



étude limnologique  
**LES TROIS LACS**  
COMTÉ DE RICHMOND

ETUDE LIMNOLOGIQUE  
(P.I.E. - 1973)

LES TROIS LACS  
(Comté de Richmond)

CHARGES DE LA COORDINATION

Michel P. Lamontagne, biol., D.E.A., dir. inter.  
Jean-Pierre Gauthier, biol., chef de la Limnologie.

CHARGES D'ETUDES SECTORIELLES

BIOGEOGRAPHIE

- Humaine : Marie Le Rouzès, géographe  
- Physique : Jacques Alain, géographe

BIOLOGIE

- Macrophytes : Ginette Gour, biologiste  
- Invertèbrés : Philippe Gentes, biologiste  
- Phycologie : Pierre Mathieu, biologiste  
- Ichtyologie : Pierre Mathieu, biologiste

PHYSICO-CHIMIE

- Analyse : José Lopez, chimiste  
- Interprétation: Pierre Mathieu, biologiste

RELEVÉS : Rémy Lévesque, T.D.  
: Pierre Lemoyne, T.D.  
: Denis Robichaud, Tech.

## TABLE DES MATIERES

	Introduction .....	1
Chapitre I	Description du milieu environnant ...	5
	1.1 Description du milieu physique .	6
	1.2 Description du milieu humain ...	15
	1.3 Aspects socio-économiques .....	17
Chapitre II	Description physico-chimique des lacs et de leurs tributaires .....	19
	2.1 Matrice d'échantillonnage des Trois Lacs .....	20
	2.2 Etat physico-chimique des lacs .	21
	2.3 Etat physico-chimique des tributaires .....	25
Chapitre III	Description biologique .....	29
	3.1 Végétation aquatique et riparienne	30
	3.2 Phycologie .....	31
	3.3 Invertèbres benthiques .....	36
	3.4 Ichtyologie .....	42
Chapitre IV	Classification trophique .....	61
	4.1 Méthode de classification .....	62
	4.2 Classification du niveau trophique d'après la phycologie.	64
	4.3 Classification du niveau trophique d'après les invertèbres benthiques .....	64
Chapitre V	Description de la carte d'inventaire écologique .....	67
	5.1 Description de la carte d'inventaire écologique des Trois Lacs .....	68
Chapitre VI	Comportement physico-chimique et conséquences sur la vie .....	73
	6.1 Station 1N3E (premier lac) .....	74
	6.2 Station 2N1E (troisième lac) ...	79
	6.3 Station 3N3E (deuxième lac) ....	83
	6.4 Epuisement de l'oxygène au fond.	88
Chapitre VII	Régime hydrologique des Trois Lacs ..	91
	7.1 Caractéristique hydrologique des Trois Lacs .....	92
Chapitre VIII	Matrice des relations entre le milieu environnant et le milieu aquatique ...	93

	8.1	Méthodologie .....	94
	8.2	Interprétation de la matrice .	97
	8.3	Le milieu physique de l'environnement versus le milieu aquatique .....	99
	8.4	Le milieu physique lacustre versus le milieu aquatique ...	99
	8.5	Activité humaine versus le milieu aquatique .....	100
Chapitre	IX	Causes d'impact et zones affectées.	101
	9.1	Causes d'impact .....	102
	9.2	Zones affectées .....	102
	9.3	Qualité des tributaires .....	105
Chapitre	X	Utilisations actuelles et potentiel d'utilisation .....	111
Chapitre	XI	Synthèse de la situation aux Trois Lacs et énumération de correctifs .	119
Lexique		.....	127
Bibliographie		.....	133

#### LISTE DES TABLEAUX

I-1:	Données morphométriques des Trois Lacs ..	7
I-2:	Données morphométriques du bassin .....	9
I-3:	Superficie et pourcentage des modes d'utilisation du sol .....	13
II-1:	Données physico-chimiques à la station 1N3E en surface (1.5 M, 4.9 pi.) .....	22
II-2:	Données physico-chimiques à la station 2N1E en surface (1 M, 3.3 pi. et en profondeur 5 M, 16.4 pi.) .....	23
II-3:	Données physico-chimiques à la station 2N3E en surface (1 M, 3.3 pi. et en profondeur 8 M, 26.2 pi.) .....	24
II-4:	Données physico-chimiques des tributaires	26
III-1:	Distribution numérique (nombre d'individus/.5 pied <sup>2</sup> .05 mètre <sup>2</sup> ) des invertèbres benthiques des Trois Lacs ...	38
III-2:	Liste des espèces de poissons capturés aux filets maillants et à la nasse aux Trois Lacs .....	44
III-3:	Espèces et nombre de poissons capturés à la nasse aux Trois Lacs .....	45

III-4:	Statistiques de l'efficacité de la pêche aux filets maillants aux Trois Lacs .....	46
III-5:	Statistiques morphologiques des espèces de poissons capturés aux filets maillants aux Trois Lacs .....	48
III-6:	Valeur des coefficients a et b de la relation longueur-poids des poissons capturés (N>2) aux filets maillants aux Trois Lacs .....	51
III-7:	Liste des inventaires (M.T.C.P.) .....	59
III-8:	Liste des ensemencements (M.T.C.P.) .....	60
IV-1:	Indices trophiques du système numérique de classification .....	62
IV-2:	Indices trophiques des Trois Lacs .....	63
VIII-1:	Matrice des relations entre le milieu aquatique et le milieu environnant aux Trois Lacs .....	98
IX-1:	Données physico-chimiques de l'échantillonnage effectué le 2 octobre 1973 .....	107
X-1:	Utilisations actuelles et potentiel d'utilisation .....	112
XI-1:	Synthèse de la situation aux Trois Lacs (plages et littoral) .....	122
XI-2:	Synthèse de la situation aux Trois Lacs (zone profonde du deuxième lac) .....	123
XI-3:	Synthèse de la situation aux Trois Lacs (les deuxième et troisième lacs) .....	124
XI-4:	Synthèse de la situation aux Trois Lacs (qualité de l'eau de l'ensemble des Trois Lacs) .....	125

#### LISTE DES FIGURES

III-1:	Pourcentage des classes d'algues à la station 1N3E (1er lac) .....	33
III-2:	Pourcentage des classes d'algues à la station 2N3E (2ème lac) .....	33
III-3:	Pourcentage des classes d'algues à la station 2N1E (3ème lac) .....	34
III-4:	Nombre de cellules par millilitre pour chaque station en fonction du temps (Moyenne par mois). .....	35
III-5:	Histogramme du nombre d'individus d'invertébrés benthiques des transects 1 et 2 .....	40
III-6:	Indice de diversité moyen des invertébrés benthiques .....	42

III-7:	Courbe de régression longueur-poids de <i>Catostomus Commersoni</i> (Meunier Noir) aux Trois Lacs .....	49
III-8:	Courbe de régression longueur-poids de <i>Notemigonus crysoleucas</i> (Chatte de l'Est) aux Trois Lacs .....	50
VI-1:	Température de l'air (Station Asbestos)..	75
VI-2:	Profil de température à la station 1N3E..	76
VI-3:	Profil de pourcentage de saturation en oxygène dissous à la station 1N3E .....	76
VI-4:	Densité phytoplanctonique des Trois Lacs.	77
VI-5:	Biomasse planctonique pour l'ensemble des Trois Lacs .....	78
VI-6:	Profil de température à la station 2N1E..	80
VI-7:	Profil de pourcentage de saturation en oxygène dissous à la station 2N1E .....	80
VI-8:	Profil de température à la station 2N3E..	84
VI-9:	Profil de pourcentage de saturation en oxygène dissous à la station 2N3E .....	86
VI-10:	Courbes d'épuisement en oxygène au fond durant la saison estivale aux trois stations des Trois Lacs .....	89
XI-1:	Schéma d'eutrophisation des Trois Lacs ..	121

#### LISTE DES CARTES

I-1:	Courverture forestière, bassin versant des Trois Lacs .....	12
I-2:	Densité de la population, bassin des Trois Lacs .....	16
I-3:	Equipements récréatifs, les Trois Lacs ...	18
II-1:	Localisation des stations et des tributaires échantillonnés aux Trois Lacs .....	20
III-1:	Localisation des transects pour l'échantillonnage des invertèbres benthiques, les Trois Lacs .....	27
IX-1:	Causes d'impact - Bassin des Trois Lacs..	103
IX-2:	Zones affectées - Les Trois Lacs .....	104
IX-3:	Les Trois Lacs, localisation des stations de la qualité des tributaires, 2 octobre 1973 .....	106
IX-4:	Etudes particulières - Rivière Nicolet - Bassin des Trois Lacs .....	109
X-1:	Inventaire du rivage, les Trois Lacs ...	114
X-2:	Schéma d'une section de rivage .....	115
X-3:	Les Trois Lacs - Secteur récréatif .....	116

## INTRODUCTION

Dans le cadre de son Programme d'Inventaire Ecologique des principaux lacs du Québec (P.I.E.), dont les objectifs sont de connaître et de classifier cette ressource naturelle, la division limnologie du service Qualité des Eaux a procédé à l'inventaire écologique des Trois Lacs.

Au cours de la réalisation de cet inventaire, plusieurs problèmes particuliers ont été détectés et étudiés; ce qui explique que ce rapport est présenté en deux parties de manière à distinguer l'inventaire écologique et l'étude du phénomène d'eutrophisation accélérée des Trois Lacs.

La première partie se veut donc descriptive des conditions limnologiques et des caractéristiques du milieu environnant. L'analyse et l'interprétation de ces données d'inventaire ont été réalisées dans le but de classifier les Trois Lacs.

La deuxième partie porte sur l'analyse des problèmes spécifiques aux Trois Lacs, lesquels sont la cause de l'eutrophisation accélérée du milieu et de sa dégradation. Cette analyse nous a amenés à présenter un éventail de solutions pour restaurer les conditions actuelles.

Le lecteur doit comprendre que certaines répétitions ont été nécessaires d'une partie à l'autre afin de mettre en évidence certains caractères particuliers.

Ce travail technique est un pré-requis à l'élaboration de mesures concrètes de protection et de restauration des Trois Lacs. A cet effet, l'équipe limnologique du service Qualité des Eaux est à la disposition de ceux qui travaillent à cette tâche.

Ajoutons finalement, qu'une carte d'inventaire écologique représentant graphiquement les principaux résultats de l'étude du milieu aquatique et du milieu environnant, accompagne ce rapport.





PREMIERE PARTIE

C A R A C T E R I S T I Q U E S   G E N E R A L E S

D E S

T R O I S   L A C S



## CHAPITRE I

### DESCRIPTION DU MILIEU ENVIRONNANT

## 1.1 DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

### 1.1.1 Situation

Le bassin des Trois Lacs est situé dans une région assez éloignée des grands centres urbains des Cantons de l'Est et sa principale voie d'accès est la route numéro 32. Sa situation géographique le place à proximité de la municipalité d'Asbestos, à la périphérie des régions administratives 4 et 5.

Le relief du bassin versant est faiblement ondulé et il prend l'allure d'un plateau d'où émergent des collines isolées comme le Petit Mont Ham (1500 pieds, 457.2 mètres) et le Mont Ham (2350 pieds, 716.28 mètres). Le réseau hydrographique, en forme d'éventail, compartimente quelque peu ce relief assez calme (cf C.Q.E.-12). La pente est généralement douce, sauf à l'extrémité ouest. A cet endroit, la ligne de partage des eaux qui forme la limite du bassin devient plus accidentée et force les tributaires à parcourir des pentes plus raides.

Le bassin versant occupe une étendue disproportionnée si on la compare à celle des lacs; la preuve en est le rapport superficie du bassin/superficie des lacs qui est de 226.59. Ce phénomène découle du fait que les Trois Lacs sont en réalité un élargissement de la rivière Nicolet. Cette dernière leur sert de principal tributaire et d'exutoire.

Les Trois Lacs constituent un ensemble de trois lacs distincts. Ainsi le premier lac (1er lac) correspond au plus petit, le deuxième lac (2ème lac) s'identifie au moyen et le troisième (3ème lac) est le plus grand des trois. Cependant pour les besoins de l'étude morphométrique et hydrologique, nous les avons regroupés en un seul.

### 1.1.2 Morphomé- trie des lacs

Les lacs sont situés à une altitude de 532 pieds (162.15 mètres) du niveau de la mer et ils ont une superficie de 0.87 mille carré (2.25 kilomètres carrés), ce sont donc de très petits lacs. Leur périmètre est toutefois relativement long (7.8 milles, 12.55 kilomètres), ce qui fait que le rapport périmètre/surface est assez élevé (8.96), c'est-à-dire qu'à chaque mille carré de surface d'eau correspond 8.96 milles de ligne de rivage. La forme générale des lacs s'identifie à cet indice élevé car on peut très bien discerner trois lacs reliés par d'étroits chenaux. L'indice de développement de rivage (2.36) confirme que le périmètre des lacs est 2.36 fois plus long que la circonférence d'un cercle dont la superficie serait égale à celles des lacs; par conséquent, on constate qu'il ne s'agit pas de lacs ronds mais plutôt de lacs qui présentent la forme d'un rectangle déformé et allongé (Hutchinson, 1957).

TABLEAU I-1 DONNEES MORPHOMETRIQUES DES TROIS LACS

DONNEES	VALEURS
Superficie des lacs	0.87 mille carré (2.25 kilomètres carrés)
Altitude	532 pieds (162.15 mètres)
Ligne de rivage	7.8 milles (12.55 kilomètres)
Longueur maximale	2.9 milles (4.66 kilomètres)
Largeur maximale	0.5 mille (0.8 kilomètre)
Largeur moyenne	0.3 mille (0.48 kilomètre)
Rapport d'allongement des lacs	5.8
Rapport périmètre/surface	8.96 milles/mille carré (5.57 kilomètres/kilomètre carré)
Indice de développement du rivage	2.36
Nombre d'îles	1
Superficie des îles	0.003 mille carré (0.007 kilomètre carré)
Indice d'insulosité	0.003
Pourcentage d'occupation des îles	3%
Volume des lacs	<b>294,330,000</b> pieds cubes (8,334,248.2 mètres cubes)
Profondeur maximale	36 pieds (10.97 mètres)
Profondeur moyenne	12.1 pieds (3.68 mètres)
Indice de développement de forme	0.336

Les lacs ont une longueur de 2.9 milles (4.66 kilomètres) (axe le plus long) et leur largeur maximale est de 0.5 mille (0.8 kilomètre) (axe le plus court). Le rapport d'allongement est donc fort, soit 5.8. La largeur moyenne est de 0.3 mille (0.48 kilomètre).

La profondeur moyenne des Trois Lacs est de 12.1 pieds (3.68 mètres) seulement tandis que la profondeur maximum ne dépasse pas 36 pieds (10.9 mètres) (Carte bathymétrique du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche). L'indice de développement de forme (0.336) indique que la forme du lac peut se comparer à celle d'un cône, (Hutchinson, 1957 et Dus-sard, 1966). Cependant on remarque qu'une grande partie de ces lacs a une profondeur comprise entre 0 et 16 pieds (0 et 4.8 mètres) soit environ 68%, et qu'il n'existe que deux zones plus profondes, la première étant située dans le 2ème lac et la seconde, presque à l'exutoire, dans le 3ème lac.

### 1.1.3 Morphométrie et Hydrographie du bassin versant

Le bassin versant couvre une superficie de 197.13 milles carrés (510.36 kilomètres carrés). Il doit cette grande étendue à la longueur de ses tributaires et surtout à la rivière Nicolet qui se ramifie en trois branches principales. Ces embranchements sont la rivière Nicolet Nord-Est, Centre, et Sud-Ouest. Il faut également noter que ce tributaire draine à lui seul 88 pour cent de la superficie totale du bassin versant. On compte en tout 7 tributaires aux lacs. Cependant la longueur totale de tous les che-naux au bassin est de 261.88 milles (421.36 kilomètres). La densité de drainage est donc de 1.32, ce qui est faible (Strahler, 1960). On peut expliquer cette faible densité par le fait que l'assise ro-cheuse se compose en grande partie de grès et de quartzite lesquelles sont des roches dures et résistantes à l'érosion. La présence de sable et de gravier influence également la densité de drainage car ces matériaux sont très perméables et diminuent le ruissellement de surface (Strahler, 1962). Même si le bassin est fortement déboi-sé, il n'en demeure pas moins que 48 pour cent de sa superficie est en forêts, ce qui restreint l'écoulement de surface. La densité hydrographique est également faible, soit 0.71.

La présence de lacs dans le bassin est très limitée et bien qu'on en dénombre 19, l'indice de fréquence n'est que de 0.096, confirmant ainsi le fait qu'il existe peu d'endroits susceptibles de jouer le rôle de trappes à sédiments.

TABLEAU I-2 DONNEES MORPHOMETRIQUES DU BASSIN

Superficie du bassin versant	197.13 milles <sup>2</sup> (510.36 kilomètres <sup>2</sup> )
Nombre de tributaires au lac	7
Nombre de chenaux (bassin)	141
Longueur totale des chenaux	261.88 milles (421.36 kilomètres)
Longueur moyenne des chenaux	1.85 mille (2.97 kilomètres)
Densité de drainage	1.32 mille/mille <sup>2</sup> (0.82 kilomètre/km <sup>2</sup> )
Densité hydrographique	0.71
Nombre de lacs dans le bassin	19
Longueur moyenne des lacs	0.09 mille (0.14 kilomètre)
Largeur moyenne des lacs	0.04 mille (0.06 kilomètre)
Superficie moyenne des lacs	0.003 mille <sup>2</sup> (0.007 kilomètre <sup>2</sup> )
Rapport d'allongement des lacs	1.94
Fréquence des lacs	0.096

#### 1.1.4 Hydrologie des lacs et climatologie

Les fluctuations moyennes annuelles du niveau de l'eau, enregistrées au cours des huit dernières années, sont d'environ 3 pieds (0.9 mètre) (cf C.Q.E-12). La variation est cependant beaucoup plus considérable dans les niveaux journaliers; on a en effet enregistré un niveau maximum de 105.09 pieds (32.03 mètres) le 21 avril 1971 et un minimum de 93.71 pieds (28.56 mètres) le 1er juillet 1968 (Annuaire hydrologique du ministère des Richesses naturelles); ces niveaux sont basés sur le plan de comparaison arbitraire défini par le repère numéro 01 à l'élévation 100 pieds. On constate que toute variation climatique a un effet sur la stabilité des plans d'eau; d'ailleurs, si on analyse les moyennes mensuelles, on constate que les lacs subissent nettement l'influence du régime des tributaires. Il y a une forte hausse du débit et des niveaux en avril, résultant de la fonte des neiges. On remarque également que les lacs connaissent à peu de choses près les mêmes conditions qu'une rivière puisqu'on a calculé un temps de renouvellement de 7.8 jours (calculs basés sur le débit moyen annuel de 1965 à 1972).

En ce qui concerne le climat, la température moyenne annuelle enregistrée à la station météorologique d'Asbestos se maintient autour de 41° Fahrenheit (5.0°C) et les précipitations totales annuelles atteignent 41.7 pouces (1.069 mètres). Ces mesures ont été établies à partir des données recueillies par le service de Météorologie du ministère des Richesses naturelles de 1948 à 1972 inclusivement (cf C.Q.E.-12). La courbe des températures est ascendante jusqu'au mois de juillet et elle redescend graduellement jusqu'en décembre. Le maximum des précipitations se situe en août tandis que le minimum est en mars. Pour l'année 1972, les vents dominants étaient de directions ouest, sud-ouest, et de faible intensité.

#### 1.1.5 Géologie et dépôts meubles

Dans la partie nord du bassin, l'assise rocheuse date de plusieurs époques dont l'Ordovicien, le Cambrien, et probablement une partie du Précambrien. Elle se compose en majeure partie de schistes, de grès, de dolomie, de quartzite, de schistes à séricites, de mica-schistes, de schistes à chlorite et aussi de lave. La partie sud du bassin dont l'âge remonte à l'Ordovicien (?) ainsi qu'au Cambrien (?) à quelques endroits, contient surtout des schistes calcaires, des greywackes, du grès, du quartzite et du conglomérat. Les lacs eux-mêmes sont encastrés dans une roche-mère qui date de l'Ordovicien. On y retrouve principalement de la péridotite, de la pyroxénite et du basalte (Dresser de Denis, 1946). La péridotite et la pyroxénite sont les principales roches associées à la serpentine de laquelle on extrait l'amiante. Il faut noter que cette région en est d'ailleurs une de mines d'amiante.

La présence de nombreuses gravières dans le bassin est un indice certain des dépôts laissés par la dernière glaciation; ces dernières seraient surtout constituées de matériaux fluvio-glaciaires. La formation des deltas aux embouchures des principaux tributaires des Trois Lacs nous incite à croire que ces tributaires charrient beaucoup de sédiments provenant de ces dépôts.

Nous supposons aussi que les Trois Lacs occupaient autrefois une plus grande superficie que celle qu'ils occupent actuellement et que la bande de terre séparant le premier du deuxième lac faisait partie du delta créé par la rivière Nicolet lorsque son embouchure se situait dans le premier lac. Au cours de cette période, des argiles lacustres se sont accumulées et elles ont aujourd'hui une conséquence sur la transparence de l'eau. La rivière Nicolet avait également à ce moment-là une importance beaucoup plus marquée. Le niveau des lacs s'étant abaissé, nous croyons que la rivière Nicolet coule maintenant à travers ses



propres dépôts et les retransporte aux lacs. La situation actuelle contribue au phénomène de remplissage des lacs. En effet, nous avons localisé plusieurs endroits sur les rivières Nicolet Centre et Sud-Ouest où des travaux de drainage agricole avait été effectués; ceux-ci ont eu pour conséquences directes de redresser le lot et d'augmenter la compétence de ces rivières. En aval de ces travaux, la pente est beaucoup plus faible et on y observe une très grande quantité de sédiments; ces dépôts sont si abondants à certains endroits, qu'à la confluence des rivières Nicolet Centre et Sud-Ouest le cours d'eau a de la difficulté à se frayer un passage et doit même se partager en plusieurs chenaux anastomosés. De plus, des méandres abandonnés à son embouchure sont la preuve irréfutable qu'il a changé plusieurs fois de parcours.

Le déboisement des berges des tributaires dans les zones agricoles favorise l'érosion et par conséquent le transport de sédiments vers les lacs. Quant à ces derniers, ils sont entourés de nombreuses plages de sable résultant pour une part certaine de l'apport des tributaires.

#### 1.1.6 Pédologie

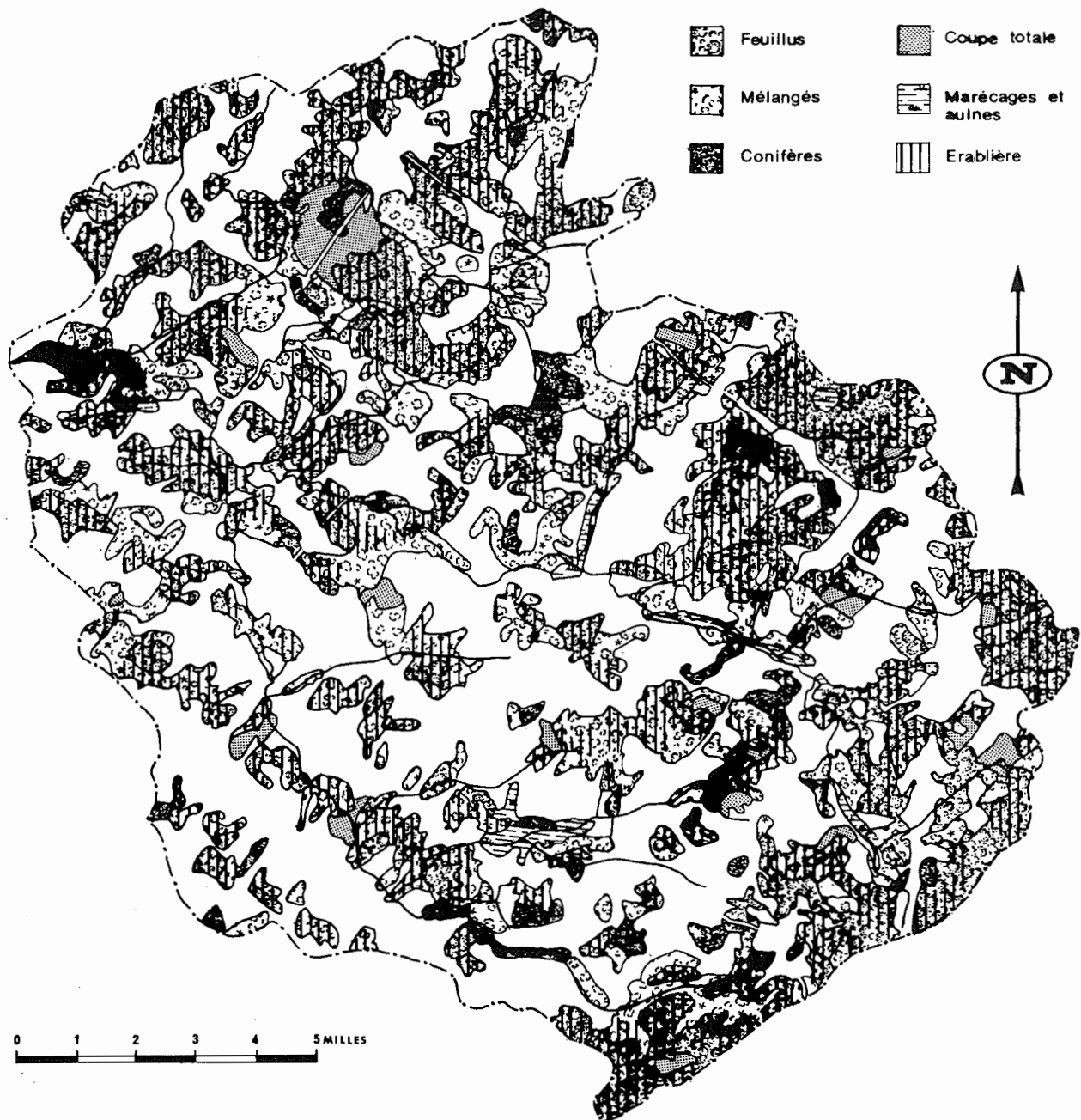
D'après l'inventaire des régions pédologiques du Québec, le bassin des Trois Lacs fait partie de la région des Appalaches dont les sols comportent des limitations considérées comme sévères (Annuaire du Québec, 1971). Le principal type de sol rencontré est le podzol humo-ferrique dont la texture se caractérise par un "loam" profond ou mince sur le roc. Le niveau de fertilité de ce type de sol est considéré comme moyen par l'A.R.D.A. et les principaux facteurs limitatifs pour l'agriculture sont l'érosion, la pierrosité, le sol mince et le relief.

#### 1.1.7 Végétation forestière

Le bassin des Trois Lacs se situe au point de contact de deux grands domaines climatiques à savoir la zone de l'érablière laurentienne et celle de l'érablière à bouleau jaune. Cependant celles-ci ont connu une grande exploitation puisqu'on ne les rencontre maintenant qu'en lambeaux épars. En effet, le bassin est situé à proximité des nombreuses industries utilisant le bois (feuillus et résineux): Windsor, Bromptonville, East Angus, Victoriaville, etc.... D'autres éléments confirment l'exploitation forestière: on localise sur la rivière Nicolet Centre deux hameaux dont les noms sont respectivement Moulin-Plamondon et Moulin-Samson. De plus, les lacs ont déjà servi au flottage du bois; celui-ci était transporté à l'aide de bateaux. (Service des Archives et des Richesses naturelles).



### COUVERTURE FORESTIÈRE BASSIN VERSANT DES TROIS LACS



Source: *Connaissance du milieu forestier*  
Bassin de la rivière Nicolet 205-00.  
Ministère des Terres et Forêts,  
Service des plans d'aménagement,  
Février 1973

Le déboisement le plus intensif s'est effectué dans la partie sud du bassin; cependant la forêt de recolonisation composée de peuplements mélangés et de feuillus intolérants (peuplier, faux-tremble, bouleau blanc, bouleau jaune, érable à épis) occupe la majorité des espaces boisés. (Cartes du service de l'Inventaire forestier, ministère des Terres et Forêts). On retrouve également, mais en importance moindre, l'érablière à feuillu intolérant. Quant aux essences conifériennes, elles colonisent surtout des endroits où les conditions sont moins favorables c'est-à-dire à proximité des zones plus humides et marécageuses occupées en grande partie par les aulnes.

La carte produite dans le rapport provient du service des Plans d'Aménagement du ministère des Terres et Forêts. Elle présente une vue schématique de la couverture forestière; on observe l'importance des feuillus dans cette région et surtout la présence de l'érable. On peut localiser également plusieurs zones de coupe totale, dont la plus importante se situe à proximité du ruisseau Richmond, au nord des lacs. L'exploitation forestière demeure donc une activité très vivante dans le bassin.

#### 1.1.8 Utilisation du sol

TABLEAU I-3 SUPERFICIE ET POURCENTAGE DES MODES  
D'UTILISATION DU SOL

UTILISATIONS	MILLES CARRES	KILOMETRES CARRES	POURCENTAGE
(B) Zones urbaines	0.625	1.618	0.31
(E) Affectation primaire	0.316	0.818	0.16
(O) Zones de loisirs et chalets	0.509	1.317	0.25
(P) Grandes cultures	54.273	140.512	27.53
(K) Pâturages semi-naturels, prairies et friche récente	30.532	79.047	15.48
(U) Terres en friche	14.968	38.053	7.45
(T) Forêt spontanée et plantée	95.813	248.059	48.60
(M) Marais, marécages	0.142	0.367	0.07
(Z) Surfaces d'eau	0.227	0.587	0.11
TOTAL	197.135	510.378	100.

L'analyse de la carte de l'utilisation du sol de l'A.R.D.A. nous révèle que la forêt est l'affectation qui, à elle seule, occupe la plus grande partie de la superficie du bassin versant, soit 48.6 pour cent de tout le territoire. Cependant, si nous additionnons les données consacrées à l'agriculture et qui sont représentées dans le tableau I-3 par les lettres P, K, et U (signifiant respectivement grandes cultures, pâturages semi-naturels ou friche récente et terres en friche), nous pouvons constater que les surfaces déboisées sont supérieures à celles occupées par la forêt. En effet, les terres affectées au domaine agricole atteignent 50.46 pour cent du territoire. On voit donc toute l'importance qui est accordée à l'agriculture dans les limites du bassin et on remarque, par la même occasion, le morcellement intense de la forêt qui se retrouve très fréquemment sous la forme de boisés de ferme. Les zones forestières de plus grande étendue se rencontrent presque exclusivement au nord et à l'est du territoire.

En définitive, l'agriculture semble plutôt prospère si l'on tient compte du fait que les terres en friche n'occupent que 7.45 pour cent de l'ensemble du bassin et les pâturages semi-naturels (friche récente) 15.48 pour cent, comparativement à 27.53 pour cent pour les terres en culture. Il faut toutefois remarquer que cette fonction semble avoir régressé depuis un certain temps puisque à l'origine la moitié du territoire avait été déboisée à cette fin.

L'occupation humaine se révèle assez intense sur tout le territoire; elle se partage en deux catégories: la population permanente et la population saisonnière. Les résidents permanents se partagent entre les agglomérations urbaines et l'habitat rural.

On compte six agglomérations plus ou moins importantes, ce sont: St-Rémi-de-Tingwick au nord, St-Adrien au nord-est, Ham-Sud à l'est, St-Camille au sud-est, Wotton au centre-ouest et St-Georges-de-Windsor au sud-ouest. Ces petits centres sont séparés les uns des autres par une distance moyenne n'excédant pas 11 milles (17.7 km) et ils sont répartis à peu près uniformément dans toutes les directions.

L'habitat rural pour sa part est beaucoup plus diffus, mais il couvre l'ensemble du territoire. La plupart des rangs sont alignés dans la direction nord-ouest, sud-est sauf dans les parties nord-est et sud-est où ils présentent une orientation nord-est, sud-ouest.

La population saisonnière occupe les rives des deuxième et troisième lacs. Cette petite superficie est très densément occupée par des chalets.

De plus, au nord-est des lacs, à proximité du ruisseau Richmond, on retrouve des vestiges de l'extraction minière de la compagnie Norbestos de même que quelques gravières le long de la rivière Nicolet. Bien que leurs dimensions soient restreintes, ces pôles peuvent avoir une certaine importance sur la qualité de l'eau des Trois Lacs.

Les marécages et autres zones hydrographiques, à l'exception du réseau des tributaires, sont de moindre importance en ce qui concerne l'utilisation du sol.

Mise à part la forêt, l'affectation dominante est réservée au domaine agricole, celui-ci occupant de façon pratiquement uniforme l'ensemble du territoire.

## 1.2 DESCRIPTION DU MILIEU HUMAIN

### 1.2.1 Densité de la population

Les densités de population observées dans le bassin des Trois Lacs sont de l'ordre de 16 à 25 habitants par mille carré (cf. carte de densité). Les deux foyers majeurs de concentration de la population sont Wottonville et la municipalité de Trois-Lacs. La densité de population décroît à mesure que l'on tend vers les limites du bassin. On compte 15 unités de recensement dans le bassin dont 10 importantes; sur ce nombre, 4 municipalités touchent directement aux Trois Lacs.

### 1.2.2 Population limitrophe aux lacs

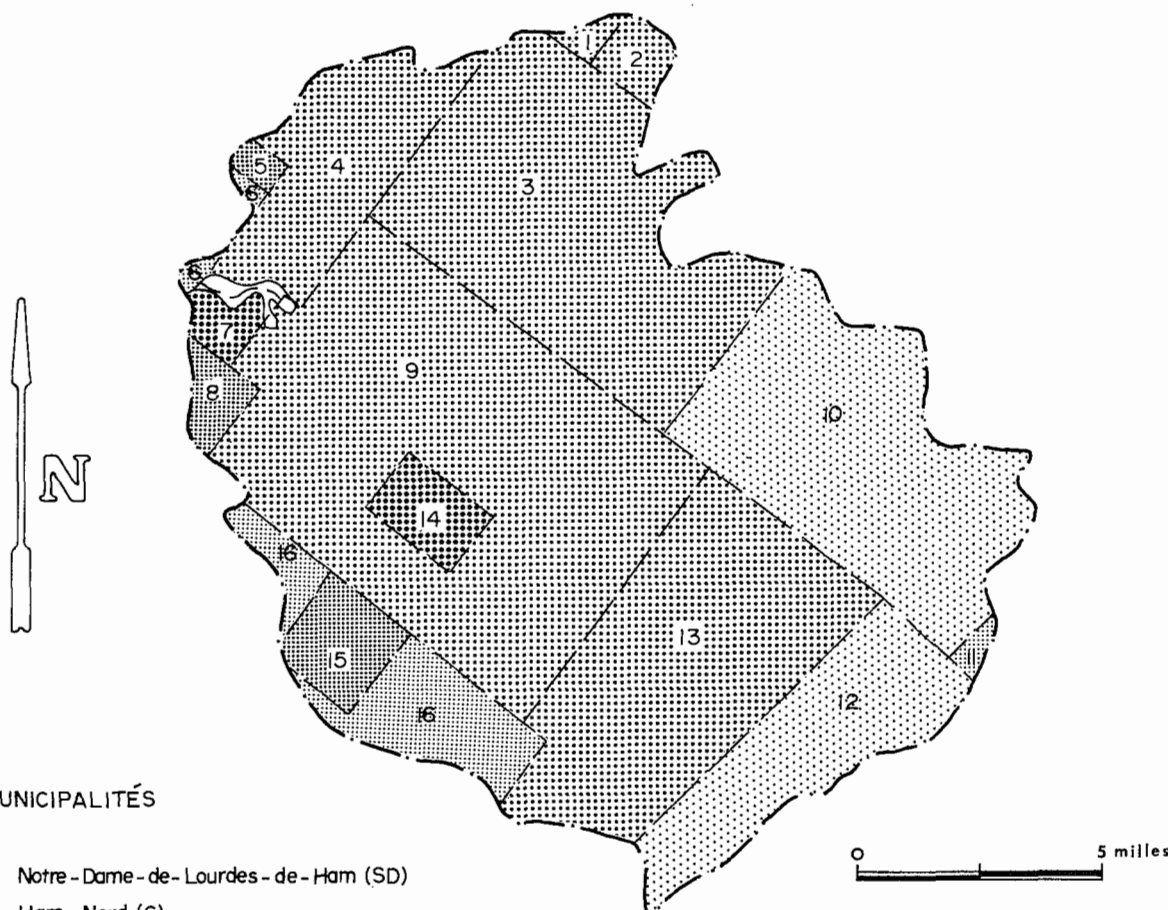
Le phénomène marquant aux Trois Lacs est la forte densité de chalets, concentrés surtout autour du troisième lac. En effet, lors de l'enquête effectuée sur le terrain au cours de l'été 1973, on a pu dénombrer environ 345 résidences secondaires et 100 domiciles permanents. La population limitrophe à ce lac se répartit de la façon suivante:

Population permanente	423 habitants
Population secondaire	1380 habitants
Population totale	1803 habitants

Un tel rassemblement de population sur un si petit territoire laisse supposer que la superficie des terrains est très réduite. La forte densité des chalets et par conséquent de leurs fosses septiques ou puisards de même que leur ancienneté nous incite à croire que leur rendement laisse à désirer.

# DENSITÉ DE LA POPULATION

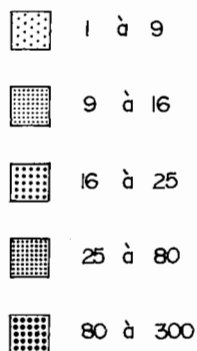
## Bassin des Trois Lacs - 1972



**MUNICIPALITÉS**

- 1 Notre-Dame-de-Lourdes-de-Ham (SD)
- 2 Ham-Nord (C)
- 3 St-Adrien (SD)
- 4 St-Rémi-de-Tingwick (P)
- 5 Chénier (SD)
- 6 Tingwick (SD)
- 7 Trois-Lacs (SD)
- 8 Shipton (C)
- 9 Wotton (C)
- 10 St-Joseph-de-Ham-Sud (P)
- 11 Weedon (C)
- 12 Dudswell (C)
- 13 St-Camille (C)
- 14 Wottonville (V)
- 15 St-Georges-de-Windsor (V)
- 16 St-Georges-de-Windsor (C)

**CLASSES DE DENSITÉ (hab. au mille carré)**



### 1.3 ASPECTS SOCIO- ECONOMIQUES

#### 1.3.1 Evaluation municipale

Pour les quatre municipalités limitrophes aux lacs (Trois-Lacs, Tingwick, St-Rémi-de-Tingwick et Wotton) l'enquête nous révèle que l'évaluation municipale se chiffre à environ \$3,660,245,.00. Il s'agit d'un montant assez élevé pour de si petits lacs. Cette situation peut s'expliquer par le grand nombre de chalets (3 à 4 rangées à certains endroits) et aussi par le nombre important de fermes, principalement dans les municipalités de Wotton et de St-Rémi-de-Tingwick.

#### 1.3.2 Secteur industriel

Dans les quatre municipalités concernées, la présence de l'industrie est peu significative. En effet, la mine de Norbestos a cessé toute activité depuis un certain temps; il reste cependant encore plusieurs vestiges de son exploitation, comme la présence de terrils près du tributaire Richmond. Cependant, dans la municipalité de Wotton, on retrouve deux industries traitant le bois: une scierie et une manufacture de placages et contreplaqués.

#### 1.3.3 Secteur agricole

Comme nous l'avons mentionné dans la partie consacrée à l'utilisation du sol, le secteur agricole est dominant dans le bassin des Trois Lacs. Dans les municipalités limitrophes au lacs, on compte 231 fermes et un cheptel animal de près de 17,452 têtes. Sur ce nombre on compte 9,183 bovins et 3,214 porcs. On voit donc que l'activité agricole première demeure donc l'industrie laitière et l'élevage du porc. Wotton est sans contredit la municipalité la plus agricole puisque l'on y dénombre 119 fermes et 11,105 animaux dont 4,787 bovins, 2,387 porcs et près de 3,575 poules et poulets. (Recensement du Canada, 1971, Agriculture, Québec).

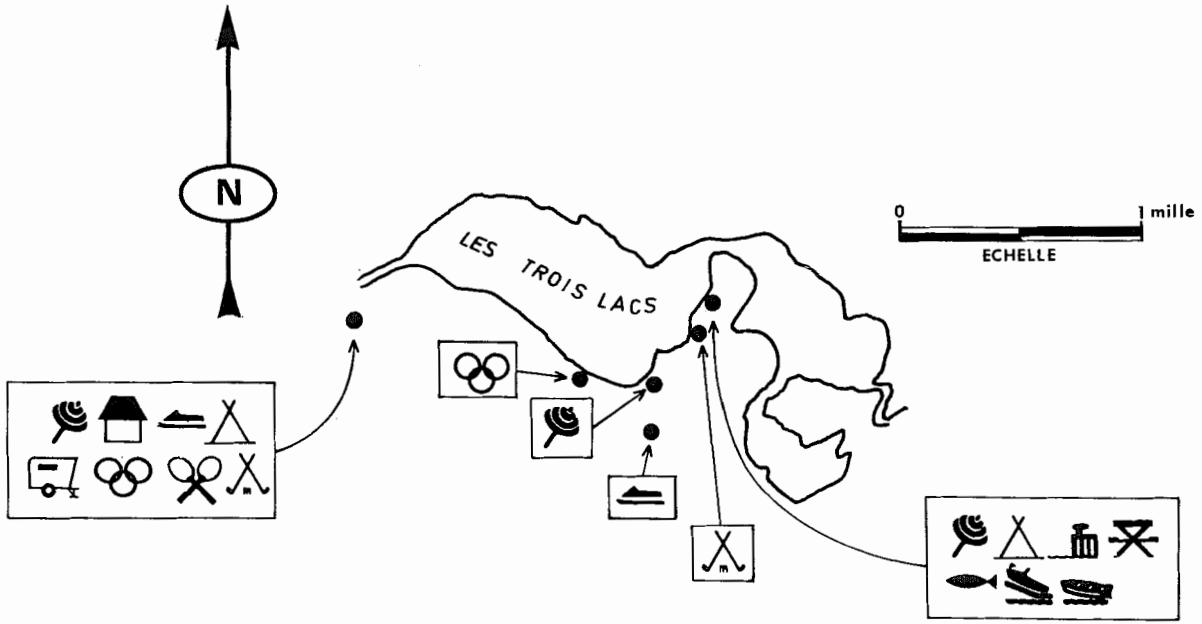
Malgré tout, les possibilités des sols pour l'agriculture sont classées de moyennes à restreintes. Le sud du bassin comprend surtout des sols à potentiel moyen, tandis que le nord offre peu de possibilités pour l'agriculture. (Projet Estrale, Livre Blanc sur l'orientation du développement de l'Estrie).

#### 1.3.4 Secteur récréatif

Outre la présence de nombreux chalets, les Trois Lacs sont assez bien pourvus en équipements récréatifs. En effet, la carte des équipements nous indique la présence de deux terrains de camping qui fournissent plusieurs services comme une rampe de mise à l'eau, un service de location de bateau, un terrain de jeu, etc. On remarque également l'existence d'un terrain de golf miniature, de deux clubs de moto-neige, et d'une association de pêche. Les Trois Lacs possèdent un potentiel récréatif certain. Ce sujet sera abordé plus à fond dans le chapitre traitant de l'utilisation actuelle et du potentiel d'utilisation.

# ÉQUIPEMENTS RÉCRÉATIFS - LES TROIS LACS

- |  |                      |  |                                |
|--|----------------------|--|--------------------------------|
|  | Plage publique       |  | Golf miniature                 |
|  | Colonie de vacances  |  | Quai                           |
|  | Piste de moto-neige  |  | Terrain de pique-nique         |
|  | Terrain de camping   |  | Club de pêche (association)    |
|  | Terrain de roulottes |  | Rampe pour lancement de bateau |
|  | Terrain de jeux      |  | Location de bateau             |
|  | Tennis               |  |                                |



Source: Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche.

Carte préparée par le Service Qualité des Eaux, M. R. N. (1974)



CHAPITRE II

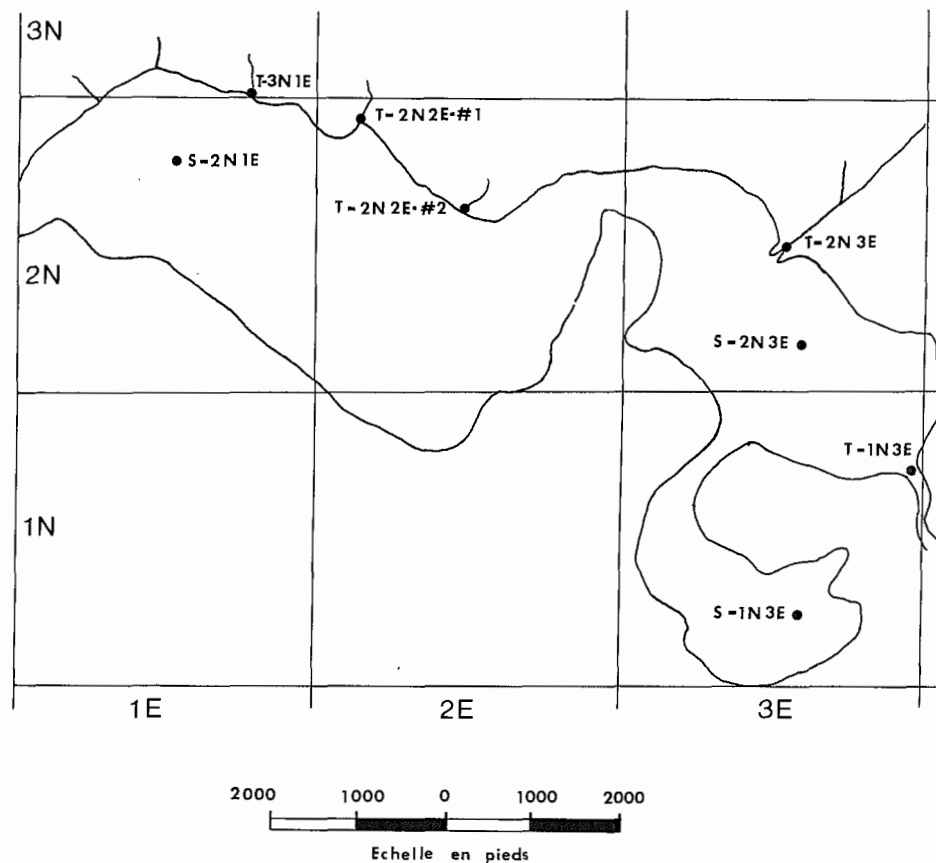
DESCRIPTION PHYSICO-CHIMIQUE DES LACS  
ET DE LEURS TRIBUTAIRES

.1 MATRICE D'ECHAN-  
TILLONNAGE DES  
TROIS LACS

Les stations d'échantillonnage pour les paramètres physico-chimiques et phycologiques ont été localisées à partir d'une matrice tracée sur la carte des Trois Lacs. On utilise cette matrice dans le but de permettre une localisation assez précise des stations d'échantillonnage au moyen de cellules codifiées de façon relativement simple (ex: cellule 1N1E, cellule 2N1E, etc..., le N signifiant nord et le E est).

Aux Trois Lacs, trois cellules ont été choisies comme stations d'échantillonnage, soit les cellules S-1N3E (1er lac), S-2N3E (2ème lac) et S-2N1E (3ème lac) tandis que quatre cellules ont été choisies pour l'échantillonnage des tributaires, soit les cellules T-1N3E, T-2N3E, T-2N2E # 2, T-2N2E # 1 et T-3N1E, (cf. CARTE II-1). Le S et le T en avant de chaque numéro de cellule signifient respectivement station et tributaire.

CARTE II-1 LOCALISATION DES STATIONS ET DES TRIBUTAIRES  
ECHANTILLONNES AUX TROIS LACS



## 2.2 ETAT PHYSICO-CHIMIQUE DES LACS

Dans ce chapitre, nous avons surtout voulu souligner les valeurs des paramètres physico-chimiques qui nous ont paru singuliers. De plus, nous n'avons nullement tenu compte des relevés de température et d'oxygène dissous étant donné que ces deux paramètres seront étudiés de façon plus approfondie dans un chapitre ultérieur (voir chap. VI).

Au cours de la période de stratification thermique, les résultats physico-chimiques enregistrés aux trois stations d'échantillonnage différaient d'une station à l'autre; c'est pourquoi nous présentons ces données séparément pour chacune des stations.

L'échantillonnage des stations 2N1E et 2N3E fut effectué à trois profondeurs différentes en période de stratification thermique (épilimnion, métalimnion et hypolimnion) tandis que celui de la station 1N3E ne fut effectué qu'en surface (environ 1.5 mètre, 4.9 pieds) à cause de la faible profondeur (3 mètres, 9.8 pieds) de ce lac. Les résultats obtenus en surface et en profondeur sont présentés dans les tableaux II-2 et II-3 pour les stations 2N1E et 2N3E.

A la station 1N3E, le pH en surface s'élève à 8.0 au mois d'août; ce phénomène est relié à la baisse de  $\text{CO}_2$  qui est due à la forte activité photosynthétique à cette période de l'été. Il est à remarquer que c'est seulement dans ce lac qu'une augmentation aussi notable du pH a été constatée. La conductivité qui constitue une bonne indication du degré de minéralisation d'une eau, se situe aux environs de  $100 \mu\text{mhos/cm/cm}^2$  pour les trois lacs. Comme pour la plupart des paramètres non fortement influencés par l'activité biologique, les variations saisonnières de la conductivité sont conditionnées par le régime hydrologique de ces lacs. Il est important de garder à l'esprit que les Trois Lacs ont un temps de renouvellement de la masse d'eau d'environ huit jours, ce qui supporte l'idée que ces lacs se comportent principalement comme un élargissement de la rivière Nicolet. Cette dernière constatation nous permet de replacer dans leur contexte les concentrations relativement élevées détectées dans ces lacs.

L'alcalinité totale est une mesure de la capacité maximale d'une eau naturelle à neutraliser les apports d'eaux acides. Étant donné que les valeurs de pH rencontrées dans les eaux des Trois Lacs sont inférieures à 8.3, l'alcalinité de ces eaux est due essentiellement aux bicarbonates et elle se situe aux environs de  $35 \text{ mg/l}$  de  $\text{CaCO}_3$ .

TABLEAU II-1 DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES A LA STATION IN3E  
EN SURFACE (1.5 M, 4.9 pi)

PARAMÈTRES	DATES D'ÉCHANTILLONNAGE					
	1 MAI	29 MAI	12 JUIN	26 JUIN	31 JUIL.	28 AOÛT
PH (unité)	7.3	7.1	7.2	7.7	8.1	8.0
Alcalinité (mg/l de CaCO <sub>3</sub> ) totale	25	23	—	45	40	62
Conductivité (umhos/cm/cm <sup>2</sup> à 25°C)	91	69	95	119	133	150
Carbone tot. inorganique (mg/l)	6.0	5.5	—	11.0	10.0	15.0
Carbone tot. organique (mg/l)	8.0	6.5	—	9.0	4.0	4.0
Silice (SiO <sub>2</sub> , mg/l)	1.7	2.1	1.7	0.5	1.3	0.2
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l)	0.3	0.4	0.1	0.3	0.1	0.1
Ortho-phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l)	0.05	0.10	0.04	0.02	0.02	0.02
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l)	8.0	7.0	5.5	4.5	14.0	11.5
Chlorures (Cl <sup>-</sup> , mg/l)	5.0	2.4	3.8	3.2	5.7	5.7
Calcium (Ca <sup>2+</sup> , mg/l)	10.6	8.5	12.5	15.5	18.0	18.8
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> , mg/l)	2.4	2.0	2.5	3.1	3.7	4.0
Sodium (Na <sup>+</sup> , mg/l)	3.3	1.6	2.9	3.3	3.4	3.6
Potassium (K <sup>+</sup> , mg/l)	0.8	0.4	0.7	0.8	0.9	0.8
Fer (Fe, mg/l)	0.35	0.50	—	0.66	0.33	0.29
Manganèse (Mn, mg/l)	0.05	0.08	—	0.35	0.17	0.20

TABLEAU II-2 DONNEES PHYSICO-CIMIQUES A LA STATION 2N1E  
EN SURFACE (1 M, 3.3 pi) ET EN PROFONDEUR  
(5 M, 16.4 pi).

PARAMÈTRES	E	DATES								
		1 MAI	29 MAI	12 JUIN	26 JUIN	31 JUIL.	28 AOÛT	18 SEPT.	25 SEPT.	
pH (unité)	S	7.1	7.2	7.4	7.8	7.7	7.5	7.2	7.3	
	P	—	7.1	7.5	7.4	7.6	—	—	—	
Alcalinité totale (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	S	18	21	—	41	41	49	27	29	
	P	—	25	—	41	41	—	—	—	
Conductivité (µmhos/cm/cm <sup>2</sup> à 25°C)	S	73	66	82	99	113	105	89	92	
	P	—	67	81	95	113	—	—	—	
Carbone tot. inorganique (mg/l)	S	4.5	5.0	—	10.0	10.0	12.6	6.5	7.0	
	P	—	6.0	—	10.0	10.0	—	—	—	
Carbone tot. organique (mg/l)	S	7.5	7.0	—	7.0	1.0	3.0	14.0	8.0	
	P	—	7.0	—	7.0	1.0	—	—	—	
Silice (SiO <sub>2</sub> , mg/l)	S	2.6	2.4	2.5	2.0	2.5	3.0	4.0	3.9	
	P	—	2.5	3.2	2.4	2.2	—	—	—	
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l)	S	0.7	0.6	0.2	0.4	0.2	0.5	0.5	0.6	
	P	—	0.6	0.3	0.7	0.2	—	—	—	
Ortho-phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l)	S	0.07	0.06	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
	P	—	0.20	0.02	<0.02	<0.02	—	—	—	
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l)	S	7.0	7.0	4.5	3.5	10.5	8.5	11.5	11.5	
	P	—	6.0	4.5	6.0	14.0	—	—	—	
Chlorures (Cl <sup>-</sup> , mg/l)	S	2.7	1.8	2.1	0.9	2.6	3.0	1.9	2.6	
	P	—	1.9	2.1	1.3	2.6	—	—	—	
Calcium (Ca <sup>2+</sup> , mg/l)	S	8.3	2.9	10.5	13.3	14.5	14.0	11.6	10.3	
	P	—	2.9	10.5	12.8	14.0	—	—	—	
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> , mg/l)	S	2.3	2.2	2.5	2.9	3.5	3.2	2.9	2.7	
	P	—	2.2	2.6	2.9	3.5	—	—	—	
Sodium (Na <sup>+</sup> , mg/l)	S	1.7	1.4	2.0	1.7	2.3	1.8	1.4	1.5	
	P	—	1.4	2.0	1.7	2.2	—	—	—	
Potassium (K <sup>+</sup> , mg/l)	S	0.8	0.4	0.6	0.9	1.0	1.1	1.7	0.6	
	P	—	0.5	0.6	0.9	0.9	—	—	—	
Fer (Fe, mg/l)	S	0.26	0.29	—	0.28	0.19	0.29	0.92	0.26	
	P	—	0.33	—	0.32	0.23	—	—	—	
Mangarièse (Mn, mg/l)	S	0.05	0.06	—	0.10	0.07	0.20	0.15	0.11	
	P	—	0.06	—	0.06	0.09	—	—	—	

E : ÉCHANTILLON

S : SURFACE (1M, 3.3 pi.)

P : PROFONDEUR (5M, 16.4 pi)

TABLEAU II-3 DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES A LA STATION 2N3E EN SURFACE (1M, 3.3 pi.) ET EN PROFONDEUR (8 M, 26.2 pi.)

PARAMÈTRES	E	DATES								
		1 MAI	29 MAI	12 JUIN	26 JUIN	31 JUIL.	28 AOÛT	18 SEPT.	25 SEPT.	
pH (unité)	S	7.2	7.2	7.5	7.6	7.8	7.6	7.2	7.4	
	P	7.2	7.1	7.0	7.4	7.2	7.2	7.3	7.3	
Alcalinité (mg/l de CaCO <sub>3</sub> ) totale	S	21	29	—	37	41	49	41	29	
	P	16	25	—	45	37	66	41	29	
Conductivité (µmhos/cm/cm <sup>2</sup> à 25°C)	S	68	73	95	92	126	111	106	86	
	P	70	68	80	99	115	136	107	90	
Carbone tot. inorganique (mg/l)	S	5.0	7.0	—	9.0	10.0	12.0	10.0	7.0	
	P	4.0	6.0	—	11.0	9.0	16.0	10.0	7.0	
Carbone tot. organique (mg/l)	S	6.5	7.0	—	9.0	2.0	5.0	10.5	6.0	
	P	7.5	6.0	—	9.0	5.0	4.0	11.0	8.0	
Silice (SiO <sub>2</sub> , mg/l)	S	2.6	2.4	2.3	2.6	3.0	2.9	4.0	4.5	
	P	2.7	2.6	2.8	2.4	3.5	3.4	4.1	4.3	
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l)	S	0.7	0.6	0.1	0.7	0.4	0.3	0.4	0.5	
	P	0.7	0.6	0.4	0.8	0.1	0.5	0.4	0.5	
Ortho-phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l)	S	0.06	0.15	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
	P	0.05	0.15	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	0.03	<0.02	
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l)	S	8.0	7.0	4.5	6.0	15.0	8.5	12.5	10.5	
	P	8.0	6.0	7.0	2.0	10.5	10.0	12.5	10.5	
Chlorures (Cl <sup>-</sup> , mg/l)	S	2.3	2.0	2.2	4.8	3.1	2.6	2.2	2.5	
	P	2.5	2.2	1.9	1.0	2.3	3.4	2.2	2.7	
Calcium (Ca <sup>2+</sup> , mg/l)	S	8.0	8.5	13.2	12.5	16.5	14.8	14.3	10.0	
	P	8.2	6.5	10.0	13.0	15.0	13.0	14.4	10.5	
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> , mg/l)	S	2.1	2.4	3.0	2.8	4.0	3.4	3.5	2.3	
	P	2.2	2.4	2.5	2.8	3.1	3.3	3.3	2.5	
Sodium (Na <sup>+</sup> , mg/l)	S	1.6	1.4	2.2	1.6	2.4	1.9	2.0	1.7	
	P	1.7	1.4	1.9	1.6	2.1	2.0	2.0	1.7	
Potassium (K <sup>+</sup> , mg/l)	S	0.7	0.6	0.7	0.9	1.3	1.1	1.0	0.4	
	P	0.8	0.6	0.6	0.9	1.3	1.9	1.7	0.7	
Fer (Fe, mg/l)	S	0.27	0.48	—	0.46	0.22	0.28	0.73	0.27	
	P	0.23	0.47	—	0.40	0.55	0.56	1.00	0.36	
Manganèse (Mn, mg/l)	S	0.06	0.08	—	0.05	0.09	0.10	0.14	0.07	
	P	<0.05	0.14	—	0.35	1.35	2.00	0.24	0.11	

E : ÉCHANTILLON

S : SURFACE (1M, 3.3 pi.)

P : PROFONDEUR (8M, 26.2 pi.)

En ce qui concerne la transparence (mesurée au disque de Secchi), les données n'ont pas été incluses dans les tableaux vu le petit nombre de résultats dont nous disposons, mais les valeurs observées sont inférieures à un mètre (3.3 pieds) au mois d'août, ce qui est considéré comme très faible et propre à des lacs eutrophes. Il faudrait cependant faire une réserve quant à ces valeurs de transparence à cause de la forte quantité de sédiments en suspension dans l'eau; en effet, bien que la transparence soit un bon indicateur de la densité planctonique en milieu lacustre, une faible transparence n'implique pas nécessairement une forte production primaire.

En ce qui a trait aux concentrations de carbone inorganique total (TIC), elles se comportent de façon analogue aux substances conditionnées par l'hydrologie particulière de ces lacs. Les concentrations de carbone organique total (TOC) varient énormément et semblent difficiles à relier aux phénomènes biologiques. Les concentrations d'ortho-phosphates sont globalement très faibles à partir de la fin juin, ce qui nous laisse supposer une forte utilisation de ce nutriment. Les faibles concentrations de nitrates (environ 0.2 mg/l) détectées à la station 1N3E au cours de l'été reflètent également la forte demande de cette substance par les producteurs primaires. Cependant, les concentrations de nitrates observées dans les deux autres lacs sont relativement élevées; ce qui nous amène à croire que l'apport de nitrate à ces lacs est probablement plus constant tout au cours de l'été.

Pour leur part, les ions majeurs présentent des concentrations légèrement supérieures à celles observées dans d'autres lacs de la région et l'explication à ces valeurs élevées est la même que pour la conductivité; cependant il serait bon de souligner que les concentrations de calcium sont supérieures à 10 mg/l en surface et en profondeur, aux trois stations. Ces fortes concentrations de calcium doivent être reliées à la géochimie des sols du milieu environnant. Pour ce qui est des concentrations élevées de fer et de manganèse en profondeur, on peut établir une relation entre leur comportement et celui de l'oxygène. Des explications plus détaillées seront fournies au chapitre VI.

### 2.3 ETAT PHYSICO- CHIMIQUE DES TRIBUTAIRES

Les données des six tributaires échantillonnés aux Trois Lacs sont présentées au tableau II-4. Ces données correspondent à deux dates de prélèvement, soit le 1er mai (période de crue printanière) et le 31 juillet (période d'étiage estival). Il faut cependant noter que ces tributaires furent échantillonnés à plus de deux reprises au cours de l'été, mais nous avons cru bon de ne pas présenter tous les résultats afin de ne pas surcharger le tableau.

TABLEAU II-4- DONNEES PHYSICO-CIMIQUES DES TRIBUTAIRES

PARAMÈTRES	DATES	TRIBUTAIRES				
		1N 3E	2N 3E	2N 2E#1	2N2E#2	3N 1E
Température (°C)	1-5-73	6.7	9.9	10.7	8.8	6.0
	31-7-73	—	—	—	—	—
Oxygène dissous (mg/l)	1-5-73	13.0	11.6	10.2	11.9	13.0
	31-7-73	—	—	—	—	—
pH (unité)	1-5-73	7.2	7.6	7.0	7.1	7.1
	31-7-73	7.6	8.4	7.6	8.3	7.8
Alcalinité totale (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	1-5-73	16	41	25	25	29
	31-7-73	37	78	29	33	41
Conductivité (µmhos/cm/cm <sup>2</sup> à 25°C)	1-5-73	64	111	76	90	84
	31-5-73	125	279	121	173	196
Carbone tot. inorganique (mg/l)	1-5-73	4.0	10.0	6.0	6.0	7.0
	31-7-73	9.0	19.0	7.0	8.0	10.0
Carbone tot. organique (mg/l)	1-5-73	7.5	9.5	6.5	4.5	4.0
	31-7-73	3.0	14.0	5.0	7.0	12.0
Silice (SiO <sub>2</sub> , mg/l)	1-5-73	2.8	3.4	2.7	3.7	4.1
	31-7-73	3.9	4.5	2.7	5.5	6.8
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l)	1-5-73	0.6	0.8	0.6	0.9	0.5
	31-7-73	0.2	0.3	0.4	0.7	0.4
Ortho-phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l)	1-5-73	<0.05	0.07	0.09	<0.05	<0.05
	31-7-73	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l)	1-5-73	7.0	11.0	8.0	8.0	10.0
	31-7-73	15.0	12.5	12.5	15.0	17.0
Chlorures (Cl <sup>-</sup> , mg/l)	1-5-73	2.3	3.8	2.4	2.2	1.1
	31-5-73	2.7	4.4	3.3	6.7	1.6
Calcium (Ca <sup>2+</sup> , mg/l)	1-5-73	7.5	9.2	9.0	11.3	12.3
	31-7-73	16.5	25.0	15.5	24.0	30.0
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> , mg/l)	1-5-73	1.9	7.0	2.2	1.8	1.7
	31-7-73	3.7	20.0	3.7	3.0	3.5
Sodium (Na <sup>+</sup> , mg/l)	1-5-73	1.6	2.4	1.1	1.3	1.1
	31-7-73	2.5	2.8	2.4	2.5	2.5
Potassium (K <sup>+</sup> , mg/l)	1-5-73	0.7	0.6	0.8	0.8	0.5
	31-7-73	1.1	1.0	1.2	0.9	0.6
Fer (Fe, mg/l)	1-5-73	0.18	0.27	0.45	0.12	0.13
	31-7-73	0.18	0.17	0.24	0.07	0.09
Manganèse (Mn, mg/l)	1-5-73	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.05
	31-7-73	0.11	0.07	0.08	<0.05	<0.05



En comparant les différents résultats inscrits dans ce tableau, nous pouvons constater que le tributaire 2N3E se détache nettement des autres. En période d'étiage, ses valeurs de conductivité ( $279 \mu\text{mhos/cm/cm}^2$ ), de carbone total inorganique (19.0 mg/l), de carbone total organique (14.0 mg/l), ainsi que de magnésium (20.0 mg/l), surpassent toutes les concentrations observées dans les autres tributaires pour la même date. Ces valeurs sont explicables du fait que ce tributaire draine, sur une superficie importante, les terrils de l'ancienne mine Norbestos.

En général, les concentrations de calcium rencontrées dans les tributaires des Trois Lacs sont relativement élevées comparativement à celles rencontrées dans les tributaires de certains lacs de la même région. Le fait que ces concentrations soient relativement proportionnelles dans tous les tributaires des Trois Lacs appuie l'hypothèse citée dans l'explication des concentrations élevées de calcium dans ces lacs; c'est-à-dire la relation qui existe entre ces valeurs élevées et la géochimie des sols du milieu environnant.

On doit aussi souligner un autre fait qui se produit en période de crue et qui nous a paru singulier; ce sont les concentrations relativement élevées d'ortho-phosphates (0.07 mg/l et 0.09 mg/l de  $\text{PO}_4^{3-}$ ) rencontrées dans les tributaires 2N3E et 2N2E # 1.

Pour ce qui est des concentrations de carbone total inorganique, elles sont généralement supérieures à celles du carbone total organique dans tous les tributaires; ceci nous laisse supposer que les apports globaux à ces lacs sont plutôt de nature minérale. Cette constatation nous amène à penser que les problèmes de ces lacs sont en partie reliés à des apports excessifs de substances minérales, causés par le faible pouvoir de rétention du bassin de drainage. Cependant, il ne faut pas oublier que ces apports de matière inorganique peuvent provenir de la décomposition de matière organique dans les parties médianes et supérieures du bassin versant.

De façon temporelle, la concentration des différents composés chimiques varie généralement en fonction du débit des tributaires. Les concentrations des composés se trouvent diminuées, lors des forts débits, par le principe de dilution, tandis qu'elles sont augmentées, au moment des faibles débits, par le principe inverse. Les ions majeurs ainsi que la conductivité suivent généralement la règle énoncée précédemment; leurs concentrations maximales sont observées en période d'étiage aux mois de juillet et août. Pour

leur part, le fer et le manganèse possèdent des concentrations plus variables qui semblent plus ou moins reliées aux débits. Les apports d'ions mineurs aux lacs semblent donc se faire de façon sporadique.

Les nitrates et les ortho-phosphates ont un comportement inverse à celui des ions majeurs car leurs concentrations sont supérieures au début de l'été. Contrairement aux ions majeurs qui sont dilués par un fort débit, les nitrates et les phosphates semblent être concentrés par ce fort débit. Une explication sommaire peut être énoncée: étant donné que les nitrates et les phosphates sont des constituants importants des fertilisants chimiques et naturels (fumier), ils se trouvent donc en fortes concentrations sur les terres en culture et les pâturages. Au moment des forts débits, le drainage excessif de ces terres apporte indirectement aux lacs une quantité supplémentaire de fertilisants en concentrations relativement élevées comparativement à celles des substances moins influencées de façon artificielle par l'homme.

CHAPITRE III

DESCRIPTION BIOLOGIQUE

### 3.1 VEGETATION AQUA- TIQUE ET RIPARIENNE

La faible profondeur des Trois Lacs est sans contredit le principal facteur favorisant la croissance exagérée des plantes aquatiques. En effet, comme leurs berges sont peu abruptes et très étendues (le littoral représente 50 pour cent de la superficie totale), la végétation occupe une bonne partie de la surface benthique des lacs. Le seul facteur limitant pouvant jouer un rôle important, est la forte turbidité qui en diminuant la pénétration de la lumière, réduit l'efficacité photosynthétique et crée les conditions typiques des lacs eutrophes. A ce sujet, on a remarqué à plusieurs occasions que des plantes aquatiques à feuilles submergées étaient couvertes de particules et que certaines d'entre elles avaient perdu leur pigmentation chlorophyllienne pour devenir de couleur brune.

La végétation aquatique et riparienne est distribuée différemment dans chacun des trois lacs (cf. C.Q.E.-12). Le troisième lac est le plus grand en superficie et une bonne partie de sa surface benthique est favorable à la fixation des plantes aquatiques. La végétation riparienne ne comprend que quelques associations en mosaïques composées de *Carex rostrata*, d'*Eleocharis*, de *Scirpus*, de *Dulichium* et de *Juncus*; on retrouve aussi à quelques occasions des groupements denses de *Pontederia cordata* mélangés avec du *Sagittaria cuneata*. Cette végétation est cependant interrompue par de nombreuses plages et par des chalets en construction qui occupent une superficie importante des rives. La végétation aquatique couvre toutefois une grande partie des berges. Elle se compose d'îlots, de nénuphars, dont surtout des plantes submergées telles que les *Vallisneria americana*, *Najas flexilis*, *Ceratophyllum*, ainsi que plusieurs espèces de *Potamogeton*. La formation d'un delta à l'embouchure du tributaire 2N2E # 2 a favorisé le développement d'une Scirpaie en forme d'îlot contenant spécifiquement des *Scirpus validus*. Cette colonie de plantes occupe une très grande surface et s'avance presque au centre de ce grand lac; il n'est pas impossible qu'on voit cette butte se transformer en presque île dans un proche avenir, formant ainsi deux baies séparées.

Les rives du deuxième lac sont occupées par une végétation riparienne assez dense, disposée en bandes étroites et entrecoupée par une zone arbustive. Bien qu'il possède des berges plus abruptes, ce lac contient une végétation qui ressemble beaucoup à celle retrouvée dans le troisième lac; cette végétation recouvre une grande surface du plateau littoral. Dans la baie située à l'embouchure de la rivière Nicolet (Sud-Ouest), un apport important de sédiments **venant de la rivière réduit** la profondeur et rend le milieu plus propice à l'envahissement des plantes aquatiques. Il est important de noter que les espèces à feuilles flottantes (Nénuphars) sont plus abondantes que les espèces à feuilles submergées, démontrant ainsi une plus grande tolérance à la forte turbidité existant à cet endroit.

Le plus petit lac est envahi par la végétation dans une proportion de 90 pour cent. La ceinture de végétation qui entoure ses rives est caractérisée par une succession végétale qui avance graduellement d'année en année. La partie peu profonde reliant le premier au deuxième lac est constituée d'une bande plus large de végétation semi-aquatique composée de *Carex rostrata*, de *Sium suave*, de *Scirpus atrocinctus*, d'*Eleocharis palustris*, de *Potentilla palustris*, de *Pontederia cordata*, de *Typha latifolia* et de *Sagittaria cuneata*. Le *Potentilla palustris*, situé à la limite de la végétation aquatique, étend peu à peu ses rhizomes et ses tiges dans l'eau pour former une zone flottante; celle-ci permet l'installation et l'avancement des plantes de rivage composées principalement de Cypéracées dans ce cas-ci. Cette partie du lac sera sans doute la première à se remplir vu la faible profondeur et l'état stagnant de ses eaux. Il y aura alors la formation d'un lac isolé où l'envahissement des plantes conduira graduellement à la formation d'une tourbière. Les îlots de Pontédéries, de Nénuphars et de Potamots s'élargiront de plus en plus, rendant ainsi la baignade impossible et la navigation impraticable.

### 3.2 PHYCOLOGIE

L'échantillonnage phytoplanctonique des Trois Lacs fut effectué à une fréquence bimensuelle pendant l'été 1973 (juin à septembre). Les stations d'échantillonnage, S-1N3E, S-2N3E et S-2N1E, sont localisées sur la carte matricielle des Trois Lacs (voir carte II-1). Des échantillons furent prélevés à un mètre (3.3 pieds) et à trois mètres (9.8 pieds) de profondeur avec une bouteille de type "Van Dorn". Les échantillons intégrés (75 ml d'eau à un mètre et 75 ml d'eau à trois mètres) furent ensuite analysés à l'aide d'un microscope inversé (Wild W-40) en se servant de la technique d'Utermöhl 1958. Deux transects dans le champ visuel du microscope ont été suffisants pour l'identification et l'énumération des algues.

#### 2.1 Classes d'algues dominantes

Les individus furent identifiés jusqu'au genre puis regroupés par classe d'après la classification de Pierre Bourelly (1966, 1968 et 1970). Comme les résultats phytoplanctoniques différaient d'une station à l'autre, une analyse individuelle a été effectuée pour chacune d'elles.

Il est intéressant de regrouper les genres d'algues dans leur classe respective car l'évolution de ces classes dans le temps nous permet de distinguer différents types de lacs, surtout en ce qui concerne leur niveau trophique. Par exemple, un fort pourcentage de la classe des Chlorophycées à la fin de l'été n'a pas la même signification trophique qu'un fort pourcentage de Cyanophyciées à cette même période. Soulignons cependant que l'interprétation des courbes de l'évolution des classes d'algues demeure assez délicate.

A) Station 1N3E  
(1er lac)

Vers la fin de mai, les Cryptophycées formaient la classe dominante de cette station tandis qu'au mois de juin la dominance allait à la classe des Chrysophycées, représentée par les genres *Chrysococcus*, *Kephyrion* et *Dinobryon* (présence: 85 pour cent le 12 juin). Cette classe fut ensuite remplacée par les Bacillariophycées, dominées surtout par le genre *Cyclotella* à la fin de juin, mais elle reprit la dominance en juillet. En suivant la courbe du graphique sur le pourcentage des classes (Figure III-1), on peut constater une montée graduelle des Chlorophycées (algues vertes) de la mi-juin jusqu'à la mi-août. Cette classe, caractéristique des milieux productifs, est représentée par les genres *Scenedesmus* et *Ankistrodesmus* qui apparaissent tout au long de la période estivale (juin à août), et par les genres *Pediastrum*, *Crucigenia* et *Lietyosphaerium* qui se manifestent surtout vers la fin de l'été.

B) Station 2N3E  
(2ème lac)

La courbe des classes d'algues à la station 2N3E (Figure III-2) est très différente de celle de la station 1N3E, reflétant par le fait même une qualité d'eau différente. Les Diatomées (Bacillariophycées) dominent nettement à la fin de mai et au début juin; elles sont cependant vite remplacées par les Cryptophycées en juin mais reprennent la dominance en juillet avec le genre *Asterionella*. Comme à la station 1N3E, une montée graduelle des Chlorophycées (algues vertes) fait que cette classe devient dominante à la fin de juillet; les genres les plus fréquemment identifiés furent *Ankistrodesmus* et *Scenedesmus*. Par contre, vers la mi-août, une baisse des Chlorophycées provoque un pic d'une autre classe appelée Chrysophycées. Soulignons finalement l'apparition d'une nouvelle classe à la fin d'août, soit celle des Euglenophycées qui dominent faiblement avec un pourcentage de 28.

C) Station 2N1E  
(3ème lac)

Cette dernière station présente un patron de distribution des classes d'algues plus ou moins disparate. Outre les Chrysophycées qui dominent avec *Chrysococcus* et *Kephyrion* pendant tout le mois de juin et jusqu'à la mi-juillet, les autres classes telles les Bacillariophycées (Diatomées) et les Chryptophycées se font la lutte pour la dominance pendant presque tout l'été. Les principales Diatomées identifiées furent *Nitzschia*, *Navicula*, *Asterionella* et *Melosira* tandis que les Chryptophycées étaient représentées principalement par les genres *Rhodomonas* et *Cryptomonas*. Un pic de Chlorophycées (algues vertes) apparaît encore à la fin de l'été, toujours dominé par les genres *Scenedesmus* et *Ankistrodesmus*. Ce pic a toutefois un pourcentage plus faible (33 pour cent) comparativement aux pics maximums de Chlorophycées dans les deux autres stations; le 31 juillet, le pic maximum de la station 2N3E était de 45 pour cent tandis que celui de la station 1N3E était de 60 pour cent le 14 août. L'abondance relative des Chlorophycées diminue donc quand on passe du lac le plus eutrophe au lac le moins eutrophe.

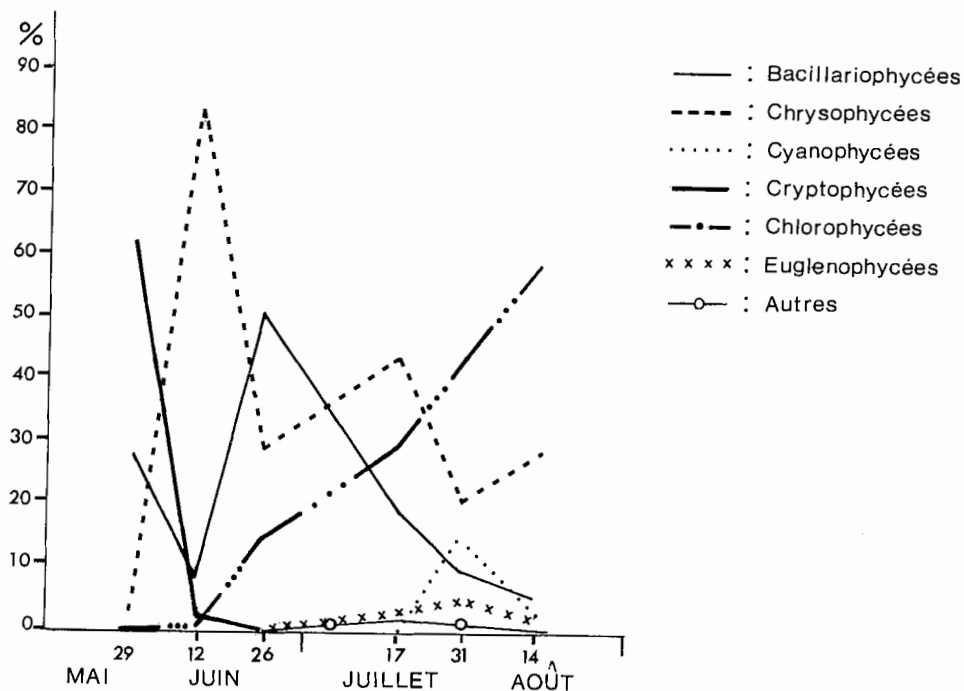


FIGURE III-1 POURCENTAGE DES CLASSES D'ALGUES A LA STATION 1N3E. (1er LAC)

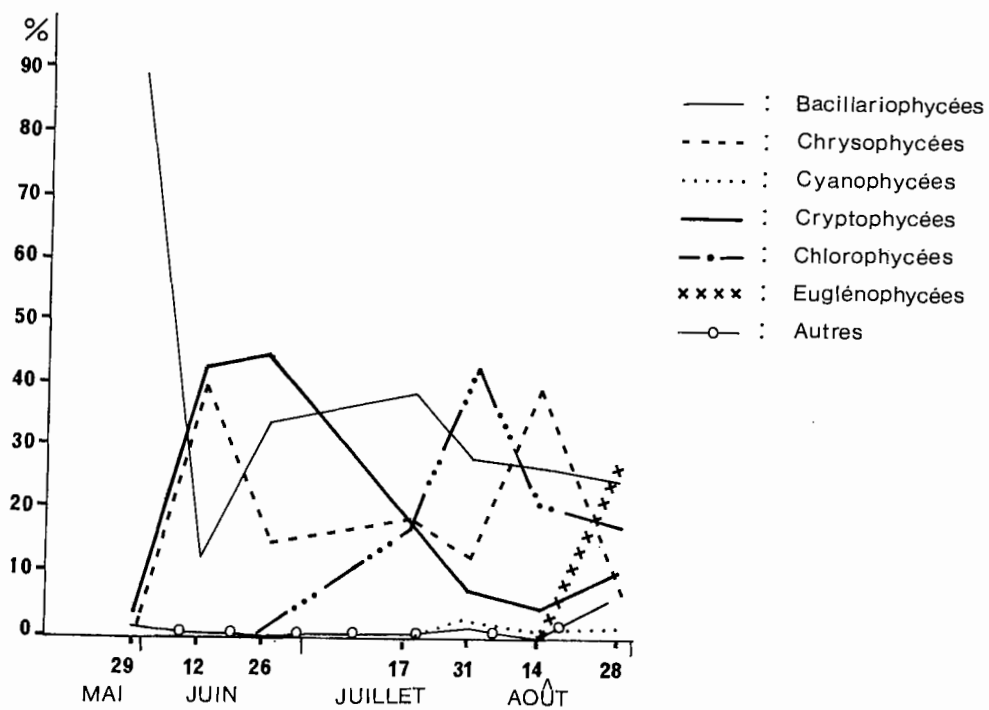


FIGURE III-2 POURCENTAGE DES CLASSES D'ALGUES A LA STATION 2N3E (2ème LAC)

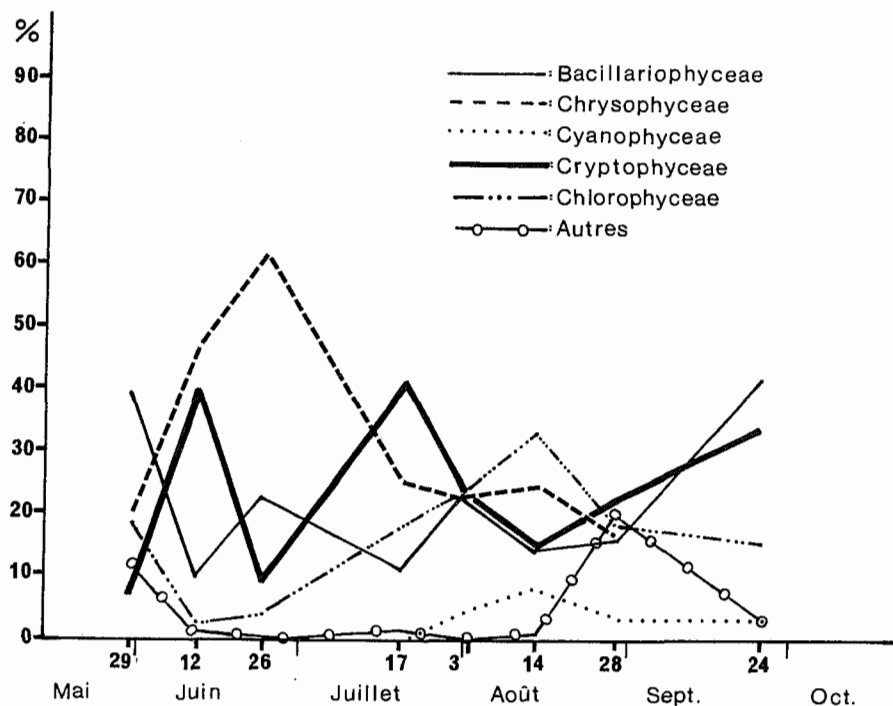


FIGURE III-3 POURCENTAGE DES CLASSES D'ALGUES A LA STATION 2N1E (3<sup>ème</sup> LAC).

### 3.2.2 Densité phyto- planctonique

Pour avoir une idée de la production phytoplanctonique d'un lac, nous comptons, dans chaque échantillon, le nombre total de cellules microscopiques; c'est ce que nous appelons ici la densité phytoplanctonique.

En ce qui concerne la production des Trois Lacs, la densité de cellules fut faible en mai dans les trois lacs (voir figure III-4). C'est par contre au cours du mois suivant (juin) que l'on retrouve la densité maximale de cellules pour tout l'été, et ce, aux trois stations. En juillet et août la densité baisse aux stations 2N3E et 2N1E (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lac) mais reste relativement constante à la station 1N3E (1<sup>er</sup> lac).



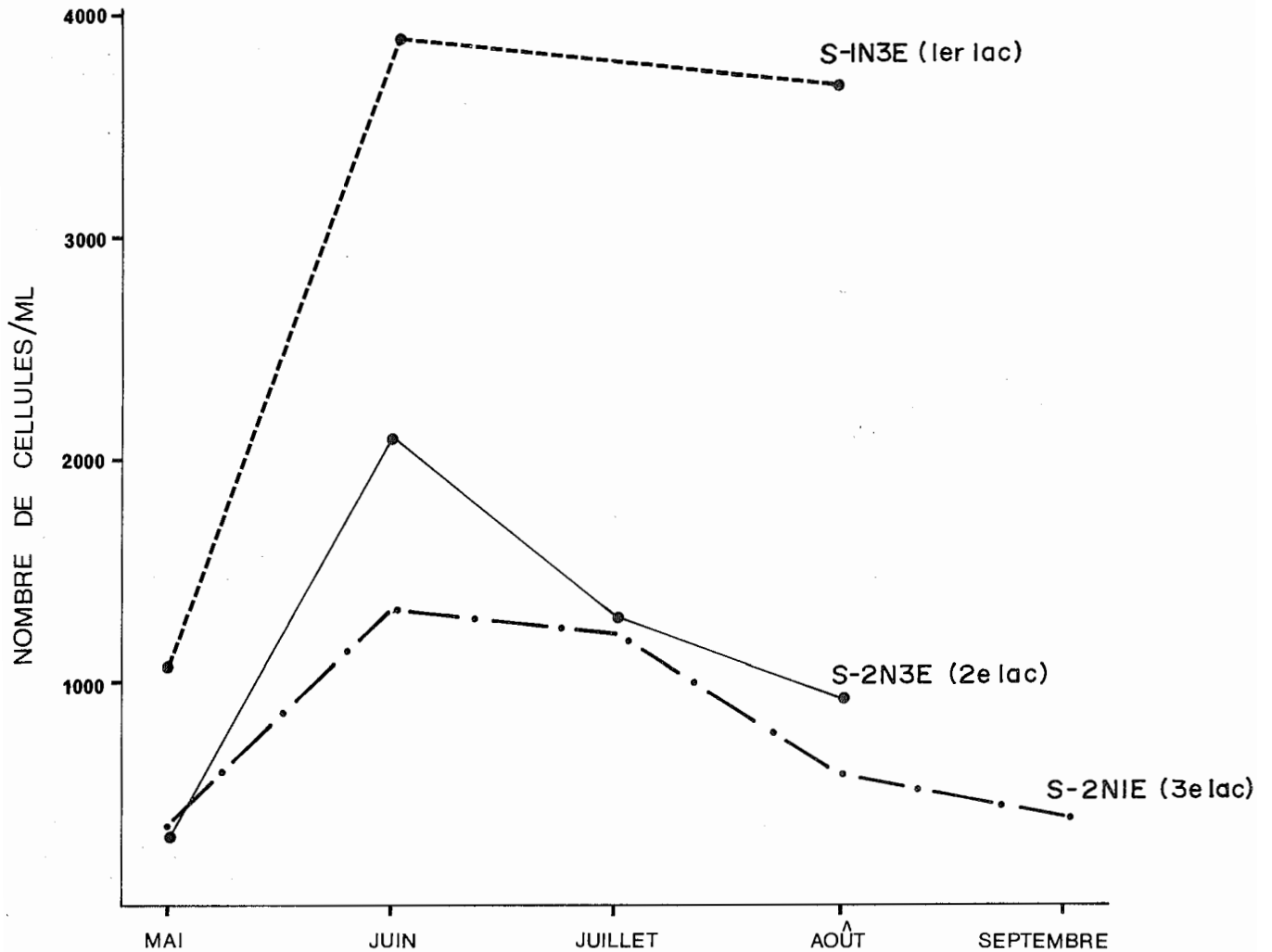


FIGURE III-4 NOMBRE DE CELLULES PAR MILLILITRE POUR CHAQUE STATION EN FONCTION DU TEMPS. (Moyenne par mois)

On peut très bien voir sur la figure III-4 que le 1er lac est beaucoup plus productif que les deux autres, et ce pendant tout l'été. Ce lac est d'ailleurs envahi par les plantes aquatiques et considéré comme le plus eutrophe des trois. Nos résultats justifient donc la classification de ce lac. Quant au deuxième lac, il est légèrement plus productif que le troisième.

Connaissant ces résultats on peut aussi affirmer que la production des Trois Lacs est élevée par rapport à d'autres lacs étudiés dans la même région.

Sur la carte écologique (C.Q.E-12), un histogramme du nombre de cellules par millilitre nous donne une autre représentation graphique de la production phytoplanctonique des Trois Lacs.

### 3.3 INVERTEBRES BENTHIQUES

L'échantillonnage des invertébrés benthiques s'est tenu entre la mi-mai et la mi-juin, immédiatement après le brassage printanier (turnover). Une série de transects furent délimités et des stations furent échantillonnées tout au long de ceux-ci dans les trois lacs (cf. Carte III-1) en tenant compte de l'arrivée de la rivière Nicolet (Sud-Ouest) dans le 2ème lac (transect-1) en tenant compte aussi de la partie la plus profonde (3 mètres, 9.8 pieds) du 1er lac (transect-2), ainsi que de la localisation de deux autres transects à chaque extrémité du 3ème lac (transect 3 et 4). A cause de la faible profondeur des lacs, quatre échantillons ont été prélevés sur la zone littorale (1,2,3 et 5 mètres, 3.3, 6.6, 9.8 et 16.4 pieds) et un autre à 10 mètres (32.8 pieds) lorsque les lacs présentaient une partie plus profonde.

#### 3.3.1 Distribution générale

Dans le tableau III-1, on retrouve les valeurs brutes de la composition faunistique et de la distribution en nombre d'individus par surface de 0.5 pied carré (.05 mètre carré). Ceci correspond à deux prélèvements avec la benne Eckman de 36 pouces carrés (232.2 cm<sup>2</sup>). On peut alors constater que les représentants de la faune littorale ont une composition faunistique très pauvre, réduite en grande partie à des larves de Chironomides et à des vers Oligochètes. Ceci reflète bien le résultat d'une eutrophisation qui provoquerait des différences dans la composition qualitative et quantitative de la faune benthique. Selon l'hypothèse suivante de Jonasson 1969: un accroissement d'eutrophisation en provenance de toute source extérieure altère l'équilibre écologique et se traduit par un changement dans lequel la faune typique du littoral d'un lac devient plus ressemblante à la faune des profondeurs.

En ce qui concerne les premier et deuxième lacs, on remarque surtout que la faune du littoral ne diffère presque pas de celle retrouvée dans les profondeurs.

CARTE III-1 LOCALISATION DES TRANSECTS POUR  
L'ECHANTILLONNAGE DES INVERTEBRES  
BENTHIQUES. LES TROIS LACS.

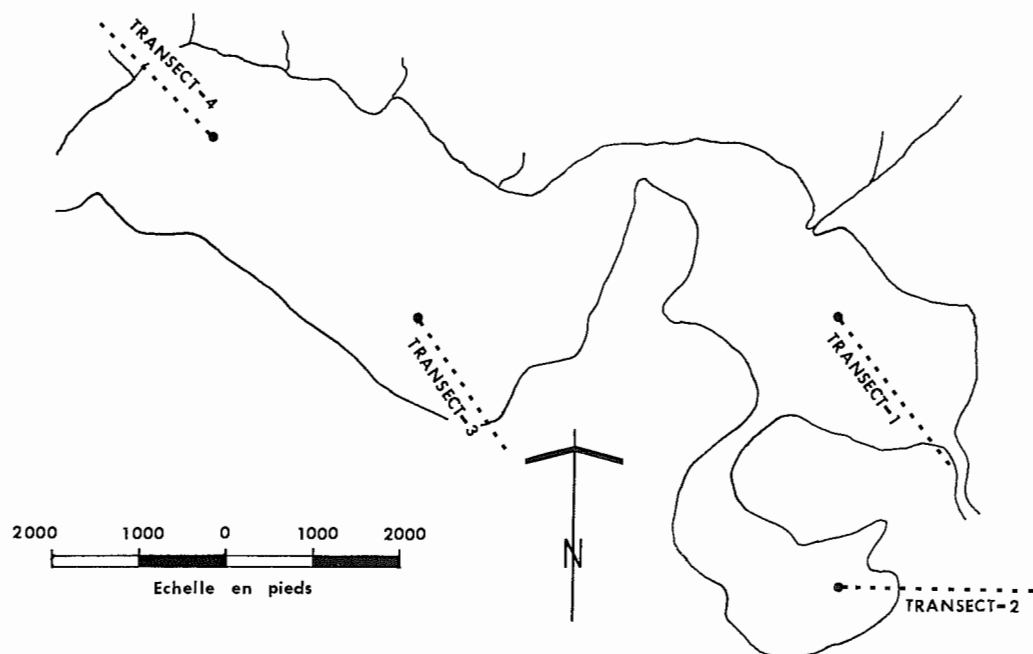


TABLEAU III-1 DISTRIBUTION NUMERIQUE (nombre d'individus/.5 pied<sup>2</sup>  
(.05 mètre<sup>2</sup>) DES INVERTEBRES BENTHIQUES DES TROIS  
LACS

* P	TRANSECT-1		TRANSECT-2		TRANSECT-3		TRANSECT-4	
1 M	Chiro	34	<i>Chaob</i>	1	<i>Chiro</i>	22	Chiro	10
	<i>Dubira</i>	2	Chiro	19	Gaster	4	Hydra	2
	<i>Empid</i>	1	Gaster	2	<i>Hexag</i>	2	Oligo	9
	Oligo	94	Hydra	2	Hydra	2	<i>Palpo</i>	1
	<i>Palpo</i>	2	<i>Palpo</i>	6	<i>Neotri</i>	1		
	<i>Polyp</i>	3			Oligo	2		
					Pelecy	1		
				<i>Phylo</i>	1			
2 M	Chiro	118	<i>Chaob</i>	1	Chiro	5	Chiro	13
	<i>Dubira</i>	1	Chiro	14	<i>Hexag</i>	1	Gaster	1
	<i>Narpus</i>	1	<i>Crypto</i>	1	<i>Palpo</i>	3	<i>Hexag</i>	6
	Oligo	123	Hydra	5	Pelecy	1	Oligo	1
	<i>Polyp</i>	1	Oligo	8			<i>Palpo</i>	3
			<i>Palpo</i>	1			Pelecy	3
		<i>Stilo</i>	1					
3 M	Chiro	52	<i>Chaob</i>	23	<i>Celops</i>	1	<i>Chaob</i>	1
	<i>Chiron</i>	2	Chiro	18	<i>Chaob</i>	1	Chiro	12
	Oligo	40	<i>Chiron</i>	4	Chiro	15	<i>Hexag</i>	1
	Pelecy	1	Oligo	38	Oligo	10	Hydra	2
	<i>Penta</i>	1	<i>Palpo</i>	1	<i>Palpo</i>	2	Oligo	7
	<i>Polyp</i>	3			<i>Phylo</i>	1	<i>Palpo</i>	1
					<i>Polyp</i>	1		
				Psycho	1			
				<i>Tany</i>	1			
5 M	<i>Chaob</i>	2			<i>Chaob</i>	1	<i>Chaob</i>	3
	Chiro	42			Chiro	26	Chiro	48
	Oligo	123			Oligo	93	Oligo	66
	<i>Palpo</i>	1			<i>Palpo</i>	1	<i>Palpo</i>	1
	<i>Polyp</i>	3						
10 M	<i>Chaob</i>	24					<i>Chaob</i>	43
	Chiro	41					Chiro	24
	Oligo	78					<i>Chiron</i>	1
							<i>Crypto</i>	1
						Oligo	48	

\*Référer à la légende pour la signification des abréviations utilisées.

\* Profondeur en mètres (M)

## LEGENDE DU TABLEAU III-1

## INSECTES

- Celops*: *Celopsectra*, Chironomidae, Diptera  
*Chaob*: *Chaoborus*, Culicidae, Diptera  
*Chiro*: Chironomidae, Diptera  
*Chiron*: *Chironomus*, Chironomidae, Diptera  
*Crypto*: *Cryptochironomus*, Chironomidae, Diptera  
*Dubira*: *Dubiraphia*, Elmidae, Coleoptera  
*Empe*: Empedidae, Diptera  
*Hexag*: *Hexagenia*, Ephemeridae, Ephemeroptera  
*Narpus*: *Narpus*, Elmidae, Coleoptera  
*Neotri*: *Neotrichia*, Hydroptilidae, Trichoptera  
*Palpo*: *Palpomyia*, Ceratopogonidae, Diptera  
*Penta*: *Pentaneura*, Chironomidae, Diptera  
*Phylo*: *Phylocentropus*, Psychomyiidae, Trichoptera  
*Polyp*: *Polypedilum*, Chironomidae, Diptera  
*Psycho*: Psychomyiidae, Trichoptera  
*Stilo*: *Stilobezzia*, Ceratopogonidae, Diptera  
*Tany*: *Tanytarsus*, Chironomidae, Diptera

## AUTRES

- Gaster*: Gasteropoda, Mollusque  
*Oligo*: Oligochaeta  
*Pelecyp*: Pelecypoda, Mollusque

Dans le cas du transect-1, situé dans le deuxième lac (Figure III-5) le nombre d'organismes des autres familles est négligeable si on le compare aux valeurs représentatives des larves de Chironomides et d'Oligochètes; il faut toutefois souligner que le substrat est composé d'une épaisse couche de matière organique (environ 1 mètre) en décomposition active et que cette couche semble constituer un facteur limitatif pour la composition faunistique de l'endroit. A ce sujet, signalons que c'est par l'entremise de la rivière Nicolet que les particules en suspension et les sédiments sont amenés et déposés à son embouchure; elle est donc la cause directe du changement des conditions de vie à l'étage benthique de ces lacs.

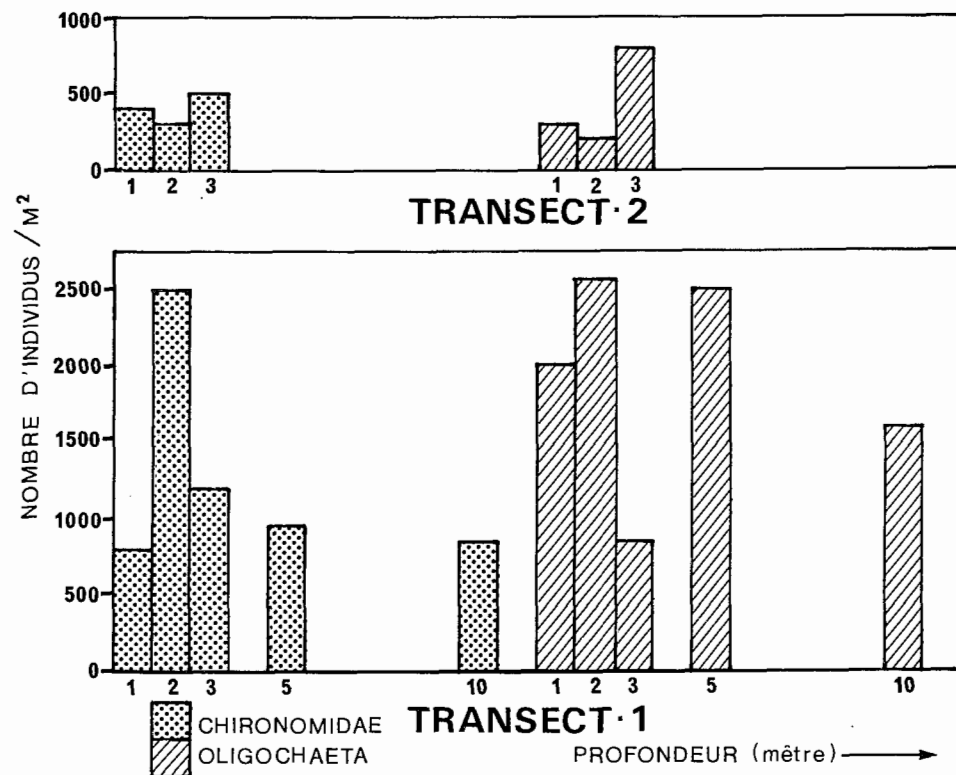


FIGURE III-5 HISTOGRAMME DU NOMBRE D'INDIVIDUS D'INVERTEBRES BENTHIQUES DES TRANSECTS 1 ET 2

En ce qui concerne le transect-2 dans le premier lac (Figure III-5), la majorité des organismes présents (72 pour cent) sont répartis de façon assez égale entre des Chironomidés et des Oligochètes vivant dans un substrat de vase et de débris. Or, la faune retrouvée entre 1 et 3 mètres (3.3 et 9.8 pieds) fait normalement partie de celle du littoral; ce n'est pas le cas ici puisque la composition faunistique ressemble plus à celle que l'on retrouve dans les profondeurs. L'apparition de ces espèces tolérantes reflète véritablement les conditions d'un milieu devenu eutrophe où la vie des peuplements benthiques est en voie de disparition.

### 3.3.2 Indice de diversité

Les Trois Lacs présentent une courbe typique de diversité réduite (Figure III-6), et ce dans les faibles profondeurs où l'habitat est habituellement favorable au support d'une faune diversifiée.

L'indice de diversité a été calculé à partir des moyennes de profondeur sur l'ensemble des transects en utilisant la formule suivante:

$$\text{Indice de diversité} = \frac{\text{nombre de genres retrouvés}}{\sqrt{\text{nombre total d'individus}}}$$

L'indice moyen calculé pour les cinq premiers mètres (16.4 pieds) est de 0.49, ce qui est faible comparativement aux valeurs d'un lac aux conditions oligotrophes (plus de 1.00).

Pour l'ensemble des échantillons prélevés, on note une présence très faible, et souvent nulle dans certaines parties des lacs, de larves d'insectes qui fréquentent habituellement les eaux propres; le peuplement d'invertébrés se limite à une abondance de Chironomidés et de vers Oligochètes. A partir de ces constatations, on peut conclure que la zone littorale des Trois Lacs, du moins en ce qui concerne les stations 1N3E et 3N3E, présente des conditions de vie très pauvres qui réduisent considérablement l'adaptation des organismes à ce milieu. L'eutrophisation provoque sur la faune du littoral des changements radicaux et les organismes sensibles à ces conditions de vie disparaissent pendant que ceux qui les tolèrent se développent en plus grand nombre.

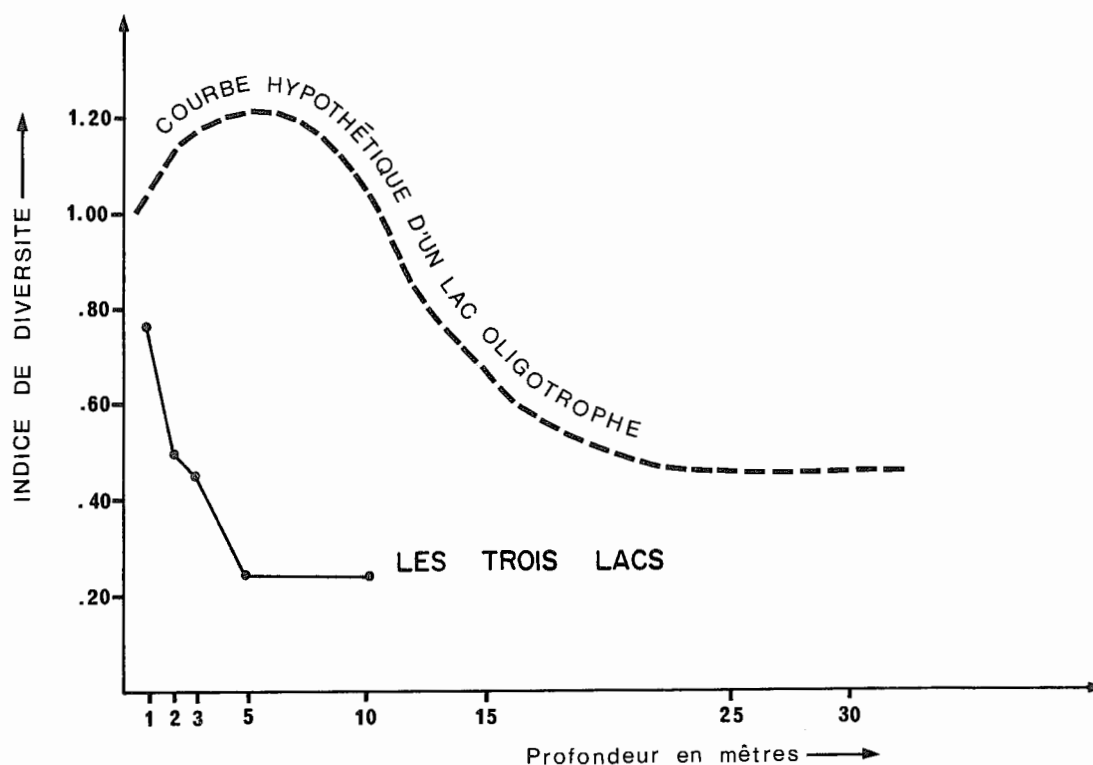


FIGURE III-6 INDICE DE DIVERSITE MOYEN DES INVERTEBRES BENTHIQUES

### 3.4 ICTHYOLOGIE

Cette partie du rapport a pour objectif la description de la faune ichthyologique des Trois Lacs. Après une brève explication au sujet du matériel et des méthodes employés, les résultats obtenus sont présentés principalement sous la forme de listes et de tableaux récapitulatifs. En plus des statistiques relatives à l'efficacité des pêches et aux caractères morphologiques des espèces capturées, quelques courbes de régression longueur-poids sont également incluses dans ce rapport. La troisième section de cette partie descriptive traite sommairement de l'écologie générale des espèces capturées dans ces lacs à l'exception de celle des Cyprinidés. Enfin, la liste desensemencements et des inventaires effectués sur ces lacs par le service de l'Aménagement de la Faune (district de l'Estrie), du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche est donnée à titre d'information.

#### 3.4.1 Matériel et méthodes

Deux types d'échantillonnage eurent lieu dans ces lacs. Le premier, au moyen de nasses, fut effectué entre le 10 et le 14 juillet et le second aux filets maillants entre le 15 juillet et le 2 août 1973.



Les nasses utilisées, de fabrication domestique, mesurent trois pieds (91 cm) de longueur par un pied et demi (46 cm) de diamètre, et les ouvertures aux deux extrémités environ un pouce et demi (38 cm) de diamètre. Au total, 14 nasses furent posées dans la zone littorale de ces lacs, principalement aux embouchures des tributaires, et cela pour une période moyenne de pêche d'environ 22 heures par nasse. Les poissons capturés par ce moyen furent dénombrés et identifiés à l'espèce (voir TABLEAU III-3).

Les filets maillants utilisés sont fabriqués de nylon et mesurent 100 pieds (30 m) de longueur par six pieds (1.8 m) de hauteur et leur rapport de montage est de 3:1. Seize filets maillants furent employés dans ces lacs, dont 6 filets de un pouce et demi (38 mm); six filets de trois pouces (76 mm) et quatre filets de quatre pouces (102 mm) de maille étirée. Les filets maillants sont posés par groupe de deux (2 filets attachés bout à bout) en regroupant les filets d'un pouce et demi et trois pouces de maille dans la zone littorale de ces lacs et ceux de un pouce et demi en zones plus profondes. Les filets maillants étaient posés à la tombée de la nuit et levés à l'aube pour un temps moyen de capture d'environ 8 heures et demie par filet.

Les poissons capturés aux filets maillants (voir TABLEAU III-5) furent dénombrés, identifiés à l'espèce, mesurés au millimètre près (longueur totale), et pesés au gramme près (poids frais).

Des écailles furent prélevées sur un certain nombre de poissons pour des études ultérieures de croissance. Le sexe des spécimens ne fut pas déterminé.

#### 3.4.2 Résultats

Avant de traiter plus en détail des résultats obtenus sur la faune piscicole de ces lacs, la liste des espèces de poissons capturés, ainsi que leur abondance absolue et relative est présentée au TABLEAU III-2.

Il est à noter que les résultats inclus dans le tableau précédent englobent de façon indistincte les captures aux filets maillants et à la nasse.

La pêche à la nasse (voir TABLEAU III-3) dans ces lacs totalise 172 poissons, représentant 7 espèces, dont 3 appartiennent à la famille des Cyprinidés.

TABLEAU III-2 LISTE DES ESPECES DE POISSONS CAPTURES AUX FILETS  
 MAILLANTS ET A LA NASSE AUX TROIS LACS.

ESPECES	MOYEN* DE CAPTURE	ABONDANCE	
		ABSOLUE (N)	RELATIVE (%)
<i>Leponis gibbosus</i> (crapet-soleil)	F,N	78	27.2
<i>Hybognathus nuchalis</i> (méné d'argent)	N	49	17.1
<i>Catostomus commersoni</i> (meunier noir)	F	45	15.7
<i>Notemigonus crysoleucas</i> (chatte de l'est)	F,N	29	10.1
<i>Semotilus corporalis</i> (ouitouche)	N	27	9.4
<i>Perca flavescens</i> (perchaude)	F,N	22	7.7
<i>Catostomus catostomus</i> (meunier rouge)	F	18	6.3
<i>Ictalurus nebulosus</i> (barbotte brune)	F,N	14	4.9
<i>Esox niger</i> (brochet maillé)	F	2	0.7
<i>Esox lucius</i> (brochet du nord)	F	1	0.3
<i>Ambloplites rupestris</i> (crapet de roche)	F	1	0.3
<i>Micropterus dolomieu</i> (achigan � petite bouche)	N	1	0.3
TOTAL		287	100.0

\* F: capturés aux filets maillants, N: capturés   la nasse.

N.B. Cette liste est non-exhaustive.

TABLEAU III-3 ESPECES ET NOMBRE DE POISSONS CAPTURES  
A LA NASSE AUX TROIS LACS.

ESPECES	NOMBRE
<i>Lepomis gillosus</i> (crapet-soleil)	70
<i>Hybognathus nuchalis</i> (méné d'argent)	49
<i>Semotilus corporalis</i> (ouitouche)	27
<i>Perca flavescens</i> (perchaude)	19
<i>Notemigonus crysoleucas</i> (chatte de l'est)	4
<i>Ictalurus nebulosus</i> (barbotte brune)	2
<i>Micropterus dolomieu</i> (achigan à petite bouche)	1
TOTAL	172

Le crapet-soleil et le méné d'argent sont les espèces dominantes capturées par ce type d'appareil de pêche. Considérant le succès relatif de cette pêche, on peut supposer que les espèces carnivores de ces lacs sont bien alimentées en poissons fourrage. La capture d'un seul achigan à petite bouche par les nasses et son absence lors des pêches aux filets maillants nous laissent douter sérieusement de l'importance de cette population aux Trois Lacs.

Considérant l'absence de zones de plus de 30 pieds (soit neuf mètres) dans ces lacs, toutes les captures aux filets maillants sont englobées dans un même échantillon (voir TABLEAU III-4).

L'effort de capture moyen (en nombre et en poids) par heure et par 100 pieds de filet maillant est calculé dans ce tableau pour chaque type de filet (un pouce et demi, trois et quatre pouces) et ceci en relation avec chacune des espèces capturées. L'effort de capture, au point de vue du nombre total de poissons, des filets maillants nous semble moyen pour tous les types de filets utilisés (un pouce et demi, trois et quatre pouces).

TABLEAU III-4 STATISTIQUES DE L'EFFICACITE DE LA PECHE AUX FILETS MAILLANTS  
AUX TROIS LACS

ESPECES	ABONDANCE		POIDS TOTAL		EFFORT DE CAPTURE/HR/100' DE FILETS		
	absolue(N)	relative(%)	absolu(g)	relatif(%)	filet 1½"	filet 3"	filet 4"
<i>Catostomus commersoni</i> (meunier noir)	45	39.1	8255	34.3	0.11 76	0.12 64	0.06 33
<i>Notemigonus crysoleucas</i> (chatte de l'est)	25	21.7	1467	6.1	0.49 28	0.00 0	0.00 0
<i>Catostomus catostomus</i> (meunier rouge)	18	15.7	12097	50.3	0.04 18	0.29 204	0.03 24
<i>Ictalurus nebulosus</i> (barbotte brune)	12	10.4	803	3.3	0.24 10	0.00 0	0.00 0
<i>Lepomis gibbosus</i> (crapet-soleil)	8	7.0	174	0.7	0.16 3	0.00 0	0.00 0
<i>Perca flavescens</i> (perchaude)	3	2.6	122	0.5	0.06 2	0.00 0	0.00 0
<i>Esox niger</i> (brochet maillé)	2	1.7	754	3.1	0.04 15	0.00 0	0.00 0
<i>Esox lucius</i> (brochet du nord)	1	0.9	162	0.7	0.02 3	0.00 0	0.00 0
<i>Ambloplites rupestris</i> (crapet de roche)	1	0.9	231	1.0	0.00 0	0.02 5	0.00 0
TOTAL	115	100	24065	100.0	1.76 155	0.43 273	0.09 57

\* L'effort de capture moyen par heure par 100 pieds de filets a été calculé à la fois pour le nombre de poissons (partie supérieure gauche de chaque case) et pour le poids de poisson (partie inférieure droite de chaque case).

En regard de l'abondance relative des espèces capturées dans ces lacs, on constate que les Catostomidés et les Ictaluridés représentent plus de 50% en nombre et pas moins de 85% en poids total de l'ensemble des poissons capturés dans ces lacs. Les captures de brochets, bien que très peu nombreuses, sont à mettre en relation en grande partie avec le caractère peu grégaire des Esocidés et leur méthode de chasse.

Nous sommes conscients que les statistiques de l'efficacité de la pêche aux filets maillants sont faussées jusqu'à un certain degré, étant donné que les pêches ont été effectuées la nuit et que conséquemment la capture de poissons à cycle d'activité nocturne a été favorisée. Cependant, les résultats obtenus nous semblent valables sur une base comparative entre différents lacs.

Les statistiques morphologiques des espèces de poissons capturés aux filets maillants sont présentées au TABLEAU III-5. En plus des longueurs totales moyennes et des poids moyens des espèces, le coefficient de condition ( $K = 10^5 P(g)/L^3(mm)$ ) est donné. Le coefficient de condition nous renseigne sur la forme d'un poisson (court et trapu ou long et svelte). Il est à remarquer que les valeurs moyennes présentées dans ce tableau ne prétendent pas être des résultats moyens significatifs pour une population déterminée de ces lacs, mais simplement des résultats moyens relatifs aux captures enregistrées.

Seules les courbes de régression longueur-poids du meunier noir et de la chatte de l'est sont présentées aux figures III-7 et III-8, vu que ce sont les deux seules espèces dont le nombre de captures aux filets maillants nous semble suffisant pour tracer de telles courbes. Cependant, les coefficients a et b de la relation longueur-poids et l'intervalle de confiance à 95% sur  $\beta$  (pente de la courbe) pour la plupart des espèces sont donnés au TABLEAU III-6.

TABLEAU III-5 STATISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES ESPECES DE POISSONS CAPTURES AUX FILETS MAILLANTS  
AUX TROIS LACS

	<i>Catostomus commersoni</i> (meunier noir)	<i>Notemigonus crysoleucas</i> (chatte de l'est)	<i>Catostomus commersoni</i> (meunier rouge)	<i>Tatalurus nelulosus</i> (barbotte brune)	<i>Lepomis gibbosus</i> (crapet-soleil)	<i>Perca flavescens</i> (perchaude)	<i>Esox niger</i> (brochet maillé)		<i>Esox lucius</i> (brochet du nord)		<i>Ambloplites rupestris</i> (crapet de roche)	
Nombre	45	25	18	12	8	3	2		1		1	
Longueur totale moyenne (mm)	241	170	396	175	102	158	L(mm)	P(g)	L(mm)	P(g)	L(mm)	P(g)
Ecart-type des longueurs (mm)	62	13	47	18	6	25	373 440	271 483	313	162	222	231
Etendue des longueurs (mm)	183-395	143-202	248-449	151-210	94-111	130-179	* Pour les espèces représentées par 1 ou 2 spécimens, les statistiques n'ont pas été calculées, et seulement les données brutes (longueur totale et poids) de ces espèces sont présentées dans ce tableau.					
Poids moyen (g)	183	59	672	67	22	41						
Ecart-type des poids (g)	187	17	193	23	6	21						
Etendue des poids (g)	61-724	32-108	147-915	44-115	16-26	20-61						
Coefficient de condition (K) moy.	1.05	1.17	1.04	1.21	2.02	0.98						
Ecart-type des K	0.09	0.10	0.07	0.07	0.08	0.08						
Etendue des K	0.84-1.29	0.99-1.47	0.96-1.18	1.10-1.30	1.90-2.13	0.91-1.06						

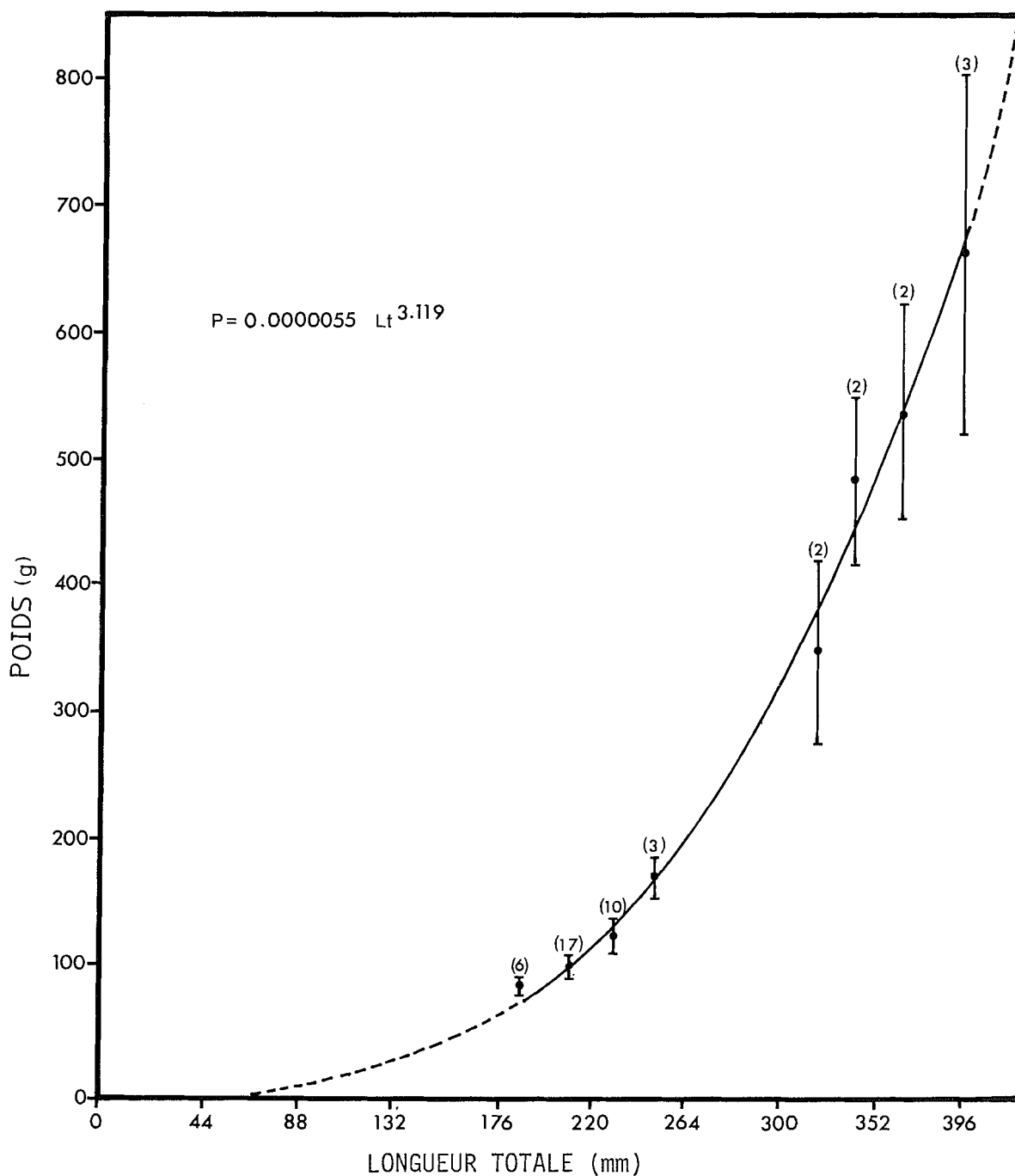


FIGURE III-7 COURBE DE REGRESSION LONGUEUR-POIDS DE  
*Catostomus commersoni* (meunier noir)  
AUX TROIS LACS

- Coordonnée des longueurs totales et des poids (moyenne des intervalles de classe)
- I- Ecart-type des poids dans l'intervalle.
- (N)- Nombre d'individus inclus dans chaque intervalle.

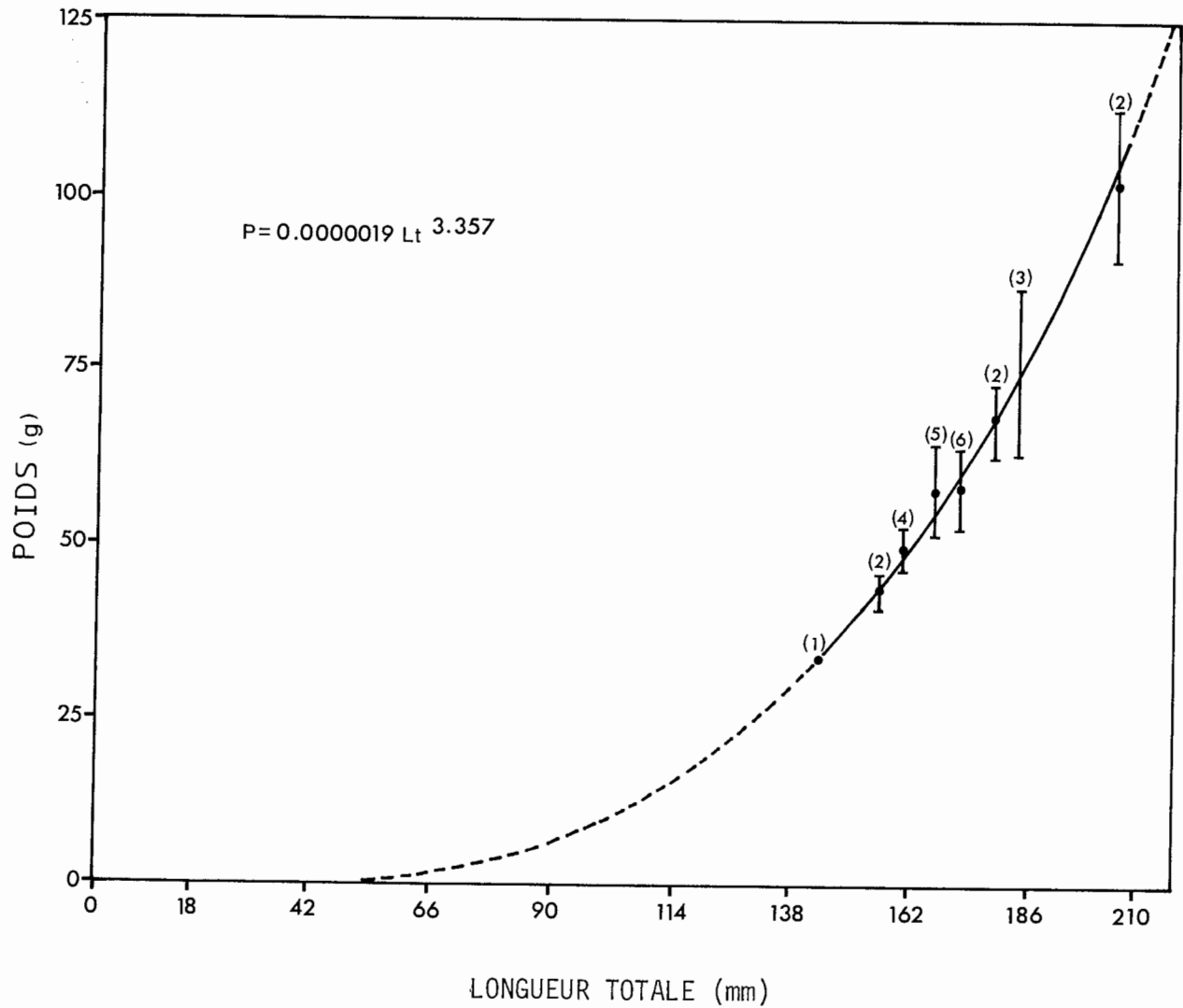


FIGURE III-8 COURBE DE REGRESSION LONGUEUR-POIDS DE  
*Notemigonus crysoleucas* (chatte de l'est)  
AUX TROIS LACS

- . - Coordonnée des longueurs totales et des poids (moyenne des intervalle de classe)
- I - Ecart-type des poids dans l'intervalle
- (N)- Nombre d'individus inclus dans chaque intervalle



TABLEAU III-6- VALEUR DES COEFFICIENTS a et b DE LA RELATION LONGUEUR-  
POIDS DES POISSONS CAPTURES (N>2) AUX FILETS MAILLANTS  
AUX TROIS LACS

ESPECES	N	COEFFICIENTS		INTERVALLE DE CONFIANCE A 95% sur $\beta$
		a	b	
<i>Catostomus commersoni</i> (meunier noir)	45	.0000055	3.119	2.182 $\leq \beta \leq$ 4.056
<i>Notemigonus crysoleucas</i> (chatte de l'est)	25	.0000019	3.357	2.899 $\leq \beta \leq$ 3.816
<i>Catostomus catostomus</i> (meunier rouge)	18	.0000060	3.092	2.840 $< \beta \leq$ 3.344
<i>Ictalurus nebulosus</i> (barbotte brune)	12	.0000042	3.207	2.845 $< \beta \leq$ 3.569
<i>Lepomis gibbosus</i> (crapet-soleil)	8	.0000175	3.030	2.308 $< \beta \leq$ 3.752
<i>Perca flavescens</i> * (perchaude)	3	.0000011	3.497	0.363 $\leq \beta \leq$ 6.510

\* Vu le petit échantillonnage, ces valeurs ne sont aucunement significatives.

### 3.4.3 Ecologie des espèces de poissons capturés aux Trois Lacs

Comme nous l'avons mentionné, cette section de rapport traite de l'écologie générale de certaines espèces capturées dans ces lacs. Le sujet est traité en regroupant les espèces par famille, afin de diminuer les répétitions possibles. Les principaux points abordés sont la distribution des espèces, leur frai, leur croissance, leur régime alimentaire, leur niche écologique et leur importance commerciale.

#### A. Famille des Catostomidés

Deux espèces appartenant à cette famille ont été capturées dans ces lacs, soit le meunier noir (*Catostomus commersoni*) et le meunier rouge (*Catostomus catostomus*).

Les meuniers sont facilement reconnaissables à leur bouche inférieure et à leurs grosses lèvres charnues. Le meunier rouge a des écailles plus fines que le meunier noir et de plus sa bouche n'est pas terminale comme celle du meunier noir.

La distribution de ces deux espèces est presque générale dans le Québec, à l'exception d'une partie du Labrador et de l'ouest de la baie d'Ungava. De plus, le meunier noir semble absent de la Gaspésie.

Le frai des meuniers se produit au printemps, lorsque la température de l'eau atteint de 40 à 50°F (5 à 10°C), c'est-à-dire de la mi-avril au début juin. Les adultes effectuent habituellement une migration du lac à un cours d'eau à fond graveleux connexe à ce lac. Cependant, les meuniers peuvent également frayer dans les zones peu profondes d'un lac. Généralement, le frai du meunier rouge précède de plusieurs jours celui du meunier noir. Les meuniers ne construisent pas de nids, et les oeufs des femelles sont laissés au gré du courant jusqu'au moment où les oeufs adhèrent au substrat. Une fois la ponte terminée, ces poissons retournent à leur lac, soit environ deux semaines après le début de leur migration. Néanmoins, des populations adultes de meuniers peuvent vivre et frayer dans une même rivière pourvu que cette rivière offre plusieurs habitats différents.

L'incubation des oeufs dure environ deux semaines. La longueur des fretins passe de un demi pouce (10-15 mm) au moment de leur éclosion à approximativement deux pouces (50 mm) à la fin du premier été. La croissance en longueur des meuniers dans les années subséquentes n'est probablement pas supérieure à 1 pouce (10-20 mm) par an, mais elle est très variable d'un milieu à un autre. La maturité sexuelle est atteinte entre cinq et huit ans et ils peuvent vivre jusqu'à 15 ans.

Les meuniers se nourrissent principalement d'invertébrés benthiques (larves et pupes d'insectes, crustacés et mollusques) qu'ils prélèvent du fond. Cependant, les plantes et les algues peuvent constituer une partie plus ou moins négligeable de leur régime alimentaire. Il est à remarquer que ces poissons limnivores ne représentent pas une compétition sérieuse pour les espèces se nourrissant des mêmes organismes, comme les ombles, les truites, et les achigans. Les meuniers ont la mauvaise réputation d'être des prédateurs voraces d'oeufs d'espèces plus recherchées. Cependant, cette croyance est mise en doute par certains auteurs.

Le meunier noir est considéré comme une espèce d'eau chaude alors que le meunier rouge semble fréquenter des eaux plus froides. Cependant, après expérience, nos échantillonnages ichtyologiques nous ont permis de constater que le meunier noir et le meunier rouge semblent tolérer aussi bien les eaux froides que les eaux chaudes. Les meuniers vivent habituellement dans les zones peu profondes, plus précisément dans les 20 à 30 premiers pieds (6 à 9 m). On a remarqué chez le meunier noir une tendance générale à s'éloigner de la rive avec l'accroissement en âge des individus. *Mais cet avis n'est pas partagé par tous les auteurs.*

Les meuniers sont associés à une foule de poissons comme l'épinoche, le corégone, le doré jaune, le brochet, la perchaude, la lotte, la truite etc... Les jeunes individus servent de proies aux oiseaux prédateurs et piscivores ainsi qu'au saumon atlantique introduit et à l'omble de fontaine après leur frai. Plus âgés, les meuniers servent de nourriture à de nombreux poissons comme le brochet, le maskinongé, l'achigan et la lotte.

Bien que les meuniers aient une chair comestible, ils ne sont que très peu exploités commercialement.

#### B. Famille des Esocidés

Cette famille est représentée aux Trois Lacs par deux espèces, soient le brochet maillé (*Esox niger*) et le brochet du nord (*Esox lucius*).

Les brochets ont une forme élancée, et des mandibules formant un semblant de bec de canard. Ces deux espèces se différencient d'ailleurs par le nombre de pores mandibulaires et par la présence ou l'absence d'écaillés sur la moitié inférieure de l'opercule; le brochet du nord possède une mandibule dont au moins un des deux côtés porte 5 pores ou plus et dont la moitié inférieure des opercules est

dépourvue d'écaillés, alors que le brochet maillé porte de 3 à 5 pores sur chacun des deux côtés de sa mandibule et ses opercules sont complètement couvertes d'écaillés. De plus, le brochet du nord atteint une taille beaucoup plus considérable que le brochet maillé.

La distribution de ces deux espèces est très différente; le brochet du nord a une distribution presque généralisée sur toute l'étendue du Québec à l'exception de la Gaspésie, tandis que celle du brochet maillé est restreinte au sud-est de la province.

Le frai des brochets a lieu tôt au printemps, lorsque la température de l'eau se situe entre 40 et 50°F (5 et 10°C), c'est-à-dire peu de temps après la fonte des neiges, d'avril au début de mai. Ces poissons, d'habitat lacustre ou fluviale, frayent en zones peu profondes comme les berges inondées des cours d'eau ou des lacs, principalement aux endroits où la végétation aquatique est luxuriante (exemple: les marais). Les adultes ne construisent pas de nids et les oeufs adhèrent à la végétation environnante. La ponte des femelles ne s'échelonne probablement pas sur plus d'une semaine.

L'incubation des oeufs dure de une à deux semaines. La longueur des fretins passe de quelques dixièmes de pouce (4-8 mm), à leur éclosion à environ quatre à six pouces (102-152 mm) à la fin du premier été. La croissance des brochets est donc très rapide, du moins jusqu'à la maturité sexuelle. Une fois celle-ci atteinte, la croissance en longueur est ralentie alors que celle en poids augmente proportionnellement. Cependant, tout comme pour les meuniers, la croissance des brochets est extrêmement variable suivant les conditions du milieu. Le brochet du nord peut vivre de 15 à 20 ans, tandis que le brochet maillé a une longévité de trois à cinq ans et atteint une taille beaucoup moins considérable que le brochet du nord.

Les brochets adultes sont presque uniquement piscivores, leur régime alimentaire étant complété à l'occasion par des écrevisses, des grenouilles, et possiblement quelques petits mammifères et des oiseaux. Les brochets ne semblent pas sélectionner leur nourriture, mais plutôt s'alimenter à partir de la nourriture disponible. Ces poissons solitaires se choisissent habituellement un territoire qu'ils quittent seulement pour poursuivre leurs proies. Les brochets, et surtout le brochet du nord ont peu de prédateurs véritables et ils peuvent entrer en compétition avec toutes les autres espèces piscivores comme les achigans et les dorés.

Les brochets habitent ordinairement les eaux chaudes et calmes, soutenant une végétation aquatique abondante, *bien que le brochet du nord semble bien s'acclimater à des eaux relativement froides*. Cependant, ces poissons font preuve d'une forte tolérance vis-à-vis le milieu qu'ils habitent et sont considérés comme de bons contrôleurs des petites espèces qui ont tendance à surpeupler le milieu aquatique.

Le brochet du nord a une importance alimentaire négligeable au Québec, et sa valeur tient à sa réputation d'espèce d'intérêt sportif. Le brochet maillé est une espèce beaucoup moins connue et conséquemment moins appréciée des pêcheurs.

### C. Famille des Percidés

Cette famille est représentée aux Trois Lacs par une seule espèce, soit la perchaude (*Perca flavescens*). Ce poisson, de taille moyenne à l'état adulte, est facilement reconnaissable à son corps comprimé latéralement, verdâtre, et barré de lignes sombres verticales.

La distribution de la perchaude est méridionale au Québec. Le frai de cette espèce a lieu au printemps, lorsque la température de l'eau se situe aux environs de 44-54°F (8.9 - 12.2°C), c'est-à-dire de la mi-avril à la mi-mai. A ce moment, les adultes immigrent vers les zones peu profondes des lacs ou des rivières. Le substrat du frai peut varier (gravier, sable), mais il se situe généralement à proximité de plantes aquatiques. La perchaude ne construit pas de nid et les oeufs des femelles sont expulsés et englobés dans un tube unique, transparent et gélatineux. Ces tubes spiralés peuvent atteindre sept pieds (2.1 m) de longueur et peser jusqu'à deux livres (0.9 kg). L'incubation des oeufs dure de huit à dix jours et les jeunes alevins mesurent à peine quelques dixièmes de pouce (environ 5 mm) à leur éclosion; leur croissance est rapide, et les jeunes perchaudes atteignent trois à quatre pouces (76-102 mm) à la fin de leur première période de croissance estivale. La maturité sexuelle est atteinte vers trois ou quatre ans. Comme c'est le cas pour de nombreuses autres espèces, leur croissance est très variable dépendant du milieu habité. De plus, si une population de perchaudes surpeuple son milieu, les individus auront un ralentissement dans leur croissance. Habituellement, les perchaudes peuvent atteindre en huit ou dix ans une longueur de huit à douze pouces (203-305 mm).

La perchaude est une espèce qui s'adapte à de nombreux milieux, aussi bien à une eau froide qu'à une eau chaude, que ce soit dans un lac ou dans une rivière. Cependant, leur population semble être favorisée par des eaux claires supportant une végétation aquatique, tandis qu'une forte turbidité semble réduire leur nombre. Cette espèce est apparemment plus tolérante à une faible concentration en oxygène dissous que le crapet-soleil. La perchaude est un poisson grégaire habitant les eaux superficielles (30 pieds ou 9 mètres). La nourriture de cette espèce est constituée de larves d'insectes, de gros invertébrés, et de poissons.

La perchaude est une proie pour beaucoup d'autres poissons, comme les achigans, les crapets, les dorés, les brochets, etc... De plus, elle entre en compétition par son alimentation avec d'autres espèces plus intéressantes comme les ombles, les truites, et les corégones. Leur fort potentiel reproductif et leur tolérance au milieu font de la perchaude une espèce qui a tendance à constituer un fort pourcentage de la biomasse piscicole.

La chair de la perchaude est non seulement comestible mais délicieuse et conséquemment son importance comme espèce sportive est loin d'être négligeable au Québec.

#### D. Famille des Centrarchidés

Cette famille est représentée aux Trois Lacs par trois espèces, soit le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*), le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*) et l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*).

Les crapets ont un corps très comprimé latéralement comme la plupart des espèces de cette famille. Le crapet-soleil se différencie facilement du crapet de roche par ses couleurs variées et éclatantes, ce dernier étant beaucoup plus sobre dans son apparence.

L'achigan à petite bouche se distingue entre autres des crapets par sa forme plus allongée et moins comprimée latéralement.

La distribution de ces trois espèces est la même au Québec, et elle couvre la partie sud de la province. Le frai de ces espèces a lieu tard au printemps et au début de l'été, lorsque la température de l'eau se situe entre 60-70°F (15.6 et 21.1°C) pour le cra-

pet de roche, 68.0-82.4°F (20.5-28°C) pour le crapet-soleil et 55-68°F (12.8-20.0°C) pour l'achigan à petite bouche. Ces poissons peuvent frayer dans les zones peu profondes des lacs ou dans les cours d'eaux calmes. Les mâles creusent un nid d'environ 2 pieds (0.6 m) sur un substrat très variable et ce sont eux qui gardent et oxygènent mécaniquement les oeufs après la ponte de la femelle.

L'incubation des oeufs des crapets dure moins d'une semaine, et les jeunes alevins sont d'une taille minuscule au moment de leur éclosion. La croissance de ces alevins est passablement rapide et ils atteignent environ deux pouces (51 mm) à la fin du premier été. La maturité sexuelle de ces crapets est atteinte vers deux ans et leur longévité est de huit à dix ans pour une longueur de 8-10 pouces (203-254 mm).

L'incubation des oeufs de l'achigan à petite bouche dure de quatre à dix jours et les alevins mesurent à leur éclosion de 5.6 à 5.9 mm. Leur croissance est rapide, du moins durant le premier été, et ils atteignent deux à quatre pouces (51-102 mm) en longueur au début de l'automne. La maturité sexuelle de l'achigan à petite bouche est atteinte entre trois et cinq ans pour les mâles et quatre à six ans pour les femelles. La longévité de cette espèce est d'environ 10 ans pour une longueur approximative de 10 à 15 pouces (254-381 mm) et un poids inférieur à trois livres (1.4 kg).

Les crapets et l'achigan à petite bouche se nourrissent d'insectes aquatiques, d'écrevisses et de poissons. Ces espèces entrent en compétition entre elles pour la recherche de nourriture et sont souvent associées à la majorité des espèces d'eau chaude. Le crapet-soleil et le crapet de roche servent de proies au brochet et à l'achigan.

Ces poissons n'ont pas d'importance au point de vue commercial, mais par contre l'achigan à petite bouche est un poisson très prisé pour la pêche sportive.

#### E. Famille des Ictaluridés

Cette famille est représentée aux Trois Lacs par la barbotte brune (*Ictalurus nebulosus*).

Ce poisson se distingue par son corps massif et circulaire et par la présence de 8 barbillons sur la tête et par le premier rayon dur et épineux des nageoires pectorales et dorsales. La distribution de cette espèce est confinée à la partie extrême sud de la province.

Le frai de cette espèce se produit tard au printemps, lorsque la température de l'eau atteint 70°F (21.1°C). La barbotte brune fraie sur un substrat relativement variable en zones peu profondes. L'incubation des oeufs dure de six à neuf jours et les alevins mesurent environ six mm de longueur à leur éclosion. Il est à noter que les adultes atteignent une longueur de deux pouces (51 mm). La croissance de cette espèce est modérément rapide, et à la fin du premier été, les jeunes atteignent une longueur de trois à quatre pouces (76 à 102 mm). La maturité sexuelle de la barbotte brune se situe aux environs de trois ans et sa longévité est de six à huit ans.

La barbotte brune se rencontre dans les eaux peu profondes, chaudes, calmes et souvent à proximité du fond. Cette espèce est très tolérante aux conditions de température, d'oxygénation, et de pollution. La barbotte brune est omnivore à l'état adulte, et se nourrit aussi bien d'insectes, de matière organique non décomposée, que de mollusques, d'algues et de poissons. Cette espèce sert de proie à une variété de poissons comme le brochet maillé, le brochet du nord, le maskinongé et le doré (*bien que son importance comme proie soit à reconsidérer selon certains auteurs*). Elle entre également en compétition avec les autres espèces qui se nourrissent à partir du fond.

Bien que la barbotte brune ne soit pas un poisson très populaire, sa chair est considérée comme excellente. Cette espèce n'est pas importante au Québec au point de vue commercial.

Notons finalement que les renseignements relatifs à l'écologie des espèces de poissons capturés aux Trois Lacs ont été tirés de Scott W.B. and E.J. Crossman 1973.

#### 4.4 Ensemencements et inventaires piscicoles (M.T.C.P.)

Dans le but de compléter ce rapport descriptif sur la faune piscicole des Trois Lacs, la liste des inventaires et des ensemencements effectués sur ces lacs par le service de l'Aménagement de la Faune (District de l'Estrie) du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, est donnée à titre d'information.



TABLEAU III-7 LISTE DES INVENTAIRES (M.T.C.P.)

DATES	ESPECES RECENSEES
15 juillet 1969*	brochet achigan perchaude crapet carpe barbotte chatte de l'est
22 septembre 1972	<i>Esox niger</i> (brochet maillé) <i>Perca flavescens</i> (perchaude) <i>Lepomis gibbosus</i> (crapet-soleil) <i>Catostomus commersoni</i> (meunier noir) <i>Ictalurus nebulosus</i> (barbotte brune) <i>Netomigonus crysoleucas</i> (chatte de l'est)

\* Seulement les noms vulgaires sont indiqués dans le rapport consulté pour cet inventaire.

TABLEAU III-8- LISTE DES ENSEMENCEMENTS (M.T.C.P.)

DATES	ESPECES ENSEMENCEES
30 novembre 1965	90 achigans (3 pouces)
26 avril 1966 22 septembre 1966 13 octobre 1966	5000 dorés (alevins) 700 maskinongés (4½ à 6½ pouces) 4000 truites brunes (5 à 7 pouces)
17 mai 1967 22 juin 1967 28 septembre 1967 9 novembre 1967	500 truites grises (1 an) 30000 maskinongés (alevins) 200 maskinongés (fretins) 2000 truites brunes (fretins)
7 mai 1968 3 juin 1968 10 septembre 1968 28 septembre 1968	50000 dorés (alevins) 15000 maskinongés (alevins) 5000 maskinongés (4 à 5½ pouces) 2000 truites brunes (fretins)
21 mai 1969 19 juin 1969 5 septembre 1969 9 octobre 1969	155000 dorés (alevins) 25000 maskinongés (alevins) 2000 maskinongés (fretins) 2000 truites brunes (6 pouces)
14 mai 1970 12 juin 1970 14 août 1970 17 septembre 1970	300000 dorés (alevins) 25000 maskinongés (1 pouce) 1500 maskinongés (3 pouces) 300000 dorés (alevins)
2 juillet 1971 16 septembre 1971 12 octobre 1971	5000 maskinongés (alevins) 1000 maskinongés (3 à 5 pouces) 2000 truites brunes (4 à 5 pouces)
4 juin 1973 10 octobre 1973	25000 maskinongés (1 pouce) 1000 truites brunes (fretins)

CHAPITRE IV

CLASSIFICATION TROPHIQUE

#### 4.1 METHODE DE CLASSIFICATION

Comme il n'existe actuellement aucune méthode numérique de classification du niveau trophique des lacs québécois en regard de tous les paramètres limnologiques, il nous a fallu construire notre propre système. Les principales bases de ce système reposent sur les résultats obtenus lors de l'étude de cinq lacs faisant partie du programme d'inventaire écologique pour l'année 1973 (P.I.E.-1973), sur les résultats obtenus lors d'études effectuées sur d'autres lacs dans le cadre du programme d'inventaire des années 1970-71 et 1972 (P.I.E.-1970-71-72) au cours desquelles nous avons différencié les caractéristiques limnologiques de lacs dont les stades trophiques étaient différents. A l'aide de ces données et de publications relatives à ce sujet, nous avons conçu un système numérique de classification trophique des lacs (\*). Les valeurs absolues des paramètres utilisés dans ce système sont reportées sur une échelle de valeurs relatives contenues entre 0 et 10 unités; le 0 se reportant à un stade d'oligotrophie et le 10 au stade d'eutrophie. La formule utilisée pour établir la cote trophique d'un lac suivant cette méthode comporte six indices qui sont les suivants:

TABLEAU IV-1 INDICES TROPHIQUES DU SYSTEME NUMERIQUE DE CLASSIFICATION

INDICES TROPHIQUES	SYMBOLES
Index morpho-édaphique (Ryder, R.A. 1965)	I.M.E.
Transparence (Secchi)	TR
Oxygène dissous (pourcentage au fond dans les zones stratifiées)	% O.D. - F
Conductivité	COND.
Différence de pH entre la surface et le fond	$\Delta S/f$ pH
Poids sec du plancton	P.S.P.

(\* ) Publication au stade de la rédaction.

A l'aide de ces indices la formule se lit comme suit:

$$\text{COTE TROPHIQUE} = 1.11 \left[ (\text{I.M.E.} \times 0.5) + (\text{COND} \times 10^{-2}) + \Delta^S/f \text{ pH} + (\text{P.S.P.} \times 10) \right] - 0.167 \left[ \text{TR.} + (\% \text{ O.D.-F} \times 0.1) \right] + 3.33$$

L'écart entre les valeurs se rapportant à des conditions oligotrophiques et eutrophiques est déterminé pour chacun de ces indices puis reporté sur l'échelle numérique de 0 à 10. Par la suite, on additionne ces cotes et on divise la somme obtenue par le nombre d'indices, ce qui donne la cote trophique du lac.

Aux Trois Lacs, les valeurs obtenues pour chaque indice s'établissent comme suit:

TABLEAU IV-2 INDICES TROPHIQUES DES TROIS LACS

INDICES	UNITES	VALEURS
Index morpho-édaphique	-	>3.0
Transparence	Secchi mètres	1
Oxygène dissous	Pourcentage au fond dans les zones stratifiées	0
Conductivité	$\mu\text{mhos/cm/cm}^2$	125
Différence de pH entre la surface et le fond	Unités pH	.60
Poids sec du plancton	g/500 l. d'eau	.084

Le calcul de la cote trophique des Trois Lacs donne les résultats suivants:

$$1.11 \left[ (3.0 \times 0.5) + (125 \times 10^{-2}) + 0.60 + (0.084 \times 10) \right] - 0.167 \left[ 1 + (0 \times 0.1) \right] + 3.33 = 7.8$$

La cote trophique étant de 7.8 on situe les Trois Lacs au stade mésotrophe avancé.

Il est certain que ce système numérique de classification n'en est encore qu'au stade expérimental car les données de base sont plus ou moins restreintes. Cependant, si l'on compare les résultats obtenus à ceux des méthodes traditionnelles tel que démontré dans les prochaines pages, on constate que le système numérique se rapproche étroitement du système qualitatif traditionnel de classification avec la particularité de donner une cote numérique plus précise.

#### 4.2 CLASSIFICATION DU NIVEAU TRO- PHIQUE D'APRES LA PHYCOLOGIE

Au point de vue phytoplanctonique, des genres d'algues comme *Melosira*, *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus* et *Microcystis*, effectivement retrouvés aux Trois Lacs, nous permettent de supposer un stade trophique évolué qui va de la mésotrophie avancée à l'eutrophie. A partir de ces algues nous avons classifié les deux plus grands lacs (station 2N1E et 2N3E) au stade de la mésotrophie avancée tandis que le plus petit lac (station 1N3E) revêtait des caractéristiques nettement eutrophes. Cette classification se confirmait par une montée graduelle d'algues vertes (Chlorophycées) à partir du mois de juin et cette croissance prenait l'allure d'envahissement dans la plus petite des baies. Notons que les Chlorophycées sont caractéristiques des milieux eutrophes et qu'elles peuvent, si les conditions sont propices à leur développement, dégager des odeurs nauséabondes.

Si nous établissons une comparaison entre la densité phytoplanctonique moyenne des Trois Lacs (1592 cell/ml) et celle du lac St-François (468 cell/ml), considéré comme un lac oligotrophe, nous constatons qu'elle est environ 3.5 fois supérieure à celle de ce dernier lac. Les Trois Lacs sont donc considérablement productifs; d'ailleurs, des cinq lacs étudiés au cours du programme d'inventaire écologique de 1973 (P.I.E.-1973), ce sont eux qui obtinrent la densité maximale.

#### 4.3 CLASSIFICATION DU NIVEAU TRO- PHIQUE D'APRES LES INVERTEBRES BENTHIQUES

Au cours de l'étude relative à la faune benthique, nous avons voulu calculer un indice de diversité de la faune des invertébrés en fonction de la profondeur; on a donc comparé les résultats relatifs aux invertébrés benthiques de quatre autres lacs étudiés durant le même été, à ceux des Trois Lacs. Cet indice de diversité contribue à la classification trophique d'un lac et il repose sur la théorie voulant que "l'effet d'un accroissement de l'eutrophisation sur la faune de fond est décrit comme un changement dans lequel la faune typique du littoral devient de plus en plus ressemblante à la faune des profondeurs" (National Academy of Science, 1969). En d'autres

termes, lorsqu'une faune riche en espèces et pauvre en individus voit sa composition se réduire à une forte production de quelques espèces, le degré d'eutrophisation du lac s'accroît. On peut donc, en analysant les indices de diversité de ces lacs, comparer les deux types de faune et y associer des caractéristiques trophiques.

La courbe pour l'indice de diversité des Trois Lacs semble s'identifier à un cas extrême d'eutrophie avec un indice moyen de 0.49 sur le littoral, comparativement au cas contraire d'oligotrophie avec une valeur moyenne de 0.99. Nous pouvons donc affirmer que les Trois Lacs, en ce qui concerne les invertébrés benthiques, présentent cette faune très peu diversifiée et réduite qui est typique des lacs devenus eutrophes.





## CHAPITRE V

### DESCRIPTION DE LA CARTE D'INVENTAIRE ECOLOGIQUE

## 5.1 DESCRIPTION DE LA CARTE D'INVENTAIRE ÉCOLOGIQUE DES TROIS LACS

La carte d'inventaire écologique des Trois Lacs se divise en deux parties bien distinctes: LE MILIEU ENVIRONNANT, c'est-à-dire le bassin versant des Trois Lacs, et LE MILIEU AQUATIQUE, c'est-à-dire, les lacs eux-mêmes.

La section du Milieu Environnant comprend la cartographie de l'utilisation du sol ainsi que les données morphométriques, climatologiques et hydrologiques. Deux coupes topographiques ont été réalisées de façon à bien percevoir le relief généralement peu accidenté du bassin versant des Trois Lacs.

La section du Milieu Aquatique illustre les conditions limnologiques qui prévalent dans les lacs. En tout premier lieu, on y distingue la carte bathymétrique et les différentes formes d'utilisation du sol sur le pourtour du lac; une bande d'environ 1,000 pieds (304 mètres) a été dessinée sur la carte. La cartographie des plantes ripariennes et aquatiques qui s'y superposent constitue un autre élément descriptif très important des Trois Lacs. **Cette** section comporte aussi la morphométrie des lacs et un profil du fond auquel s'ajoutent les données de la température et de l'oxygène dissous.

La qualité de l'eau est reproduite sous forme de tableaux physico-chimiques. Ces tableaux comprennent des paramètres tels que le pH, la conductivité, l'alcalinité, le carbone inorganique total (T.I.C.), le carbone organique total (T.O.C.), les nitrates ( $\text{NO}_3$ ), les ortho-phosphates ( $\text{PO}_4$ ) et les sulfates ( $\text{SO}_4$ ). On retrouve également un graphique représentant l'épuisement en oxygène au fond des lacs.

En ce qui concerne les invertébrés benthiques, ils sont représentés par deux graphiques sur la carte d'inventaire écologique. Le premier présente la courbe de l'indice moyen de diversité pour l'ensemble des lacs; le second est un histogramme du nombre d'individus d'invertébrés benthiques pour les transects 1 et 2.

Les trois graphiques relatifs à la phycologie nous indiquent d'une part, la succession des classes phytoplanctoniques durant l'été 1973, et d'autre part, la densité phytoplanctonique. Enfin, un autre histogramme nous renseigne sur la densité moyenne de l'été.

Dans le bloc ichtyologique, on retrouve trois types de renseignements, à savoir: l'abondance relative des différentes espèces capturées, un histogramme des poissons montrant les fréquences des

classes de taille (2 cm), et enfin, un tableau indiquant les données morphologiques et statistiques des espèces capturées aux filets maillants,

A toute fin pratique, la carte écologique se veut la synthèse des conditions limnologiques des Trois Lacs et de leur environnement.



DEUXIEME PARTIE

ETUDE DU PHENOMENE  
D'EUTROPHISATION ACCELEREE  
AUX TROIS LACS



CHAPITRE VI

COMPORTEMENT PHYSICO-CHIMIQUE  
ET  
CONSEQUENCES SUR LA VIE

## 6.1 STATION 1N3E (1er lac)

Le premier lac est le plus petit en superficie et aussi le moins profond. A cause de ces conditions morphométriques, le réchauffement des eaux est très rapide et aucune stratification thermique marquée n'a été observée. Les changements brusques de la température de l'air ont donc une influence directe sur la presque totalité de cette masse d'eau; on peut par exemple, citer qu'à la suite d'une baisse de température extérieure à la fin de juin, les eaux du fond se sont presque immédiatement refroidies de quelques degrés celsius (Figures VI-1 et VI-2).

En observant le réchauffement des eaux de ce lac à 3 mètres (9.8 pieds) de profondeur, on remarque que la température s'élève rapidement de 10 à 20 degrés celsius dans une période de 23 jours (mi-mai à la mi-juin), c'est-à-dire environ 0.4 degré celsius (32.7°F) par jour; la température maximum de surface est atteinte au début d'août et le refroidissement des eaux s'amorce dès la mi-août.

Pour ce qui est du pourcentage de saturation en oxygène dissous, il est toujours plus élevé que 100% dans les eaux de surface de ce lac. Cette sursaturation est due à l'activité photosynthétique des algues et des macrophytes, ces derniers occupant une grande partie de la superficie de ce lac.

Comme dans tous les autres lacs, la stratification en oxygène dissous est très forte et il y a deux périodes successives durant l'été au cours desquelles la saturation en oxygène diminue à moins de 10% au fond.

La première de ces périodes s'amorce vers la fin de juin et elle semble être le résultat de plusieurs actions parallèles. Durant cette période, la densité phytoplanctonique est relativement élevée (5400 cellules/ml) et la décomposition de ces algues par les bactéries peut réduire la concentration en oxygène. Cette baisse peut cependant être également causée par l'oxydation chimique de composés qui étaient au préalable à l'état réduit. De plus, la présence d'un nombre important de vers Oligochètes par mètre carré de surface nous incite à croire que ces derniers provoquent un brassage de sédiments, remettant ainsi en suspension une certaine quantité de matière organique. Il en découle une utilisation importante d'oxygène par la décomposition bactérienne.



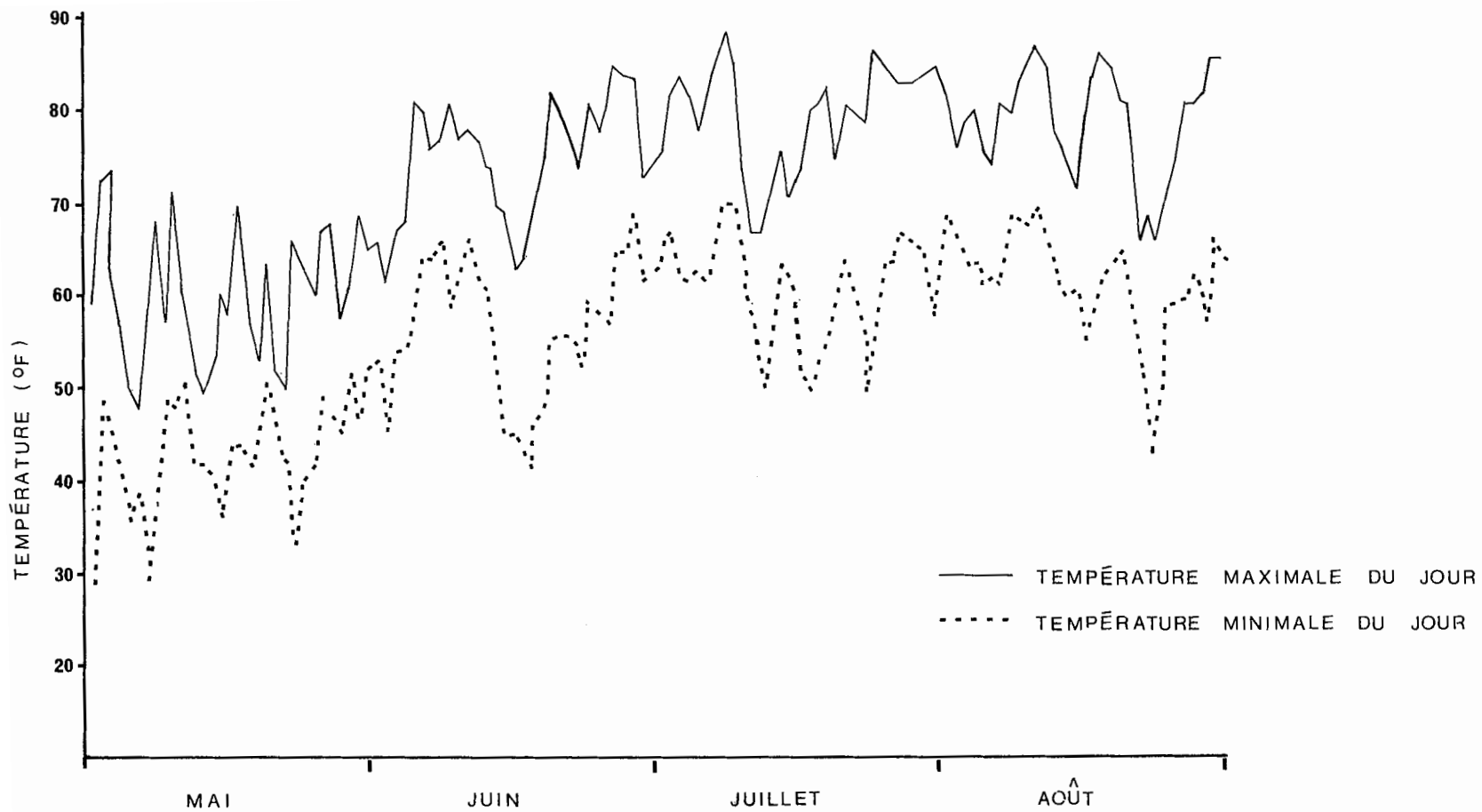


FIGURE VI-1 TEMPERATURE DE L'AIR (STATION ASBESTOS)

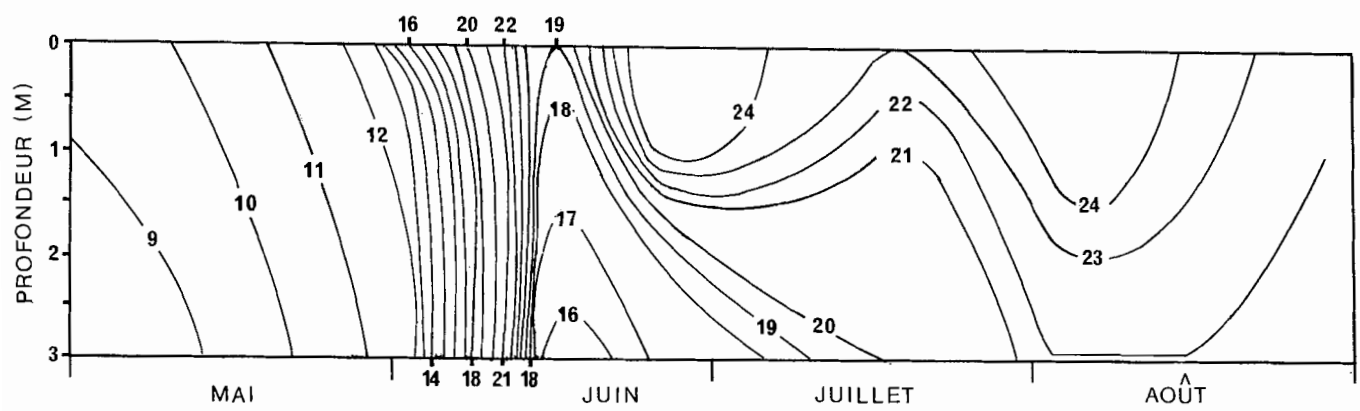


FIGURE VI-2 PROFIL DE TEMPERATURE A LA STATION 1N3E  
(Isothermes à tous les degrés °C)

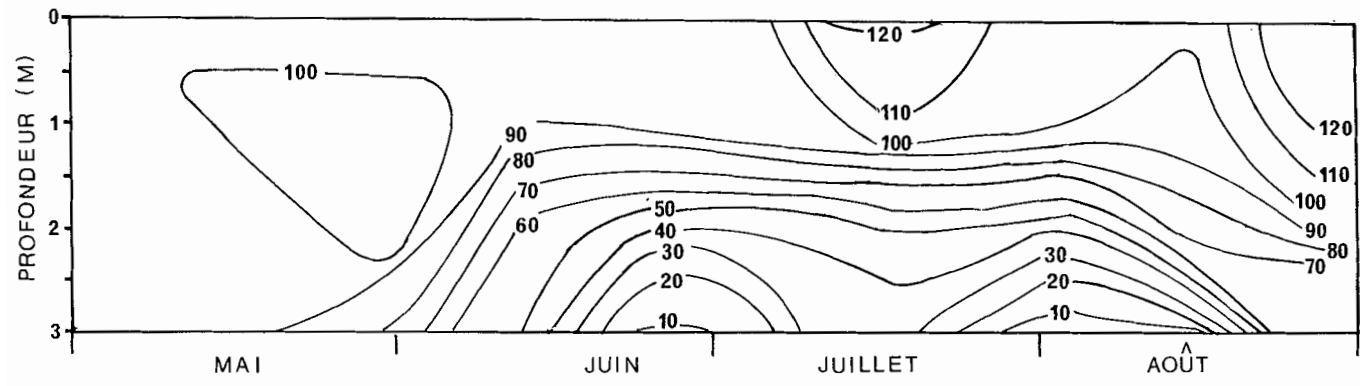


FIGURE VI-3 PROFIL DE POURCENTAGE DE SATURATION EN OXYGENE  
DISSOUS A LA STATION 1N3E  
(Isoconcentration à tous les 10% de saturation)

La seconde période de désoxygénation a lieu au début d'août et elle correspond temporellement à une augmentation de la biomasse planctonique (Figures VI-4 et VI-5). Il semble que durant ces périodes de forte productivité biologique, la matière organique décante au fond où elle est décomposée en partie par les bactéries. Ces bactéries consomment une bonne quantité de l'oxygène près du fond. Cependant, l'oxydation chimique a sûrement pu jouer un certain rôle dans cette diminution de l'oxygène au fond de ce lac.

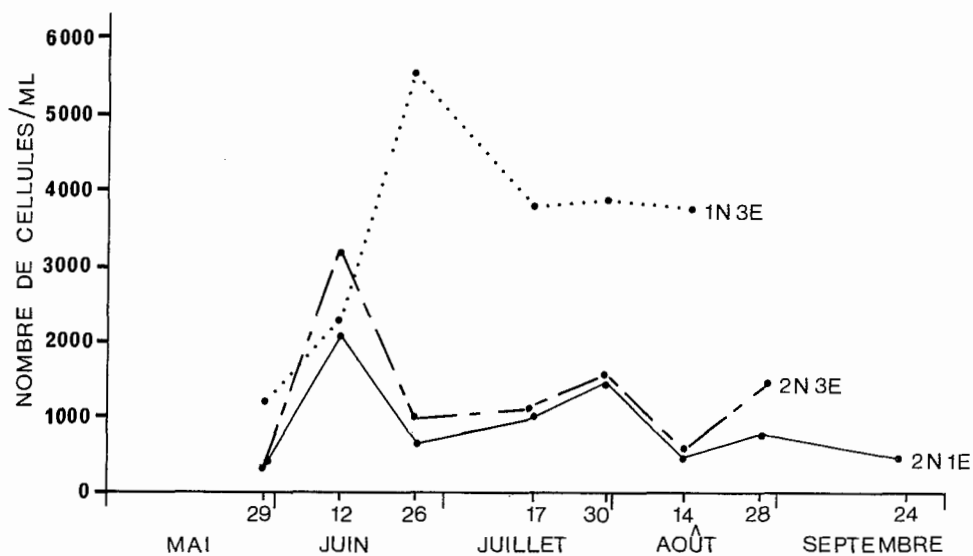


FIGURE VI-4 DENSITE PHYTOPLANCTONIQUE DES TROIS LACS

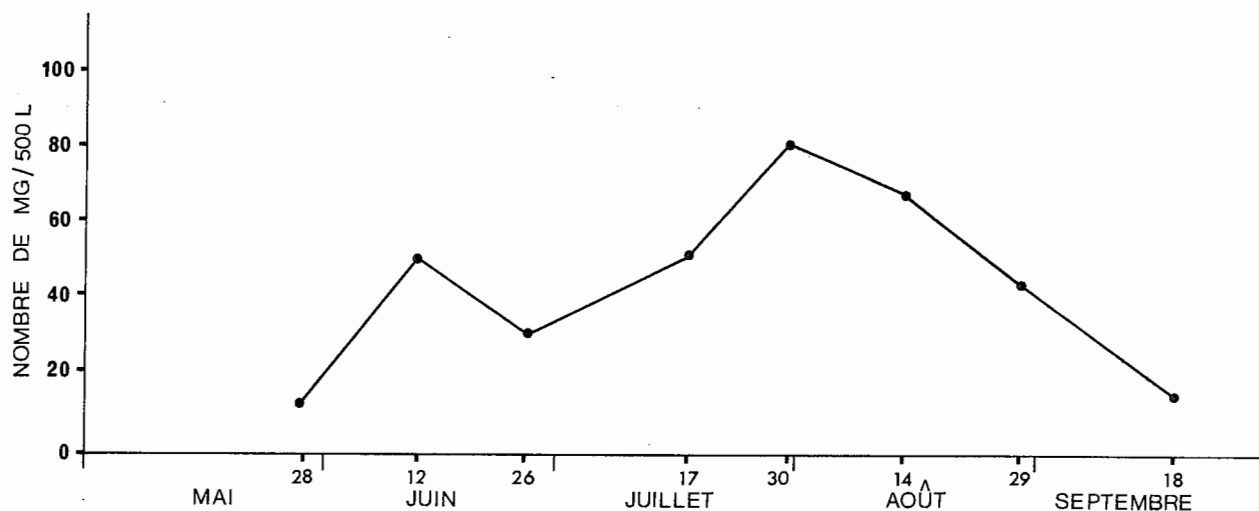


FIGURE VI-5 BIOMASSE PLANCTONIQUE POUR L'ENSEMBLE DES TROIS LACS

De plus, les eaux relativement stagnantes de ce lac favorisent la sédimentation de la matière organique et il s'en suit un remplissage assez rapide. Il faut aussi considérer que le faible brassage par les vents ne suffit pas à réoxygéner les couches profondes et que la densité de la végétation aquatique abrite la surface de ce lac contre le vent, défavorisant ainsi le brassage de la masse d'eau. Le pH, bien que relativement stable au cours de l'été, s'élève au mois d'août à 9.0; ce phénomène est toutefois normal si l'on considère la forte activité photosynthétique rencontrée dans ce lac.

Pour ce qui est des ions majeurs, leurs concentrations montrent une légère baisse à la fin de mai, suivie d'une augmentation graduelle assez forte jusqu'au mois d'août. Il faut cependant remarquer que ces concentrations sont plus élevées que celles enregistrées dans les autres lacs.

En ce qui concerne les "nutriants" azotés et phosphorés, on observe aucune augmentation de leurs concentrations au cours de l'été et cela pour diverses raisons: premièrement, vu le caractère limitatif de ces "nutriants", les producteurs primaires en font une assimilation presque instantanée, ceci ayant pour conséquence de réduire leurs concentrations en solution dans l'eau à un très faible taux. En deuxième lieu, on peut également envisager d'autres hypothèses comme le manque de précision des valeurs mesurées dû au seuil de détection des appareils (0.1 mg/l pour les nitrates et 0.02 mg/l pour les phosphates).

La température élevée de l'eau a une influence sélective sur la croissance des diverses algues. Les eaux chaudes favorisent la croissance de certaines algues à caractère eutrophe qui sont considérées comme nuisibles. Les genres d'algues tels que *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Crucigenia* et *Pediastrum* font partie des genres dominants retrouvés dans ce lac au cours de l'été. La végétation riparienne est surtout composée de *Carex* et l'envahissement de ce lac par les plantes aquatiques est favorisé par la stagnation de l'eau et la faible profondeur. La température élevée de l'eau augmente sans aucun doute le métabolisme de la plante dans sa croissance et fait avancer la floraison estivale de cette dernière. La faible saturation en oxygène dissous et le substrat composé de débris et de matière organique accumulés au fond ont réduit la diversité des espèces d'invertébrés benthiques aux seuls vers Oligochètes et aux larves de Chironomides.

Ces eaux peu profondes et à température élevée renferment des espèces de poissons qui tolèrent un faible pourcentage de saturation en oxygène dissous et qui font leur habitat dans la végétation luxuriante. Les principales espèces rencontrées sont les catostomes, les crapets, les perchaudes, les barbottes et les brochets. Il n'y a aucune trace des salmônidés dans ce lac pas plus que dans les autres.

## 6.2 STATION 2N1E (3ème lac)

Ce lac est le plus grand en superficie et il est aussi le plus exploité. On ne remarque aucune stratification nette au cours de l'été (Voir figure VI-6) et la faible profondeur (5 mètres, 16.4 pieds) en permet un réchauffement et un refroidissement très rapide. De façon générale, son comportement est analogue à celui de la station 1N3E. Le réchauffement des eaux à une profondeur de 3 mètres (9.8 pieds) provoque une montée de température de 10 à 20 degrés celsius (50 à 68°F) en 26 jours (mi-mai à mi-juin), soit environ 0.4 degré celsius (32.7°F) par jour. Comme pour la station 1N3E on constate un léger refroidissement des eaux du fond (2.5 mètres à 5 mètres, 8.2 pieds à 16.4 pieds) vers la fin de juin, lequel est également causé par une

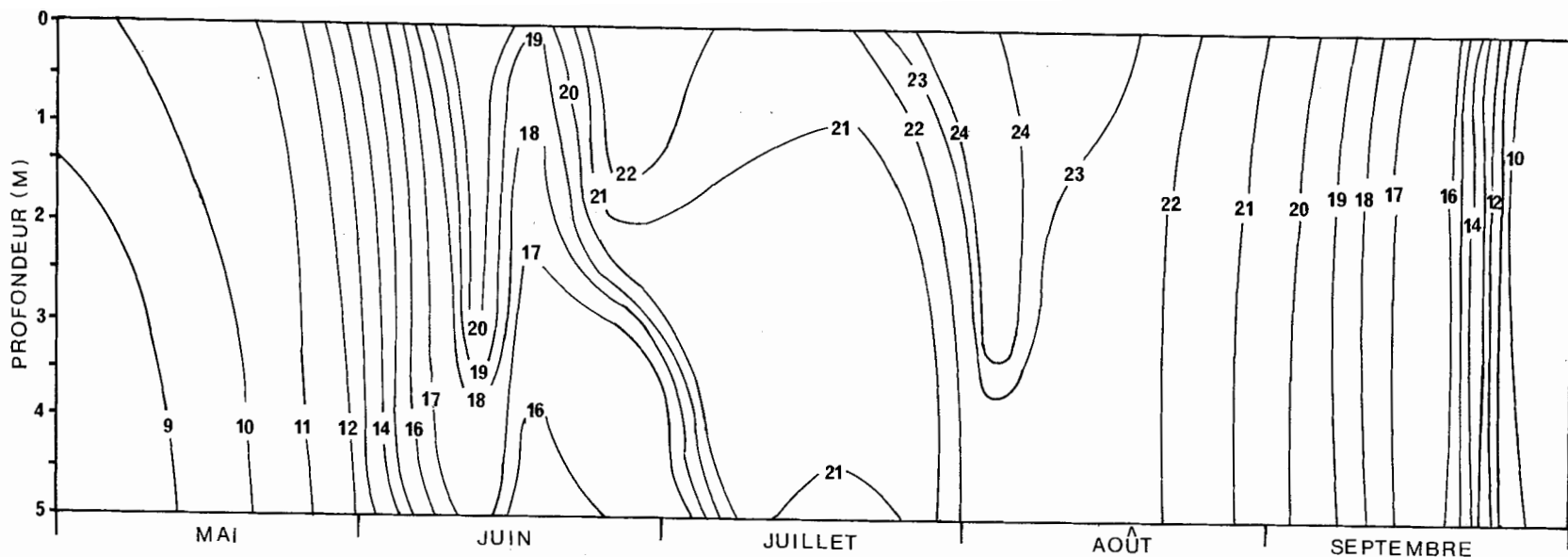


FIGURE VI-6 PROFIL DE TEMPERATURE A LA STATION 2N1E  
(Isothermes à tous les degrés °C)

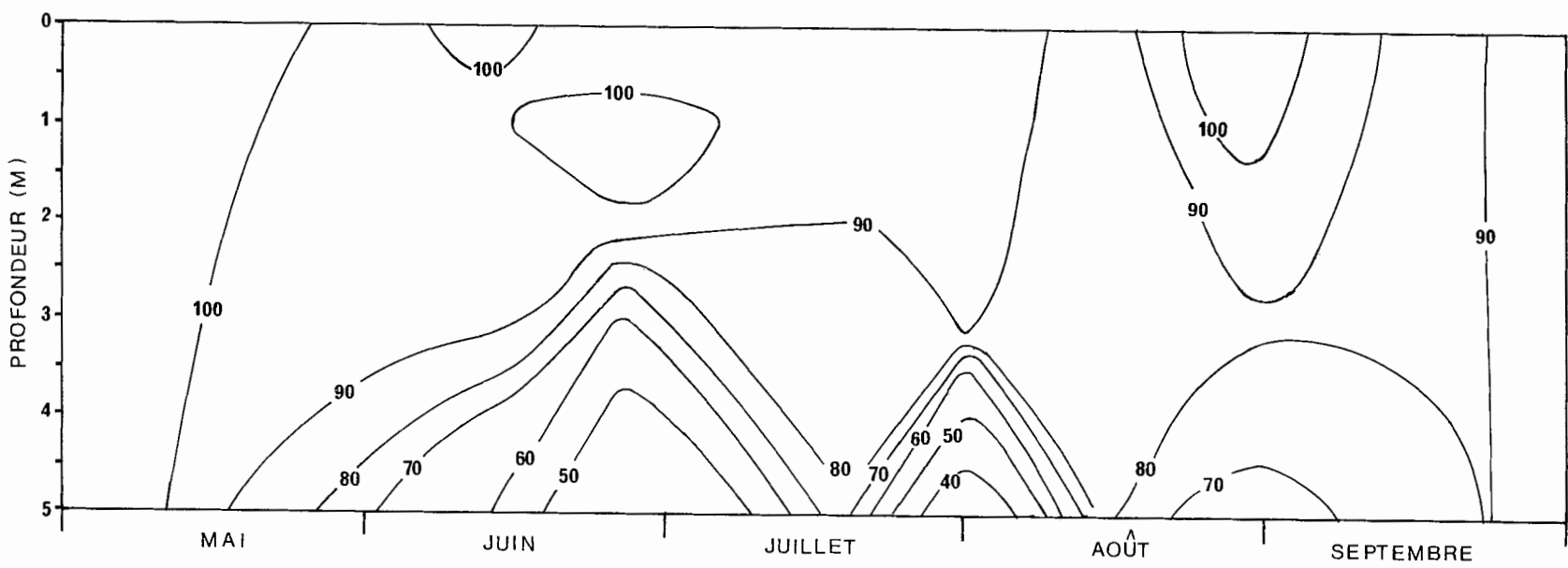


FIGURE VI-7 PROFIL DE POURCENTAGE DE SATURATION EN OXYGENE  
DISSOUS A LA STATION 2N1E  
(Isoconcentration à tous les 10% de saturation)

brusque baisse de la température ambiante. Ce refroidissement a occasionné une légère stratification thermique (16 degrés celsius à 7 degrés celsius, 60.8 à 44.6<sup>0</sup>F) qui n'a toutefois été que passagère. Au même moment, la température de surface était cependant relativement élevée (22.5 degrés celsius, 72.5<sup>0</sup>F), ce qui nous amène à dire que le refroidissement des eaux profondes était déjà amorcé depuis quelques jours (après le 12 juin). Par la suite, on constate une isothermie qui dure jusqu'à la fin de l'été. Au début d'août, toute la colonne d'eau se maintient et dès le 15 août, le refroidissement des eaux commence tout en maintenant l'isothermie.

Durant l'été, le pourcentage de saturation en oxygène dissous des eaux superficielles de ce lac se maintient entre 90 et 105 pour cent sauf vers la mi-août où il est quelque peu inférieur (Voir figure VI-7). C'est également dans ce lac que la stratification en en oxygène dissous est la moins forte, bien qu'elle ne soit pas négligeable. On constate en effet, tout comme à la station 1N3E, deux périodes de désoxygénation dont la première est due à des raisons analogues à celles citées pour la station 1N3E. Les valeurs de cette désoxygénation n'atteignent cependant que 40 à 50 pour cent de saturation. À la mi-août, la saturation en oxygène dissous présente des valeurs dépassant 70 pour cent de saturation dans toute la colonne d'eau et à la fin de septembre elle atteint 90 pour cent. Il faut aussi considérer que le faible refroidissement des eaux qui s'est produit à la fin du mois de juin a provoqué une légère stratification thermique (5 à 6 degrés celsius, 41 à 42.8<sup>0</sup>F). Cette dernière a pu priver les eaux du fond d'une bonne oxygénation pendant un court laps de temps.

La seconde période de désoxygénation s'est produite vers la mi-août, mais cette fois la cause principale semble être l'accumulation de matière organique sur le fond, laquelle provoque une forte consommation d'oxygène par les bactéries; de plus, on constate que la biomasse planctonique atteint son maximum durant cette même période.

Quant aux paramètres physico-chimiques, les courbes suivent un tracé semblable à celui de la station 1N3E, bien que globalement, les concentrations soient quelque peu inférieures. La conductivité ne s'élève pas au-dessus de 113  $\mu$ mhos/cm/cm<sup>2</sup>, le pH ne dépasse pas 7.7, et les concentrations de fer et de manganèse en profondeur (en excluant la concentration détectée le 1er septembre) se maintiennent au-dessous de 0.35 mg/l et 0.10 mg/l. Ces valeurs sont relativement faibles si on les compare aux concentrations rencontrées dans les deux autres lacs. À propos de ces derniers éléments, on peut établir une relation entre leurs concentrations et la valeur plus ou moins élevée de saturation en oxygène (40 à 50 pour cent) qui favorise leur précipitation. Il faut cependant admettre que la concentration en fer est anormalement élevée en regard du pourcentage de saturation en

oxygène au fond. Ce phénomène peut s'expliquer de deux façons: soit par la complexation d'une certaine quantité de fer par la matière organique, soit par un apport extrinsèque constant.

En ce qui concerne les composés phosphorés (ortho-phosphates), les concentrations demeurent en-dessous du seuil de détection (0.02 mg/l) à partir de la mi-juin pour des raisons analogues à celles citées pour le lac 1N3E.

Les conséquences de cette désoxygénation ressemblent beaucoup à celles de la station 1N3E bien qu'elles soient moins radicales. Lorsqu'il y a désoxygénation complète dans le fond, des "nutriments" sont libérés des sédiments (surtout  $PO_4^3$ ). Ce n'est heureusement pas le cas pour la station 2N1E car la saturation en oxygène au fond ne baisse pas en-dessous de 40 pour cent durant l'été. Donc, à l'inverse des stations 1N3E et 2N3E où cette situation s'est probablement présentée, la station 2N1E n'a pas été soumise à un relâchement de phosphates à partir des sédiments de fond. Cependant, lors des périodes de crues, on a observé une accumulation de sédiments organiques sur les rives de ces lacs. Bien qu'il soit difficile de conclure sur l'origine de ce type de sédiments, il semble plausible qu'ils soient d'origine intrinsèque au lac car les crues saisonnières et sporadiques exerceraient un effet de charriage sur les sédiments organiques accumulés dans les zones peu profondes de ce lac. Il serait donc très important de vérifier l'origine de ces sédiments; à ce propos, notons que l'accumulation de matière organique à l'embouchure de la rivière Nicolet Sud-Ouest serait à considérer. Malgré tout, pour ce qui est de la station 2N1E, nous devons nous attendre à trouver des formes biologiques végétales et animales qui reflèteront des conditions moins eutrophes que dans les autres lacs.

Parmi les genres d'algues rencontrés au cours de l'été nous remarquons une co-dominance entre les algues à caractères eutrophes (*Scenedesmus*, *Nitzschia*) et celles à caractères mésotrophes (*Cryptomonas*, *Kephyrion*, *Chrysooccus*). Le nombre total d'individus par millilitre est relativement faible si on le compare à celui des deux autres lacs; de plus, la fluctuation dans le temps présente une moins grande variation. On peut partiellement relier ces conditions moins eutrophes aux conditions moyennes d'oxygénation au fond. La température élevée exerce cependant une action sélective sur la croissance de certaines algues à caractère eutrophe tout comme à la station 1N3E.

La station 2N1E se différencie aussi des autres stations par la composition de la faune d'invertébrés benthiques sur son littoral. En effet, on rencontre une plus grande diversité des groupes d'orga-



nismes et la présence de genres comme la nymphe *Hexagenia*, considérée comme un organisme caractéristique des eaux claires et non polluées.

Il est évident que les conditions d'oxygénation (40 et 50 pour cent) au niveau benthique de ce lac demeurent un facteur non limitatif et qu'elles contribuent avec la nature du substrat à conserver des conditions encore favorables à l'installation de la faune d'invertébrés de fond.

Les conditions moyennes d'oxygénation favorisent aussi la distribution spatiale des espèces de poissons dans toute la masse d'eau; la température élevée favorise cependant une dominance des espèces d'eaux chaudes au détriment des espèces d'eaux froides. Il est toutefois probable que si les autres maillons de la chaîne alimentaire sont revalorisés, la faune piscicole l'est également.

### 6.3 STATION 2N3E (2ème lac)

Ce lac a une superficie moyenne et sa profondeur maximale est d'environ 10 mètres (32.8 pieds). Il reçoit les eaux du principal tributaire de ces lacs, soit la rivière Nicolet Sud-Ouest qui draine à elle seule 88 pour cent du bassin versant. Il en découle une influence directe de la rivière sur les conditions de vie de ce lac et sur la vie elle-même.

Le rythme de réchauffement et de refroidissement de ses eaux est assez rapide à cause de la faible profondeur, mais il est quand même plus lent que pour les deux autres lacs. En considérant le réchauffement des eaux à une profondeur de 3 mètres (9.8 pieds), on constate que la température passe de 10 à 20 degrés celsius (50 à 68°F) en 62 jours (fin mai à fin juillet), soit un réchauffement de 0.16 degré celsius (32.3°F) par jour. Ce taux de réchauffement est donc moins de la moitié de ceux enregistrés dans les deux autres lacs.

On peut considérer que cette masse d'eau est stratifiée durant la saison estivale bien que cette stratification thermique ne soit pas typique à celle des lacs profonds. Elle s'amorce au début de juin pour devenir maximale vers la fin du même mois et va en s'atténuant par la suite à cause du réchauffement des eaux du fond.

A la mi-août, la moitié supérieure de la colonne d'eau est isotherme tandis qu'un faible gradient de température (20 à 17.5 degrés celsius, 68 à 63.5°F) subsiste en profondeur. Comme dans les autres lacs, c'est au début d'août que le maximum de température est atteint

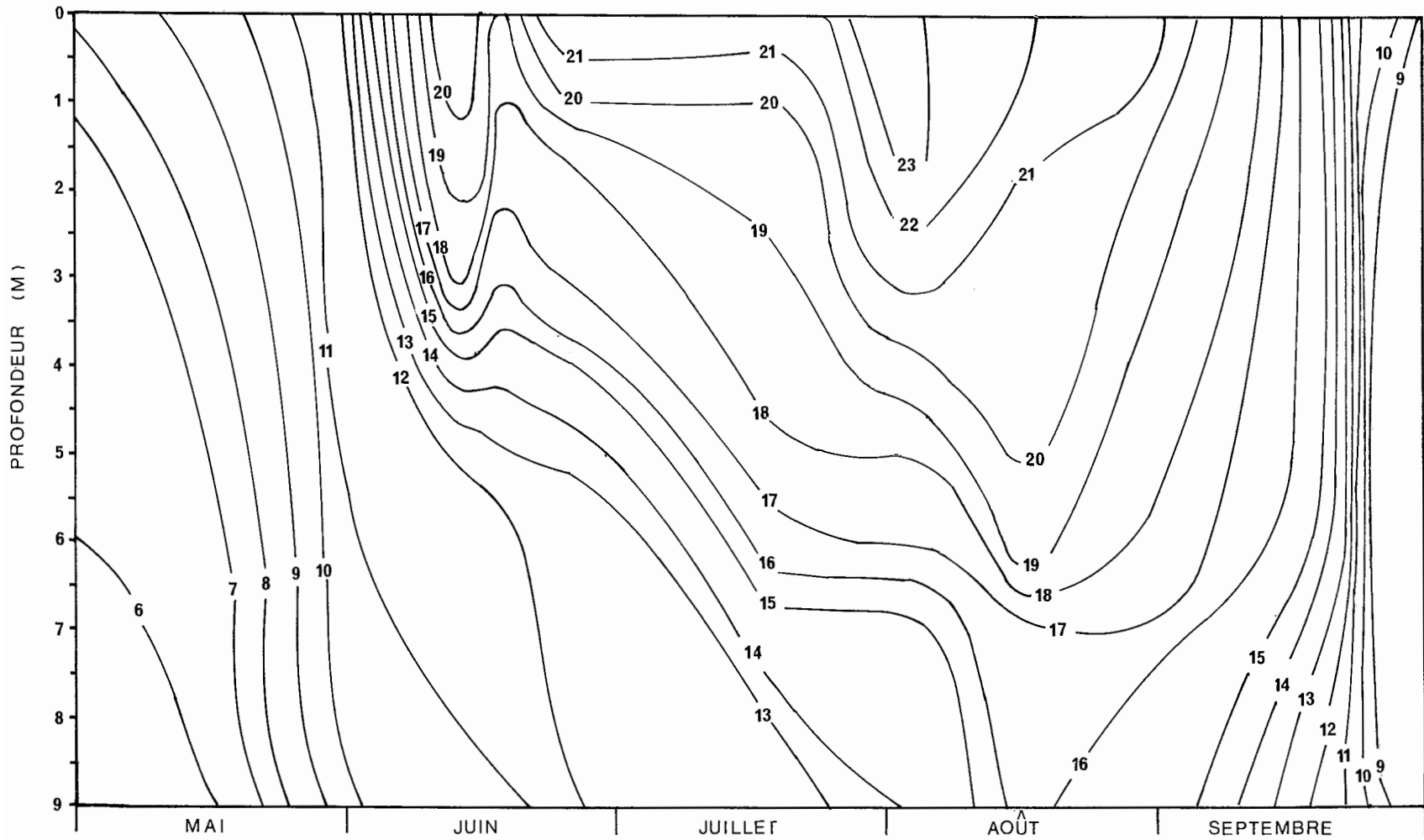


FIGURE VI-8 PROFIL DE TEMPERATURE A LA STATION 2N3E  
(Isothermes à tous les degrés °C)

en surface (au-delà de 22.5 degrés celsius, 72.5°F). Dès la mi-août, le refroidissement des eaux s'amorce et il y a une perte rapide de stratification. En septembre, les eaux sont isothermes.

A l'instar de la station 2N1E, il y a aussi une forte stratification en oxygène dissous (Figure VI-9). En surface, l'oxygène se maintient à un taux dépassant 90 pour cent de saturation durant la période estivale, sauf pour deux courtes périodes de temps aux mois d'août et de septembre.

La stratification s'amorce dès le début de juin; du commencement de juillet à la fin d'août on remarque que les eaux du fond sont presque anoxiques (0.0 à 0.2 mg/l O<sub>2</sub>), ce qui nous fait supposer que la décomposition bactérienne était très active dès la fin de mai. Au début d'août, il se produit une forte désaturation en oxygène à partir du fond jusqu'à 2.5 mètres (8.2 pieds), de la surface, mais comme la stratification thermique existait encore à ce moment-là, les échanges gazeux entre les eaux du fond et celles de surface étaient réduits.

On peut avancer deux hypothèses à propos de cette désoxygénation. La première serait qu'une barrière de densité (stratification thermique) se soit créée dans la masse d'eau pour empêcher une partie des algues de décanter au fond; ces algues auraient donc subi la décomposition bactérienne sur place plutôt que dans le fond, ce qui expliquerait la désoxygénation si près de la surface. De plus, il faut noter que la biomasse planctonique atteignait son maximum au cours de la même période de temps.

La seconde hypothèse serait que l'importante désoxygénation près de la surface ait été causée par la décomposition de matières organiques en provenance de la rivière Nicolet Sud-Ouest; cette hypothèse serait appuyée par le fait que la stratification thermique existait encore à ce moment-là, ce qui expliquerait le maintien de la matière organique en suspension. Cependant, comme les valeurs en carbone organique total, tant à la station que sur la rivière, n'étaient pas plus élevées qu'en temps normal, cette deuxième hypothèse, bien que réaliste, est des plus discutables.

Vers la mi-août, il y a eu réoxygénation des eaux de surface jusqu'à 5 mètres (16.4 pieds) de profondeur, mais les conditions demeuraient toujours anoxiques au fond. Cette réoxygénation partielle dépendrait surtout d'un affaiblissement de la stratification thermique par le réchauffement des eaux superficielles, lequel aurait permis un brassage des eaux jusqu'à 5 mètres (16.4 pieds),

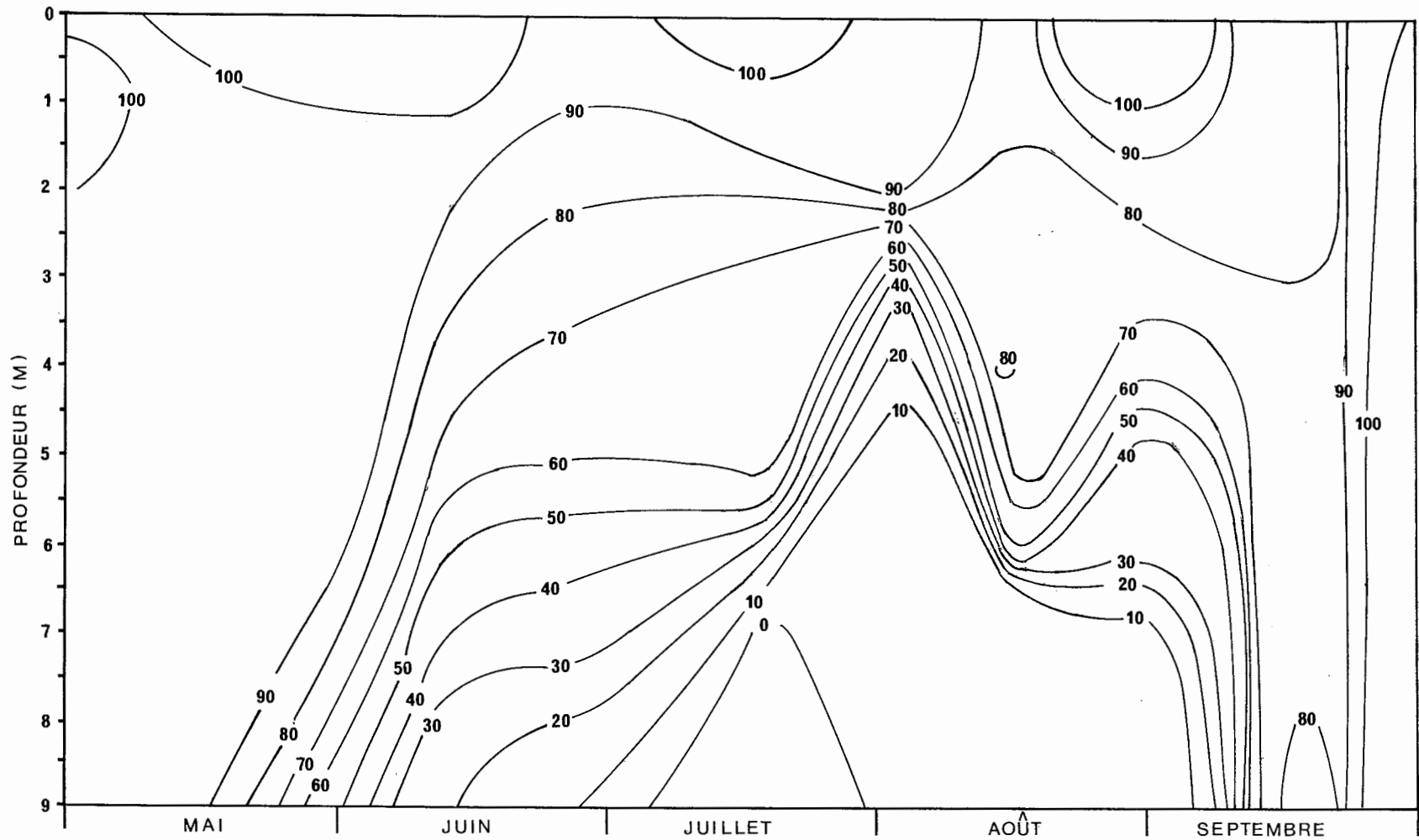


FIGURE VI-9 PROFIL DE POURCENTAGE DE SATURATION EN OXYGENE  
 DISSOUS A LA STATION 2N3E  
 (Isoconcentration à tous les 10% de saturation)

ou encore, d'un apport important d'eau oxygénée (en surface) par la rivière Nicolet. Cependant, comme la stratification thermique n'était pas complètement disparue, il est possible qu'un faible gradient de température ait isolé la couche profonde de ce brassage alors que la décomposition bactérienne était toujours active à cet endroit. A la fin d'août, alors que le refroidissement des eaux était déjà amorcé et que la stratification thermique avait presque complètement disparu, le brassage des eaux de surface et du fond a provoqué une diminution de la concentration en oxygène dans les couches d'eau inférieures à 3.5 mètres.

En ce qui concerne les données physico-chimiques recueillies dans ce lac, les tracés des courbes suivent une progression semblable à celle observée dans les autres lacs; les concentrations des différents éléments dans l'épilimnion sont cependant plus faibles que celles rencontrées à la station 1N3E. En général les concentrations observées en zone profonde sont plus élevées que celles rencontrées en surface, particulièrement en ce qui a trait aux éléments dont la présence est reliée à celle de l'oxygène. On note surtout que le manganèse subit une augmentation allant de 0.14 mg/l à la fin de mai à 2.00 mg/l à la fin d'août, ce qui montre bien l'importance de l'oxygène au fond. En effet, l'oxygène agit sur cet élément en facilitant sa précipitation au fond.

Pour sa part, la conductivité en profondeur subit une augmentation comparable à celle observée à la station 1N3E; le pH ne s'élève toutefois pas au-dessus de 8.0, ce qui souligne le caractère moins productif de cette baie.

On peut également supposer que les remontées de "nutrients" se soient produites durant cette même période d'anoxie du fond, favorisant ainsi l'augmentation de la production primaire. Toutefois, comme nos résultats ne démontrent aucune remontée de ces "nutrients" si ce n'est une faible augmentation des ortho-phosphates au niveau du métalimnion, il est difficile d'évaluer l'impact que cette période d'anoxie a eu sur la production primaire durant l'été. Il faut cependant noter que la densité phytoplanctonique augmente au même moment (fin juillet; 1500 cellules/ml) et que la densité moyenne de l'été, bien qu'elle soit de beaucoup inférieure à celle de la station 1N3E, est tout de même relativement plus élevée que celle de la station 2N1E où ces conditions anoxiques n'existent pas.

Les genres d'algues rencontrés à la station 2N3E forment eux aussi une co-dominance entre les algues à caractère mésotrophe,

comme *Chrysococcus*, *Kephyrion*, *Mallomonas* et *Cryptomonas*, et celles à caractère eutrophe telles *Nitzschia*, *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus* et *Melosira*. Il semble cependant que la dominance des algues à caractère eutrophe soit chose certaine dans ce lac car on peut constater que la Bacillariophycée *Melosira* constitue un fort pourcentage du nombre d'algues présentes à la fin du mois d'août.

La diversité faunistique des invertébrés benthiques est minimale et réduite aux vers Ologochètes et aux Chironomides. Ces deux types d'organisme sont représentés par un très grand nombre d'individus (2500 individus/m<sup>2</sup>) autant dans la zone littorale que dans la zone profonde. Les conditions anoxiques du fond et le substrat de vase et de débris ont fait disparaître toute forme de vie sensible à de telles conditions; les poissons eux-mêmes ne peuvent tolérer ces conditions et ils doivent migrer dans les couches superficielles.

#### 6.4 EPUISEMENT DE L'OXYGENE AU FOND

Deux lacs montrent des caractéristiques vraiment typiques d'eutrophie en ce qui concerne l'épuisement de l'oxygène au fond. Ce sont les lacs 1N3E et 2N3E (Figure VI-10). Dans ces eaux, la période de diminution en oxygène est longue et l'épuisement en oxygène y est total ou presque, comparativement à certains lacs qui ont des stades trophiques moins avancés. Donc, vu les caractéristiques vraiment eutrophes des courbes d'épuisement en oxygène de ces deux lacs, notre discussion s'orientera uniquement sur le cas de la station 2N1E.

Dans ce lac (station 2N1E) l'épuisement en oxygène est beaucoup plus faible; ceci semble être dû au fait que ce lac reçoit beaucoup moins de substances organiques que la station 2N3E, laquelle sert de fosse à sédimentation pour les apports de la rivière Nicolet. De plus, ce lac est moins stratifié que la station 2N3E, ce qui permet des échanges gazeux plus efficaces entre les eaux de surface et celles du fond. Enfin, pour des raisons morphométriques, l'action des vents permet une circulation d'eau plus facile, favorisant ainsi l'oxygénation de la masse d'eau. Nous avons également constaté que cette baie était soumise à deux périodes de désoxygénation partielle lesquelles étaient entrecoupées par une période de réoxygénation des eaux du fond. La première période anoxique peut s'expliquer de différentes façons: premièrement, cet épuisement d'oxygène pourrait être relié à la stratification thermique temporaire qui existait à ce moment-là, car la réoxygénation des eaux du fond était fort réduite et, par conséquent, la décomposition bactérienne pouvait plus facilement provoquer un déficit en oxygène au fond. En deuxième lieu, si l'on considère qu'un lac est coupé de la majeure partie de ses approvisionnements en oxygène durant l'hiver à cause de la glace qui recouvre sa surface, et que la produc-

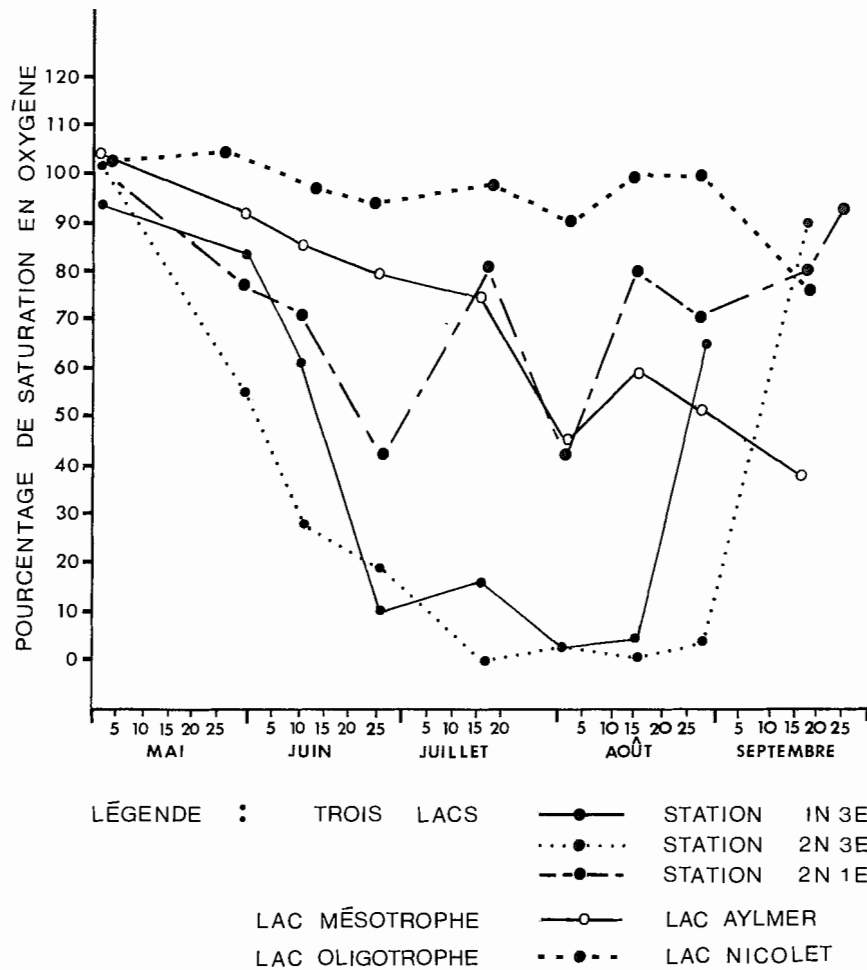


FIGURE VI-10 COURBES D'ÉPUISEMENT EN OXYGÈNE AU FOND DURANT LA SAISON ESTIVALE AUX TROIS STATIONS DES TROIS LACS

tion biologique n'est pas réduite à zéro, la décomposition de la matière organique par les bactéries au fond épuise l'oxygène et crée un déficit. Dans des conditions anoxiques la décomposition se fait par voie anaérobie et elle est beaucoup moins efficace. Lors du brassage printanier (turnover) il y a restitution de l'oxygène dans toute la colonne d'eau et reprise de la décomposition par voie aérobie. La grande quantité de matière organique accumulée au cours de l'hiver est aussitôt attaquée par les décomposeurs aérobiques et ceci peut causer un rapide épuisement de l'oxygène au fond.

Comme on peut le constater, une fois la stratification perdue au mois de juillet, le brassage des eaux devient plus efficace et l'oxygénation est relativement meilleure dans toute la colonne d'eau, même si la décomposition demeure active. Au début d'août, la baisse en oxygène au fond de ce lac est causée, comme nous l'avons déjà dit, par une accumulation de matière organique au cours de l'été. Il en résulte que si ce lac était stratifié pendant l'été, le déficit d'oxygène au fond serait probablement plus grand que celui observé et ceci le ferait apparaître comme étant beaucoup plus eutrophe qu'il ne le laisse paraître.



CHAPITRE VII

REGIME HYDROLOGIQUE DES TROIS LACS

## 7.1 CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES

Les Trois Lacs ont un temps de renouvellement très rapide (7.8 jours); par conséquent la qualité de leur eau dépend directement de la rivière Nicolet qui, à elle seule, constitue 88 pour cent du débit entrant dans ces lacs. Une des conséquences importantes de ce temps de renouvellement rapide est l'apport considérable aux lacs de matières en suspension.

Le deuxième lac (S-2N3E), dans lequel se déverse la rivière Nicolet, semble constituer la principale fosse à sédimentation des lacs. La grande quantité de sédiments en suspension et l'importante production biologique provoquent une forte turbidité à cet endroit. Celle-ci a de nombreuses conséquences: elle peut affecter les macrophytes aquatiques en réduisant la pénétration de la lumière et en diminuant la profondeur maximale à laquelle ils peuvent croître. De plus, les particules en suspension qui se déposent sur les plantes peuvent boucher les stomates des cellules végétales et empêcher, du moins en partie, les échanges entre ces plantes et l'eau. De plus, les matières en suspension peuvent être très dangereuses pour certains poissons car elles obstruent leurs branchies et nuisent considérablement à leur respiration.

Les lacs sont aussi soumis à des fluctuations du niveau de l'eau causées par des variations de débit de la rivière Nicolet. Ces fluctuations peuvent atteindre 4 à 5 pieds (1.2 m à 1.5 m) en quelques jours seulement et elles ont pour effet de lessiver les sols riverains, remettant ainsi en suspension une certaine quantité de substances nutritives. De plus, ces crues ont pour effet de charrier les sédiments organiques accumulés dans les zones peu profondes, sédiments qui se déposent par la suite sur les rives de ces lacs.

Les courbes des bilans des différents éléments qui entrent et qui sortent hebdomadairement des lacs semblent être fortement conditionnées par le régime hydrologique de la rivière Nicolet. Il devient alors très difficile d'expliquer exactement les moments de rétention ou de rejet de certains éléments et de mettre en relation ces différents phénomènes avec les paramètres physico-chimiques et biologiques propres aux lacs.

Toutefois, de façon globale, on constate que les concentrations des différents éléments dans les lacs sont semblables à celles détectées dans la rivière Nicolet. Cette constatation nous amène à conclure que la qualité de l'eau de cette rivière a une importance vitale pour les Trois Lacs.

CHAPITRE VIII

MATRICE DES RELATIONS ENTRE LE MILIEU  
ENVIRONNANT ET LE MILIEU AQUATIQUE

## 8.1 METHODOLOGIE

Dans ce chapitre nous mettrons d'abord en lumière les différentes relations qui existent entre le milieu aquatique et le milieu physique de l'environnement, ainsi que le milieu physique lacustre. Nous évaluerons également l'impact de l'activité humaine sur le milieu aquatique.

Ces différentes analyses sont présentées sous forme de matrice qui synthétise l'étude individuelle de plusieurs paramètres. La liste des paramètres étant exhaustive, nous avons dû les regrouper en blocs distincts. Alors, chacun des blocs en rapport avec un autre correspond au regroupement de plusieurs paramètres. Soulignons aussi que nous utilisons toujours la valeur réelle des paramètres observés aux Trois Lacs, ce qui veut dire que cette matrice n'est pas du type théorique mais l'expression des résultats que nous avons observés sur le terrain.

La structure de la matrice est la suivante: nous avons placé en ordonnée, différents blocs de paramètres qui décrivent le milieu aquatique en lui-même. Voici l'énumération de chacun des blocs.

### 1) Etat physique de l'eau

- Température
- Transparence (Disque de Secchi)
- Turbidité
- pH
- Alcalinité
- Conductivité

### 2) Sédiments

- Accumulation de sédiments organiques et autres.

### 3) "Nutrients"

- Carbone
- Azote
- Phosphore
- Silice

- 4) Ions majeurs
  - Calcium
  - Magnésium
  - Sodium
  - Potassium
  - Sulfates
  - Chlorures
  
- 5) Ions mineurs
  - Fer
  - Manganèse
  - Cuivre
  
- 6) Oxygène dissous
  
- 7) Phycologie
  - Distribution spatiale et temporelle des classes d'algues
  - Biomasse planctonique et densité phytoplanctonique
  - Fleurs d'eau (Blooms)
  
- 8) Végétation
  - Distribution de la végétation aquatique
  - Distribution de la végétation riparienne
  
- 9) Macro-invertébrés benthiques
  - Indice de diversité de la faune benthique du littoral.
  
- 10) Ichtyologie
  - Indice de diversité des poissons
  - Distribution spatiale des poissons
  - Distribution écologique des poissons
  - Biomasse et croissance

En abscisse, nous avons placé trois différents blocs qui décrivent les paramètres relatifs à l'impact de l'environnement sur le lac. Voici l'énumération de chacun des blocs.

## 1) Milieu physique de l'environnement (M.P.E.)

- Superficie du bassin versant: 197.13 mi<sup>2</sup>  
(510.3 km<sup>2</sup>)
- 7 tributaires alimentent le lac
- Densité de drainage faible 1.32mi/mi<sup>2</sup> (.82 km/km<sup>2</sup>)
- Température moyenne de 41 degrés Fahrenheit (5°C)
- Précipitations totales annuelles de 41.7 pouces  
(104.1 cm)
- Vents dominants de l'ouest (1972)
- Pente faible du bassin
- La rivière Nicolet draine 88 pour cent de la superficie du bassin
- Erosion, ravinement à certains endroits
- Forte charge de sédiments apportés par les rivières (surtout Nicolet)
- Temps de renouvellement de la masse d'eau 7.8 jours

## 2) Milieu physique lacustre (M.P.L.)

- Superficie du lac 0.87 mille carré (2.25 km<sup>2</sup>)
- Altitude du lac 532 pieds (159.6 m)
- Longueur maximum 2.9 milles (4.66 km)
- Largeur maximum 0.5 mille (.80 km)
- Rapport d'allongement 5.8
- Indice de développement de la ligne de rivage 2.3
- Profondeur maximale 36 pieds (10.8 m)
- Profondeur moyenne 12.1 pieds (3.6 m)
- Indice de développement de forme 0.336
- Volume de la masse d'eau 294.33 millions de pieds cubes (8.353 millions de mètres cubes)
- Variations brusque du niveau d'eau

## 3) Activités humaines (Act. H.)

## Centres urbains

- Municipalité des Trois Lacs, 423 habitants
- Eaux usées et fosses septiques
- Utilisation de 15 tonnes de sel sur les routes durant l'hiver

## Zones de loisirs

- Environ 345 chalets: 1400 vacanciers
- Fosses septiques pour chalets
- Petite dimension des terrains
- Présence de radeaux motorisés
- Terrains de camping (2) avec services

## Zones d'agriculture

- Pas de zones agricoles à proximité du lac
- Dans le bassin, activité agricole importante
- Elevage laitier surtout
- Présence de porcheries
- Emploi d'engrais organiques
- Déboisement à certains endroits le long des tributaires







## Activité industrielle

- Absente dans le bassin
- Terrils de la mine de Norbestos laissés près du tributaire Richmond

.2 INTERPRETATION  
DE LA MATRICE

La matrice exprime pour chacun des blocs du milieu aquatique une relation positive ou négative avec les autres blocs. L'intensité des relations se divise en six catégories.

## Relations:

	1) Aucune
	2) Temporaire et/ou probable
	3) Faible
	4) Modérée
	5) Forte
	6) Très forte

Une relation est considérée comme positive si elle vérifie les conditions suivantes:  +

- A) Contribue à maintenir en équilibre le milieu aquatique et environnant.
- B) Favorise ou augmente le pouvoir auto-épurateur du lac
- C) Réduit toutes variations brusques dans le milieu aquatique.

Une relation est considérée comme négative si elle s'identifie aux conditions suivantes:  -

- A) Provoque des variations dans les conditions physiques et chimiques du milieu
- B) Augmente la productivité biologique du milieu

TABLEAU VIII-1 MATRICE DES RELATIONS ENTRE LE MILIEU AQUATIQUE ET LE MILIEU ENVIRONNANT AUX TROIS LACS

MILIEU AQUATIQUE	MILIEU PHYSIQUE ENVIRONNANT	MILIEU PHYSIQUE LACUSTRE	ACTIVITÉS HUMAINES
Etat physique de l'eau	-	-	-
Sédimentologie	-	-	-
Nutrients	-		-
Ions majeurs	-		-
Ions mineurs	-		-
Oxygène dissous	+	+	-
Phycologie	+	-	-
Végétation		-	-
Invertébrés benthiques		-	
Ichtyologie		-	-

L É G E N D E

+	RELATION POSITIVE
-	RELATION NÉGATIVE
	RELATION TEMPORAIRE OU PROBABLE
	RELATION FAIBLE
	RELATION MODÉRÉE
	RELATION FORTE
	RELATION TRÈS FORTE



- C) Augmente la fertilité potentielle du milieu
- D) Provoque un déséquilibre à l'intérieur de la chaîne alimentaire

LE MILIEU PHYSIQUE  
DE L'ENVIRONNEMENT  
VERSUS LE MILIEU  
AQUATIQUE

La plupart des relations sont négatives sauf pour l'oxygène dissous et la phycologie. Les plus forts impacts se situent aux niveaux de l'état physique de l'eau, des sédiments et des "nutrients". En ce qui concerne l'état physique de l'eau, les Trois Lacs sont conditionnés de façon directe par la rivière Nicolet (qui draine 88 pour cent de la superficie du bassin versant). Ainsi la forte turbidité entraîne une faible transparence qui est due principalement à la rivière Nicolet. Au cours de l'été on constate que les fortes hausses de la turbidité correspondent à l'augmentation des débits dans la rivière. Il en est de même pour les sédiments. Les Trois Lacs servent de bassin de réception pour les sédiments transportés par la rivière Nicolet; ceux-ci représentent une charge importante puisque le fond des lacs se comble très rapidement depuis quelques années. Un des facteurs qui a le plus contribué à cet état de fait est le redressement du lit de la rivière Nicolet car il a eu pour conséquences d'augmenter la compétence de la rivière et d'apporter au lac une charge de sédiments plus importante.

Pour les "nutrients", les ions majeurs et les traces inorganiques, les concentrations retrouvées dans le lac sont la conséquence de celles identifiées dans le principal tributaire (Rivière Nicolet).

Le milieu physique de l'environnement a un effet positif sur l'oxygène dissous et la phycologie. En effet, ces lacs s'identifient plutôt à un régime de rivière, leur temps de renouvellement étant de 7.8 jours. L'eau est ainsi constamment oxygénée, mais surtout en surface puisqu'on retrouve quand même des conditions anoxiques dans le fond; ces conditions seraient dues à l'action des bactéries. Un autre facteur positif est l'exposition des lacs aux vents dominants. La production primaire est influencée positivement par le milieu physique de l'environnement; le temps de renouvellement rapide diminue le risque que les algues se concentrent de façon très dense.

4 LE MILIEU PHYSIQUE  
LACUSTRE  
VERSUS LE MILIEU  
AQUATIQUE

A l'exception de l'oxygène dissous et des macro-invertébrés benthiques, toutes les relations sont négatives. En effet, la morphométrie des lacs dans son ensemble ne favorise guère l'état physique de l'eau et les sédiments; la faible profondeur de la majeure partie des lacs provoque une augmentation de la température et une turbidité accrue. Il en est de même pour les sédiments qui sont plus susceptibles d'être remis en suspension.

La végétation est présente sur tous les espaces colonisables des Trois Lacs. Les plantes sont favorisées par l'épaisseur des sédiments et la morphométrie du lac. La faible profondeur et l'absence de fosses constituent une limitation pour la faune piscicole. Cependant, dans l'ensemble, le milieu physique lacustre favorise une meilleure oxygénation de l'eau.

Pour ce qui est des invertébrés benthiques, le plateau alimentaire, qui couvre une grande partie des lacs, constitue un milieu écologique favorable au développement d'un certain type de faune. Cependant, le substrat que l'on rencontre aux Trois Lacs ne permet pas un indice de diversité élevé en ce qui concerne la composition faunistique.

#### .5 ACTIVITE HUMAINE VERSUS LE MILIEU AQUATIQUE

Toutes les relations de l'activité humaine avec le milieu aquatique sont négatives. Les deux plus importantes se situent au niveau des sédiments (matière organique) et des "nutriments" qui pourraient provenir des fosses septiques. Les terres en culture, nombreuses dans le bassin, ont aussi une influence sur le milieu aquatique.

Les déboisements effectués par l'homme ont contribué au phénomène de l'érosion lequel a des conséquences sur la transparence et la turbidité des lacs. De même, les actions anthropiques comme le drainage agricole de certaines sections de rivière, les épandages de sable et de sel sur les routes durant l'hiver ainsi que les résidus de l'activité minière (près du tributaire Richmond) provoquent une augmentation des concentrations en ions majeurs et en traces inorganiques.

Les activités humaines influencent indirectement l'oxygène dissous; la matière organique rejetée par les fosses septiques active le développement des bactéries qui consomment de l'oxygène pour la décomposition de cette matière. De même pour la production primaire, les rejets des fosses septiques contiennent des "nutriments" qui augmentent la production des algues. Quant à la végétation et la faune piscicole, elles subissent des pressions mineures provenant de l'activité humaine.

CHAPITRE IX

CAUSES D'IMPACT ET ZONES AFFECTEES

### 9.1 CAUSES D'IMPACT

De façon globale, tout le bassin versant des lacs exerce un impact sur ceux-ci; cependant, aux Trois Lacs nous avons pu identifier trois (3) causes ou phénomènes qui influencent négativement la qualité de l'eau des lacs (cf. carte IX-1).

Le premier phénomène se situe sur la rivière Nicolet Centre et sur les ruisseaux de la Fontaine Bleue et St-Camille, affluents de la rivière Nicolet Sud-Ouest en amont des lacs. Des travaux de redressement du lit de la rivière ont été effectués à ces endroits et on a fait disparaître tous les méandres pour les remplacer par un tracé rectiligne. Nous en avons vu les conséquences dans la partie descriptive de la matrice des relations entre le milieu environnant et le milieu aquatique.

Le deuxième phénomène est situé le long du tributaire Richmond où on remarque la présence d'une ancienne mine d'amiante: la mine Norbestos. Même si toutes les activités minières ont cessé depuis un certain temps, l'existence de terrils affecte encore la qualité physico-chimique du ruisseau Richmond.

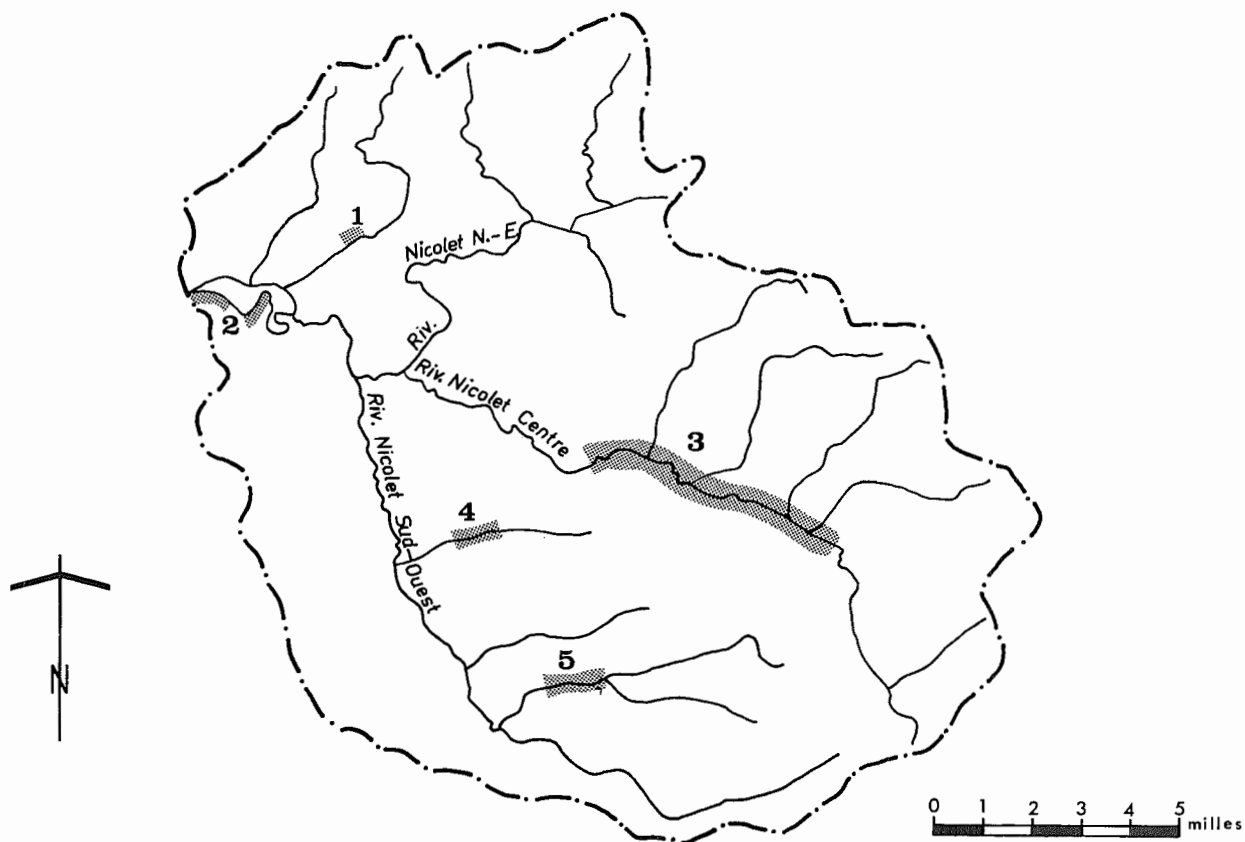
La troisième cause est constituée par la forte densité de chalets sur la rive sud du troisième lac. Ceux-ci exercent une très forte pression sur le milieu aquatique. Cette forte densité se caractérise surtout par la forme que prend le lotissement du rivage. On note en effet qu'un terrain moyen occupe une superficie inférieure à 4000 pieds carrés (368 mètres carrés). On assiste donc aux Trois Lacs à un "entassement généralisé" et ce phénomène se complique davantage par le fait que les fosses septiques n'entrent pas dans les normes\* de distance entre le chalet et le lac d'une part, et entre le chalet et les domiciles voisins d'autre part. De plus, nous supposons que plusieurs de ces fosses sont inadéquates. L'enquête sanitaire qui sera effectuée durant l'été 1974 par le service de Protection de l'Environnement nous confirmera certainement cette hypothèse.

### 9.2 ZONES AFFECTEES

En général les Trois Lacs sont considérés comme ayant atteint le stade eutrophe, mais nous avons dégagé trois zones qui, à notre avis, semblent plus affectées (cf. carte IX-2). La première zone se localise dans le petit lac; la profondeur maximale de ce dernier n'excède pas 10 pieds (3 mètres) et la presque totalité de sa surface est recouverte de plantes aquatiques; ceci laisse présager le passage progressif de la nappe d'eau à l'état de tourbière.

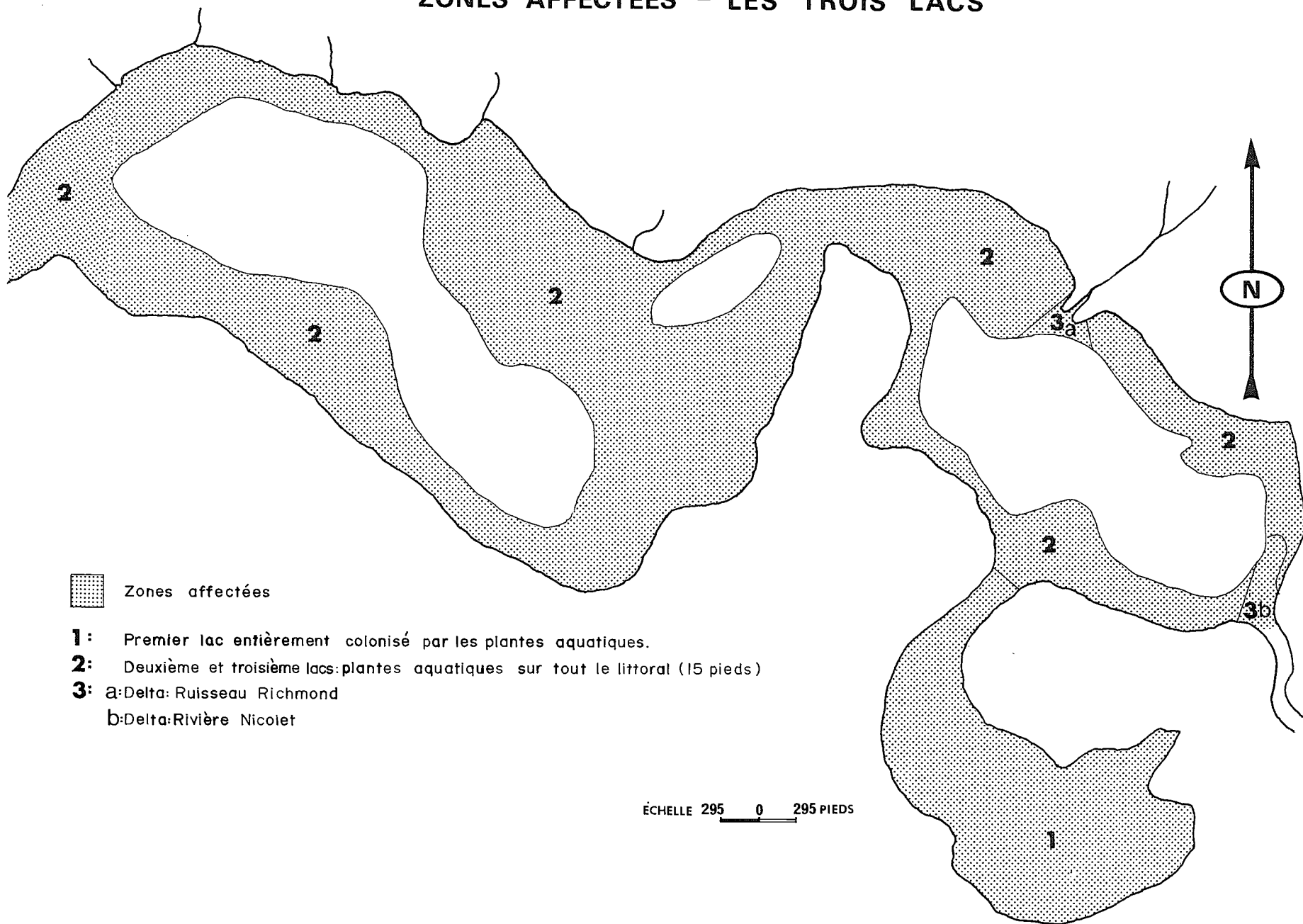
\* Définies par le service de Protection de l'Environnement.

## CAUSES D'IMPACT BASSIN DES TROIS LACS



- 1 Terrils de la mine Norbestos — Ruisseau Richmond
- 2 Densité trop forte des chalets — Rive sud du troisième lac
- 3 Drainage agricole — Rivière Nicolet Centre
- 4 Drainage agricole — Ruisseau de la Fontaine Bleue
- 5 Drainage agricole — Ruisseau Saint-Camille

## ZONES AFFECTÉES - LES TROIS LACS



La surface des deuxième et troisième lacs se caractérise par la grande abondance de plantes aquatiques et elle constitue notre deuxième zone affectée. La situation qui prévaut à cet endroit est décrite dans la première partie, dans le chapitre concernant les macrophytes.

La troisième zone affectée est localisée dans le deuxième lac, plus particulièrement à l'embouchure des deux principaux tributaires qui sont le Ruisseau Richmond et la rivière Nicolet. On y remarque la formation de deux deltas qui reflètent le phénomène de remplissage du lac par les sédiments. La formation d'un delta n'est pas préjudiciable en soi, mais dans le cas des Trois Lacs, ces deltas dénotent qu'une très forte pression (sédiments) s'exerce sur une faible superficie lacustre.

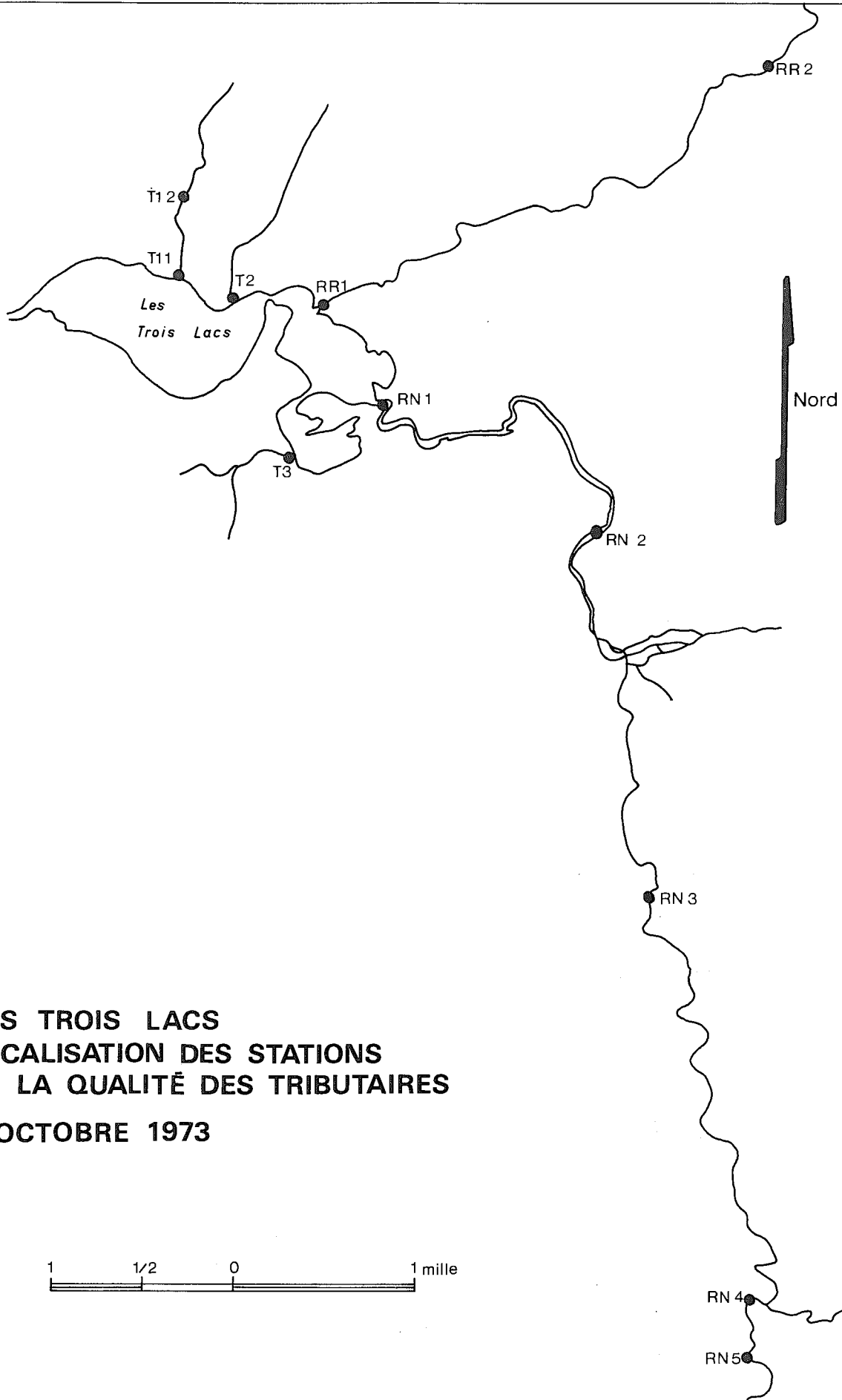
### 9.3 QUALITE DES TRIBUTAIRES

Afin de vérifier la qualité des tributaires des Trois Lacs, nous avons effectué trois types d'échantillonnages spéciaux en diverses périodes de l'année. Le premier a été accompli le 2 octobre 1973 sur les tributaires suivants: ruisseau Richmond (RB), rivière Nicolet (RN) et les cours d'eau identifiés par T1, T2, et T3 (cf. carte IX-3). Cet échantillonnage a été fait dans le but de détecter les sources de pollution et les problèmes particuliers. On a donc porté une attention particulière aux paramètres comme le fer, la conductivité, les phosphates, les nitrates, etc...

Les analyses nous révèlent que le tributaire T3 possède les plus fortes concentrations de tous les tributaires échantillonnés pour six paramètres en particulier soit: la silice, le calcium, le sodium, le chlore, les nitrates et la conductivité. Il semble que la cause de ces valeurs élevées ne réside pas dans une pollution organique mais plutôt dans les conditions géochimiques du bassin et des conditions hydrologiques de ce tributaire (cf. tableau IX-1).

Le second tributaire analysé, soit le ruisseau Richmond révèle que la station RB-1 présente des valeurs plus fortes que la station RB-2 située plus en amont. Nous pensons que les terrils de la mine Norbestos, situés entre les deux stations, ont une influence sur la qualité de l'eau durant ou après des précipitations.

Pour sa part, la rivière Nicolet a été échantillonnée à cinq stations dont trois étaient localisées dans la branche Sud-Ouest. A l'analyse des résultats on a pu constater que les stations situées en amont (RN-3, RN-4 et RN-5) présentent des valeurs plus fortes que les deux premières. Ces valeurs sont toutefois considérées comme normales car on remarque même un certain pouvoir auto-épurateur de la rivière aux stations RN-1 et RN-2.



**LES TROIS LACS  
LOCALISATION DES STATIONS  
DE LA QUALITÉ DES TRIBUTAIRES  
2 OCTOBRE 1973**

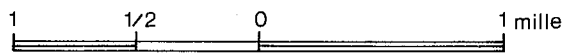




TABLEAU IX-1 DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'ECHANTILLONNAGE EFFECTUE LE 2 OCTOBRE 1973.

PARAMÈTRES	RIVIÈRE NICOLET					RUISSEAU RICHMOND		T1		T2	T3
	RN-1	RN-2	RN-3	RN-4	RN-5	RR-1	RR-2	TI-1	TI-2	T2	T3
Température (°C)	10.0	12.7	13.3	12.7	13.4	11.1	12.5	12.1	13.0	11.6	10.5
Oxygène dissous (O <sub>2</sub> , mg/l)	10.6	10.0	10.0	10.1	9.9	11.6	9.2	11.2	10.1	11.3	10.0
pH (unités)	7.6	7.8	8.3	8.0	8.0	8.1	7.1	7.9	7.6	7.7	7.7
Conductivité (µmhos/cm/cm <sup>2</sup> à 25°C)	131	122	178	170	166	236	138	147	143	184	239
Carbone inorganique total (C, mg/l)	13	11	15	15	14	25	13	14	13	19	20
Carbone organique total (C, mg/l)	9	10	6	6	7	17	17	7	7	9	12
Silice (Si O <sub>2</sub> , mg/l)	4.1	4.0	3.1	3.1	3.1	4.8	5.7	5.2	5.3	4.1	6.1
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l)	0.3	0.1	0.2	0.5	0.4	0.4	0.2	0.3	0.6	0.6	1.0
Ortho-phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l)	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l)	14.0	13.5	13.5	13.5	13.5	16.0	14.0	15.0	13.5	15.0	14.0
Chlorures (Cl <sup>-</sup> , mg/l)	2.9	3.2	5.4	5.0	4.6	4.6	4.6	3.9	2.7	4.8	17.5
Calcium (Ca <sup>2+</sup> , mg/l)	14.3	13.5	22.0	19.9	19.5	19.0	16.0	19.0	19.0	25.0	27.4
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> , mg/l)	3.5	3.5	4.8	4.4	4.4	13.8	3.9	2.7	2.5	4.0	5.4
Sodium (Na <sup>+</sup> , mg/l)	2.2	1.9	3.5	3.2	2.8	2.4	2.2	1.8	1.9	2.3	8.7
Potassium (K <sup>+</sup> , mg/l)	0.8	0.7	1.1	1.2	1.2	0.8	0.7	1.0	0.9	1.0	1.0
Fer (Fe, mg/l)	0.33	0.33	0.26	0.33	0.30	0.35	0.39	0.09	0.03	0.06	0.14
Manganèse (Mn, mg/l)	0.07	0.05	0.05	0.08	0.06	0.12	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg/l)	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	—	—	—	—	—	—

Enfin, les tributaires T1 et T2 (T1-1 et T1-2) ne présentent pas de valeurs permettant de révéler des sources de pollution ou de problèmes particuliers.

Le deuxième type d'échantillonnage a été exécuté durant la crue du printemps 1974 soit du 3 au 18 avril. Cet échantillonnage a été fait dans le but de connaître les concentrations de sédiments dans la rivière Nicolet et de vérifier la quantité de sédiments transportés aux Trois Lacs durant la crue printanière. Pour ce faire, nous avons localisé quatre stations différentes qui ont fait l'objet d'un prélèvement quotidien (cf. carte IX-4).

A la lecture des résultats, on note que la rivière Nicolet Sud-Ouest est celle qui est la plus chargée en sédiments pour la période concernée (Station  $S_4$ ). De plus, on remarque qu'à la station  $S_2$  la concentration en sédiments est moins importante qu'à la station  $S_3$ , ce qui pourrait signifier: soit que la rivière Nicolet Nord-Est dilue l'apport de la rivière Nicolet Centre ou soit qu'il se produise une sédimentation entre les stations  $S_3$  et  $S_2$  sur la Nicolet Centre.

On estime la quantité de sédiments en suspension transportés à environ 15,000 tonnes (13,590 tonnes métriques) du 3 au 18 avril 1974. Compte tenu du caractère physiographique du bassin, cette charge est considérée comme supérieure à la moyenne.

Ces brèves remarques sont basées sur les résultats d'un très court échantillonnage et surtout sur la physiographie de chaque bassin versant.

Enfin, un dernier type d'échantillonnage a été effectué sur la rivière Nicolet Sud-Ouest et ses affluents les 26 et 27 juin 1974. Dans le but de vérifier la qualité des eaux de la rivière Nicolet sur un plan biologique, on a procédé à l'inventaire de la faune benthique distribuée sur trois stations d'échantillonnage (voir carte IX-4). La méthode que l'on utilise pour cette interprétation faunistique est inspirée de celle de J. Verneaux et G. Tuffery, 1967, où l'on attribue une note globale ou "INDICE BIOTIQUE" pour chaque station, d'après un tableau standard en fonction de la nature et du nombre des espèces rencontrées. On doit noter que cette méthode nécessite l'échantillonnage de deux faciès, soit lentique (calme) et lotique (courant).

# ÉTUDES PARTICULIÈRES - RIVIÈRE NICOLET BASSIN DES TROIS LACS

- Étude du 3 au 18 avril 1974
- ▲ Étude du 26 et 27 juin 1974

Concentration des Sédiments\* en mg/l  
3 au 18 avril

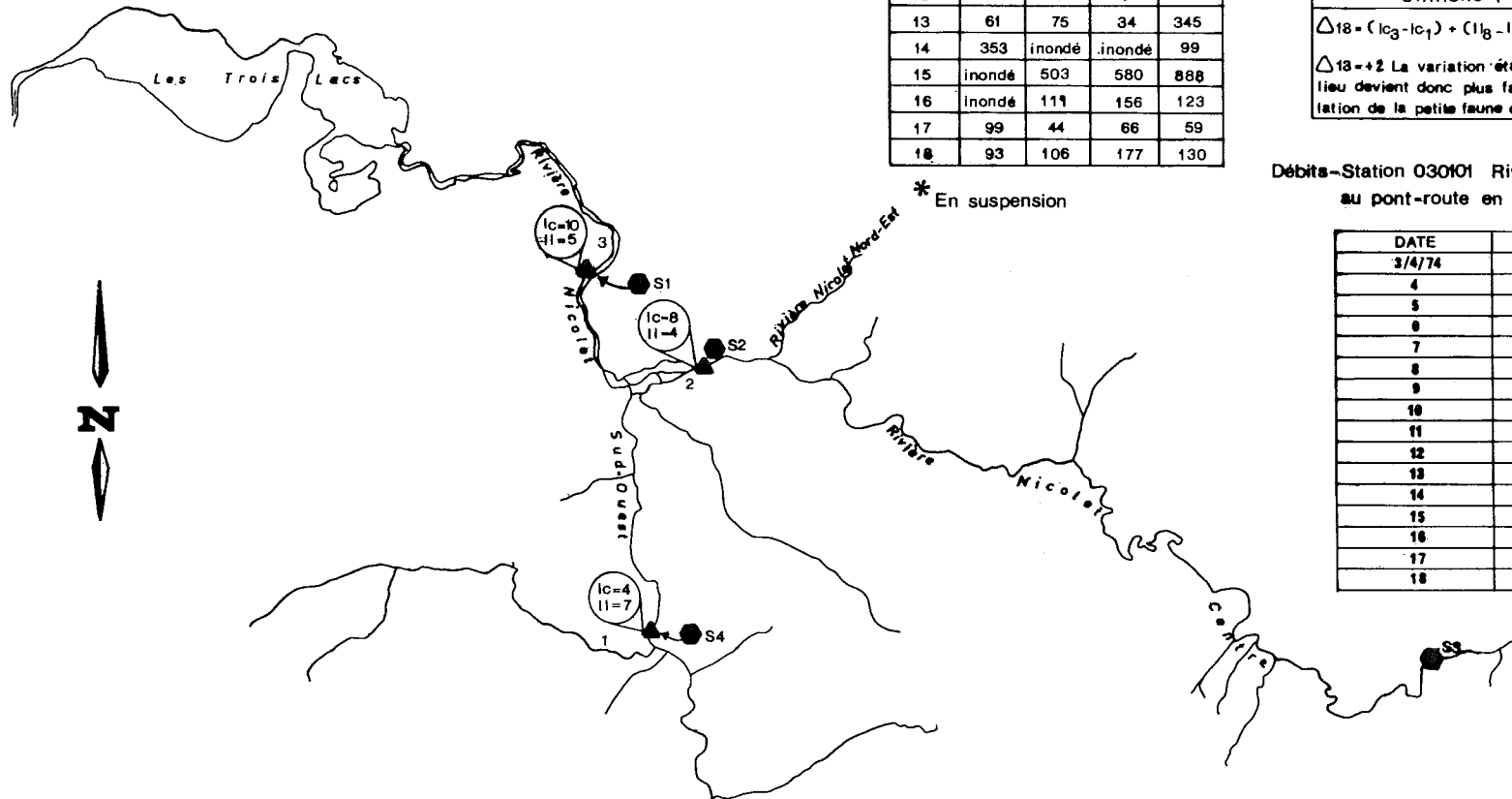
Date	Sta	S1	S2	S3	S4
3/4/74		Glace	Glace	49	25
4				169	599
5			105	185	565
6			51	51	76
7			8	21	16
8		29	59	22	37
9		2	1	1	1
10		1	0	450	1
11		1	1	1	1
12		1	1	1	1
13		61	75	34	345
14		353	inondé	inondé	99
15		inondé	503	580	888
16		inondé	111	156	123
17		99	44	66	59
18		93	106	177	130

Étude du 26 et 27 juin 1974

INDICES BIOTIQUES PAR LES INVERTEBRÉS BENTHIQUES				
Stations	1c	2a	3a	D'après la méthode de J. Vernaux, G. Tuffery, il y a pol- lution si:
	7	8	10	
	11	4	5	
$\Delta I =  I_1 - I_2 $	3	4	5	
I = lentique (calme)	$\Delta I =  I_1 - I_2  > 2$			
c = lotique (courant)	et que $I_1$ ou $I_2 \leq 5$			
VARIATION D'INDICE ( $\Delta I_3$ ) ENTRE LES STATIONS 1 ET 3				
$\Delta I_3 = (I_{c3} - I_{c1}) + (I_{l3} - I_{l1}) = (10 - 7) + (5 - 4) = 2$				
$\Delta I_3 = +2$ La variation étant positive, le mi- lieu devient donc plus favorable à l'instal- lation de la petite faune entre les 2 stations.				

Débits - Station 030101 Rivière Nicolet Sud-Ouest  
au pont-route en aval d'Asbestos

DATE	DÉBIT (p.c.s)
3/4/74	190
4	1070
5	3890
6	4210
7	2500
8	1550
9	1010
10	673
11	405
12	427
13	658
14	1400
15	3620
16	4190
17	2710
18	2700



\* En suspension

En général, on remarque que pour l'ensemble des trois stations, la faune échantillonnée dans les milieux lotiques est diversifiée et correspond notamment à la faune que l'on retrouve dans les eaux claires, à courant rapide et substrat de roches. Cependant, le nombre d'unités systématiques (limites d'identification des organismes) est passablement diminué dans les faciès lentiques; cela est possiblement dû à un charriage de sédiments qui se déposent dans ces eaux calmes perturbant la faune installée et diminuant sa diversité.

La variation d'indice entre les stations 1 et 3, est positive ( $\Delta_{13} = 2$ ) et correspond à une récupération dans le sens que le milieu devient plus favorable à l'installation de la petite faune. On peut donc conclure que la section sud-ouest et les branches nord-est et centre de la rivière Nicolet manifestent un certain degré de pollution. Cependant on rencontre à la station 3 une bonne qualité biologique exprimée par une meilleure composition faunistique. Cette récupération peut certainement être attribuable au pouvoir auto-épurateur de la rivière.

L'apport continu d'une pollution organique provenant d'activités agricoles dans le bassin de la rivière (surtout sur la Nicolet Sud-Ouest), affecte sensiblement l'état biologique du milieu. Cet état peut éventuellement changer rapidement si ces activités s'intensifient et demeurent sans contrôle.

## CHAPITRE X

### UTILISATIONS ACTUELLES ET POTENTIEL D'UTILISATION

TABLEAU X-1 UTILISATIONS ACTUELLES ET POTENTIEL D'UTILISATION

		UTILISATIONS ACTUELLES	POTENTIEL COMPTE TENU DES CONDITIONS	POTENTIEL BRUT
ACTIVITES NAUTIQUES	Baignade	1	0	5
	Canotage	3	3	3
	Navigation de plaisance	3	1	1
	Voile	0	0	0
	Ski nautique	0	0	0
	Plongée sous-marine	0	0	0
	Amerrissage d'hydravions	0	0	0
	Croisières (radeaux motorisés)	3	3	3
	Pêche sportive	3	3	3
	Plages	5	5	5
ACTIVITES PARA-NAUTIQUES	Camping	3	3	5
	Villégiature (chalets, auberges)	5	3	5
	Total	26	21	30

LEGENDE: fort: 5  
moyen: 3  
faible: 1  
nul: 0

Les appréciations des diverses activités récréatives sont le fruit des observations effectuées durant l'été 1973. L'utilisation actuelle rend compte de ce qui se passe exactement aux Trois Lacs. Le potentiel, quant à lui, constitue la synthèse des conditions de la qualité de l'eau et de l'état actuel des rives des lacs. Par contre, le "potentiel brut" s'attache principalement à l'état physique brut c'est-à-dire à la pente du rivage, au matériel constituant la plage, à l'accessibilité et à la morphométrie des lacs. Il ne tient aucunement compte du critère qualité de l'eau. Toutes les activités se divisent en deux catégories soit: les activités nautiques et les activités para-nautiques.

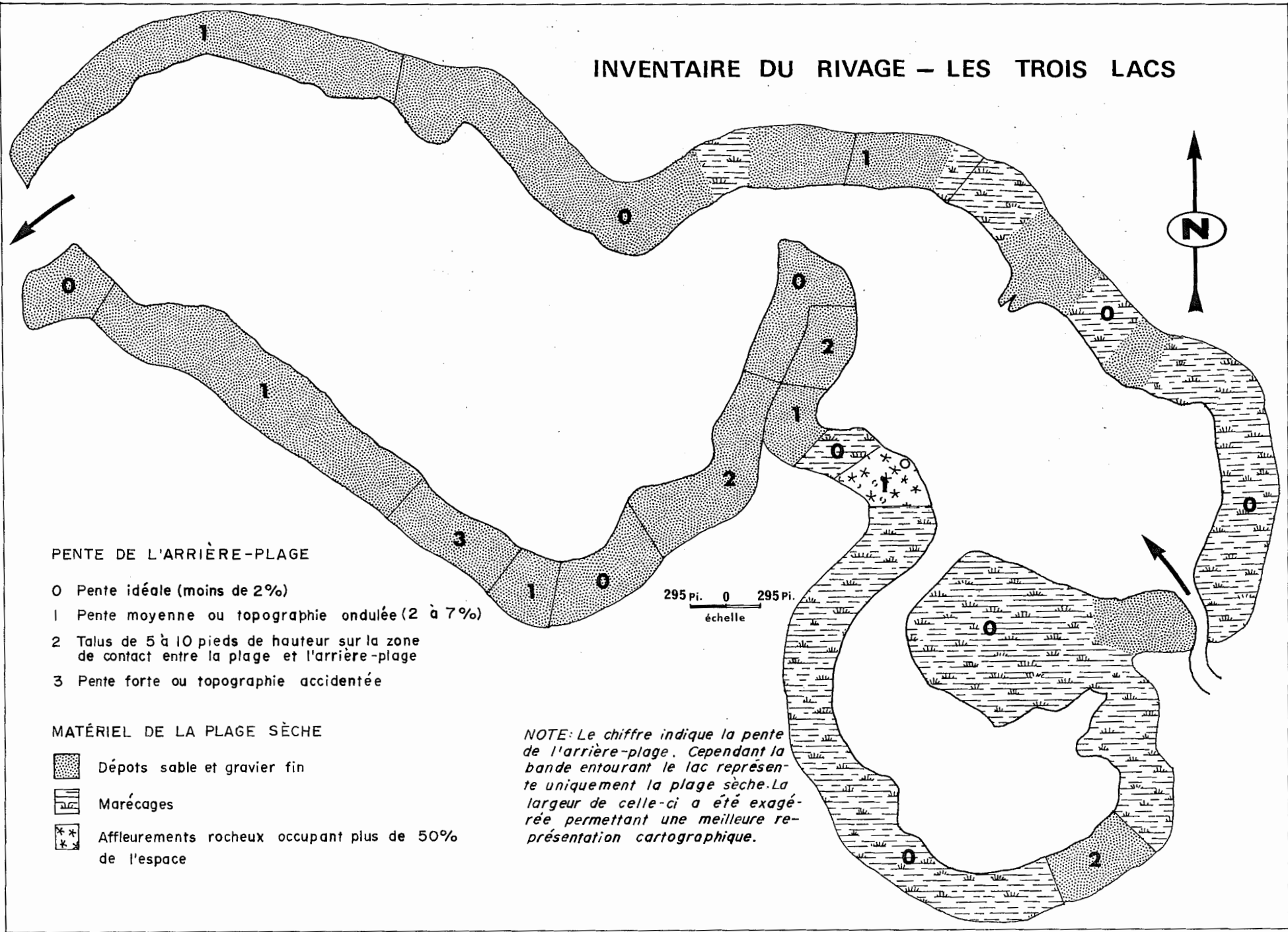
D'après le tableau X-1 il y a peu d'activités nautiques qui connaissent une forte popularité dans l'utilisation actuelle; seules les plages reçoivent une forte occupation mais elles ne sont aucunement reliées à la baignade. Les activités nautiques qui ont une utilisation actuelle moyenne sont plutôt restreintes, ce sont: le canotage, la navigation de plaisance, les croisières en radeaux motorisés et le pêche sportive. Quant à la baignade, sa pratique est relativement faible. En ce qui concerne les autres activités énumérées dans le tableau, elles sont complètement inexistantes aux Trois Lacs.

Les activités para-nautiques, par contre, sont bien représentées; surtout par la forte densité des chalets et également par la présence de deux terrains de camping (carte X-3).

En tenant compte des conditions actuelles dans la cote de chacune des activités récréatives, on constate que seules les plages conservent un fort potentiel. La plupart des autres activités voient leur potentialité diminuer, principalement à cause des conditions peu invitantes à la pratique des sports nautiques. La faible profondeur, la petite superficie des lacs, le peu de transparence de l'eau et l'envahissement par les plantes aquatiques sont autant de facteurs qui limitent la pratique agréable de ces activités récréatives. Certains sports comme le canotage, les croisières et la pêche sportive conservent un potentiel moyen égal à leur utilisation actuelle. Il ne faudrait donc pas envisager une exploitation plus grande, étant donné les facteurs négatifs que nous avons énumérés précédemment. D'ailleurs le nombre de chalets est déjà élevé pour la petite superficie des rives.

Si l'on ne tenait pas compte de l'état actuel des lacs, le potentiel serait de beaucoup supérieur. En effet, l'état exclusivement physique du rivage, c'est-à-dire la pente, le sable constituant la plage et l'accessibilité au lac, sont des éléments très positifs




# INVENTAIRE DU RIVAGE – LES TROIS LACS



### PENTE DE L'ARRIÈRE-PLAGE

- 0 Pente idéale (moins de 2%)
- 1 Pente moyenne ou topographie ondulée (2 à 7%)
- 2 Talus de 5 à 10 pieds de hauteur sur la zone de contact entre la plage et l'arrière-plage
- 3 Pente forte ou topographie accidentée

### MATÉRIEL DE LA PLAGE SÈCHE

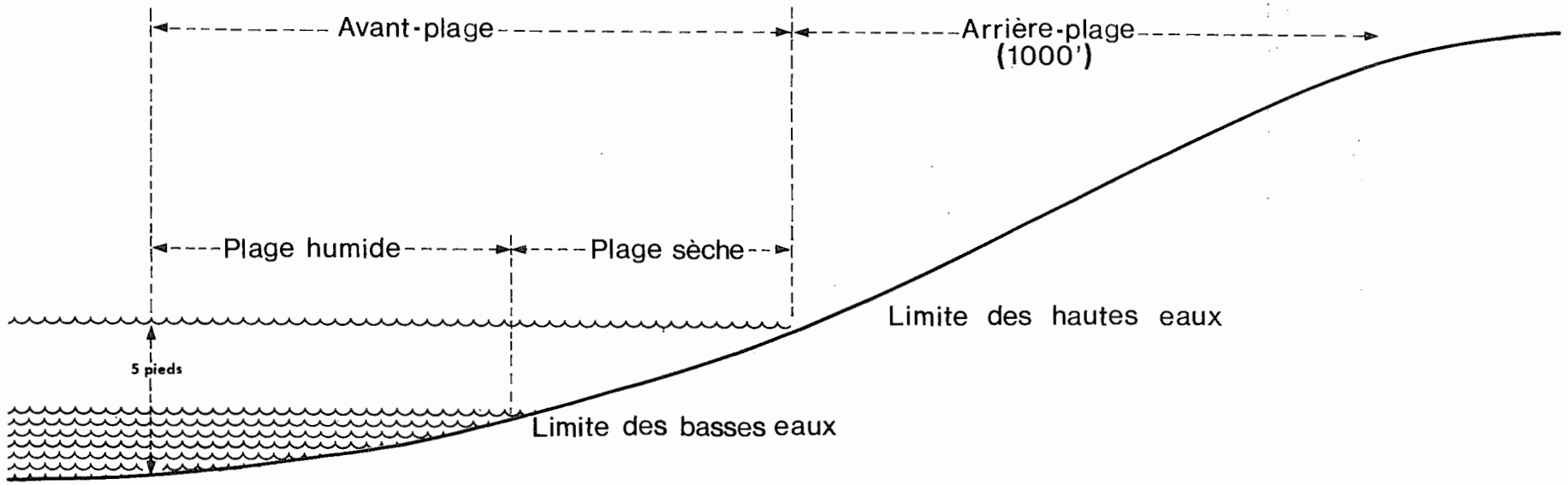
-  Dépôts sable et gravier fin
-  Marécages
-  Affleurements rocheux occupant plus de 50% de l'espace

*NOTE: Le chiffre indique la pente de l'arrière-plage. Cependant la bande entourant le lac représente uniquement la plage sèche. La largeur de celle-ci a été exagérée permettant une meilleure représentation cartographique.*

Carte préparée par la Service Divulgué des Eaux M R N (1974)

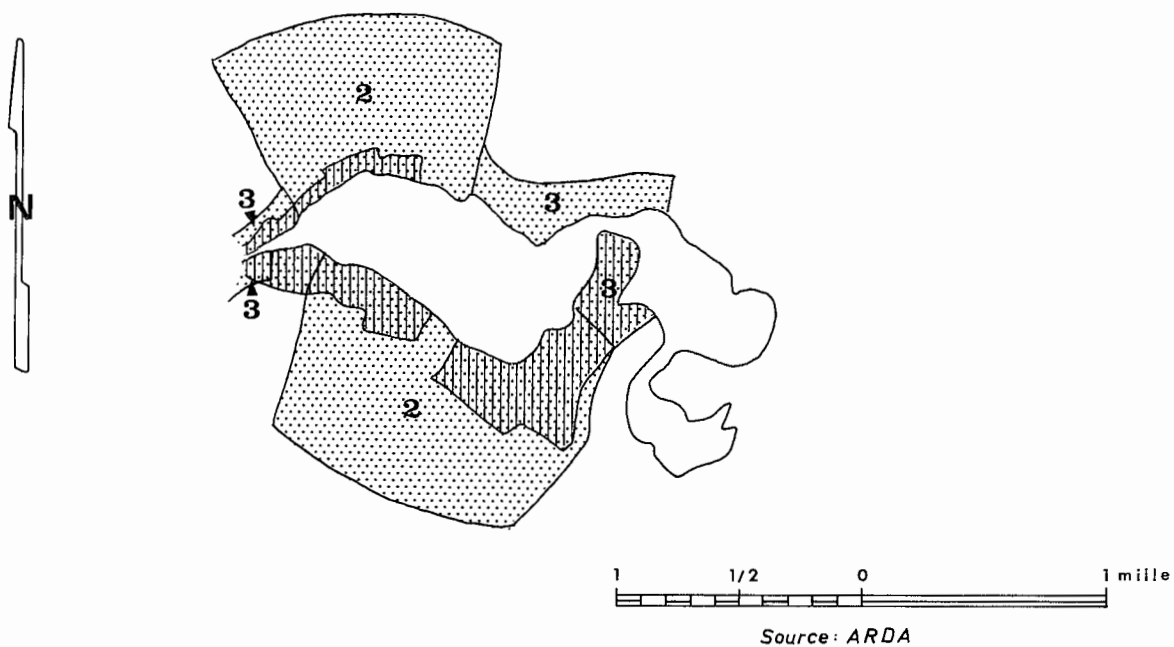


# SCHÉMA D'UNE SECTION DE RIVAGE



# LES TROIS LACS

## SECTEUR RÉCRÉATIF



Zones à très fort potentiel récréatif



Zones déjà occupées en loisirs (chalets, campings)

Note: Les zones de très fort potentiel ont une largeur exagérée, permettant une meilleure distinction des classes 1, 2 et 3.

pour l'installation de chalets et de terrains de camping ainsi que le développement des plages (cf. cartes X-1 et X-3). Quant à la baignade, si on ignore l'état qualitatif de l'eau, son potentiel est très élevé. Pour ce qui est des autres activités, leur potentiel moyen s'appuie essentiellement sur des critères morphométriques qui ne peuvent être modifiés.

On observe enfin, en se référant aux totaux des différentes catégories, que l'utilisation actuelle des Trois Lacs à des fins récréatives dépasse déjà un potentiel qui tient compte des conditions du milieu. Pour sa part, le potentiel brut se veut une cote essentiellement comparative bien qu'il soit supérieur à l'utilisation actuelle.



## CHAPITRE XI

### SYNTHESE DE LA SITUATION AUX TROIS LACS ET ENUMERATION DE CORRECTIFS

Les Trois Lacs sont des lacs eutrophes dont le rythme de vieillissement s'accélère depuis quelques années. Cette situation est en majeure partie la conséquence des diverses activités humaines dans l'environnement immédiat des lacs et dans tout son bassin de drainage.

Les échantillons, les enquêtes et les analyses, tant du milieu environnant que du système aquatique lui-même, nous ont permis de localiser les zones affectées, d'en identifier les problèmes, de mettre en évidence les conséquences de ces problèmes et même d'en déterminer les origines. Pour pallier à cette situation, nous énumérerons certaines solutions en estimant leurs impacts écologiques bénéfiques ou destructeurs. Ces renseignements sont synthétisés dans les tableaux qui suivent.

L'éventail de solutions proposées a comme principal objectif de ralentir le rythme d'eutrophisation des Trois Lacs et de restaurer la qualité du milieu aquatique à long terme.

Ces solutions sont présentées de façon très objective et seule une analyse socio-économique et de financement, qui dépasse les cadres de cette étude, permettra de faire un choix pertinent. Cependant, nous avons schématisé le problème fondamental d'eutrophisation des lacs en y situant les causes ainsi que les correctifs à apporter (schéma 11-1). Ce schéma permet, sans faire un choix de correctifs, de reconnaître leur divers effets à court ou long terme. Là ne sont pas toutes les solutions possibles, mais celles qui nous paraissent les plus effectives.

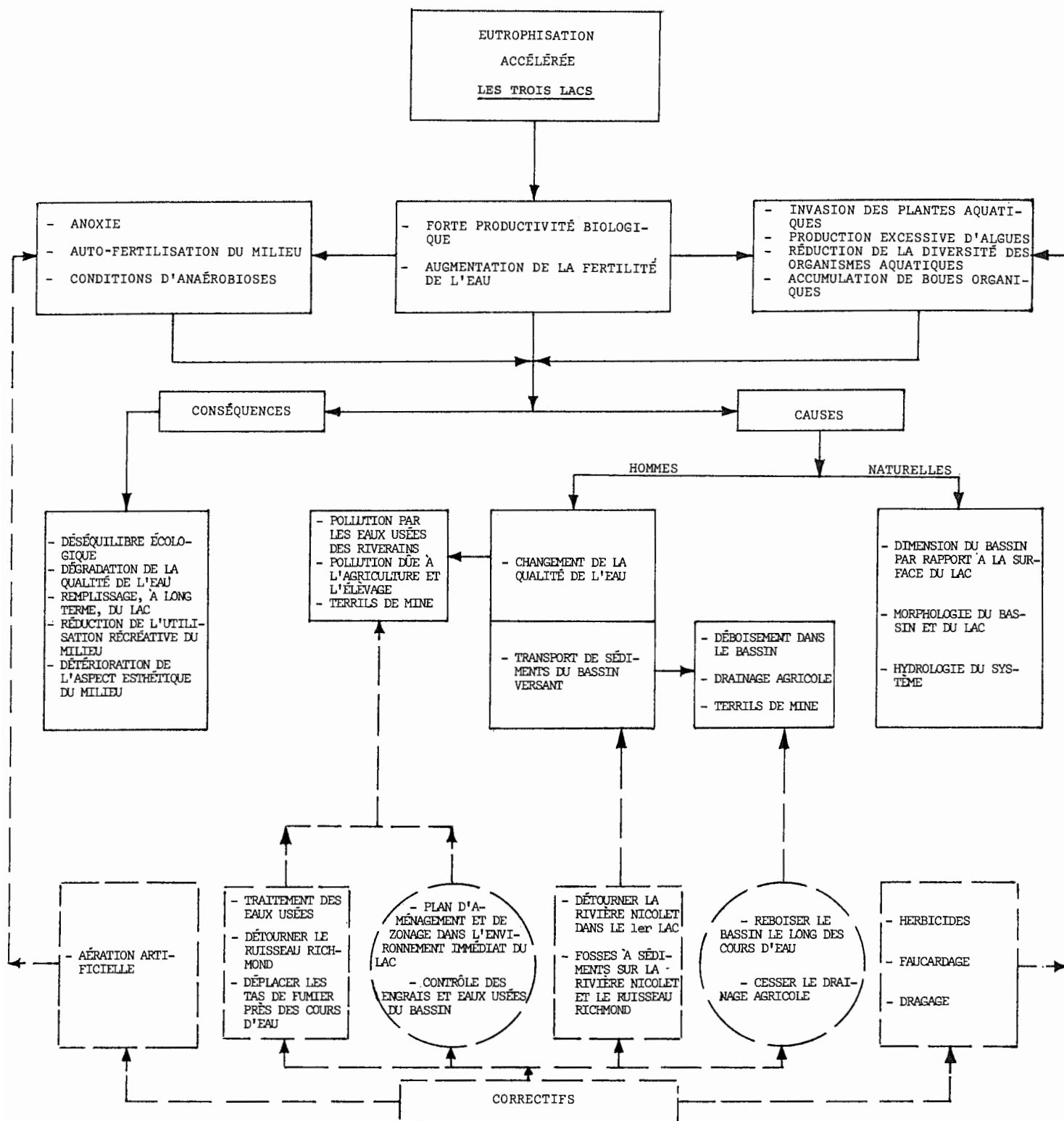
Cette étude, à caractère technique, complète la phase connaissance écologique du milieu. La prochaine étape consistera à élaborer un plan d'action pour protéger, conserver et restaurer les Trois Lacs

La division Limnologie du service Qualité des Eaux met à la disposition de quiconque veut les utiliser, toutes les données qui ont servi à cette étude.

D'autre part, nous sommes à la disposition de ceux qui voudront des informations supplémentaires et nous apprécierions grandement tous les commentaires relatifs à la présentation de ce rapport.

Enfin, nous tenons à remercier les étudiants qui ont collaboré à cette étude au cours de l'été 1972, soit: mademoiselle Hélène Levasseur, monsieur Camille Pomerleau, monsieur Richard Fortin, monsieur Laval Dubois, monsieur Michel Provencher.

XI-1 SCHEMA D'EUTROPHISATION DES TROIS LACS



--- - CORRECTIFS À COURT TERME

○ - CORRECTIFS À LONG TERME

\* La réalisation d'un barrage à l'exutoire est une solution pouvant résoudre les problèmes de variation du niveau de l'eau et non le problème d'eutrophisation

TABLEAU XI-1 SYNTHÈSE DE LA SITUATION AUX TROIS LACS.  
(PLAGES ET LITTORAL)

Zones affectées	Problèmes	Conséquences	Origines	Solutions	Impact écologique bénéfique	Impact écologique néfaste
Plages et littoral	1) Boues noirâtres déposées lors des variations du niveau de l'eau.	1) Réduit l'utilisation récréative des plages. 2) Détérioré l'aspect esthétique de la plage. 3) Augmente le potentiel de fertilité de l'eau. 4) Augmente la turbidité de l'eau. 5) Cause une forte utilisation d'O <sub>2</sub> .	1) Intrinsèque au lac due à la forte productivité biologique. 2) Bassin de drainage (hypothèse)	1) Dragage par succion.	1) Réduction de la masse de matière organique. 2) Amélioration des conditions aérobies du milieu.	1) Modification de l'habitat des organismes benthiques. 2) Effets secondaires sur la nourriture du poisson. 3) Augmentation de la turbidité de l'eau pendant une certaine période de temps.
				2) Dragage mécanique.	Idem à 1 et 2.	Idem à 1 et 3.
				3) Barrage.	Régularisation du niveau d'eau.	Surélévation de la nappe phréatique.
	Difficile à évaluer puisque ces impacts sont conditionnés par l'opération du barrage.					
	2) Envahissement par des plantes aquatiques.	1) Réduit l'utilisation récréative du lac. 2) Diminue l'aspect esthétique de la plage. 3) Favorise la prolifération de la végétation riparienne. 4) Favorise la multiplication des moustiques. 5) Augmente la charge organique dans le milieu et devient cause d'utilisation d'O <sub>2</sub> lors de la minéralisation.	1) Substrat de type organique. 2) Faible profondeur et faible pente du rivage. 3) Condition de fertilité de l'eau.	1) Herbicide.	1) Réduit la production primaire.	1) Effet secondaire toxique sur la chaîne alimentaire. 2) Accumulation dans les sédiments. 3) Destruction du support vital et de l'habitat des différents maillons de la chaîne alimentaire.
				2) Faucardage et récolte.	1) Idem à 1. 2) Réduit la masse organique et diminue la consommation d'oxygène dans le milieu par les bactéries décomposant ces plantes.	1) Idem à 3. 2) Destruction de sites naturels pour la nidification de certaines espèces d'oiseaux (1er lac). 3) Diminution de la capacité de fixation des sédiments



TABLEAU XI-2 SYNTHÈSE DE LA SITUATION AUX TROIS LACS.  
(ZONE PROFONDE DU DEUXIÈME LAC)

Zones affectées	Problèmes	Conséquences.	Origines	Solutions	Impact écologique bénéfique	Impact écologique néfaste
Zone profonde du 2 <sup>ième</sup> lac (36 pieds)	Anoxie au fond.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Disparition des organismes aérobies (bactéries).</li> <li>2) Réduction de la diversité des organismes benthiques.</li> <li>3) Augmentation du taux de CO<sub>2</sub>.</li> <li>4) Production de H<sub>2</sub>S dégageant une odeur nauséabonde.</li> <li>5) Diminution de la valeur du potentiel redox en favorisant la libération des nutriments (P, N) des sédiments.</li> <li>6) Possibilité de causer une mortalité chez les poissons en hiver.</li> <li>7) Accélération de la vitesse de la déposition des sédiments au fond.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Consommation d'oxygène due à l'activité des bactéries qui minéralisent la forte charge de matière organique provenant du bassin de drainage et de la production primaire intrinsèque au lac.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Oxygénation de la couche profonde (hypolimnion).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Permet le repeuplement des organismes aérobies et en particulier des bactéries qui accéléreront la vitesse de minéralisation de la matière organique.</li> <li>2) Augmente le pH au fond à cause de la diminution du taux de CO<sub>2</sub>.</li> <li>3) Augmente le potentiel redox afin de précipiter le fer, le phosphore, le manganèse, réduisant ainsi la fertilité de l'eau.</li> <li>4) Empêche la formation de H<sub>2</sub>S.</li> <li>5) Réduit la production primaire et les espèces phytoplanctoniques qui donnent à l'eau un mauvais goût et dégagent des odeurs nauséabondes.</li> <li>6) Oxyde et supprime les boues organiques à un faible coût.</li> <li>7) Préviend le phénomène de mortalité hivernale (poisson) si le système est utilisé à certaines périodes pendant l'hiver.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Création d'une certaine turbulence avec augmentation de la turbidité au fond.</li> </ol>
				<ol style="list-style-type: none"> <li>2) Oxygénation par un système à air comprimé.</li> </ol>	Idem à la solution 1.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Idem à 1 dans la masse d'eau.</li> <li>2) Déstratification thermique avec comme conséquences d'augmenter la température de l'hypolimnion et de diminuer la température de l'épilimnion.</li> <li>3) Danger d'accélérer la vitesse d'eutrophisation du milieu par la remise en circulation des substances nutritives emprisonnées dans l'hypolimnion lorsque la masse d'eau est stratifiée.</li> </ol>

TABLEAU XI-3 SYNTHÈSE DE LA SITUATION AUX TROIS LACS.  
(LES DEUXIÈME ET TROISIÈME LACS)

Zones affectées	Problèmes	Conséquences	Origines	Solutions	Impact écologique bénéfique	Impact écologique néfaste
Les deuxième et troisième lacs	Remplissage de ces lacs par les sédiments (sable et gravier).	1) Réduit l'utilisation récréative du lac.	1) Erosion dans le bassin de drainage due à un déboisement excessif.	1) Fosse à sédiments dans le cours de la rivière Nicolet.	1) Réduit l'apport de sable et gravier des deuxième et troisième lacs.	1) Difficile à évaluer.
		2) Modifie le régime hydrologique du lac qui devient de plus en plus semblable à celui d'une rivière.		2) Déviation de la rivière Nicolet du deuxième au premier lac.		
		3) Augmente la fertilité de l'eau (productivité primaire).	2) Drainage agricole dans certains tributaires.	3) Reboisement des rives de la rivière Nicolet.	3) Idem à 1.	nil
		4) Modifie l'habitat des organismes benthiques.		4) Cessation du drainage agricole.	4) Retient le sol.	5) Idem à 1.

TABLEAU XI-4 SYNTHÈSE DE LA SITUATION AUX TROIS LACS.  
(QUALITÉ DE L'EAU DE L'ENSEMBLE DES TROIS LACS)

Zones affectées	Problèmes	Conséquences	Origines	Solutions	Impact écologique bénéfique	Impact écologique néfaste
Qualité de l'eau de l'ensemble des Trois Lacs	1) Concentrations trop élevées de substances nutritives (phosphore et azote) au printemps.	1) Augmentation de la productivité biologique du milieu et accélération de l'eutrophisation des lacs et de leur remplissage. 2) Réduction de la diversité des organismes vivants. 3) Possibilité d'amener une production excessive de phytoplanctons (Bloom). 4) Effet de colmatage sur les plantes aquatiques due à la forte concentration de particules en suspension dans l'eau.	1) Agriculture du bassin de drainage par l'épandage d'engrais et de fumier au printemps. 2) Utilisation irrationnelle du territoire autour des Trois Lacs.	1) Etablissement de normes de contrôle des engrais pour réduire au minimum leur accès à la rivière. 1) Plan d'aménagement et de zonage. 2) Traitement des eaux usées.	1) Réduit l'apport d'éléments nutritifs dans la rivière et conséquemment au lac. Idem à 1. Idem à 1,	nil nil
	2) Concentrations élevées d'ions majeurs au cours de l'été à l'embouchure du ruisseau Richmond.	Idem à 1, 2, 3 et 4.	Dépôt de terrils.	Détournement sur une distance de 950 pieds du ruisseau Richmond.	Empêche les résidus d'amiante d'atteindre le lac.	nil



LEXIQUE

- ANAEROBIE:** Adj. et n.m. Se dit des micro-organismes ou de certains tissus vivant en l'absence d'air, donc d'oxygène, et tirant l'énergie nécessaire à leur vie de substances organiques qu'ils décomposent. (Contraire: AEROBIE)
- ANOXIQUE:** Adj. Se dit d'un manque ou déficit d'oxygène dissous qui provoque la mort ou la disparition de certains organismes dans une couche donnée d'une nappe d'eau.
- AUTOTROPHE:** Adj. Se dit des organismes végétaux et primaires (bactéries) qui sont capables d'élaborer leurs aliments organiques à partir d'éléments minéraux. (Contraire: HETEROTROPHE)
- BATHYMETRIE:** N. f. Mesure de la profondeur des mers ou des lacs.
- BENTHIQUE:** Adj. Se dit de ce qui a trait à l'ensemble des êtres, animaux et végétaux vivant sur le fond de la mer ou des eaux douces.
- BIOCENOSE:** N. f. Communauté vivante; association d'êtres vivants déterminée dans sa composition et dans sa physionomie par les propriétés du milieu et par les relations d'existence des êtres entre eux.
- BIOMASSE:** N. f. Poids total des organismes par unité de surface ou de volume.
- CONSUMMATEURS  
PRIMAIRE:** N.m. Organismes dont la source nutritive principale provient de la matière organique végétale.
- DENSITE DE  
DRAINAGE:** N.f. Caractéristique d'un bassin de drainage qui exprime la longueur des chenaux d'écoulement par unité de surface.
- DYSTROPHE:** Adj. Une eau dystrophe est une eau riche en substances humiques. Un lac dystrophe est un lac caractérisé par l'abondance des substances humiques qui lui donne une teinte allant du jaune au brun. Leur richesse est variable en zooplancton.

- EPILIMNION:** N.m. Partie supérieure d'un lac, au dessus de la couche du saut thermique (métalimnion) dans laquelle la répartition des températures, décroissant avec la profondeur, n'est pas stable.
- EUTROPHE:** N.m. Se dit du stade d'évolution et de vieillissement qu'a atteint un lac ou un étang, qui le mènera irrémédiablement à son comblement, sa mort, sa disparition.
- EUTROPHISATION:** N.f. Vieillissement plus ou moins accéléré d'un lac ou d'un étang.
- HYPOLIMNITIQUE:** Adj. Relatif aux êtres et aux choses localisés dans l'hypolimnion ou couche inférieure d'un lac, au-dessous de la couche du saut thermique (métalimnion) à température toujours basse, qui ne varie dans le courant de l'année que dans des limites réduites (quelques degrés seulement).
- HISTOGRAMME:** N.m. Graphique constitué par des rectangles de même base, placés côte à côte et dont la hauteur est proportionnelle à la quantité à représenter.
- INDICE BIOTIQUE:** N.m. Note globale déterminée d'après un tableau standard en fonction de la nature et du nombre des espèces rencontrées.
- ISOTHERMIE:** N.f. Situation où il n'existe pas de gradient de température entre les eaux de surface et celles du fond. (même température en surface et au fond).
- LOAM:** N.m. Un mélange de sable, d'argile et de limon en proportions diverses. Aussi un loam sera sableux si l'on constate les proportions suivantes: 15 à 20% d'argile, 50 à 70% de sable et 20 à 50% de limon.
- MARNAGE:** N.m. Elévation de la mer par suite de la marée.
- METALIMNION:** N.m. Zone intermédiaire dans un lac entre l'épilimnion et l'hypolimnion où la température s'abaisse rapidement et qu'on appelle aussi pour cette raison couche du saut thermique ou THERMOCLINE.

MESOTROPHE:	Adj. Se dit du stade intermédiaire de vieillissement entre l'oligotrophie et l'eutrophie.
NICHE ECOLOGIQUE:	N.f. Rôle ou occupation d'une espèce dans une biocénose.
NUTRIENTS:	N.m. Substances dont se nourrissent les formes de vie végétale.
OLIGOTROPHE:	N.f. Etat d'un lac jeune dont la production biologique est faible à cause de la pauvreté en constituants nutritifs de sa masse d'eau.
PALEOZOIQUE:	N.m. et adj. Les temps géologiques sont divisés en Eres. Ces dernières constituent la plus large unité de temps. L'Ere est elle-même divisée en période. Ainsi le Paléozoïque est l'Ere qui suit le Précambrien. Il s'étend de 500 à 200 millions d'années B.P. Il comporte sept (7) périodes qui vont du Cambrien ou Permien.
PERIPHYTON:	N.m. Ensemble des organismes vivant sur un support formé principalement par les plantes aquatiques supérieures.
PHYTOPLANCTON:	N.m. Ensemble des végétaux microscopiques et de petite taille en suspension dans la mer ou l'eau douce.
PODZOL:	N.m. Grand groupe de sols caractéristiques du Québec qui se développe surtout dans les zones assez bien égouttées, froides et humides.
RIPARIEN:	Adj. Qui habite les rivages.
STADE TROPHIQUE:	N.m. Stade d'évolution qu'a atteint un lac ou un étang.



- STRATIFICATION: Formation de couches de température parallèles ou  
THERMIQUE strates: observées suivant les saisons à l'intérieur d'une masse d'eau.
- SUBSTRAT: N.m. Mot d'origine latine employé par les Anglo-Saxons pour désigner les substances nutritives contenues ou introduites en complément dans l'eau usée et qui servent de support et de nourriture aux micro-organismes responsables de l'épuration biologique.
- TEMPS DE RENOUELEMENT: N.m. C'est le temps que prend l'eau du lac à se renouveler complètement: on fait le calcul en se servant du débit à l'exutoire et du volume du lac.
- TRANSECT: N.m. Axe d'un point à un autre où on prend des échantillons.
- TERRIL: N.m. Entassement des stériles (déblais) dans le voisinage d'une mine.
- ZONE TROPHOGENE: N.f. Partie supérieure d'un lac soumise à l'action de la lumière qui permet la synthèse des substances organiques par l'activité des végétaux verts du plancton ou des rives.
- ZOOPLANCTON: N.m. Organismes du règne animal composant le plancton.



## BIBLIOGRAPHIE

- BJORK, S., 1972. Bringing Sick Lakes Back to Health. Sartryek ur Teknisk Tidskrift 1972: 11.
- BLANCHARD, R., 1948. Le Centre du Canada Français, Province de Québec. Librairie Beauchemin Limitée, Montréal. 577 pages.
- BOURELLY, P., 1966. Les algues d'eau douce - algues vertes. Tome I. Editions N. Boubée & Cie, 3 Place Saint-André-des-Arts, Paris VI. 572 pages.
- BOURELLY, P., 1968. Les algues d'eau douce - algues jaunes et brunes. Tome II. Editions N. Boubée & Cie, 3 Place Saint-André-des-Arts, Paris VI. 438 pages.
- BOURELLY, P., 1970. Les algues d'eau douce - algues bleues et rouges. Tome III. Editions N. Boubée & Cie, 3 Place Saint-André-des-Arts, Paris VI. 512 pages.
- DERRUAU, M., 1956. Précis de Géomorphologie. Masson et Cie, Paris. 393 pages.
- DIXON, W.J. and F.J. MASSEY Jr., 1969. Introduction to Statistical Analysis. Third Edition. McGraw-Hill Book Company, Toronto. 638 pages.
- DRESSER, J.A. et T.C. DENIS, 1946. La Géologie de Québec. Vol. II, géologie descriptive, ministère des Mines, Province de Québec. 647 pages.
- DUSSARD, B., 1966. Limnologie. L'étude des eaux continentales. Gauthiers-Villars, Paris. 677 pages.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Office of Research and Monitoring, 1973. How Fast are U.S. Lakes Aging and Why? Environmental Science and Technology, 7(3): 198-199.

FASSET, N.C., 1966. A manual of Aquatic Plants. Uni. Wisconsin Press, U.S.A.. 405 pages.

GRANTNER, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Presses de l'Université Laval. 216 pages.

HAYNES, R.C., 1973. Some Ecological Effects of Artificial Circulation on a Small Eutrophic Lake with Particular Emphasis on Phytoplankton. Hydrobiologia, 43(3-4): 463-504.

HUTCHINSON, G.E., 1957. A treatise on Limnology . Vol I, Geography, Physics and Chemistry. John Wiley & Sons Inc. New-York. 1015 pages.

HUTCHINSON, G.E., 1967. A treatise on Limnology. Vol II. John Wiley & Sons Inc., New-York. 1115 pages.

LAGLER, K.F., 1956. Freshwater Fishery Biology. Second Edition. Wm. C. Company, Dubuque, Iowa. 421 pages.

MARIE-VICTORIN, FRERE, 1964. Flore laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal. 925 pages.

MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, 1973. Répertoire des municipalités et des commissions scolaires. Bureau de la statistique du Québec. 367 pages.

MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, 1971. Annuaire du Québec. Bureau de la Statistique du Québec, Editeur officiel du Québec. 835 pages.

- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1973. Connaissance du milieu forestier, Bassin de la Rivière Nicolet 205-00. Service des Plans d'aménagement. 82 pages.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1969. Eutrophication: causes, conséquences, correctives. Washington, D.C. 661 pages.
- OFFICE DE PLANIFICATION ET DÉVELOPPEMENT DU QUÉBEC, 1972. Projet Estrie, Livre Blanc sur l'orientation du développement de l'Estrie. 288 pages.
- PALMER, C.M., 1962. Algae in Water Supplies. U.S. Department of Health, Education and Welfare Public Health Service, Washington 25, D.C. 88 pages.
- PENNAK, R.W., 1953. Fresh-water invertebrates of the United States. The Ronald Press Cie, U.S.A. 769 pages.
- SCOOT, W.B. and E.J. CROOSMAN, 1973. Freshwater fishes of Canada. Bulletin 184, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 966 pages.
- STRAHLER, A.N., 1962. Physical Geography. John Wiley and Sons Inc. New-York. Fourth printing. 533 pages.
- STATISTIQUE CANADA, 1973. Recensement du Canada 1971. Agriculture Québec, Ottawa.
- TUFFERY, G. and J. VERNEAUX, 1967. Méthode de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. C.E.R.A.F.E.R. Paris. 23 pages.

USINGER, R.L., 1971. Aquatic Insects of California.  
Uni.of California Press, U.S.A. 509 pages.

UTERMÖHL, H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen  
phytoplankton methodik. Mitteilungen. Communications  
no. 9, Mitt. int. Ver. Limnol. Stuttgart. 1-38.

WARD, H.B. and G.C. WHIPPLE, 1959. Fresh-water Biology.  
W.T. Edmondson, 2 ed, U.S.A. 1248 pages.

