



Gouvernement
du Québec
**Ministère des
Richesses
naturelles**

DIRECTION GÉNÉRALE
DES EAUX

étude limnologique

LAC NICOLET

COMTÉ DE WOLFE



étude limnologique
LAC NICOLET
COMTÉ DE WOLFE

BIBLIOTHEQUE NATIONALE DU QUEBEC
Eléments de catalogage avant publication

Québec (Province) Service de la qualité des eaux.
Division limnologie.

Etude limnologique (P.I.E.-1973) : Lac
Nicolet, Comté de Frontenac / Gouvernement du
Québec, Ministère des Richesses naturelles,
Direction générale des eaux, (Division
limnologie).- (Québec : la Division,
Q.E.-14)

Lexique.
Bibliographie.

1. Limnologie - Nicolet, Lac. I. Titre
(Collection: Québec (Province) Direction
générale des eaux. Qualité des eaux; Q.E.-14)
R5E2Q3/14

CHARGES DE LA COORDINATION

Michel Lamontagne, D.E.A.

Jean-Pierre Gauthier, biol.

CHARGES D'ETUDES SECTORIELLES

BIOGEOGRAPHIE

- HUMAINE : Marie Le Rouzès, géographe
- PHYSIQUE : Jacques Alain, géographe

BIOLOGIE

- VEGETATION
AQUATIQUE : Ginette Gour, biologiste
- INVERTEBRES : Ginette Gour, biologiste
- PHYCOLOGIE : Philippe Gentes, biologiste
- ICTHYOLOGIE : Pierre Mathieu, biologiste

PHYSICO-CHIMIE

- ANALYSE : José Lopez, chimiste
- INTERPRETATION : Pierre Mathieu, biologiste

RELEVES

- : Rémy Levesque, tech.
- : Pierre Lemoyne, tech.
- : Denis Robichaud, tech.

TABLE DES MATIERES

	Introduction	1
Chapitre I	Description du milieu environnant	3
	1.1 Description du milieu physique	4
	1.2 Description du milieu humain	8
	1.3 Aspects sociaux-économiques	8
Chapitre II	Description du milieu aquatique	9
	2.1 Morphométrie du lac	10
	2.2 Hydrologie du lac	11
	2.3 Physico-chimie du lac	11
	2.4 Physico-chimie d'un tributaire	27
	2.5 Biologie	30
Chapitre III	Classification du niveau trophique	59
	3.1 Méthode de classification	60
	3.2 Classification du niveau trophique d'après la phycologie	61
	3.3 Classification du niveau trophique d'après les invertébrés benthiques	63
Chapitre IV	Utilisation actuelle et potentielle	65
	4.1 Méthodologie	66
	4.2 Résultats	67
Chapitre V	Description de la carte d'inventaire écologique	71
	Conclusion et remerciements	73
	Lexique	75
	Bibliographie	79
LISTE DES TABLEAUX		
I-1:	Données morphométriques du bassin versant	4
I-2:	Données météorologiques (1946-1972)	5
I-3:	Superficie et pourcentage des modes d'utilisation du sol	7
II-1:	Données morphométriques du lac	10
II-2:	Conductivité, ions majeurs et oligo-éléments dans le lac Nicolet le 1er mai 1973 (moyenne et écart-type)	22
II-3:	Conductivité, ions majeurs et oligo-éléments dans le lac Nicolet le 25 juin 1973 (moyenne et écart-type)	23
II-4:	Conductivité, ions majeurs et oligo-éléments dans le lac Nicolet le 30 juillet 1973 (moyenne et écart-type) ..	24
II-5:	Conductivité, ions majeurs et oligo-éléments dans le lac Nicolet (incluant tous les résultats obtenus aux deux stations): étendue, moyenne, écart-type et nombre d'observations	25

II-6:	Données physico-chimiques du tributaire T-1N3E au lac Nicolet (moyenne et écart-type)	28
II-7:	Principaux genres d'algues retrouvées à la station L-1N2E (Nombre de cellules/millilitre)	34
II-8:	Principaux genres d'algues retrouvées à la station L-2N3E (nombre de cellules/millilitre)	35
II-9:	Distribution numérique (nombre d'individus/0.5 pi ²) des invertébrés benthiques du lac Nicolet	39
II-10:	Liste des espèces de poissons capturés aux filets maillants et à la nasse au lac Nicolet	43
II-11:	Liste des espèces de poissons capturés à la nasse au lac Nicolet	44
II-12:	Statistiques de l'efficacité de la pêche aux filets maillants dans la zone littorale du lac Nicolet	47
II-13:	Statistiques morphologiques des espèces de poissons capturés aux filets maillants au lac Nicolet	48
II-14:	Valeur des coefficients a et b de la relation longueur-poids (Log P = Log a + b Log Lt) des poissons capturés aux filets maillants au lac Nicolet	51
II-15:	Liste des ensemencements (M.T.C.P.)	57
III-1:	Indices trophiques du système numérique de classification	62
IV-1:	Utilisation actuelle et potentielle	69

LISTE DES FIGURES

II-1:	Température, oxygène dissous et pourcentage de saturation dans le lac Nicolet à la station L-2N3E	15
II-2:	Courbes d'épuisement en oxygène dissous (% de saturation) au fond du lac Nicolet (station L-2N3E), du lac St-François (station L-23N14E) et des Trois Lacs (station L-2N3E)	17
II-3:	pH, alcalinité totale, conductivité et nutriments en surface (1 m) et en profondeur (20 - 25 m) dans le lac Nicolet à la station L-2N3E	19
II-4:	Evolution des classes d'algues dans le temps à la station L-1N2E	33
II-5:	Evolution des classes d'algues dans le temps à la station L-2N3E	33
II-6:	Densité phytoplanktonique aux deux stations durant l'été 1973	36
II-7:	Densité phytoplanktonique des stations L-1N2E et L-2N3E et biomasse planctonique	36
II-8:	Indice de diversité moyen des invertébrés benthiques du lac Nicolet en fonction de la profondeur	42
II-9:	Courbe de régression longueur-poids de <i>Perca flavescens</i> (perchaude) au lac Nicolet	49
II-10:	Courbe de régression longueur-poids de <i>Catostomus commersoni</i> (meunier noir) au lac Nicolet	50

LISTE DES CARTES

II-1:	Localisation des stations d'échantillonnage du lac et d'un tributaire	13
II-2:	Localisation des transects. Echantillonnage des invertébrés benthiques. Lac Nicolet	38

INTRODUCTION

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

Le programme P.I.E. étant strictement un programme d'inventaire, cette étude se veut essentiellement descriptive des conditions limnologiques et des caractéristiques du milieu environnant. L'étude des problèmes particuliers et des mesures correctives à apporter ne fait pas partie du programme d'inventaire; elle est toutefois annexée au rapport quand il y a lieu.

Etant donné qu'aucun problème d'ordre écologique n'a été détecté au lac Nicolet les résultats du P.I.E. sont présentés ici dans un rapport descriptif des données, accompagné d'une carte d'inventaire écologique des milieux aquatique et environnant. A notre avis, cette forme de présentation s'adapte bien à toutes les catégories d'utilisateurs.

Ce travail technique est donc un pré-requis à l'élaboration de mesures concrètes de protection et de conservation du lac Nicolet. A cet effet l'équipe limnologique du Service Qualité des Eaux est à la disposition de ceux qui travaillent à cette tâche.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DU MILIEU ENVIRONNANT

1.1

DESCRIPTION
DU MILIEU
PHYSIQUE1.1.1
Situation

Le lac Nicolet est situé dans une région assez éloignée des grands centres urbains et sa principale voie d'accès est la route no: 161. Sa situation géographique le situe dans la municipalité des Saints-Martyrs-Canadiens à l'extrémité sud-ouest de la région administrative 03 (Québec), dans le comté de Wolfe.

1.1.2

Morphométrie
et hydrogra-
phie du bas-
sin versant

Le lac Nicolet se présente comme une cuvette encaissée entre une série de collines dont les sommets culminent jusqu'à 1500 pieds (456 mètres). Le niveau moyen du lac étant de 1148 pieds (348.9 mètres) au-dessus du niveau de la mer, la dénivellation entre les sommets et le lac est donc de 352 pieds (107 mètres). Le bassin versant qui couvre une étendue de 3.58 milles carrés (9.26 km²) présente donc un aspect accidenté où dominent les fortes pentes. (voir CARTE C.Q.E. 14).

TABLEAU: I-1 DONNEES MORPHOMETRIQUES DU BASSIN VERSANT

DONNEES	VALEUR
Superficie du bassin versant (sans le lac)	3.58 milles carrés (9.26 km ²)
Nombre de tributaires	2
Nombre de chenaux	2
Longueur totale des chenaux	1.68 mille (2.70 km)
Longueur moyenne des chenaux	0.84 mille (1.35 km)
Densité de drainage	0.46 mille/mille carré (0.29 km/km ²)
Densité hydrographique	0.55
Nombre de lacs	2

Ce petit bassin versant ne comporte que deux tributaires d'une longueur totale de 1.68 mille (2.70km). Nous supposons donc que le lac est alimenté par des eaux souterraines puisque le ruissellement de surface est pratiquement absent. On constate en effet que la densité de drainage est très faible, environ 0.46 mille/mille carré (0.29 km/km²). Cet indice peut s'expliquer par le fait que ce bassin est encaissé et recouvert presque entièrement de forêt.

1.1.3
Climatologie

Les données climatiques produites dans le TABLEAU I-2 ont été prises à la station météorologique de Garthby opérée par le Service de Météorologie du ministère des Richesses naturelles; celle-ci est en service depuis 1946. La station est située sur la rive ouest du lac Aylmer à une distance d'environ 8 milles (12.8 km) à l'est du lac Nicolet. Il est bien entendu que ces valeurs doivent être interprétées comme points de référence puisqu'une différence d'altitude de 335 pieds (101.8 m) sépare le lac Nicolet (1148 pieds, 348.9 m) du lac Aylmer (813 pieds, 247.1 m) et que la configuration du relief est totalement différente aux deux endroits.

TABLEAU I-2 DONNEES METEOROLOGIQUES (1946-1972)

Température moyenne annuelle	39.3 ⁰ F (4.0 ⁰ C)
Amplitude moyenne annuelle	53.0 ⁰ F (11.5 ⁰ C)
Nombre de jours sans gel	194
Précipitation totale annuelle	43.90 po. (111.50 cm)
Précipitation moyenne maximum (août)	4.81 po. (12.21 cm)
Précipitation moyenne minimum (avril)	2.85 po. (7.23 cm)

L'été 1973 fut un été relativement chaud, les températures moyennes de juin, juillet et août furent respectivement de 63.7⁰F (17.2⁰ C), 62.2⁰ F (16.7⁰ C) et 68.5⁰ F (20.2⁰ C) comparativement aux moyennes mensuelles des années 1946 à 1972 qui furent de 62.4⁰ F (16.8⁰ C) en juin, 64.9⁰ F (18.1⁰ C) en juillet et 62.2⁰ F (16.7⁰ C) en août. Quant aux précipitations, elles ont été faibles (2.38 pouces, 6.04 cm) en juillet 1973, par rapport à la moyenne (4.51 pouces, 11.45 cm) des années 1946 à 1972; elles ont par contre été plus fortes en août 1973.

Un retour au TABLEAU I-2 nous fait constater une amplitude (différence de température entre la moyenne des mois les plus chauds et la moyenne des mois les plus froids) de 53⁰ F (11.6⁰ C), ce qui est relativement fort. Les valeurs de précipitation caractérisent une région arrosée mais qui demeure dans la moyenne du Québec. Bref, on peut qualifier de continental et tempéré le climat de la région.

1.1.4
Géologie et
dépôts me-
bles

L'assise rocheuse du bassin versant est d'âge paléozoïque c'est-à-dire qu'elle couvre une période allant de 500 millions à 285 millions d'années (Voir CARTE C.Q.E. 14). La plus ancienne, soit celle du cambrien, est représentée par des quartzites et des ardoises, roches que l'on retrouve sur la rive ouest du lac et au nord du bassin. Les roches datant de l'ordovicien consistent surtout en gabbro et sont situées au sud et à l'est du bassin. La période du Silurien comprend de la péridotite riche en olivine avec de la serpentine et du talc; celle-ci se distribue en sections, le long du rivage du lac ainsi que sur toutes les îles. Le granite et d'autres roches acides intrusives occupent une mince bande allant de la rive est du lac jusqu'aux abords du mont Louise. Cette dernière formation date du dévonien (Cooke, 1938).

Quant aux dépôts meubles, ils consisteraient vraisemblablement en dépôts morainiques. D'ailleurs le rivage du lac est composé à 95% de blocs de tailles variées et on ne retrouve que très peu de bande de sable.

1.1.5
Végétation
forestière

La végétation climacique de la région est l'érablière à bouleau jaune qui couvre la majeure partie du bassin versant. Ce type de forêt repose sur des dépôts généralement épais, de bonne qualité et bien drainés.

Le nord du bassin est occupé par la forêt de recolonisation qui consiste surtout en peupliers faux-tremble, en bouleaux blancs, en feuillus intolérants et en mélangés. Enfin on note l'absence presque totale de zones humides supportant des aulnes. (Voir CARTE C.Q.E. 14).

1.1.6
Utilisation
du sol

D'après l'analyse de la carte produite par l'A.R.D.A. (Voir CARTE C.Q.E. 14) on note que l'utilisation du sol dans le bassin est largement dominée par l'affectation forestière qui compte pour 84.09% du territoire. On retrouve la forêt à peu près partout, sauf dans la partie nord-est du bassin où l'on rencontre les zones déboisées attribuées à l'agriculture et à la présence urbaine.

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

UTILISATIONS	MILLES CARRÉS	KILOMETRES CARRÉS	POURCENTAGE
Zones urbaines	0.03	0.07	.83
Extraction et mines	-	-	-
Zones de loisirs et chalets	0.26	0.67	7.26
Grandes cultures	0.06	0.16	1.67
Pâturages semi-naturels et friches récentes	0.16	0.42	4.48
Terres en friche	0.06	0.15	1.67
Forêt spontanée et plantée	3.01	7.79	84.09
Marais, marécages	-	-	-
Surface d'eau	-	-	-
TOTAL	3.58	9.26	100

La fonction récréative occupe elle aussi une place de choix; malgré le fait qu'elle ne couvre que 7.26% de la superficie, elle occupe le second rang. Ce type d'utilisation du sol se présente dans le paysage comme une mince bande longeant les rives est, nord et nord-ouest du lac Nicolet. On retrouve également un petit îlot de cette catégorie près de l'exutoire du lac.

Dans le territoire du bassin, les zones agricoles se situent exclusivement au nord-est, près du village des Saints-Martyrs-Canadiens. Les superficies sont minimes et la fonction agricole semble diminuée car on y trouve deux types d'utilisation qui annoncent à plus ou moins brève échéance le déclin de l'agriculture: les pâturages semi-naturels et les terres en friche. D'ailleurs en regardant le tableau, on constate que l'agriculture occupe une place de peu d'importance.

Il en est de même pour l'affectation urbaine qui ne couvre qu'une superficie de 0.03 mille carré (0.07 km²).

Le bassin se présente donc comme un territoire majoritairement boisé dont l'occupation humaine la plus intensive se limite à une mince zone récréative sur une partie des rives du lac Nicolet.

1.2 DESCRIPTION DU MILIEU HUMAIN

La densité de la population est très faible soit 4.64 habitants au mille carré. La population totale de la municipalité des Saints-Martyrs-Canadiens est évaluée à seulement 196 habitants (1972).

1.2.1 Densité de la population et population li- mitrophe du lac

Lors de l'enquête effectuée sur le terrain, durant l'été 1973, on a dénombré 227 habitants permanents (42 résidences) et 400 habitants saisonniers pour 90 chalets. On voit donc que la pression démographique n'est pas tellement forte sur le lac Nicolet.

1.3. ASPECTS SOCIO- ECONOMIQUES

1.3.1 Evaluation municipale

L'enquête auprès de la municipalité nous a révélé une évaluation municipale de \$422,900.00. Ce chiffre ne nous apparaît pas comme très considérable mais étant donné la faible pression humaine dans le bassin du lac Nicolet, il semble plausible.

1.3.2 Activités économiques

Nous avons observé aucune activité industrielle et récréative dans le bassin versant du lac Nicolet. Par activité récréative, on entend les terrains de camping et les plages publiques. Les seuls équipements inventoriés consistent en un terrain de jeux, un court de tennis et un quai. Cependant les résidents des chalets apportent certainement une source de revenus supplémentaires pour le village des Saints-Martyrs-Canadiens.

L'agriculture est faiblement représentée. On ne compte que quatre cultivateurs, pour un total de 100 animaux, tandis qu'en 1971 on dénombrait 10 fermes et un cheptel animal de 227 animaux (Agriculture Québec, Recensement du Canada 1971, Statistique Canada).

1.3.3 Alimentation en eau et rejet des eaux usées

Il n'existe pas de réseau d'aqueduc pour les habitants du bassin. Ceux-ci s'alimentent à partir de puits artésiens et de sources. Quant aux eaux usées, elles s'éliminent par le biais d'installations septiques.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DU MILIEU AQUATIQUE

2.1
MORPHOMETRIE
DU LAC

Situé à une altitude de 1148 pieds, (348.9 m) le lac Nicolet occupe une superficie de 1.55 mille carré (4.01 km²). On peut donc le considérer comme un petit lac. Quant à la ligne de rivage, elle s'allonge sur une distance de 7.45 milles (11.9 km) ce qui nous donne un rapport périmètre/surface de 4.8 milles/mille carrés (2.9 km/km²). L'indice de développement de la ligne de rivage est de 1.68; ce qui signifie que nous avons 1.68 fois plus de ligne de rivage que la circonférence d'un cercle dont la superficie serait égale à celle du lac. On voit donc qu'il s'agit d'un lac peu hachuré, ayant une ligne du rivage plutôt uniforme (Hutchinson, 1957 et Dussard, 1966).

TABLEAU II-1 DONNEES MORPHOMETRIQUES DU LAC

Superficie du lac	1.55 mille carré (4.01 km ²)
Altitude du lac	1148 pieds (348.9 m)
Ligne de rivage	7.45 milles (11.9 km)
Longueur maximale	3.0 milles (4.8 km)
Largeur maximale	1.2 mille (1.9 km)
Largeur moyenne	0.51 mille (0.82 km)
Rapport d'allongement du lac	2.5
Rapport périmètre/surface	4.8 milles/mille carrés (2.9 km/km ²)
Indice de développement du rivage	1.68
Nombre d'îles	7
Superficie des îles	0.04 mille carré (0.13 km ²)
Indice d'insulosité	0.025
Pourcentage d'occupation des îles	2.5%
Volume du lac	2,530,660,000 pi. cubes (71,600,000 m ³)
Profondeur maximale	136 pieds (41.3 m)
Profondeur moyenne	56.7 pieds (17.2 m)
Indice de développement de la forme	0.416

Une des caractéristiques du lac Nicolet est la présence d'îles, qui sont au nombre de sept (7). Le pourcentage d'occupation des îles demeure quand même faible puisqu'il n'atteint que 2.5% de la surface totale du lac.

Malgré la faible superficie du lac, le volume de 2,530,660,000 pieds cubes (71,600,000 m³) est justifié par la présence de trois fosses, dont les profondeurs sont respectivement de 136 pieds (41.3 m), 110 pieds (33.4 m) et 70 pieds (21.2 m), (Tourisme, Chasse et Pêche 1956). Quant à la profondeur moyenne, elle reflète bien le volume du lac puisqu'elle atteint 56.7 pieds (17.2 m).

A l'étude de la carte bathymétrique du lac Nicolet produite par le ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche, on remarque que la pente du littoral est assez abrupte. L'aspect encaissé du bassin versant du lac Nicolet est en étroite relation avec ce phénomène.

2.2
HYDROLOGIE
DU LAC

En ce qui concerne l'aspect hydrologique du lac, les données pertinentes étaient inexistantes. Dès lors, le service de l'Hydrométrie du ministère des Richesses naturelles installa une station limnimétrique à la sortie du lac. Elle fut en opération de juin à octobre 1973. A l'aide des données de cette station, ainsi que des précipitations totales tombées dans le bassin et de la hauteur de la lame d'eau, le service de l'Hydrométrie a calculé un module de 9.7 pieds cubes seconde (0.27 m³/sec.) à l'exutoire du lac.

Avec un tel module, le temps de renouvellement s'étend sur une période de 8.3 années. On comprend donc que des changements brusques dans la qualité de l'eau du lac puissent avoir des effets irrémédiables, la masse d'eau ne se renouvelant que très lentement.

2.3
PHYSICO-
CHIMIE
DU LAC

Le lac Nicolet et son principal tributaire ont été échantillonnés de façon assez intensive au cours de l'été 1973. En effet, deux stations situées en milieu lacustre et un tributaire ont été échantillonnées à six et sept reprises et cela pour une vingtaine de paramètres physico-chimiques. Vu le volume considérable de données recueillies à ce lac, les résultats ne sont pas présentés intégralement mais plutôt sous forme de tableaux et de figures récapitulatifs. Conséquemment, il peut arriver que la description physico-chimique fasse allusion à des résultats non inclus en tant que tels dans ce rapport. De plus, les résultats de température et d'oxygène dissous ne sont présentés que pour la station L-2N3E (station située en zone profonde).

2.3.1 Matrice d'échantil- lonnage

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

Au lac Nicolet, on a choisi trois cellules pour l'échantillonnage deux pour le lac L-2N3E et L-1N2E et une pour un tributaire, T-1N3E (Voir CARTE II-1).

2.3.2 Régime thermique

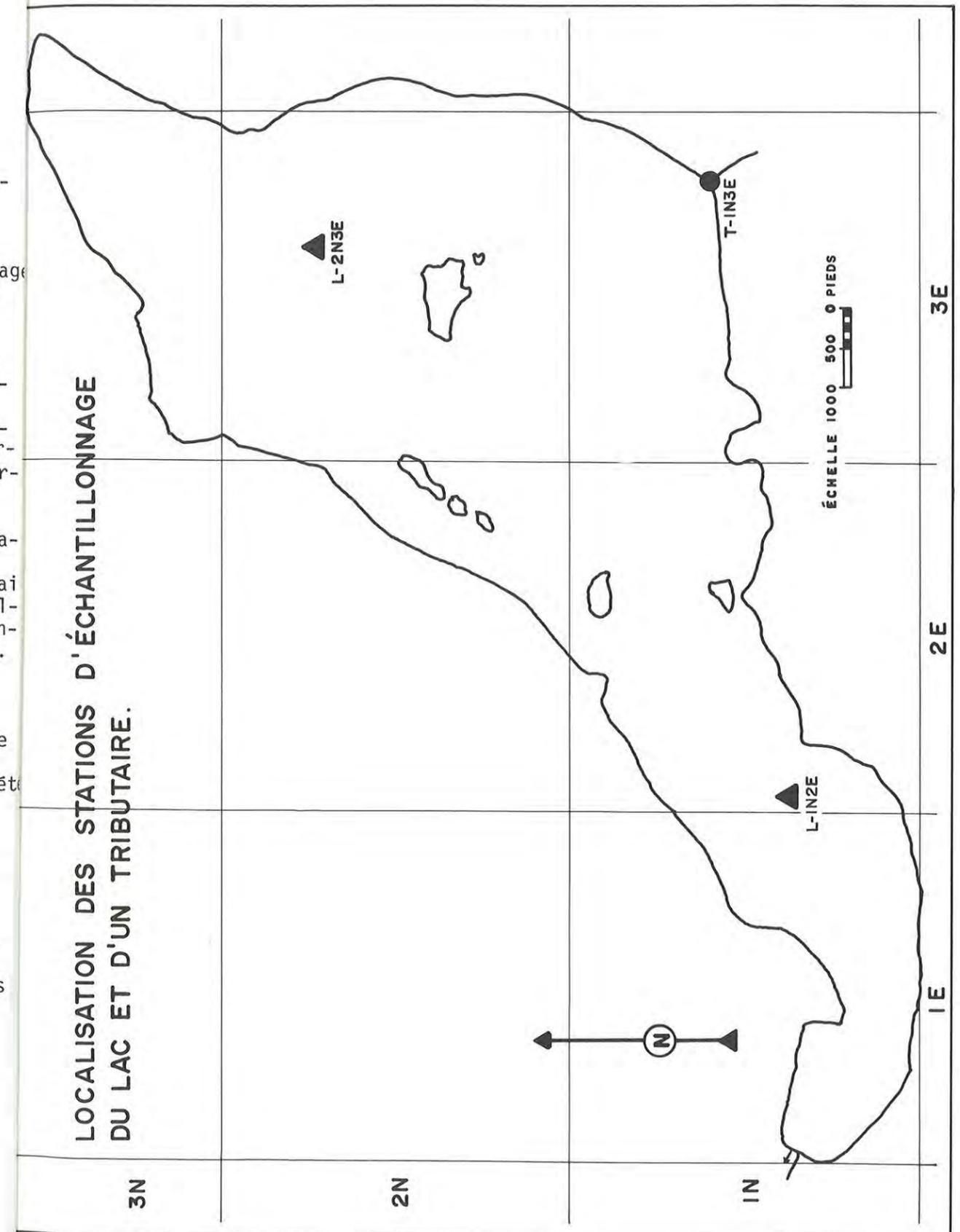
Le lac Nicolet est un lac dimictique, c'est-à-dire un lac dont les eaux circulent deux fois par année. Ces deux périodes de circulation se situent au printemps, après le calage des glaces et à l'automne après le refroidissement des eaux. Ces deux périodes d'isothermie sont entrecoupées par deux périodes de stratification thermique, la stratification directe estivale et la stratification inverse hivernale.

Le calage des glaces s'est produit vers la dernière semaine d'avril au lac Nicolet. L'isothermie engendrée (Voir FIGURE II-1) par ce phénomène dure un court laps de temps puisque déjà à la fin de mai un gradient de 2 à 3° C est observé entre les eaux de surface et celles du fond. Cependant, cette période de temps est suffisamment longue pour permettre aux eaux du fond de se réchauffer jusqu'à 6.0° C.

Vers la mi-juin, une stratification thermique s'installe. Cette stratification thermique va en s'accroissant jusqu'au début d'août où un gradient d'environ 15° à 17° C existe entre les eaux de l'épilimnion et celles de l'hypolimnion. La thermocline, suite à sa formation au début de juin, descend quelque peu au cours de l'été pour se fixer vers sept ou huit mètres.

Le lac Nicolet est un lac encaissé et à l'abri des vents; de plus, la densité de drainage du bassin versant de ce lac est très faible (0.46 km/km²), seulement deux tributaires de faible débit ont été observés. Conséquemment, la profondeur à laquelle se fixe la thermocline dans le lac Nicolet dépend principalement de la diffusion naturelle des radiations solaires dans les eaux de surface du lac et non pas de l'action mécanique des vents et des tributaires (courant de densité supérieure à celle des eaux de surface du lac) qui peuvent dans d'autres cas influencer la profondeur à laquelle se fixe la thermocline.

La température maximale observée est de 23.5° C en surface au début d'août. Les eaux de l'hypolimnion des zones profondes se réchauffent jusqu'à une température voisine de 7° C à la station L-2N3E et de 9° C à la station L-1N2E. Le fait que la température des eaux de l'hypolimnion varie passablement autour de 4° C au



cours de l'année nous incite à classer le lac Nicolet comme un lac dimictique de second ordre (Hutchinson 1957). On remarque également pendant l'été que les eaux situées à proximité du fond (un à cinq mètres au-dessus du fond) sont occasionnellement un peu plus chaudes (jusqu'à 0.50 C) que les eaux de l'hypolimnion au-dessus de ces dernières. Cette dernière observation peut s'expliquer par un phénomène de conduction thermique à partir des sédiments de fond.

À la fin de septembre, on observe que la stratification thermique est considérablement diminuée, un gradient d'environ 80 C subsistant entre les eaux de surface et celles du fond à la station L-2N3E; les eaux de surface se refroidissant, la thermocline se trouve à descendre en profondeur, se situant vers onze (11) mètres à cette période.

Cette thermocline finira par s'estomper vers la fin octobre et le lac se trouvera par la suite en période d'isothermie (isothermie à environ 5.50 C observée à la mi-novembre à la station L-2N3E) jusqu'à la prise de glaces vers la fin de novembre ou le début de décembre. En hiver, une stratification thermique inverse s'installe, les eaux situées immédiatement en-dessous de la glace étant proche de 0° C et celles de l'hypolimnion plus denses se maintenant aux environs de 40 C. Au mois de mars 1974 un gradient de 10° C est observé entre les eaux de surface (1.50 C) et celles du fond (2.50 C) à la station L-2N3E).

Le bilan calorifique d'un lac correspond à la différence entre la quantité de chaleur accumulée à la fin de la plus chaude période de l'année et la quantité de chaleur résiduelle à la fin de la période la plus froide. Vu qu'en 1973 nous ne disposons pas des données de température pour la période la plus froide nous nous sommes servis des résultats recueillis le 12 mars et le 28 août 1974 à la station L-2N3E. Il est à noter que ce bilan calorifique peut varier d'une année à l'autre selon les conditions climatiques.

Les calculs ont été effectués pour des tranches d'eau d'une épaisseur de 10 pieds (3.0 m) et la zone inférieure à plus de 100 pieds (30 m) a été négligée (environ 4.6% du volume du lac Nicolet) faute de données. Le bilan calorifique annuel et global du lac Nicolet s'élève à 7.54×10^{14} calories ce qui correspond approximativement à une moyenne de 18,800 calories par centimètre carré de superficie du lac Nicolet (pour une colonne d'eau d'une hauteur égale à la profondeur moyenne du lac).

Comme on peut le constater (voir FIGURE II-1), la stratification thermique influence la distribution de l'oxygène dissous en profondeur. Cependant, afin de bien percevoir les variations d'oxygène dissous en fonction de la profondeur, on doit faire abstraction

2.3.3 Oxygène dissous

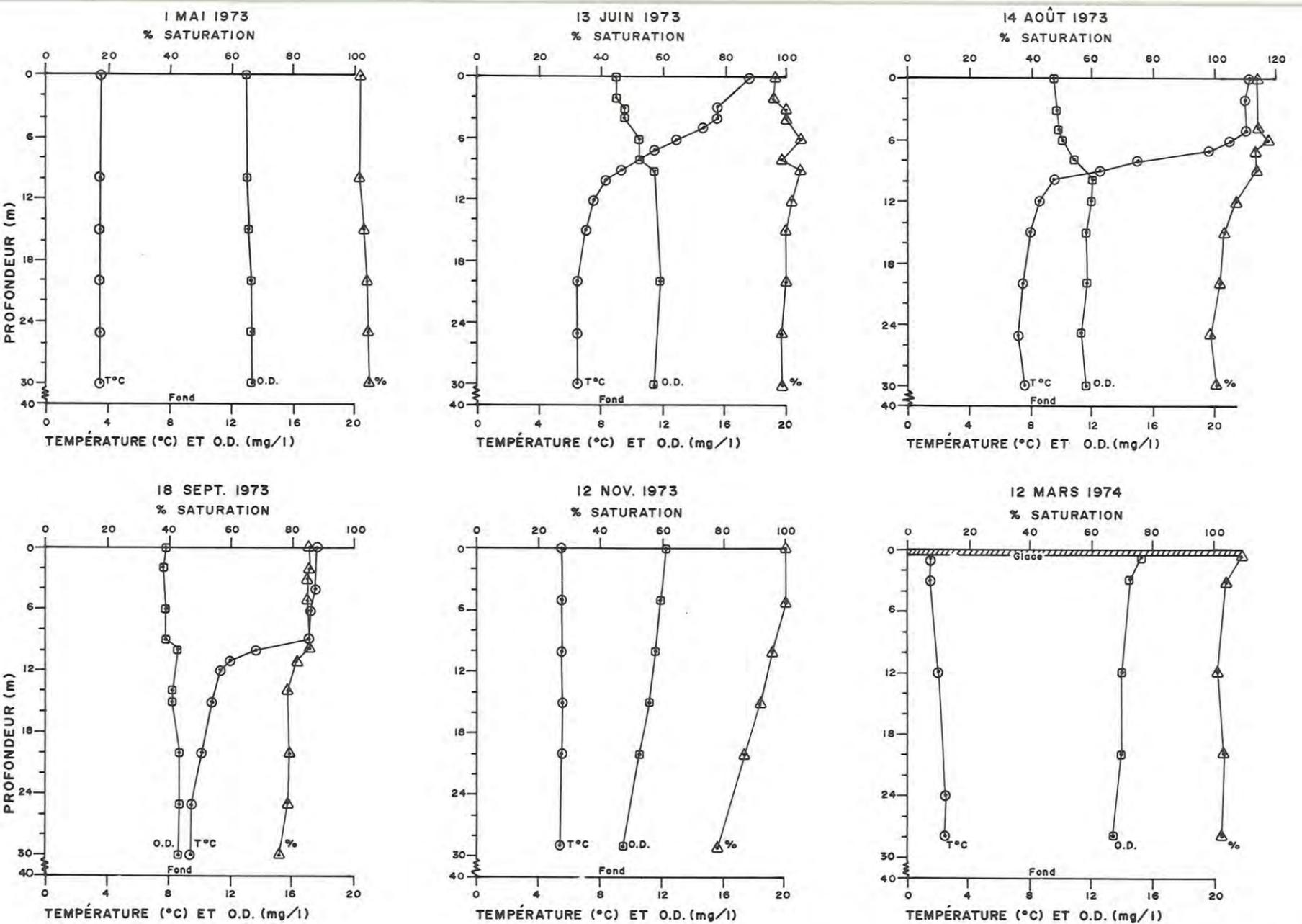


FIGURE II-1 TEMPERATURE, OXYGÈNE DISSOUS ET POURCENTAGE DE SATURATION DANS LE LAC NICOLET À LA STATION L-2N3E.

du phénomène physique qui fait que la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue avec l'augmentation de la température. Nous devons donc nous référer aux pourcentages de saturation en oxygène dissous pour contourner ce problème.

Au mois de mai, c'est-à-dire à la période d'isothermie printanière, aucun gradient notable en oxygène dissous (courbe orthograde par définition) n'a été observé entre les eaux de surface et celles du fond. Les concentrations en oxygène dissous (aux environs de 13 mg/l) sont relativement élevées et supérieures à 100% de saturation. A la fin de mai, on constate que les pourcentages de saturation en oxygène dissous, détectés dans les eaux de surface atteignent 112%; cette sursaturation en oxygène dissous peut-être reliée en partie à l'activité photosynthétique des algues. Cette période correspond au point de vue phytoplanktonique à la prolifération maximale des Bacillariophycées bien que la densité des algues soit relativement faible (environ 200 à 300 cellules/ml) à ce moment (Voir FIGURE II-6). Cependant, cette sursaturation en oxygène dissous est probablement due à une augmentation trop brusque de la température de l'eau à cette période de l'année, pour permettre à l'oxygène dissous de s'équilibrer de nouveau avec l'atmosphère.

Au cours de l'été, l'influence de la stratification thermique se fait sentir sur la distribution verticale en oxygène dissous. Les concentrations en oxygène dissous des eaux chaudes de l'épilimnion varient de 8 à 9 mg/l, ce qui équivaut à des pourcentages de saturation aux environs de 100%. Il est à noter que l'oxygénation de ces eaux de surface est favorisée par leur contact régulier avec l'air atmosphérique. Les eaux plus froides de l'hypolimnion sont plus oxygénées (environ 11 mg/l) que celles de surface, mais la variation de température fait que ces eaux sont saturées dans une proportion de 95 à 100% en oxygène dissous. Au niveau de la thermocline, on remarque des variations brusques en oxygène dissous de l'ordre de 10% de saturation. Les variations sont dues au fait que la thermocline (en supposant qu'au lac Nicolet, la profondeur de la thermocline est incluse dans la zone euphotique) est un endroit où l'activité photosynthétique et la décomposition bactérienne sont des phénomènes actifs et opposés.

C'est au début d'août, en période de stratification thermique, que le pourcentage de saturation en oxygène dissous le plus faible (76%) de l'été a été observé à proximité du fond à la station L-IN2E. Cependant, ce déficit en oxygène dissous est relativement faible si on le compare à certains déficits enregistrés dans d'autres lacs de la même région (voir FIGURE II-2). Dans la seconde moitié du mois d'août, des pourcentages de saturation en oxygène dissous,

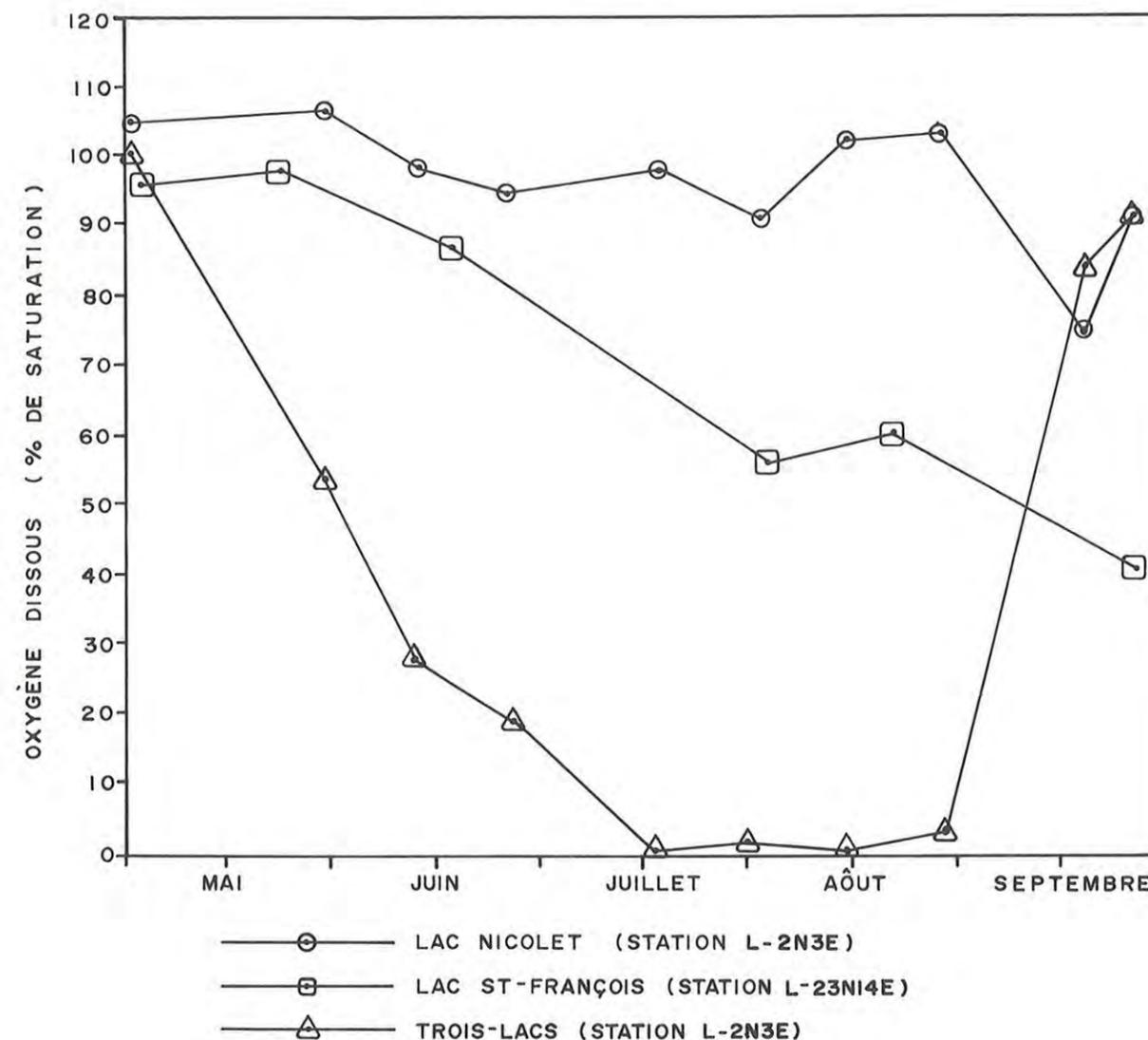


FIGURE II-2 COURBES D'ÉPUISEMENT EN OXYGÈNE DISSOUS (% de saturation) AU FOND DU LAC NICOLET (station L-2N3E), DU LAC ST-FRANÇOIS (station L-23N14E) ET DES TROIS LACS (station L-2N3E).

supérieurs à 110% ont été détectés à deux reprises dans les eaux épilimnétiques. Ces sursaturations sont à mettre en relation avec le phénomène de la photosynthèse; cette période de l'été est caractérisée au point de vue phytoplanctonique par la prolifération maximale des *Cyanophycées* ainsi que par la densité phytoplanctonique maximale (environ 1500 cellules/ml à la station L-2N3E). Cependant cette densité phytoplanctonique est relativement faible si on la compare à celle observée dans d'autres lacs de la même région.

Vers la fin du mois de septembre, les eaux sont bien oxygénées (environ 90% de saturation) entre la surface et le fond. Avec la venue de la période d'isothermie automnale, on devrait s'attendre à ce que les eaux du fond du lac demeurent bien oxygénées vu le brassage des eaux. Cependant on constate au début de novembre que les eaux situées à proximité du fond ne sont pas saturées en oxygène dissous, 74% de saturation étant observé. En hiver, (mars 1974) les eaux sont bien oxygénées à la fois en surface et au fond (110% et 102% de saturation respectivement).

Pour résumer cette description des conditions d'oxygénation au lac Nicolet, on peut considérer les déficits en oxygène dissous détectés au fond du lac comme des déficits faibles comparativement à certains lacs de la même région. En effet, la faible densité de ces déficits nous fait classer le lac Nicolet comme un lac oligotrophe, c'est-à-dire peu avancé au point de vue du stade trophique.

2.3.4 Transparence, pH, alcalinité totale, conductivité

La transparence (disque de Secchi) est une mesure de la pénétration de la lumière naturelle dans l'eau. La transparence est évidemment fonction des matières en suspension et dissoutes dans l'eau et conséquemment elle peut nous fournir des indications sur la productivité des lacs. Au lac Nicolet, la transparence a été mesurée seulement à quatre reprises au cours de l'été et aucune variation temporelle n'a été observée. Cependant, on peut considérer le résultat de 5 mètres obtenu pour ce lac pour la transparence (disque de Secchi) comme une valeur relativement élevée.

Les pH observés au lac Nicolet (Voir FIGURE II-3) varient de 6.5 à 7.3 unités. On remarque une légère augmentation des valeurs de pH au niveau de l'épilimnion, au cours de l'été, due à l'activité photosynthétique. Les pH détectés dans l'hypolimnion, restent assez constants au cours de la même période.*Cependant il faut noter que l'augmentation de pH, provoquée par la photosynthèse, est faible.

* Vu que les échantillons destinés aux analyses chimiques ont été prélevés au milieu de l'hypolimnion et non pas à proximité du fond, nous n'avons pas d'idée précise sur les conditions chimiques qui prévalent à ce niveau.

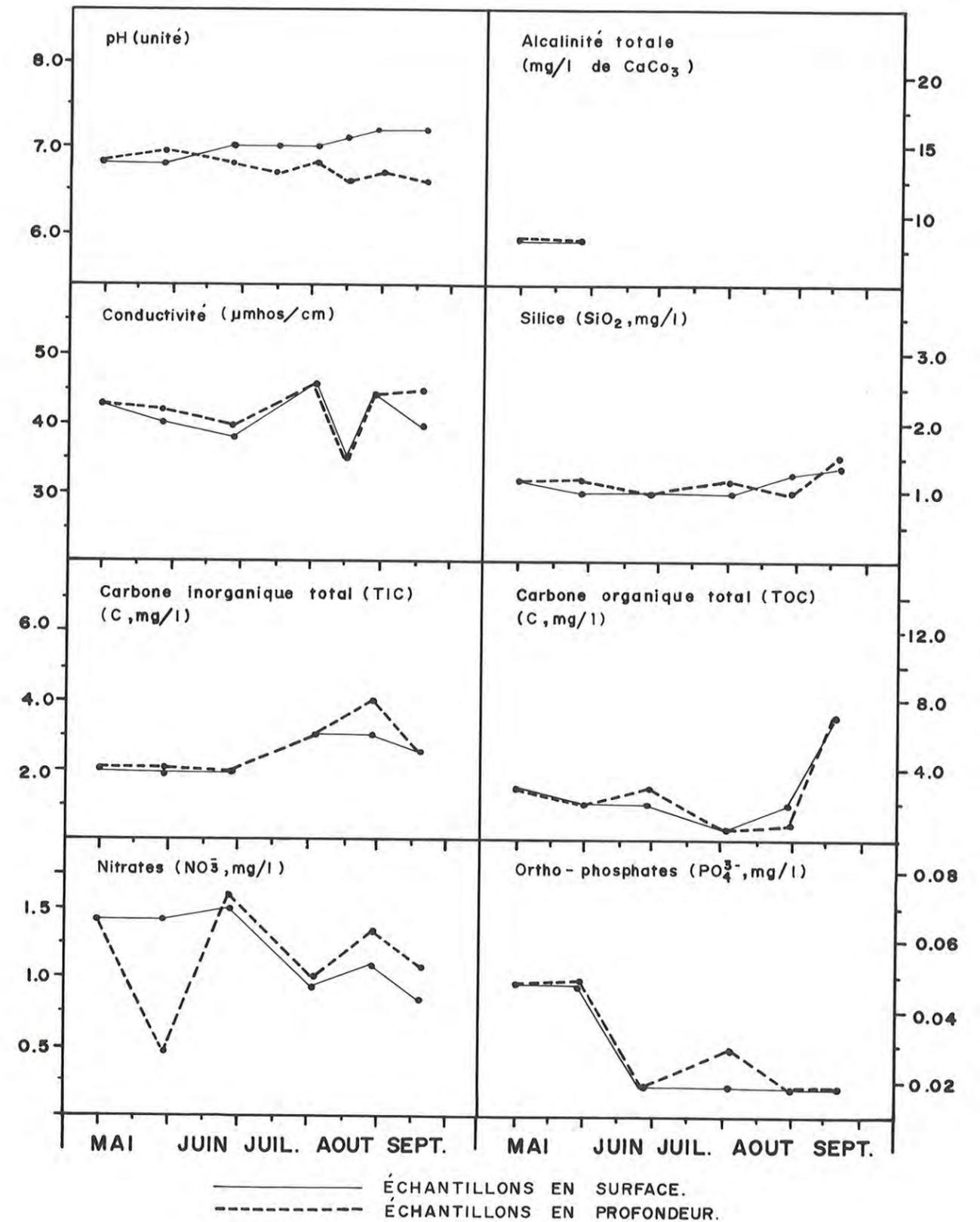


FIGURE II-3 pH, ALCALINITE TOTALE, CONDUCTIVITE ET NUTRIMENTS EN SURFACE (1m) ET EN PROFONDEUR (20-25 m.) DANS LE LAC NICOLET A LA STATION L-2N3E.

L'alcalinité totale est une mesure de la capacité maximale d'une eau à neutraliser des apports d'eau acide. Au lac Nicolet, l'alcalinité totale a été déterminée par titrage acidimétrique seulement trois fois au cours de l'été, soit deux au mois de mai et une à la mi-juin. Les valeurs obtenues varient de 9.5 à 13.0 mg/l de CaCO_3 . Considérant l'étendue des valeurs de pH (6.8 à 7.0 unités) pour lesquelles l'alcalinité totale a été dosée, cette alcalinité totale est due essentiellement aux bicarbonates (HCO_3^-).

La conductivité est une mesure qui nous donne une bonne indication du degré de minéralisation d'une eau. Les résultats de conductivité observés dans ce lac, varient de 35 à 47 $\mu\text{mhos/cm}$. Ces valeurs de conductivité varient très peu aux points de vue spatial et temporel.

Evidemment, la conductivité, le pH et l'alcalinité totale sont des composantes abiotiques très interdépendantes. Ces paramètres sont globalement influencés par le type de formation géologique, le type de sols et les dépôts de surface, c'est-à-dire le contexte géochimique. Le lac Nicolet est situé dans la région des Appalaches, région plus sujette à l'érosion que celle du Bouclier Canadien. On constate également que la région des Cantons de l'Est, bien qu'elle ne draine pas des terrains essentiellement sédimentaires, est une région où les calcaires et les grès (roches plus facilement altérables par l'action de l'eau) sont beaucoup plus nombreux que sur le socle cristallin du Bouclier Canadien. Cependant, la région des Appalaches est une région très discontinue au point de vue géologique et le lac Nicolet est situé dans le prolongement d'un axe montagneux (Voir CARTE C.Q.E. 14) orienté nord-est sud-ouest où dominent les roches plus dures telles que le quartzite, le gabbro, la péridotite, le granit et autres roches intrusives. Les caractéristiques géologiques du bassin versant du lac Nicolet peuvent donc probablement expliquer les faibles valeurs de conductivité détectées dans ce lac (aux environs de 40 $\mu\text{mhos/cm}$). Il faut également considérer que le bassin versant est petit, que la densité de drainage est faible et que la forêt domine; ce sont tous des facteurs qui réduisent les apports au lac.

On peut donc considérer que les eaux du lac Nicolet sont faiblement minéralisées comparativement aux eaux de certains autres lacs du Québec. Evidemment, les concentrations des différents ions qui influencent la conductivité seront fonction de ces eaux faiblement minéralisées.

2.3.5 Ions majeurs

Les concentrations de calcium (Ca^{2+}) détectées dans le lac Nicolet varient de 2.1 à 3.0 mg/l et celles de magnésium (Mg^{2+}) de 2.2 à 2.8 mg/l (Voir TABLEAUX II-2 à II-5). Les concentrations de ces alcalino-terreux dépendent de la composition des roches sédimentaires; la valeur du rapport Ca/Mg est d'environ un (1) dans ce lac. Les variations spatiales et temporelles de ces deux ions sont négligeables. Les concentrations de sodium (Na^+) s'échelonnent de 0.3 à 0.7 mg/l et celles de potassium (K^+) de 0.1 (seuil de détection) à 0.4 mg/l. Les concentrations de ces deux ions varient également très peu à la fois aux points de vue spatial et temporel. Toutefois, on peut noter que les concentrations de potassium, au mois de septembre, sont inférieures à 0.1 mg/l, constatation déjà effectuée sur d'autres lacs de la même région.

Les concentrations de bicarbonates (HCO_3^-) s'étendent de 12 à 16 mg/l. Cependant celles-ci étant estimées à partir des résultats d'alcalinité totale, elles ne sont également disponibles que trois fois seulement au cours de l'été. Les sulfates (SO_4^{2-}) représentent un anion en concentrations aussi important que les bicarbonates; en effet, les concentrations de sulfates se situent entre 3.5 et 11.5 mg/l. On observe une augmentation globale des concentrations de sulfates au mois d'août; ce phénomène a déjà été observé dans d'autres lacs de la région. Les concentrations de chlorures (Cl^-) s'échelonnent de 0.5 à 1.2 mg/l.

2.3.6. Oligo-éléments

Le fer (Fe) et le manganèse (Mn) ont un comportement chimique qui est relié en grande partie aux conditions d'oxydo-réduction du milieu aqueux. Au lac Nicolet, (Voir TABLEAUX II-2 à II-5) l'absence de zones anoxiques et le pH proche de la neutralité de l'eau font que ces deux ions se trouvent principalement sous forme oxydée peu soluble. Conséquemment, les formes particulières et complexées sont les formes qui peuvent expliquer en majeure partie la présence de ces deux éléments dans l'eau au lac Nicolet.

Les concentrations de fer varient de 0.02 (seuil de détection généralement utilisé) à 0.07 mg/l et celles de manganèse sont toujours inférieures à 0.05 mg/l (seuil de détection généralement utilisé). Les concentrations observées de ces deux éléments varient donc très peu à la fois aux points de vue spatial et temporel.

Cependant, il faut garder à l'esprit que les échantillons servant aux analyses chimiques ont été prélevés au milieu de la couche hypolimnitique et non pas à proximité du fond où les conditions d'oxydo-réduction sont généralement moins favorables à la précipitation des sels de fer et de manganèse.

TABLEAU II-2 CONDUCTIVITE, IONS MAJEURS ET OLIGO-ELEMENTS
DANS LE LAC NICOLET LE 1^{er} MAI 1973
(Moyenne et écart-type).

PARAMÈTRE	STATION L-2N3E		STATION L-1N2E		MOYENNE ET ÉCART — TYPE
	1m	20m	1m	20m	
Conductivité ($\mu\text{mhos/cm}$)	43	43	43	43	43 ± 0
Calcium (Ca^{2+} , mg/l)	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2 ± 0.1
Magnésium (Mg^{2+} , mg/l)	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7 ± 0.1
Sodium (Na^+ , mg/l)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5 ± 0.0
Potassium (K^+ , mg/l)	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2 ± 0.1
Bicarbonates (HCO_3^- , mg/l)	13	12	16	16	14 ± 4.0
Sulfates (SO_4^{2-} , mg/l)	8.0	7.0	7.0	8.0	7.5 ± 0.6
Chlorures (Cl^- , mg/l)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7 ± 0.0
Fer (Fe, mg/l)	0.03	0.06	0.05	0.06	0.05 ± 0.01
Manganèse (Mn, mg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	* 0.03 ± 0.00

*DANS LE CALCUL DE LA MOYENNE ET DE L'ÉCART-TYPE, LES CONCENTRATIONS INFÉRIEURES AU SEUIL DE DÉTECTION ONT ÉTÉ CONSIDÉRÉES COMME ÉGALES À LA MOITIÉ DE CE SEUIL.

TABLEAU II-3 CONDUCTIVITE, IONS MAJEURS ET OLIGO-ELEMENTS
DANS LE LAC NICOLET LE 25 JUIN 1973
(Moyenne et écart-type).

PARAMÈTRE	STATION L-2N3E			STATION L-1N2E			MOYENNE ET ÉCART — TYPE
	1m	8m	20m	1m	6m	13m	
Conductivité ($\mu\text{mhos/cm}$)	38	37	39	38	38	38	$38 \pm 1.$
Calcium (Ca^{2+} , mg/l)	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0 ± 0.0
Magnésium (Mg^{2+} , mg/l)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6 ± 0.0
Sodium (Na^+ , mg/l)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4 ± 0.0
Potassium (K^+ , mg/l)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4 ± 0.0
Bicarbonates (HCO_3^- , mg/l)	—	—	—	—	—	—	—
Sulfates (SO_4^{2-} , mg/l)	6.0	6.0	7.0	4.5	3.5	6.0	5.5 ± 1.3
Chlorures (Cl^- , mg/l)	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6 ± 0.1
Fer (Fe, mg/l)	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03 ± 0.01
Manganèse (Mn, mg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	* 0.03 ± 0.00

*DANS LE CALCUL DE LA MOYENNE ET DE L'ÉCART-TYPE, LES CONCENTRATIONS INFÉRIEURES AU SEUIL DE DÉTECTION ONT ÉTÉ CONSIDÉRÉES COMME ÉGALES À LA MOITIÉ DE CE SEUIL.

TABLEAU II-4 CONDUCTIVITE, IONS MAJEURS ET OLIGO-ELEMENTS
DANS LE LAC NICOLET LE 30 JUILLET 1973
(Moyenne et écart-type).

PARAMETRE	STATIONS ET PROFONDEUR		STATION L-2N3E			STATION L-IN2E			MOYENNE ET ÉCART - TYPE
	1m	8m	20m	1m	8m	15m			
Conductivité ($\mu\text{mhos/cm}$)	46	47	46	47	47	46	47 ± 1		
Calcium (Ca^{2+} , mg/l)	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2 ± 0.1		
Magnésium (Mg^{2+} , mg/l)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7 ± 0.0		
Sodium (Na^+ , mg/l)	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3 ± 0.0		
Potassium (K^+ , mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2 ± 0.0		
Bicarbonates (HCO_3^- , mg/l)	—	—	—	—	—	—	—		
Sulfates (SO_4^{2-} , mg/l)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5 ± 0.0		
Chlorures (Cl^- , mg/l)	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5 ± 0.1		
Fer (Fe, mg/l)	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02 ± 0.00		
Manganèse (Mn, mg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	$*0.03 \pm 0.00$		

*DANS LE CALCUL DE LA MOYENNE ET DE L'ÉCART-TYPE, LES CONCENTRATIONS INFÉRIEURES AU SEUIL DE DÉTECTION ONT ÉTÉ CONSIDÉRÉES COMME ÉGALES À LA MOITIÉ DE CE SEUIL.

TABLEAU II-5 CONDUCTIVITE, IONS MAJEURS ET OLIGO-ELEMENTS DANS LE LAC NICOLET (incluant tous les résultats obtenus aux deux stations *): ÉTENDUE, MOYENNE, ECART-TYPE ET NOMBRE D'OBSERVATIONS.

PARAMÈTRE	ÉTENDUE	MOYENNE ET ÉCART - TYPE	NOMBRE D'OBSERVATIONS
Conductivité ($\mu\text{mhos/cm}$)	35-47	42 ± 4	(44)
Calcium (Ca^{2+} , mg/l)	2.1-3.0	2.5 ± 0.4	(32)
Magnésium (Mg^{2+} , mg/l)	2.2-2.8	2.6 ± 0.1	(32)
Sodium (Na^+ , mg/l)	0.3-0.7	0.5 ± 0.1	(32)
Potassium (K^+ , mg/l)	<0.1 -0.4	** 0.2 ± 0.1	(32)
Bicarbonates (HCO_3^- , mg/l)	12-16	13 ± 1	(13)
Sulfates (SO_4^{2-} , mg/l)	3.5-11.5	8.1 ± 2.1	(32)
Chlorures (Cl^- , mg/l)	0.5-1.2	0.7 ± 0.2	(32)
Fer (Fe, mg/l)	<0.02-0.07	0.03 ± 0.02	(32)
Manganèse (Mn, mg/l)	<0.05	** 0.03 ± 0.00	(32)

*LA STATION L-2N3E A ÉTÉ ÉCHANTILLONNÉE LE 1 MAI, LE 28 MAI, LE 25 JUIN, LE 30 JUILLET, LE 28 AOÛT, LE 18 ET LE 25 SEPTEMBRE 1973. LA STATION L-IN2E A ÉTÉ ÉCHANTILLONNÉE AUX MÊMES DATES, EXCEPTION DU MOIS DE SEPTEMBRE OÙ ELLE N'A PAS ÉTÉ ÉCHANTILLONNÉE.

**DANS LE CALCUL DE LA MOYENNE ET DE L'ÉCART-TYPE, LES CONCENTRATIONS INFÉRIEURES AU SEUIL DE DÉTECTION ONT ÉTÉ CONSIDÉRÉES COMME ÉGALES À LA MOITIÉ DE CE SEUIL

2.3.7 Nutriments

Les concentrations, de carbone inorganique total (TIC) varient très peu, soit de 2.0 à 4.0 mg/l (Voir FIGURE II-3). La température et le pH influencent la quantité de carbone inorganique dissoute en milieu aqueux. Il semble que la quantité de carbone inorganique ne soit jamais un facteur limitant pour les producteurs primaires, à cause de la diffusion du gaz carbonique (CO₂) de l'atmosphère à l'eau. Il est à noter que le carbone inorganique total est constitué essentiellement de bicarbonates (HCO₃) vue l'étendue des pH observés (6.5 à 7.3 unités).

Les concentrations de carbone organique total (TOC) s'échelonnent de 0.5 (seuil de détection) à 7.5 mg/l bien que la majorité des résultats soient inférieurs à 3.0 mg/l. Ce paramètre nous renseigne sur la quantité de matière organique dissoute et en suspension dans l'eau. En ce qui a trait aux concentrations relativement élevées de carbone organique total, détectées à la mi-septembre (le 18), elles ne semblent pas être reliées à aucun phénomène précis.

Au lac Nicolet les concentrations de nitrates (NO₃⁻) varient de 0.5 à 1.6 mg/l, bien que la majorité des résultats observés soient supérieurs à 1.0 mg/l. Les nitrates représentent la forme la plus oxydée des composés azotés et une substance nutritive importante pour les formes végétales. On constate que, globalement, les concentrations de nitrates sont légèrement plus faibles vers la fin de l'été; on peut relier cette diminution des nitrates à leur utilisation par les producteurs primaires, utilisation qui semblerait plus importante au cours de la même période. Il est à noter que cette légère diminution des concentrations de nitrates se fait sentir assez profondément (du moins jusqu'à 15 mètres), ce qui nous fait supposer que la couche euphotique est relativement épaisse. Cette dernière observation justifie la forte transparence de ces eaux (5 mètres au disque de Secchi).

Les ortho-phosphates (PO₄³⁻) constituent la forme de phosphore la plus assimilable par les producteurs primaires. Le phosphore est probablement l'élément qui contrôle la productivité de nombreux lacs. Au lac Nicolet, les concentrations d'ortho-phosphates observées sont généralement inférieures aux seuils de détection (0.05 mg/l au mois de mai et 0.02 mg/l pour le reste de l'été) à l'exception de celles détectées au début d'août au niveau de l'hypolimnion.

La silice (SiO₂) constitue un élément nutritif pour les algues dans le sens qu'elle entre dans la constitution de l'exosquelette de certaines algues telles que les Bacillariophycées (Diatomées). Au lac Nicolet, les concentrations de silice varient de 0.7 à 1.6 mg/l. Vers la fin de l'été, on observe en profondeur une faible

augmentation des concentrations de silice. Cette augmentation serait supposément à mettre en relation avec la décomposition des Bacillariophycées qui s'effectue à ce niveau.

Pour résumer la description des conditions physico-chimiques présents au lac Nicolet, on peut dire que les différentes composantes abiotiques observées dans ce milieu lacustre sont caractérisées par le fait qu'elles varient très peu, à la fois aux points de vue spatial et temporel. On peut expliquer cette stabilité chimique par diverses raisons telles que la faible activité biologique intrinsèque au lac, la faible pression démographique exercée par le bassin versant et la grande capacité de dilution de ce lac versus les apports allochtones.

2.4 PHYSICO- CHIMIE D'UN TRIBUTAIRE

2.4.1 Température et oxygène dissous

La température de l'eau d'un tributaire varie non seulement en fonction de la température ambiante mais également en relation avec le débit du cours d'eau, son profil en long, son pourcentage de recouvrement par la végétation terrestre, etc... En ce qui concerne les températures mesurées dans le tributaire T-1N3E, à cinq reprises au cours de l'été (Voir TABLEAU II-6), on observe des températures variant de 9.7 à 19.0° C. On remarque également que les eaux de ce tributaire sont aussi chaudes au début du mois de mai (9.7° C) que vers la fin du même mois (10.0° C). Ce phénomène, qui a été observé sur d'autres lacs, dépend en grande partie des conditions climatiques qui prévalaient à cette période; en effet, on remarque que les températures maximales de jour sont relativement élevées dans la seconde moitié du mois d'avril. En ce qui a trait à la diffusion des eaux de ce tributaire dans le lac, on peut considérer que ces eaux se maintiennent en surface au mois de mai (leur température étant plus chaude que celle des eaux superficielles du lac). En période de stratification thermique, la température des eaux du tributaire T-1N3E est généralement plus froide que celle de surface du lac et conséquemment la diffusion des eaux du tributaire se fait plus en profondeur dans le lac mais jamais à une profondeur supérieure à celle de la thermocline.

Les concentrations en oxygène dissous dans ce tributaire varient au cours de l'été de 8.6 à 11.1 mg/l c'est-à-dire de 87% à 112% de saturation en oxygène dissous.

2.4.2 pH, alcali- nité totale, conductivité

Les valeurs de pH observées (Voir TABLEAU II-6) dans ce tributaire varient de 7.2 à 8.4 unités, les valeurs maximales étant enregistrées au mois d'août. L'alcalinité totale fut mesurée par titration, seulement deux fois au mois de mai et des résultats de 22.0 et 26.0 mg/l de CaCO₃ furent enregistrés. La conductivité subit une augmentation graduelle tout au cours de l'été pour atteindre un maximum de 174 µmhos/cm au début d'août. Cette augmentation est à mettre en relation avec le régime hydrologique de ce tributaire, les différents ions responsables de la conductivité se trouvant

TABLEAU II-6 DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES DU TRIBUTAIRE T-1N3E AU LAC NICOLET. (Moyenne et écart-type).

PARAMÈTRE	DATES D'ÉCHANTILLONNAGE (1973)						MOYENNE ET ÉCART-TYPE
	1 MAI	28 MAI	25 JUIN	30 JUIL.	28 AOUT	25 SEPT	
Température (C°)	9.7	10.0	17.0	—	19.0	11.5	—
Oxygène dissous (mg/l)	11.0	11.1	8.6	—	10.5	11.0	—
O.D. (% de saturation)	97	97	87	—	112	100	—
pH (unité)	7.7	7.2	7.3	8.4	7.8	7.3	7.6 ± 0.5
Alcalinité totale (mg/l de CaCO ₃)	22	26	—	—	—	—	24 ± 3
Conductivité (µmhos/cm)	53	54	71	174	111	87	92 ± 46
Calcium (Ca ²⁺ , mg/l)	5.4	3.0	9.2	19.0	13.3	9.4	9.9 ± 5.7
Magnésium (Mg ²⁺ , mg/l)	2.5	2.8	4.0	8.5	5.7	3.8	4.6 ± 2.2
Potassium (K ⁺ , mg/l)	0.2	0.3	0.5	0.6	0.3	<0.1	*0.4 ± 0.2
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻ , mg/l)	27	32	—	—	—	—	29 ± 4
Sulfates (SO ₄ ²⁻ , mg/l)	6.0	5.5	6.0	11.5	11.5	10.5	8.5 ± 3.0
Chlorures (Cl ⁻ , mg/l)	0.5	0.7	0.7	0.8	1.0	1.1	0.8 ± 0.2
Fer (Fe, mg/l)	0.23	0.85	0.44	0.25	0.36	0.22	0.39 ± 0.24
Manganèse (Mn, mg/l)	<0.05	0.08	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	*0.04 ± 0.02
Silice (SiO ₂ , mg/l)	4.1	3.4	5.6	7.6	5.9	5.9	5.4 ± 1.5
Carbone inorganique (C, mg/l)	4.0	5.0	7.0	11.0	12.0	8.0	8.0 ± 3.0
Carbone organique (C, mg/l)	9.0	9.0	13.0	7.0	6.0	5.0	8.0 ± 3.0
Nitrates (NO ₃ ⁻ , mg/l)	0.8	0.5	0.8	1.0	0.9	1.2	0.9 ± 0.2
Ortho-phosphates (PO ₄ ³⁻ , mg/l)	<0.05	0.25	<0.02	0.05	<0.02	<0.02	0.06 ± 0.10

* Dans le calcul de la moyenne et de l'écart-type, les concentrations inférieures au seuil de détection ont été considérées comme égales à la moitié de ce seuil.

concentrés lors des périodes de faible débit (étiage estival). Les valeurs de conductivité varient de 53 à 174 µmhos/cm. On peut constater que les résultats de pH, d'alcalinité totale et de conductivité détectés dans ce tributaire sont supérieurs à ceux observés dans le lac.

2.4.3 Ions majeurs

Les concentrations de calcium varient de 3.0 à 19.0 mg/l et celles de magnésium de 2.5 à 8.5 mg/l (voir FIGURE II-6). Les valeurs du rapport Ca/Mg s'échelonnent de 1.1 à 2.5. Les concentrations de sodium (Na⁺) varient de 0.5 à 2.0 mg/l et celles de potassium du seuil de détection (0.1 mg/l) à 0.6 mg/l. On peut constater que les concentrations de ces différents cations majeurs sont plus élevées au mois d'août, surtout pour le calcium et le magnésium. A la fin de septembre on remarque une concentration de potassium inférieure au seuil de détection, soit le même phénomène que celui observé en milieu lacustre.

Tout comme pour l'alcalinité totale, les bicarbonates (HCO₃⁻) ne sont disponibles qu'au mois de mai et des valeurs de 13.0 et 15.5 mg/l sont enregistrées. Les concentrations de sulfates (SO₄²⁻) varient de 5.5 à 11.5 mg/l et celles des chlorures (Cl⁻) de 0.5 à 1.1 mg/l. A l'instar des cations majeurs, les anions majeurs subissent des augmentations graduelles au cours de l'été. Le cas des sulfates est intéressant; en effet, l'augmentation brusque des concentrations de sulfates au mois d'août dans le tributaire est détectée parallèlement dans le lac. Ce phénomène, bien que difficilement explicable a été observé dans d'autres lacs de la même région.

En ce qui concerne les concentrations de calcium, de magnésium et de bicarbonates, on peut les considérer comme passablement plus élevées que celles détectées dans le lac.

2.4.4 Oligo-éléments

Les concentrations de fer (Fe) détectées dans ce tributaire s'étendent de 0.22 à 0.85 mg/l (voir TABLEAU II-6). Ces concentrations sont donc beaucoup plus fortes que celles observées dans le lac, qui ne dépassent pas 0.07 mg/l. La concentration maximale de fer est observée à la fin du mois de mai dans ce tributaire. Les concentrations de manganèse (Mn) varient du seuil de détection (0.05 mg/l) à 0.08 mg/l; ces concentrations varient donc très peu et sont du même ordre de grandeur que celles détectées dans le lac.

2.4.5 Nutriments

Les concentrations de carbone inorganique total (TIC) varient de 5.0 à 13.0 mg/l. Les résultats maximums de carbone inorganique total sont observés vers la fin de l'été alors que ceux de carbone organique total sont observés au début de l'été. Les concentrations de nitrates (NO₃⁻) varient de 0.5 à 1.2 mg/l et celles des ortho-

phosphates, des seuils de détection (0.05 mg/l au mois de mai et 0.02 mg/l pour le reste de l'été) à 0.25 mg/l. Conséquemment, les résultats obtenus pour les composés azotés et phosphorés peuvent être considérés comme moyens à l'exception de la concentration élevée d'ortho-phosphates (0.25 mg/l) détectée à la fin de mai. Les concentrations de silice (SiO₂) s'échelonnent de 3.4 à 7.6 mg/l, les valeurs maximales étant observées également vers la fin de l'été. Les concentrations de silice, détectées dans ce tributaire, sont supérieures à celles observées en milieu lacustre.

Pour résumer les conditions physico-chimiques observées dans le tributaire T-1N3E, on peut considérer la qualité physico-chimique de cette eau comme normale même si certaines substances telles que le calcium, le magnésium, les bicarbonates et la silice soient en concentrations supérieures à celles détectées dans le lac. De plus, les augmentations en concentration de la majorité des substances, lors de la période d'étiage estival, sont considérables. Cependant, il faut mentionner que le débit de ce tributaire est relativement faible si on le met en rapport avec la capacité de dilution du lac Nicolet.

2.5 BIOLOGIE

2.5.1 Végétation aquatique et riparienne

La végétation aquatique et riparienne du lac Nicolet est caractérisée par une faible couverture végétale et une densité plutôt réduite. La forêt riparienne à proximité du lac, composée en général de feuillus, remplace en majeure partie la lisière de plantes ripariennes qui ne représente dans ce cas qu'un faible pourcentage du périmètre du lac.

Pour sa part la végétation aquatique se compose presque uniquement d'Eriocaulon septangulaire (*Eriocaulon septangulare*) plante qui apparaît de façon sporadique et qui est mélangée quelque fois à des Potamogetons émergés (*Potamogeton épihydrus*) (Voir CARTE C.Q.E. 1

Cette faible représentativité des plantes aquatiques s'explique principalement par le fait que le plateau du littoral (0-20 0-6.2 m) ne représente que 16% de la surface couverte par la totalité du lac. Vu la pente presque toujours abrupte, la surface de fixation pour les plantes et les chances de croissance sur de grandes étendues sont diminuées. Puisque le lac est entouré de montagnes boisées, qu'il ne possède que deux tributaires et que son substrat est surtout du type sablonneux, on constate que ces facteurs empêchent l'installation de nombreuses espèces de plantes ou la création de conditions propices à leur développement.

On ne retrouve dans aucune partie du lac une étendue importante de plantes dont l'envahissement pourrait nuire à certaines activités nautiques telles que la baignade, le ski nautique ou la navigation de plaisance. Les espèces représentées dans ce lac sont plutôt du genre qui croît dans les endroits tranquilles à pente relativement abrupte et leurs possibilités d'envahissement sont faibles ou facilement contrôlables.

On remarque cependant que dans la baie ouest, une couche plus ou moins épaisse de débris organiques semble s'accumuler avant la sortie des eaux du lac. A cet endroit, la végétation riparienne et aquatique se distribue en une lisière plutôt dense de 10 à 25 pieds (3.2 à 7.9 m) de largeur. Il est à noter que les conditions du milieu de cette partie du lac peuvent favoriser la croissance rapide d'espèces compétitrices surtout à la suite d'une influence éventuelle de l'homme.

2.5.2 Phycologie

Les stations de l'échantillonnage phytoplanctonique du lac Nicolet furent les mêmes que celles de l'échantillonnage physico-chimique (Voir CARTE C.Q.E. 14). La station L-1N2E fut échantillonnée bimensuellement du 28 mai 1973 jusqu'au 14 août 1973 tandis que l'échantillonnage de la station L-2N3E fut prolongé jusqu'au 25 septembre 1973.

2.5.2.1 Matériel et méthodes

Les prélèvements de phytoplancton ont été effectués à l'aide d'une bouteille de type "Van Dorn" à des profondeurs de un (1) mètre et trois (3) mètres; ces échantillons (75 ml. à chacune des profondeurs) étaient mélangés pour former un échantillon intégré et ensuite fixé au lugol. Au laboratoire, cinquante (50) millilitres de l'échantillon furent analysés à l'aide d'un microscope inversé (Wild: M-40) selon la technique d'Uthermühl 1958. Deux transects délimités dans le champ visuel du microscope nous ont été suffisants pour identifier et énumérer les algues.

Un autre type de prélèvement, du plancton cette fois, fut effectué avec un filet à plancton (Wilco: selk size no 25). L'échantillon fut prélevé dans la zone la plus profonde du lac sur une colonne d'eau de 8.8 mètres. Au laboratoire, l'échantillon était filtré et le plancton était ensuite séché au four à 65.0° C (150° F) pendant 24 heures; une balance de précision "Sartorius" servait finalement à évaluer le poids sec du plancton.

2.5.2.2 Résultats

Il est bon de spécifier que l'identification des algues fut effectuée jusqu'au genre et qu'on doit se référer à Bourelly 1968, 1970 et 1972 pour leur classification.

A) Distribution spatiale et temporelle.

La représentation graphique (FIGURES II-4 et II-5) des résultats phytoplanctoniques nous montre que la distribution des classes d'algues est pratiquement uniforme d'une station (L-1N2E) à l'autre (L-2N3E) au lac Nicolet. Prenons par exemple les pourcentages des classes dominantes: le 12 juin 1973, le pourcentage des Bacillariophycées était de 82% à la station L-1N2E et de 84% à la station L-2N3E; le 30 juillet 1973, le pourcentage des Chrysophycées était de 59% à la station L-1N2E et de 56% à la station L-2N3E; le 14 août 1973, le pourcentage des Cyanophycées était de 82% à la station L-1N2E et de 84% à la station L-2N3E. On peut donc affirmer que, même avec seulement deux stations l'eau du lac Nicolet est passablement homogène au point de vue phytoplanctonique dans toute l'étendue de la zone profonde.

L'évolution des classes d'algues dans le temps (voir FIGURES II-4 et II-5) est, elle aussi, pratiquement similaire d'une station à l'autre. Au début de l'été, du 28 mai au 20 juin 1973, ce sont les Bacillariophycées qui dominent; cette classe est représentée principalement par les genres *Cyclotella* et *Nitzschia* (Voir TABLEAUX II-7 et II-8). Vers la fin de juin les Chrysophycées surpassent les Bacillariophycées et ce, jusqu'au début du mois d'août; *Dinobryon* et *Kephyrion* sont les genres dominants durant cette période. Durant la deuxième moitié du mois de juillet, les Cyanophycées, surtout représentées par le genre *Chroococcus* augmentent rapidement pour devenir fortement dominantes à la mi-août; le genre *Microcystis* accompagne alors le genre *Chroococcus*. A la station L-2N3E nous pouvons constater que les Cyanophycées restent dominantes durant toute la fin de l'été et que la classe des *Chlorophycées* prend la place des *Cyanophycées* à la fin de septembre (FIGURE II-5).

B) Densité et biomasse

Si nous nous référons à la FIGURE II-6, nous constatons que la densité phytoplanctonique, en nombre de cellules par millilitre, est légèrement plus élevée à la station L-2N3E (partie nord du lac) qu'à la station L-1N2E (partie sud). La densité maximale pour les deux stations se situe au mois d'août 1973.

Quant à la biomasse planctonique, exprimée en milligrammes par mètre cube, sa valeur maximale (68 mg/m³) se situe à la mi-juillet (FIGURE II-7).

Les deux valeurs maximales, d'une part la densité et d'autre part la biomasse, ne concordent donc pas dans le temps; ceci est dû au fait que même si le nombre de cellules par millilitre est grand, le poids total de ces cellules peut-être petit. C'est le cas notamment du pic* d'abondance à la station L-2N3E survenu

* Pointe ou apogée d'une courbe se présentant à un moment donné dans un intervalle déterminé.

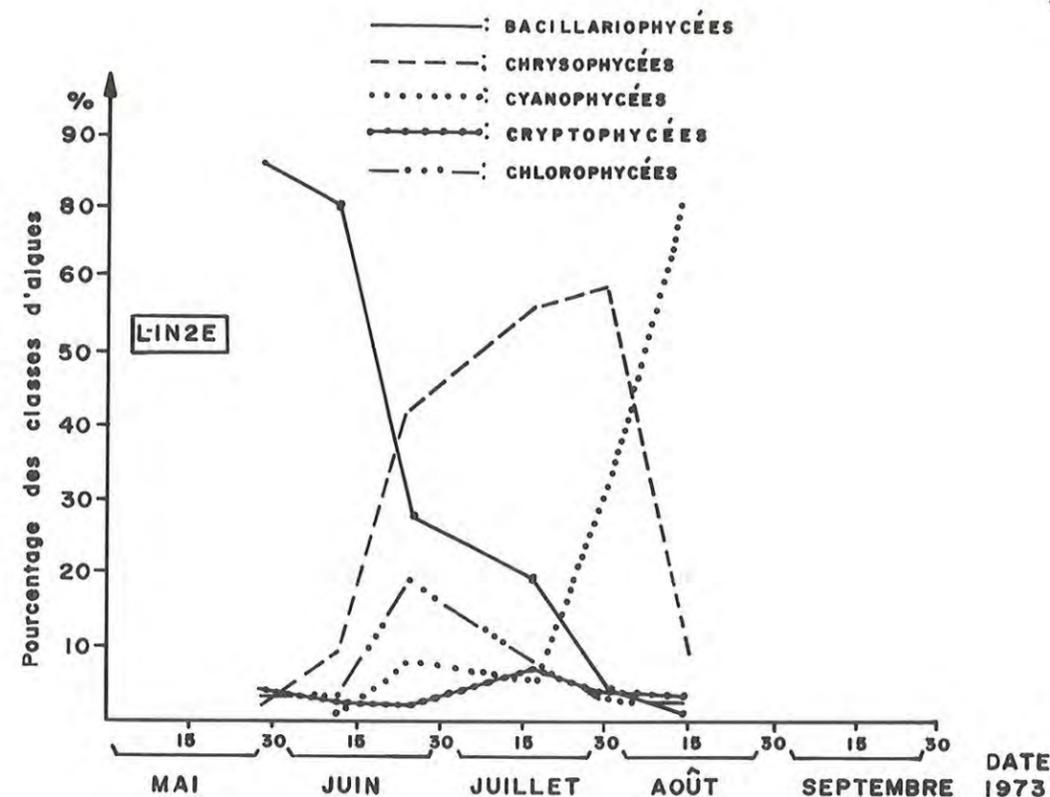


FIGURE II-4 EVOLUTION DES CLASSES D'ALGUES DANS LE TEMPS A LA STATION L-1N2E.

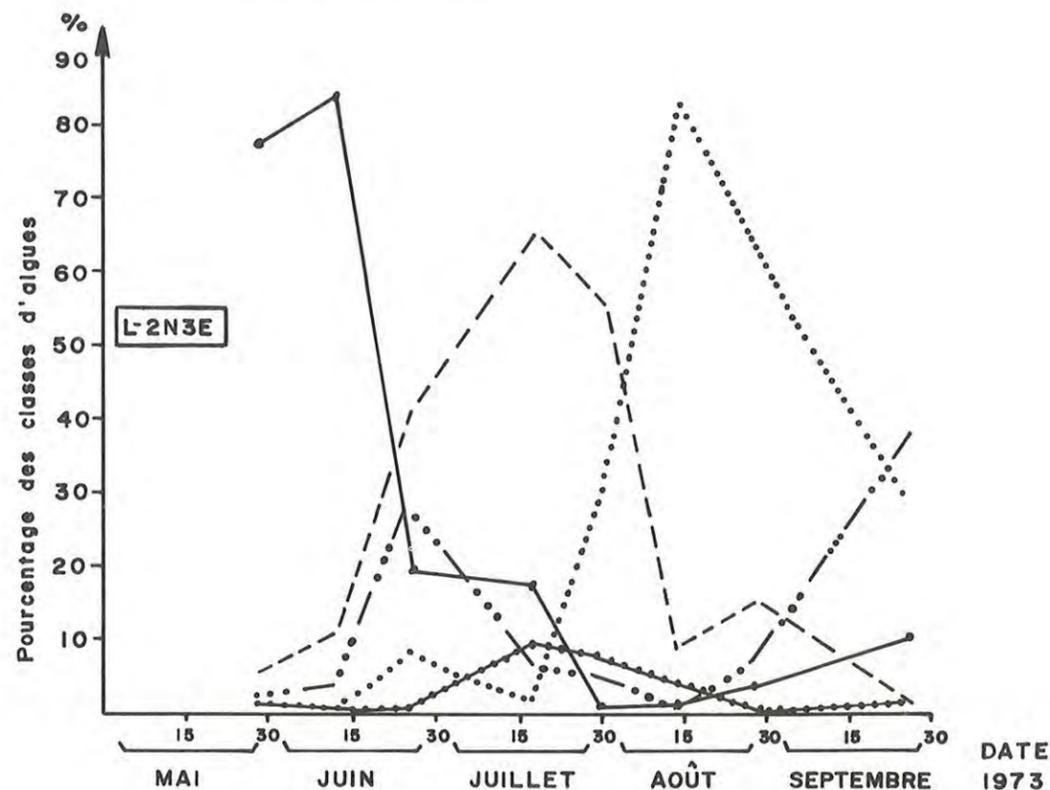


FIGURE II-5 EVOLUTION DES CLASSES D'ALGUES DANS LE TEMPS A LA STATION L-2N3E.

TABLEAU II-7 PRINCIPAUX GENRES D'ALGUES RETROUVES A LA STATION L-1N2E (Nombre de cellules/millilitre).

GENRES \ DATE	28/5/73	12/6/73	25/6/73	17/7/73	30/7/73	14/8/73
<i>Achnantes</i>		5	12	4	1	1
<i>Ankistrodesmus</i>		7	14			
<i>Aphanothece</i>		4	11	10	1	4
<i>Asterionella</i>	8	4	2	23	4	
<i>Coelastrum</i>	4	3	1	4	1	
<i>Cyclotella</i>	85	263	42		3	1
<i>Cymbella</i>		4	2	1		1
<i>Dinobryon</i>	1	11	62	77	183	85
<i>Fragillaria</i>	4	3	1			
<i>Gomphosphaeria</i>					9	51
<i>Kephyrion</i>		18	46	21	14	2
<i>Mallomonas</i>	1	3	7	3	13	4
<i>Melosira</i>	5	4	3			
<i>Microcystis</i>			16		15	79
<i>Navicula</i>	8	4	9	2	4	3
<i>Nitzschia</i>	125	13	4		1	
<i>Oocystidium</i>					5	
<i>Scenedesmus</i>	1			2	2	1
<i>Stephanodiscus</i>	12					
<i>Tabellaria</i>			1	2	1	1

TABLEAU II-8 PRINCIPAUX GENRES D'ALGUES RETROUVES A LA STATION L-2N3E (Nombre de cellules/millilitre).

GENRES \ DATE	28/5/73	12/6/73	25/6/73	17/7/73	30/7/73	14/8/73	28/8/73	25/9/73
<i>Achnantes</i>	1	5	5	4		4	11	
<i>Ankistrodesmus</i>		10	8	1		1		1
<i>Aphanothece</i>			19	4				
<i>Asterionella</i>	7	1	2	29				
<i>Bitrichia</i>	3	1	9				21	1
<i>Coelastrum</i>	4		2	4	3			
<i>Cosmarium</i>			1			1	1	
<i>Crucigenia</i>					4	1		
<i>Cyclotella</i>	37	303	27		1	1	11	5
<i>Dictyocystis</i>				1			103	
<i>Dinobryon</i>	1	8	93	114	143	68	214	1
<i>Gomphosphaeria</i>					8	27	1	1
<i>Kephyrion</i>		23	37	41	29	16	18	
<i>Mallomonas</i>		1	4	4	11	5	1	
<i>Melosira</i>	5	9	2					
<i>Microcystis</i>			11	2	17	66	146	6
<i>Navicula</i>	4	1	5	1		2	7	
<i>Nitzschia</i>	33	8	7		1	1	11	
<i>Oocystis</i>			1	1		1		1
* <i>Peridinales</i>							59	
<i>Rhodomonas</i>							11	1
<i>Scenedesmus</i>			1	2	1	4	4	1
<i>Stephanodiscus</i>		5						
<i>Tabellaria</i>		1	1	1		1		1

*"Peridiniale" : n'est pas un genre d'algue mais un ordre de la classe des Cryptophycées