'eau de surface trop basse ou stratification thermique défavorable.   |
| S   | FACTEURS PARTICULIERS - limitations moyennement graves causées par un seul facteur ou l'effet cumulatif de deux ou plusieurs facteurs défavorables qui peuvent influencer sur le classement. On compte parmi ces facteurs: une faible longueur de rive par rapport à la superficie totale, un déséquilibre ionique et certaines particularités physiques, absence de zones propices au frai, par exemple. |

APPENDICE 2

AMERISSAGE

### A 2.1 Revue de la bibliographie

La longueur minimale du plan d'eau doit être de 606,1 m sans rencontrer d'obstacles (Meunier et al., 1975) et de 1,6 km selon Laliberté (1976).

La profondeur minimale du lac est d'au moins 1,5 m (Meunier et al., 1975) et elle est de 1,2 m lorsque le fond est rocailleux (Laliberté, 1976).

Selon Laliberté (1976), la superficie minimale requise est de 2,6 km<sup>2</sup>.

### A 2.2 Fonctions de cotation amérissage d'hydravions

Comme on l'a déjà mentionné au chapitre 1, l'amérissage d'hydravions ne peut être considéré comme une activité récréative. Dans la méthode développée par Fréchette (1977), elle était cependant classée comme telle et les paramètres retenus étaient la longueur minimale du lac, les entraves à l'amérissage et la topographie des environs.

#### Longueur minimale du lac

La longueur minimale requise est de 1,6 km sans rencontrer d'obstacles pour amérir en sécurité. La fonction de cotation se définit de la façon suivante:

$$y_{40} = 10 (L_2 - 1) \leq 10 \quad (\text{A 2.1})$$

$$\text{si } y_{40} \leq 0$$

$$y_{40} = 0$$

où  $L_2$  est la longueur du lac sans obstacle avec au moins 1,5 m de profondeur (km).

### Entraves à l'amérissage

Il s'agit des écueils à la navigation, paramètre déjà éliminé dans les chapitres précédents (section 2.2.4). Fréchette (1977) suggère d'employer la même relation que pour la voile.

### Topographie des environs

Un lac encaissé diminue le potentiel de cette activité. Donc, la pente moyenne autour du lac aura un effet d'autant plus grand que le lac sera petit (Fréchette, 1977). La fonction de cotation est définie à l'aide de la relation suivante:

$$y_{41} = (10 - 10 m_1) \times I \leq 10 \quad (\text{A 2.2})$$

$$\begin{aligned} \text{si } L_3 &\leq 1 \\ I &= L_3 - 0,4 \end{aligned} \quad (\text{A 2.3})$$

$$\begin{aligned} \text{si } L_3 &\geq 1 \\ I &= 0,0518 (L_3)^2 + 0,5084 L_3 + 0,2527 \end{aligned} \quad (\text{A 2.4})$$

$$\begin{aligned} \text{si } L_3 &> 5 \\ I &= 1,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{si } y_{41} &\leq 0 \\ y_{41} &= 0 \end{aligned}$$

où  $m_1$  est la pente (%)

$L_3$  la longueur du lac en ligne droite

et  $I$  un indice servant au calcul de la cote  $y_{41}$ .

APPENDICE 3

QUESTIONNAIRE

Je travaille actuellement sur un projet de recherche à l'INRS-Eau, dont le sujet est le suivant: "Evaluation du potentiel récréatif des lacs au Québec". Dans le cadre de ce travail, j'ai à évaluer divers paramètres et pour ce faire, l'opinion de gens s'intéressant à l'activité visée est nécessaire.

J'aimerais que vous remplissiez le questionnaire ci-joint. Il s'agit de coter les paramètres, par ordre d'importance, de façon à ce que le total donne 10.

De plus, vous pourriez rajouter de nouveaux paramètres vous paraissant plus pertinents que ceux mentionnés, en y joignant, si possible, une explication.

Vous n'êtes pas obligés de remplir tous les questionnaires (activités) mais seulement ceux avec lesquels vous êtes les plus familiers.

Je vous remercie à l'avance de votre collaboration.

Bien à vous,

Siegried Choquette

## EXEMPLE

## VOILE

| <u>Paramètres</u>                 | <u>cote</u> |               |
|-----------------------------------|-------------|---------------|
| 1. Nombre d'utilisateurs possible | <u>2</u>    |               |
| 2. Fetch                          | <u>3</u>    |               |
| 3. Morphologie du lac             | <u>2</u>    | 10            |
| 4. Ecueils                        | <u>1</u>    |               |
| 5. Température                    | <u>2</u>    |               |
| a) température de l'air           | <u>2</u>    | 1 }<br>ou 1 } |
| b) nombre de jours de pluie       | <u>0</u>    |               |

Le total des paramètres doit donner 10. Pour un paramètre comme la température, les subdivisions ne font pas partie du total. On prend la cote température et le total de 5a et 5b doit y être égal.

$$5 = 5a + 5b$$



## ACTIVITE

## BATEAUX-MOTEUR

| <u>Paramètres</u>  | <u>Cote</u> |
|--|-------------|
| 1. Nombre d'utilisateurs possible sur le lac (superficie du lac)                           | _____       |
| 2. Fetch: plus grande distance sur le lac, en ligne droite, dans l'axe des vents dominants | _____       |
| 3. Morphologie du lac (forme)  | _____       |
| 4. Ecueils à la navigation   | _____       |
| 5. Accessibilité du lac (système routier)  | _____       |
| 6. Accessibilité au lac (descentes pour bateaux)   | _____       |
| 7. Température   | _____       |
| a) température de l'air  | _____       |
| b) nombre de jours de pluie  | _____       |
| 8. Puissance du bateau   | _____       |

## ACTIVITE

## SKI NAUTIQUE

| <u>Paramètres</u>  | <u>Cote</u> |
|--|-------------|
| 1. Nombre d'utilisateurs possible sur le lac (superficie du lac)                           | _____       |
| 2. Fetch: plus grande distance sur le lac, en ligne droite, dans l'axe des vents dominants | _____       |
| 3. Morphologie du lac (forme)  | _____       |
| 4. Ecueils à la navigation   | _____       |
| 5. Accessibilité du lac (système routier)  | _____       |
| 6. Accessibilité au lac (descentes pour bateaux)   | _____       |
| 7. Température de l'air  | _____       |
| 8. Nombre de jours de pluie  | _____       |
| 9. Température de l'eau  | _____       |
| 10. Transparence de l'eau  | _____       |
| 11. Qualité bactériologique de l'eau   | _____       |
| 12. Puissance du bateau  | _____       |
| a) longueur du lac   | _____       |
| b) profondeur du lac   | _____       |

## ACTIVITE

## BAGNADE ET ACTIVITES DE PLAGES

| <u>Paramètres</u>                             | <u>Cote</u> |
|---|-------------|
| 1. Qualité bactériologique de l'eau           | _____       |
| 2. Transparence de l'eau                      | _____       |
| 3. Température de l'eau                       | _____       |
| 4. Température de l'air                       | _____       |
| 5. Nombre de jours de pluie                   | _____       |
| 6. Accessibilité du lac (système routier)     | _____       |
| 7. Morphologie et taille des plages           | _____       |
| a) granulométrie                              | _____       |
| b) pente et profondeur de la partie submergée | _____       |
| c) pente de la grève                          | _____       |
| d) plantes aquatiques                         | _____       |
| e) orientation de la plage                    | _____       |

## ACTIVITE

## CANOTAGE

| <u>Paramètres</u>   | <u>Cote</u>    |
|---|----------------|
| 1. Nombre d'utilisateurs possible sur le lac<br>(superficie du lac)   | _____          |
| 2. Fetch: plus grande distance sur le lac, en<br>ligne droite, dans l'axe des vents dominants   | _____          |
| 3. Morphologie du lac (forme)   | _____          |
| a) rapport d'allongement du lac: cet indice<br>montre si le lac est plus étiré ou arrondi<br><u>(longueur max. du lac)</u><br>(largeur max. du lac) | _____<br>_____ |
| b) nombre d'îles  | _____          |
| 4. Température  | _____          |
| a) température de l'air   | _____          |
| b) nombre de jours de pluie   | _____          |
| 5. Température de l'eau   | _____          |
| 6. Qualité bactériologique de l'eau   | _____          |
| 7. Transparence de l'eau  | _____          |
| 8. Accessibilité à d'autres lacs  | _____          |
| 9. Accessibilité du lac (système routier)   | _____          |
| 10. Accessibilité au lac (descentes pour bateaux)   | _____          |

## ACTIVITE

EMBARCATIONS A PROPULSION MUSCULAIRE  
(Chaloupe, pédalos...)

| <u>Paramètres</u>   | <u>Cote</u> |
|---|-------------|
| 1. Nombre d'utilisateurs possible sur le lac<br>(superficie du lac)                           | _____       |
| 2. Fetch: plus grande distance sur le lac, en<br>ligne droite, dans l'axe des vents dominants | _____       |
| 3. Insulosité (présence d'îles)   | _____       |
| 4. Température  | _____       |
| a) température de l'air   | _____       |
| b) nombre de jours de pluie   | _____       |
| 5. Accessibilité du lac (système routier)   | _____       |
| 6. Accessibilité au lac (descentes pour bateaux)  | _____       |

## ACTIVITE

## VOILE

| <u>Paramètres</u>  | <u>Cote</u> |
|--|-------------|
| 1. Nombre d'utilisateurs possible sur le lac (superficie du lac)                           | _____       |
| 2. Fetch: plus grande distance sur le lac, en ligne droite, dans l'axe des vents dominants | _____       |
| a) taille des vagues   | _____       |
| b) obstacles au vent (environnement du lac - altitude des sommets)                         | _____       |
| 3. Morphologie du lac (forme)  | _____       |
| 4. Ecueils à la navigation   | _____       |
| 5. Accessibilité du lac (système routier)  | _____       |
| 6. Accessibilité au lac (descentes pour bateaux)   | _____       |
| 7. Température   | _____       |
| a) température de l'air  | _____       |
| b) nombre de jours de pluie  | _____       |
| 8. Direction des vents dominants par rapport au plus grand axe du lac                      | _____       |
| 9. Vitesse du vent   | _____       |

## ACTIVITE

## PECHE SPORTIVE

| <u>Paramètres</u>           | <u>Cote</u> |
|-----------------------------|-------------|
| 1. Espèces présentes        | _____       |
| 2. Rendement à l'hectare    | _____       |
| 3. Potentiel de frai        | _____       |
| 4. Température de l'air     | _____       |
| 5. Nombre de jours de pluie | _____       |

## ACTIVITE

## CHASSE A LA SAUVAGINE

| <u>Paramètres</u>                | <u>Cote</u> |
|----------------------------------|-------------|
| 1. Proportion du lac en herbiers | —           |
| 2. Température de l'air          | —           |
| 3. Nombre de jours de pluie      | —           |
| 4. Direction des vents           | —           |

## ACTIVITE

## BASE D'HYDRAVIONS

ParamètresCote

1. Longueur du lac sans obstacle

\_\_\_\_\_

2. Entrave à l'amérissage

\_\_\_\_\_

3. Topographie des environs

\_\_\_\_\_

## ACTIVITE

## PLONGEE

ParamètresCote

1. Transparence de l'eau \_\_\_\_\_
2. Qualité bactériologique de l'eau \_\_\_\_\_
3. Température de l'eau \_\_\_\_\_

## APPENDICE 4

### DEFINITION ET CALCUL DES PRINCIPAUX PARAMETRES

#### A 4.1 La superficie navigable

Il s'agit de la superficie brute du lac ( $A_0$ ) de laquelle on déduit les superficies ( $A_i$ ) qui doivent demeurer libres d'utilisation motorisée.

Le calcul de la superficie navigable s'effectue de la façon suivante (relation 2.4):

$$A_n = A_0 - \sum A_i \quad (2.4)$$

où  $A_n$  est la superficie navigable  
 $A_0$  la superficie brute du lac  
 et  $A_i$  les superficies non navigables à déduire.

Il s'agit donc d'évaluer ces espaces à déduire ( $A_i$ ).

##### a) Littoral non navigable ( $A_1$ )

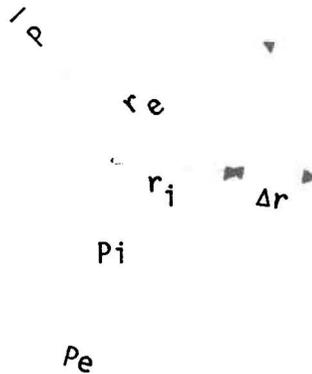
La méthodologie proposée dans Fréchette (1977) et tirée de Lake Planning (1975) est la suivante:

"de tracer une couronne intérieure à la ligne de rivage et distante de 60,96 m de celle-ci sur une carte bathymétrique puis de planimétrer la couronne, du rivage à la ligne la plus distante, celle de 60,96 m de la rive ou celle de 4,57 m de profondeur".

A notre avis, cette méthode s'avère fastidieuse dans le cas où plusieurs lacs sont à considérer. Elle peut constituer un indicateur utile dans une phase de planification ultérieure au processus d'évaluation que nous sommes à mettre au point. Nous proposons une démarche simplifiée.

La superficie non navigable  $A_1$ , qui correspond à la couronne intérieure à la ligne de rivage, est estimée à l'aide du périmètre du lac et de la largeur moyenne de la couronne. Cependant, comme le périmètre

extérieur n'a pas la même valeur que le périmètre intérieur, nous nous ajusterons sur un périmètre moyen. Remplaçons d'abord la couronne du lac par un anneau équivalent qui aurait le même périmètre extérieur et la même largeur:



|            |  |
|------------|--|
| $P$        | périmètre du lac (km)                          |
| $\bar{P}$  | périmètre moyen du cercle (km)                 |
| $\Delta r$ | largeur de la couronne (km)                    |
| $r_e$      | rayon extérieur équivalent de la couronne (km) |
| $r_i$      | rayon intérieur équivalent de la couronne (km) |
| $P_i$      | périmètre intérieur du cercle (km)             |
| $P_e$      | périmètre extérieur du cercle (km)             |

surface circulaire équivalente au lac en périmètre.

Il s'agit donc d'évaluer la superficie estimée de cette couronne (relation A 4.1):

$$A_1 \cong \bar{P} \Delta r \quad (\text{A 4.1})$$

$$\text{où } \bar{P} \cong P_e - \pi \Delta r \quad (\text{A 4.2})$$

Remplaçons le  $\bar{P}$  de (A 4.1) par celui obtenu de la relation (A 4.2):

$$A_1 = P_e \Delta r - \pi (\Delta r)^2 \quad (\text{A 4.3})$$

Evaluons le deuxième terme qui s'avèrera constant quel que soit le lac considéré puisqu'il s'agit d'un terme correctif. La largeur de la couronne ( $\Delta r$ ) est de 61,0 m selon Fréchette (1977), de 50,0 m d'après

Meunier et al. (1975) et Carignan (1978), et de 76 m selon Boisclair et Tremblay (1978). Nous adopterons la bande de 61,0 m pour nos calculs. En employant cette valeur, le terme  $\pi (\Delta r)^2$  s'avère égal à 0,01 km<sup>2</sup> ce qui peut être considéré comme négligeable en première approximation. Donc,

$$A_1 = P \Delta r \quad (A 4.4)$$

b) Le littoral non navigable des îles ( $A_2$ )

La méthodologie retenue dans Fréchette (1977) et tirée de Lake Planning (1975) est celle-ci:

"Une couronne insulaire autour d'îles ou de groupes d'îles, tracée de façon identique au point (a) sauf qu'on retient 30,58 m plutôt que 61,0 m; la profondeur demeure de 4,57 m".

La banque de données du Service de la qualité des eaux du ministère de l'Environnement du Québec contient, pour les lacs inventoriés, le nombre d'îles et la superficie cumulée de ces îles. Cependant, le Service des relevés du même ministère ne tient aucun compte de la superficie de très petites îles car leur planimétrie entraîne une erreur négligeable comparable à celle que nous venons d'exposer (superficie  $A_1$ ).

Notre méthode de calcul sera la suivante.

Il s'agit dans un premier temps de regarder sur les cartes topographiques si les îles sont en dehors de la superficie de la couronne ( $A_1$ ) de 61 mètres du littoral du lac.

Si oui, on prend la donnée disponible (superficie des îles) que l'on traite de la façon suivante. On émet l'hypothèse que la forme du total des îles est circulaire et à cette superficie, il faut additionner un anneau dont le rayon est de 61 mètres\*. La valeur proposée par Fréchette

\* Cette valeur est évidemment plus conservatrice que les autres valeurs proposées. Cependant, notre hypothèse de forme circulaire pour la superficie des îles conduit à une sous-évaluation équivalente du littoral des îles.

(1977) était de 30,58 mètres et celle de Carignan (1978) de 50 mètres. On suppose une surface circulaire dont la superficie est égale à celle des îles:



|                    |   |
|--------------------|---|
| $A_{\text{îles}}$  | superficie des îles ( $\text{km}^2$ )                                   |
| $AA_{\text{îles}}$ | superficie de l'anneau ( $\text{km}^2$ )                                |
| $A_2$              | superficie des îles et de leur littoral non navigable ( $\text{km}^2$ ) |
| $\Delta r$         | rayon de l'anneau (0,06 km)   |
| $r_{\text{îles}}$  | rayon équivalent (km).  |

D'abord,

$$A_2 = AA_{\text{îles}} + A_{\text{îles}} \quad (\text{A } 4.5)$$

$$A_2 = \Pi (r_{\text{îles}} + \Delta r)^2 \quad (\text{A } 4.6)$$

Alors, 
$$A_2 = \Pi (r_{\text{îles}}^2 + 2 r_{\text{îles}} \Delta r + \Delta r^2) \quad (\text{A } 4.7)$$

et puisque 
$$r_{\text{îles}} = \sqrt{\frac{A_{\text{îles}}}{\Pi}} \quad (\text{A } 4.8)$$

et que  $\Pi \Delta r^2$  s'avère négligeable, i.e.  $\cong 0 \quad (\text{A } 4.9)$

Donc,

$$A_2 \cong A_{\text{îles}} + 2 \Delta r \sqrt{\Pi A_{\text{îles}}} \quad (\text{A } 4.10)$$

### c) Littoral protégé des plages ( $A_3$ )

Nous ne tiendrons pas compte de la bande de 122,0 m devant les plages publiques, les points d'accès et les marinas, suggérée par Fréchette (1977) tiré de Lake Planning (1975), considérant que la limite de 61,0 m

enlevée précédemment est amplement suffisante considérant la difficulté d'obtenir adéquatement l'emplacement des plages sur les lacs. La soustraction d'une bande de 31,5 mètres autour d'écueils, récifs, herbiers et autres dangers de navigation, proposée par Fréchette (1977) tiré de MTCP (1972), n'est pas jugée nécessaire pour nos besoins actuels.

d) Superficies au large ( $A_4$ )

La soustraction de toutes superficies à plus de 1,6 km de la rive (Fréchette, 1977; Lake Planning, 1975) pourrait être considérée pour de très grands lacs, mais il n'en sera pas tenu compte ici.

A partir de ces données ( $A_1, A_2$ ), il est possible de calculer la superficie navigable (relation 2.4).

#### A 4.2 Choix des bornes

La limite inférieure de 0,2 km<sup>2</sup> correspond à la superficie minimale à partir de laquelle des bateaux-moteur sont acceptés sur un lac (voir superficie minimale du lac, section 2.1.2). A partir de cette superficie, il existe donc un potentiel sur le lac. Fréchette (1977) proposait 0,79 km<sup>2</sup> comme superficie où le potentiel était nul (diamètre équivalent de 1 km).

$$\text{Si } D_n < 1 \text{ km} \\ y_1 = 0$$

$$D_n = 2 \sqrt{\frac{A_{nn}}{\pi}} \quad (2.5)$$

$$A_{nn} = \frac{\pi (D_n)^2}{4} = 0,79 \text{ km}^2 \quad (\text{A } 4.11)$$

où  $D_n$  est le diamètre équivalent du lac (km)  
 $A_{nn}$  la surface du cercle ( $\pi r^2$ ) équivalente à la superficie navigable

et  $y_1$  la cote superficie navigable du bateau-moteur et du ski nautique.

Selon Fréchette (1977), un lac à superficie navigable équivalente à un cercle de 4 km de diamètre peut accommoder environ 244 embarcations motorisées. C'est-à-dire qu'une superficie navigable de 12,57 km<sup>2</sup> (3141,6 acres) a un potentiel égal à 10; ce qui correspond à peu près à la norme que nous utiliserons.

$$A_n = \frac{\pi (D_n)^2}{4} = \frac{3,1416 (4)^2}{4} = 12,57 \text{ km}^2 \quad (\text{A 4.12})$$

Toujours selon Fréchette (1977), le maximum d'embarcations sur un lac serait de 1 embarcation par 12,7 acres (1 bateau/0,05 km<sup>2</sup>) pour les bateaux-moteur.

$$\text{Ainsi, nb} = \frac{A_n}{12,7 \text{ ac}} = \frac{A_n}{0,05 \text{ km}^2} \quad (\text{A 4.13})$$

$$\text{nb} = \frac{12,57 \text{ km}^2}{0,05 \text{ km}^2} = 251,4 \text{ bateaux} \quad (\text{A 4.14})$$

où nb est le nombre de bateaux permis sur un lac.

Au Québec, la norme de 10 acres par bateau (0,04 km<sup>2</sup>/bateau) est employée (voir superficie minimale par embarcation et capacité du lac en embarcations) et si on applique la formule,

$$\text{nb} = \frac{A_n}{10 \text{ ac}} \quad (\text{A 4.15})$$

En prenant 300 embarcations maximums, on obtient 12,0 km<sup>2</sup> de superficie navigable; ce qui correspond ici à une cote de 10.

### A 4.3 Le fetch

Il s'agit de la plus grande distance sur le lac, en ligne droite, dans l'axe des vents dominants.

Pour estimer la longueur du fetch ( $L_f$ ), il existe une méthode élaborée proposée par David et Sorensen (1969). Il faut tout d'abord déterminer la direction des vents dominants et le centre géométrique du plan d'eau pour ensuite appliquer la relation suivante (figure A 4.1):

$$L_f = \frac{\sum_{i=1}^{16} L_i \cos \beta_i}{\sum_{i=1}^{16} \cos \beta_i} \quad (\text{A 4.16})$$

où  $L_i$  est la longueur d'un segment de droite joignant deux rives opposées et divergeant par un angle  $\beta_i$  de la direction dominante du vent

et  $\beta_i$  l'angle mesuré latéralement depuis la direction dominante du vent.

$$\begin{aligned} -45^\circ &\leq \beta_i \leq +45^\circ \\ \Delta\beta_i &= 6^\circ \end{aligned}$$

La convergence de l'angle correspond au centre géométrique du lac.

Ce calcul est fastidieux et s'avère souvent difficile d'application lorsqu'on est mis en présence de formes complexes (lacs avec baies, îles). Nous proposons l'emploi de la méthode suivante qui fait appel à la connaissance des vents dominants et de la topographie environnante.

Comme le vent est affecté par la topographie, l'altitude, l'exposition et la couverture du terrain, deux stations de mesure du vent situées l'une près de l'autre, peuvent avoir des réponses assez différentes. De

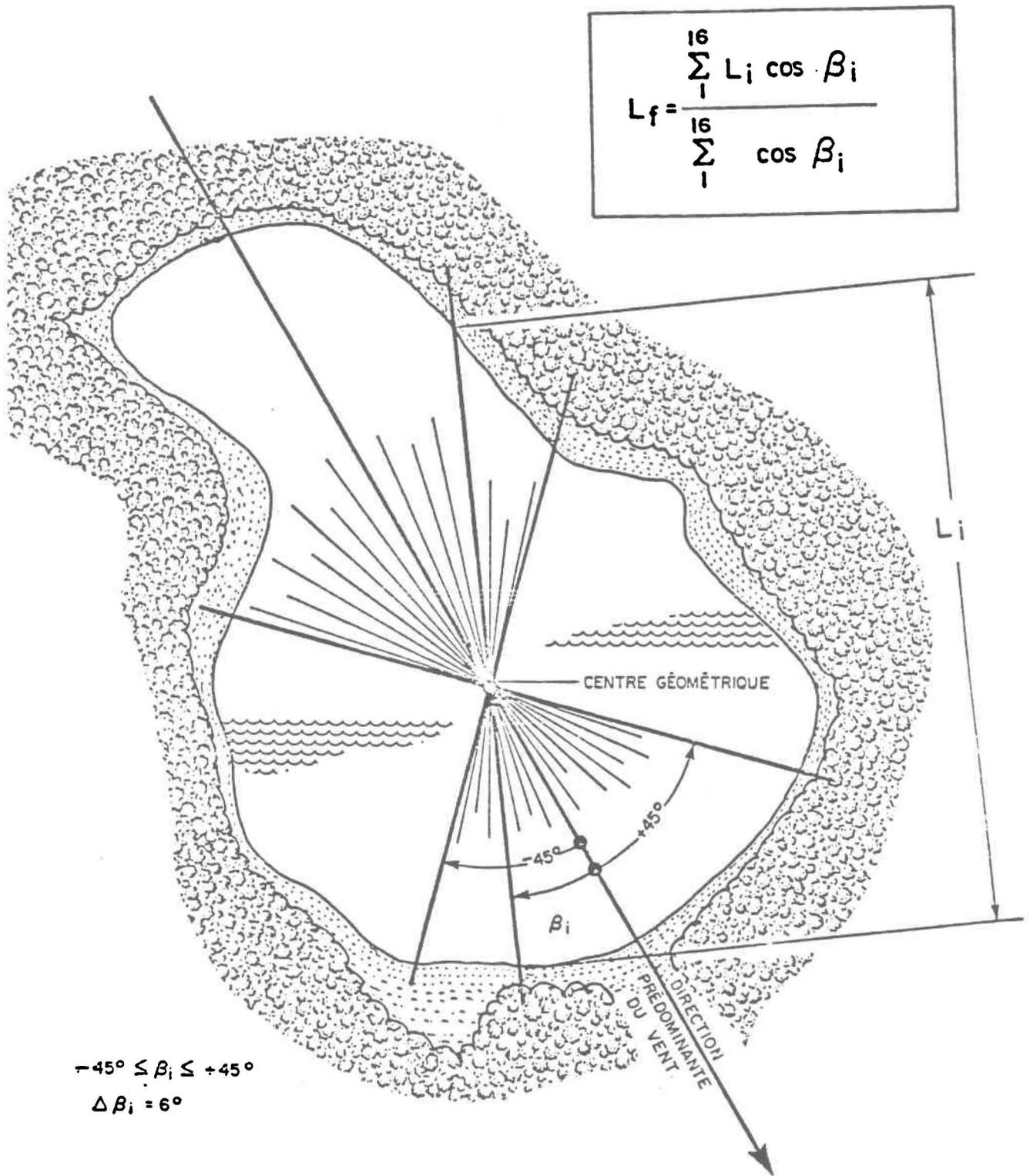


FIGURE A 4.1 Technique de calcul du fetch (selon Davis et Sorensen, 1969; Leclerc, 1978).

même, le passage de la surface d'un plan d'eau vers une surface boisée sur les rives ralentit beaucoup le vent (Leduc). Cependant, comme les données concernant le vent ne sont disponibles qu'à certaines stations parfois relativement éloignées du lac, nous devons nous en satisfaire.

Le régime éolien au sud du Québec est généralement du sud-sud-ouest; les variations se produisant en fonction du relief. Dans la plaine de Saint-Laurent, où les obstacles sont absents, exception faite des Montérégiennes, on note peu de variations. Ainsi, dans cette région, à une station distante de 40 à 50 km d'un lac, on peut considérer que le vent aura la même direction qu'à cette station. Par contre, si le lac est encaissé, une dénivellation de 100 pieds étant suffisante, le vent est dévié selon l'axe principal du lac. Il suit la forme de l'encaissement. Le vent se comporte comme un fluide. Il s'écoule dans le sens de la plus faible résistance, la direction la plus facile. Il peut être facilement dévié de 90°. Par exemple, à Bagotville, le vent est nord-ouest au lieu de sud-ouest, du à la vallée du Saguenay.

Ainsi, une bonne appréciation des vents dominants peut être obtenue à l'aide des stations de mesure les plus rapprochées du lac et des cartes topographiques du lieu (tableaux A 5.3 et A 4.1). Autrement, il faudrait aller cueillir les données sur le terrain (communication personnelle, Service des relevés du ministère de l'Environnement du Québec, 1980).

Les vents dominants étant définis (tableau 2.6), il est maintenant possible d'apprécier le fetch. Il est calculé sur une carte topographique dans la direction des principaux vents dominants. Il peut y avoir plus d'un fetch (tableau 2.6).

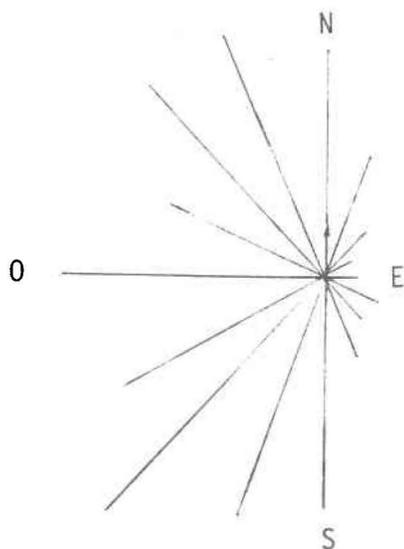
#### A 4.4 La vitesse du vent

La vitesse moyenne des vents en mi/h est donnée de même que la direction des vents dominants et la fréquence des vents (%) dans Normales au Québec de 1955-1972 (Environnement Canada). A chaque station, seule

TABLEAU A 4.1 Exemple vents dominants (adapté de Environnement Canada)

Lac Mourier  
Lac Lemoine  
Lac Simard

| Station  |     | Données brutes        |         |      | Données calculées                      |
|----------|-----|-----------------------|---------|------|--|
|          |     | Fréquence du vent (%) |         |      | Moyenne estivale fréquence du vent (%) |
|          |     | Juin                  | Juillet | Août |  |
| Val d'Or | N   | 10                    | 7       | 8    | 8                                      |
|          | NNE | 4                     | 3       | 4    | 4                                      |
|          | NE  | 3                     | 2       | 2    | 2                                      |
|          | ENE | 2                     | 1       | 1    | 1                                      |
|          | E   | 2                     | 1       | 1    | 1                                      |
|          | ESE | 2                     | *       | 1    | 2                                      |
|          | SE  | 2                     | 2       | 2    | 2                                      |
|          | SSE | 3                     | 3       | 4    | 3                                      |
|          | S   | 7                     | 8       | 9    | 8                                      |
|          | SSO | 9                     | 10      | 9    | 9                                      |
|          | SO  | 11                    | 12      | 11   | 11                                     |
|          | OSO | 8                     | 9       | 7    | 8                                      |
|          | O   | 8                     | 10      | 10   | 9                                      |
|          | ONO | 5                     | 6       | 6    | 6                                      |
|          | NO  | 8                     | 9       | 9    | 9                                      |
|          | NNO | 10                    | 9       | 8    | 9                                      |
| calme    | 6   | 8                     | 8       | 8    |  |



Les fréquences où la vitesse du vent dépasse 13 mi/h (21 km/h) sont retenues et ce pour les mois de juin, juillet et août. La moyenne est ensuite calculée de façon à obtenir une valeur estivale (tableau A 5.3).

#### A 4.5 Le ratio d'allongement

Il s'agit de l'indice de la forme du lac qui indique si celui-ci est allongé ou arrondi (tableau A 4.2).

TABLEAU A 4.2 Ratio d'allongement (Alain et Le Rouzès, 1976).

|             |           |
|-------------|-----------|
| Très faible | 1 à 1,9   |
| Faible      | 2 à 3,9   |
| Moyen       | 4 à 5,9   |
| Elevé       | 6 à 7,9   |
| Très élevé  | 8 et plus |

Le ratio d'allongement est obtenu à l'aide de l'équation suivante (Alain et Le Rouzès, 1976):

$$RA = \frac{L}{l} \quad (2.13)$$

où L est la longueur maximale du lac (km)

et l la largeur maximale du lac (km).

Cette valeur est également disponible au Service de la qualité des eaux du ministère de l'Environnement du Québec.

#### A 4.6 Le nombre de descentes sur un lac

Le calcul de la cote relative à l'accessibilité aux bateaux-moteur nécessite la connaissance du nombre de descentes possible, du nombre de chalets riverains, du nombre de descentes minimal et du nombre de descentes maximal. Dans le texte qui suit, chaque item sera explicité plus en détail.

##### A 4.6.1 Nombre de descentes possible

Ici, on doit tout d'abord inventorier, à l'aide de la bibliographie disponible les critères nécessaires à l'aménagement d'une descente pour bateaux. Selon Berthiaume et al. (1971):

- a) le vent dominant doit souffler depuis l'intérieur des terres;
- b) aucun obstacle (récifs submergés, écueils et autres) ne doit obstruer le passage des embarcations;
- c) le pH de l'eau doit être compris entre 6,0 et 8,5;
- d) nous considérons ici chaque composante d'une marina soit: la superficie du plan d'eau, la zone de mouillage et d'accostage, le site de lancement et la zone terrestre (figure A 4.2, tableaux A 4.3 et A 4.4).

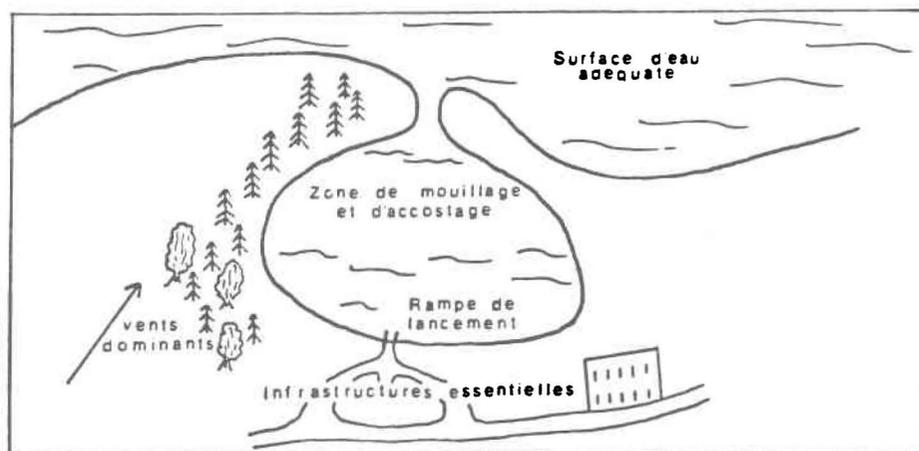


Figure A 4.2 Composantes du site et site idéal pour la marina (Provencher et Thibault, 1976).

TABLEAU A 4.3 Marina: données pour une rampe de lancement (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

|  | Surfaces   |   | Nb d'embarcations | Nb de lancements                            | Long. de ligne de rivage |
|--|--|---|-------------------|---|--------------------------|
|  | Plan d'eau   | Zone terrestre                                    |                   |   |                          |
| Matte, R. (1971) pp. 251-256                                       | 0,6-0,8 km <sup>2</sup>  | > 0,008 km <sup>2</sup>                           | 20 bateaux        | 40/jr                                       | > 31 m                   |
| MTCP (1971), pp. 36-41   | idem   | idem  | idem              | idem  | idem                     |
| De Chiara et Kappelman (1975) p. 393                               | 0,64 km <sup>2</sup>   | 0,004-0,006 km <sup>2</sup>                       | 20 bateaux        | 40/jr                                       |                          |
| California Public Outdoor Recreation Comm. (1960) p. 14            | 0,64 km <sup>2</sup>   | (Trailerred boats) 0,6 (Non Trailerred boats) 0,4 |                   |   |                          |
| U.S. Corps of Engineers, p. 1, non daté                            |  |   | 40                |   |                          |
| Placer County, Calif., pp. 7-9 (1963)                              |  |   | 25                |   |                          |
| State Wide Comprehensive Outdoor Recreation Plan (Arkansas) (1965) | 0,6 km <sup>2</sup>  |   |                   |   |                          |
| Federal Power Comm. p. 2 (1965)                                    | 0,64 km <sup>2</sup>   |   |                   | 40  |                          |
| Bureau of Reclamation  |  |   |                   | 140 emb. pour rampe double:<br>20 emb/rampe |                          |
| Louisiana Parks et Recreation Comm.                                | 1,04 (motor boat) (0,08 km <sup>2</sup> /bateau et 13 bateaux)<br>2,08 (water skiing) (0,16 km <sup>2</sup> /bateau et 13 bateaux) |   |                   |   |                          |
| Valeurs retenues   | min. de 0,8 km <sup>2</sup> (20 emb par rampe et 1 min. de 0,04 km <sup>2</sup> d'eau/emb  | > 0,008   | 20 emb/ jr        | 40 entrées-sorties/jr                       | 31 m                     |

TABLEAU A 4.4 Marina: données générales (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

|   | Surfaces  |                              |   |                              |
|---|---|------------------------------|---|------------------------------|
|   | de la marina  | de la zone de mouillage      | de la zone terrestre  | nb. d'embarcations           |
| Matte, R., (1971, pp. 249-250) et<br>MTCP (1971, p. 33) | 0,02 à 0,06 km <sup>2</sup><br>pour marina sans<br>activité connexe<br>(camping, etc...)<br>0,1 km <sup>2</sup> pour mari-<br>na avec activités<br>connexes | 0,04 à 0,048                 | 0,048 à 0,06 km <sup>2</sup><br>(1 à 1½ la surface<br>d'eau requise pour<br>les embarcations) | max. 300 embarca-<br>tions   |
| NRPA, (Bull. no 54) pp. 6-9                             | 0,1 km <sup>2</sup>   |                              |   |                              |
| Fogg (1975, p. 105)                                     |   |                              |   | opt. 250 emb<br>min. 100 emb |
| Brown et Wright (1965, p. 9)                            | 0,1 km <sup>2</sup> et plus   | 0,04                         | 0,06 km <sup>2</sup> (1½ la surfa-<br>ce d'eau nécessaire<br>pour les embarcations)           |                              |
| Valeurs retenues  | 0,1 km <sup>2</sup> et plus   | min. de 0,04 km <sup>2</sup> | min. de 0,06  | max. 300 emb                 |

#### A 4.6.1.1 Superficie du plan d'eau

La superficie minimale du lac nécessaire à l'aménagement d'une marina est proportionnelle au nombre d'embarcations que peut accommoder cette marina. En sachant que 0,04 km<sup>2</sup> est la superficie nécessaire sur le plan d'eau à l'aménagement d'une rampe de lancement et que celle-ci ne peut accommoder que 20 embarcations au maximum, Provencher et Thibault (1976) recommandent 0,8 km<sup>2</sup> comme superficie minimale du lac.

#### A 4.6.1.2 Zone de mouillage et d'accostage

Autour du lac, les endroits à favoriser sont les baies où les bateaux seront à l'abri des vents dominants car protégés par des arbres, brise-lames naturels contre l'action des vagues, des glaces et des courants (Berthiaume et al., 1971; Provencher et Thibault, 1976). Les dimensions de cette baie sont les suivantes (Berthiaume et al., 1971; Provencher et Thibault, 1976; Conseil Consultatif de l'Environnement, 1976):

- 1- superficie: comprend entre 40 et 50% de la surface de la marina, soit environ 0,04 à 0,048 km<sup>2</sup>;
- 2- largeur minimale à l'entrée de la zone de mouillage: 18,3 mètres ou 4 fois la largeur maximale du bateau le plus large;
- 3- longueur minimale du chenal: 30,5 mètres;
- 4- profondeur: pour que l'amarrage soit facilité, il faut une profondeur d'eau de 1,5 à 3,1 mètres; au moins 1,8 mètres à 7,6 mètres de la rive et le quai doit être situé dans un endroit où il y a environ 1,5 mètres d'eau. La profondeur dépend également de la grosseur des bateaux, qui est déterminée par la superficie du plan d'eau (tableau A 4.5).

TABLEAU A 4.5 Sommaire des critères bio-physiques en vue du choix de sites pour l'aménagement de marina et/ou de rampes de lancement (adapté de Provencher et Thibault, 1976).

|  | Contraintes  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | nulle  | moyenne  | sévère  |
| épaisseur d'eau, (dépendant de la fluctuation du niveau d'eau)       | entre 5' et 10'  | < 5' et > 10'  | fluctuation importante (>3') du niveau d'eau  |
| nature du fond   | dépôts grossiers (aucune sédimentation dans la zone de mouillage)                              | dépôts fins (limons-vases) (leur présence peut être significative d'apports provenant du bassin versant drainé dans cette zone)  | dépôts organiques, indice de l'absence presque totale de vents dans ce secteur, récifs, blocs à faible profondeur |
| apports en eau du bassin versant                                     | aucun  | apports en eau qui ne contribuent pas à la sédimentation de la zone de mouillage   | formation de delta dans la zone de mouillage  |
| flore  | aucune<br><br>absence de toutes espèces aquatiques   | présence temporaire d'algues dans les zones qui ne sont pas utilisées par la marina<br><br>plantes aquatiques en dehors des zones de mouillage d'amarrage ou de circulation de bateaux | suffisamment d'algues pour nuire à la navigation indice de sédimentation<br><br>plantes aquatiques généralisées   |
| faune (frayères)   | aucune zone de frayère ou d'habitat  | frayères ou habitats qui peuvent être transférés   | seule place convenable de frayère ou d'habitat  |
| B- Caractéristiques de l'espace réservé aux dispositifs de lancement |  |  |   |
| pente  | 12 - 15%   | 8 - 12%  | 0 - 8%<br>> 15%   |
| matériel de recouvrement   | béton armé, asphalte, madriers intercalés, tapis d'acier préfabriqué                           | tous les dépôts meubles d'origine qui ne sont pas recouverts par une surface dure et non-glissante   |   |
| orientation  | nord-sud   | sud-est ou ouest   |   |
| C- Caractéristiques de la zone terrestre                             |  |  |   |
| topographie (pentes)<br>- zone près de la grève<br>- zone extérieure | 0 - 3%<br>0 - 8%   | 3 - 8%<br>8 - 15%  | > 8%<br>> 15%   |
| dépôts   | en fonction des infrastructures et services à y aménager                                       |  |   |
| flore (végétation coupe-vent)  | végétation de feuillus et/ou de conifères qui protège la zone de mouillage des vents dominants |  | aucune possibilité d'avoir une végétation (ex: lotissement)   |

La flore aquatique peut nuire à la pratique de cette activité si sa présence est trop abondante. De plus, il est important d'éviter les zones de frai et les habitats des espèces qu'on ne peut retrouver ailleurs sur le lac (tableau A 4.5).

#### A 4.6.1.3 Site de lancement

Selon Berthiaume et al. (1971),

"C'est l'endroit réservé au lancement et à l'échouage d'embarcations remorquées".

Ces auteurs proposent 1 site par 0,6 ou 0,8 km<sup>2</sup> de superficie navigable. L'accès au lac doit, selon Lake Planning (1975), être favorisé par la présence d'au moins une descente pour 40 embarcations lancées dans la journée et au plus une pour 15. Il est nécessaire d'avoir au minimum 0,008 km<sup>2</sup> (stationnement compris) par dispositif de lancement (Berthiaume et al., 1971). La capacité d'accueil est de 3 lancements à l'heure au maximum.

#### A 4.6.1.4 Zone terrestre

Elle comprend les infrastructures et services essentiels à la marina (espace de manoeuvre en amont de la rampe, stationnements, pompes à essence, hangars d'entreposage et d'entretien, pique-nique).

La superficie de cette zone doit être environ de 0,048 à 0,06 km<sup>2</sup> (Provencher et Thibault, 1976).

Ainsi, à la lumière de la littérature précédente, nous avons établi une méthode, que nous voulons le plus simple possible, pour établir le nombre de descentes possible sur un lac. Le MTCP (1972) recommande de localiser sur une carte les endroits les meilleurs pour implanter des rampes de lancement, ce qui se révèle assez long d'utilisation.

Dans un premier temps, nous retenons la surface minimale du plan d'eau. Les lacs dont la superficie navigable est inférieure à 0,8 km<sup>2</sup> n'auront pas droit à des descentes. On élimine les lacs qui sont trop petits pour qu'on y aménage une descente. En prenant la superficie du lac au lieu de la superficie navigable, le nombre de descentes augmente, ce qui est contraire au but recherché (tableau A 4.6).

Deuxièmement, on peut obtenir le nombre de descentes possible sur un plan d'eau en utilisant la norme 1 site/0,6 à 0,8 km<sup>2</sup> de superficie navigable. Ici, on retient 0,8 km<sup>2</sup> qui est la superficie acceptée précédemment. Ainsi, on obtient, dans un premier classement, les résultats présentés au tableau A 4.6 et établis sur une trentaine de lacs du Québec.

On voit que pour un lac comme Simard, le nombre de descentes est de 192. Cela fait 1 descente/0,5 km de périmètre. En consultant la carte topographique, en considérant la direction des vents dominants, et en éliminant les zones terrestres de pentes trop abruptes, de trop faibles superficies, les zones marécageuses et celles de haut-fond, on obtient au maximum et en n'étant pas trop restrictif une dizaine de descentes. Comme on le remarque, la différence est appréciable.

Donc, après consultation avec plusieurs personnes du Service de la qualité des eaux (SQE), il est établi que le périmètre doit être utilisé pour réduire à des limites acceptables ce nombre de descentes. Ainsi, une norme maximale de 1 descente/15 km de périmètre sera utilisée. Les résultats sont présentés au tableau A 4.6.

#### A 4.6.2 Nombre de chalets riverains

Le nombre exact de chalets sur un lac est une donnée difficile à obtenir et non nécessaire. Il serait plus intéressant de tenir compte de la capacité du lac à supporter un aménagement de villégiature sans préjudice pour le milieu (capacité de support) que du nombre réel de chalets à un instant donné. Selon Carignan (1978), cette capacité détermine un

TABLEAU A 4.6 Nombre de descentes possible.

| Nom des lacs   | Nombre de descentes possible d'après |                      |           |
|----------------|--------------------------------------|----------------------|-----------|
|                | Superficie du lac                    | Superficie navigable | Périmètre |
| Indien         | 0                                    | 0                    | 0         |
| Nadeau         | 0                                    | 0                    | 0         |
| Trooper        | 0                                    | 0                    | 0         |
| Cordon         | 0                                    | 0                    | 0         |
| Saint-Pierre   | 0                                    | 0                    | 0         |
| Duhamel        | 0                                    | 0                    | 0         |
| Saint-Augustin | 0                                    | 0                    | 0         |
| Théodore       | 0                                    | 0                    | 0         |
| Boisseau       | 0                                    | 0                    | 0         |
| Coeur (en)     | 0                                    | 0                    | 0         |
| Waterloo       | 2                                    | 3                    | 1         |
| Echo           | 2                                    | 1                    | 0         |
| Ross           | 4                                    | 3                    | 1         |
| Gillies        | 4                                    | 3                    | 1         |
| Eternité       | 6                                    | 3                    | 2         |
| Williams       | 6                                    | 5                    | 1         |
| Brébeuf        | 9                                    | 6                    | 2         |
| Sables (des)   | 11                                   | 10                   | 2         |
| Magog          | 14                                   | 11                   | 2         |
| Cerf (du)      | 16                                   | 12                   | 3         |
| Squatec        | 16                                   | 14                   | 2         |
| Brome          | 18                                   | 16                   | 1         |
| Mourier        | 18                                   | 10                   | 4         |
| Massawippi     | 22                                   | 20                   | 3         |
| Lemoine        | 32                                   | 27                   | 4         |
| Matapédia      | 48                                   | 42                   | 4         |
| Saint-François | 59                                   | 50                   | 7         |
| Kénogami       | 65                                   | 41                   | 14        |
| Memphremagog   | 119                                  | 107                  | 11        |
| Simard         | 212                                  | 192                  | 6         |

seuil "au-delà duquel une charge supplémentaire, traduite par l'occupation humaine des rives, viendrait briser l'équilibre naturel du lac et de ce fait amener un vieillissement prématuré du milieu aquatique et la perte, à moyen terme, de ce plan d'eau".

La capacité de support s'exprime à l'aide de la formule suivante qui tient compte de la superficie du lac, du périmètre et d'une superficie minimale pour l'utilisation du milieu. La première version provient de Seppanen (1972):

$$C.S. = \frac{A_0 \sqrt{DP}}{10} \quad (A 4.17)$$

où C.S. est la capacité de support (nombre de chalets)  
 DP l'indice de développement du périmètre du lac  
 $A_0$  la superficie brute du lac  
 et 10 la superficie minimale de 10 hectares.

Selon cet auteur, la superficie minimale de 10 hectares (0,1 km<sup>2</sup>) d'eau par chalet est suffisante pour conserver au milieu son apparence naturelle.

Une modification de cette équation a été introduite par Carignan (1978). Elle devient:

$$C.S. = \frac{A_0 \sqrt{DP}}{8} \quad (A 4.18)$$

où 8 est la superficie minimale de 8 hectares.

Seule la superficie minimale a été changée. Cette formule est voulue pour éviter une surcharge riveraine et une dégradation du milieu. Au Québec, il n'existe aucune norme et aucune réglementation; c'est pourquoi

celles proposées par Seppanen (1972) ont souvent été adoptées (tableau A 4.7).

Carignan (1978) retient 0,5 km<sup>2</sup> comme superficie du lac en-dessous de laquelle le développement n'est pas encouragé. Selon Cressman (1971), ce seuil se situe à 0,64 km<sup>2</sup>. Des milieux ayant cette superficie ne devraient pas être cotés pour une utilisation de rivage.

Ainsi, nous retenons qu'en-dessous de 0,5 km<sup>2</sup> de superficie du lac, le développement sera prohibé et que la formule employée sera pour les superficies supérieures:

$$C.S. = \frac{A_0 \sqrt{DP}}{0,08} \quad (A 4.19)$$

où 0,08 est la superficie minimale de 0,08 km<sup>2</sup>.

#### A 4.6.3 Nombre de descentes minimal

Si on calcule pour une journée d'affluence en prenant 2 embarcations par chalet et en supposant encore que les gens des chalets ne se servent pas des descentes, on a la relation suivante (Fréchette, 1977):

$$n \text{ min} = \frac{(A_n \div 4,12 \text{ ha}) - 2 n_c}{40} \quad (A 4.20)$$

$$n \text{ min} = \frac{(A_n \div 0,04 \text{ km}^2) - 2 n_c}{40} \quad (A 4.21)$$

où  $n \text{ min}$  est le nombre de descentes minimal sur un lac  
et  $n_c$  le nombre de chalets.

TABLEAU A 4.7 Capacité de support (Seppanen Paavo, 1972; Carignan, 1978).

| SUPERFICIE EN EAU PAR CHALET   | CAPACITE EN CHALET   |
|--------------------------------|--|
| Inférieure à 2 hectares/chalet | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement considéré comme très dense en terme d'exploitation de la masse d'eau et du paysage;</li> <li>- un tel développement ne peut exister sans effets sur l'équilibre naturel du milieu lacustre.</li> </ul>  |
| 2 à 4 hectares/chalet          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement dense;</li> <li>- une réglementation stricte doit être convenue pour protéger la qualité de l'eau;</li> <li>- les eaux usées ne doivent en aucun cas être acheminées vers le lac;</li> <li>- aucune construction riveraine;</li> <li>- restrictions sur les activités nautiques.</li> </ul>                             |
| 4 à 6 hectares/chalet          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densité acceptable pour un développement de villégiature;</li> <li>- réglementation pour la protection de l'eau;</li> <li>- les eaux usées doivent être épurées par le sol;</li> <li>- quelques constructions peuvent être prévues sur les rives du lac.</li> </ul>   |
| 6 à 8 hectares/chalet          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- développement considéré comme clairsemé;</li> <li>- en principe les mêmes règles que la classe précédente s'appliquent. On peut cependant prévoir que l'eau se maintiendra plus facilement à une meilleure qualité. Il est difficile d'entrevoir la possibilité d'un tel développement près de centres urbains importants.</li> </ul> |
| Plus de 10 hectares/chalet     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement très clairsemé;</li> <li>- études d'aménagement ne sont pas nécessaires.</li> </ul>   |

## A 4.6.4 Nombre de descentes maximal

$$n \text{ max} = \frac{(A_n \div 0,04 \text{ km}^2) - 2 \text{ nc}}{15} \quad (\text{A 4.22})$$

où  $n \text{ max}$  est le nombre de descentes maximal sur un lac.

Si on a au minimum une descente pour 40 bateaux lancés dans la journée et au plus une descente pour 15 bateaux, avec un nombre de bateaux tolérable sur le lac égal à  $A_n/0,05 \text{ km}^2$  (Fréchette, 1977) alors, les relations A 4.21 et A 4.22 s'appliquent.

## A 4.7 L'accessibilité au lac (réseau routier)

La distance du lac à vol d'oiseau à la route la plus proche ( $D$ ) et la distance du lac à la route pavée la plus proche ( $D_1$ ) sont calculées sur une carte topographique. Sans s'occuper, dans le cas de  $D$ , de la qualité de la route (pavée, etc.) et à l'aide de classes tirées de Carignan (1978), nous regardons si dans un rayon de 0 à 2 km, on remarque la présence de chemins. Advenant une observation positive, la classe est retenue comme valeur et non la distance exacte du lac à la route (tableau 2.5). Sinon, ce processus est repris dans un rayon de 2 à 5 km et dans un rayon de 5 km et plus.

Un cheminement identique s'applique dans le cas du paramètre  $D_1$ ; c'est-à-dire, y a-t-il une route pavée dans un rayon de 0 à 2 km du lac etc? Nous tenons compte ici de la qualité de la route.

## A 4.8 La température de l'air et la pluviosité

Ces deux paramètres sont compris à l'intérieur d'un terme plus global, le climat. Les données  $(T_1, np)$  sont fournies par le Service des relevés du MER et le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada. Le volume consulté fait parti d'une série fournissant les valeurs normales de température et de précipitation pour

toutes les régions du Canada de 1941 à 1970 (Environnement Canada). La station météorologique la plus proche du lac étudié est retenue; par exemple, la station de Bagotville pour les lacs Brébeuf et Eternité.

La température maximale quotidienne pour les mois de juin, juillet et août est relevée et la moyenne de ces trois données est ensuite calculée pour obtenir la moyenne des températures maximales journalières de l'été ( $T_1$ ).

"Un jour de pluie mesurable est un jour où il tombe 1/100 de pouce de pluie ou plus" (Environnement Canada). Le nombre de jours avec pluie mesurable pour les mois de juin, juillet et août est relevé et la moyenne de ces trois données est ensuite calculée pour obtenir le nombre de jours de pluie en été ( $n_p$ ).

#### A 4.9 La puissance du moteur

La puissance d'un moteur de bateau augmente avec la distance à parcourir. La relation 2.29 sert au calcul de ce paramètre et la figure 2.5 en est la représentation graphique (Fréchette, 1977):

$$P_u = \frac{-0,06 + \sqrt{0,00329 + 0,00122 L}}{0,00038} \quad (2.29)$$

où  $L$  est la longueur maximale du lac (km)  
et  $P_u$  la puissance du moteur (H.P.).

#### A 4.10 La température de l'eau

Il s'agit de la température moyenne ( $^{\circ}\text{C}$ ) de l'eau du lac enregistrée à environ 0,5 m de la surface et ce pour les mois de juillet et août ( $T_2$ ). Cette donnée est disponible au Service de la qualité des eaux (SQE) du ministère de l'Environnement du Québec (MENQ).

#### A 4.11 La qualité bactériologique de l'eau

Ce paramètre (CF) sert à déterminer la pollution bactériologique de l'eau. Il est basé sur le nombre de coliformes fécaux trouvés dans un échantillon de 100 ml d'eau. Il y a 4 prises d'échantillons et plusieurs échantillons recueillis à chaque prise. Cette donnée n'étant pas disponible, un essai fictif fut réalisé.

#### A 4.12 La transparence de l'eau

Cette profondeur, exprimée en mètres, est prise à l'aide du disque de Secchi, à partir de la surface du lac jusqu'au point de disparition du disque (TR). Cette donnée est disponible au SQE.

#### A 4.13 L'insulosité

Il est possible d'obtenir le pourcentage d'occupation des îles (superficie totale des îles par rapport à celle du lac) en utilisant l'équation suivante (Alain et Le Rouzès, 1976):

$$\text{Iles}(\%) = \frac{A_{\text{îles}} \times 100}{A_0} \quad (4.3)$$

où  $A_{\text{îles}}$  est la superficie des îles (km<sup>2</sup>)  
et  $A_0$  la superficie brute du lac (km<sup>2</sup>).

La superficie des îles, la superficie brute du lac et le pourcentage d'occupation des îles sont des données que l'on peut facilement se procurer au Service de la qualité des eaux du MENQ.

#### A 4.14 L'accessibilité à d'autres lacs

Les données nécessaires ( $L_1$ ,  $m$ ,  $n_1$ ) sont calculées sur des cartes topographiques et se trouvent aux tableaux 5.1 et 5.3

#### A 4.15 La diversité des espèces de poissons

La liste des espèces recensées sur les lacs (EP) est tirée des rapports de diagnose écologique du SQE, de Dupont, Page et Demers (1975), d'études limnologiques et, de Legendre et al. (1980). On obtient par le fait même le nombre d'espèces de poissons dans ces lacs (NE).

#### A 4.16 Le rendement de pêche du lac

Le rendement de pêche se calcule à l'aide de l'équation suivante (Vézina, 1978):

$$\log R = 0,96828 - (0,01691 P_m) \quad (8.19)$$

où  $P_m$  est la profondeur moyenne du lac (pi)  
et R le rendement du lac (lb/ac).

APPENDICE 5

DONNEES SUR L'ECHANTILLON DE 30 LACS

TABLEAU A 5.1 Morphométrie\*.

| Nom des lacs   | Al<br>m | A <sub>0</sub><br>km <sup>2</sup> | A <sub>îles</sub><br>km <sup>2</sup> | Ni  | P<br>km | L<br>km | l<br>km | Pmax<br>m | Pm<br>m | RA  | DP  | Iles(%) |
|----------------|---------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|-----------|---------|-----|-----|---------|
| Indien         | 239,0   | 0,03                              | -                                    | -   | 0,7     | 0,3     | 0,2     | 2,8       | 1,7     | 1,5 | 1,1 | -       |
| Nadeau         | 236,0   | 0,10                              | -                                    | 0   | 1,4     | 0,5     | 0,3     | 4,6       | 3,0     | 1,7 | 1,3 | 0       |
| Trooper        | 209,8   | 0,30                              | -                                    | -   | 2,9     | 1,0     | -       | 27,4      | 3,8     | -   | 3,0 | -       |
| Cordon         | 363,0   | 0,40                              | -                                    | 1   | 4,4     | 1,5     | 0,6     | 32,2      | 10,1    | 2,5 | 2,0 | -       |
| Saint-Pierre   | 133,8   | 0,50                              | 0,02                                 | 3   | 6,1     | 3,0     | 0,3     | 17,0      | 6,2     | 10  | 2,4 | 4,0     |
| Duhamel        | 256,0   | 0,52                              | -                                    | -   | 4,59    | 1,93    | 0,48    | 29,1      | 11,6    | 4,0 | 3,6 | -       |
| Saint-Augustin | 43,0    | 0,55                              | -                                    | 0   | 4,5     | 2,1     | 0,3     | 6,1       | 3,6     | 7,0 | 1,6 | 0       |
| Théodore       | 364,2   | 0,57                              | -                                    | -   | 6,02    | 2,3     | 0,64    | 24,4      | 7,68    | 3,6 | 1,7 | -       |
| Boisseau       | 256,0   | 0,60                              | -                                    | 0   | 4,6     | 1,9     | 0,5     | 58,5      | 21,6    | 3,8 | 1,7 | 0       |
| Coeur (en)     | 210,0   | 0,60                              | -                                    | 0   | 4,2     | 1,6     | 0,6     | 18,5      | 7,8     | 2,7 | 1,5 | 0       |
| Waterloo       | 207,0   | 1,50                              | 0,05                                 | 1   | 9,7     | 2,9     | 1,1     | 4,9       | 2,9     | 2,6 | 2,2 | 3,3     |
| Echo           | 243,2   | 1,60                              | 0,08                                 | 13  | 5,8     | 2,4     | 1,0     | 9,1       | 7,4     | 2,4 | 1,3 | 5,0     |
| Ross           | 316,0   | 2,90                              | -                                    | 0   | 9,3     | 3,1     | 2,2     | 10,6      | 4,0     | 1,4 | 1,5 | 0       |
| Gillies        | 225,0   | 3,10                              | 0,02                                 | 2   | 17,4    | 7,2     | 1,6     | 26,6      | 10,9    | 4,5 | 2,8 | 0,65    |
| Eternité       | 253,0   | 4,44                              | -                                    | -   | 30,25   | 8,53    | 1,61    | -         | 12,3    | 5,3 | 4,1 | -       |
| Williams       | 194,6   | 4,92                              | -                                    | 0   | 16,7    | 6,8     | 1,3     | 30,0      | 11,1    | 5,2 | 2,1 | 0       |
| Brébeuf        | 238,0   | 6,80                              | -                                    | 6   | 35,7    | 12,2    | 1,3     | 35,6      | 16,6    | 9,4 | 3,9 | -       |
| Sables (des)   | 131,0   | 8,90                              | -                                    | 0   | 22,0    | 5,1     | 2,9     | 46,4      | 26,0    | 1,3 | 2,0 | 0       |
| Magog          | 193,0   | 10,80                             | 0,02                                 | 4   | 32,5    | 11,1    | 2,1     | 19,2      | 9,8     | 5,3 | 2,8 | 0,2     |
| Cerf (du)      | 271,0   | 12,60                             | 0,31                                 | 16  | 40,9    | 9,7     | 2,6     | 60,8      | 34,35   | 3,7 | 3,2 | 2,44    |
| Squatec        | 179,4   | 12,80                             | 0,01                                 | 2   | 32,7    | 14,0    | 1,4     | 47,1      | 21,9    | 10  | 2,5 | 0,1     |
| Brome          | 196,1   | 14,50                             | 0,05                                 | 2   | 21,1    | 5,8     | 4,8     | 12,8      | 5,8     | 1,2 | 1,6 | 0,3     |
| Mourier        | 294,9   | 14,60                             | 0,27                                 | 4   | 63,9    | 6,9     | 44,0    | 11,3      | 3,8     | 2,9 | 3,9 | 2,48    |
| Massawippi     | 160,2   | 17,90                             | -                                    | -   | 38,3    | 14,2    | 1,9     | 85,7      | 41,6    | 7,5 | 2,6 | -       |
| Lemoine        | 294,9   | 25,30                             | 0,01                                 | 1   | 60,0    | 21,1    | 3,7     | 51,6      | 9,1     | 5,7 | 5,5 | 0,03    |
| Matapédia      | 156,0   | 38,10                             | 0,79                                 | 9   | 61,9    | 19,8    | 3,3     | 42,5      | 16,6    | 6,0 | 2,8 | 2,1     |
| Saint-François | 289,1   | 47,10                             | 0,49                                 | 3   | 104,9   | 27,0    | 3,2     | 40,1      | 15,64   | 8,4 | 4,3 | 1,0     |
| Kénogami       | 158,6   | 51,80                             | 6,06                                 | 136 | 209,2   | 27,5    | 6,4     | 97,6      | 16,3    | 4,3 | 8,2 | 11,52   |
| Memphremagog   | 207,6   | 95,30                             | 0,10                                 | -   | 157,0   | 44,4    | 5,8     | 107,0     | 15,55   | 7,7 | 4,5 | 0,1     |
| Simard         | 263,0   | 169,90                            | 10,1                                 | -   | 91,2    | 26,1    | 16,6    | 47,2      | 8,7     | 1,6 | 2,0 | 5,9     |

\* données fournies par le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec et le Service de la qualité des eaux du ministère de l'Environnement

Al altitude du lac  
A<sub>0</sub> superficie brute du lac  
A<sub>îles</sub> superficie des îles  
Ni nombre d'îles  
Iles(%) pourcentage d'occupation des îles  
P périmètre du lac

L longueur maximale du lac  
l largeur maximale du lac  
Pmax profondeur maximale du lac  
Pm profondeur moyenne  
RA ratio d'allongement  
DP développement du périmètre

TABLEAU A 5.2 Accessibilité au lac\*.

| Nom des lacs   | n pos | nc   | n max | m min |
|----------------|-------|------|-------|-------|
| Indien         | 0     | 0    | 0     | 0     |
| Nadeau         | 0     | 0    | 0     | 0     |
| Trooper        | 0     | 0    | 0     | 0     |
| Cordon         | 0     | 0    | 0     | 0     |
| Saint-Pierre   | 0     | 10   | 0     | 0     |
| Duhamel        | 0     | 12   | 0     | 0     |
| Saint-Augustin | 0     | 9    | 0     | 0     |
| Théodore       | 0     | 9    | 0     | 0     |
| Boisseau       | 0     | 10   | 0     | 0     |
| Coeur (en)     | 0     | 9    | 0     | 0     |
| Waterloo       | 1     | 28   | 0     | 0     |
| Echo           | 0     | 23   | 0     | 0     |
| Ross           | 1     | 44   | 0     | 0     |
| Gillies        | 1     | 65   | 0     | 0     |
| Eternité       | 2     | 112  | 0     | 0     |
| Williams       | 1     | 90   | 0     | 0     |
| Brébeuf        | 2     | 167  | 0     | 0     |
| Sables (des)   | 2     | 157  | 0     | 0     |
| Magog          | 2     | 226  | 0     | 0     |
| Cerf (du)      | 3     | 284  | 0     | 0     |
| Squatec        | 2     | 253  | 0     | 0     |
| Brome          | 1     | 226  | 0     | 0     |
| Mourier        | 4     | 361  | 0     | 0     |
| Massawippi     | 3     | 357  | 0     | 0     |
| Lemoine        | 4     | 744  | 0     | 0     |
| Matapédia      | 4     | 801  | 0     | 0     |
| Saint-François | 7     | 1222 | 0     | 0     |
| Kénogami       | 14    | 1854 | 0     | 0     |
| Memphremagog   | 11    | 2538 | 0     | 0     |
| Simard         | 6     | 2988 | 0     | 0     |

\* calculé à l'aide de l'appendice 4

nc            nombre de chalets  
n min        nombre de descentes minimal sur un lac  
n max        nombre de descentes maximal sur un lac  
n pos        nombre de descentes possible sur un lac

TABLEAU A 5.3 Climat\*.

| Nom des lacs   | Température moy. max (°C) |       |      | T <sub>1</sub><br>°C | Nombre de jours de pluie |       |      | np   | Fréquence vent dépassant 13 mph (%) |       |      | Moy.<br>%<br>FR |
|----------------|---------------------------|-------|------|----------------------|--------------------------|-------|------|------|-------------------------------------|-------|------|-----------------|
|                | juin                      | juil. | août |                      | juin                     | juil. | août |      | juin                                | juil. | août |                 |
|                | Indien                    | 23,5  | 25,8 | 23,9                 | 24,4                     | 12    | 11   | 10   | 33,0                                | 0     | 0    | 0               |
| Nadeau         | 22,8                      | 25,2  | 23,4 | 23,8                 | 14                       | 15    | 15   | 44,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Trooper        | 23,4                      | 26,2  | 25,2 | 24,9                 | 10                       | 10    | 9    | 29,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Cordon         | 21,1                      | 23,3  | 22,2 | 22,2                 | 13                       | 14    | 12   | 39,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Saint-Pierre   | 21,5                      | 24,4  | 23,2 | 23,0                 | 14                       | 14    | 15   | 43,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Duhamel        | 21,1                      | 23,3  | 22,2 | 22,2                 | 12                       | 11    | 10   | 33,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Saint-Augustin | 22,3                      | 25,0  | 23,1 | 23,5                 | 12                       | 11    | 10   | 33,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Théodore       | 22,0                      | 24,1  | 22,5 | 22,9                 | 11                       | 12    | 10   | 33,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Boisseau       | 21,1                      | 23,3  | 22,2 | 22,2                 | 14                       | 15    | 15   | 44,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Coeur (en)     | 22,8                      | 25,2  | 23,4 | 23,8                 | 8                        | 9     | 8    | 25,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Waterloo       | 22,2                      | 25,0  | 23,4 | 23,5                 | 10                       | 12    | 11   | 33,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Echo           | 22,0                      | 24,1  | 22,5 | 22,9                 | 13                       | 14    | 14   | 41,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Ross           | 20,4                      | 22,3  | 20,6 | 21,1                 | 13                       | 14    | 15   | 42,0 | 20                                  | 0     | 16   | 12              |
| Gillies        | 23,4                      | 26,2  | 25,2 | 24,9                 | 12                       | 12    | 12   | 36,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Eternité       | 22,9                      | 24,6  | 22,4 | 23,3                 | 12                       | 12    | 12   | 36,0 | 15                                  | 0     | 0    | 5               |
| Williams       | 21,9                      | 24,3  | 22,8 | 23,0                 | 11                       | 11    | 10   | 32,0 | 6                                   | 0     | 0    | 2               |
| Brébeuf        | 22,9                      | 24,6  | 22,4 | 23,3                 | 12                       | 12    | 12   | 36,0 | 15                                  | 0     | 0    | 5               |
| Sables (des)   | 19,1                      | 21,8  | 20,2 | 20,4                 | 13                       | 14    | 15   | 42,0 | 15                                  | 0     | 0    | 5               |
| Magog          | 22,6                      | 25,0  | 23,5 | 23,7                 | 12                       | 13    | 12   | 37,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Cerf (du)      | 22,8                      | 25,1  | 24,0 | 24,0                 | 12                       | 15    | 14   | 41,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Squatec        | 21,7                      | 24,4  | 23,1 | 23,1                 | 10                       | 11    | 10   | 31,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Brome          | 22,6                      | 25,0  | 23,8 | 23,8                 | 12                       | 12    | 12   | 36,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Mourier        | 21,3                      | 23,2  | 21,4 | 22,0                 | 12                       | 12    | 11   | 35,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Massawippi     | 22,6                      | 25,0  | 23,5 | 23,7                 | 13                       | 13    | 11   | 37,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Lemoine        | 21,3                      | 23,2  | 21,4 | 22,0                 | 12                       | 12    | 12   | 36,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Matapédia      | 20,9                      | 23,4  | 21,7 | 22,0                 | 12                       | 12    | 12   | 36,0 | 12                                  | 17    | 18   | 15,7            |
| Saint-François | 21,9                      | 24,3  | 22,8 | 23,0                 | 12                       | 11    | 10   | 33,0 | 6                                   | 0     | 0    | 2               |
| Kénogami       | 21,8                      | 24,1  | 22,6 | 22,8                 | 9                        | 9     | 9    | 27,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Memphremagog   | 22,6                      | 25,0  | 23,5 | 23,7                 | 11                       | 11    | 12   | 34,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |
| Simard         | 21,5                      | 23,6  | 22,2 | 22,5                 | 12                       | 13    | 12   | 37,0 | 0                                   | 0     | 0    | 0               |

\* données fournies par le Service des relevés du MER et Environnement Canada

T<sub>1</sub> moyenne des températures maximales journalières de l'été

np nombre de jours de pluie en été

FR fréquence où la vitesse du vent dépasse 21 km/h (13 mph)

TABLEAU A 5.4 Physico-chimie\*.

| Nom des lacs   | T <sub>2</sub><br>(°C) | TR<br>m | Co<br>μ mhos/cm | T <sub>2</sub><br>(°F) |
|----------------|------------------------|---------|-----------------|------------------------|
| Indien         | 18,3                   | 2       | -               | 64,9                   |
| Nadeau         | 19,0                   | 1,6     | -               | 66,2                   |
| Trooper        | 23,6                   | 3,8     | 128,3           | 74,5                   |
| Cordon         | 22,2                   | 3,3     | 32,0            | 72,0                   |
| Saint-Pierre   | 18,5                   | 1,6     | 91,0            | 65,3                   |
| Duhamel        | 22,0                   | 6       | 270,0           | 71,6                   |
| Saint-Augustin | 22,7                   | 1,13    | 356,5           | 72,9                   |
| Théodore       | 21,0                   | 3,3     | 43,0            | 69,8                   |
| Boisseau       | 19,5                   | 3,6     | 35,0            | 67,1                   |
| Coeur (en)     | 22,6                   | 4,5     | 19,0            | 72,7                   |
| Waterloo       | 21,6                   | 0,79    | 136,0           | 70,9                   |
| Echo           | 22,7                   | 3,5     | 120,0           | 72,9                   |
| Ross           | 19,4                   | 1,9     | 43,0            | 66,9                   |
| Gillies        | 21,9                   | 4,6     | 97,0            | 71,4                   |
| Eternité       | 20,6                   | 6,1     | 18,0            | 69,1                   |
| Williams       | 23,3                   | 1,9     | 135,0           | 73,9                   |
| Brébeuf        | 19,5                   | 3,5     | 20,0            | 67,1                   |
| Sables (des)   | 18,0                   | -       | 20,0            | 64,4                   |
| Magog          | 23,0                   | 3,2     | 130,0           | 73,4                   |
| Cerf (du)      | 24,4                   | 6,2     | 57,0            | 75,9                   |
| Squatec        | 19,1                   | 6,2     | 105,0           | 66,4                   |
| Brome          | 22,5                   | 3,8     | 105,0           | 72,5                   |
| Mourier        | 20,1                   | 1,2     | 33,0            | 68,2                   |
| Massawippi     | 21,9                   | 3,4     | 182,0           | 71,4                   |
| Lemoine        | 19,4                   | 1,5     | 34,0            | 66,9                   |
| Matapédia      | -                      | -       | -               | -                      |
| Saint-François | 26,0                   | 2,5     | 70,3            | 78,8                   |
| Kénogami       | 18,9                   | 2,3     | 23,6            | 66,0                   |
| Memphremagog   | 22,9                   | 4,5     | 104,3           | 73,2                   |
| Simard         | 19,7                   | 1,3     | 44,0            | 67,5                   |

\* données fournies par le Service de la qualité des eaux du ministère de l'Environnement du Québec

T<sub>2</sub> température moyenne de l'eau du lac en surface pour juillet et août

TR transparence de l'eau

Co conductivité de surface en été

APPENDICE 6

CONFIGURATION DE LA PLAGE

La définition d'un site de baignade, selon divers auteurs, est la suivante:

MEER (1969)\*:

Plage submergée: "partie de plage située au-dessous du niveau normal des hautes eaux, s'étendant généralement vers le large jusqu'à la courbe de niveau à une profondeur de 5 pi du niveau normal des basses eaux".

Plage sèche: "partie de plage située au-dessus du niveau normal des hautes eaux d'été, mais généralement atteinte par les hautes eaux ou par les vagues au cours d'une tempête".

Arrière-plage: "partie du rivage qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la plage sèche, généralement jusqu'à l'extrême limite de l'action d'une tempête ou de l'érosion glaciaire".

PROVENCHER ET THIBAUT (1976):

Plage submergée: "espace compris entre le niveau moyen des eaux d'été et vers le large, jusqu'à une profondeur d'eau de 5 pi du niveau minimal des eaux ou une distance maximale de 250 pi de la ligne du rivage".

Plage sèche: "espace dénudé au fond généralement constitué de sable et de galets, s'étendant depuis la ligne de niveau moyen des eaux d'été à celle du niveau maximum des eaux. Cependant, autour des lacs, cet espace est habituellement réduit à cause des faibles variations du niveau des eaux. C'est pourquoi nous avons défini la plage sèche comme suit: espace compris au-dessus du niveau moyen des eaux d'été et s'étendant jusqu'à une

\* tiré de Provencher et Thibault (1976)

distance maximale de 400 pi de la ligne du rivage. Cet espace ne devrait pas avoir une largeur inférieure à 100 pi".

Plage: plage submergée et plage sèche

Arrière-plage: "espace d'environ 1 000 pi de largeur s'étendant vers l'interfluve à partir de la ligne du rivage".

Ligne du rivage: "ligne où la végétation passe d'une prédominance en plantes aquatiques à une prédominance en plantes terrestres".

**BERTHIAUME ET AL. (1971)**

Arrière-plage: doit servir à l'aménagement de systèmes sanitaires, aires de pique-nique, parcs de stationnement, site des jeux, de camping, etc...

**MEUNIER ET AL. (1975):**

Plage noyée: "partie submergée d'une plage où la pente et la profondeur sont assez faibles pour permettre certaines activités récréatives".

Plage sèche: "partie de la plage habituellement libre d'eau et située dans la zone littorale".

La configuration du site de baignade telle que décrite par quelques auteurs se retrouve aux figures A 6.1, A 6.2 et A 6.3.

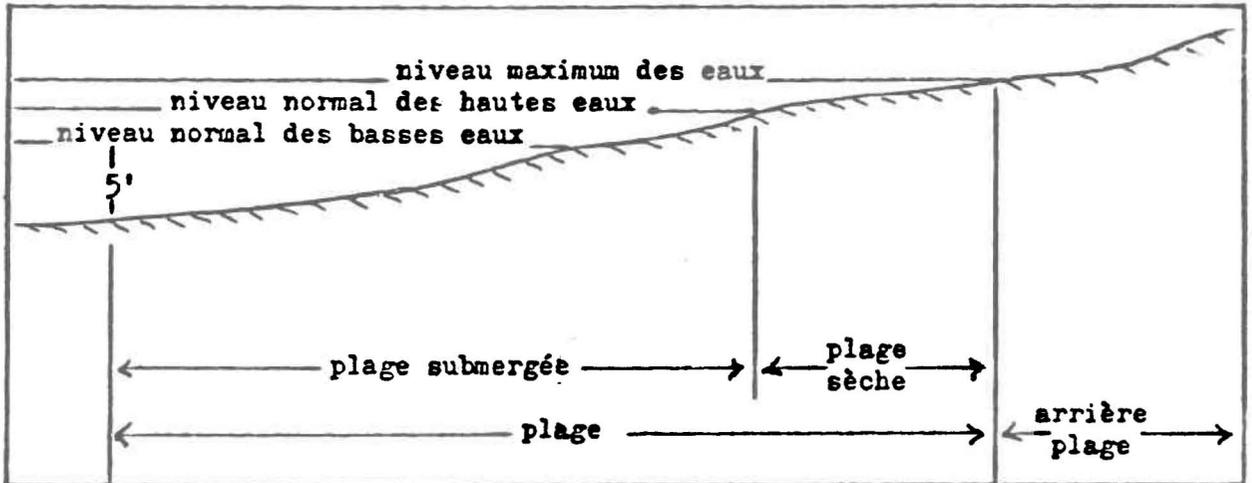


Figure A 6.1 Diagramme du rivage tel que définit par le M.E.E.R. (Provencher et Thibault, 1976).

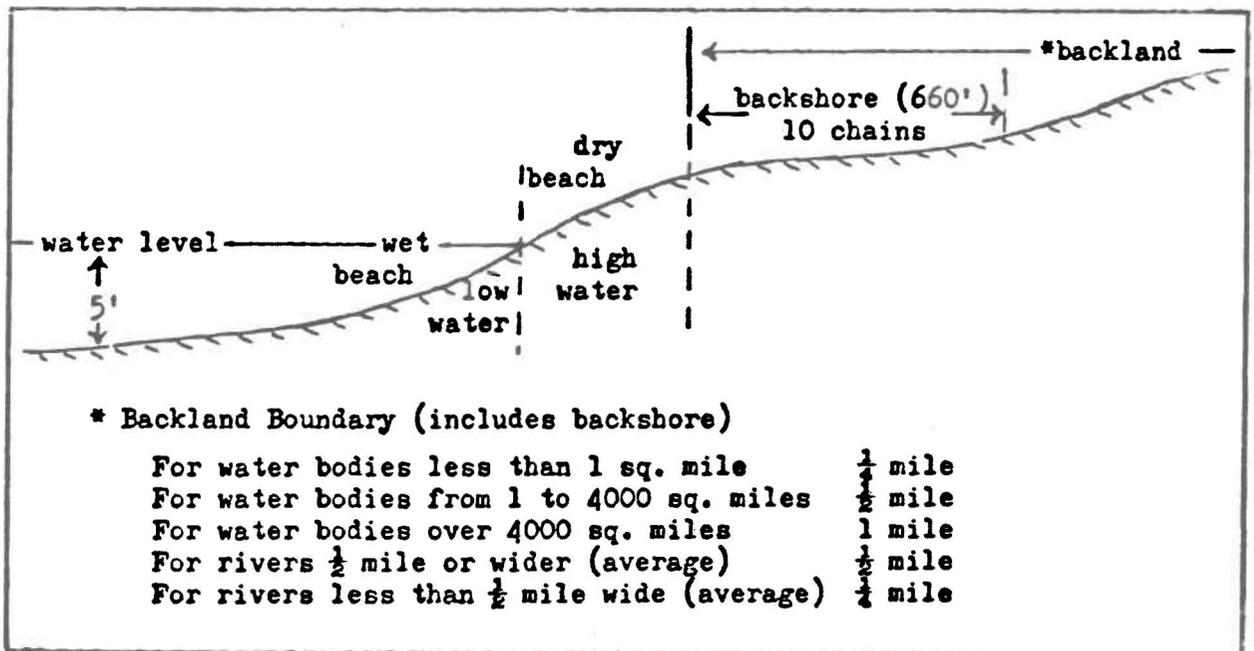


Figure A 6.2 Diagramme du rivage tel que définit par l'Ontario Land Inventory (Ontario Recreation Land Inventory, 1970; Provencher et Thibault, 1976).

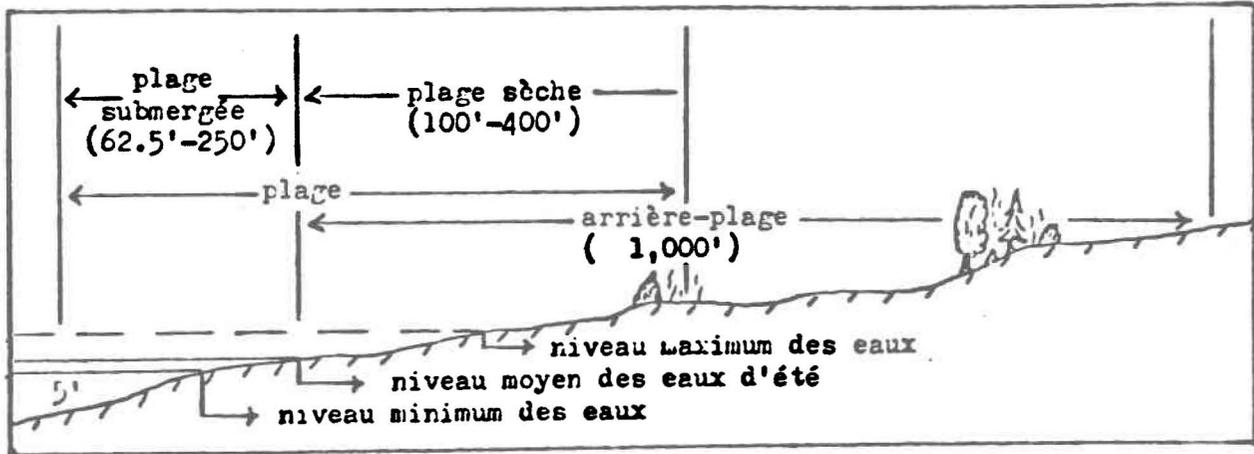


Figure A 6.3 Diagramme du rivage retenu par Provencher et Thibault (1976).

APPENDICE 7

LISTE DES ESPECES DE POISSONS

TABLEAU A 7.1 Liste des espèces de poissons (Scott et Crossman, 1974; adapté de Choquette, 1980).

| Famille                       | Espèces  |  |
|-------------------------------|--|--|
|                               | Nom latin  | Nom vernaculaire   |
| Acipenseridae<br>Catostomidae | Acipenser fulvescens<br>Catostomus catostomus<br>Catostomus commersoni   | Esturgeon de lac<br>Meunier rouge<br>Meunier noir  |
| Centrarchidae                 | Ambloplites rupestris<br>Lepomis gibbosus<br>Micropterus dolomieu  | Crapet de roche<br>Crapet-soleil<br>Achigan à petite bouche  |
| Cottidae<br>Cyprinidae        | Cottus ricēi<br>Chrosomus neogaeus<br>Coesius plumbeus<br>Cyprinus carpio<br>Notemigonus crysoleucas<br>Hybognathus nuchalis<br>Notropis atherinoides<br>Notropis cornutus<br>Notropis hudsonius<br>Pimephales notatus<br>Rhinichthys cataractae<br>Semotilus atromaculatus<br>Semotilus corporalis<br>Semotilus margarita | Chabot à tête plate<br>Ventre citron<br>Méné de lac<br>Carpe<br>Chatte de l'est<br>Méné d'argent<br>Méné d'émeraude<br>Méné à nageoires rouges<br>Queue à tache noire<br>Ventre-pourri<br>Naseux de rapides<br>Mulet à cornes<br>Ouitouche<br>Mulet perlé<br>Mulet perlé du nord |
| Esocidae                      | Esox lucius<br>Esox maskinongy<br>Esox niger   | Brochet du nord<br>Maskinongé<br>Brochet maillé  |
| Gadidae                       | Lota lota  | Lotte<br>Loche   |
| Hiodontidae<br>Ictalurus      | Hiodon alosoides<br>Ictalurus nebulosus  | Laquaiche aux yeux d'or<br>Barbotte brune<br>Poisson chat  |
| Osmeridae<br>Percidae         | Osmerus mordax<br>Etheostoma nigrum<br>Perca flavescens<br>Percina caprodes<br>Stizostedion vitreum  | Eperlan arc-en-ciel<br>Raseux-de-terre<br>Perchaude<br>Dard-perche<br>Doré jaune   |
| Percopsidae<br>Salmonidae     | Percopsis omiscomayeus<br>Coregonus artedii<br><br>Coregonus clupeaformis<br><br>Salmo salar<br>Salmo gairdneri<br>Salmo trutta<br>Salvelinus alpinus<br><br>Salvelinus fontinalis<br><br>Salvelinus namaycush   | Perche-truite<br>Cisco de lac<br>Hareng de lac<br>Corégone de lac<br>Grand corégone<br>Saumon atlantique<br>Truite arc-en-ciel<br>Truite brune<br>Truite rouge<br>Omble chevalier<br><br>Truite mouchetée<br>Omble de fontaine<br>Touladi<br>Truite grise                        |
| Umbridae                      | Umbra limi   | Umbre de vase<br>Vairon de boue  |
| Catostomidae                  | Moxostoma carinatum<br>Moxostoma anisurum  | Ballot<br>Suceur blanc   |

APPENDICE 8

STRUCTURE DU MILIEU

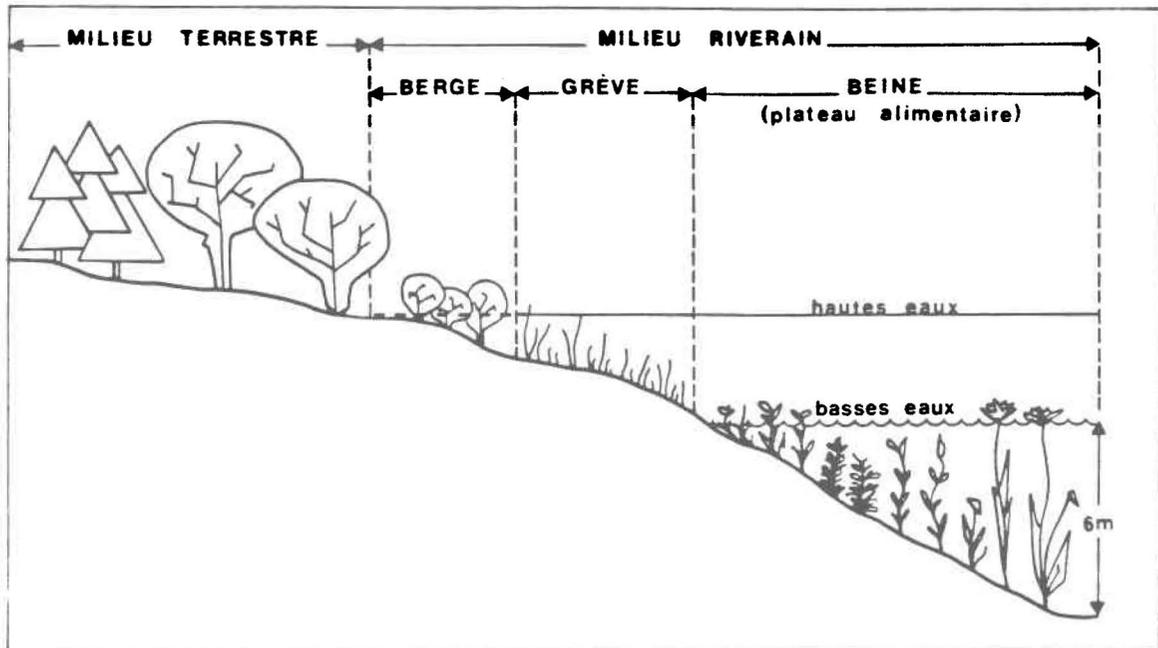


Figure A 8.1 Structure du milieu (Meunier et al., 1979).

**MILIEU TERRESTRE:** territoire inclus dans le bassin versant d'un lac, limité par la ligne des premiers sommets et par la ligne des plus hautes eaux printanières.

**MILIEU RIVERAIN:** espace de transition entre la masse d'eau d'un lac et le milieu terrestre proprement dit. Ce milieu se divise en trois zones:

**BERGE:** zone qui se situe entre la forêt et la grève. C'est la dernière zone, avant le lac, qui renferme de la matière ligneuse sous forme d'arbustes. Cette partie n'est submergée qu'aux périodes des hautes eaux printanières.

**GREVE:** zone qui se situe entre la berge et la beine. Sa végétation, si présente, est herbacée. Cette partie est limitée par la ligne moyenne des eaux estivales et la ligne des basses eaux estivales. Seules les vagues en période de grands vents peuvent l'inonder complètement.

**BEINE:** zone où l'on retrouve l'eau en permanence. Elle s'étend de la ligne des basses eaux jusqu'à une distance dans la masse d'eau où la profondeur atteint environ six mètres. La végétation, lorsque présente, est nettement aquatique et souvent complètement submergée.