

Etude limnologique préliminaire du  
réservoir Manicouagan (Québec)

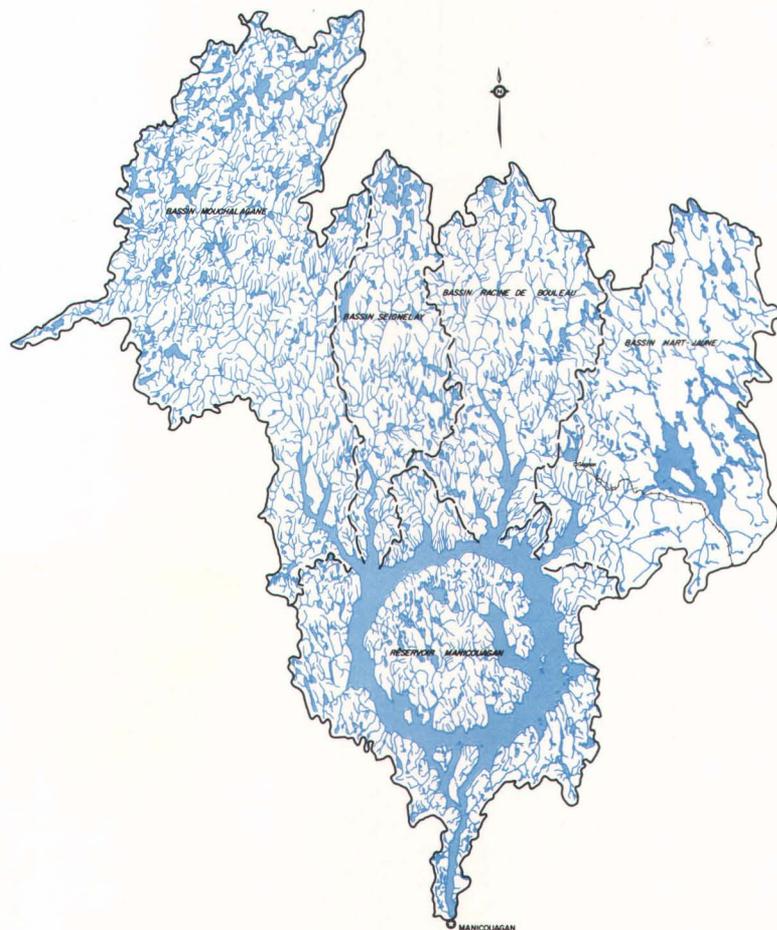
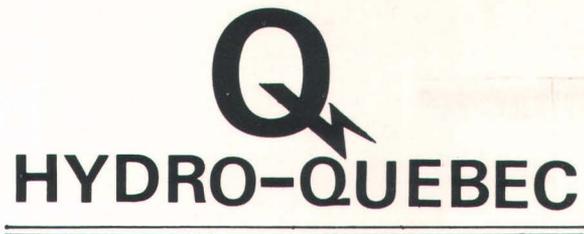
INRS-Eau  
UNIVERSITE DU QUEBEC  
C.P. 7500, Sainte-Foy  
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 15  
1973

Rapport rédigé pour  
l'Hydro-Québec

par  
H.G. Jones, M. Leclerc, M. Meybeck, M. Ouellet, A. Rousseau

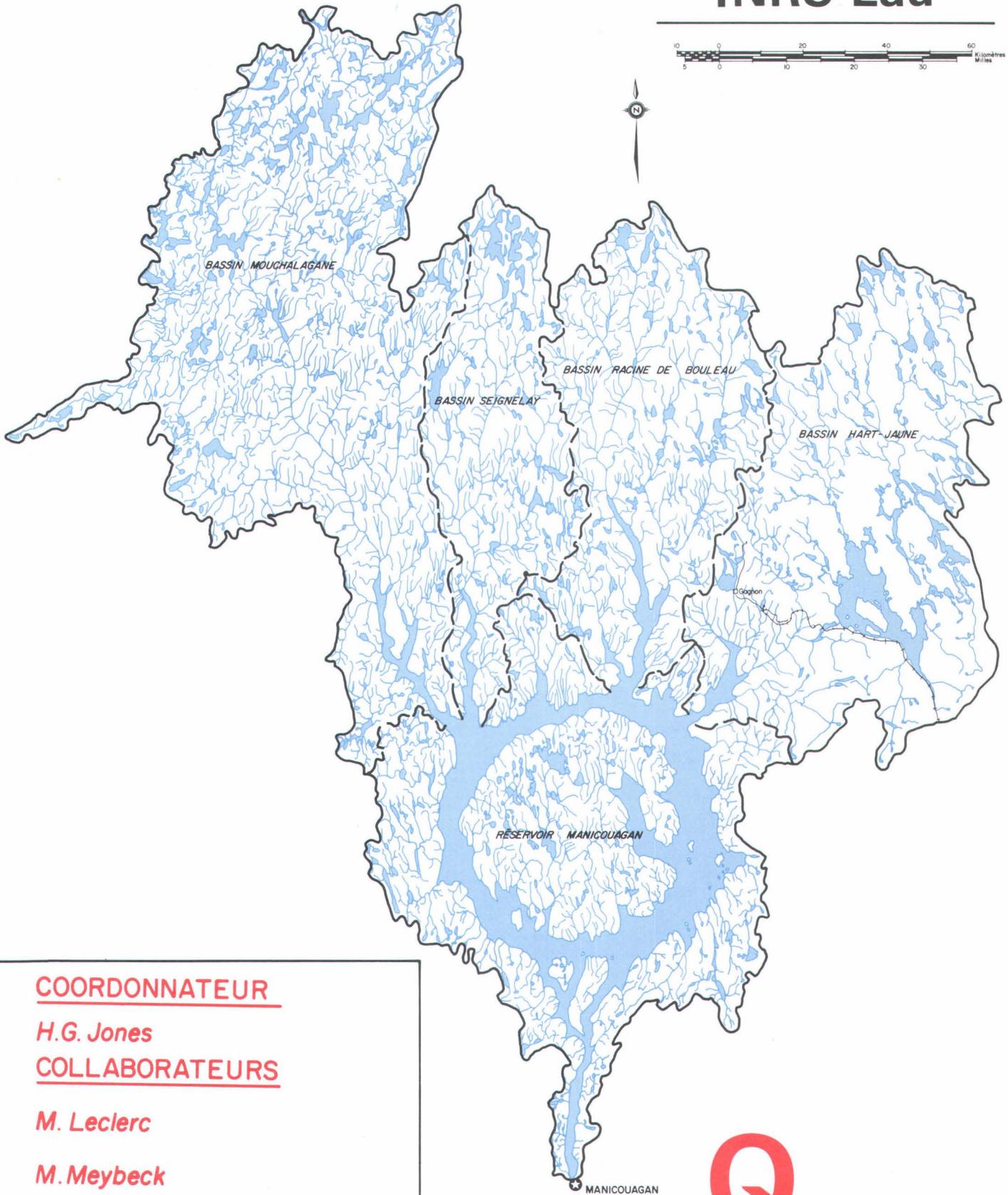
R15



**ÉTUDE  
LIMNOLOGIQUE  
PRÉLIMINAIRE  
DU  
RÉSERVOIR  
MANICOUAGAN  
QUÉBEC**



# INRS-Eau



## COORDONNATEUR

*H.G. Jones*

## COLLABORATEURS

*M. Leclerc*

*M. Meybeck*

*M.H. Ouellet*

*A. Rousseau*



**HYDRO-QUEBEC**

ISBN 2-89146-028-6

DEPOT LEGAL 1973

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1973 - Institut national de la recherche scientifique

## Remerciements

Nous tenons à remercier bien sincèrement les personnes suivantes:

- André Caillé, Ph.D., et Lévis Talbot, B.Sc., de l'INRS-Eau pour l'aide apportée à la réalisation des mesures de productivité primaire;
- Lise Néron, Danielle Plante et Lise Raymond, pour leur participation très active et intéressée à la dactylographie de ce texte;
- André Parent, dessinateur à l'INRS-Eau, pour la production de graphiques de cet ouvrage;
- Magella Cantin, du Centre de Documentation de l'INRS-Eau, pour sa participation à la correction finale et à l'impression de ce rapport.

A tous les autres,      Merci.

## Résumé

L'étude limnologique préliminaire du réservoir Manicouagan, exécutée entre les mois de Mai et Août 1972, montre que ce lac est oligotrophe et que ses eaux sont très peu minéralisées. Les légères différences horizontales des concentrations de certains ions semblent être associées aux diverses formations géologiques des régions noyées et des principaux bassins versants. Entre les périodes de stratification hivernale et estivale il y a un 'retournement' des eaux au commencement de Juillet. A la fin de la stratification hivernale les eaux de fond à toutes les stations présentaient un taux de saturation en oxygène entre 35 à 60%, à l'exception des eaux du fond proches du barrage Daniel-Johnson qui étaient complètement dépourvues d'oxygène. Une réoxygénation des eaux de fond à la plupart des stations a été constatée après le retournement des eaux en Juillet.

Les mesures de la concentration des éléments nutritifs et de la productivité primaire indiquent que la production primaire de cet écosystème est probablement limitée par des facteurs encore inconnus.

La communauté zooplanctonique (cladocères et copépodes) du réservoir, composée d'au moins 21 espèces et dominée par Bosmina longispina, Daphnia longiremis, Diaptomus minutus, Epischura lacustris et Cyclops scutifer, caractérise un habitat oligotrophe ou distrophe. La présence de Cyclops bicuspidatus libbocki dans les eaux du réservoir est signalée pour la première fois au Québec.

La communauté ichthyologique du réservoir est composée d'au moins 7 espèces de poissons, dont les relations longueur-poids sont comparables avec celles des autres poissons en Amérique du Nord. La reproduction de certaines espèces telles que Esox lucius (grand brochet) et Coregonus clupeiformis (corégone) semble assurée, tandis que celle d'au moins une espèce, Catostomus commersoni (catostome noir commun), semble diminuer.

Des recommandations concernant les principales études qui seraient souhaitables pour comprendre les transformations limnologiques provoquées par la mise en eau du réservoir, ainsi qu'un programme d'aménagement piscicole sont inclus.

Abstract

A preliminary limnological investigation of the Manicouagan reservoir, from the period May to August 1972, has shown that it has the characteristics of a 'soft water' oligotrophic lake. The ionic concentrations of all principal components are very low, and slight lateral differences in the reservoir can be related to the geology of the submerged areas and the watersheds of the major tributaries. The winter stratification of the lake was followed by a turnover of the water in early July and subsequent summer stratification. The oxygen content of the bottom water for all stations at the end of the winter stratification varied between 35 and 60% saturation, with the exception of the bottom water close to the Daniel-Johnson dam which was completely depleted with respect to oxygen. A certain degree of reoxygenation of the bottom water was observed at most stations after the July turnover.

Measurement of the nutrient content and the low primary productivity of the waters has indicated that the primary production of the lake may be limited by factors yet to be determined.

The zooplankton community (cladocera and copepoda) of the reservoir which includes 21 species, dominated by Bosmina longispina, Daphnia longiremis, Diaptomus minutus, Epischura lacustris and Cyclops scutifer, appears to be characteristic of oligotrophic or dystrophic waters. One species i.e. Cyclops bicuspidatus libbocki is reported for the first time in

the province of Quebec.

The present fish population of the reservoir consists of at least seven species, the length-weight relationships of which are comparable with those of other north american fishes. The reproduction of certain species eg. Esox lucius (northern pike) and Coregonus clupeiformis (lake white fish) seems to be assured while the population of at least one species i.e. Catostomus commersoni (white sucker) is regressing.

A series of recommendations concerning future studies to evaluate the limnological effects of the creation of reservoirs and possible fish management programs for the Manicouagan reservoir is proposed.

TABLE DES MATIERES

|   | Page |
|---|------|
| 1. INTRODUCTION   | 1    |
| 1.1 Ecologie des réservoirs   | 2    |
| 1.2 La campagne de relevés 1972   | 6    |
| 2. CADRE PHYSIQUE DU RESERVOIR MANICOUAGAN  | 10   |
| 2.1 Introduction  | 11   |
| 2.2 Géologie  | 11   |
| 2.3 Météorologie  | 13   |
| 2.4 Hydrologie  | 14   |
| 2.5 Morphométrie  | 15   |
| 3. ETUDES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX ET DES SEDIMENTS DU RESERVOIR<br>MANICOUAGAN | 27   |
| 3.1 Introduction  | 28   |
| 3.2 Matériel et méthodes  | 30   |
| 3.2.1 Physico-chimie des eaux   | 30   |
| 3.2.2 Physico-chimie des sédiments  | 31   |
| 3.2.3 La productivité primaire  | 33   |
| 3.3 Résultats   | 33   |
| 3.3.1 Comportement thermique du réservoir   | 33   |
| 3.3.2 pH  | 35   |
| 3.3.3 Oxygène dissous   | 37   |
| 3.3.4 Conductivité  | 40   |
| 3.3.5 Transparence et couleur   | 41   |
| 3.3.6 Nitrate et phosphate  | 42   |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 3.3.7  | Les éléments principaux                                 | 43  |
| 3.3.8  | Fer - Manganèse   | 46  |
| 3.3.9  | Matière organique soluble                               | 47  |
| 3.3.10 | Analyse des sédiments                                   | 48  |
| 3.3.11 | La productivité primaire                                | 51  |
| 3.4    | Conclusion  | 54  |
| 3.4.1  | Qualité physico-chimique des eaux                       | 54  |
| 3.4.2  | Qualité physico-chimique des sédiments                  | 57  |
| 3.4.3  | Production primaire                                     | 57  |
| 4.     | ETUDE PRELIMINAIRE DU PLANCTON DU RESERVOIR MANICOUAGAN | 75  |
| 4.1    | Introduction  | 76  |
| 4.2    | Matériel et méthodes                                    | 77  |
| 4.2.1  | Echantillons qualitatifs de surface                     | 77  |
| 4.2.2  | Echantillons verticaux                                  | 78  |
| 4.2.3  | Echantillons quantitatifs de surface                    | 78  |
| 4.2.4  | Contenus stomacaux                                      | 79  |
| 4.3    | Résultats   | 80  |
| 4.4    | Discussion générale                                     | 83  |
| 5.     | RAPPORT DES PECHES A MANICOUAGAN                        | 96  |
| 5.1    | Introduction  | 97  |
| 5.2    | Matériel et méthodes                                    | 98  |
| 5.3    | Résultats et discussion                                 | 99  |
| 5.3.1  | Brochet   | 99  |
| 5.3.2  | Meunier et catostomes                                   | 101 |
| 5.3.3  | Corégone  | 103 |
| 5.3.4  | Autres espèces  | 103 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.4   | Conclusions                                    | 105 |
| 6.    | RECOMMANDATIONS                                | 141 |
| 6.1   | Introduction                                   | 142 |
| 6.2   | Etudes principales                             | 145 |
| 6.2.1 | Comportement thermique du réservoir.           | 145 |
| 6.2.2 | Productivité biologique.                       | 146 |
| 6.2.3 | Etude de la zone noyée.                        | 147 |
| 6.2.4 | Aménagement piscicole.                         | 148 |
| 6.3   | Etudes de soutien                              | 149 |
| 6.3.1 | Bathymétrie des anciens lacs.                  | 150 |
| 6.3.2 | Comportement chimique des éléments principaux. | 150 |
| 6.3.3 | Etude chimique et biologique des sédiments     | 150 |
| 6.3.4 | Influence des affluents sur le réservoir       | 151 |
| 6.3.5 | Effet de la prise d'eau.                       | 151 |
| 6.4   | Evolution des réservoirs au Québec             | 152 |

TABLEAUX

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.1 | Bassins versants et débits moyens interannuels du réservoir Manicouagan, Québec et ses tributaires.  | 17 |
| 2.2 | Paramètres morphométriques du réservoir Manicouagan, Québec.   | 18 |
| 3.1 | Valeurs moyennes de quelques paramètres des eaux superficielles des provinces géologiques drainées par les tributaires du réservoir Manicouagan, Québec.                                       | 61 |
| 3.2 | Concentrations moyennes des éléments principaux des différentes parties du réservoir Manicouagan, Québec.  | 62 |
| 3.3 | Production primaire du réservoir Manicouagan, Québec le 1 et 2 août 1972.  | 63 |
| 3.4 | Éléments principaux du réservoir Manicouagan, Québec et la classification des eaux de Høll.  | 64 |
| 3.5 | Classification des lacs selon Vollenweider.  | 65 |
| 4.1 | Abondance relative zooplanctonique (Cladocères et Copépodes) en surface pour dix stations du réservoir Manicouagan, Province de Québec. Date, heure et indice d'abondance inclus.              | 86 |
| 4.2 | Résultats qualitatifs et quantitatifs (no/m <sup>3</sup> ) zooplanctoniques (Cladocères et Copépodes) du réservoir Manicouagan pour les campagnes de prélèvement de Mai, Juin et Juillet 1972. | 87 |
| 4.3 | Présence (%) et abondance (no/10 l) du zooplancton pour les 58 échantillons quantitatifs de surface récoltés les 25 et 26 juillet 1972 au réservoir Manicouagan, Québec.                       | 88 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 4.4 | Zooplancton provenant des estomacs de corégones ( <u>coregonus clupeiformis</u> ) capturés aux stations M-3, M-4 et M-5, les 5 et 6 juillet 1972. Réservoir Manicouagan, Québec.  | 89  |
| 4.5 | Liste des espèces de cladocères et de copépodes récoltées en mai, juin et juillet 1972 au réservoir Manicouagan, Québec.  | 90  |
| 4.6 | Comparaison, pour les échantillons verticaux, de l'abondance moyenne (no/m <sup>3</sup> ) des espèces dominantes de zooplancton, récoltées en mai et en juillet pour les différentes stations du réservoir Manicouagan, Québec. | 91  |
| 5.1 | Poissons se trouvant probablement dans la région Manicouagan, (interprété d'après Low, 1896).   | 107 |
| 5.2 | Liste des poissons capturés dans le réservoir Manicouagan.  | 108 |
| 5.3 | Valeur des coefficients <u>a</u> et <u>b</u> de la relation longueur-poids et paramètres physiques des poissons capturés au réservoir Manicouagan.  | 109 |

FIGURES

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.1 | Stations de prélèvements Mai - Août 1972 réservoir Manicouagan Québec.  | 8  |
| 2.1 | Schéma géologique du bassin du réservoir Manicouagan.   | 19 |
| 2.2 | Déficit d'écoulement et précipitation moyenne annuelle du bassin Manicouagan.                                     | 20 |
| 2.3 | Écoulement moyen interannuel du bassin Manicouagan.   | 21 |
| 2.4 | Régime mensuel de débit normalisé au module interannuel du bassin versant de Manicouagan.                         | 22 |
| 3.1 | Station de prélèvements des sédiments. Réservoir Manicouagan.   | 66 |
| 3.2 | La variation de la température °C en profondeur au réservoir Manicouagan à la station M-1.                        | 67 |
| 3.3 | Données de température du réservoir Manicouagan.  | 68 |
| 3.4 | Stratification de pH en profondeur dans la partie est du réservoir Manicouagan.                                   | 69 |
| 3.5 | La variation de la concentration de l'oxygène dissous en profondeur; réservoir Manicouagan le 17 mai 1972.        | 70 |
| 3.6 | La variation de la concentration de l'oxygène dissous en profondeur; réservoir Manicouagan le 10-14 juillet 1972. | 71 |
| 3.7 | La variation de la productivité primaire en profondeur; réservoir Manicouagan (station M-4) le 1 août 1972.       | 72 |
| 4.1 | Site des 58 échantillons quantitatifs zooplanctoniques de surface; réservoir Manicouagan.                         | 92 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 5.1 | Carte des stations de pêche faite par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972.   | 111 |
| 5.2 | Histogramme des longueurs des poissons capturés dans le réservoir Manicouagan par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972.   | 113 |
| 5.3 | Histogramme des poids des poissons capturés dans le réservoir Manicouagan par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972.   | 115 |
| 5.4 | Histogramme des coefficients de condition des poissons capturés dans le réservoir Manicouagan par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972.                               | 117 |
| 5.5 | Relation longueur-poids des poissons du réservoir Manicouagan capturés par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972.  | 119 |
| 5.6 | Coefficient de condition en fonction de la longueur totale des brochets du réservoir Manicouagan, équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972.                                 | 121 |
| 5.7 | Comparaison avec d'autres populations de la relation longueur-poids des brochets du réservoir Manicouagan capturés par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972.          | 123 |
| 5.8 | Comparaison avec d'autres populations de la relation longueur-poids des meuniers de l'est du réservoir Manicouagan capturés par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972. | 125 |

- 5.9 Comparaison avec d'autres populations de la relation longueur-poids des catostomes noirs communs du réservoir Manicouagan, capturés par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972. 127
- 5.10 Coefficient de condition en fonction de la longueur totale des meuniers de l'est du réservoir Manicouagan. Equipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC l'été de 1972. 129
- 5.11 Coefficient de condition en fonction de la longueur totale des catostomes noirs communs du réservoir Manicouagan. Equipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC l'été de 1972. 131
- 5.12 Comparaison avec d'autres populations de la relation longueur-poids des corégones du réservoir Manicouagan capturés par l'équipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC durant l'été de 1972. 133
- 5.13 Coefficient de condition en fonction de la longueur totale des corégones du réservoir Manicouagan. Equipe INRS-EAU et HYDRO-QUEBEC l'été de 1972. 135

## 1. INTRODUCTION

H.G. Jones

## 1. INTRODUCTION

par: H.G. Jones

### 1.1 Ecologie des réservoirs

Au cours du printemps et de l'été de 1972, une équipe de chercheurs de l'INRS-Eau a procédé à une étude limnologique préliminaire du réservoir Manicouagan. Cette étude était demandée par l'Hydro-Québec et elle fut réalisée avec son aide technique. Elle a porté sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des eaux du réservoir.

Le réservoir Manicouagan, créé par la fermeture du barrage Daniel-Johnson sur la rivière Manicouagan, a une forme annulaire dont le centre (Mont Babel, 3,100' ; 952m.) se situe à 51<sup>0'</sup> 25 de latitude nord par 68<sup>0'</sup> 35 de longitude ouest. Il s'agit d'un lac d'une superficie de 753 milles carrés (1960 km<sup>2</sup>) qui s'est formé à la suite de l'inondation de la vallée de la rivière Manicouagan et de la jonction des lacs Manicouagan et Mouchalagane. Si ce n'est de la ville de Gagnon qui se trouve à 28 milles (45 km) au nord, sur le tributaire Hart-Jaune, l'activité humaine est inexistante autour de ce réservoir.

Nous pensons donc que l'étude du réservoir Manicouagan sera utile pour évaluer les effets écologiques des futurs grands réservoirs du Québec qui se situeront dans des régions forestières éloignées des

grands centres urbains (v.g. Baie James, Côte Nord, etc).

Il est évident qu'on ne peut isoler les études limnologiques des lacs (ou des réservoirs) de celles de leurs bassins versants, à cause de leurs rapports très étroits. Ainsi, une étude limnologique d'un réservoir comme celui de la Manicouagan devrait comprendre des études complémentaires sur le bassin et sur des facteurs, comme la précipitation, qui jouent un rôle important dans son comportement. Toutefois la présente étude se limite au seul réservoir.

Jusqu'à ces dernières années, les études sur les changements écologiques produits dans des lacs et des rivières par la création de réservoirs ont toujours été négligées par rapport aux aspects hydrologiques, techniques et économiques. Mais récemment, face à certains problèmes qui se sont posés surtout dans les pays tropicaux, la création de réservoirs artificiels a tendance à être précédée et suivie d'études sur les effets écologiques.

Ces études se sont imposées après qu'on eut constaté que les changements physico-chimiques et biologiques du système aquatique des réservoirs furent, dans certains cas, très néfastes au point de vue socio-économique, (v.g. disparition des espèces de poissons désirables pour la pêche, pénurie d'eau potable, etc.). Dans les zones climatiques sub-arctiques, on connaît relativement peu de choses sur les effets écologiques des réservoirs artificiels. Cette situation est due au fait que, dans plusieurs cas, ces réservoirs se trouvent

dans des régions isolées; de plus, les changements par rapport à l'équilibre original y sont moins apparents que dans les pays tropicaux. Mais, en général on considère que les processus sont les mêmes dans les pays chauds que dans les pays froids et que seule la rapidité des processus réglés surtout par la température est différente.

Par les changements morphologiques qu'il apporte, un réservoir provoque dans le milieu des changements physiques importants, mais il faut aussi tenir compte des changements chimiques qui surviennent dans l'eau et que l'on attribue principalement au mouillage du sol et à la dégradation des matériaux végétaux inondés. Les études faites surtout sur les réservoirs tropicaux (Leentvaar 1966, Joeris et Mitchell 1971, EI-Din Ei-Zarka 1971) et sur quelques réservoirs en U.R.S.S. (Mayskrenko 1972) et en Suède (Rodhe 1964) démontrent que ces processus d'inondation et de dégradation apportent des changements dans la qualité physico-chimique de l'eau, dont une augmentation d'éléments nutritifs. Cette augmentation fait s'accroître la productivité primaire du réservoir, ce qui entraîne un accroissement de la productivité secondaire, selon les lois de la chaîne alimentaire. Cette productivité est soutenue à plus long terme par les cycles des éléments nutritifs dans le réservoir et aussi par les substances nutritives qu'y amènent les rivières du bassin versant. Ainsi, la création d'un réservoir artificiel a comme effet écologique de former, dans le bassin versant, une sorte de piège des substances nutri-

tives, ce qui pourrait augmenter la productivité biologique totale du bassin. En plus de subir ces changements quantitatifs, la productivité présente, pendant cette période, des changements d'ordre qualitatif. La nature et les implications de ces changements sont exposées ci-dessous, dans la discussion des résultats.

Si, dans une première phase, la création du réservoir amène une augmentation de la productivité, on constate par ailleurs que, dans une deuxième phase, cette productivité baisse et devient plus stable. Finalement, dans une troisième et dernière phase la productivité augmente lentement, conformément aux processus d'eutrophisation naturelle.

Les études antérieures sur lesquelles l'équipe de l'INRS-Eau pouvait baser une étude préliminaire étaient peu nombreuses. Ce manque de références au Canada joint à l'absence d'études limnologiques des lacs Manicouagan et Mouchalagane et de leurs tributaires avant la création du réservoir, nous a fait opter pour une division de l'étude en deux étapes.

La première étape consistait à faire le point des connaissances sur la région avant la création du réservoir, pour essayer d'établir les conditions écologiques originales. Les résumés de ces connaissances nous serviront d'introduction dans les différentes sections de ce travail. Pour la deuxième étape, les chercheurs de l'INRS-Eau ont fait sur le terrain une série de levés avec l'aide technique de

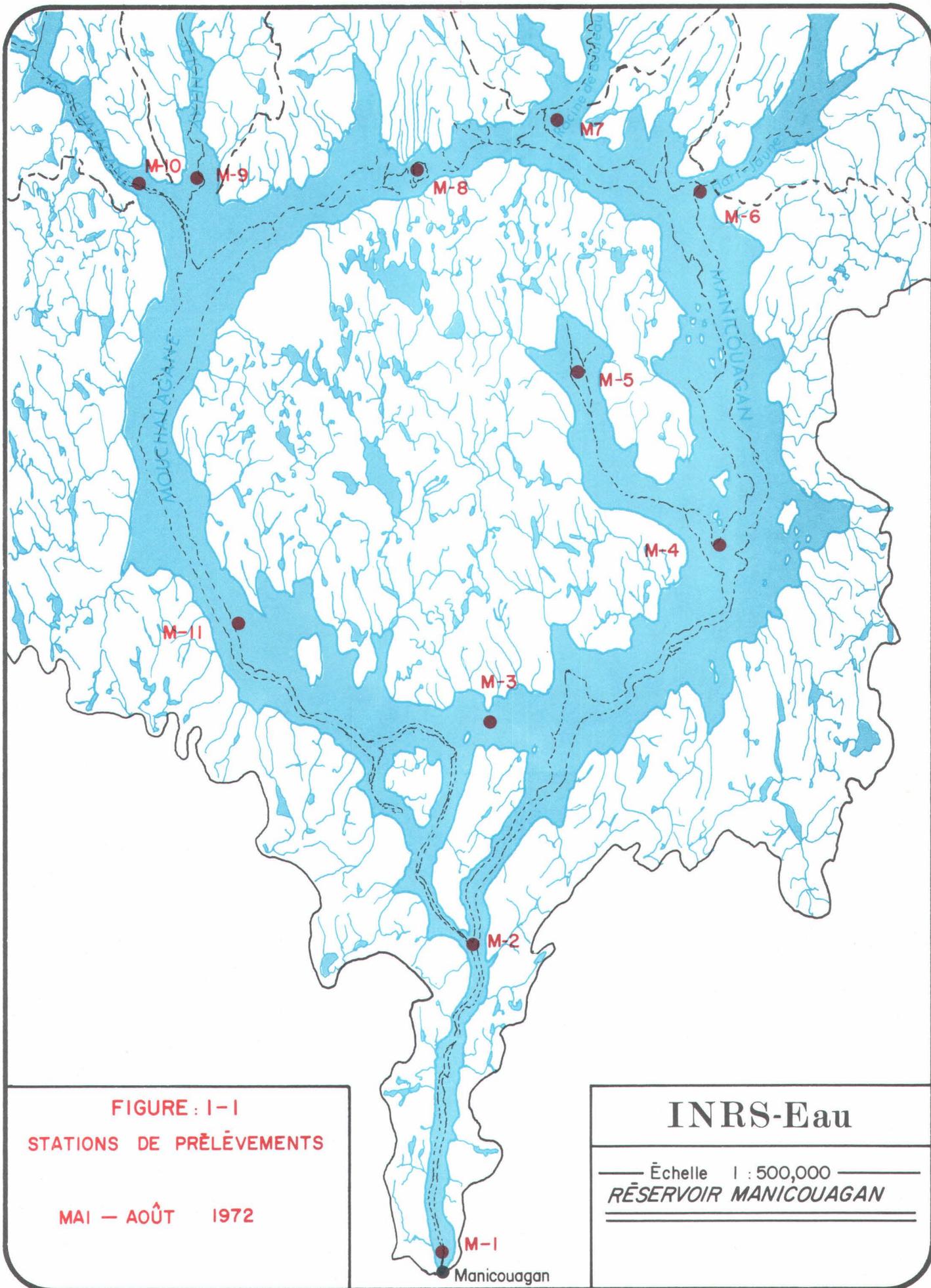
l'Hydro-Québec. Les analyses et les évaluations des résultats de cette série de levés constituent la majeure partie de ce rapport.

## 1.2 La campagne de relevés 1972

Le programme de levés s'est fait entre le 17 mai et le 11 août 1972. En tenant compte de la grandeur et de la complexité du système à l'étude, nous avons divisé le programme en deux parties d'égale durée. La première partie a consisté en une étude physico-chimique des eaux et des sédiments du réservoir ainsi que de la productivité primaire; la deuxième partie fut une étude hydro-biologique du réservoir englobant le nombre et la distribution des espèces de phytoplanctons, de zooplanctons et de poissons. Ces paramètres ont été choisis en fonction de leur importance possible comme facteurs déterminants dans la productivité et l'adaptation des communautés aquatiques au milieu. Il reste néanmoins que le comportement de ce réservoir était complètement inconnu au commencement de cet inventaire; pour les fins de l'étude physico-chimique, nous avons choisi des paramètres habituellement utilisés dans les publications pour décrire les changements dans la qualité des eaux des réservoirs. Le phytoplancton et le zooplancton ont été récoltés au moyen de filets de différentes mailles, tandis que les poissons ont été pris au filet et à la ligne. L'équipement et les méthodes utilisés par l'équipe pour l'échantillonnage et les analyses sont décrits dans chacune des sections.

Pour cette étude préliminaire, nous avons choisi les onze stations principales de prélèvement (M-1 - M-11; Fig. 1.1) en fonction de la forme générale et de la situation géographique des tributaires majeurs du réservoir.

Les premiers programmes d'échantillonnage du réservoir ont été faits avec un hélicoptère. Après la fonte des glaces au début de juin, nous avons utilisé un bateau de 26 pieds pour nous transporter sur le réservoir. La dimension et la lenteur de ce bateau nous ont obligé à avoir recours à deux camps de base situés aux stations M-4 et M-11. A partir du mois de juin, un laboratoire monté au camp du barrage Daniel-Johnson a servi de centre d'opération pour l'équipe de l'Hydro-Québec - INRS-Eau jusqu'à la fin des programmes d'échantillonnage.



**FIGURE: I-1**  
**STATIONS DE PRÉLÈVEMENTS**

**MAI — AOÛT 1972**

**INRS-Eau**

Échelle 1 : 500,000  
**RÉSERVOIR MANICOUAGAN**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EL-DIN EI-ZARKA, S. 1971.

Kainji Lake, (a case history).

Discours présenté au Symposium on Man Made Lakes Knoxville.  
Tennessee May 1971.

JOERIS, L.S., and D.S. MITCHELL. 1971.

Lake Kariba. The UNDP program and North shore.

Discours présenté au Symposium on Man Made Lakes Knoxville.  
Tennessee May 1971.

LEENTVAAR, P. 1966.

The Brokopondo Lake in Surinam.

Verh. Internat Verein. Limnol. 16: 680 - 684.

MAYSKRENKO, Y.S. 1972.

Méthodes pour prévoir les concentrations de matières organiques et bio-  
génétiques dans l'eau de réservoirs existants ou planifiés.

Gidrokhimiski Materialy (Moscou) 53: 86 - 114.

RODHE, W. 1964.

Effects of impoundement a water chemistry and plankton in lake Ransaran.

Verh. Internat Verein. Limnol. 15: 437 - 443.

## 2. CADRE PHYSIQUE DU RESERVOIR MANICOUAGAN

M. Leclerc et M. Meybeck

## 2. CADRE PHYSIQUE DU RESERVOIR MANICOUAGAN

par: M. Leclerc et M. Meybeck

### 2.1 Introduction

Ce chapitre a pour but de situer le réservoir Manicouagan dans son cadre physique. Nous faisons donc brièvement la description des conditions géologiques, climatiques et hydrologiques du bassin tributaire du réservoir. Nous étudions également les temps de séjour moyens des eaux. En plus de la thermique, ce cadre physique est un facteur de grande importance sur l'écologie du réservoir et des régions environnantes. Il conditionne largement la distribution des espèces animales et végétales.

### 2.2 Géologie

Les rapports géologiques (Rose 1955; Berard 1962, 1963; Kish 1968; Murtaugh et Currie 1969, 1972) sont le résultat d'études faites entre 1955 et 1968, avant que le réservoir n'ait atteint son niveau maximum. La structure géologique particulière du Mont Babel et les formes des lacs Manicouagan et Mouchalagne ont donné naissance à l'hypothèse que ces structures étaient le résultat d'un impact météorique, (Wilmore, 1963) voire d'une comète (Murtaugh et Currie, 1969); mais cette hypothèse est encore controversée et certains auteurs (Currie 1972) pensent maintenant que cette structure a une origine entièrement volcanique.

Une synthèse de ces rapports nous montre que le bassin versant du réservoir se trouve dans trois provinces géologiques: Supérieur, Churchill et Grenville (Fig. 2.1). Seulement quelques dizaines de  $\text{Km}^2$ , à l'ouest du bassin, font partie de la province Churchill. La partie septentrionale, par ailleurs, se situe dans la province du Supérieur. C'est la plus ancienne du Canada. Les roches cristallines de cette ensemble trouvées dans le bassin, datent de 2500 millions d'années. La province de Grenville correspond aux Hautes Terres du St-Laurent. Cet ensemble est plus récent (900 à 1100 millions d'années), et a connu de nombreuses orogénèses.

Ces terrains sont essentiellement cristallins (gneiss, gneiss granitique, gabbro), mais il y a quelques affleurements de roches sédimentaires (roche ferrique et dolomie). Au Quaternaire, la région a été soumise à l'érosion et à la sédimentation glaciaires. Les témoins de ces actions sont très nombreux et le réseau hydrographique, en particulier, en porte les traces: tous les petits ruisseaux sont orientés nord-sud, soit la direction des stries et des cannelures glaciaires. L'érosion glaciaire a profondément entaillé les vallées des rivières Mouchalagane et Manicouagan. Ces vallées étaient vraisemblablement pré-glaciaires ainsi qu'en témoigne le sillon profond mis au jour lors de la construction du barrage après déblaiement des dépôts glaciaires. En résumé, les gneiss et les granites forment la grande majorité des roches en affleurement dans le bassin, mais on y trouve aussi quelques affleurements de roches sé-

dimentaires dans la province de Grenville.

### 2.3 Météorologie

L'importance des conditions climatiques sur l'écologie du réservoir et de son bassin tributaire, nous oblige à préciser les conditions de température, de précipitation solide et liquide auxquelles est soumise cette région.

La température moyenne annuelle se situe sous le point de congélation soit  $-3^{\circ}\text{C}$  ( $27^{\circ}\text{F}$ ). La moyenne du mois de janvier est de  $-22^{\circ}\text{C}$  ( $-7^{\circ}\text{F}$ ) tandis que la moyenne de juillet est de  $14^{\circ}\text{C}$  ( $57^{\circ}\text{F}$ ) (Gagnon et Ferland, 1967). La dernière gelée de printemps arrive vers le 10 juin et la première gelée d'automne vers le 1er septembre (avec une probabilité au dépassement de 50%). On a donc une saison sans gel de 80 jours en moyenne.

Quant aux précipitations, la moyenne annuelle est de (38 pouces) 950 mm avec une variabilité de 15%. Il tombe en moyenne 4060 mm (160 pouces) de neige ce qui représente 45% de la précipitation annuelle totale. Le déficit annuel d'écoulement calculé selon la méthode de Turc, s'élève à environ 230 mm (9 pouces). La figure 2.2 illustre la répartition spatiale de la précipitation annuelle et du déficit d'écoulement (Gagnon et Ferland, 1967).

## 2.4 Hydrologie

Les connaissances hydrologiques sont importantes pour connaître le temps de séjour moyen des eaux dans le réservoir. De même, il est utile de connaître le régime mensuel des débits pour savoir à quelle époque surtout se fait le renouvellement.

Les débits constituent la troisième composante du bilan hydrologique, les deux premières étant la précipitation et le déficit d'écoulement. Nous avons tracé une carte du débit moyen interannuel spécifique (figure 2.3) (Villeneuve, Leclerc et al, 1972).

Pour la dernière décennie, le module interannuel spécifique de débit des tributaires principaux du réservoir se situe entre 2.05 pcs/mi<sup>2</sup> (1 pcs/mi<sup>2</sup> = 11.0 l/s/km<sup>2</sup>) et 2.25 pcs/mi<sup>2</sup>. Le module pour le bassin au niveau du barrage se situe aux alentours de 2.15 pcs/mi<sup>2</sup>. Les débits moyens interannuels sont donnés au tableau 2.1 pour chacun des principaux affluents et pour l'ensemble du bassin.

En plus de connaître le volume global d'eau arrivant dans le réservoir, il est utile de connaître la répartition de cet apport dans le temps. A l'aide de données hydrologiques prises dans cette région, nous avons reproduit une courbe (figure 2.4) du régime mensuel des débits rapportés au module interannuel. Les débits mensuels s'obtiennent en faisant la moyenne sur plusieurs années pour le mois en question. On se rend compte que le régime des rivières

est caractérisé par:

- i) des étiages d'hiver sévères et prolongés;
- ii) des crues de printemps assez concentrées dans le temps et qui se produisent fin mai et pendant le mois de juin;
- iii) Un débit bien soutenu l'été;
- iv) quelques petites crues d'automne.

On constate que près de la moitié des apports au réservoir arrive entre le début de mai et le milieu de juillet.

Sur l'hydrologie du réservoir, nous connaissons également la courbe de remplissage du réservoir pendant la construction du barrage, de même que le régime des débits au pertuis (Hydro-Québec, 1972).

## 2.5 Morphométrie

Des cartes topographiques réalisées avant le rehaussement du niveau de l'eau nous permettent d'évaluer les paramètres morphométriques du réservoir. Il nous manque cependant la bathymétrie complète des anciens lacs. D'après Bérard (1962), leur profondeur maximale se situerait aux environs du niveau de la mer. Avant l'inondation, la cote des plans d'eau se situait à environ 244 m (800 pieds) au-dessus de la mer dans le cas de Mouchalagane et à 214 m (700 pieds) dans le cas de Manicouagan. La cote maximale du réservoir actuel se situant aux alentours de 366 m (1200 pieds) rehaussement de 122 m.

(400 pieds) dans le premier cas et de 152 m (500 pieds) dans le deuxième cas.

Pour l'étude morphométrique, nous avons isolé les branches Mouchalagane et Manicouagan de l'ensemble du réservoir. Il s'agit en fait de deux lacs qu'il peut être opportun d'étudier en parallèle. On remarque en consultant le tableau 2.2 que le volume de la branche Manicouagan est près de 50% plus grand que celui de Mouchalagane. On constate la même chose pour la superficie. Ces caractéristiques ont une influence certaine sur la dynamique des eaux, soit par le volume d'eau à déplacer, soit par la superficie du plan d'eau (Fetch) exposée aux vents.

On remarque également que les deux branches sont relativement encaissées si l'on compare leur profondeur maximale à leur superficie. Cette caractéristique rendra difficile le renouvellement des eaux jusqu'au fond.

Pour obtenir un ordre de grandeur des "temps de séjour moyens", on procède par la simple division du volume du lac par le volume annuel moyen des apports. Pour la branche Mouchalagane, on obtient un temps de séjour moyen de 4.6 années; dans le cas de la branche Manicouagan, les eaux séjournent deux fois plus longtemps soit 9.3 années. Si on ajoute à ces deux parties la partie sud du réservoir, on obtient 8.1 années comme temps de séjour moyen dans l'ensemble du réservoir.

TABLEAU 2.1

## BASSINS VERSANTS ET DEBITS MOYENS INTERANNUELS DU RESERVOIR MANICOUAGAN, QUEBEC ET SES TRIBUTAIRES

| TRIBUTAIRE                  | A                  |                 | % DU<br>BASSIN<br>GLOBAL | q                   |                     | Q      |        |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|---------------------|--------|--------|
|                             | mille <sup>2</sup> | km <sup>2</sup> |                          | pcs/mi <sup>2</sup> | l/s/km <sup>2</sup> | pcs    | l/s    |
| Mouchalagane                | 3,130              | 8,100           | 27.7                     | 2.13                | 23.4                | 6,420  | 18,300 |
| Seignelay                   | 1,260              | 3,270           | 11.1                     | 2.10                | 23.1                | 2,650  | 7,550  |
| Racine de<br>Bouleau        | 1,620              | 4,200           | 14.3                     | 2.15                | 23.7                | 3,480  | 9,920  |
| Hart-Jaune                  | 2,440              | 6,330           | 21.6                     | 2.25                | 24.7                | 5,490  | 15,650 |
| Tributaire *<br>du centre I | 245                | 635             | 2.1                      | 2.05                | 22.5                | 505    | 1,440  |
| Tributaire<br>du centre II  | 240                | 625             | 2.1                      | 2.10                | 23.1                | 505    | 1,440  |
|                             | 8,935              | 23,160          | 79                       |                     |                     |        |        |
| Manicouagan<br>au barrage   | 11,300             | 29,300          | 100%                     | ≈2.15               | 23.7                | 24,130 | 68,800 |

A: surface du bassin versant.

q: débit spécifique (pcs/mi<sup>2</sup> et l/s/km<sup>2</sup>).

Q: débit (pcs. et l/s).

\*: pour localisation voit carte des débits annuels (Fig. 2.2).

TABLEAU 2.2

## PARAMETRES MORPHOMETRIQUES DU RESERVOIR MANICOUAGAN, QUEBEC

|           | BRANCHE MOUCHALAGANE                   |                                       | BRANCHE MANICOUAGAN                    |                                       | ENSEMBLE DU RESERVOIR                  |                                       |
|-----------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
|           | anglais                                | métrique                              | anglais                                | métrique                              | anglais                                | métrique                              |
| $Z_m$     | 1150 pi.                               | 350 m.                                | 1150 pi.                               | 350 m.                                | 1150 pi.                               | 350 m.                                |
| $\bar{z}$ | 242 pi.                                | 74 m.                                 | 282 pi.                                | 86 m.                                 | 279 pi.                                | 85 m.                                 |
| l         | 60 mi.                                 | 97 km.                                | 60 mi.                                 | 97 km.                                | 155 mi.                                | 250 km.                               |
| B         | 4.5 mi.                                | 7.2 km.                               | 6.3 mi.                                | 10 km.                                | 4.5 mi.                                | 7.3 km.                               |
| A         | 270 mi. <sup>2</sup>                   | 700 km. <sup>2</sup>                  | 376 mi. <sup>2</sup>                   | 975 km. <sup>2</sup>                  | 700 mi. <sup>2</sup>                   | 1810 km. <sup>2</sup>                 |
| V         | $1.82 \times 10^{12}$ pi. <sup>3</sup> | $5.15 \times 10^{10}$ m. <sup>3</sup> | $2.96 \times 10^{12}$ pi. <sup>3</sup> | $8.37 \times 10^{10}$ m. <sup>3</sup> | $5.45 \times 10^{12}$ pi. <sup>3</sup> | $1.54 \times 10^{11}$ m. <sup>3</sup> |
| L         | 162 mi.                                | 261 km.                               | 224 mi.                                | 361 km.                               | 487 mi.                                | 782 km.                               |
| $D_L$     | 2.78                                   | 2.78                                  | 3.25                                   | 3.25                                  | 5.17                                   | 5.17                                  |
| $D_V$     | .63                                    | .63                                   | .74                                    | .74                                   | .73                                    | .73                                   |
| $Z_r$     | 1.17 (%)                               | 1.17 (%)                              | .99 (%)                                | .99 (%)                               | .70 (%)                                | .70 (%)                               |

Pour la définition des termes, voir appendice.

# LÉGENDE

|  |             |   |                               |
|--|-------------|---|-------------------------------|
|  | Permo-Trias | 4 | Laves Brèches (56)            |
|  | Grenville   | 3 | Gneiss - Granites (36-50)     |
|  | "           |   | Gabbro (49)                   |
|  | "           |   | Gneiss - Anorthosite (44-46)  |
|  | "           |   | Gneiss (35-39)                |
|  | "           |   | Roche ferrique - Dolomie (37) |
|  | Churchill   | 2 | Grès - Conglomerat (32)       |
|  | Supérieur   | 1 | Laves métamorphisées (6)      |
|  | "           |   | - Gneiss - Granites (2-5)     |

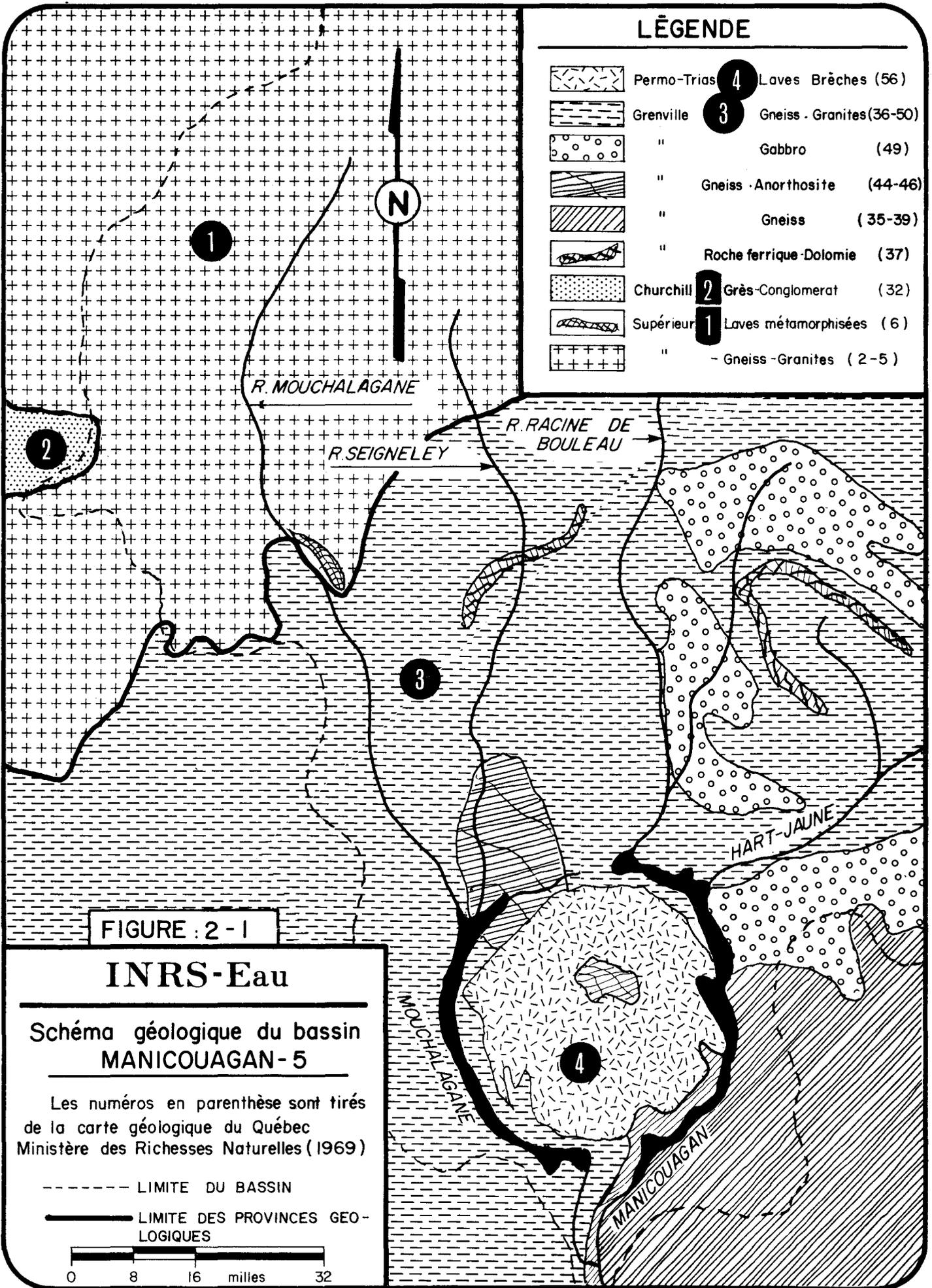


FIGURE : 2 - 1

## INRS-Eau

### Schéma géologique du bassin MANICOUAGAN-5

Les numéros en parenthèse sont tirés de la carte géologique du Québec Ministère des Richesses Naturelles (1969)

- LIMITE DU BASSIN
- LIMITE DES PROVINCES GÉOLOGIQUES



# INRS-Eau

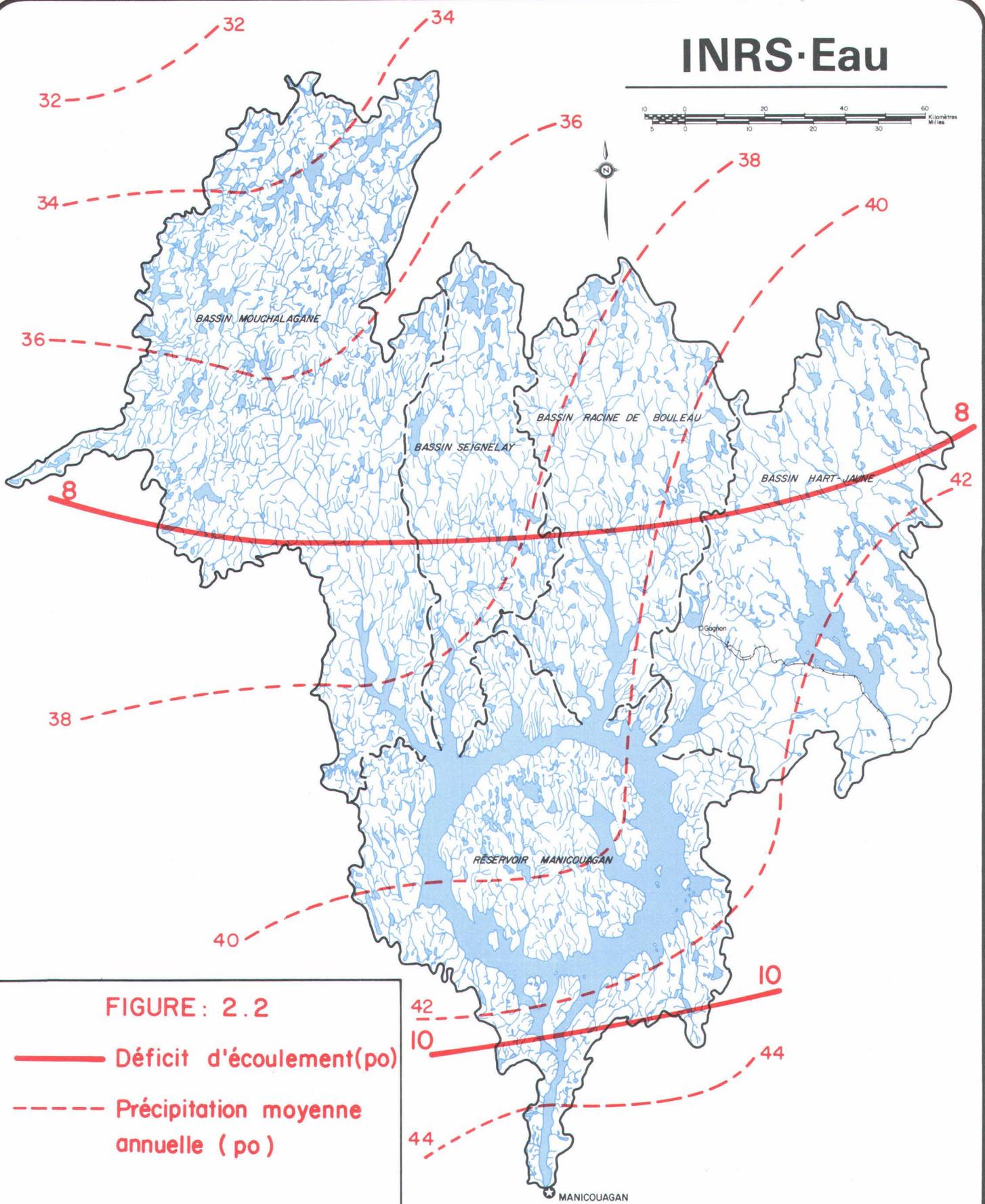
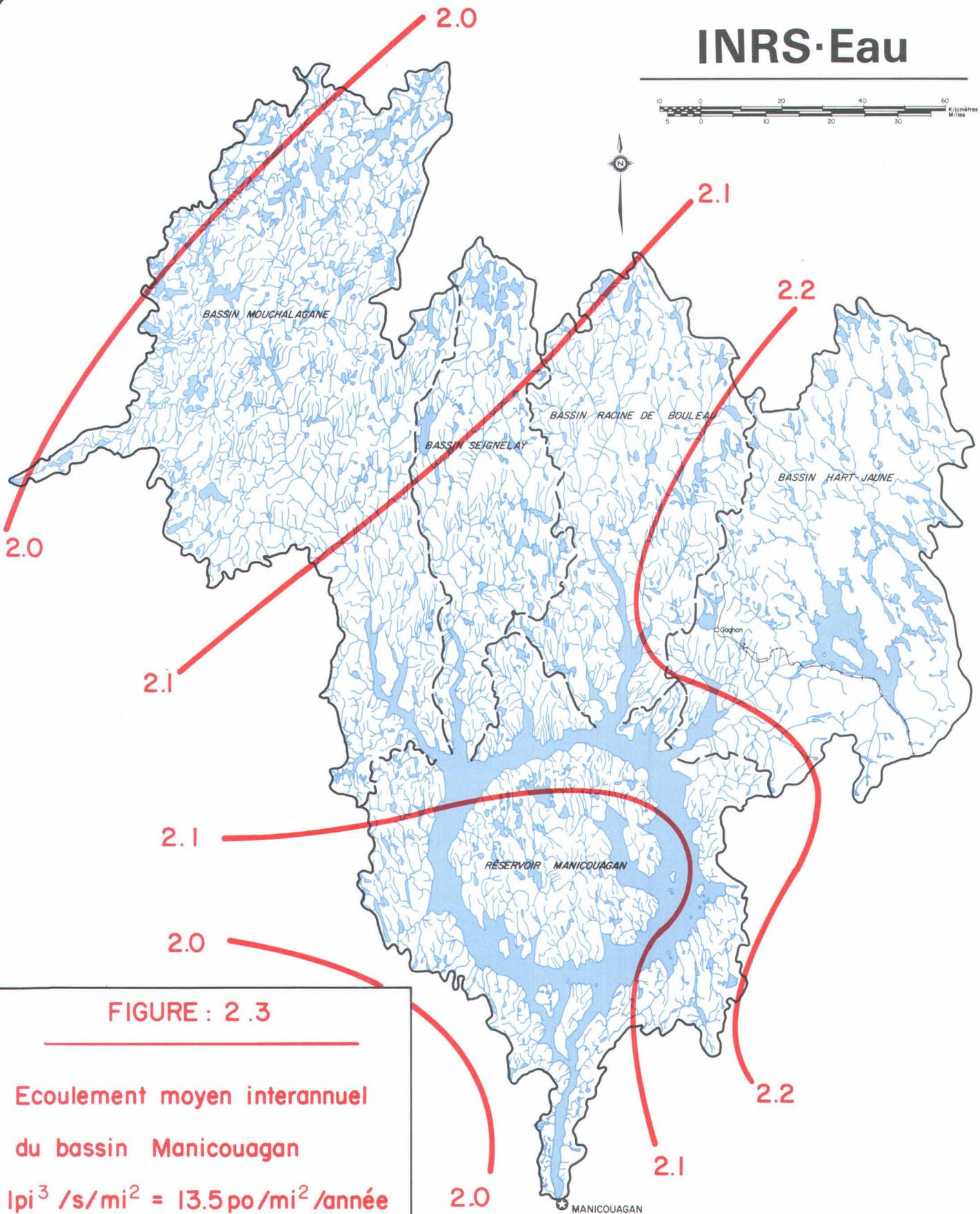


FIGURE: 2.2

- Déficit d'écoulement(po)
- - - Précipitation moyenne annuelle (po)

1 po = 25.4 mm



**FIGURE : 2.3**

**Ecoulement moyen interannuel  
du bassin Manicouagan**

$$1 \text{ pi}^3 / \text{s} / \text{mi}^2 = 13.5 \text{ po} / \text{mi}^2 / \text{année}$$

$$1 \text{ pcs} / \text{lm}^2 = 11.0 \text{ l} / \text{s} / \text{m}^2$$

Débit mensuel moyen ÷ module interannuel

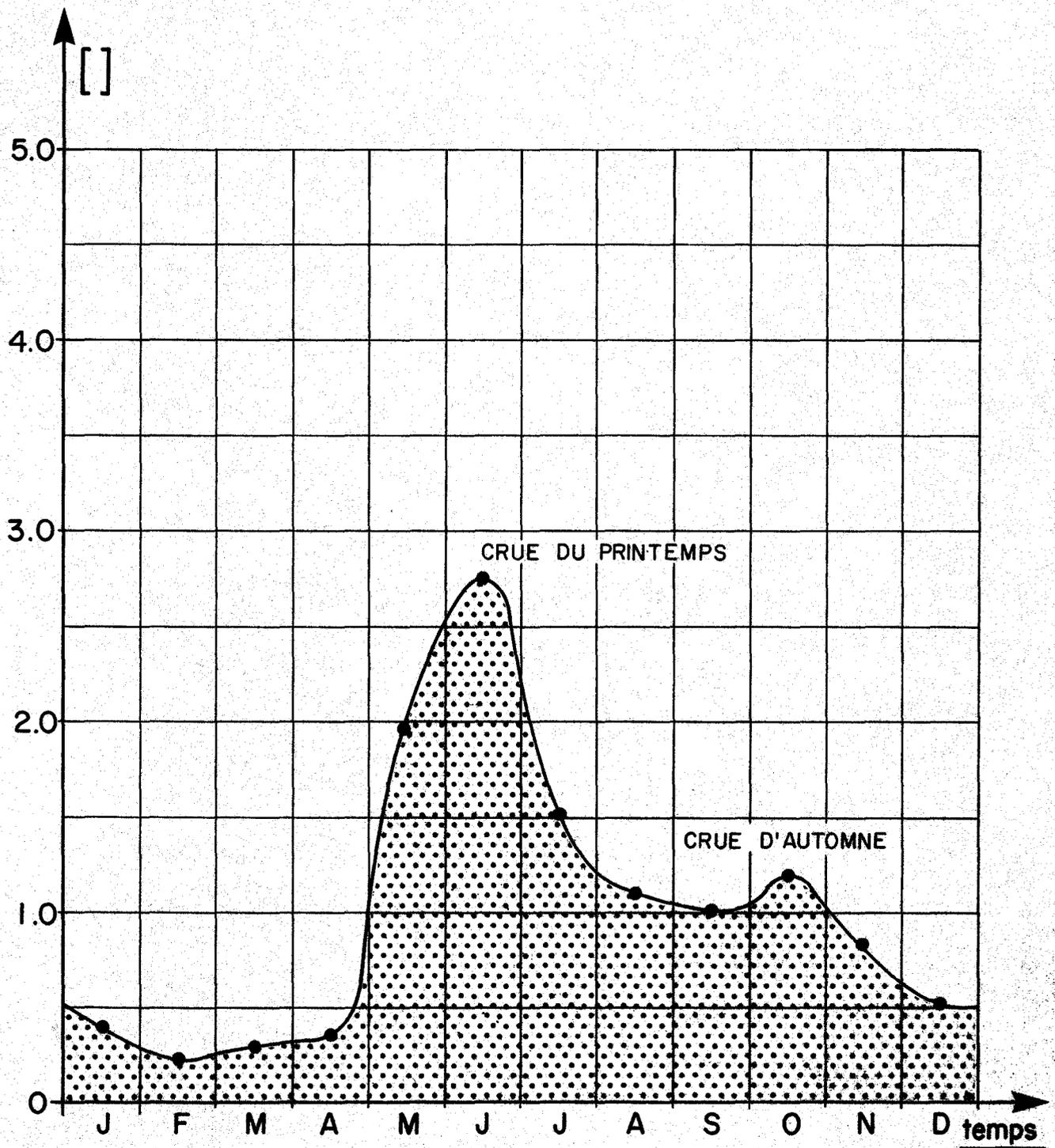


FIGURE: 2-4 . Régime mensuel de débit normalisé au module interannuel du bassin versant de Manicouagan .

APPENDICEDéfinition des variables morphométriques\*.

$z_m$ : Profondeur maximale.

$\bar{z}$ : Profondeur moyenne

$$\bar{z} = V/A$$

$l$ : La plus courte distance sur l'eau entre les deux points les plus distants du lac.

$\bar{b}$ : Largeur moyenne

$$\bar{b} = A/l$$

$A$ : Superficie du plan d'eau à son altitude moyenne.

$V$ : Volume du lac à son altitude moyenne.

$L$ : Ligne de rivage (longueur).

$D_L$ : Développement de la ligne de rivage.

$$D_L = \frac{L}{2\sqrt{\pi \cdot A}}$$

On compare la longueur de la ligne de rivage au périmètre d'un cercle ayant la même surface que le lac étudié

$D_V$ : Développement du volume.

$$D_V = A\bar{z} \left( \frac{1}{3} z_m - A \right)^{-1}$$

$$= 3\bar{z}/z_m$$

\* Hutchinson, G.E., 'A Treatise on Limnology' John Wiler and Sons Inc. New York 1957, Vol 1 Chapitre 2.

On compare le volume du lac à celui d'un cône ayant comme hauteur  $z_m$  et comme base A.

$z_r$ :

Profondeur relative.

$$z_r = \frac{100 z_m \sqrt{\pi}}{2 \sqrt{A}}$$

$$z_r = \frac{100 z_m \sqrt{\pi}}{2 \sqrt{A}}$$

On exprime la profondeur maximale en pourcentage du diamètre moyen du lac.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AIME, K.L. 1972.

Geology and Petrology of the Manicouagan resurgent caldera Quebec.  
Geological Survey of Canada Bulletin 198.

BERARD, J. 1962.

Etude géologique primaire le long des lacs Manicouagan et Mouchalagne.  
Ministère des Richesses Naturelles, Québec. Rapport préliminaire 489.

BERARD, J. 1963.

Rapport préliminaire sur la région du lac Boislong.  
Ministère des Richesses Naturelles, Québec. Rapport préliminaire 499.

CURRIE, K.L. 1972.

Geology and Petrology of the Manicouagan resurgent caldera, Quebec.  
Geological Survey of Canada Bulletin 198.

GAGNON, R.M., et M. Ferland, 1967.

Climat du Québec septentrional.  
Ministère des Richesses Naturelles. Publication MP 10.

HYDRO QUEBEC, 1972.

Manicouagan 5: Remplissage du réservoir et opération des pertuis.  
Rapport interne, mai 1972.

KISH, L. 1968.

Région de la Hart Jaune.  
Ministère des Richesses naturelles. Rapport géologique 132.

MURTAUGH, J.C., et K.L. CURRIE, 1969.

Etude préliminaire de la structure de Manicouagan.  
Ministère des Richesses Naturelles, Québec. Rapport préliminaire 583.

ROSE, E.R. 1955.

Manicouagan - Mushalagan lake area, Quebec.  
Geological Survey of Canada, Paper 55-2.  
Ministère des Richesses Naturelles, 1969.  
Carte géologique du Québec, Québec.

VILLENEUVE, J.P., M. LECLERC et al. 1972.

Rationalisation du réseau hydrométrique du Québec.  
Rapport au ministère de l'Environnement Canada par INRS-EAU.

WILLMORE, P.L. 1963.

The Sersvric investigation of the Manicouagan - Mushalagan Lake area in  
the province of Quebec.  
Publ. Dom. Obs., vol. 27, \*6.

3. ETUDES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX ET DES SEDIMENTS DU RESERVOIR  
MANICOUAGAN

H.G. Jones, M. Leclerc et M. Meybeck

### 3. ETUDES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX ET DES SEDIMENTS DU RESERVOIR MANICOUAGAN.

par: H.G. Jones, M. Leclerc et M. Meybeck

#### 3.1 Introduction

Les caractéristiques physiques et physico-chimiques des eaux déterminent en majeure partie leur capacité à soutenir des formes de vie quelconques. Les divers éléments dissous jouent plusieurs rôles dans les phénomènes de transport, de nutrition, de toxicité, etc. qui font partie des interrelations chimiques et biologiques du système écologique. Ils participent aux cycles complexes qui rendent possibles l'utilisation et la réutilisation des éléments essentiels pour le maintien du biosystème aquatique. Des changements dans les caractéristiques physico-chimiques de l'eau se traduisent souvent par des répercussions sur l'activité et sur la distribution des espèces.

Dans le cas de Manicouagan, il n'existe pas de documentation sur la qualité physico-chimique des eaux ou des sédiments du bassin Manicouagan-Mouchalagane, avant ou après la création du réservoir. Dans les systèmes naturels non-influencés par l'homme, la qualité physico-chimique des eaux est liée très étroitement à la géologie de leurs bassins (la qualité des précipitations joue aussi un rôle très important surtout pour certains éléments).

Les roches du type gneiss et granite du bassin du réservoir

Manicouagan (voir 2.1) sont très peu sensibles à l'érosion et les eaux du bassin devraient donc se distinguer par une très faible minéralisation, comme c'est le cas pour les rivières dont les bassins se trouvent dans la même province géologique, par exemple, les rivières Moisie, Magpie et des Escoumains. Un bref aperçu des résultats publiés par le ministère des Richesses Naturelles (1970) sur ces rivières a donné les chiffres suivants (Tableau 3.1) comme étant représentatifs (valeurs moyennes) des eaux de ces provinces géologiques.

Relativement à ces données, nous avons orienté notre travail dans le but de savoir si les eaux du réservoir reflètent véritablement la qualité des eaux des tributaires, ou si elles montrent des changements de qualité qui pourraient être attribués à l'inondation du sol ou de la forêt.

Les sédiments des anciens lacs inondés et du réservoir Manicouagan n'ayant fait l'objet, ainsi que nous l'avons déjà dit, d'aucune étude particulière, cette première étude avait pour buts:

- D'établir les principaux types de sédiments du réservoir.
- De rechercher des effets de la mise en eau sur la sédimentation au niveau des anciens lacs.
- De vérifier si les exploitations minières de Gagnonville font sentir leurs effets sur les sédiments du réservoir.

Pour ce qui est de la productivité primaire, le changement

qu'elle subit, ainsi que nous l'avons dit dans l'introduction, est un exemple frappant de l'effet écologique d'un nouveau réservoir.

Nous n'avons malheureusement aucun renseignement sur le bassin original. Nous sommes donc partis de l'hypothèse que les valeurs de la productivité primaire des quelques lacs naturels situés dans le bassin du réservoir, sont représentatives de la productivité des lacs Manicouagan et Mouchalagane à leur état original. Cette hypothèse, qui pourrait être fortement contestée pour plusieurs raisons, nous a parue justifiable dans les circonstances, à cause du manque total de connaissances sur la productivité primaire des lacs originaux.

## 3.2 Matériel et méthodes

### 3.2.1 Physico-chimie des eaux

Les prélèvements d'eau ont été effectués au moyen d'une bouteille de prélèvement du type Van Dorn d'une capacité de 4 litres. Généralement, les échantillons ont été prélevés à la surface et aux profondeurs de 5 m, 10 m, 30 m, 70 m et à 1 m au-dessus du fond. (Pour les stations de prélèvement voir Fig. 1.1). Les lectures de température, de pH, d'oxygène dissous, et la majorité des lectures de conductivité ont été faites sur place, soit en utilisant une sonde de mesure automatique, Surveyor II, (Hydrolab corporation), soit directement sur les é-

chantillons prélevés par la bouteille Van Dorn. La transparence a été déterminée par l'utilisation d'un disque de Secchi et la couleur avec un colorimètre de la compagnie Hellige, sur place.

L'analyse de l'eau a porté sur les éléments suivants:

eau brute: Silice ( $\text{SiO}_2$ ), Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ), Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ), Sodium ( $\text{Na}^+$ ), Potassium ( $\text{K}^+$ ), Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), Sulfate ( $\text{SO}_4^{--}$ ), par le ministère des Richesses Naturelles.

eau additionnée de chloroforme: Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) et Phosphate ( $\text{PO}_4^{--}$ ) par le ministère des Richesses naturelles.

eau additionnée d'acide sulfurique: Fer ( $\text{Fe}^{+++}$ ) et Manganèse ( $\text{Mn}^{++}$ ) par le ministère des Richesses Naturelles, et matière soluble organique (DCO) par INRS-Eau.

### 3.2.2 Physico-chimie des sédiments

La plupart des prélèvements de sédiments ont été réalisés entre le 10 et le 14 juillet et entre le 25 et le 27 juillet 1972 avec une petite benne Ekman (6" x 6") et un treuil manoeuvré à la main. Les stations de prélèvements de sédiments M-S0, M-SA, M-S1 - M-S17) étaient différentes de celles des prélèvements d'eau, et elles sont indiquées dans la figure 3.1.

Les profondeurs correspondent aux lectures de la corde graduée, avec vraisemblablement, une erreur de quelques pourcents en raison de l'élasticité de celle-ci. De plus, sa longueur étant limitée à 300 m, la valeur de la profondeur du prélèvement M-S7 est approximative étant donné que nous avons dû rajouter une longueur de câble mal connue.

Quand la benne se plantait bien, nous avons prélevé la vase (6 à 8 pouces) par couches d'environ un pouce d'épaisseur, réalisant ainsi une étude stratigraphique des sédiments superficiels. Lorsque les bennes se plantaient peu, c'est-à-dire dans des sédiments compacts et grossiers, on procédait à un seul prélèvement global. Enfin, nous avons gardé quelquefois le sédiment ramené par les bouteilles de prélèvement d'eau ayant touché le fond.

Les analyses de silice (Si), titane (Ti), aluminium (Al), calcium (Ca), sodium (Na), potassium (K), phosphore (P), manganèse (Mn), barium (Ba), strontium (Sr), fer (Fe), cuivre (Cu), nickel (Ni), zinc (Zn), plomb (Pb), cobalt (Co), cadmium (Cd), mercure (Hg), ont été faites au Centre de Recherches Minérales du ministère des Richesses Naturelles. Ces analyses ne tiennent compte que de la partie fine des sédiments passée au tamis de 80 mesh.

### 3.2.3 Productivité primaire

Trois mesures de la productivité primaire ont été faites les 1er et 2 août 1972, à la station M-4. La première à 500 ' de la rive (camp # 1) où la profondeur de l'eau est de 70 à 100 m, la deuxième dans une petite baie, à 200 ' de la rive où la profondeur de l'eau est de 50 m, et la troisième sur la rive du lac à la station M-4 (camp # 1). Les deux premières mesures ont été faites en utilisant la méthode d'incorporation de carbone ( $^{14}\text{C}$ ) dans la biomasse de phytoplankton par les processus de photosynthèse rapportée par Vollenweider (1969). La troisième méthode était basée sur les cycles diurnes d'oxygène dosée par la méthode de Winkler.

## 3.3 Résultats

### 3.3.1 Comportement thermique du réservoir

Tous les organismes aquatiques montrent une préférence pour les habitats qui répondent le mieux à leurs exigences de température. Bien que les organismes puissent vivre en s'accommodant d'une certaine gamme de température, les pro-

cessus de reproduction se déroulent à l'intérieur d'une échelle thermique beaucoup plus réduite. En plus des influences directes, les conditions de température peuvent avoir des effets indirects sur les organismes, par exemple: variations de la solubilité de l'oxygène, transport des sédiments et des éléments nutritifs par les courants de convection, stratification des eaux, etc.

Le réservoir Manicouagan est soumis à deux types de stratification thermique (Fig. 3.2): la stratification hivernale inverse qui se produit approximativement entre le mois de novembre et le mois de juin et la stratification directe d'été le reste du temps. Entre ces états de stabilité relative, on assiste à deux périodes d'isothermie (température constante à toutes les profondeurs) pendant lesquelles les eaux sont très instables. Si des vents d'une bonne vélocité soufflent à ce moment, il se produira un retournement des eaux. Pour Manicouagan, on ne connaît pas bien l'époque de ces périodes d'instabilité.

On a remarqué que les eaux superficielles (épilimnion) se réchauffent peu au cours de l'été. Pour l'ensemble des mesures prises, la température des eaux en surface se tenait entre  $8^{\circ}\text{C}$  ( $46^{\circ}\text{F}$ ) et  $14^{\circ}\text{C}$  ( $57^{\circ}\text{F}$ ) au milieu du mois de juillet sauf dans le fond des baies où l'eau était généralement plus chaude.

En hiver, il se forme une épaisse couche de glace en surface (4 pieds et plus). Les eaux se refroidissent jusqu'à de grandes profondeurs; par exemple, à la station M-1, près du barrage, on a mesuré  $2.5^{\circ}\text{C}$  ( $37^{\circ}\text{F}$ ) pour des échantillons prélevés à 200 pieds (67 m) de profondeur.

On a constaté de plus que la température des baies des affluents majeurs était variable de l'un à l'autre même si leur bassin de drainage est de superficie et d'orientation comparables. Par exemple, les eaux de la baie de Hart-Jaune étaient systématiquement plus chaudes de  $1^{\circ}\text{C}$  à  $4^{\circ}\text{C}$  que celles de Racine de Bouleau et ce jusqu'à plus de 100 pieds (28 m) de profondeur, le 14 juillet 1972. Egalement, Mouchalagane a une température en surface de  $16.1^{\circ}\text{C}$  ( $61^{\circ}\text{F}$ ) alors que Seignelay a une température de  $8.1^{\circ}\text{C}$  ( $36.5^{\circ}\text{F}$ ) le 12 juillet 1972. Cette différence se fait sentir jusqu'à plus de 20 pieds en profondeur. La figure 3.3 illustre ces différences.

### 3.3.2 pH

Le pH, qui est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un système aquatique naturel, peut varier beaucoup avec les conditions géologiques et l'activité biologique; c'est donc un paramètre important à étudier pour obtenir des indices sur les origines des eaux et leur état biologique. Le pH des eaux naturelles peut varier entre les extrêmes de 2.0

et de 12.0, mais la majorité des lacs et des rivières montre des valeurs de pH entre 5 et 8.5. Les limites de tolérance de la plupart des espèces de macro-organismes se trouvent dans cette gamme de valeurs.

Le pH du réservoir Manicouagan varie entre 5.2 et 6.8. Au mois de mai, sous la couverture de glace, le pH est relativement bas et il n'y a apparemment pas de stratification de ce paramètre en profondeur. En été, le pH montre une stratification surtout dans la partie est (i.e. Manicouagan) du réservoir (Fig. 3.4). Par contre, la partie ouest (i.e. l'ancien lac Mouchalagane) du réservoir montre un pH plus bas et une stratification moins évidente que dans la partie Manicouagan. A cause du manque de mesures surtout dans la partie Mouchalagane du réservoir, la différence entre les deux parties ne peut être jugée significative; cette tendance devra être confirmée par d'autres mesures.

La légère augmentation du pH en été, plus apparente à la station M-5 qu'ailleurs, est peut-être le résultat de l'activité biologique dans les eaux peu profondes et en surface. C'est plus précisément l'activité des producteurs primaires (phytoplancton) qui peut faire augmenter le pH des eaux, à cause de l'utilisation de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) par les processus photosynthétiques. Nous avons constaté ce fait

pendant les mesures de productivité primaire (voir section 3.3.11) à la station M-4, où le pH de l'eau de surface a augmenté de 6.3 à 6.8 pendant la période de photosynthèse de la journée.

En résumé, il ressort que les valeurs de pH du réservoir Manicouagan sont semblables à celles des rivières des autres bassins de la région dont les valeurs en été sont autour de 6.5. L'analyse des résultats n'établit pas de différence de pH entre les eaux provenant des embouchures des tributaires M-6, M-7, M-9, M-10 et la masse d'eau du réservoir lui-même (M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-8, M-11). Mais il faut souligner que les stations de prélèvements M-6, M-7, M-9, M-10 se trouvaient dans les baies profondes des embouchures des tributaires et non pas dans les rivières, aux endroits où celles-ci se déversent dans le réservoir.

### 3.3.3 Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau est un élément essentiel à la vie de la plupart des organismes dans les milieux aquatiques. La plupart des lacs dans les zones tempérées, sont caractérisés par deux périodes de stratification thermique (été et hiver); deux fois par année, au printemps et à l'automne, le "retournement" de la masse d'eau réoxygène les eaux

profondes. Une fois établie la stratification thermique, le transfert d'oxygène entre l'épilimnion et l'hypolimnion est très faible et n'est pas suffisant pour remplacer l'oxygène utilisé dans l'hypolimnion surtout par la dégradation de la matière organique, par exemple la "pluie" de plancton mort. Ainsi, il arrive souvent que ce déficit d'oxygène atteint des niveaux qui ne permettent pas la colonisation des eaux de fond par certaines espèces de benthos et de poissons.

La disparition complète de l'oxygène des eaux de fond entraîne les processus anaérobiques qui se traduisent par la présence et l'accumulation de l'hydrogène sulfuré dans l'hypolimnion. Cette situation est à l'origine de plusieurs problèmes comme la dégradation de la qualité de l'eau potable, la disparition de certaines espèces de poissons, le transfert rapide des éléments nutritifs entre les sédiments et l'eau, etc. Les réservoirs sont particulièrement susceptibles de connaître ce genre de déséquilibres, à cause de la biodégradation de la matière végétale inondée. Les études des réservoirs en pays tropicaux ont montré la disparition extrêmement rapide de l'oxygène des eaux de fond.

A la fin de l'hiver (mai), dans le réservoir Manicouagan, nous avons constaté que l'eau sous la couverture de glace présentait une valeur de saturation en oxygène se situant entre 90 et 95% (9.9 - 11.5 ppm), jusqu'à une profondeur de 30 m-

tres. Par contre, les eaux de fond du réservoir étaient sous-saturées à des valeurs variant de 35% à 60% (4.6 - 8.0 ppm) à l'exception de celles des stations M-3 et M-5, (90% de saturation, 11.1 - 11.7 ppm, Fig. 3.5) et de M-1 (déficit complet en oxygène, 0.0 ppm le 9 Juin 1972).

Après le retournement des eaux en juillet, les eaux de surface, jusqu'à une profondeur de 5 mètres, présentent une valeur de saturation proche de 100% ( $\approx$  10 ppm). Les eaux de fond sont à nouveau moins saturées (valeur de 60% à 80%, 7.4 à 9.9 ppm) à l'exception des eaux des stations M-4 et M-5 qui affichaient des taux de saturation de 11% (1.4 ppm) et de 33% (4.3 ppm), respectivement. (Fig. 3.6).

Les résultats montrent une certaine réoxygénation des eaux de fond après l'isothermie du printemps; ils indiquent aussi que l'utilisation de l'oxygène dans l'hypolimnion durant l'hiver n'est pas assez importante pour produire des conditions anaérobiques avec les problèmes qui s'y rattachent (à l'exception toutefois de la station M-1). Il est fort possible que la disparition de l'oxygène au fond du réservoir, près du barrage, soit le résultat de la biodégradation de l'écorce provenant des arbres qui s'entassaient contre le barrage pendant et après le remplissage du réservoir. On a d'ailleurs trouvé, dans le prélèvement de sédiment près du

barrage (M-50), une abondance de débris végétaux. Actuellement, faute de données, nous ne pouvons expliquer les autres exceptions au comportement général quant aux degrés de saturation en oxygène des eaux du réservoir. (Par exemple, le degré de saturation très faible des eaux du fond de la station M-4 en été).

### 3.344 Conductivité

La conductivité est une mesure globale de la concentration des sels solubles dans l'eau. Nous avons choisi d'étudier ce paramètre au réservoir Manicouagan pour deux raisons. La première est que Northcote et Larkin (1956) et plus tard Rawson (1960) ont trouvé un rapport entre la productivité et la quantité globale de sels dissous, dans quelques lacs profonds de la Colombie Britannique et du bouclier précambrien au nord de la Saskatchewan. La deuxième raison est que les études en pays tropicaux ont montré que la quantité de sels dissous augmente dans les réservoirs, à cause principalement de l'évaporation et de l'inondation des sols. Dans le cas du réservoir Manicouagan, l'évaporation annuelle de l'ordre de 15 pouces, (d'après des observations au lac Nitchequon) contribuerait très peu à l'augmentation de la concentration des sels dissous.

Le résultat de l'échantillonnage, pendant l'été de 1972,

a montré que la conductivité (corrigée pour les différentes températures), partout dans les eaux du réservoir, est très basse (de 13 à 28  $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ ) à l'exception de celle des eaux de fond à la station M-6, au mois de mai, où on a enregistré une valeur de 45  $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ . Nous n'avons pas décelé de changement de ces valeurs avec la succession des saisons. Certains indices, toutefois, portent à croire que les eaux dans la partie nord-ouest (embouchures des rivières Mouchalagane et Seignelay) du réservoir (stations M-9, M-10) possèdent de plus faibles quantités de sels dissous que le reste du système.

### 3.3.5 Transparence et couleur

Les changements de la transparence de l'eau (disque Secchi) ou de la couleur (unités APHA), dans un lac ou une rivière, sont d'une nature très complexe et sont souvent liés à plusieurs facteurs météorologiques, géologiques et biologiques. Dans les études limnologiques, l'étude de ces deux paramètres sert souvent à indiquer la quantité et la qualité de la lumière disponible pour le processus photosynthétique.

Nous avons constaté que, dans le réservoir Manicouagan, la transparence de l'eau était en été généralement comprise entre 5 et 7 mètres à toutes les stations rapportées.

Quant aux mesures de couleur, elles étaient comprises entre 25 et 30 unités APHA, à l'exception des eaux de fond qui ont des valeurs (70 APHA) plus élevées. Les valeurs de transparence montrent que les eaux de ce réservoir sont assez claires, comme les eaux des lacs peu productifs des régions montagneuses ou nordiques.

### 3.3.6 Nitrate et phosphate

Avec l'élément carbone, l'azote et le phosphore sont les deux éléments nutritifs disponibles pour les processus photosynthétiques, responsables de l'augmentation de la biomasse (productivité). Aujourd'hui, les problèmes d'eutrophisation artificielle des lacs et des réservoirs sont généralement liés au fait que dans plusieurs écosystèmes aquatiques, le manque de phosphore joue le rôle de facteur limitatif de la productivité. Une quantité excessive de phosphore due à l'activité humaine, dans plusieurs lacs et réservoirs, a provoqué une rapide augmentation de la productivité avec tous les problèmes qui en découlent.

Un lac est dit eutrophe, si sa productivité est élevée. Mais il existe des lacs où les quantités de carbone, d'azote et de phosphore sont assez élevées pour soutenir une haute productivité, mais où cette dernière est tout de même faible par manque de facteurs limitatifs comme les "micronutriments",

(ex. cobalt, molybdène, fer, etc.). Dans les lacs oligotrophes bien oxygénés, l'azote se trouve surtout sous forme de nitrate et le phosphore sous forme d'orthophosphate.

Dans le réservoir Manicouagan, nous avons trouvé des concentrations de nitrate variant de 0.2 à 1.3 partie par million (ppm); la majorité des valeurs s'échelonne de 0.4 à 0.8 ppm. Les valeurs de l'orthophosphate sont situées autour de 0.05 ppm. Les résultats d'été de deux stations (M-1, M-2) ont montré l'existence d'une stratification en profondeur de nitrate, mais sans que cela ne soit une règle générale pour toutes les stations. Les eaux de fond contenaient souvent plus de phosphore que les eaux de surface. A cause de leur importance sur le plan de la nutrition, les implications de ces résultats seront discutées avec les analyses des résultats de la productivité primaire (section 3.3.11). Remarquons simplement que ces concentrations de nitrate des eaux du réservoir Manicouagan sont plus élevées que les valeurs moyennes rapportées pour les rivières de la région (Ministère des Richesses Naturelles 1970).

### 3.3.7 Les éléments principaux

La composition minérale de l'eau est très souvent un indice de son origine géologique et les changements dans cette composition sont parfois des indicateurs de l'activité biolo-

gique dans le système (par exemple, les cycles de concentration de silice par rapport à l'activité des diatomées). La qualité inorganique des eaux joue aussi un rôle dans la colonisation du milieu par des organismes; des études limnologiques ont montré dans certains cas un rapport direct entre la productivité et la quantité des sels dissous dans certains lacs (Rawson, 1960).

L'analyse des résultats des prélèvements de printemps-été au réservoir Manicouagan, nous a permis de constater que:

- a) les eaux ont de très faibles concentrations de sels dissous (15 à 20ppm);
- b) il n'y a pas de changement significatif dans la concentration des éléments principaux au printemps et en été;
- c) il n'y a pas de stratification des éléments en profondeur;
- d) la concentration de certains éléments dans les eaux de la partie est du réservoir (branche Manicouagan) est différente de celle de la partie ouest du réservoir (branche Mouchalagane).

Les teneurs des eaux en sodium, en potassium, en sulfate et en chlorure sont sensiblement les mêmes partout dans le réservoir. Mais en ce qui concerne la silice et le calcium, il y a une différence entre les eaux qui proviennent des tributaires

de l'ancien lac Manicouagan et celles qui proviennent de l'ancien lac Mouchalagane.

On peut résumer ces différences dans le tableau 3.2.

Une analyse des résultats pour chaque station fait bien ressortir la faible teneur en silice de la partie est du réservoir, par rapport à la partie ouest. Par contre, les concentrations de calcium et de magnésium sont plus élevées dans la partie est du réservoir. Les concentrations de sodium, de sulfate et de chlorure ne varient pas tellement. Deux hypothèses pourraient expliquer cet état de choses. La première se base sur le fait que les tributaires de la partie ouest du réservoir reçoivent leurs eaux d'une région qui se situe à 60% dans la province géologique du Supérieur et à 40% dans la province de Grenville (Fig. 2.1). Les tributaires de la partie est du réservoir reçoivent leurs eaux presque exclusivement de la province de Grenville. Les roches de la province du Supérieur sont cristallines et très peu solubles. Les roches de la province de Grenville par contre contiennent des roches sédimentaires plus solubles que celles du Supérieur, comme la dolomie, avec une concentration de calcium et magnésium plus élevée que celle des roches cristallines. Ainsi, les eaux de la partie est du réservoir se distinguent par une teneur plus élevée, en éléments de cette nature, que les eaux de la

partie ouest.

La deuxième hypothèse est basée sur le fait que les terrains inondés autour de l'ancien lac Manicouagan contiennent plus d'affleurements de calcaire et de dolomie (série de Trenton et de Wilderness) que les rives inondées de l'ancien lac Mouchalagane. Il est donc fortement possible que la différence (surtout en calcium et en magnésium) entre les deux branches du réservoir soit le résultat de la distribution générale des roches alcalines dans les bassins versants et aussi dans les régions inondées par le réservoir.

### 3.3.8 Fer - Manganèse

Dans les eaux naturelles, les comportements de ces deux éléments présentent de grandes similitudes. La forme, la distribution saisonnière et le rapport des concentrations entre les sédiments et l'eau indiquent, dans la plupart des cas, le degré d'oxygénation et les caractéristiques "redox" des eaux de fond. Ces processus jouent un rôle dans la cyclisation de ces deux métaux lourds qui sont indispensables pour la vie aquatique.

Nous avons constaté à Manicouagan que les concentrations totales de fer dans l'eau se situent entre les valeurs de 0.15 et de 0.28 ppm. La concentration de manganèse est très faible

(jamais au-dessus de 0.05 ppm) et souvent elle ne dépasse pas le seuil de détection analytique. Dans les eaux bien oxygénées de Manicouagan, et en tenant compte des valeurs de pH que nous avons trouvées, le fer se trouve probablement à l'état de suspension (colloïde ou particule) comme l'hydroxyde ferrique ou en solution, sous forme de complexes organiques, ou encore les deux à la fois. Bien que nous n'ayons pas réussi à analyser une quantité suffisante d'échantillons, les résultats indiquent qu'il y a une légère augmentation de fer dans le réservoir en été après le "retournement" des eaux du mois de juillet.

### 3.3.9 Matière organique soluble

La matière organique soluble dans un écosystème aquatique provient, par sécrétion, des organismes vivants ou encore des organismes morts par des processus d'oxydation, de photo-oxydation, de biodégradation, etc. La matière qui provient des organismes qui passent leurs cycles de vie dans un lac est appelée matière autochtone. Par contre, la matière organique apportée de l'extérieur par le vent, ou par les rivières dans un lac est dite allochtone. Dans un grand lac peu productif comme le réservoir Manicouagan, la plus grande partie des matières organiques est autochtone. Les rôles joués par les produits organiques solubles dans un écosystème aquatique sont nombreux et divers, comme la complexation, les facteurs de croissance, la source de nourriture, etc.

Dans l'étude du réservoir Manicouagan, nous avons mesuré la quantité des matières organiques solubles dans l'eau par la méthode de demande chimique en oxygène (DCO). Nous avons trouvé des concentrations qui varient entre la valeur de 0 et celle de 27 ppm, la plupart des échantillons donnant des valeurs entre 3 et 9 ppm. L'insuffisance des données ne nous a pas permis de déceler les changements saisonniers ou les stratifications possibles en profondeur. Il reste néanmoins que les valeurs s'accordent très bien avec les concentrations rapportées dans les études sur d'autres lacs. (Visser, 1972).

#### 3.3.10 Analyse des sédiments

Comme on pouvait s'y attendre, les sédiments du réservoir présentent une assez grande variété de textures et de compositions chimiques. La raison en est que l'eau a recouvert non seulement les sédiments lacustres des anciens lacs, mais également des dépôts fluviaux et deltaïques, sans compter les forêts inondées au-dessus desquelles nous n'avons pas fait de prélèvements.

Par exemple, les sédiments M-S1, M-S3 et M-S10 proviennent d'anciens deltas lacustres, les sédiments M-S2, M-S11 et M-S12 sont les apports des rivières Seignelay et Mouchalagane. Tous ces sédiments sont grossiers et constitués le plus souvent de sable grossier, voire de gravier (M-S11). Nos prélè-

vements préliminaires ne nous permettent pas de déterminer l'étendue exacte de ces dépôts, mais on peut penser qu'ils sont limités aux embouchures des principales rivières et aux berges des anciens lacs.

Les prélèvements M-S15 et M-S16 pris à l'extrémité sud de l'ancien lac Mouchalagne sont très particuliers: sous quelques millimètres de vase molle, organique, on a trouvé une couche d'un pouce d'argile grise, compacte, très homogène, rencontrée nulle part ailleurs, puis à nouveau la sédimentation "normale", c'est-à-dire, pour M-S15, de la vase organique noire analogue à celle de M-S13 et de M-S14, et, pour M-S16, du gravier. L'origine de cette argile est encore inconnue; son mode de gisement peut faire penser qu'il s'agit d'un glissement ou de lessivage de dépôts locaux d'argile glaciaire. Seule une étude spécifique permettrait de préciser cette question.

Le sédiment pris près du barrage (M-S0) est très particulier; il est constitué surtout de débris végétaux enchevêtrés, très peu oxydés, et d'un peu de vase fine. Il s'agit sans doute de débris accumulés lors de la construction du barrage, notamment lors du déboisement.

L'interprétation des analyses chimiques pose un problème particulier en raison du petit nombre d'échantillons et du manque de références à ce sujet dans les publications spécialisées.

On peut cependant remarquer qu'il y a quatre types de sédiments différents:

- a) vase riche en débris végétaux: (M-S0, M-S9), caractérisée par une faible teneur en tous les éléments principaux (Al, Fe, Na, Mg, Ca et particulièrement en Si);
- b) sables et limons d'origine détritique: (M-S10, M-S11, M-S12), leur composition est variable, riche en Fe ou en silice. La teneur en Fe de M-S11 est très élevée, elle demanderait confirmation;
- c) vase lacustre organique: (gyttja), (M-S5, M-S6, M-S7, M-S13, M-S14);
- d) vase lacustre plus minérale: (M-S4, M-S8, M-S15, M-S16), d'origine détritique plus marquée.

De plus, nous n'avons pas remarqué de différences nettes entre les prélèvements de surface (premier pouce ou demi-pouce) et ceux des couches de 5 ou 6 pouces de profondeur, si ce n'est une augmentation de sodium et une diminution de potassium à certains endroits (M-S6, M-S7, M-S8, M-S13). Il ne semble donc pas qu'actuellement les processus de sédimentation aient changé.

Les niveaux de surface des vases (M-S6 et M-S7) proches de la Hart-Jaune étaient de couleur rouge contrairement aux plus

profonds. Nous pensions qu'il y avait là une influence des rejets de mine de Gagnonville. Mais à M-S7, on ne note aucune différence notable entre la surface et le fond, que ce soit pour les éléments principaux ou pour les traces; à M-S6, par contre, le Fe est nettement plus abondant. Il est donc difficile d'en conclure quoi que ce soit.

Les teneurs en éléments traces (Cu, Ni, Zn, Pb, Co, Cd, Hg) sont assez variables. Elles sont minimales dans les sédiments grossiers d'origine détritique (M-S10, M-S11, M-S12), ce qui correspond bien au comportement général des traces liées aux argiles. Leur niveau général est faible. Nous n'avons pas décelé de valeurs particulières pouvant être dues à des pollutions; même pour "M-S6 surface", les concentrations ne sont pas d'un ordre de grandeur différent de celles du reste du lac. La variabilité des teneurs peut s'expliquer simplement par les différences de composition géologique des sous-bassins.

### 3.3.11 La productivité primaire

Les éléments nutritifs, c'est-à-dire ceux qui sont assimilés d'une façon ou d'une autre par des organismes vivants, constituent le support matériel des organismes. Ces éléments sont constamment recyclés dans la biosphère; on les retrouve tantôt

sous des formes inanimées et, à d'autres moments, incorporés à des organismes vivants. Le taux de transformation de la matière nutritive inanimée en matière vivante sous l'influence de l'énergie solaire, ou simplement sous l'influence de l'énergie contenue dans la matière inanimée, correspond à ce qu'on appelle productivité primaire; selon que le processus puise son énergie de la radiation solaire ou de l'énergie chimique, on parle de processus photo-autotrophe ou de processus chemo-autotrophe. Il faut encore distinguer entre productivité primaire brute et productivité primaire nette. Cette dernière correspond à la productivité primaire brute moins la partie de cette productivité dont l'organisme concerné a besoin pour remplir ses différentes fonctions. Dans la plupart des eaux, l'importance de la photosynthèse dépasse de loin celle de la chemo-synthèse autotrophe; par conséquent, la production primaire des lacs ou des rivières, est faite surtout de la somme de la production photo-synthétique exprimée par unité de surface, de la surface jusqu'au fond.

Le paramètre le plus souvent choisi comme mesure de la production primaire brute des lacs est la quantité de carbone (C) assimilé par le système par mètre carré ( $m^2$ ) par année. Les valeurs de production primaire constituent la base d'un système de classification des lacs en trois grandes catégories: oligotrophe, où la production annuelle est inférieure à  $45 \text{ g C/m}^2$ ; mésotrophe,

où la production annuelle se situe entre 50 et 100 g C/m<sup>2</sup>, et eutrophe, où la production annuelle se situe au-dessus de 100 g C/m<sup>2</sup> (Vollenweider, 1968).

Dans la plupart des cas, l'évolution normale de l'état trophique d'un lac "naturel" va de l'oligotrophie vers l'eutrophie (eutrophisation). Normalement, cette évolution est très lente et à peine perceptible sur des centaines d'années. Par rapport à la vie socio-économique de l'homme, les lacs oligotrophes ont plus de valeur que ceux qui ont atteint l'état d'eutrophie. Ces derniers sont des plans d'eau de peu de valeur esthétique (fleurs d'algues, odeurs, macrophytes), touristique et économique en général (disparition des espèces nobles de poissons; impossibilité d'approvisionnement en eau potable, eau industrielle, population excessive d'insectes, etc.). L'eutrophisation accélérée des lacs et des réservoirs est un problème qui se manifeste de plus en plus aujourd'hui et qui est dû à un "input" des éléments nutritifs, surtout l'azote et le phosphore provenant de l'activité industrielle et urbaine de l'homme. A priori, on peut craindre, à cause de l'affluence des éléments nutritifs en provenance de la dégradation du sol et de la végétation inondée, que ce phénomène se produise après la mise en eau d'un réservoir.

Les mesures que nous avons réussi à prendre à la station M-4 (Tableau 3.3) montrent que la production primaire quotidienne de ce réservoir le place dans la classe oligotrophe-mésotro-

phe. Cependant, il faut ajouter que ces mesures sont trop limitées en nombre pour permettre une évaluation précise du phénomène, de sorte qu'elles doivent être perçues comme une indication et non comme une preuve de l'absence de tout phénomène d'eutrophisation.

Il faut souligner que les mesures sont valables seulement pour les lieux et les dates déjà indiqués dans la section 3.2.2 "Matériel et méthodes". Nous ne pouvons évaluer avec précision la production primaire du réservoir sur une base annuelle parce que nous ne connaissons pas assez le comportement de cet écosystème surtout pour permettre une extrapolation des résultats de M-4 sur tout le réservoir. En tenant compte du fait que le lac est très profond et que la saison de production optimum est très courte, il est fort possible que ce lac se classe comme oligotrophe sur la base de la production annuelle. La valeur de la transparence (5 à 7m, voir section 3.3.5) se compare très bien avec les valeurs rapportées pour les lacs oligotrophes (Rawson, 1958), et la lumière du soleil pénètre assez profondément (10 - 14m) dans l'eau (avec une perte de 99% de l'énergie originale). Nous avons trouvé également une activité de photosynthèse jusqu'à 12 mètres (Fig. 3.8).

### 3.4 Conclusion

#### 3.4.1 Qualité physico-chimique des eaux

La composition générale des eaux du réservoir (éléments

principaux, conductivité) est pratiquement la même que celles des eaux de surface de la région. Il s'agit d'eaux très faiblement minéralisées, bicarbonatées, calciques, légèrement acides, caractéristiques des zones climatiques semi-arctiques et de substrats rocheux cristallins comme on en trouve ailleurs au Canada, en Finlande, en Sibérie.

On note peu de différences au niveau d'une même couche d'eau. Toutefois, les eaux de la branche Manicouagan sont légèrement plus calciques que celles de la branche Mouchalagane. Cette particularité, qu'il reste à confirmer, peut s'expliquer par des différences de nature lithologique des bassins versants et des zones inondées.

Nous avons trouvé légèrement plus de phosphore dans les eaux de fond qu'en surface. De même, il y avait plus de fer en été qu'en hiver; à moins qu'il ne s'agisse là d'apports printaniers des rivières, il est possible que ce fer provienne d'eaux plus ferrogineuses ramenées du fond du lac par le retournement de juillet. Ces éléments seraient donc plus concentrés dans le fond du lac, soit à cause de l'inondation, soit à cause d'une diffusion à partir des vases lacustres des anciens lacs.

Le problème le plus important que révèle cette étude préliminaire concerne l'oxygène dissous. Les valeurs des eaux profondes ne sont que de 35% à 60% de saturation en hiver et

de 60% à 80% de saturation en été. De plus, il nous est arrivé d'enregistrer des valeurs encore plus faibles. Il y a peu d'information à ce sujet sur les lacs profonds du Québec, tels que le lac Mistassini, mais nous pouvons comparer avec le Grand Lac de l'Esclave (Territoires du Nord-Ouest), dont la profondeur est du même ordre que celle du réservoir Manicouagan. Rawson (1950) n'y a jamais enregistré en été des valeurs en eaux profondes inférieures à 7.5 mg/l, soit 80% de saturation. Le réservoir Manicouagan semble donc moins oxygéné que le Grand Lac de l'Esclave. Comme on ne possède aucune mesure sur les anciens lacs, on ne peut dire si cette différence est due à la forme encaissée du réservoir ou bien à l'inondation des terrains. Ce problème important devrait être étudié de façon approfondie.

Il faut souligner que ces conclusions sont basées sur une étude préliminaire réalisée essentiellement le 17 mai 1972. Nous n'avons donc qu'une vue très partielle de l'évolution du réservoir au cours d'une année.

Il faut dire encore que le réservoir a atteint son niveau de remplissage normal en 1968 et que le temps du renouvellement moyen des eaux est de 8 ans (voir 2.5); les eaux du réservoir n'ont donc pas été renouvelées une fois en moyenne. C'est dire que l'évolution du réservoir est sans doute encore en cours et que l'équilibre est loin d'être atteint. Les résultats ne sont

donc valables qu'au moment de l'étude.

#### 3.4.2 Qualité physico-chimique des sédiments

Nous avons trouvé quatre types principaux de dépôts. Seule la "vase riche en débris végétaux" récoltée au pied du barrage est caractéristique du milieu inondé; les trois autres formes de dépôts préexistaient à l'inondation du territoire. Nous n'avons pas pu déceler, avec nos méthodes de prélèvement, si la sédimentation de ces dernières années, de l'ordre de quelques millimètres, présentait une nature différente de celle des sédiments antérieurs. Il demeure que les dépôts superficiels roses aux alentours de la Hart-Jaune posent un problème. Enfin, nulle part la concentration des métaux n'a été vraiment supérieure aux teneurs naturelles.

#### 3.4.3 Production primaire

En résumé, nos résultats ne nous permettent pas de décrire avec précision l'état de trophie du réservoir Manicouagan, car nos mesures sur la production primaire sont insuffisantes et pas assez étalées dans l'espace. Mais, si l'on tient compte de la morphologie du réservoir et de la courte durée de la saison de photosynthèse relativement élevés, nous pouvons dire que ce lac est probablement oligotrophe quant à sa production primaire annuelle. Il est intéressant de confronter cette con-

clusion avec celles qui sont basées sur des paramètres dont nous avons les données pour une plus grande étendue du réservoir et pour toute la durée du programme d'inventaire physico-chimique.

A partir d'une compilation qui porte sur 300 eaux européennes, Høll a tenté d'établir une classification de la trophie en fonction des concentrations de certains éléments (Vollenweider 1968). Même si, aujourd'hui, cette classification n'a qu'une valeur historique, l'interprétation des résultats de l'étude sur le réservoir Manicouagan (Tableau 3.4) selon cette classification tend à conformer l'hypothèse que le réservoir est à l'état oligotrophe.

Vollenweider (1968), à partir de mesures déjà prises sur des lacs suisses (Thomas, 1953) a classifié l'état de trophie des eaux selon une méthode basée sur les concentrations d'azote (N) minéral et de phosphore (P) total. Cette classification est résumée dans le tableau 3.5.

La valeur moyenne approximative de P à l'état d'orthophosphate  $\text{PO}_4^{\equiv}$  du réservoir Manicouagan est de  $50 \text{ mg/m}^3$  (0.05 ppm) et la valeur moyenne approximative de N à l'état de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) est de  $400 \text{ mg/m}^3$  (0.40 ppm). Ainsi, en considérant que les valeurs de  $\text{PO}_4^{\equiv}$  et de  $\text{NO}_3^-$  sont au moins les valeurs minimum du P total (surtout  $\text{PO}_4^{\equiv}$  et P organique) et du N minéral ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ),

il semblerait que les concentrations de ces éléments dans le réservoir Manicouagan en font un lac eutrophe. Cependant, les observations régulières sur le réservoir pendant l'été de 1972, (par exemple pour la transparence, la minéralisation des eaux, la densité de plancton, etc.) ne donnent nullement l'impression que le réservoir Manicouagan est à l'état eutrophe. Il reste néanmoins que les concentrations de P et de N enregistrées dans masse d'eau pourraient soutenir une productivité supérieure à la productivité actuelle. Il est donc probable qu'il y a d'autres facteurs qui limitent autant que l'azote et le phosphore la production de ce réservoir. On rapporte, en effet, dans certaines publications des cas de lacs peu productifs où des concentrations suffisantes d'azote et de phosphore auraient pu pour- tant soutenir une production primaire élevée.

Ainsi, Goldman (1972) a montré que la production primaire dans 82% des lacs oligotrophes qu'il a étudiés en Amérique du Nord, en Alaska, en Nouvelle-Zélande, en Afrique et en Antarctique, était inférieure à la normale par rapport aux concentrations d'éléments nutritifs majeurs. Ces lacs en réalité manquaient de "micronutriments" comme le zinc, le fer, le molybdène, le cobalt, etc. Une autre étude faite par Christie (1968), sur des lacs du sud de l'Ontario qui contenaient les mêmes concentrations d'azote et de phosphore, a montré que trois de ces lacs étaient oligotrophes, grâce au rôle limitatif joué par le carbone ( $\text{HCO}_3^-$ ) sur la production primaire. Goldman et Christie

ont réalisé une série d'expériences en laboratoire qui leur ont permis de préciser la nature de ces facteurs limitatifs.

Les trois lacs oligotrophes mentionnés dans l'étude de Christie se trouvent dans le bouclier précambrien canadien, comme d'ailleurs le réservoir Manicouagan, et les caractéristiques physico-chimiques des eaux sont à peu près les mêmes dans les deux cas. Aussi, une comparaison de nos résultats avec ceux des publications ci-haut citées nous amène à nous demander si la productivité primaire du réservoir Manicouagan est limitée par d'autres facteurs que les éléments nutritifs majeurs (N & P).

(N & P).

TABLEAU 3.1

VALEURS MOYENNES DE QUELQUES PARAMETRES DES EAUX SUPERFICIELLES DES PROVINCES GEOLOGIQUES DRAINEES PAR LES TRIBUTAIRES DU RESERVOIR MANICOUAGAN QUEBEC.

| <u>Paramètre</u>                                  | <u>Valeur moyenne</u> <sup>*</sup> |
|---|------------------------------------|
| Calcium   | 2.4 ppm                            |
| Sodium  | 0.6 ppm                            |
| Sulfate   | 3.0 ppm                            |
| Magnésium   | 0.4 ppm                            |
| Potassium   | 0.3 ppm                            |
| Chlorure  | 0.5 ppm                            |
| Conductivité ( $\mu$ mhos/cm à 25 <sup>0</sup> C) | 15                                 |
| pH  | 6.5                                |

\*

CALCULEES D'APRES LES CHIFFRES DU MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES (1970).

TABLEAU 3.2

CONCENTRATIONS MOYENNES (ppm) DES ELEMENTS PRINCIPAUX DES DIFFERENTES  
PARTIES DU RESERVOIR MANICOUAGAN QUEBEC.

| <u>Partie</u>                       | <u>Concentrations, ppm.</u> |     |     |     |     |                 |     |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|
|                                     | SiO <sub>2</sub>            | Ca  | Mg  | Na  | K   | SO <sub>4</sub> | Cl  |
| Branche Est (stations M-4, - M-7)   | 2.6                         | 1.8 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 2.5             | 0.5 |
| Branche Ouest (stations M-9, -M-11) | 3.3                         | 1.1 | 0.4 | 0.7 | 0.4 | 2.5             | 0.5 |

TABLEAU 3.3

PRODUCTION PRIMAIRE DU RESERVOIR MANICOUAGAN QUEBEC LE 1 ET 2 AOUT 1972

| <u>Manicouagan (Station M-4)</u> | <u>Méthode de mesure</u> | <u>Production journalière C g/m<sup>2</sup></u> | <u>Production annuelle*<br/>C g/m<sup>2</sup></u> | <u>Classe**</u>  |
|----------------------------------|--------------------------|---|---|------------------|
| 1ère mesure (le 1 Août)          | <sup>14</sup> C          | .39   | 39-59   | Oligo-mesotrophe |
| 2ème mesure (le 2 Août)          | <sup>14</sup> C          | .59   | 59-89   | Oligo-mesotrophe |
| 3ème mesure (le 2 Août)          | Oxygène                  | .60   | 60-90   | Mesotrophe       |

\* calculé à raison de 100 jours (mi-juin - mi-Septembre, limite inférieure) et de 15- jours (Juin-Octobre, limite supérieure) de rendement journalier le 1 ou 2 Août 1972.

\*\* après Elster et Mortsch rapporté dans Vollenweider 1968

TABLEAU 3.4

ELEMENTS PRINCIPAUX DU RESERVOIR MANICOUAGAN QUEBEC, ET LA CLASSIFICATION DES EAUX DE HOLL.

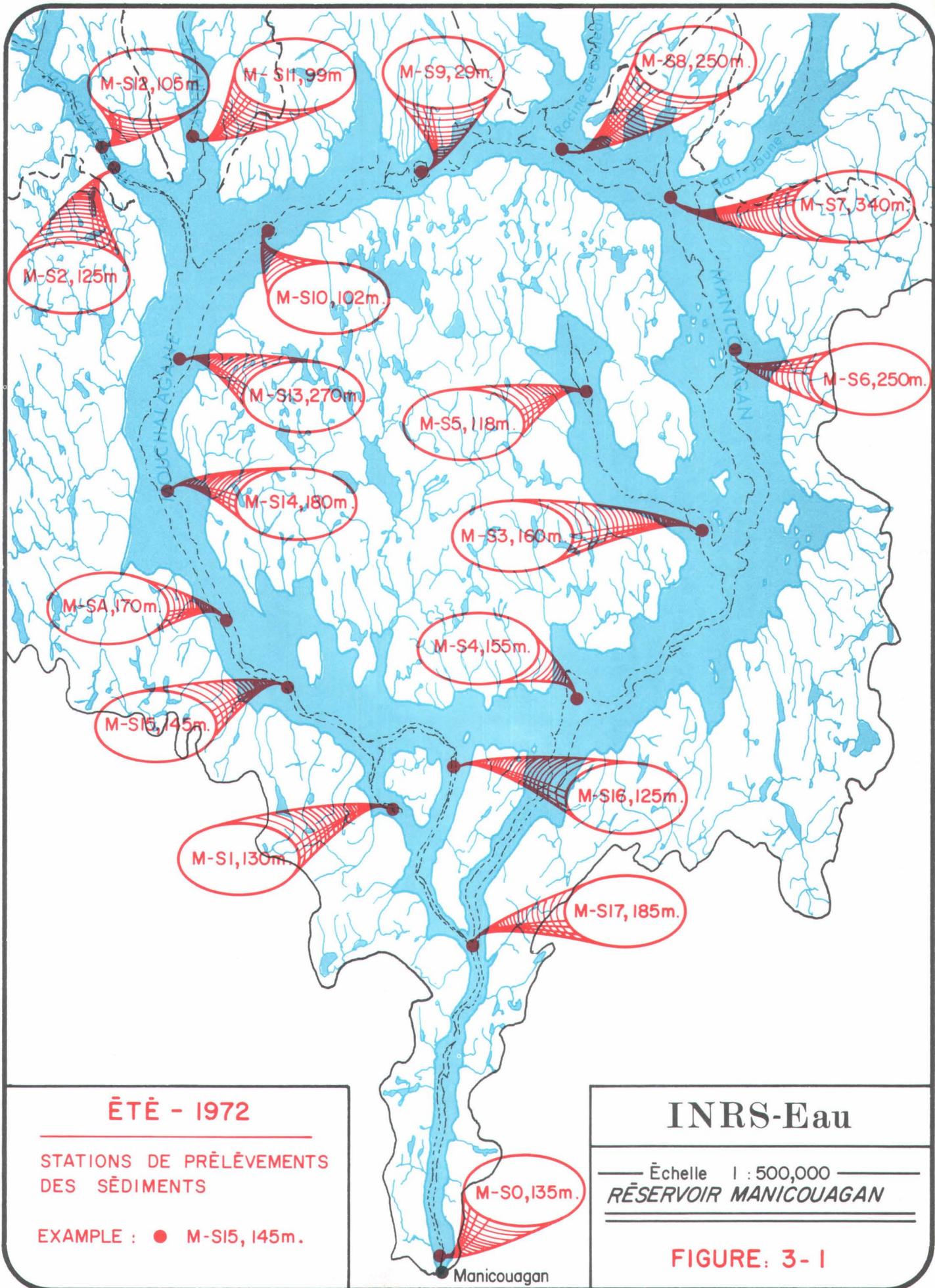
| <u>Eléments</u>        | <u>Classification, Høll<sup>*</sup> et concentration, mg/l</u> |                   |                    | <u>Réservoir Manicouagan (Valeur moyenne<br/>approximative mg/l)</u> |
|------------------------|--|-------------------|--------------------|--|
|                        | <u>Poly-eutrophe</u>   | <u>Mesotrophe</u> | <u>Oligotrophe</u> |  |
| CaO                    | 100 -305   | 25.0 -100         | 0.0 -25.0          | 2.2  |
| Substance<br>organique | 75.0-400   | 25.0 - 75.0       | 0.0 -25.0          | 9.0  |
| Fe                     | 1.0- 12.0  | 0.25 - 1.0        | 0.0 - 0.25         | 0.1  |
| Cl                     | 50.0-250   | 50.0 -100         | 0.0 -10.0          | 0.5  |
| SO <sub>4</sub>        | 50.0-100   | 10.0 - 50.0       | 0.0 -10.0          | 2.0  |
| HCO <sub>3</sub>       | 80.0-200   | 20.0 - 80.0       | 0.0 -20.0          | 5.0  |
| Mn                     | >0.5   | 0.1 - 0.5         | 0.0 - 0.1          | <0.05  |
| SiO <sub>2</sub>       | 25.0- 50.0   | 5.0 - 25.0        | 0.0 - 5.0          | 3.0  |

\* après Huber-Pestalozzi 1938, rapporté par Vollenweider (1968)

TABLEAU 3.5

CLASSIFICATION DES LACS SELON VOLLENWEIDER (1968)

| <u>Classe</u>     | <u>P total mg/m<sup>3</sup></u> | <u>N minéral mg/m<sup>3</sup></u> |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Ultra-oligotrophe | <5                              | <200                              |
| Oligo-mésotrophe  | 5- 10                           | 200- 400                          |
| Mésotrophe        | 10- 30                          | 300- 650                          |
| Eu-polytrophe     | 30-100                          | 500-1,500                         |
| Polytrophe        | >100                            | >1,500                            |



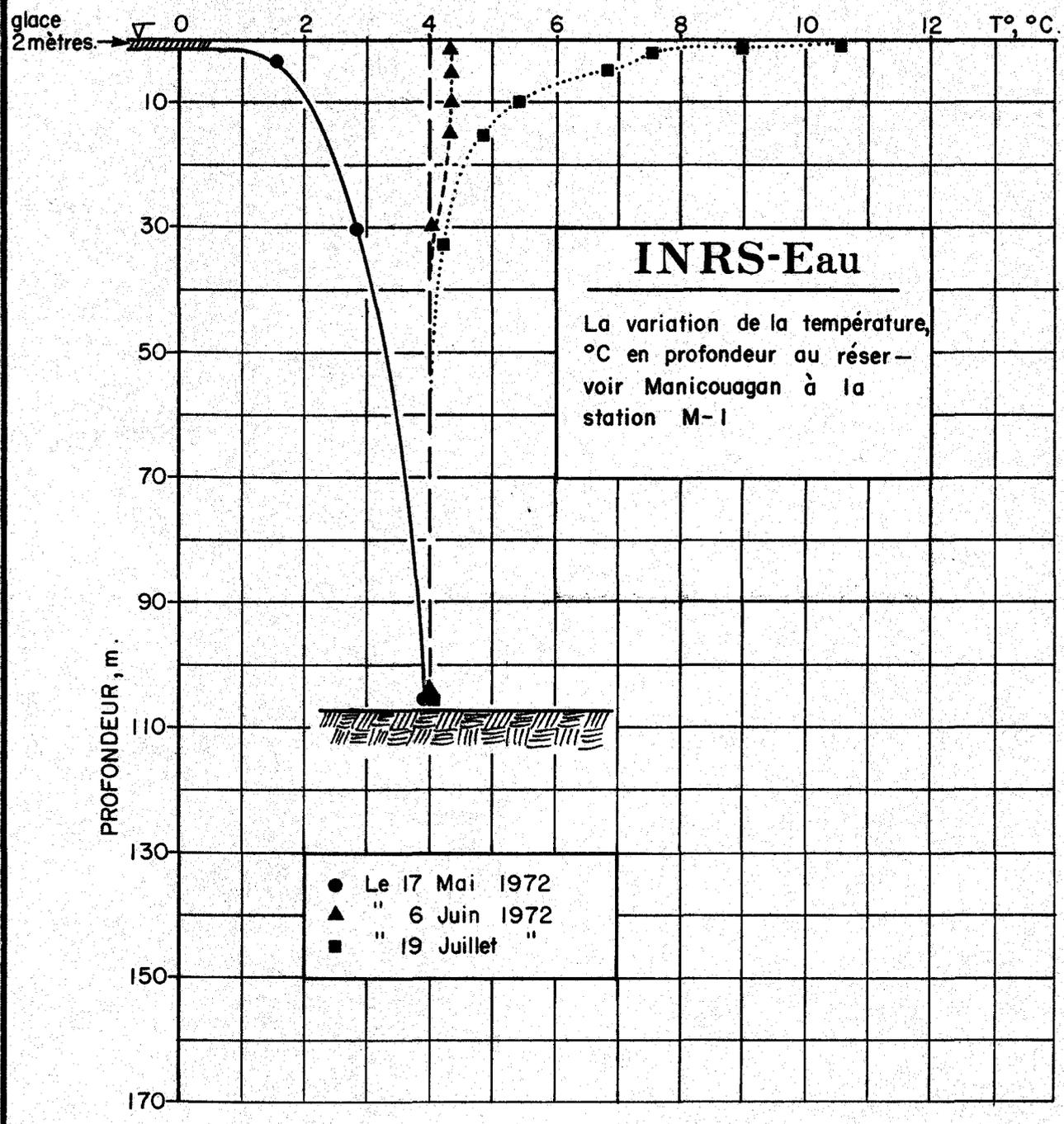


FIGURE: 3-2

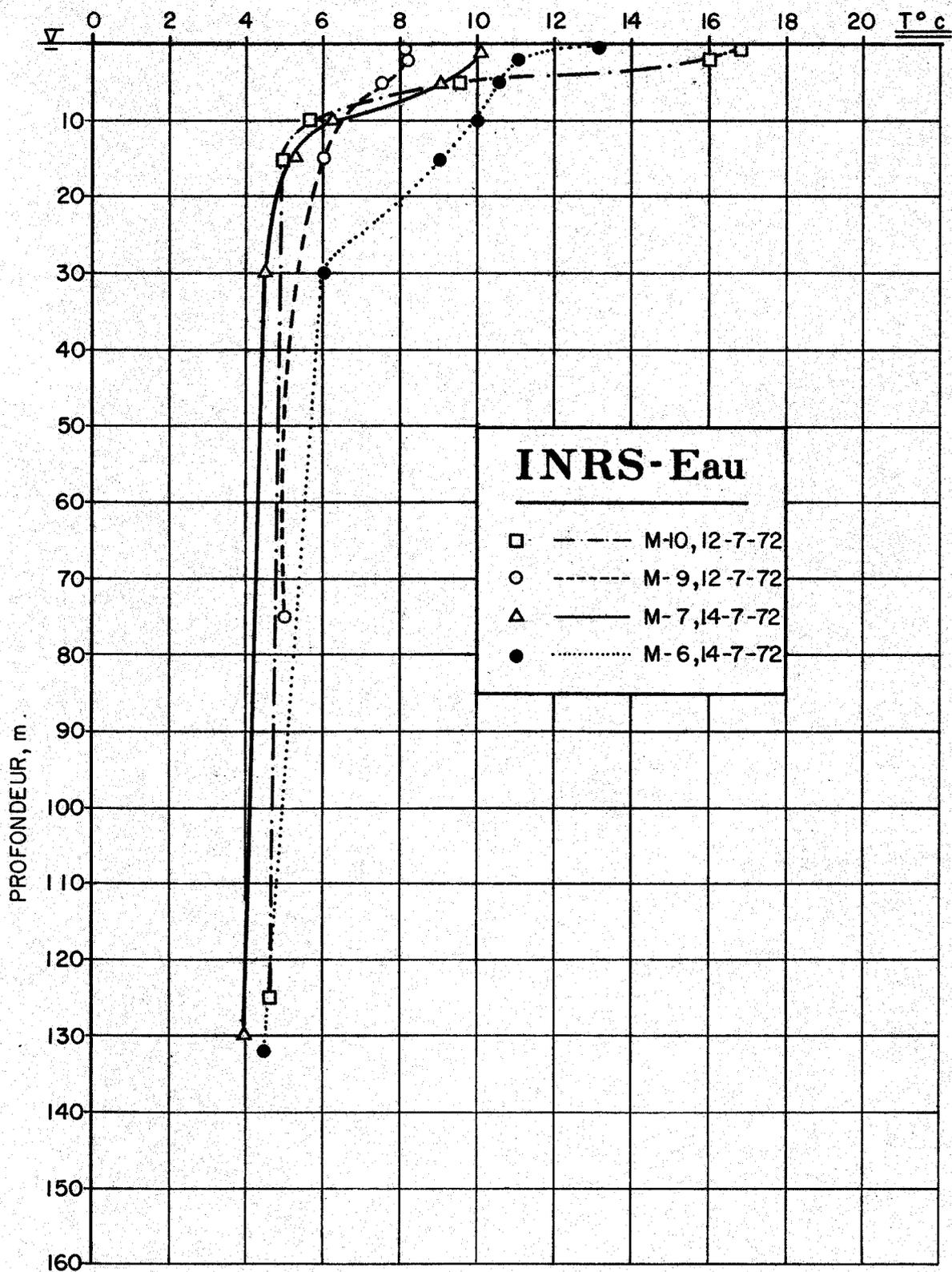


FIGURE: 3-3. Données de T° du réservoir Manicouagan.

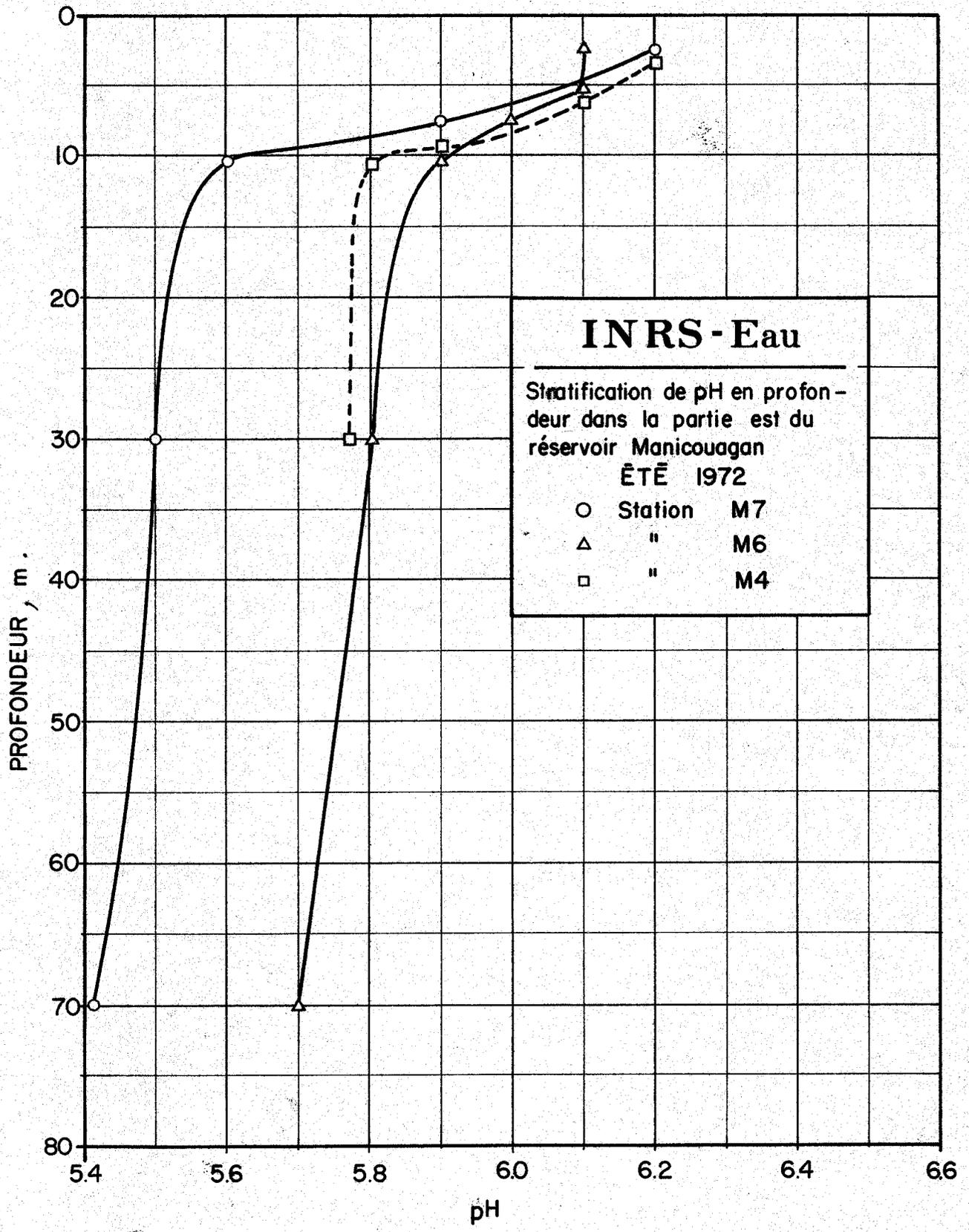
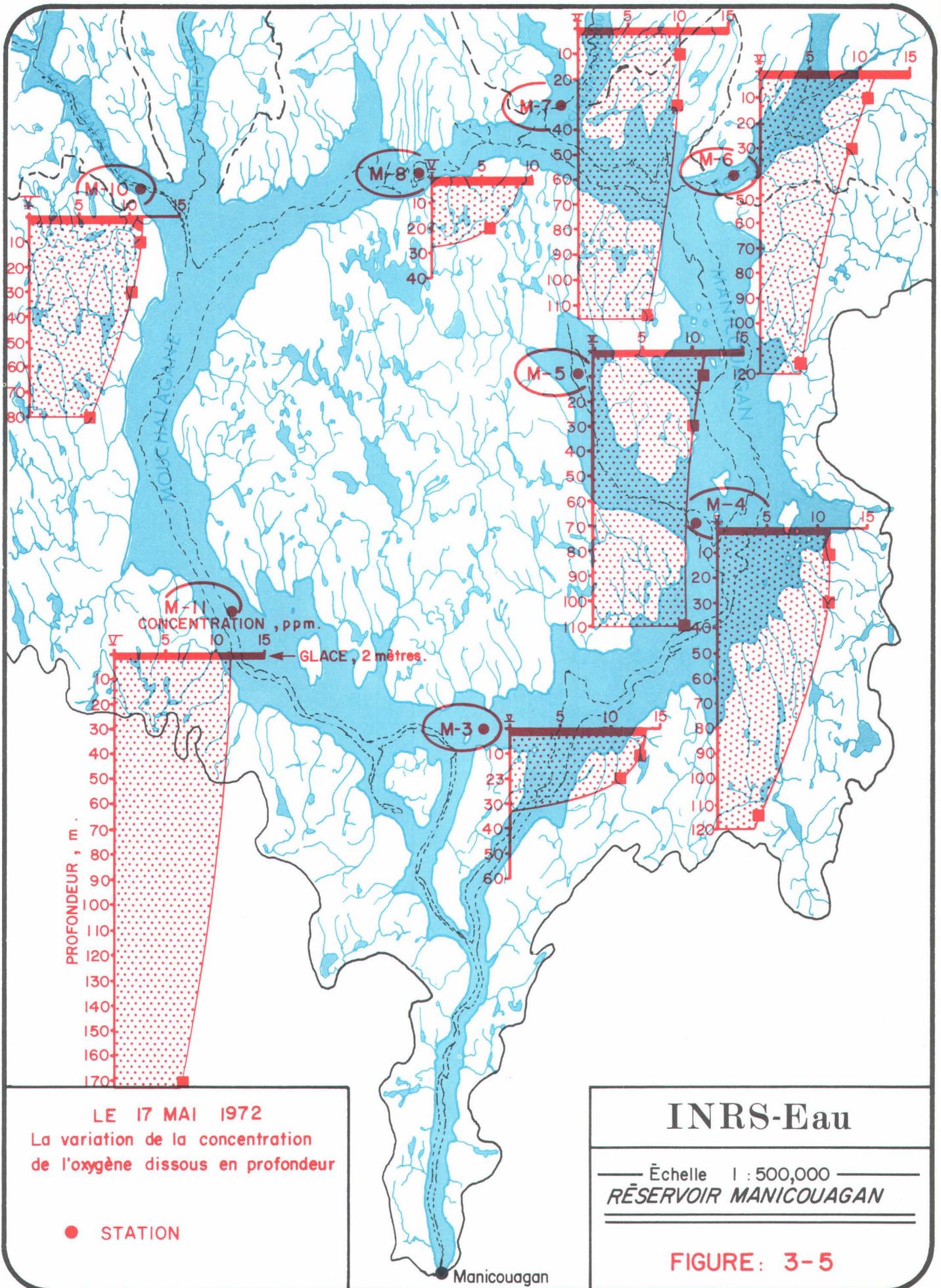
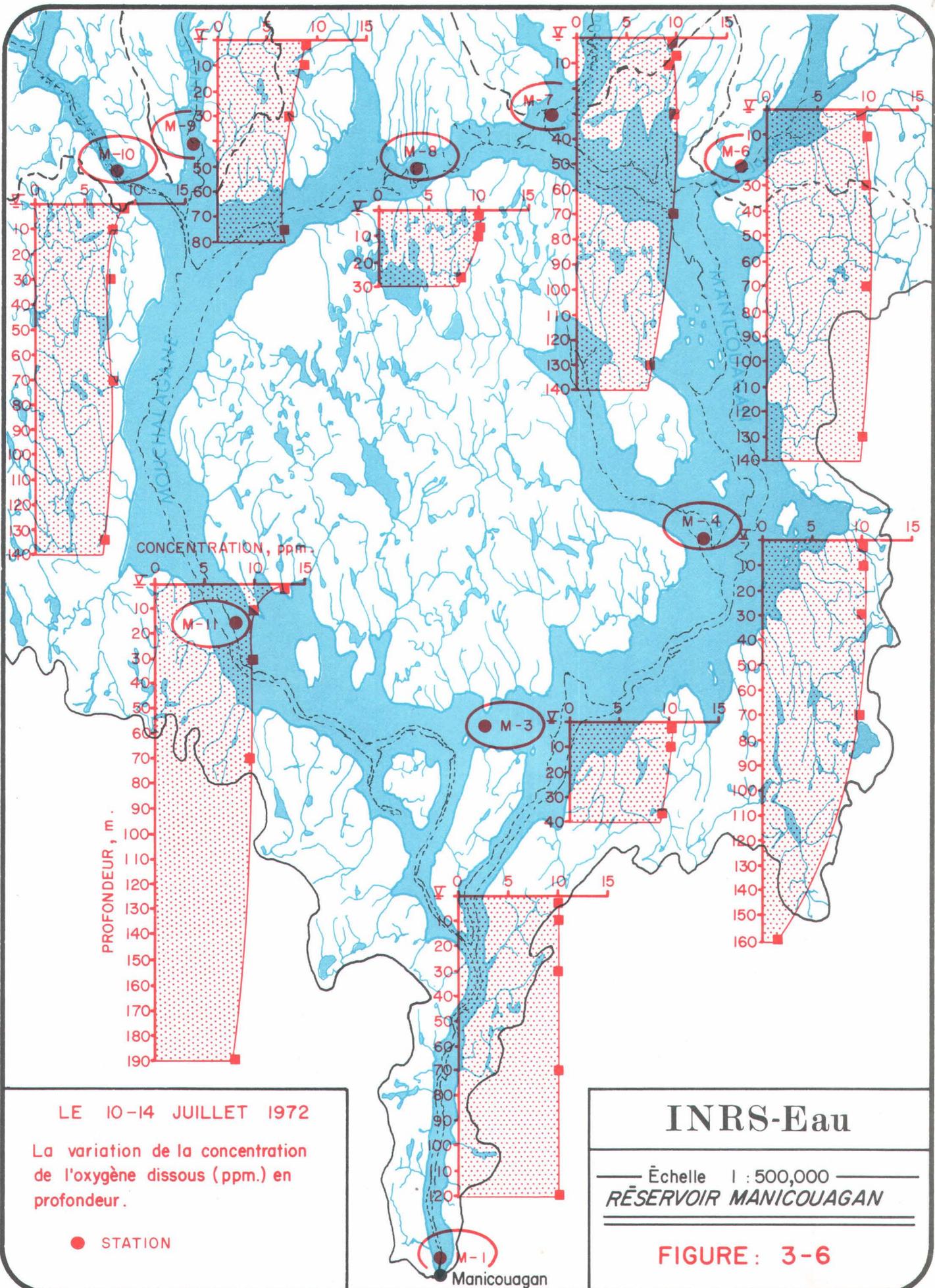


FIGURE : 3-4.





LE 10-14 JUILLET 1972

La variation de la concentration de l'oxygène dissous (ppm.) en profondeur.

● STATION

INRS-Eau

Échelle 1 : 500,000  
RÉSERVOIR MANICOUAGAN

FIGURE: 3-6

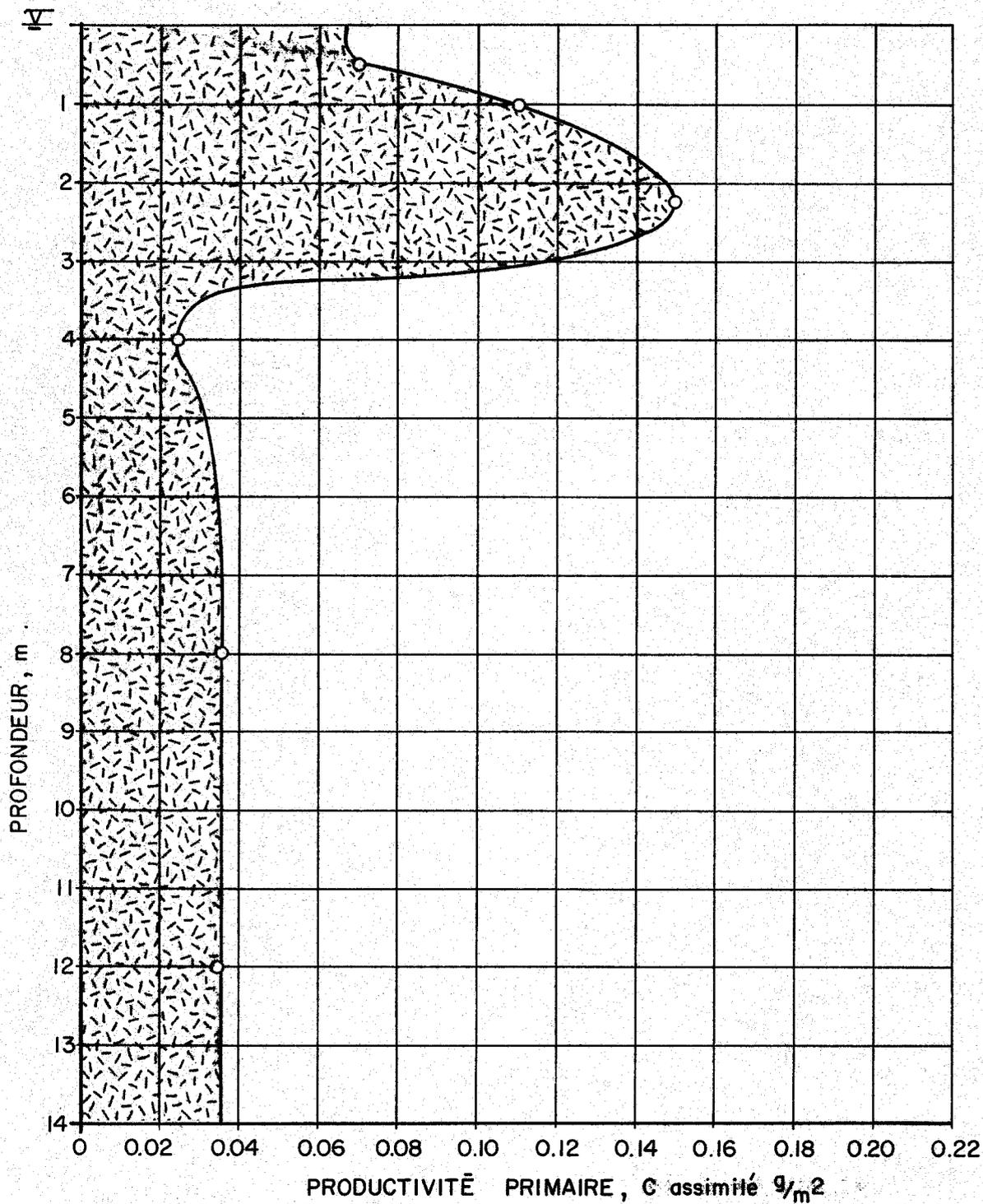


FIGURE: 3-7 La variation de la productivité primaire en profondeur.  
 Réservoir Manicouagan (station M-4) le 1<sup>er</sup> août 1972.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHRISTIE, A.E. 1968.

Nutrient-Phytoplankton Relationships in Eight Southern Ontario Lakes.  
Ontario Water Resources Commission Research Publication # 32.

GOLDMAN, C.R. 1972.

"The role of minor nutrients in limiting the productivity of aquatic ecosystems". Symposium "Nutrients and Eutrophication".  
American Society of Limnology and Oceanography W.K. Kellogg Biological Station. Michigan State University 11 and 12 February 1972.

MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES. 1970.

Annuaire Hydrologique. Qualité des eaux 1968.  
Publication A.H. - 7.

NORTHCOTE, T.G., et P.A. LARKIN. 1956.

Indices of productivity in British Columbia lakes.  
J. Fish. Res. Bd. Canada 13: 515 - 540.

RAWSON, D.S. 1950.

The physical Limnology of Great Slave Lake.  
J. Fish. Res. Bd. Canada. 8: 1 - 66.

RAWSON, D.S. 1960.

A Limnological Comparaison of twelve large lakes in Northern Saskatchewan.  
Limnol and Oceanog. 51: 195 - 211.

THOMAS, E.A. 1953.

Empirische und experimentelle umber suchungen zur Konntnis der Minimum stoffe in 46 seen der Schweiz angrenzonder Gebiete.  
Schweiz. Ver. Gas and Wasserfachm 2: 1 - 15.

VISSER, S. 1972.

Review of the distribution of organic compounds in fresh water lakes and rivers.  
Africain Journal of Tropical Hydrobiol. and fisheries (sous impression).

VOLLENWEIDER, R.A. 1968.

Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation.  
Rapport présenté au comité de O.C.D.E. sur les problèmes de l'eutrophisation des eaux intérieures le 10-12 mai 1967.

VOLLENWEIDER, R.A. 1969.

A Manual on methods for measuring primary production in aquatic environments  
Published for the International Biological Program (Handbook # 12)  
by Blackwell Scientific Publications Oxford, Eng. 1969 213 pp.

4. ETUDE PRELIMINAIRE DU PLANCTON DU RESERVOIR MANICOUAGAN

M. Ouellet

#### 4. ÉTUDE PRELIMINAIRE DU PLANCTON DU RESERVOIR MANICOUAGAN<sup>(1)</sup>

par: Marcel Ouellet

##### 4.1 Introduction

Le phytoplancton, organismes microscopiques flottant généralement dans la partie supérieure des milieux aquatiques, peut utiliser l'énergie solaire pour synthétiser, à partir de constituants simples du milieu, des substances nutritives complexes. Ces substances nutritives (le phytoplancton) deviennent le régime alimentaire de base du zooplancton. Ce dernier constitue à son tour une source alimentaire importante pour les organismes supérieurs de la communauté biologique. Les organismes microscopiques (phytoplancton et zooplancton) constituent généralement une forte proportion de la biomasse d'un lac et peuvent influencer grandement la qualité physico-chimique d'un milieu aquatique. Le plancton nous semble donc un élément important à considérer dans la présente étude limnologique du réservoir Manicouagan.

Bien que la présente étude des communautés zooplanctoniques (Cladocères et Copépodes) du réservoir Manicouagan soit très sommaire, il ne semble pas se trouver dans les publications limnologiques

---

1. Des circonstances malheureuses, ont empêché le Centre Canadien d'Identification Océanographique du Musée National d'Histoire Naturelle de nous faire parvenir à temps les résultats d'analyses du phytoplancton destinés à être inclus dans le présent rapport. La présente section traitera essentiellement des communautés zooplanctoniques. Quant aux communautés phytoplanctoniques, les résultats à ce sujet seront publiés dans un article ultérieur.

québécoises de travaux similaires sur les quelques grandes masses d'eau continentales du Québec. Les quelques études limnologiques québécoises qui traitent du zooplancton et qui, toutes, ont été faites sur des lacs de faible étendue, sont celles de Phillips (1934), Lanouette (1946), Langueux (1950), Filteau (1955), Bernard et Langueux (1972) et Sheppard (1972). Les travaux de Phillips et de Sheppard révèlent l'existence de communautés entomostracales (petits crustacés) ressemblant davantage à la faune zooplanctonique des régions des Grands Lacs (Wells, 1960; Rigler et Langford, 1967) et de l'est des Etats-Unis (Wilson, 1932). Les autres travaux ci-haut mentionnés ont été faits dans la partie sud de la forêt boréale du Québec et révèlent l'existence de communautés planctoniques plus facilement comparables entre elles.

Le but de cette quatrième partie est d'inventorier les espèces de plancton du réservoir et éventuellement d'en tirer des conclusions sur le plan écologique, en se référant aux données bibliographiques.

## 4.2 Matériel et méthodes

Quatre types d'échantillons zooplanctoniques ont été relevés:

### 4.2.1 Echantillons qualitatifs de surface

A chaque station (Fig. 1.1), sauf pour la station M-1,

trois types d'échantillons qualitatifs ont été prélevés au moyen de différents filets à plancton dont le Wildco No. 40, de type Wisconsin, le Wildco de type étudiant et le Turtox No. 43. Ces filets ont été traînés simultanément et submergés près de la surface, derrière l'embarcation, pendant une période de 15 minutes, à la vitesse la plus basse possible. Les résultats de ce type d'échantillonnage apparaissent au tableau 4.1.

#### 4.2.2 Echantillonnage verticaux

Des échantillons qualitatifs et quantitatifs verticaux ont été prélevés dans la mesure du possible, à toutes les stations de M-1 à M-11, pendant les mois de mai, juin et juillet. L'échantillonnage s'est fait en remontant lentement un filet à partir de la profondeur de 30 mètres jusqu'à la surface. De cette manière un volume mesurable d'eau était filtré à chaque remontée. Pendant le mois de mai, où la densité des organismes planctoniques est très faible, cinq remontées ont été faites pour chaque échantillon. Les résultats de ce type d'échantillonnage apparaissent au tableau 4.2.

#### 4.2.3 Echantillons quantitatifs de surface

Au cours des sorties des 25 et 26 juillet, 58 échantillons d'eau de dix litres chacun ont été prélevés à la surfa-

ce, dans le sillage de l'embarcation. Ces échantillons furent filtrés à l'intérieur de l'embarcation avec un filet à nanoplancton ayant une ouverture de maille de 15 microns.

La température du prélèvement et l'heure à laquelle il a été fait ont été enregistrés simultanément pour chaque échantillon. La figure 4.1 montre la localisation de chaque station, tandis qu'un résumé de l'inventaire quantitatif et qualitatif des communautés zooplanctoniques de surface apparaît au tableau 4.3.

#### 4.2.4 Contenus stomacaux

La quatrième méthode d'échantillonnage consiste à faire l'inventaire des espèces de zooplancton contenues dans les estomacs de corégones (Coregonus clupeiformis) (voir tableau 4.4). Ces poissons ont été pris aux stations M-3, M-4 et M-5.

Pour les trois premiers types d'échantillonnage décrits plus haut, plusieurs prélèvements ont été faits à différentes stations. Les aspects qualitatifs et quantitatifs de ces prélèvements sont à peu près comparables. Ce phénomène de variabilité a été constaté par Bridge (1898) et par Rawson (1952). Après plusieurs années d'étude sur les lacs des pro-

vinces de l'Ouest canadien et des Territoires du Nord-Ouest, Rawson en vient à la conclusion qu'il est difficile d'en arriver à une évaluation quantitative satisfaisante du plancton. Ce phénomène, selon lui, dépend du genre d'appareils d'échantillonnage qui sont encore imparfaits et de l'existence de variations spatio-temporelles importantes.

Certains auteurs (Bernard et Lagueux, 1970) ont démontré statistiquement que la quantité d'eau idéale pour obtenir un bon échantillonnage des communautés zooplanctoniques lacustres, était de 50 litres.

L'identification des espèces de Cladocères et de Copépodes a été faite sous la direction du Dr. Daniel Faber, au Centre Canadien d'Identification Océanographique du Musée National d'Histoire Naturelle, à Ottawa. Chaque espèce a été identifiée à l'aide des clefs de Brooks (1957, 1959), et de Wilson et Yeatman (1959). Tous les échantillons de plancton ont été fixés au formol à 10% pour étude ultérieure.

#### 4.3 Résultats

Les différentes périodes d'échantillonnage faites en 1972 au réservoir Manicouagan, ont permis d'identifier 21 espèces de crustacés, soit 11 Cladocères et 10 Copépodes. La liste de ces espèces

est reproduite au tableau 4.5. Cette liste n'est sans doute pas exhaustive. Un échantillonnage réparti sur toute l'année et dans les différents types d'habitats pourra révéler une plus grande diversité d'espèces, surtout en ce qui concerne les espèces automnales.

Au début du mois de juillet (Tableau 4.1) neuf espèces de Cladocères et huit espèces de Copépodes ont été identifiées dans les échantillons qualitatifs de surface. Les espèces zooplanctoniques dominantes sont les Bosmina longispina, Daphnia longiremis, Diaptomus minutus, Epischura lacustris et Cyclops scutifer. Les Holopedium gibberum et les Polyphemus pediculus sont peu abondantes aux diverses stations. Les autres espèces, plus particulièrement les Daphnia middendorffiana, Chydorus sphaericus, Eurycercus lamellatus, Sida Crystallina, Cyclops capillatus, C. vernalis, Macrocyclus ater ainsi que Eucyclops agilis, apparaissent irrégulièrement et en petites quantités. Le nombre des espèces ne dépasse pas 14 à la station M-3 et ne descend pas en bas de quatre à la station M-5. Il est à noter que, comme dans le cas de la station M-2, la station M-5 a été échantillonnée environ une semaine avant les autres stations. Les stations échantillonnées pendant la deuxième semaine de juillet montrent une plus grande diversité d'espèces. Quant aux crustacés juvéniles, ils sont toujours très abondants à toutes les stations.

Bien que les échantillons verticaux (tableau 4.2) soient moins diversifiés (6 Cladocères et 7 Copépodes) que les échantillons qualitatifs de surface, les espèces dominantes de la communauté zooplanc-

tonique y sont les mêmes. D'autre part, les espèces Daphnia catawba et Cyclops bicuspidatus lubbocki ont été récoltées dans ce type d'échantillon de profondeur (0 - 30 m).

Si l'on compare les quantités moyennes d'individus des espèces dominantes pour les récoltes des mois de mai et de juillet (en excluant l'échantillon endommagé du 10 juillet à la station M-1), on constate que la quantité moyenne de juillet est de plusieurs fois supérieure à celle du mois de mai (Tableau 4.6). En outre les espèces Epischura lacustris et Holopedium gibberum sont absentes en mai, tandis qu'elles atteignent respectivement une moyenne de 25 et de 13 individus par mètre cube au mois de juillet. Des échantillons prélevés en août, en septembre et en octobre auraient certainement contenu une densité d'organismes beaucoup plus grande qu'en mai et qu'en juillet.

La communauté zooplanctonique des 58 échantillons de surface est composée de six espèces de Cladocères et de cinq espèces de Copépodes, avec une population moyenne, par dix litres, de 9.87 et de 8.29 individus respectivement (Tableau 4.3). Les formes dominantes sont les Bosmina longispina, Polyphemus pediculus, Epischura sp. et les Diaptomus minutus qui ont un pourcentage de présence de 77.5, 37.9, 91.3 et 32.7 respectivement. L'abondance moyenne de ces mêmes organismes est de 4.96, 2.62, 3.99 et 1.94 individus par échantillon. Quant à l'abondance moyenne des Copépodes juvéniles, elle est presque égale (17.10) à la somme des moyennes d'abondance des Cladocères et des Copépodes adultes (18.16).

Il est intéressant de remarquer que sur cinq espèces de zooplancton identifiées dans les contenus stomacaux des corégones (tableau 4.4), deux espèces (Alona sp. et Macrocyclus albidus) ne sont pas retrouvées dans les trois autres types d'échantillons.

#### 4.4 Discussion générale

Etant donné l'échantillonnage fort limité, il est difficile d'interpréter les résultats de l'inventaire de la communauté zooplanctonique du réservoir Manicouagan. L'espèce Holopedium gibberum présente des variations spatio-temporelles très marquées. Dans les échantillons quantitatifs verticaux (tableau 4.2) et de surface (tableau 4.3), la répartition de cette espèce semble pratiquement réduite à la partie est du réservoir (lac Manicouagan) et à la "Passe Nord". Cette espèce est également présente dans les échantillons verticaux seulement au mois de juillet.

L'absence d'Holopedium gibberum en mai tend à confirmer les observations de Bernard (1970) selon lesquelles cette espèce a un cycle vital monocyclique qui atteint son sommet à la mi-juillet. Cette espèce hiberne en dormant et éclot vers la fin de mai. L'écologie de l'Holopedium gibberum est encore assez peu connue (Hutchinson, 1969). Cette espèce se répartit autour du pôle et, selon Thienemann (1926) et Yoshimura (1933), elle semble caractéristique des eaux de lacs légèrement acides, faibles en électrolytes et ayant une concen-

tration de Ca de moins de 10 mg par litre. De plus, dans son étude du lac Bédard, lac très pauvre en minéraux dissous et situé dans la forêt boréale du Québec, Bernard (1970) conclut que cette espèce atteint son développement maximum dans l'épilimnion.

Le nombre plus restreint des espèces Holopedium gibberum, et à un moindre degré, des espèces Diaptomus minutus, Cyclops scutifer et des nauplies de Copépodes dans la partie ouest du réservoir (lac Mouchalagane), peut fort bien être relié au phénomène des migrations verticales. L'absence totale de vent pendant l'échantillonnage, le 26 juillet dans la partie ouest du réservoir, a probablement empêché certaines espèces de se maintenir dans la couche d'eau de surface, étant donné l'absence presque complète de courants de turbulence. La distribution verticale des organismes planctoniques a probablement aussi subi l'influence des phénomènes de photopériodisme négatif (répulsion à la lumière). Macrocyclops albidus étant une espèce carnivore benthique et restreinte à la zone littorale, peut expliquer que cette forme, tout comme Alona sp., ait été identifiée seulement dans les contenus stomacaux.

La faune entomostracale du réservoir Manicouagan se caractérise par un grand nombre d'espèces dont la répartition géographique recoupe pratiquement toutes les zones climatiques de la biosphère. Les espèces caractérisant essentiellement les régions arctiques sont absentes (Diaptomus glacialis). Seules les espèces Daphnia catawba et

Cyclops bicuspidatus libbocki semblent confinées plus particulièrement à la côte nord-est des Etats-Unis et au sud-est du Canada. Quant à la dernière espèce ci-haut mentionnée, c'est la première fois qu'elle est récoltée au Québec. Les écrits semblent plus unanimes sur l'aspect physico-chimique de cette communauté zooplanctonique. En se basant sur les travaux déjà cités et plus particulièrement sur ceux de Roen (1962), on peut conclure que la communauté zooplanctonique observée au réservoir Manicouagan est caractéristique d'un milieu oligotrophe ou légèrement dystrophe, dont la concentration en Ca est inférieure à 10 mg par litre, c'est-à-dire très faible en électrolyte (<50 umhos/cm) et dont le pH peut varier de 6.5 et 7.2.

TABLEAU 4.1

ABONDANCE RELATIVE ZOOPLANCTONIQUE (Cladocères et Copépodes) EN SURFACE POUR DIX STATIONS DU RESERVOIR MANICOUAGAN, PROVINCE DE QUEBEC. DATE, HEURE ET INDICE D'ABONDANCE INCLUS.

| STATION                        | M-2   | M-3   | M-4   | M-5   | M-6  | M-7  | M-8   | M-9   | M-10 | M-11  |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| DATE                           | 5/7   | 14/7  | 14/7  | 6/7   | 14/7 | 14/7 | 13/7  | 13/7  | 12/7 | 12/7  |
| HEURE                          | 12.00 | 18.00 | 14.00 | 16.00 | 9.00 | 6.00 | 18.00 | 17.00 | 9.00 | 17.00 |
| <u>CLADOCERES</u>              |       |       |       |       |      |      |       |       |      |       |
| <u>Holopedium gibberum</u>     |       | -     | R     |       | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| <u>Holopedium sp.</u>          |       |       |       |       | -    |      |       |       |      |       |
| <u>Daphnia longiremis</u>      | 1     | 1     | R     | R     | -    | -    | 1     | 1     | 2    | R     |
| <u>Daphnia middendorffiana</u> |       |       |       |       | R    | -    |       |       |      |       |
| <u>Daphnia sp.</u>             |       |       |       |       | R    |      |       |       |      |       |
| <u>Bosmina longispina</u>      |       | 2     | 1     |       | 2    | 1    | 2     | 2     | 2    | 2     |
| <u>Chydorus sphaericus</u>     |       | R     |       |       |      |      |       |       |      |       |
| <u>Chydorus sp.</u>            |       | -     |       |       |      |      |       |       |      |       |
| <u>Eurycercus lamellatus</u>   |       | -     |       |       |      |      | -     |       |      |       |
| <u>Eurycercus sp.</u>          |       |       |       |       |      |      | -     |       |      |       |
| <u>Acroperus harpae</u>        |       | -     |       |       | R    |      |       |       |      |       |
| <u>Polyphemus pediculus</u>    |       | R     | -     |       | R    | -    | -     | -     |      |       |
| <u>Polyphemus sp.</u>          |       |       |       |       | R    |      |       |       |      |       |
| <u>Sida crystallina</u>        |       |       |       |       | -    |      |       |       |      |       |
| <u>Sida sp.</u>                |       |       |       |       |      | -    |       |       |      |       |
| <u>COPEPODES</u>               |       |       |       |       |      |      |       |       |      |       |
| <u>Diaptomus minutus</u>       | R     | 1     | 2     | R     | 2    | 2    | R     | -     | -    | R     |
| <u>Diaptomus sanguineus</u>    | R     | -     | -     |       |      |      |       |       |      |       |
| <u>Diaptomus sp.</u>           |       |       |       |       |      |      |       |       |      | 1     |
| <u>Epischura lacustris</u>     |       | 1     | 1     |       |      | 1    | R     | 1     | 1    | 1     |
| <u>Epischura sp.</u>           |       |       |       |       | R    |      |       |       |      |       |
| <u>Cyclops scutifer</u>        | R     | 1     | R     | R     | R    | 2    | R     | -     | R    | R     |
| <u>Cyclops capillatus</u>      |       |       |       |       | -    |      |       | -     |      |       |
| <u>Cyclops vernalis</u>        |       | -     |       |       |      |      |       | -     |      | R     |
| <u>Cyclops sp.</u>             |       |       | -     |       |      |      |       | -     |      |       |
| <u>Macrocyclus ater</u>        |       | -     |       |       |      |      |       |       |      |       |
| <u>Eucyclops agilis</u>        |       |       |       |       | -    | -    |       |       |      |       |
| <u>IMMATURES</u>               |       |       |       |       |      |      |       |       |      |       |
| Cladocères                     | 1     | 3     | 2     | 1     | 2    | 2    | 1     |       | P    | 2     |
| Copépodes                      | 2     | 2     | 3     | 2     | 3    | 3    | 1     | 3     | -    | 2     |

-: très rare; R: rare; 1: peu abondant; 2: abondant; 3: très abondant.

TABLEAU 4.2

RESULTATS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS (no./m<sup>3</sup>) ZOOPLANCTONIQUES (Cladocères et Copépodes) DU RESERVOIR MANICOUAGAN POUR LES CAMPAGNES DE PRELEVEMENT DE MAI, JUIN ET JUILLET 1972.

| STATIONS                             | M-1  |      | M-2 |      | M-3  |      | M-4  |      | M-5  | M-6  |      | M-7  |      | M-8  | M-9  | M-10 |      | M-11 |      |    |
|--------------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
|                                      | 10/5 | 10/7 | 9/5 | 19/6 | 17/5 | 14/7 | 17/5 | 14/7 | 17/5 | 17/5 | 14/7 | 17/5 | 14/7 | 13/7 | 12/7 | 17/5 | 12/7 | 17/5 | 11/7 |    |
| <u>CLADOCERES</u>                    |      | *    |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| <u>Holopedium gibberum</u>           |      |      |     |      |      |      |      | 34   |      |      | 63   |      |      |      | 11   |      |      |      |      |    |
| <u>Holopedium sp.</u>                |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2    | 2    |      |      |      |      |    |
| <u>Daphnia longiremis</u>            | 95   |      | 42  | 10   | 6    | 117  | 20   | 84   | 150  | 50   | 280  | 30   | 150  | 192  | 188  | 120  | 713  | 10   | 69   |    |
| <u>Daphnia catawba</u>               |      |      |     |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| <u>Bosmina longispina</u>            |      |      |     |      |      | 11   | 20   | 12   |      | 2    | 107  | 20   | 95   | 132  | 82   | 2    | 32   | 2    |      | 5  |
| <u>Bosmina sp.</u>                   |      |      | 6   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| <u>Polyphemus pediculus</u>          |      |      |     |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |    |
| <u>Sida cristallina</u>              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 12   |      |      |      |      |      |      |    |
| TOTAL                                | 95   |      | 48  | 10   | 6    | 128  | 40   | 142  | 150  | 52   | 450  | 50   | 257  | 326  | 285  | 122  | 745  | 12   | 74   |    |
| <u>COPEPODES</u>                     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| <u>Diaptomus minutus</u>             | 36   |      | 36  |      | 6    | 54   | 10   | 130  | 20   | 20   | 630  | 40   | 320  |      | 4    |      | 21   |      |      |    |
| <u>Diaptomus sanguineus</u>          |      |      |     | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 50   | 135  |      |      | 11 |
| <u>Diaptomus sp.</u>                 | 5    |      |     |      | 5    |      |      |      |      | 2    |      | 2    |      |      |      |      |      | 10   |      |    |
| <u>Epischura lacustris</u>           |      |      |     |      |      | 64   |      | 17   |      |      |      |      | 75   | 11   | 24   |      |      |      |      |    |
| <u>Epischura sp.</u>                 |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      | 114  |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| <u>Cyclops scutifer</u>              |      | 1    | 12  | 15   |      | 190  | 2    | 280  | 3    | 10   | 430  | 2    | 565  | 2    | 41   | 2    |      |      | 100  | 48 |
| <u>Cyclops capillatus</u>            |      |      |     |      |      |      | 2    |      |      |      | 140  |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| <u>Cyclops vernalis</u>              |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 16   |      |      |      |      |    |
| <u>Cyclops bicuspidatus lubbocki</u> |      |      |     |      |      |      |      |      | 3    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| <u>Cyclops sp.</u>                   | 843  |      |     |      | 72   |      |      |      |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |      |    |
| TOTAL                                | 884  | 1    | 48  | 20   | 83   | 308  | 14   | 417  | 26   | 32   | 1214 | 44   | 960  | 15   | 75   | 52   | 156  | 160  | 59   |    |
| <u>IMMATURES</u>                     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| Cladocères                           |      |      |     |      |      |      |      | 53   |      |      |      |      | 24   |      | 55   |      | 250  |      |      |    |
| Copépodes                            | 964  | 3    | 222 | 250  | 60   | 1105 | 200  | 792  | 1960 | 1020 | 3040 | 970  | 2083 | 354  | 397  | 950  | 652  | 80   | 554  |    |

\*: Collection endommagée.

TABLEAU 4.3

88-

PRESENCE (%) ET ABONDANCE (No/ 10 l) DU ZOOPLANCTON POUR LES 58 ECHANTILLONS QUANTITATIFS DE SURFACE RECOLTES LES 25 ET 26 JUILLET 1972 AU RESERVOIR MANICOUAGAN, QUEBEC.

| Espèces                      | Abondance |      |
|------------------------------|-----------|------|
|                              | P%        | Å    |
| <u>CLADOCERES</u>            |           |      |
| <u>Holopedium gibberum</u>   | 27.5      | .91  |
| <u>Holopedium sp.</u>        | 12.0      | .24  |
| <u>Daphnia longiremis</u>    | 12.0      | .71  |
| <u>Daphnia sp.</u>           | 5.1       | .10  |
| <u>Bosmina longispina</u>    | 77.5      | 4.96 |
| <u>Chydorus sphaericus</u>   | 10.3      | .19  |
| <u>Chydorus sp.</u>          | 12.0      | .12  |
| <u>Eurycercus lamellatus</u> | 1.7       | .02  |
| <u>Polyphemus pediculus</u>  | 37.9      | 2.62 |
| TOTAL                        | 91.5      | 9.87 |
| <u>COPEPODES</u>             |           |      |
| <u>Diaptomus minutus</u>     | 32.7      | 1.94 |
| <u>Diaptomus sp.</u>         | 31.0      | 0.94 |
| <u>Epischura lacustris</u>   | 6.8       | 0.36 |
| <u>Epischura sp.</u>         | 65.5      | 3.03 |
| <u>Cyclops scutifer</u>      | 25.8      | 0.96 |
| <u>Cyclops capillatus</u>    | 1.7       | 0.02 |
| <u>Cyclops vernalis</u>      | 6.8       | 0.06 |
| <u>Cyclops sp.</u>           | 44.8      | 0.98 |
| TOTAL                        | 93.2      | 8.29 |
| <u>IMMATURES</u>             |           |      |
| Cladocères                   | 10.3      | 0.33 |
| Copépodes                    | 91.2      | 17.1 |

TABLEAU 4.4

ZOOPLANCTON PROVENANT DES ESTOMACS DE COREGON-  
 NES (Coregonus clupeiformis) CAPTURES AUX  
 STATIONS M-3, M-4 ET M-5, LES 5 ET 6 JUILLET  
 1972. RESERVOIR MANICOUAGAN, QUEBEC.

| ESPECES                      | M-3 | M-4 | M-5 |
|------------------------------|-----|-----|-----|
| <u>Alona</u> sp.             |     | 10  |     |
| <u>Eurycercus lamellatus</u> | 740 | 30  | 20  |
| <u>Sida crystallina</u>      | 10  |     |     |
| <u>Cyclops capillatus</u>    |     | 10  | 10  |
| <u>Macrocylops albitus</u>   |     |     | 2   |

LISTE DES ESPECES DE CLADOCERES ET DE COPEPODES RECOLTEES EN MAI, JUIN  
ET JUILLET 1972 AU RESERVOIR MANICOUAGAN, QUEBEC.

PHYLUM: ARTHROPODA

Classe: Crustacea

Sous-classe: Branchiopoda

Ordre: Cladocera

Holopedium gibberum Zaddach 1855  
Daphnia longiremis Sars 1861  
Daphnia middendorffiana Fischer 1851  
Daphnia catawba Coker, 1926  
Bosmina longispina (O.F. Müller) 1785  
Chydorus sphaericus (O.F. Müller) 1785  
Eurycercus lamellatus (O.F. Müller) 1785  
Alona sp. Baird, 1850  
Acroperus harpae Baird 1843  
Polyphemus pediculus (Linné) 1761  
Sida crystallina (O.F. Müller) 1875

Sous-classe: Copepoda

Ordre: Calanoida

Diaptomus minutus Lilljeborg, 1889  
Diaptomus sanguineus S.A. Forbes 1876  
Epischura lacustris S.A. Forbes 1882

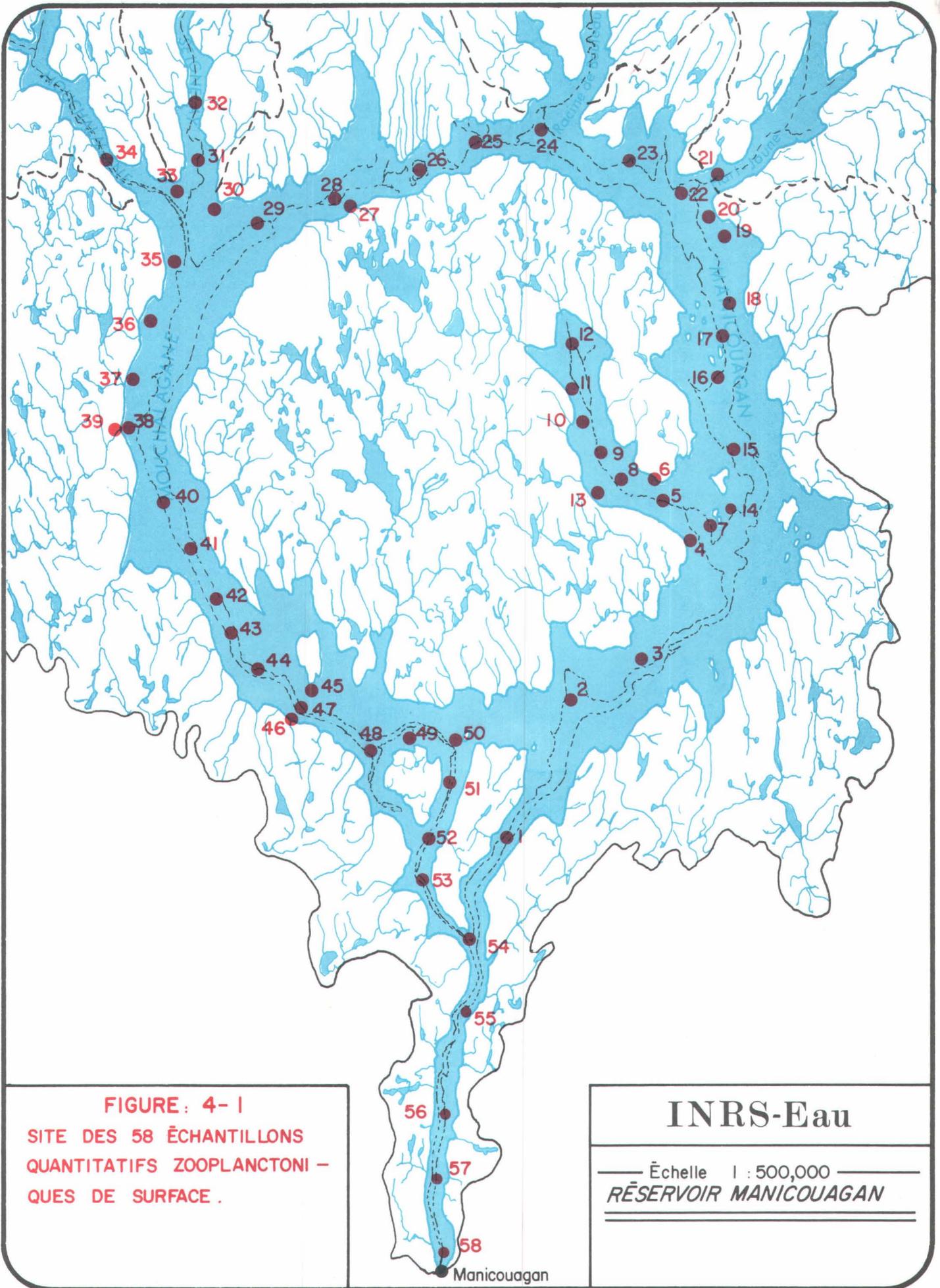
Ordre: Cyclopoida

Cyclops scutifer Sars 1863  
Cyclops capillatus Sars 1863  
Cyclops vernalis Fisher 1853  
Cyclops bicuspidatus lubbocki Brady 1868  
Eucyclops agilis Koch  
Macrocyclus albidus (Jurine) 1820  
Macrocyclus ater (Herrick) 1882

TABLEAU 4.6

COMPARAISON, POUR LES ECHANTILLONS VERTICAUX, DE L'ABONDANCE MOYENNE (No/m<sup>3</sup>) DES ESPECES DOMINANTES DE ZOOPLANCTON. RECOLTEES EN MAI ET EN JUILLET POUR LES DIFFERENTES STATIONS DU RESERVOIR MANICOUAGAN, QUEBEC.

| Espèces dominantes         | Moyenne |         |             |
|----------------------------|---------|---------|-------------|
|                            | mai     | juillet | juillet/mai |
| <u>Daphnia longiremis</u>  | 59      | 235     | 3.98        |
| <u>Bosmina longispina</u>  | 5       | 57      | 11.40       |
| <u>Diaptomus minutus</u>   | 18      | 132     | 7.33        |
| <u>Cyclops scutifer</u>    | 15      | 185     | 12.33       |
| <u>Epischura lacustris</u> | 0       | 25      | ∞           |
| <u>Holopedium gibberum</u> | 0       | 13      | ∞           |
| MOYENNE DES ESPECES        | 16.1    | 107.8   | 5.84        |



**FIGURE: 4-1**  
**SITE DES 58 ÉCHANTILLONS**  
**QUANTITATIFS ZOOPLANCTONI-**  
**QUES DE SURFACE .**

**INRS-Eau**

Échelle 1 : 500,000  
**RÉSERVOIR MANICOUAGAN**

Manicouagan

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERNARD, J.G., et R. LAGUEUX. 1970.

Addition d'un antiturbulent à la pompe à plancton.  
Naturaliste can., 97: 421 - 429.

BERNARD, J.G., et R. LAGUEUX. 1972.

Association planctonique (Cladocères et Copépodes) d'un lac dimictique  
du parc des Laurentides, Québec.  
Naturaliste can., 99: 381 - 409.

BIRGE, E.A. 1898.

Plankton studies on Lake Mendota II. Crustacea of the plankton from  
July 1894 to December 1896.  
Trans. Wis. Ac. Sci. Arts Litt., 11: 274 - 448.

BROOKS, J.L. 1957.

The systematic of North American Daphnia.  
Mem. Conn. Ac. Arts Sci., 13: 1 - 180.

BROOKS, J.L. 1959.

Cladocera.  
In: Ward and Whipple, Freshwater Biology, 2nd ed. W.T. Edmondson ed.,  
Wiley, New York: 587 - 656.

FILTEAU, G. 1945.

Contribution à l'étude de la faune planctonique des lacs du parc des  
Laurentides.  
Annls ACFAS, 21: 90 - 91.

HUTCHINSON, G.E. 1967.

A treatise on limnology, vol. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton.

Wiley, New York, 1115 p.

LAGUEUX, R. 1950.

Etude sur les effets produits par l'introduction d'engrais dans le milieu lacustre.

Thèse de maîtrise, Univ. Montréal, 100 p.

LANOUILLE, C. 1946.

Le plancton du lac Horatio-Walker, parc des Laurentides, étude quantitative et qualitative.

Thèse de maîtrise, Univ. Montréal, 113 p.

PHILLIPS, J.T. 1934.

Plankton distribution in Manitou and Brome lakes.

Trans. Am. Fish Soc., 64: 641 - 663.

ROEN, U.I. 1962.

Studies on Freshwater Entomostraca in Greenland II. Localities, ecology and geographical distribution of the species.

Medd. Om. Greenland bd. 170, (2), 249 p.

RAWSON, D.S. 1953.

The standing crop of net plankton in lakes.

J. Fish. Res. Bd. Canada, 10 (5): 224 - 237.

RIGLER, F.H., and R.R. LANGFORD. 1967.

Congeneric occurrences of species of Diaptomus in Southern Ontario Lakes.

Can. J. Zool., 45 (1): 81 - 90.

SHEPPARD, A. 1971.

Gatineau Park class I lake zooplankton summary.

In: Dickman, M. Limnological baseline study Gatineau Park Lakes  
National Capital Commission.  
54 - 60. (unpublished).

THIENEMANN, A. 1926.

Holopedium gibberum.

In: Holstein Z. Morph. Okol. Tiere, 5: 755 - 776.

WELLS, L. 1960.

Seasonal abundance and vertical movements of planktonic crustacea in  
Lake Michigan.

U.S. Bull. Fish and Wild life Serv. 60: 343 - 369.

WILSON, C.B. 1932.

The copepodes of the Woods Hole region Massachussets.  
Smithsonian Inst. Bull. 158 - 635 p.

WILSON, M.S., and H.C. YEATMAN. 1959.

Free-Living Copepoda.

In: Ward and Whipple, Freshwater biology, 2nd ed. W.T. Edmondson ed.  
New York, Wiley, 735 - 861.

YOSHIMURA, S. 1933.

Calcium in solution in the lake water of Japan.  
Jap. J. Geol. Geogr., 10: 33 - 60.

5. RAPPORT DES PECHES A MANICOUAGAN

A. Rousseau

## 5. RAPPORT DES PECHES A MANICOUAGAN

par: Armand Rousseau

### 5.1 Introduction

La littérature se rapportant aux poissons canadiens est abondante. Il existe une bonne documentation descriptive des poissons de la Baie James et de la Baie d'Hudson (Viladykov, 1933) et de leur bassin hydrographique (Magnin, 1964); des régions arctiques et subarctiques (Wynne-Edwards, 1952); de l'Ungava (Olivier, 1961; Legendre et Rousseau, 1949; Magnin et Legendre, 1963; Richardson, 1944); du Labrador et de Terre-Neuve (Backus, 1957); du St-Laurent (Evermann and Kendall, 1901) et des Grands Lacs (Hubbs, 1926). Cependant, les indications sur la faune ichthyologique des bassins Manicouagan, Bersimis, et Outarde sont singulièrement déficientes. Il est probable qu'un ichthyologiste chevronné pourrait, en associant les renseignements que nous possédons avec les phénomènes de dispersion des espèces, nous donner une liste des poissons se trouvant probablement dans les trois bassins. Si on se rapporte à la carte publiée par Legendre et Rousseau (1949), les trois bassins devraient contenir de l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis) et de la truite grise, ou de lac ou touladi (Salvelinus namaycush).

Une des rares documentations sur les poissons de cette région se trouve dans le rapport de Low (1896), qui écrit: "A cause de la grande profondeur de l'eau, il n'y a que quelques places où l'on puisse tendre les filets, et, en conséquence, les endroits de pêche

ne sont pas bien connus des Sauvages, excepté dans la partie septentrionale, où le sable charrié par le principal tributaire a haussé le fond, ce qui a eu pour effet de diminuer la profondeur de l'eau sur une grande étendue. Ici, au printemps et à l'automne, on prend au filet des quantités considérables de truites des lacs, de poissons blancs, de saumons et de brochets." A l'annexe III de son rapport, Low donne une liste plus détaillée des poissons; toutefois, lorsqu'il y parle de "l'intérieur", on ne sait s'il s'agit de l'intérieur du Labrador ou de l'intérieur compris entre la Baie d'Hydson, l'Atlantique et le Saint-Laurent. Les poids moyens donnés par Low pour les poissons sont nettement plus élevés que ceux de nos résultats. Le tableau 5-1 résume ces données.

## 5.2 Matériel et méthodes

Pour relier les pêches à l'ensemble des travaux effectués sur le réservoir, il a été décidé de choisir autant que possible les mêmes stations d'échantillonnage que celles utilisées pour les travaux de chimie-physique (Fig. 5-1).

Des trappes à "ménés" de type commercial, des filets maillants et des lignes dormantes furent employés pour l'échantillonnage. Les filets mesuraient 100 pieds de long (31 m) par 6 pieds de large (1.80 m), et les mailles étirées, variaient de 1 pouce (2.54 cm) à 8 pouces (20.3 cm). Selon les périodes d'échantillonnage, il y avait entre 6 et 12 filets, une ligne dormante contenant 75 hameçons et 6 trappes à

"ménéés". La longueur totale des spécimens fut mesurée en millimètres et le poids en grammes.

### 5.3 Résultats et discussions

Le tableau 5-2 donne les espèces capturées, et les figures 5-2, 5-3 et 5-4 présentent les histogrammes des longueurs, des poids et des coefficients de condition <sup>(1)</sup> $K=P/L^3$ , des quatre principales espèces contenues dans le réservoir. Le tableau 5-3 nous donne les valeurs des coefficients a et n de la relation longueur-poids ( $P=aL^n$  <sup>(1)</sup>) et la figure 5-5 nous en montre la représentation graphique.

#### 5.3.1 Brochet

La proportion des brochets dans l'échantillonnage n'équivaut pas à la proportion véritable des brochets dans le réservoir Manicouagan. Un certain nombre a été capturé à la ligne dormante, ce qui entraîne une augmentation de leur nombre par rapport aux autres espèces, et déplace nécessairement les moyennes des longueurs et des poids vers la droite de l'histogramme. La figure 5-6 semble montrer que chez les brochets étudiés, le coefficient de condition va en augmentant avec la longueur, jusqu'à 60 cm; ensuite, entre 60 et 65 cm de longueur, le coefficient de condition subirait une décroissance. Au-delà de 65 cm de longueur, le coefficient de condition oscille autour d'une

(1) Voir appendice pour une discussion sur le coefficient de condition et la relation longueur-poids.

moyenne. Ces hypothèses restent à vérifier. Les brochets du réservoir Manicouagan montrent un coefficient de condition moyen (0.57) inférieur à celui de plusieurs autres populations (0.6)\*. Néanmoins, leur coefficient de croissance  $n$  (3.0487) dans la relation longueur-poids se compare aux brochets du lac Erié, des lacs d'Ecosse et du Clear Lake. La figure 5-7 montre la comparaison des relations longueur-poids des brochets de Manicouagan avec les différentes populations connues de brochets\*. Le faible coefficient de condition indique que les brochets capturés ont une forme effilée par opposition à une forme trappue.

Pour expliquer ce phénomène, le responsable des pêches se permet ici une hypothèse personnelle. Le brochet du nord est un poisson de rivage. Avec la montée d'eau du réservoir, il est évident que la ligne de rivage a augmenté permettant ainsi à un plus grand nombre de brochets de s'établir. Plus de jeunes brochets ont survécu parce qu'il y avait davantage de place. On ne saurait dire si la quantité de nourriture disponible a augmenté pour les brochets du réservoir Manicouagan, car il n'y a pas eu de travaux à ce sujet avant la construction de la digue pas plus que de travaux supplémentaires dans les eaux environnantes.

On peut déjà avancer que la reproduction est bonne, puisque la distribution des longueurs est continue (Fig. 5-A); de

---

\* Les références provenant de Carlander 1969 seront indiquées par un astérisque.

plus, le responsable a constaté la présence de jeunes près des rives. Le fait que le niveau d'eau soit maintenu élevé après la période du frai favorise une bonne reproduction, ce qui rend plus aisé la production de poissons de toutes les classes d'âge\*.

### 5.3.2 Meunier et catostomes

Nous traiterons ensemble de ces deux espèces parce que leur comportement présente de grandes similitudes. Ce qui frappe l'observateur dans les histogrammes des longueurs, (Fig. 5-2, B et C) c'est la grande abondance de poissons à la droite des histogrammes principalement pour le catostome. Cela peut signifier deux choses: a) une pauvre reproduction puisqu'il y a peu de petits poissons dans l'échantillonnage, ou b) une très forte mortalité des poissons avant d'atteindre les longueurs de 38 et de 40 cm. L'élévation du niveau d'eau ayant fait disparaître un grand nombre de petites rivières et de ruisseaux, il est des plus difficile pour ces espèces de bien se reproduire. Il semble cependant que le meunier réussisse mieux que le catostome à survivre. On hésite à retenir l'hypothèse d'une forte mortalité avant 40 cm pour ces poissons, car, si tel était le cas, on aurait dû en capturer un plus grand nombre dans les petites longueurs.

L'auteur ne croit pas qu'on puisse pousser plus loin les

hypothèses, puisqu'il n'existe aucun travail antérieur sur ces poissons pour la région en question.

Lors de leur capture, ces poissons apparaissent en bonne condition physique; à la dissection, ils nous ont paru bien gras et en bonne santé. Les figures 5-8 et 5-9 comparent les relations longueurs-poids des meuniers et des catostomes de Manicouagan avec celles des différentes populations. La valeur de leur coefficient de condition (1.02 et 1.07) est faible d'après les standards acceptés (1.27 et plus)<sup>\*</sup>; 95% de l'échantillonnage se trouve en dessous de 1.06 pour le meunier et de 1.11 pour le catostome. Cela signifie que ces poissons ont une forme effilée plutôt qu'une forme trappue. A première vue, chez le meunier, le coefficient de condition va en augmentant avec la longueur du poisson, tandis que chez le catostome, le coefficient de condition varie autour d'une moyenne (Fig. 5-10 et 5-11).

Bien qu'à mon avis, nous assistions au déclin de ces deux populations dans le réservoir étudié, cela ne signifie pas nécessairement l'élimination complète de ces deux espèces. Il pourra toujours en rester de petits groupes isolés; cela indique que dans l'ensemble des processus biologiques du lac, ces poissons joueront un rôle secondaire.

### 5.3.3 Corégone

L'histogramme des longueurs (Fig. 5-2, D) montre que ce poisson est bien représenté dans l'échantillonnage, ce qui implique sûrement une bonne reproduction. La figure 5-5 décrit la relation longueur-poids pour ce poisson; la figure 5-12 indique comment cette relation se compare dans différentes populations.

Le coefficient de condition du corégone à Manicouagan peut être considéré comme faible  $(0.83)^*$ ; il en résulte que ce poisson grandit plus qu'il ne grossit. Un coup d'oeil à la figure 5-13 fait ressortir deux choses:

- i) il y aurait une possibilité de deux populations de corégonnes, phénomène fréquent dans de très grands lacs<sup>\*</sup>;
- ii) le coefficient de condition va en augmentant avec la longueur, phénomène qui a déjà été observé pour plusieurs autres populations de ce poisson<sup>\*</sup>.

### 5.3.4 Autres espèces

Les autres espèces ne sont pas assez nombreuses pour pouvoir tirer de conclusions sur leur population. Cependant, la lotte américaine devrait pouvoir se maintenir et se multiplier dans le réservoir. Le méné des lacs du nord a été pris dans

la petite rivière à la station M-11, et quelques-uns furent trouvés dans l'estomac des brochets à la station M-3. S'agit-il de populations locales? On ne saurait le dire. Finalement, les ombles de fontaine furent capturées dans une petite rivière au nord de la Hart-Jaune, à la limite entre les eaux rapides et les eaux calmes. C'est aussi la limite de la montée du brochet dans cette rivière.

Maintenant, un mot des absents, c'est-à-dire: la truite grise et la ouananiche. Un essai fait avec 700 pieds (213 m) de filet près du barrage pendant 12 heures a été infructueux. Un autre essai fait avec 600 pieds (183 m) de filet dans la Seignelay n'a pas donné plus de résultat. Cependant, dans la région de la rivière Paradis, un touriste a capturé une truite grise d'une dizaine de livres, lors de notre passage. Les Indiens et les gens du camp Manicouagan soutiennent que, près du barrage, il existe une frayère pour ce poisson. Une ouananiche pesant environ 7 livres a également été prise à la ligne près de la station M-11 par d'autres membres de notre équipe. Pourquoi alors n'en n'avons-nous pas pris? De l'avis du responsable, la truite grise et la ouananiche étant des poissons de centre de lacs, se trouvent encore par unité de volume, peu abondants dans la masse d'eau; c'est pourquoi ces poissons ne figurent pas à notre palmarès.

#### 5.4 Conclusion

Notre étude montre qu'il existe au moins 7 espèces de poissons vivant dans le réservoir Manicouagan; à savoir: le brochet du nord, le corégone, le meunier de l'est, le catostome noir commun, la truite grise ou de lac, la lotte américaine et le mené des lacs du nord.

La reproduction des brochets et des corégones semblent assurée. La régression des Catostomidés est probablement due à la disparition des cours d'eau secondaires lors du remplissage du réservoir. Cependant, on peut croire que les frayères à Salmonidés ont diminué ce qui risque de mettre ces poissons en état d'infériorité compétitive vis-à-vis des brochets et des corégones.

Lors de leur capture les poissons nous ont semblé en très bonne condition. Cependant, nous devons souligner quelques cas d'infection de ver solitaire (Lingula sp.) chez le catostome noir commun. Bien que l'auteur de cette section soit d'avis que cela est tout à fait normal, on aurait intérêt à investiguer à fond ce problème potentiel.

Le faible coefficient de condition des poissons peut être partiellement expliqué sur la base du manque possible de nourriture, tout au moins pour le brochet. Cependant les poissons ne sont pas squelettiques et la courbe longueur-poids place les poissons dans la

moyenne des courbes pour différentes populations. Dans Manicouagan, selon la méthode de calcul, le rapport entre la masse globale des poissons fourragés et celle des poissons carnivores varie de 1.2 à 0.85. Alors qu'il devrait être normalement de 8 à 12. Malheureusement, on ne sait estimer l'apport dû à l'erreur de la méthode d'échantillonnage dans ce déséquilibre.

A première vue, si l'on admet l'hypothèse sur l'évolution des réservoirs (Chap. 1) on doit admettre que le résultat final est composé d'un ensemble d'effets positifs et d'effets négatifs. Les résultats obtenus dans cette étude ne nous permettent pas de conclure sur l'état réel du réservoir puisque les données que nous possédons ne sont pas assez nombreuses.

Cependant les résultats des pêches portent à croire que le réservoir Manicouagan est en bonne condition piscicole et que la biomasse du réservoir (ceci dit sous toute réserve) suit une évolution normale. Une analyse des écailles du Catostome de Manicouagan avec celles venant du catostome de rivière des Prairies nous fait penser que les poissons de Manicouagan seraient en meilleure condition physique que ceux de la région de Montréal, et offrent donc des possibilités de "management" plus intéressantes.

TABLEAU 5-1

POISSONS SE TROUVANT PROBABLEMENT DANS LA REGION MANICOUAGAN, (Interprété d'après Low, 1896)

| Nom scientifique               | Nom vernaculaire  | Endroit  | Poids moyen<br>lbs |
|--------------------------------|---|--|--------------------|
| <u>Petromyson</u> , sp.        | lamproie  | rivière Bersimis   |                    |
| <u>Catostomus longirostris</u> | carpe au long museau  |  |                    |
|                                | carpe du nord.  | par tout l'intérieur   | 5                  |
| <u>Catostomus Forsterianus</u> | carpe rouge   | par tout l'intérieur   | 5                  |
| -----                          | carpe grise   | -----  |                    |
| <u>Coregonus clupeiformis</u>  | poisson blanc commun  | dans tout l'intérieur  | 3 ou 4             |
| <u>Salmo salar</u>             | ouananiche  | Romaine et Manicouagan   | 3                  |
| <u>Salvelinus namaycush</u>    | grosse truite des lacs  | dans tous les plus grands lacs<br>de l'intérieur.                            | 8                  |
| <u>Salvelinus fontinalis</u>   | truite de ruisseau<br>(variété chair jaune)<br>(variété chair rose) | rivières, petits cours d'eau et<br>dans la plupart des lacs<br>innombrables. | 1 à 3              |
| <u>Esox lucius</u>             | brochet   | par tout l'intérieur des lacs,<br>rivières paisibles.                        | 2 à 15             |
| <u>Lota maculosa</u>           | lingue, lotte, loche, maria.  | tous les lacs profonds   | 2 à 15             |

NOTE: Les noms de poissons utilisés dans ce tableau, sont tirés de Low sans changement de nomenclature; il est évident que cette nomenclature peut être différente de celle utilisée aujourd'hui.

TABLEAU 5-2 LISTE DES POISSONS CAPTURES DANS LE RESERVOIR MANICOUAGAN

| Nom des poissons  | Abondance |             |
|---|-----------|-------------|
|   | absolue   | relative    |
| <u>Esox lucius</u><br>(grand brochet)                   | 105       | 31.63       |
| <u>Catostomus catostomus</u><br>(meunier de l'est)      | 61        | 18.37       |
| <u>Catostomus commersoni</u><br>(catostome noir commum) | 86        | 25.90       |
| <u>Coregonus clupeiformis</u><br>(corégone)             | 70        | 21.08       |
| <u>Lota lota</u><br>(lotte américaine de l'est)         | 3         | 0.90        |
| <u>Salvelinus fontinalis</u><br>(omble de fontaine)     | 4         | 1.20        |
| <u>Hypopsis plumbea</u><br>(méné des lacs du nord)      | <u>3</u>  | <u>0.90</u> |
| TOTAL   | 332       | 100.00      |

TABLEAU 5-3

VALEUR DES COEFFICIENTS a ET b DE LA RELATION LONGUEUR-POIDS  
ET PARAMETRES PHYSIQUES DES POISSONS CAPTURES AU RESERVOIR MANICOUAGAN

| Espèces               | Coefficient |        | N   | Poids, g |         |        | Longueur, cm |         |       |
|-----------------------|-------------|--------|-----|----------|---------|--------|--------------|---------|-------|
|                       | a           | b      |     | étendue  | moyenne | s      | étendue      | moyenne | s     |
| Grand brochet         | 0.004624    | 3.0487 | 105 | 170-6191 | 2138    | 1064.4 | 30-96        | 70.1    | 11.50 |
| Meunier de l'est      | 0.005909    | 3.1466 | 61  | 15-2073  | 906     | 516.9  | 11-60        | 41.4    | 11.89 |
| Catostome noir commun | 0.003928    | 3.2603 | 86  | 113-1874 | 1143    | 285.8  | 22-55        | 46.9    | 4.36  |
| Corégone              | 0.00163     | 3.4406 | 70  | 28-1618  | 595     | 453.6  | 18-56        | 38.2    | 10.43 |

FIGURE 5-1 CARTE DES STATIONS DE PECHE FAITE PAR  
L'EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC DURANT  
L'ETE DE 1972. NOTER LA POSITION DES  
STATIONS DE PECHE PAR RAPPORT A CELLES  
D'ETUDES PHYSICO-CHIMIQUES (Fig. 1.1).

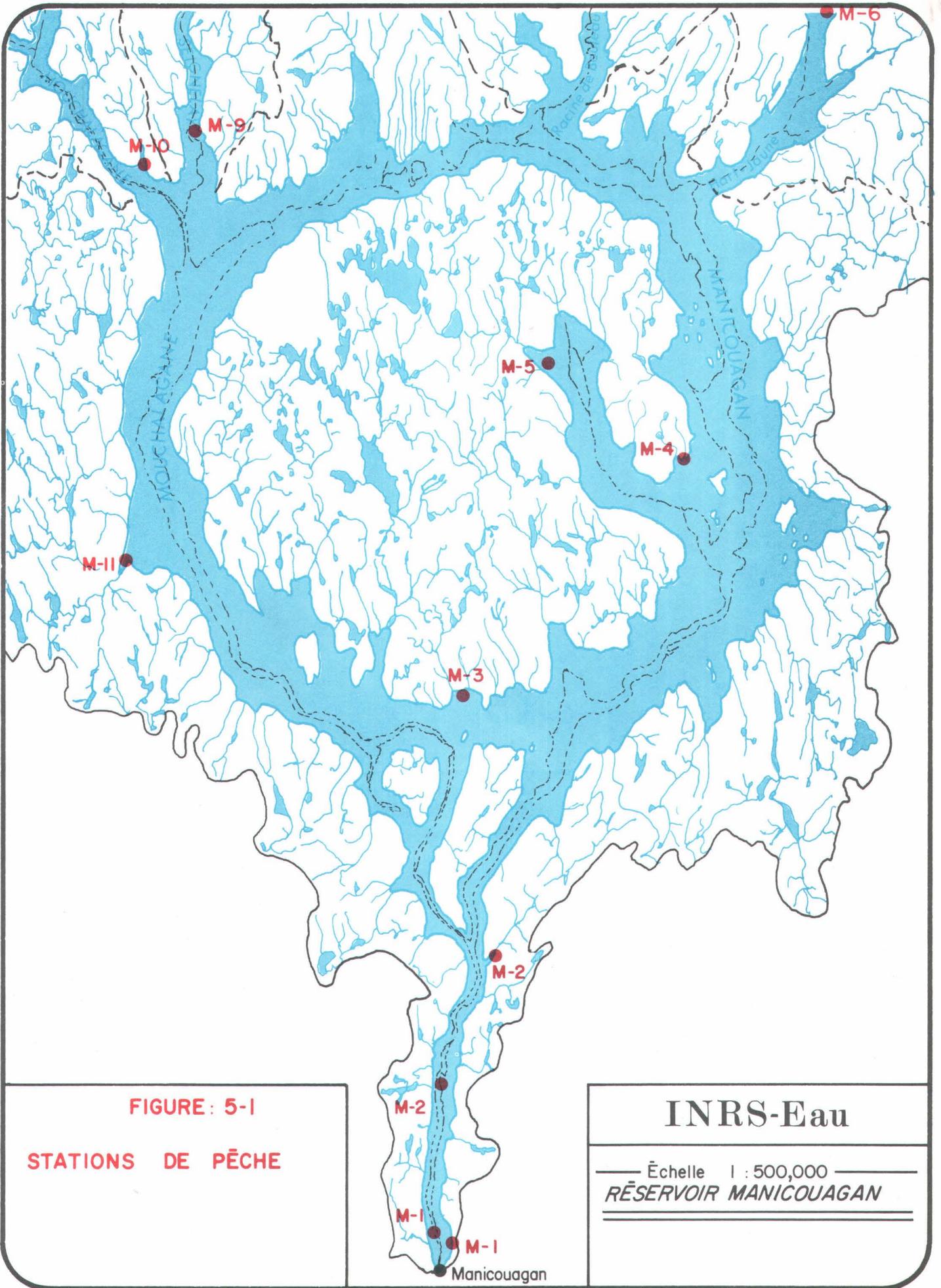


FIGURE: 5-1

STATIONS DE PÊCHE

INRS-Eau

Échelle 1 : 500,000  
RÉSERVOIR MANICOUAGAN

Manicouagan

FIGURE 5-2 HISTOGRAMME DES LONGUEURS DES POISSONS  
CAPTURES DANS LE RESERVOIR MANICOUAGAN  
PAR L'EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC  
DURANT L'ETE DE 1972.

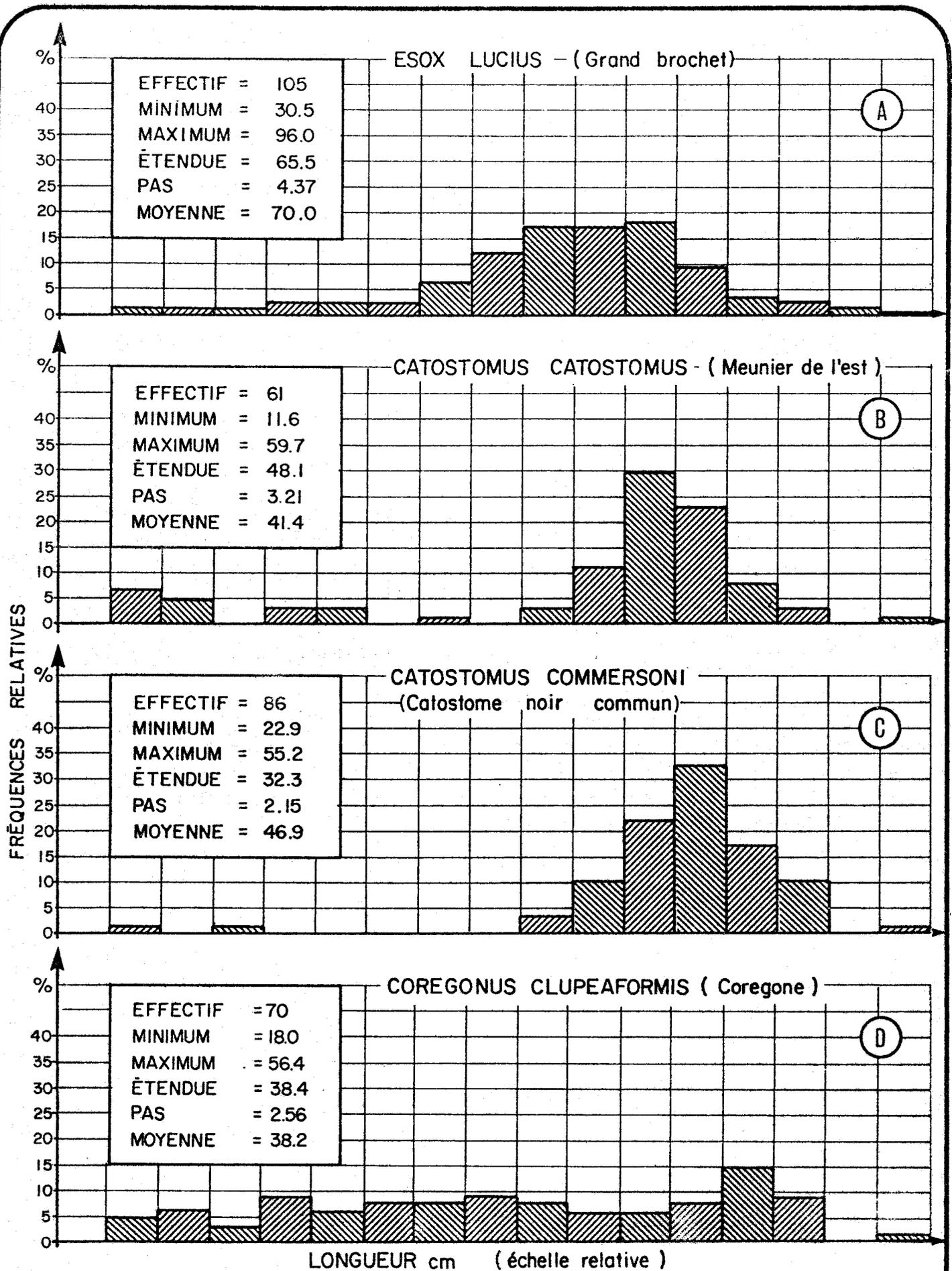


FIGURE: 5-2

FIGURE 5-3 HISTOGRAMME DES POIDS DES POISSONS  
CAPTURES DANS LE RESERVOIR MANICOUAGAN  
PAR L'EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC  
DURANT L'ETE DE 1972.

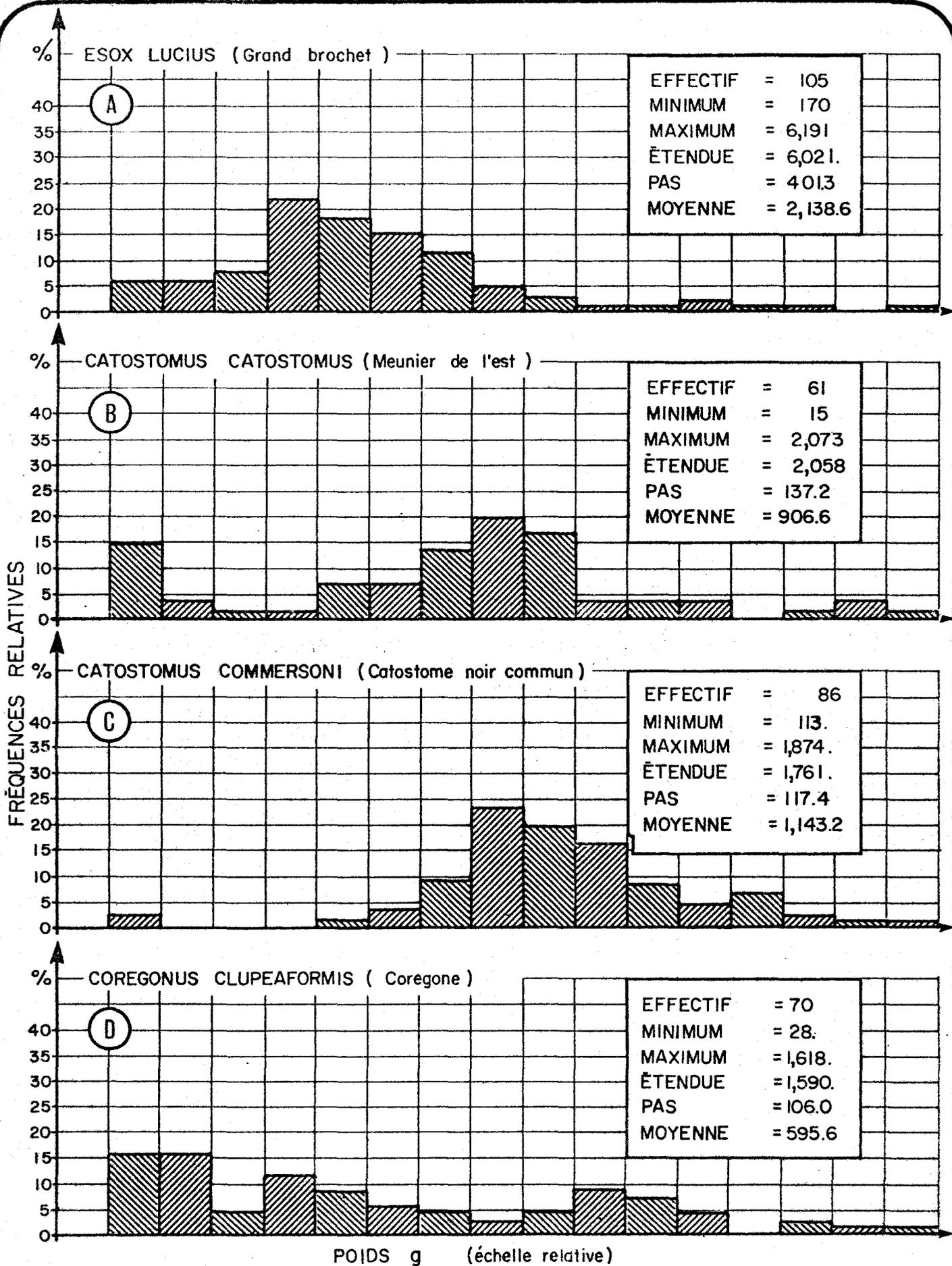


FIGURE : 5-3

FIGURE 5-4 HISTOGRAMME DES COEFFICIENTS DE CONDITION  
DES POISSONS CAPTURES DANS LE RESERVOIR  
MANICOUAGAN PAR L'EQUIPE INRS-EAU ET  
HYDRO-QUEBEC DURANT L'ETE DE 1972.

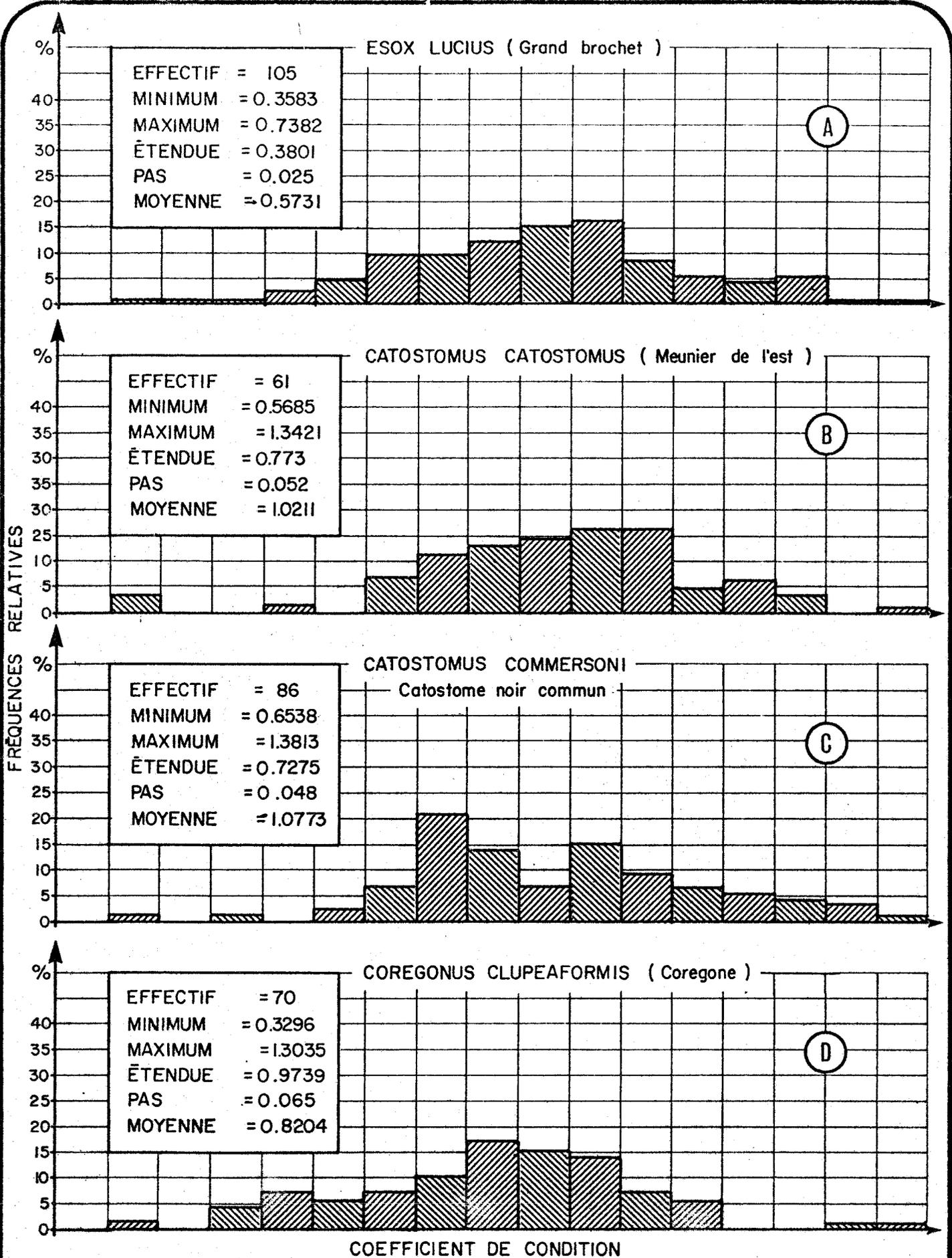


FIGURE : 5-4

FIGURE 5-5 RELATION LONGUEUR-POIDS DES POISSONS DU  
RESERVOIR MANICOUAGAN CAPTURES PAR  
L'EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC DURANT  
L'ETE DE 1972.

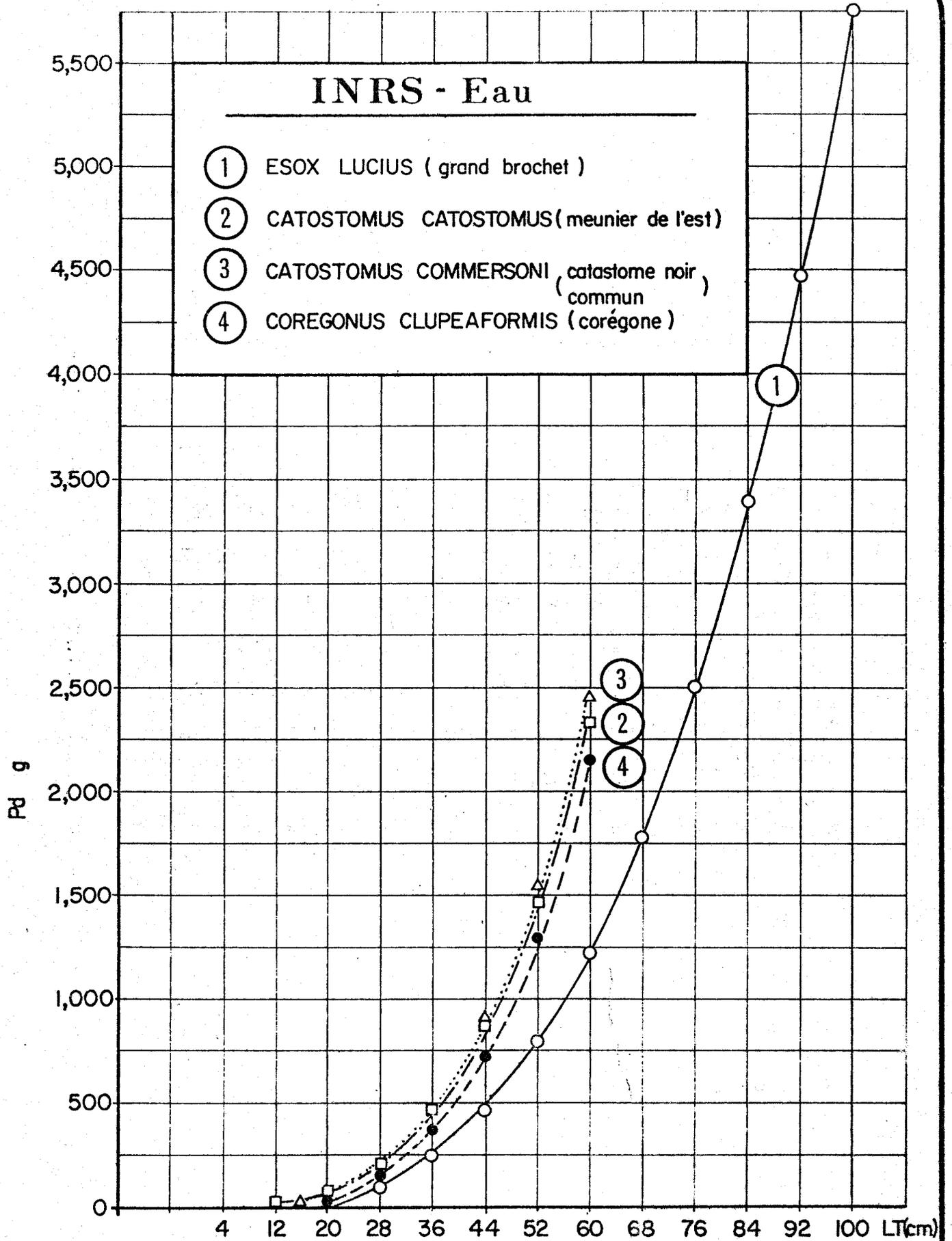


FIGURE : 5-5 Relation longueur — poids des poissons de Manicouagan :

FIGURE 5-6 COEFFICIENT DE CONDITION EN FONCTION DE LA LONGUEUR TOTALE DES BROCHETS DU RESERVOIR MANICOUAGAN. EQUIPE INRS-EAU - HYDRO-QUEBEC, ETE DE 1972. NOTER L'ACCROISSEMENT DU COEFFICIENT DE CONDITION JUSQU'A 60 cm DE Lt ET ENSUITE DE LA DECROISSANCE.

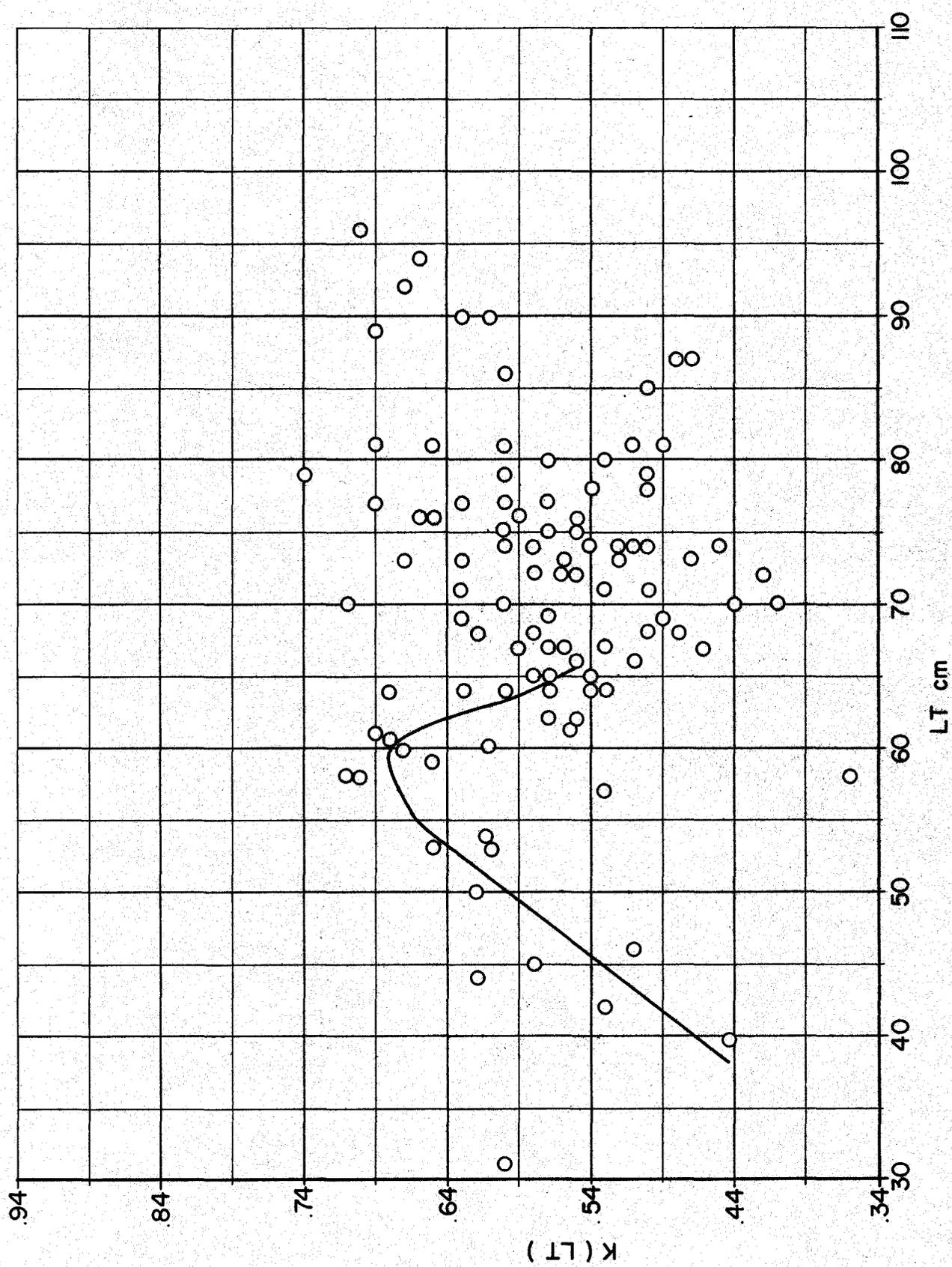


FIGURE 5-6 . Esox lucius (Grand brochet)  
 Coefficient de condition vs longueur totale .

FIGURE 5-7 COMPARAISON AVEC D'AUTRES POPULATIONS DE  
LA RELATION LONGUEUR-POIDS DES BROCHETS  
DU RESERVOIR MANICOUAGAN, CAPTURES PAR  
L'EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC DURANT  
L'ETE DE 1972.

- B 331: Brown, E.H., Jr. et C.F. Clark,  
1965 Ohio<sup>\*</sup> ;
- C 17: Carlender, K.D., 1942 Minnesota<sup>\*</sup> ;
- C 35: ————et E.H. Hener, 1943,  
Minnesota<sup>\*</sup> ;
- J 99: Johnson, L., 1966, Windemere,  
Angleterre<sup>\*</sup> ;
- M 281: Munro, W.R., 1957, Ecosse<sup>\*</sup> ;
- M 431: Magnin, E., 1964, Waswanipi,  
Québec<sup>\*</sup> ;
- R 153: Ridenhour, R.L., 1957, Iowa<sup>\*</sup> .

ESOX LUCIUS

( grand brochet )

INRS - Eau

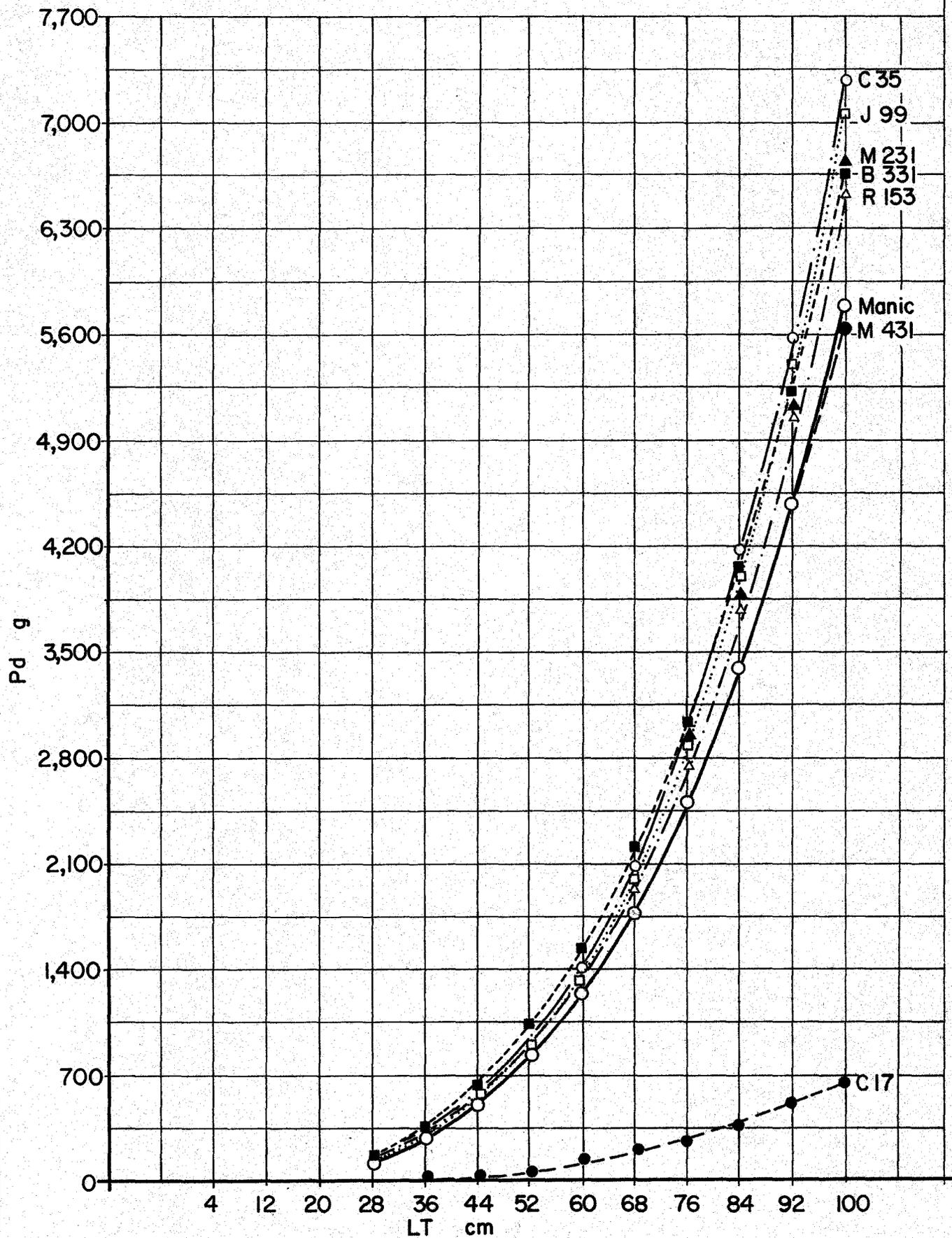


FIGURE: 5-7

FIGURE 5-8 COMPARAISON AVEC D'AUTRES POPULATIONS  
DE LA RELATION LONGUEUR-POIDS DES MEU-  
NIERS DE L'EST DU RESERVOIR MANICOUAGAN  
CAPTURES PAR L'EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-  
QUEBEC DURANT L'ETE DE 1972.

H 268: Hayes, M.L., 1956, Colorado\* ;

M 431: Magnin, E., 1964, Waswanipi,  
Québec\* ;

H 269: Harris, R.H.D., 1952, Grand Lac  
des Esclaves\* .

CATOSTOMUS CATOSTOMUS (meunier de l'est)

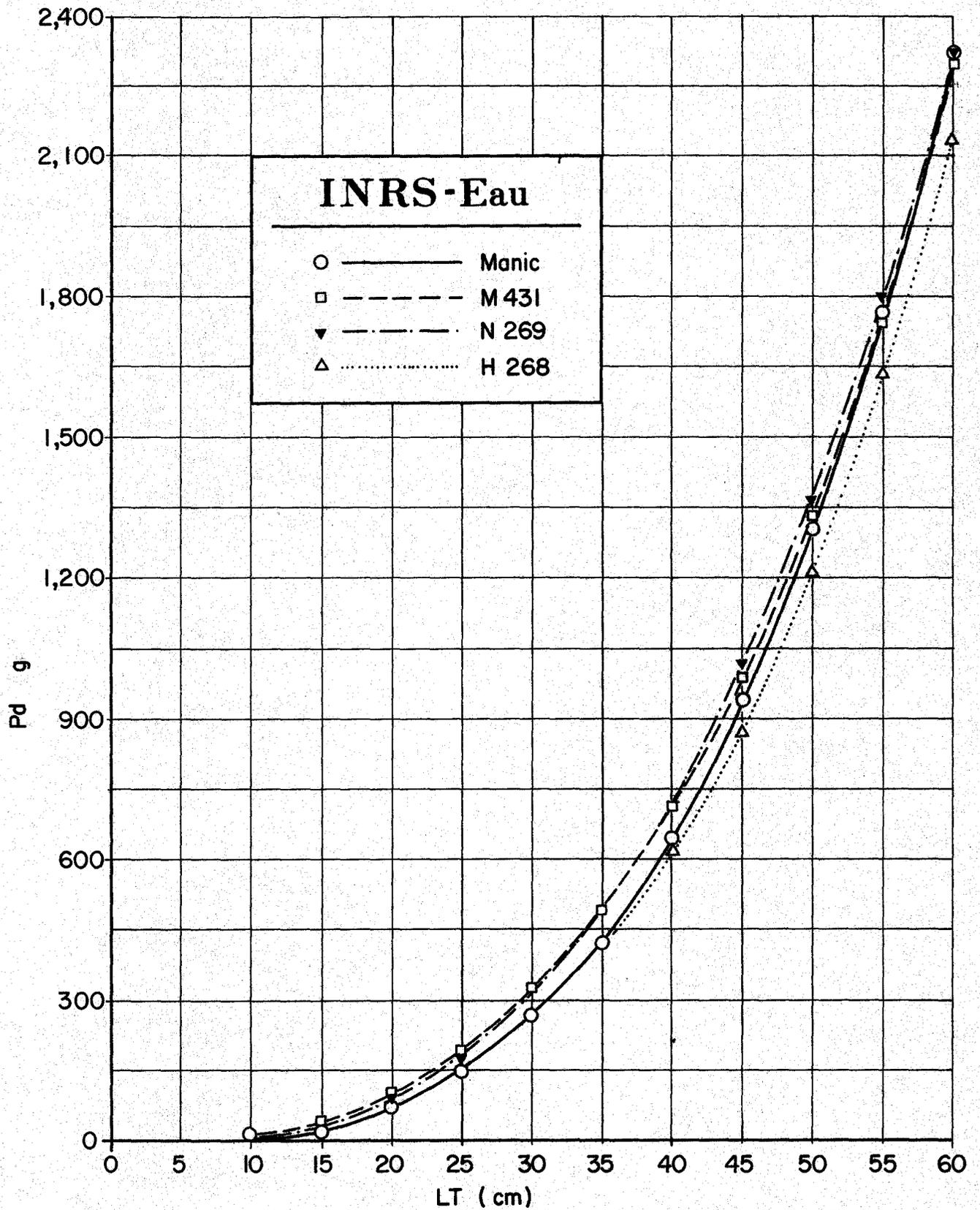


FIGURE: 5-8

FIGURE 5-9 COMPARAISON AVEC D'AUTRES POPULATIONS  
DE LA RELATION LONGUEUR-POIDS DES CATOS-  
TOMES NOIRS COMMUNS DU RESERVOIR MANI-  
COUAGAN, CAPTURES PAR L'EQUIPE INRS-EAU  
ET HYDRO-QUEBEC DURANT L'ETE DE 1972.

- M 431: Magnin, E., 1964, Waswanipi,  
Québec\* ;
- P 122: Parker, R.A., 1958, Wisconsin\* ;  
Fortin, R., 1967, Lac Assumption,  
Québec;
- L 110: Lewis, M.W., and D. Elder, 1953,  
Illinois\* ;
- C 35: Carlender, K.D., et E.H. Hener,  
1943, Minnesota\* ;
- H 268: Hayes, M.L., 1956, Colorado\* .

CATOSTOMUS COMMERSONI (catostome noir commun)

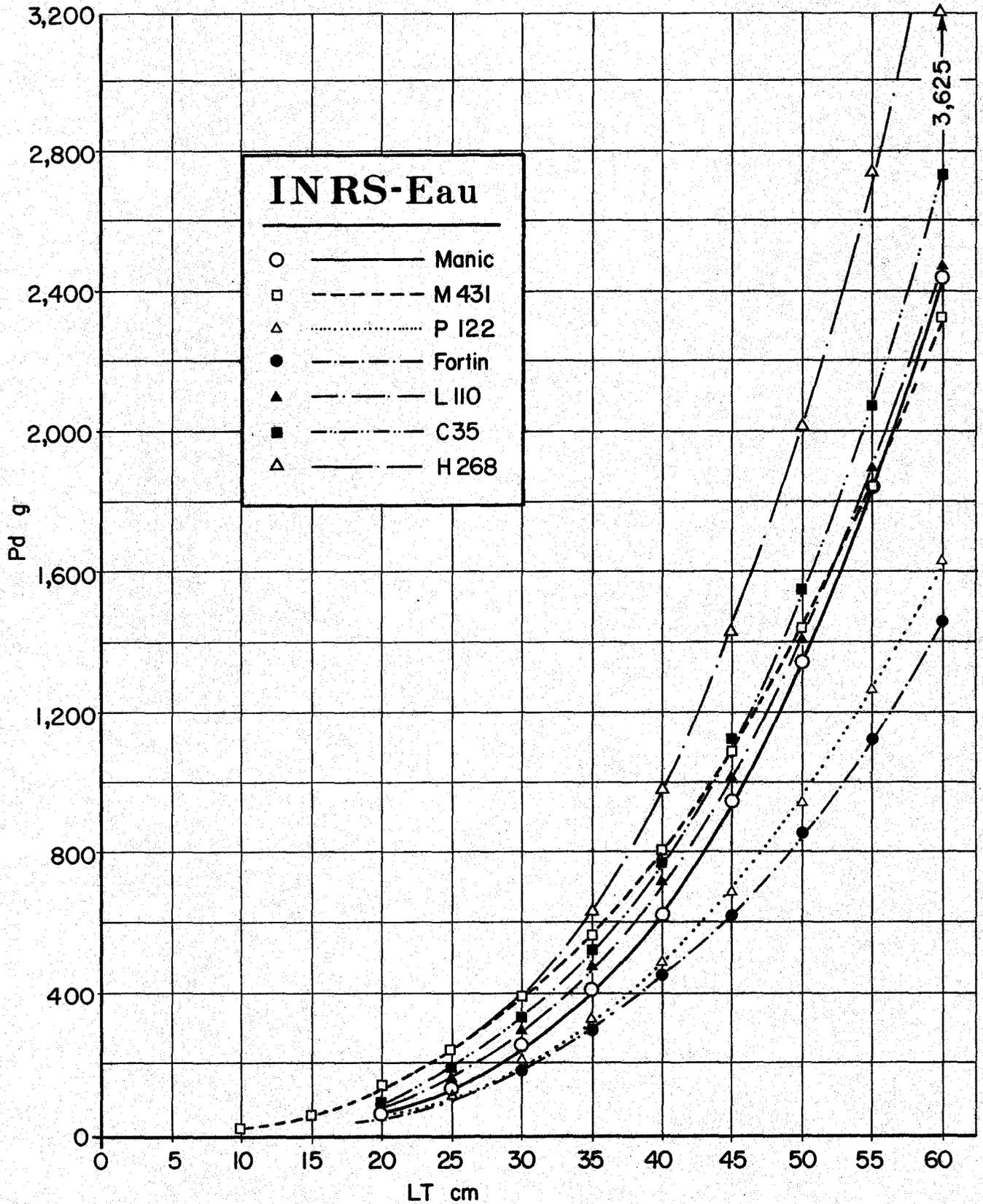


FIGURE: 5-9

FIGURE 5-10 COEFFICIENT DE CONDITION EN FONCTION DE LA LONGUEUR TOTALE DES MEUNIERES DE L'EST DU RESERVOIR MANICOUAGAN. EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC, ETE DE 1972. NOTER LA POSSIBILITE D'UN ACCROISSEMENT DU COEFFICIENT DE CONDITION AVEC UN ACCROISSEMENT DE Lt.

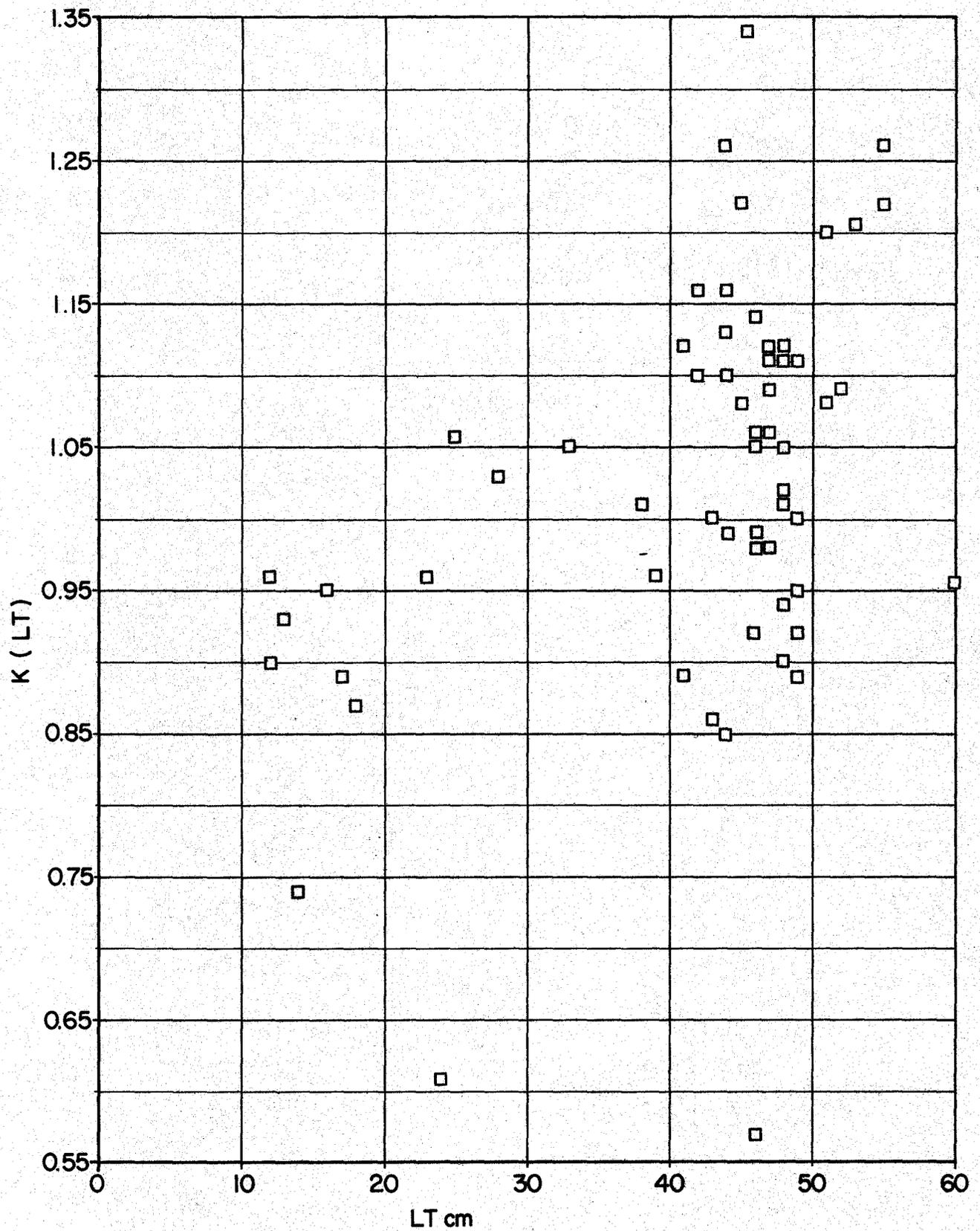


FIGURE:5-10 . Catostomus catostomus ( Meunier de l'est )  
 Coefficient de condition vs longueur totale .

FIGURE 5-11 COEFFICIENT DE CONDITION EN FONCTION DE  
LA LONGUEUR TOTALE DES CATOSTOMES NOIRS  
COMMUNS DU RESERVOIR MANICOUAGAN. EQUI-  
PE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC, ETE DE 1972.

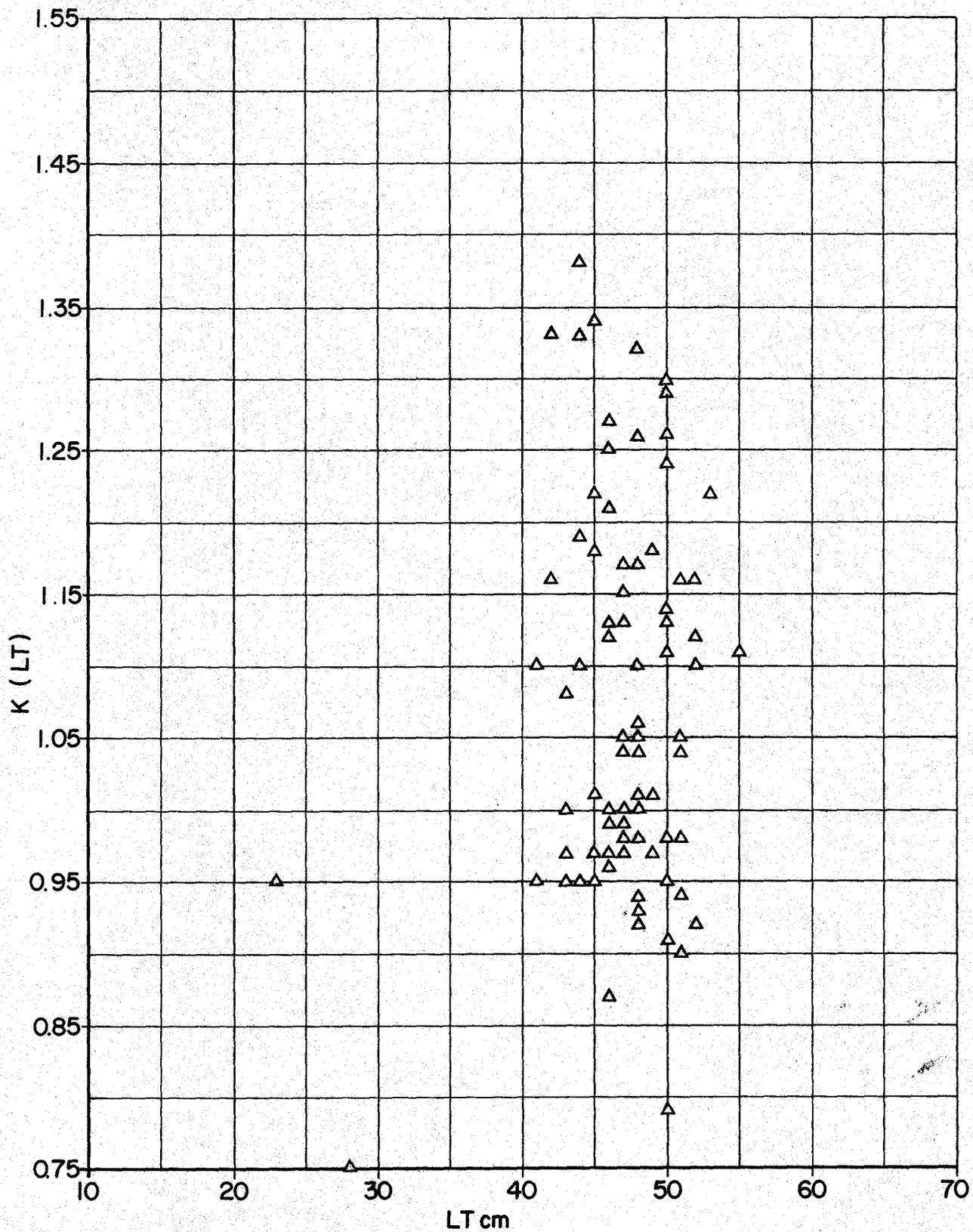


FIGURE: 5-11 . Catostomus commersoni (Catostome noir commun)  
Coefficient de condition vs longueur totale .

INRS - Eau

FIGURE 5-12 COMPARAISON AVEC D'AUTRES POPULATIONS  
 DE LA RELATION LONGUEUR-POIDS DES CORE-  
 GONES DU RESERVOIR MANICOUAGAN CAPTURES  
 PAR L'EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC,  
 DURANT L'ETE DE 1972.

- C 255 a: Caraway, P.A., 1951, Michigan<sup>\*</sup> ;  
 K 56 : Kennedy, W.a., 1954, lac Win-  
 nipeg<sup>\*</sup> ;  
 C 303 : Christie, W.J., 1963, lac  
 Ontario<sup>\*</sup> ;  
 V 30 : Van Oosten, J. et R. Hile,  
 1949, lac Erié<sup>\*</sup> ;  
 B 227 : Bjorklund, R.G., 1953, Montana<sup>\*</sup> ;  
 K 55 : Kennedy, W.A., 1953, lac des  
 Esclaves<sup>\*</sup> ;  
 Q 1 : Qadri, S.V., 1955, Saskatchewan<sup>\*</sup> ;  
 M 431 : Magnin, E., 1964, Waswanipi,  
 Québec<sup>\*</sup> ;  
 M 451 a: Mraz, D., 1964, lac Michigan<sup>\*</sup> ;  
 D 174 : Dryer, W.R., 1963, lac Supérieur<sup>\*</sup> ;  
 C 333 : Cucin, D., et H.A., Regier,  
 1965, Baie Georgienne<sup>\*</sup> ;  
 E 100 : Edsall, T.A., 1960, lac Supérieur<sup>\*</sup> .

COREGONIS CLUPEIFORMIS (corégone)

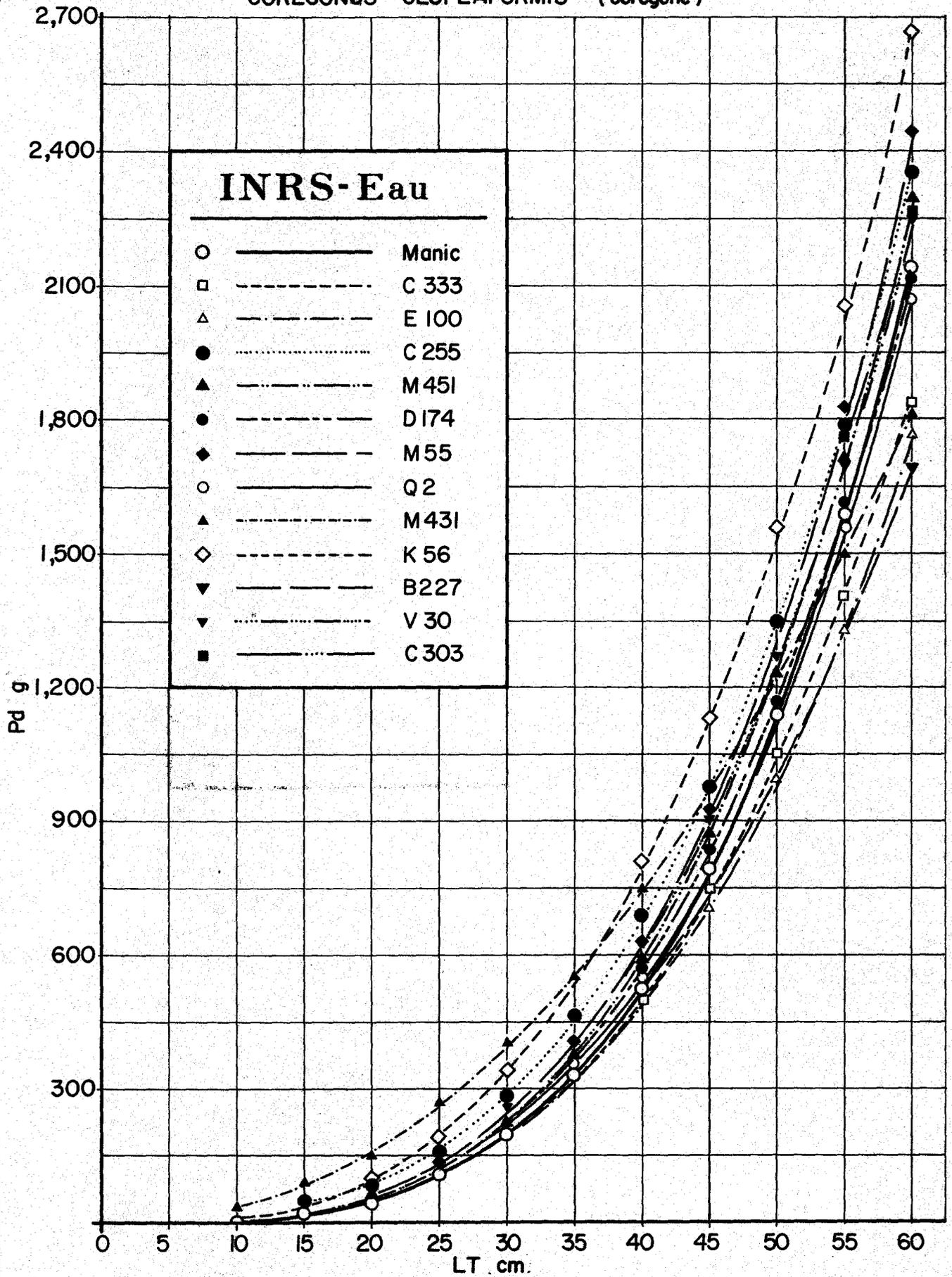


FIGURE : 5-12

FIGURE 5-13 COEFFICIENT DE CONDITION EN FONCTION DE LA LONGUEUR TOTALE DES COREGONES DU RESERVOIR MANICOUAGAN. EQUIPE INRS-EAU ET HYDRO-QUEBEC, ETE DE 1972. ON NOTERA LA POSSIBILITE DE DEUX POPULATIONS DE COREGONES AINSI QUE LA POSSIBILITE D'UN ACCROISSEMENT DU COEFFICIENT DE CONDITION AVEC UN ACCROISSEMENT DE Lt.



APPENDICE ICoefficient de condition et relation longueur-poids<sup>(1)</sup>.

Une formulation de la croissance est le coefficient de condition (K). Dans tout corps matériel dans lequel, avec un accroissement de taille, les proportions linéaires demeurent constantes, le poids (si la densité demeure constante) et toutes les dimensions linéaires sont reliés par l'expression suivante:  $K = P/L^3$ .

Ainsi déterminé, K demeurera constant quelle que soit la grandeur qu'un animal atteindra, pourvu que les proportions linéaires (formes) demeurent constantes. Un changement de poids à une taille particulière, ou un changement de longueur sans changement correspondant dans le poids, modifiera K. Cette relation générale entre la longueur et le poids est d'une grande utilité dans l'étude des populations de poissons.

Plusieurs chercheurs ont trouvé commode d'utiliser simplement la formule pour la détermination de K telle que donnée plus haut, en utilisant le système métrique.

$$K = \text{approx. } 1.0 = \frac{100 \times \text{poids (g)}}{\text{longueur (cm)}^3}$$

---

(1) Extrait de Weatherley, 1972.  
 WEATHERLEY, A.H.: Growth and ecology of fish populations. Academic Press, London, New-York, 1972, 293 pp.

Il est évident que  $K = P/L^3$  ne peut donner pour toutes les espèces et même pour tous les âges d'une même espèce un K toujours près de l'unité.

Le Cren (1951) rechercha une formulation du poids et de la longueur mieux adaptée pour les espèces et la forme des poissons. Il montra que la relation poids/longueur dans les poissons peut être généralement décrite par la relation.

$$P = aL^n \quad (1)$$

où P est le poids, L la longueur, "a" une constante et n un exposant "usuellement compris entre 2.5 et 4". On peut aussi écrire cette expression dans la forme suivante:

$$\text{Log } P = \text{Log } a + n \text{ Log } L \quad (2)$$

Les données de la relation poids/longueur pour les poissons tomberont approximativement sur une ligne droite si on les place sur un papier log-log.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BACKUS, R.H. 1957.

The fishes of Labrador. Bull.  
Amer. Mus. Nat. Hist. N.Y., 113 (4): 277 - 337.

CARLANDER, K.D. 1969.

Handbook of freshwater fishery biology, volume one. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. VIII + 752 p.p.

EVERMANN, B.W., and W.C. KENDALL. 1901.

An annotated list of the fishes known to occur in the St. Lawrence river.  
Rep. U.S. Fish. Comm., p. 227 - 240.

FORTIN, R. 1967.

Recherches sur la croissance en longueur, la croissance en poids, la reproduction, la mortalité et la dynamique de la population de Catostomus commersoni du lac l'Assomption. Thèse maîtrise, Université de Montréal. XIII + 83 pp.

HUBBS, C.L. 1926.

A check-list of the Great Lakes and tributary waters, with nomenclatorial notes and analytical key. Mich. Mus. Zool. Misc. Pub., 15: 78 pp.

LEGENBRE, V., et J. ROUSSEAU. 1949.

La distribution de quelques-uns de nos poissons dans le Québec arctique.  
Annales de l'ACFAS, 15: 133 - 135.

LOW, A.P. 1896.

Report on exploration in the Labrador Peninsula along the Cast Main, Koksoak, Hamilton, Manicouagan and portion of others rivers in 1892-93-94-95. Ann. Rept., Geol. Surv. Canada, for 1895, new ser., no 8, rept. L, pp. 1 - 387.

MAGNIN, E. 1964.

Premier inventaire ichthyologique du Lac et de la Rivière Waswanipi. Naturaliste Canadien, 91 (11): 273 - 308.

MAGNIN, E., et V. LEGENDRE. 1963.

Extension d'aire de trois poissons d'eau douce du nord-ouest de la province de Québec.  
Cahier - Rapport - Service de la Faune no 2.

OLIVER, D.R. 1961.

Notes on the distribution and relative abundance of fresh-water fish in Ungawa.  
Canadian - Field Naturalist, 75 (4): 221 - 224.

RICHARSON, L.R. 1944.

Brief record of fishes from Central Northern Quebec.  
Copeia 4: 205 - 208.

VLADYKOV, V.D. 1933.

Biological and Oceanographic conditions in Hudson Bay. 9.  
Fishes from the Hudson Bay region (except the Coregonidae).  
Contr. Canad. Biology and Fisheries, New Series 8 (1-8): 15 - 61.

WYNNE-EDWARD, V.C. 1952.

Freshwater vertebrates of the arctic and subarctic.  
Fish. Res. Board Canada. Bull. 94: 28 p.

## 6. RECOMMANDATIONS

## 6. RECOMMANDATIONS

### 6.1 Introduction

L'étude préliminaire nous a permis de dégrossir les problèmes et de préciser les questions qui se posent, à savoir:

- I) quels sont les facteurs qui limitent la productivité des eaux?
- II) quels effets ont les zones noyées sur le réservoir et plus particulièrement quels sont les transformations physiques, chimiques et biologiques qui ont lieu dans ces zones?
- III) quels sont les changements de populations dus à la création du réservoir, particulièrement chez les poissons?
- IV) peut-on aménager le réservoir au point de vue piscicole?

Pour répondre à ces questions, nous proposons quatre études principales, appuyées par des études de soutien. Les études principales devront porter sur:

- I) le comportement thermique du réservoir;
- II) les productivités primaire et secondaire;
- III) les changements biologiques et chimiques de la zone noyée;
- IV) l'aménagement piscicole du réservoir.

Les études de soutien porteraient sur:

- I) la bathymétrie des anciens lacs;
- II) le comportement chimique des éléments principaux des eaux du réservoir;

- III) la nature chimique et biologique des sédiments;
- IV) l'influence des affluents sur le réservoir (thermique, biologique, chimique);
- V) les effets thermiques, chimiques et biologiques de la prise d'eau du barrage.

Les études principales seront particulièrement effectuées à deux stations de références représentant les conditions extrêmes rencontrées dans le réservoir, et à une station sur la rivière Manicouagan.

Ces stations sont:

- I) station de pleine eau située au milieu du plan d'eau, à quelques milles en amont du barrage, hors de l'influence directe de la prise d'eau;
- II) station littorale dans une baie nouvellement inondée choisie roche du barrage, et la plus abritée possible;
- III) station sur la même rivière Manicouagan à quelques milles en amont de Manic 3. Cette station devra être située assez loin du barrage Daniel-Johnson, de sorte qu'il s'y trouve le moins d'influence possible du barrage, pour ce qui est de la température, notamment; cette station équivaldra à ce qu'était originellement la rivière à l'emplacement du barrage actuel. (Elle pourra servir également pour réaliser une étude préliminaire du réservoir Manic 3).

Les études que nous proposons peuvent se classer en trois catégories, selon leur durée:

- I) études permanentes étalées sur toute l'année (température, oxygène dissous, qualité des précipitations, productivité primaire);
- II) études d'été répétées chaque année (pêches, inventaires biologiques de la zone inondée, productivité secondaire);
- III) études uniques (sédiments, bathymétrie, benthos).

Enfin, nous pensons que, pour avoir une idée générale de l'évolution des réservoirs au Québec, il serait nécessaire de faire des études sur deux ou trois réservoirs de caractéristiques climatiques, géologiques, chimiques et biologiques semblables à celles de Manicouagan mais d'âges différents. En effet l'étude entreprise à Manicouagan ne peut concerner qu'un réservoir à un moment donné de son évolution. Si on veut avoir une vue dynamique de l'évolution des réservoirs au Québec, il faut entreprendre une série d'études à différents stades de leurs vieillissement. Cette étude, sera grandement facilitée par notre connaissance des cycles annuels physiques, chimiques et biologiques, et de leurs interrelations déjà étudiés à Manicouagan. On pourra ainsi se limiter à deux examens approfondis par an. Il existe au Québec une grande variété de réservoirs; on pourrait, par exemple, choisir le réservoir Gouin (vieux de 60 ans) le réservoir Cabonga (vieux de 43 ans) et le réservoir du lac Sainte-Anne (vieux de 18 ans).

## 6.2 Etudes principales

### 6.2.1 Comportement thermique du réservoir

L'aspect thermique est primordial. Il joue sur trois plans: i) certaines espèces ne peuvent vivre que dans une gamme de température donnée, ii) la thermique d'un lac conditionne largement la circulation des eaux, et donc, la circulation des éléments nutritifs; par exemple, aux périodes de stratification, la circulation est très réduite, iii) en hiver, la couverture de glace et de neige forme un écran à la lumière qui peut limiter la productivité. C'est pourquoi nous proposons les études suivantes:

- (I) étude thermique permanente de la station de pleine eau, (cette étude sera complémentaire des études chimiques et de productivité);
- (II) étude de la prise et de la fonte des glaces, par observations au barrage et reconnaissances aériennes;
- (III) installation d'une station météo au niveau du plan d'eau (mesure de la température, des précipitations, vitesse du vent); cette installation servira aussi de support à l'étude chimique des précipitations;
- (IV) étude thermique sur un cycle annuel d'un affluent principal par exemple la Hart-Jaune. Elle sera complémentaire d'une étude de la pénétration des affluents dans le réservoir.

### 6.2.2 Productivité biologique

Le réservoir Manicouagan est très peu minéralisé; nos études préliminaires le classent dans la catégorie des lacs méso-oligotrophes, mais il est vraisemblable qu'il soit réellement oligotrophe. Les eaux du réservoir relativement riche en éléments nutritifs devraient soutenir une productivité primaire plus élevée que celle mesurée sur place (voir 3.3.11). Aussi nous nous posons les questions suivantes:

Quels sont les facteurs limitatifs de la productivité?

Y-a-t-il des différences de productivité entre les zones inondées et les zones de pleine eau?

Les populations piscicoles ont-elles été touchées par la construction du réservoir?

Pour répondre à ces questions nous proposons:

- (I) l'étude de la productivité primaire pendant une année complète aux stations de pleine eau et de zone noyée. Cette étude implique la connaissance de paramètres comme la température, l'oxygène dissous, les éléments nutritifs, les éléments principaux, le pourcentage de lumière transmise à travers la zone phototrophique des eaux en été et sous le couvert de glace en hiver, etc. Les principales espèces de phytoplancton seront inventoriées en hiver et en été;
- (II) l'étude de l'origine des éléments nutritifs: sur les principaux affluents (mesures prises quatre fois pen-

- dant une seule année), sur les précipitations (mesures mensuelles pendant un an à la station météorologique), sur la zone inondée (diffusion à partir du fond);
- (III) l'étude de la productivité secondaire du zooplancton pendant un été aux deux stations pilotes du réservoir avec identification des principales espèces de zooplancton;
- (IV) l'étude de la productivité de la rivière Manicouagan à Manic 3. Elle comprend des mesures des productivités primaire et secondaire et un inventaire biologique complet (plancton, benthos, poissons, etc.). Cette étude se fera en été pour l'inventaire et quatre fois par an pour la productivité;
- (V) l'étude de la dynamique des espèces piscicoles. Cette étude commencera dans la zone proche du barrage et à la rivière Manicouagan près de Manic 3. Elle inclura la recherche des frayères ainsi que l'examen des poissons pour la recherche des parasites.

### 6.2.3 Etude de la zone noyée

Une très grande partie de la superficie actuelle du réservoir recouvre maintenant des zones de forêt boréale non coupée. L'étude proposée vise essentiellement à connaître les phénomènes de colonisation par les organismes, de dégradation de la ma-

tière organique inondée en rapport avec l'oxygène dissous, et de libération possible par celle-ci d'éléments nutritifs ou indésirables. Nous choisirons une baie nouvellement inondée, abritée des courants qui pourraient renouveler trop vite les eaux littorales par des eaux du large. Cette étude devrait nous donner un cas extrême de la qualité du réservoir que nous comparerons avec la qualité générale du milieu telle qu'étudiée à la station de pleine eau.

Cette étude se réalisera en quatre parties:

- (I) étude de la colonisation: par des inventaires biologiques complets chaque année (bactéries, macrophytes, épiphytes, benthos, plancton, insectes, poissons). Si la baie est nouvellement noyée, le milieu ne sera sans doute pas encore en équilibre et on pourra en voir l'évolution d'année en année. Ces inventaires se feront en deux points, l'un dans la zone de fluctuation des eaux, l'autre dans la zone inondée en permanence;
- (II) étude chimique, effectuée sur toute l'année avec un accent sur les éléments nutritifs et l'oxygène dissous;
- (III) étude de la productivité biologique (voir 6.2.2);
- (IV) étude de la dégradation de la matière organique inondée, particulièrement des écorces.

#### 6.2.4 Aménagement piscicole

Il nous semble important d'évaluer la possibilité d'un amé-

nagement piscicole du réservoir et, dans ce but, nous proposons une étude préliminaire qui portera d'une part sur l'amélioration de la production actuelle (protection des frayères actuelles, aménagement de frayères potentielles), et d'autre part sur l'ensemencement de certaines espèces à commencer par les salmonidés.

Pour cela, nous proposons:

- (I) le recensement des frayères potentielles des principales espèces dans la partie sud du réservoir et leur aménagement, si le besoin s'en fait sentir;
- (II) la construction d'un couvoir, au barrage. Ce couvoir sera d'abord utilisé pour l'ensemencement en salmonidés, il servira ensuite pour d'autres espèces comme le corégone, le doré, l'esturgeon. Quant à l'introduction de poissons étrangers au réservoir, la plus grande prudence s'impose et nous recommandons de ne pas introduire d'oeufs ou d'alevins sans leur avoir fait subir une quarantaine sévère et une inspection pour dépister les maladies et les parasites.

Cet aménagement préliminaire se situerait dans la partie sud du réservoir; il pourrait être appliqué en grand sur toute son étendue s'il se révélait productif et rentable.

### 6.3 Etudes de soutien

Ces études sont plus limitées que les études principales mais

elles n'en sont pas moins un complément indispensable, particulièrement pour la compréhension globale des phénomènes. La plupart d'entre elles peuvent se faire en été sans qu'il soit besoin de les répéter.

### 6.3.1 Bathymétrie des anciens lacs

Les anciens lacs étaient déjà très profonds; à la suite de la montée des eaux, la profondeur du réservoir atteint sans doute 350 m à 400 m. Cette étude sera associée à des études thermiques et physico-chimiques des eaux de fond.

### 6.3.2 Comportement chimique des éléments principaux

Certains peuvent être des facteurs limitatifs de la productivité; nous proposons des profils complets au moins six fois par an aux deux stations permanentes.

### 6.3.3 Etude chimique et biologique des sédiments

Entre 50 et 100 prélèvements supplémentaires sont nécessaires pour avoir une idée générale de la nature du réservoir, particulièrement dans la zone proche du barrage. Un inventaire de la faune benthique serait réalisé sur chaque prélèvement.

#### 6.3.4 Influence des affluents sur le réservoir

Les affluents ont des effets multiples sur le réservoir, ainsi nous proposons:

- (I) l'étude thermique de la pénétration des affluents, principalement pendant les crues de printemps. Cette étude implique des mesures de températures dans les rivières et des profils dans les embouchures, particulièrement sur la Hart-Jaune et la Mouchalagane;
- (II) d'effectuer le bilan des apports dissous des affluents. Nous proposons quatre séries de prélèvements par an sur les principaux affluents;
- (III) d'étudier l'influence biologique par des inventaires des espèces planctoniques et piscicoles sur les rivières et sur leurs embouchures, particulièrement la Hart-Jaune et la Mouchalagane.

#### 6.3.5 Effet de la prise d'eau

- (I) effet thermique: mesure en continu de la température de l'eau aux turbines, profils thermiques en été et en hiver dans la zone proche de la prise;
- (II) effet chimique: mesure de la qualité de l'eau à la sortie pendant une année, particulièrement en ce qui concerne l'azote dissous;
- (III) effet biologique: inventaire des espèces ayant passé les

turbines, spécialement pour les poissons, afin de voir les espèces les plus atteintes et les plus résistantes.

#### 6.4 Evolution des réservoirs au Québec

Les études à entreprendre sur les deux ou trois réservoirs sélectionnés se limiteraient à deux campagnes (hiver et été) pour chaque réservoir. On choisirait une station représentative par réservoir pour y effectuer:

- (I) une étude physico-chimique complète y compris de la dégradation de la matière organique inondée;
- (II) des mesures des productivités primaire et secondaire avec un inventaire des principales espèces;
- (III) l'étude de la colonisation en zone inondée;
- (IV) l'étude de l'évolution du réservoir par examen des sédiments (chimie, paléolimnologie, taux de sédimentation);
- (V) un inventaire piscicole. De plus, une recherche de l'évolution piscicole du réservoir (quantité et espèces pêchées) serait effectuée par questionnaire aux associations de pêcheurs amateurs et professionnels et aux résidents de la région.

PROPOSITION D'ECHANCIER DES ETUDES SUR LE TERRAIN A MANICOUAGAN

PROPOSITION D'ECHANCIER DES ETUDES SUR LE TERRAIN A MANICOUAGAN

|                 | Etude thermique  | Etude de la productivité*   | Dynamique des poissons<br>aménagement piscicole  | Etude zone noyée  | Etude de soutien  |
|-----------------|--|---|--|---|---|
| première année  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- installation des deux stations de référence, premières mesures</li> <li>- reconnaissance de la prise et de la fonte des glaces</li> <li>- installation de la station météorologique</li> <li>- étude à Manic 3</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- installation des stations de référence (zone noyée et pleine eau)</li> <li>- productivité primaire sur un an</li> <li>- détermination des espèces de phytoplancton</li> <li>- productivité secondaire en été (étude préliminaire)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dynamique des espèces principales dans la partie Sud</li> <li>- localisation des frayères</li> <li>- construction d'un couvoir-Ensemencement des salmonidés</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- installation station de référence</li> <li>- premier inventaire biologique</li> <li>- productivité primaire</li> <li>- productivité secondaire (étude préliminaire)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- profils bathymétrique</li> <li>- étude chimique et thermique des zones profondes</li> </ul>  |
| deuxième année  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- suite des mesures thermiques</li> <li>- influence de la prise d'eau</li> <li>- reconnaissance de la prise et de la fonte des glaces</li> <li>- installation de la station sur un affluent</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- productivité secondaire et détermination du zooplancton</li> <li>- expériences in situ sur les facteurs limitatifs de la productivité primaire</li> <li>- productivité primaire (contrôle)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dynamique des espèces étendue à l'ensemble du réservoir</li> <li>- ensemencement étendu aux autres espèces</li> <li>- étude des parasites</li> <li>- aménagement des frayères</li> <li>- effet de la prise d'eau</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- deuxième inventaire</li> <li>- étude de la dégradation de la matière organique</li> <li>- productivité secondaire</li> <li>- productivité primaire (contrôle)</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- effet de la prise d'eau</li> <li>- étude des sédiments et du benthos</li> </ul>  |
| troisième année | <ul style="list-style-type: none"> <li>- pénétration des affluents</li> <li>- reconnaissance de la prise et fonte des glaces</li> <li>- suite des études aux station de références</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- productivité biologique des affluents et de la Manicouagan à Manic 3</li> <li>- productivités primaires et secondaires aux stations de références (contrôle)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- étude des espèces ensemencées</li> <li>- dynamique des espèces aux embouchures des affluents et à Manic 3</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- troisième inventaire</li> <li>- productivité primaire et secondaire (contrôle)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- qualité des précipitations</li> <li>- qualité des affluents</li> <li>- pénétration des affluents</li> <li>- mise au net d'un inventaire biologique du réservoir</li> </ul> |

\* phytoplancton et zooplancton seulement

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES DU RESERVOIR  
MANICOUAGAN MAI-AOUT 1972

G.H. Jones

| <u>TABEAU</u> | <u>STATION</u> | <u>PARAMETRES</u>  |
|---------------|----------------|--|
| I             | M1             | Température  |
| II            | M1             | Oxygène dissous  |
| III           | M1             | pH   |
| IV            | M1             | Conductivité   |
| V             | M1             | Couleur, nitrate, phosphate  |
| VI            | M1             | Eléments majeurs   |
| VII           | M1             | Fer, manganèse, DCO  |
| VIII          | M2             | Température, oxygène dissous, pH, conductivité, nitrate, phosphate |
| IX            | M2             | Eléments majeurs, DCO  |
| X             | M3             | Température, oxygène dissous, pH, conductivité, nitrate phosphate  |
| XI            | M3             | Eléments majeurs   |
| XII           | M3             | Fer, manganèse, DCO  |

| <u>TABEAU</u> | <u>STATION</u> | <u>PARAMETRES</u>  |
|---------------|----------------|--|
| XIII          | M4             | Température  |
| XIV           | M4             | Oxygène dissous  |
| XV            | M4             | pH, conductivité   |
| XVI           | M4             | Nitrate, phosphate   |
| XVI (cont.)   | M4             | Eléments majeurs   |
| XVII          | M4             | Eléments majeurs (cont.)   |
| XVII (cont.)  | M4             | Fer, manganèse, DCO  |
| XVIII         | M5             | Température, oxygène dissous, pH, conductivité, nitrate, phosphate |
| XIX           | M5             | Eléments majeurs   |
| XX            | M5             | Fer, manganèse, DCO  |
| XXI           | M6             | Température, oxygène dissous, pH, conductivité, nitrate, phosphate |
| XXII          | M6             | Eléments majeurs   |

TABLEAU II RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE L'OXYGENE DISSOUS A LA STATION M-1 (300 mètres en amont du barrage, 50° 39' 00" N. - 68° 43' 26" O.) ENTRE LE 9 JUIN ET LE 10 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | OXYGENE DISSOUS, ppm. |      |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
|----------------|-----------------------|------|-----------------|--------|--------|--------|------------------|--------------------|---------|------|
|                | 9.6.72                |      | 10.6.72         | 4.7.72 | 5.7.72 | 6.7.72 |                  | 7.7.72             | 10.7.72 |      |
|                | BP                    | HL   | BP <sup>†</sup> | HL*    | HL     | HL     | HL <sup>a)</sup> | HL <sup>b)**</sup> | BP      | HL   |
| 0              |                       | 11.4 |                 | 10.9   | 11.2   | 11.2   | 12.5             | 10.7               | 10.3    | 12.0 |
| 1              |                       | 11.6 |                 |        |        |        |                  |                    |         | 11.8 |
| 2              |                       | 11.7 |                 | 10.9   | 11.2   | 11.2   | 12.0             | 10.3               |         | 10.1 |
| 3              |                       | 11.7 |                 | 10.9   | 11.2   | 11.1   | 11.5             | 10.4               | 10.4    | 9.1  |
| 5              | 10.6                  | 11.6 |                 |        |        |        | 11.1             |                    |         |      |
| 6              |                       | 11.7 |                 | 10.8   | 11.2   | 11.1   | 11.1             | 10.4               |         | 8.8  |
| 8              |                       | 11.7 |                 |        |        |        | 11.2             |                    | 10.4    | 8.3  |
| 9              |                       | 11.7 |                 | 10.8   | 11.2   | 11.1   | 10.9             | 10.4               |         |      |
| 11             |                       | 11.7 | 11.1            |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 12             |                       | 11.8 |                 | 10.8   | 11.2   | 10.0   | 10.7             | 10.2               |         |      |
| 14             |                       | 11.8 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 15             |                       | 11.7 |                 | 10.8   | 11.1   | 11.0   | 10.9             | 10.3               |         | 7.8  |
| 17             |                       | 11.7 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 18             |                       | 11.7 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 20             |                       | 11.7 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 21             |                       | 11.7 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 23             |                       | 11.5 |                 | 10.7   | 11.0   | 11.0   |                  |                    |         |      |
| 24             |                       | 11.4 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 26             |                       | 11.4 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 27             |                       | 11.5 |                 |        |        |        |                  |                    | 10.3    |      |
| 29             |                       | 11.6 |                 |        |        |        |                  |                    |         |      |
| 30             | 10.8                  | 11.7 | 11.2            | 10.7   | 11.0   | 10.0   |                  |                    |         | 6.3  |
| 38             |                       | 11.4 |                 | 10.7   | 10.9   |        |                  |                    |         |      |
| 46             |                       | 11.0 |                 | 10.7   | 10.9   |        |                  |                    |         |      |
| 53             |                       |      |                 | 10.7   | 10.9   |        |                  |                    |         | 5.4  |
| 59             |                       |      |                 | 10.5   | 10.9   |        |                  |                    |         | 5.3  |
| 70             | 12.7                  |      | 11.8            |        |        |        |                  |                    | 10.0    |      |
| 150(fond)      | 0.0                   |      |                 |        |        |        |                  |                    | 10.1    |      |

† : Prélèvements au barrage.

b): 7.8 km en amont du barrage.

\*\* : Mesurés à 11.30, 12.00 et 12.30 h.; pas de changement significatif.

\* : Mesurés à 11.30, 13.10, 15.00 et 16.15 h.; pas de changement significatif. BP: Bouteilles de prélèvements.

a) 8 km en amont du barrage.

HL: "Hydrolab"

| <u>TABLEAU</u> | <u>STATION</u> | <u>PARAMETRES</u>  |
|----------------|----------------|--|
| XXXIV          | M10            | Eléments majeurs   |
| XXXV           | M10            | Fer, manganèse, DCO  |
| XXXVI          | M11            | Température, oxygène dissous,<br>pH, conductivité, nitrate,<br>phosphate |
| XXXVII         | M11            | Eléments majeurs   |
| XXXVIII        | M11            | Fer, manganèse, DCO  |

TABLEAU I RÉSERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE A LA STATION M-1 (300 mètres en amont du barrage, 50° 39' 00" N. - 68° 43' 26" O.) ENTRE LE 9 JUIN ET LE 16 AOUT 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
|----------------|-----------------|---------|--------|--------|-----|--------|------------------|------------------|------------------|---------|------|---------|---------|--|
|                | 9.6.72          | 10.6.72 | 4.7.72 | 5.7.72 |     | 6.7.72 |                  |                  | 7.7.72           | 10.7.72 |      | 19.7.72 | 16.8.72 |  |
|                | HL              | BP      | HL     | HL     | BP  | HL     | HL <sup>a)</sup> | HL <sup>b)</sup> | HL <sup>c)</sup> | HL      | BP   | HL      | BP      |  |
| 0              | 2.3             |         | 4.3    | 4.5    | 5.5 | 4.3    | 7.5              | 6.5              | 7.3              | 12      | 13.1 | 10.5    | 11.1    |  |
| 1              | 2.3             |         | 4.3    | 4.5    |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 2              | 2.3             |         |        | 4.5    | 5.5 | 4.3    | 7.5              | 6.0              | 5.5              | 6.5     | 6.1  | 7.5     |         |  |
| 3              | 2.4             |         | 4.3    |        | 5.3 | 4.3    | 7.0              | 5.8              | 5.3              | 5.0     |      | 7.2     |         |  |
| 5              | 2.3             |         |        |        | 6.0 |        | 6.0              | 5.8              |                  | 5.0     |      | 6.8     |         |  |
| 6              | 2.3             |         | 4.3    | 4.3    |     |        | 5.5              | 5.5              | 5.0              | 4.5     | 5.6  | 6.3     |         |  |
| 8              | 2.3             |         |        | 4.3    | 5.9 | 4.3    |                  |                  |                  |         |      | 5.7     |         |  |
| 9              | 2.3             |         | 4.3    | 4.3    |     | 4.3    | 5.5              | 5.5              | 4.8              |         |      | 5.5     |         |  |
| 11             | 2.3             | 2.6     |        |        | 5.9 |        |                  |                  | 4.8              |         |      | 5.2     |         |  |
| 12             | 2.3             |         | 4.2    | 4.3    |     | 4.3    | 6.0              | 5.0              |                  |         |      | 5.2     |         |  |
| 14             | 2.3             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      | 4.8     |         |  |
| 15             | 2.3             |         | 4.2    | 4.0    | 6.0 | 4.3    | 6.0              | 4.5              | 4.0              | 4.0     |      | 4.8     |         |  |
| 17             | 2.4             |         |        |        | 6.0 |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 18             | 2.3             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 20             | 2.4             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 21             | 2.3             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 23             | 2.3             |         | 4.0    | 4.0    |     | 4.3    |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 24             | 2.3             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 26             | 2.3             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         | 5.2  |         |         |  |
| 27             | 2.3             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 29             | 2.9             |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 30             | 2.5             | 2.9     | 3.7    | 4.0    | 5.0 | 4.0    |                  |                  |                  | 4.0     |      |         |         |  |
| 38             | 2.4             |         | 3.7    | 4.0    |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 46             | 2.5             |         | 3.7    | 4.0    |     |        |                  |                  |                  | 3.8     |      |         |         |  |
| 53             | 2.5             |         | 3.7    | 3.8    |     |        |                  |                  |                  |         |      |         |         |  |
| 59             | 2.5             |         | 3.7    | 3.8    |     |        |                  |                  |                  | 3.8     |      |         |         |  |
| 70             |                 | 2.7     |        |        |     |        |                  |                  |                  |         | 4.6  |         |         |  |
| 117            |                 |         |        |        |     |        |                  |                  |                  |         | 4.5  |         |         |  |

NB: a) 2.7 km en amont du barrage.  
 b) 8 km en amont du barrage.  
 c) 7.5 km en amont du barrage.

BP: Bouteilles de prélèvements.  
 HL: "HydroLab"

TABLEAU III RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE pH A LA STATION M-1(300 mètres en amont du barrage, 50° 39' 00" N. - 68° 43' 26" O.) ENTRE LE 9 JUIN ET LE 17 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | pH     |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
|----------------|--------|-----|---------|--------|--------|------------------|------------------|---------|---------------------|
|                | 9.6.72 |     | 10.6.72 | 4.7.72 | 5.7.72 | 6.7.72           |                  | 10.7.72 | 17.7.72             |
|                | HL     | BP  | BP*     | HL*    | HL     | HL <sup>a)</sup> | HL <sup>b)</sup> | HL      | HL <sup>c)</sup> ** |
| 0              | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.0    | 6.0              | 6.2              | 6.8     | 6.1                 |
| 1              |        |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 2              | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.0    | 6.0              | 6.2              | 6.6     | 6.1                 |
| 3              | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.0    | 6.0              | 6.2              | 6.5     | 6.1                 |
| 5              | 6.3    | 5.9 |         |        |        |                  |                  | 6.5     |                     |
| 6              | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.0    | 6.0              | 6.2              | 6.4     | 6.1                 |
| 8              | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 9              | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.0    | 6.0              | 6.2              |         | 6.0                 |
| 11             | 6.3    |     | 5.2     |        |        |                  |                  |         |                     |
| 12             | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.1    | 6.0              | 6.2              |         | 6.0                 |
| 14             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 15             | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.1    | 6.0              | 6.1              | 6.4     |                     |
| 17             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 18             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 20             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 21             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 23             | 6.3    |     |         | 6.0    | 6.1    | 6.0              |                  |         |                     |
| 24             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 26             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 27             | 6.3    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 29             | 6.4    |     |         |        |        |                  |                  |         |                     |
| 30             | 6.4    | 6.1 | 5.7     | 6.0    | 6.1    | 6.0              |                  | 6.3     |                     |
| 38             | 6.4    |     |         | 6.0    | 6.1    |                  |                  |         |                     |
| 46             | 6.4    |     |         | 6.0    | 6.1    |                  |                  |         |                     |
| 53             | 6.4    |     |         | 6.0    | 6.1    |                  |                  | 6.4     |                     |
| 59             | 6.5    |     |         | 6.0    | 6.1    |                  |                  | 6.4     |                     |
| 70             |        | 6.2 | 6.0     |        |        |                  |                  |         |                     |
| 150(fond)      |        | 6.8 |         |        |        |                  |                  |         |                     |

†: Prélèvements au barrage.

\*: mesurés à 11.30, 13.10, 15.00 et 16.10 h.; pas de changement significatif.

\*\* : mesurés à 11.30, 12.00 et 12.30 h.; pas de changement significatif.

a) 2.7 km en amont du barrage.

b) 8 km en amont du barrage

c): 7.5 km en amont du barrage

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "HydroLab"

TABLEAU IV RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE CONDUCTIVITE A LA STATION M-1(300 mètres en amont du barrage, 50° 39' 00" N. - 68° 43' 26" O.) ENTRE LE 9 JUIN ET LE 10 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | CONDUCTIVITE $\mu\text{mhos/cm}$ (25°C) |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
|----------------|---|----|---------|------|----------|------|----------|------|----------|--------|----------|--------|------------------|------------------|---------------------|----|
|                | 9.6.72                                  |    | 10.6.72 |      | 4.7.72   |      |          |      | 5.7.72   | 6.7.72 |          | 7.7.72 | 10.7.72          |                  |                     |    |
|                | HL                                      | BP | BP*     | HL   | 11.30 h. | HL   | 13.10 h. | HL   | 15.00 h. | HL**   | 16.15 h. | HL     | HL <sup>a)</sup> | HL <sup>b)</sup> | HL <sup>c)</sup> ** | BP |
| 0              | 9                                       |    |         | 25   |          | 22   |          | 17.5 |          | 12.5   |          | 17.5   | 15               | 17.5             | 32                  | 19 |
| 1              | 50                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 2              | 50                                      |    |         | 22.5 |          | 25   |          | 20   |          | 15     |          | 17.5   | 17.5             | 17.5             | 32                  |    |
| 3              | 21                                      |    |         | 20   |          | 22   |          | 25   |          | 15     |          | 17.5   | 17.5             | 20               | 32                  |    |
| 5              | 21                                      | 14 |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     | 18 |
| 6              | 21                                      |    |         | 20   |          | 17.5 |          | 15   |          | 12.5   |          | 17.5   | 17.5             | 22.5             | 27.5                |    |
| 8              | 17                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 9              | 15                                      |    |         | 20   |          | 15   |          | 12.5 |          | 15     |          | 17.5   | 17.5             | 20               | 25                  | 18 |
| 11             | 15                                      |    | 14      |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 12             | 15                                      |    |         | 15   |          | 12.5 |          | 12.5 |          | 12.5   |          | 17.5   | 12.5             | 20               | 25                  |    |
| 14             | 15                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 15             | 15                                      |    |         | 15   |          | 12.5 |          | 12.5 |          | 12.5   |          | 17.5   | 12.5             | 20               | 22                  |    |
| 17             | 15                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 18             | 14                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 20             | 16                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 21             | 34                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 23             | 37                                      |    |         | 15   |          |      |          |      |          |        |          | 17.5   | 11               |                  |                     |    |
| 24             | 45                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 26             | 50                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 27             | 49                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 29             | 42                                      |    |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     |    |
| 30             | 50                                      | 14 | 12      | 12.5 |          |      |          |      |          |        |          | 17.5   | 10               |                  |                     | 18 |
| 38             | 52                                      |    |         | 12.5 |          |      |          |      |          |        |          | 15     |                  |                  |                     |    |
| 46             | 45                                      |    |         | 12   |          |      |          |      |          |        |          | 15     |                  |                  |                     |    |
| 53             | 40                                      |    |         | 12   |          |      |          |      |          |        |          | 12.5   |                  |                  |                     |    |
| 59             | 14                                      |    |         | 10   |          |      |          |      |          |        |          | 12.5   |                  |                  |                     |    |
| 70             |   | 16 | 12      |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     | 18 |
| 150(fond)      |   | 70 |         |      |          |      |          |      |          |        |          |        |                  |                  |                     | 18 |

\*: Prélèvements au barrage.

\*\* : Mesurés à 11.20, 12.00 et 12.30 h.; pas de changement significatif.

++ : 16-17°C.

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "Hydrolab"

a) 2.7 km en amont du barrage.

b) 8 km en amont du barrage.

c) 7.5 km en amont du barrage.

TABLEAU V RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE COULEUR, NITRATE ET PHOSPHATE A LA STATION M-1(300 mètres en amont du barrage, 50° 39' 00" N. - 68° 43' 26" O.)  
ENTRE LE 9 JUIN ET LE 10 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | COULEUR      |               | NITRATE (ppm) |                            |                            |                            |               | PHOSPHATE ( ppm) |                            |                            |                            |               |
|----------------|--------------|---------------|---------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
|                | 9.6.72<br>BP | 10.6.72<br>BP | 5.7.72<br>BP  | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> | 7.7.72<br>BP <sup>b)</sup> | 7.7.72<br>BP <sup>c)</sup> | 10.7.72<br>BP | 5.7.72<br>BP     | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> | 7.7.72<br>BP <sup>b)</sup> | 7.7.72<br>BP <sup>c)</sup> | 10.7.72<br>BP |
| 0              |              |               | 0.8           | 0.2                        | 1.3                        |                            | 3.5           | 0.05             | 0.50                       | 0.05                       |                            | 0.05          |
| 1              |              |               |               |                            |                            | 1.3                        |               |                  |                            |                            | 0.05                       |               |
| 2              |              |               | 0.8           | 1.0                        | 0.7                        |                            |               | 0.05             | 0.05                       | 0.05                       |                            |               |
| 3              | 30           |               | 0.4           | 0.4                        | 0.4                        | 0.5                        |               | 0.05             | 0.05                       | 0.05                       | 0.05                       |               |
| 5              |              |               | 0.4           | 0.3                        | 0.3                        |                            | 0.8           | 0.05             | 0.05                       | 0.05                       |                            | 0.05          |
| 6              |              |               | 0.3           | 0.4                        | 0.3                        |                            |               | 0.05             | 0.05                       | 0.05                       |                            |               |
| 8              |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 9              |              |               | 0.3           | 0.3                        | 0.3                        |                            |               | 0.05             | 0.20                       | 0.05                       |                            |               |
| 11             |              | 28            |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 12             |              |               |               | 0.3                        | 0.3                        | 0.3                        |               |                  | 0.05                       | 0.05                       | 0.05                       |               |
| 14             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 15             |              |               | 0.3           | 0.3                        | 0.3                        |                            |               | 0.05             | 0.05                       | 0.05                       |                            |               |
| 17             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 18             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 20             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 21             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 23             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 24             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 26             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 27             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 29             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 30             | 25           | 30            | 0.2           |                            |                            |                            | 0.7           | 0.05             |                            |                            |                            | 0.05          |
| 38             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 46             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 53             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 59             |              |               |               |                            |                            |                            |               |                  |                            |                            |                            |               |
| 70             | 30           | 30            |               |                            |                            |                            | 0.7           |                  |                            |                            |                            | 0.05          |
| 117            | 70           |               |               |                            |                            |                            | 0.7           |                  |                            |                            |                            | 0.05          |

a): 2.5 km en amont du barrage.

b): 8.0 km en amont du barrage.

c): 7.5 km en amont du barrage.

BP: Bouteilles de prélèvements.

TABEAU VI RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-1(300 mètres en amont du barrage, 50° 39' 00" N. - 68° 43' 26" O.) ENTRE LE 10 JUILLET ET LE 4 AOUT 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS                |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
|----------------|---------------------------------|--------|---------------|--------|-----------------|--------|--------------|--------|-----------------|--------|---------------|--------|----------------|--------|
|                | Silice(SiO <sub>2</sub> ), ppm. |        | Calcium, ppm. |        | Magnesium, ppm. |        | Sodium, ppm. |        | Potassium, ppm. |        | Sulfate, ppm. |        | Chlorure, ppm. |        |
|                | 10.7.72                         | 4.8.72 | 10.7.72       | 4.8.72 | 10.7.72         | 4.8.72 | 10.7.72      | 4.8.72 | 10.7.72         | 4.8.72 | 10.7.72       | 4.8.72 | 10.7.72        | 4.8.72 |
| 0              | 2.8                             | 2.0    | 1.8           | 1.9    | 0.5             | 0.5    | 0.7          | 0.8    | 0.6             | 0.5    | 4.5           | 2.0    | 0.5            | 0.5    |
| 1              |                                 | 2.2    |               | 1.9    |                 | 0.5    |              | 0.7    |                 | 0.5    |               | 2.0    |                | 0.5    |
| 2              |                                 | 2.0    |               | 1.8    |                 | 0.5    |              | 0.7    |                 | 0.5    |               | 1.0    |                | 0.5    |
| 3              |                                 | 2.2    |               | 1.8    |                 | 2.7    |              | 0.8    |                 | 0.5    |               | 1.0    |                | 0.5    |
| 5              | 2.8                             |        | 1.8           |        | 0.5             |        | 0.7          |        | 0.6             |        | 3.5           |        | 0.5            |        |
| 6              |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 8              |                                 | 2.3    |               | 1.8    |                 | 2.8    |              | 0.7    |                 |        |               | 2.0    |                | 0.5    |
| 9              |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 11             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 12             |                                 | 2.3    |               | 2.0    |                 | 0.5    |              | 0.8    |                 | 0.6    |               | 2.0    |                | 0.5    |
| 14             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 15             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 17             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 18             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 20             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 21             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 23             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 24             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 26             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 27             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 29             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 30             | 3.0                             |        | 1.8           |        | 0.5             |        | 0.7          |        | 0.6             |        | 2.0           |        | 0.5            |        |
| 38             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 46             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 53             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 59             |                                 |        |               |        |                 |        |              |        |                 |        |               |        |                |        |
| 70             | 2.8                             |        | 1.9           |        | 0.5             |        | 0.7          |        | 0.6             |        | 2.0           |        | 0.5            |        |
| 117            | 2.8                             |        | 2.0           |        | 0.5             |        | 0.7          |        | 0.6             |        | 2.5           |        | 0.5            |        |

TABEAU VII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, MANGANESE ET DCO A LA STATION M-1 (300 mètres en amont du barrage, 50° 39' 00" N. - 68° 43' 26" O.)  
ENTRE LE 14 JUIN ET LE 10 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm. | MANGANESE, ppm. | DCO, ppm. |
|----------------|-----------|-----------------|-----------|
|                | 10.7.72   | 10.7.72         | 14.6.72   |
| 0              | 0.80      |                 |           |
| 1              |           |                 |           |
| 2              |           |                 |           |
| 3              |           |                 |           |
| 5              | 0.65      |                 | 5.1       |
| 6              |           |                 |           |
| 8              |           |                 |           |
| 9              |           |                 | 9.0       |
| 11             |           |                 |           |
| 12             |           |                 |           |
| 14             |           |                 |           |
| 15             |           |                 |           |
| 17             |           |                 |           |
| 18             |           |                 |           |
| 20             |           |                 |           |
| 21             |           |                 |           |
| 23             |           |                 |           |
| 24             |           |                 |           |
| 26             |           |                 |           |
| 27             |           |                 |           |
| 29             |           |                 |           |
| 30             |           | 0.05            | 9.5       |
| 38             |           |                 |           |
| 46             |           |                 |           |
| 53             |           |                 |           |
| 59             |           |                 |           |
| 70             | 0.25      | 0.05            | 7.2       |
| 117            | 0.25      | 0.05            | 27.2      |

TABLEAU VIII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-2  
(50° 55' 45" N. - 68° 41' 00" O.) ENTRE LE 5 JUILLET ET LE 1 AOUT 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |                             |                            | OXYGENE DISSOUS, ppm |              | pH           | CONDUCTIVITE, µmhos/cm | NITRATE, ppm | PHOSPHATE, ppm |
|----------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|--------------|----------------|
|                | 5.7.72<br>BP     | 19.7.72<br>HL <sup>a)</sup> | 1.8.72<br>HL <sup>b)</sup> | 5.7.72<br>BP         | 5.7.72<br>BP | 5.7.72<br>BP | 5.7.72<br>BP           | 5.7.72<br>BP | 5.7.72<br>BP   |
| 0              |                  | 5.0                         | 5.5                        | 10.7                 |              |              |                        |              |                |
| 2              |                  | 5.0                         | 5.3                        | 10.2                 |              |              |                        |              |                |
| 3              |                  | 5.0                         | 5.1                        | 10.0                 |              |              |                        |              |                |
| 5              | 6.0              | 4.6                         | 4.9                        | 9.0                  | 9.7          | 6.3          | 14.0                   | 1.2          | 0.05           |
| 6              |                  | 4.4                         | 4.6                        | 7.7                  |              |              |                        |              |                |
| 8              |                  | 4.3                         | 4.5                        | 7.0                  |              |              |                        |              |                |
| 9              |                  | 4.2                         | 4.4                        | 6.6                  |              |              |                        |              |                |
| 10             | 5.5              |                             |                            | 6.1                  | 9.6          | 6.4          | 13.0                   | 0.4          | 0.05           |
| 11             |                  | 4.1                         | 4.4                        |                      |              |              |                        |              |                |
| 12             |                  | 4.1                         | 4.4                        |                      |              |              |                        |              |                |
| 14             |                  |                             | 4.0                        |                      |              |              |                        |              |                |
| 15             |                  |                             | 4.0                        |                      |              |              |                        |              |                |
| 30             | 4.5              |                             |                            |                      | 9.6          | 6.3          | 14.2                   | 0.4          | 0.05           |
| 70             | 5.0              |                             |                            |                      | 9.5          | 6.3          | 13.7                   | 0.3          | 0.10           |
| 190            | 5.5              |                             |                            |                      | 7.2          | 6.2          | 28.0                   | 0.3          | 0.20           |

a): 10.00 h.

b): 14.00 h.

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "Hydrolab"

TABLEAU IX RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS ET DE DCO A LA STATION M-2 (50° 55' 45" N. - 68° 41' 00" O.) LE 5 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |              |                |             |                |              | DCO, ppm |
|----------------|------------------|--------------|----------------|-------------|----------------|--------------|----------|
|                | Silice, ppm      | Calcium, ppm | Magnesium, ppm | Sodium, ppm | Potassium, ppm | Sulfate, ppm |          |
|                | 5.7.72           | 5.7.72       | 5.7.72         | 5.7.72      | 5.7.72         | 5.7.72       | 5.7.72   |
| 0              |                  |              |                |             |                |              | 6.9      |
| 2              |                  |              |                |             |                |              |          |
| 3              |                  |              |                |             |                |              |          |
| 5              | 2.5              | 2.5          | 0.4            | 0.8         | 0.5            | 2.0          | 0.5      |
| 6              |                  |              |                |             |                |              |          |
| 8              |                  |              |                |             |                |              |          |
| 9              |                  |              |                |             |                |              |          |
| 10             | 2.5              | 1.9          | 0.4            | 0.7         | 0.5            | 2.0          | 0.5      |
| 11             |                  |              |                |             |                |              |          |
| 12             |                  |              |                |             |                |              |          |
| 14             |                  |              |                |             |                |              |          |
| 15             |                  |              |                |             |                |              |          |
| 30             | 2.3              | 2.0          | 0.5            | 0.7         | 0.6            | 3.0          | 0.6      |
| 70             | 2.3              | 1.9          | 0.5            | 0.8         | 0.6            | 2.0          | 0.6      |
| 190            | 2.5              | 1.9          | 0.5            | 0.8         | 0.6            | 2.0          | 0.7      |

TABEAU X RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-3  
(51° 08' 40" N. - 68° 37' 30" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |         | OXYGENE DISSOUS, ppm |         |         |         | pH      |         | CONDUCTIVITE, µmhos/cm |         | NITRATE, ppm |         | PHOSPHATE, ppm |         |
|----------------|------------------|---------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|
|                | 17.5.72          | 14.7.72 | 17.5.72              | 14.7.72 | 17.5.72 | 14.7.72 | 17.5.72 | 14.7.72 | 17.5.72                | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 |
|                | HL               | BP      | BP                   | BP      | HL      | BP      | HL      | BP      | BP                     | BP      | BP           | BP      | BP             | BP      |
| 0              |                  | 9.8     | 9.7                  |         | 10.2    | 10.7    |         | 5.9     |                        | 18      |              |         |                |         |
| 1              | Glace            |         |                      |         |         |         |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 2              |                  | 9.2     |                      |         | 10.6    |         |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 3              |                  | 9.1     |                      |         | 10.7    |         |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 4              |                  |         |                      |         |         |         |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 5              |                  | 8.8     | 8.7                  |         | 10.2    | 10.5    |         | 5.9     |                        | 18      |              |         |                |         |
| 6              |                  | 8.5     |                      |         | 10.2    |         |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 8              |                  | 8.1     |                      |         | 9.4     |         |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 9              |                  | 7.9     |                      |         | 9.0     |         |         | 5.8     |                        |         |              |         |                |         |
| 10             |                  | 7.8     | 8.0                  | 13.3    | 10.1    | 8.9     | 5.7     | 5.8     | 12.3                   | 19      | 0.6          | 0.7     | 0.05           | 0.05    |
| 11             |                  |         |                      |         |         |         |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 12             |                  | 7.8     |                      |         | 8.4     |         |         | 5.8     |                        |         |              |         |                |         |
| 14             |                  |         |                      |         |         |         |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 15             |                  | 7.4     |                      |         | 8.0     |         |         | 5.8     |                        |         |              |         |                |         |
| 18             |                  | 6.6     |                      |         | 7.6     |         |         | 5.7     |                        |         |              |         |                |         |
| 23             |                  | 5.2     |                      | 11.1    | 7.1     | 5.4     | 5.7     | 6.5     |                        |         | 0.8          |         | 0.1            |         |
| 30             |                  |         |                      |         | 7.0     |         |         | 5.7     |                        |         |              |         |                |         |
| 36             |                  |         | 4.6                  |         | 9.8     |         |         |         |                        |         |              |         |                | 20      |

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "Hydrolab"

TABLEAU XI RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-3(51° 08' 40" N. - 68° 37' 30" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
|----------------|------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|-------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
|                | Silice, ppm      |         | Calcium, ppm |         | Magnesium, ppm |         | Sodium, ppm |         | Potassium, ppm |         | Sulfate, ppm |         | Chlorure, ppm |         |
|                | 17.5.72          | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72     | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72       | 14.7.72 |
| 0              |                  | 2.6     |              | 2.0     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 0.6     |              | 2.5     |               | 0.5     |
| 1              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 2              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 3              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 4              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 5              |                  | 2.5     |              | 1.8     |                | 0.5     |             | 0.8     |                | 0.6     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 6              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 8              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 9              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 10             | 2.4              | 2.8     | 2.3          | 1.8     | 0.6            | 0.5     | 0.8         | 0.8     | 0.5            | 0.6     | 2.5          | 1.0     | 0.5           | 0.5     |
| 11             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 12             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 14             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 15             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 18             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 23             | 1.0              |         | 1.3          |         | 0.3            |         | 0.4         |         | 0.3            |         | 1.0          |         | 0.5           |         |
| 30             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 36             |                  | 2.8     |              | 1.8     |                | 0.8     |             | 0.8     |                | 0.6     |              | 2.5     |               | 0.5     |

TABLEAU XII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, MANGANESE ET DCO A LA STATION M-3 (51° 08' 40" N. - 68° 37' 30" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm |         | MANGANESE, ppm |         | DCO, ppm |
|----------------|----------|---------|----------------|---------|----------|
|                | 17.5.72  | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 |          |
| 0              |          | 0.23    |                |         |          |
| 1              |          |         |                |         |          |
| 2              |          |         |                |         |          |
| 3              |          |         |                |         |          |
| 4              |          |         |                |         |          |
| 5              |          | 0.23    |                |         |          |
| 6              |          |         |                |         |          |
| 8              |          |         |                |         |          |
| 9              |          |         |                |         |          |
| 10             | 0.27     |         | 0.08           |         | 3.6      |
| 11             |          |         |                |         |          |
| 12             |          |         |                |         |          |
| 14             |          |         |                |         |          |
| 15             |          |         |                |         |          |
| 18             |          |         |                |         |          |
| 23             | 0.24     |         | 0.05           |         | 6.6      |
| 30             |          |         |                |         |          |
| 36             |          | 0.25    |                | 0.5     |          |

TABLEAU XIII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE A LA STATION M-4 (51° 17' 25" N. - 68° 21' 45" O.) ENTRE LE 6 JUILLET ET LE 3 AOUT 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |                  |      |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
|----------------|------------------|------------------|------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|---------|--------|
|                | 6.7.72<br>BP     | 14.7.72<br>HL BP |      | 1.8.72<br>BP <sup>a)</sup> |         | 2.8.72<br>BP <sup>b)</sup> |         | 3.8.72<br>BP <sup>b)</sup> |         |         |        |
|                |                  |                  |      | 12.30h.                    | 18.30h. | 9.05h.                     | 11.55h. | 15.33h.                    | 18.15h. | 21.25h. | 9.30h. |
| 0              | 6.2              | 11.7             | 11.7 | 9.0                        | 12.0    | 9.4                        | 10.1    | 11.6                       | 13.3    | 13.0    | 11.9   |
| 1              |                  |                  |      | 9.0                        | 11.5    |                            |         |                            |         |         |        |
| 2              |                  | 10.8             |      | 9.0                        | 11.5    |                            |         |                            |         |         |        |
| 4              | 4.0              | 8.6              |      | 8.5                        | 10.0    |                            |         |                            |         |         |        |
| 5              |                  | 7.7              | 7.5  |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 6              |                  | 7.3              |      | 7.5                        |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 8              |                  | 6.9              |      | 6.8                        | 8.8     |                            |         |                            |         |         |        |
| 9              |                  | 6.3              |      | 5.4                        |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 10             | 4.0              | 5.9              | 5.8  | 5.0                        |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 11             |                  |                  |      |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 12             |                  | 5.5              |      | 4.5                        | 7.7     |                            |         |                            |         |         |        |
| 14             |                  |                  |      | 4.5                        | 7.0     |                            |         |                            |         |         |        |
| 15             |                  | 4.9              |      |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 18             |                  | 4.8              |      |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 21             |                  | 4.4              |      |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 30             | 4.0              | 4.1              | 4.5  |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 46             |                  | 3.9              |      |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 70             | 4.0              |                  | 4.0  |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 115            |                  |                  |      |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |
| 160            | 4.0              |                  | 3.9  |                            |         |                            |         |                            |         |         |        |

a) 100 m de la rive du camp #1

b) 10 m de la rive du camp #1

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "Hydrolab"

TABLEAU XIV RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES D'OXYGENE DISSOUS A LA STATION M-4 (51° 17' 25" N. - 68° 21' 45" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 3 AOUT 1972.

| PROFONDEUR, m. | OXYGENE DISSOUS, ppm |              |                  |     |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
|----------------|----------------------|--------------|------------------|-----|----------------------------|---------|----------------------------|---------|---------|---------|----------------------------|--------|--------|--------|------|
|                | 17.5.72<br>BP        | 6.7.72<br>BP | 14.7.72<br>BP HL |     | 1.8.72<br>BP <sup>a)</sup> |         | 2.8.72<br>BP <sup>b)</sup> |         |         |         | 3.8.72<br>BP <sup>b)</sup> |        |        |        |      |
|                |                      |              |                  |     | 12.30h.                    | 18.30h. | 9.05h.                     | 11.55h. | 15.33h. | 18.15h. | 21.28h.                    | 0.10h. | 3.00h. | 7.15h. | 9.30 |
| 0              |                      |              | 10.3             | 9.7 | 10                         | 10.3    | 9.65                       | 9.36    | 9.90    | 10.51   | 10.24                      | 10.06  | 9.34   | 9.53   | 9.91 |
| 1              |                      |              |                  |     | 9.7                        | 10.3    |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 2              |                      |              |                  | 9.7 | 8.7                        | 10.3    |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 4              |                      |              |                  | 9.6 |                            | 9.9     |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 5              |                      | 10.0         | 10.1             | 9.7 | 8.7                        |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 6              |                      |              |                  | 9.7 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 8              |                      |              |                  | 9.2 |                            | 9.9     |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 9              |                      | 9.7          |                  | 8.8 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 10             | 11.4                 |              | 10.0             | 8.5 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 11             |                      |              |                  |     |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 12             |                      |              |                  | 8.1 |                            | 9.6     |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 14             |                      |              |                  |     |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 15             |                      |              |                  | 7.7 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 18             |                      |              |                  | 7.5 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 21             |                      |              |                  | 7.1 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 30             | 11.2                 | 10.0         | 10.0             | 7.0 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 46             |                      | 9.7          |                  | 7.1 |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 70             |                      |              | 9.8              |     |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 115            | 4.6                  |              |                  |     |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |
| 160            |                      | 0.6          | 1.4              |     |                            |         |                            |         |         |         |                            |        |        |        |      |

a) 100 m de la rive du camp #1

BP: Bouteilles de prélèvements

b) 10 m de la rive du camp #1

HL: "HydroLab"

TABLEAU XV RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE pH ET DE CONDUCTIVITE A LA STATION M-4 (51° 17' 25" N. - 68° 21' 45" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 1 AOUT 1972.

| PROFONDEUR, m. | pH      |        |         | CONDUCTIVITE, $\mu\text{mhos/cm}$ |         |        |         |
|----------------|---------|--------|---------|-----------------------------------|---------|--------|---------|
|                | 17.5.72 | 6.7.72 | 14.7.72 | 1.8.72                            | 17.5.72 | 6.7.72 | 14.7.72 |
|                | BP      | BP     | HL      | BP <sup>a)</sup>                  | BP      | BP     | BP      |
|                |         |        |         | 12.30h.                           | 18.30h. |        |         |
| 0              |         |        | 6.2     | 6.5                               | 6.8     |        | 20      |
| 1              |         |        |         | 6.6                               | 6.8     |        |         |
| 2              |         |        | 6.1     | 6.6                               | 6.9     |        |         |
| 4              |         |        | 6.0     | 6.6                               | 6.6     |        |         |
| 5              |         | 6.3    | 6.0     |                                   |         | 11.2   | 18      |
| 6              |         |        | 5.9     |                                   |         |        |         |
| 8              |         |        | 5.9     | 6.4                               | 6.4     |        |         |
| 9              |         |        | 5.9     |                                   |         |        |         |
| 10             | 5.9     | 6.2    | 5.8     |                                   |         | 12.3   | 12.5    |
| 11             |         |        |         |                                   |         |        |         |
| 12             |         |        | 5.8     | 6.4                               | 6.4     |        |         |
| 14             |         |        |         |                                   |         |        |         |
| 15             |         |        | 5.8     |                                   |         |        |         |
| 18             |         |        | 5.8     |                                   |         |        |         |
| 21             |         |        | 5.8     |                                   |         |        |         |
| 30             | 6.0     | 6.2    | 5.8     |                                   |         | 12.4   | 12.5    |
| 46             |         |        | 5.8     |                                   |         |        |         |
| 70             |         | 6.4    |         |                                   |         |        | 11.7    |
| 115            | 5.5     |        |         |                                   |         |        |         |
| 160            |         | 6.4    |         |                                   |         | 13.5   | 17.0    |

a) 100 m de la rive du camp #1

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "HydroLab"

TABLEAU XVI RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-4 (51° 17' 25" N. - 68° 21' 45" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
|----------------|------------------|--------|---------|--------------|--------|---------|----------------|--------|---------|-------------|--------|---------|
|                | Silice, ppm      |        |         | Calcium, ppm |        |         | Magnesium, ppm |        |         | Sodium, ppm |        |         |
|                | 17.5.72          | 6.7.72 | 14.7.72 | 17.5.72      | 6.7.72 | 14.7.72 | 17.5.72        | 6.7.72 | 14.7.72 | 17.5.72     | 6.7.72 | 14.7.72 |
| 0              |                  |        | 2.2     |              |        | 2.0     |                |        | 0.5     |             |        | 0.7     |
| 1              |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 2              |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 4              |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 5              |                  | 2.3    | 2.5     |              | 2.0    | 1.9     |                | 0.5    | 0.5     |             | 0.8    | 0.7     |
| 6              |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 8              |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 9              |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 10             | 2.5              | 2.3    | 2.6     | 2.0          | 2.0    | 1.9     | 0.6            | 0.5    | 0.5     | 0.7         | 0.8    | 0.7     |
| 11             |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 12             |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 14             |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 15             |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 18             |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 21             |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 30             | 2.5              | 2.3    | 2.8     | 2.0          | 2.0    | 2.0     | 0.6            | 0.5    | 0.5     | 0.8         | 0.8    | 0.7     |
| 46             |                  |        |         |              |        |         |                |        |         |             |        |         |
| 70             |                  | 2.3    | 2.8     |              | 2.2    | 1.8     |                | 0.5    | 0.5     |             | 0.7    | 0.7     |
| 115            | 2.6              |        |         | 2.0          |        |         | 0.6            |        |         | 0.7         |        |         |
| 160            |                  | 2.8    | 3.5     |              | 2.4    | 2.1     |                | 0.6    | 0.6     |             | 0.8    | 0.8     |

TABLEAU XVI RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-4 (51° 17' 25" N. - 68° 21' 45" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | NITRATE, ppm |        |         | PHOSPHATE, ppm |        |         |
|----------------|--------------|--------|---------|----------------|--------|---------|
|                | 17.5.72      | 6.7.72 | 14.7.72 | 17.5.72        | 6.7.72 | 14.7.72 |
| 0              |              |        | 0.7     |                |        | 0.05    |
| 1              | Glace        |        |         |                |        |         |
| 2              | Glace        |        |         |                |        |         |
| 4              | Glace        |        |         |                |        |         |
| 5              |              | 0.8    | 0.6     |                | 0.10   | 0.05    |
| 6              | Glace        |        |         |                |        |         |
| 8              | Glace        |        |         |                |        |         |
| 9              | Glace        |        |         |                |        |         |
| 10             | 0.8          | 0.5    | 0.5     | 0.1            | 0.05   | 0.05    |
| 11             | Glace        |        |         |                |        |         |
| 12             | Glace        |        |         |                |        |         |
| 14             | Glace        |        |         |                |        |         |
| 15             | Glace        |        |         |                |        |         |
| 18             | Glace        |        |         |                |        |         |
| 21             | Glace        |        |         |                |        |         |
| 30             | 0.5          | 0.3    | 0.5     | 0.1            | 0.05   | 0.05    |
| 46             | Glace        |        |         |                |        |         |
| 70             |              | 0.3    | 0.6     |                | 0.05   | 0.05    |
| 115            | 0.8          |        |         | 0.05           |        |         |
| 160            |              | 0.2    | 0.3     |                | 0.20   | 0.20    |

TABLEAU XVII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, DE MANGANESE ET DE DCO A LA STATION M-4 (51° 17' 25" N. - 68° 21' 45" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm |         | MANGANESE, ppm |         | DCO, ppm |
|----------------|----------|---------|----------------|---------|----------|
|                | 17.5.72  | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72  |
| 0              |          |         |                | 0.05    |          |
| 1              |          |         |                |         |          |
| 2              |          |         |                |         |          |
| 4              |          |         |                |         |          |
| 5              |          |         |                | 0.05    |          |
| 6              |          |         |                |         |          |
| 8              |          |         |                |         |          |
| 9              |          |         |                |         |          |
| 10             | 0.16     |         |                | 0.05    | 6        |
| 11             |          |         |                |         |          |
| 12             |          |         |                |         |          |
| 14             |          |         |                |         |          |
| 15             |          |         |                |         |          |
| 18             |          |         |                |         |          |
| 21             |          |         |                |         |          |
| 30             | 0.15     |         |                | 0.05    | NM       |
| 46             |          |         |                |         |          |
| 70             |          |         |                | 0.05    |          |
| 115            | 1.0      |         | 0.08           |         | 2        |
| 160            |          |         |                | 0.5     |          |

NM: Quantité non-mesurable, i.e. sous le seuil de détection de la méthode employée.

TABLEAU XVII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS  
JUILLET 1972.

A LA STATION M-4 (51° 17' 25" N. - 68° 21' 45" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS (suite) |        |         |              |        |         |               |        |         |
|----------------|--------------------------|--------|---------|--------------|--------|---------|---------------|--------|---------|
|                | Potassium, ppm           |        |         | Sulfate, ppm |        |         | Chlorure, ppm |        |         |
|                | 17.5.72                  | 6.7.72 | 14.7.72 | 17.5.72      | 6.7.72 | 14.7.72 | 17.5.72       | 6.7.72 | 14.7.72 |
| 0              |                          |        | 0.6     |              |        | 1.0     |               |        | 0.5     |
| 1              |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 2              |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 4              |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 5              |                          | 0.6    | 0.6     |              | 2.0    | 2.0     |               | 0.5    | 0.5     |
| 6              |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 8              |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 9              |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 10             | 0.5                      | 0.6    | 0.6     | 3.0          | 2.0    | 3.0     | 1.5           | 0.5    | 0.5     |
| 11             |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 12             |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 14             |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 15             |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 18             |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 21             |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 30             | 0.5                      | 0.6    | 0.6     | 3.0          | 2.0    | 2.0     | 0.5           | 0.5    | 0.5     |
| 46             |                          |        |         |              |        |         |               |        |         |
| 70             |                          | 0.6    | 0.6     |              | 2.0    | 1.0     |               | 0.5    | 0.5     |
| 115            | 0.6                      |        |         | 2.5          |        |         | 0.5           |        |         |
| 160            |                          | 0.6    | 0.6     |              | 2.0    | 2.0     |               | 0.6    | 0.5     |

TABLEAU XVIII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET PHOSPHATE A LA STATION M-5  
(51° 26' 30" N. - 68° 31' 25" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 6 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |              |                            | OXYGENE DISSOUS, ppm |              |                            | pH            |              |                            | CONDUCTIVITE, µmhos/cm |              |                            | NITRATE, ppm  |              |                            | PHOSPHATE, ppm |              |                            |
|----------------|------------------|--------------|----------------------------|----------------------|--------------|----------------------------|---------------|--------------|----------------------------|------------------------|--------------|----------------------------|---------------|--------------|----------------------------|----------------|--------------|----------------------------|
|                | 17.5.72<br>BP    | 6.7.72<br>BP | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> | 17.5.72<br>BP        | 6.7.72<br>BP | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> | 17.5.72<br>BP | 6.7.72<br>BP | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> | 17.5.72<br>BP          | 6.7.72<br>BP | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> | 17.5.72<br>BP | 6.7.72<br>BP | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> | 17.5.72<br>BP  | 6.7.72<br>BP | 6.7.72<br>BP <sup>a)</sup> |
| 0              |                  |              | 11.0                       |                      |              |                            |               |              | 6.2                        |                        |              |                            |               |              |                            |                |              |                            |
| 1              | Glace            |              |                            |                      |              |                            |               |              |                            |                        |              |                            |               |              |                            |                |              |                            |
| 5              |                  | 6.5          | 7.0                        |                      | 8.8          | 8.9                        |               | 6.3          | 6.2                        |                        | 14.5         | 13.2                       |               | 0.3          | 1.1                        |                | 0.05         | 0.05                       |
| 9              |                  |              | 4.5                        |                      |              | 8.2                        |               |              | 5.7                        |                        |              | 13.5                       |               |              | 0.5                        |                |              | 0.05                       |
| 10             | 2.4              | 6.0          |                            | 11.2                 |              |                            | 5.7           | 6.3          |                            | 12.4                   | 13.5         |                            | 1.1           | 0.4          |                            | 0.05           | 0.05         |                            |
| 30             |                  | 4.0          |                            | 10.3                 | 8.6          |                            | 5.7           | 6.2          |                            | 11.5                   | 13.2         |                            | 0.7           | 0.3          |                            | 0.1            | 0.05         |                            |
| 70             |                  | 4.0          |                            |                      | 8.4          |                            |               | 6.4          |                            |                        | 13.5         |                            |               | 0.3          |                            |                | 0.05         |                            |
| 105            |                  | 4.0          |                            |                      | 4.3          |                            | 5.9           | 5.9          |                            | 12.7                   | 14.9         |                            |               | 0.3          |                            |                | 0.05         |                            |
| 110            |                  |              |                            | 11.7                 |              |                            |               |              |                            |                        |              |                            | 0.7           |              |                            | 0.2            |              |                            |

a): Station 5B

BP: Bouteilles de prélèvements.

TABEAU XIX RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-5 (51° 26' 30" N. - 68° 31' 25" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 6 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |        |                  |        |                |        |             |        |                |        |              |        |               |        |     |
|----------------|------------------|--------|------------------|--------|----------------|--------|-------------|--------|----------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|-----|
|                | Silice, ppm      |        | Calcium, ppm     |        | Magnesium, ppm |        | Sodium, ppm |        | Potassium, ppm |        | Sulfate, ppm |        | Chlorure, ppm |        |     |
|                | 17.5.72          | 6.7.72 | 17.5.72          | 6.7.72 | 17.5.72        | 6.7.72 | 17.5.72     | 6.7.72 | 17.5.72        | 6.7.72 | 17.5.72      | 6.7.72 | 17.5.72       | 6.7.72 |     |
|                |                  | a)     |                  | a)     |                | a)     |             | a)     |                | a)     |              | a)     |               | a)     |     |
| 0              |                  |        |                  |        |                |        |             |        |                |        |              |        |               |        |     |
| 1              |                  |        |                  |        |                |        |             |        |                |        |              |        |               |        |     |
| 5              |                  | 2.0    | 3.5 <sup>#</sup> | 2.0    | 2.0            | 0.5    | 0.4         | 0.8    | 0.9            | 0.6    | 0.4          | 2.0    | 2.0           | 0.6    | 0.6 |
| 9              |                  |        | 2.5              |        | 2.0            |        | 0.5         |        | 0.8            |        | 0.6          |        | 2.0           |        | 0.6 |
| 10             | 2.3              | 2.4    |                  | 1.8    | 2.0            | 0.6    | 0.5         | 0.8    | 0.8            | 0.5    | 0.6          | 2.5    | 2.0           | 0.5    | 0.6 |
| 30             | 2.3              | 2.2    |                  | 1.3    | 2.0            | 0.5    | 0.5         | 0.7    | 0.8            | 0.5    | 0.6          | 4.0    | 1.0           | 0.5    | 0.5 |
| 70             |                  | 2.5    |                  | 1.9    |                | 0.5    |             | 0.8    |                | 0.6    |              | 3.0    |               | 0.5    |     |
| 105            |                  | 2.5    |                  | 2.0    |                | 0.5    |             | 0.8    |                | 0.6    |              | 1.0    |               | 0.6    |     |
| 110            | 2.5              |        |                  | 1.8    |                | 0.6    |             | 0.8    |                | 0.5    |              | 2.5    |               | 0.5    |     |

#: Valeur moyenne de 4 échantillons

a) Station 5B

TABEAU XX RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, DE MANGANESE ET DCO A LA STATION M-5 (51° 26' 30" N. - 68° 31' 25" O.) LE 17 MAI 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm<br>17.5.72 | MANGANESE, ppm<br>17.5.72 | DCO, ppm<br>17.5.72 |
|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 0              |                     |                           |                     |
| 1              |                     |                           |                     |
| 5              |                     |                           |                     |
| 9              |                     |                           |                     |
| 10             | 0.16                | NM                        | NM                  |
| 30             | 0.19                | NM                        | 5                   |
| 70             |                     |                           |                     |
| 105            |                     |                           |                     |
| 110            | 0.16                | NM                        | 1                   |

NM: Quantité non-mesurable, i.e. sous le seuil de détection de la méthode employée.

TABLEAU XXI RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-6  
(51° 37' 40" N. - 68° 16' 50" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |           | OXYGENE DISSOUS, ppm |           |  | pH      |         | CONDUCTIVITE, µmhos/cm |         | NITRATE, ppm |         | PHOSPHATE, ppm |         |
|----------------|------------------|-----------|----------------------|-----------|--|---------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|
|                | 17.5.72          | 14.7.72   | 17.5.72              | 14.7.72   |  | 17.5.72 | 14.7.72 | 17.5.72                | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 |
|                | BP               | HL BP     | BP                   | BP HL     |  | BP      | BP      | BP                     | BP      | BP           | BP      | BP             | BP      |
| 0              |                  | 12.2 11.9 |                      | 9.8 10.8  |  |         | 6.1     |                        | 19      |              | 0.3     |                | 0.05    |
| 1              |                  |           |                      |           |  |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 2              | Glace<br>0.2     | 11.0      |                      | 10.4      |  |         | 6.1     |                        |         |              |         |                |         |
| 3              |                  | 10.8      |                      | 10.3      |  |         | 6.0     |                        |         |              |         |                |         |
| 5              |                  | 10.5 10.6 |                      | 10.2 10.4 |  |         | 6.0     |                        | 18      |              | 0.2     |                | 0.05    |
| 6              |                  | 10.3      |                      | 10.5      |  |         | 6.0     |                        |         |              |         |                |         |
| 8              |                  | 10.2      |                      | 10.1      |  |         | 6.0     |                        |         |              |         |                |         |
| 9              |                  | 10.0      |                      | 9.6       |  |         | 6.0     |                        |         |              |         |                |         |
| 10             | 2.6              |           | 11.5                 | 10.2      |  | 5.9     |         | 13.7                   | 19      | 0.8          | 0.1     | 0.1            | 0.05    |
| 11             |                  | 10.0      |                      | 9.5       |  |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 12             |                  | 9.6       |                      | 9.1       |  |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 14             |                  | 9.3       |                      | 9.2       |  |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 15             |                  | 9.0       |                      | 8.7       |  |         | 5.8     |                        |         |              |         |                |         |
| 18             |                  | 8.5       |                      | 8.2       |  |         | 5.8     |                        |         |              |         |                |         |
| 23             |                  | 7.2       |                      | 7.6       |  |         | 5.8     |                        |         |              |         |                |         |
| 30             | 3.5              | 6.0 6.2   | 9.9                  | 10.1 7.3  |  | 5.8     | 5.8     | 12.6                   | 20      | 0.8          | 0.4     | 0.05           | 0.05    |
| 45             |                  | 5.0       |                      | 7.1       |  |         | 5.7     |                        |         |              |         |                |         |
| 60             |                  | 4.9       |                      | 7.0       |  |         | 5.7     |                        |         |              |         |                |         |
| 70             |                  | 4.6       |                      | 10.0      |  |         |         |                        | 23      |              | 0.4     |                | 0.05    |
| 117            | 4.3              |           | 4.9                  |           |  | 5.8     |         | 22.5                   |         | 1.2          |         | 0.1            |         |
| 130            |                  | 4.5       |                      | 9.9       |  |         |         |                        | 25      |              | 0.4     |                | 0.1     |

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "Hydrolab"

TABEAU XXII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-6 (51° 37' 40" N. - 68° 16' 50" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
|----------------|------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|-------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
|                | Silice, ppm      |         | Calcium, ppm |         | Magnesium, ppm |         | Sodium, ppm |         | Potassium, ppm |         | Sulfate, ppm |         | Chlorure, ppm |         |
|                | 17.5.72          | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72     | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72       | 14.7.72 |
| 0              |                  | 2.9     |              | 1.9     |                | 0.6     |             | 0.6     |                | 0.6     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 1              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 2              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 3              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 5              |                  | 2.2     |              | 2.0     |                | 0.5     |             | 0.6     |                | 0.6     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 6              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 8              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 9              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 10             | 2.6              | 2.2     | 1.7          | 1.8     | 0.7            | 0.5     | 0.7         | 0.7     | 0.5            | 0.6     | 3.0          | 2.0     | 0.5           | 0.5     |
| 11             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 12             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 14             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 15             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 18             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 23             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 30             | 2.5              | 2.7     | 1.4          | 2.0     | 0.6            | 0.7     | 0.7         | 0.7     | 0.5            | 0.6     | 2.5          | 2.0     | 0.5           | 0.5     |
| 45             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 60             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 70             |                  | 2.9     |              | 2.4     |                | 0.7     |             | 0.7     |                | 0.6     |              | 2.0     |               | 0.8     |
| 117            | 3.0              |         | 2.0          |         | 0.9            |         | 1.2         |         | 0.5            |         | 3.5          |         | 0.5           |         |
| 130            |                  | 2.9     |              | 2.7     |                | 0.7     |             | 0.7     |                | 0.6     |              | 3.0     |               | 0.5     |

TABLEAU XXIII. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, DE MANGANESE ET DE DCO A LA STATION M-6 (51° 37' 40" N. - 68° 16' 50" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm |         | MANGANESE, ppm |         | DCO, ppm |
|----------------|----------|---------|----------------|---------|----------|
|                | 17.5.72  | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 |          |
| 0              |          |         |                | 0.05    |          |
| 1              |          |         |                |         |          |
| 2              |          |         |                |         |          |
| 3              |          |         |                |         |          |
| 5              |          | 0.21    |                | 0.05    |          |
| 6              |          |         |                |         |          |
| 8              |          |         |                |         |          |
| 9              |          |         |                |         |          |
| 10             | 0.18     | 0.19    | NM             | 0.05    | 4        |
| 11             |          |         |                |         |          |
| 12             |          |         |                |         |          |
| 14             |          |         |                |         |          |
| 15             |          |         |                |         |          |
| 18             |          |         |                |         |          |
| 23             |          |         |                |         |          |
| 30             | 0.15     | 0.24    | NM             | 0.05    |          |
| 45             |          |         |                |         |          |
| 60             |          |         |                |         |          |
| 70             |          |         |                |         |          |
| 117            | 1.0      |         | NM             |         | 10.5     |
| 130            |          | 1.40    |                | 0.10    |          |

NM: Quantité non-mesurable, i.e. sous le seuil de détection de la méthode employée.

TABLEAU XXIV. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, de pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-7  
(51° 43' 25" N. - 68° 30' 30" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |           | OXYGENE DISSOUS, ppm |         |           | pH      |         | CONDUCTIVITE, µmhos/cm |         | NITRATE, ppm |         | PHOSPHATE, ppm |         |
|----------------|------------------|-----------|----------------------|---------|-----------|---------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|
|                | 17.5.72          | 14.7.72   | 17.5.72              | 14.7.72 |           | 17.5.72 | 14.7.72 | 17.5.72                | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 |
|                | BP               | HL BP     | BP                   | BP      | HL        | BP      | HL      | BP                     | BP      | BP           | BP      | BP             | BP      |
| 0              |                  | 10.5 10.5 |                      |         | 9.8 11.0  |         | 6.2     |                        | 18      |              | 0.4     |                | 0.1     |
| 1              | Glace            |           |                      |         |           |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 2              | 0.2              | 10.5      |                      |         | 10.8      |         | 6.1     |                        |         |              |         |                |         |
| 3              |                  | 10.5      |                      |         | 11.0      |         | 6.0     |                        |         |              |         |                |         |
| 5              |                  | 9.5 10.2  |                      |         | 10.0 11.0 |         | 5.9     |                        | 17      |              | 0.2     |                | 0.1     |
| 6              |                  | 8.5       |                      |         | 10.6      |         | 5.8     |                        |         |              |         |                |         |
| 8              |                  | 7.5       |                      |         | 9.3       |         | 5.7     |                        |         |              |         |                |         |
| 9              |                  | 6.5       |                      |         | 8.8       |         | 5.7     |                        |         |              |         |                |         |
| 10             | 2.1              | 6.3 6.5   | 10.9                 | 8.6     | 8.4       | 5.8     | 5.6     | 11.6                   | 17      | 1.3          | 0.9     | 0.05           | 0.05    |
| 12             |                  | 5.5       |                      |         | 7.8       |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 14             |                  | 5.5       |                      |         | 7.4       |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 15             |                  | 5.3       |                      |         | 7.2       |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 18             |                  | 5.1       |                      |         | 7.3       |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 23             |                  | 5.0       |                      |         | 7.2       |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 30             | 3.4              | 4.6 4.5   | 10.3                 | 9.2     | 7.1       | 5.6     | 5.5     | 11.5                   | 51      | 0.6          | 0.8     | 0.05           | 0.05    |
| 45             |                  | 4.3       |                      |         | 6.6       |         | 5.5     |                        |         |              |         |                |         |
| 60             |                  | 4.1       |                      |         | 6.4       |         | 5.4     |                        |         |              |         |                |         |
| 70             |                  | 4.0       |                      |         | 9.0       |         |         |                        | 18      |              | 0.7     |                | 0.05    |
| 116            | 2.5              |           | 8.0                  |         |           | 5.7     |         | 14.0                   |         | 0.7          |         | 0.1            |         |
| 130            |                  | 4.0       |                      |         | 7.4       |         |         |                        | 17      |              | 0.7     |                | 0.05    |

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "HydroLab"

TABLEAU XXV. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-7 (51° 43' 25" N. - 68° 30' 30" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
|----------------|------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|-------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
|                | Silice, ppm      |         | Calcium, ppm |         | Magnesium, ppm |         | Sodium, ppm |         | Potassium, ppm |         | Sulfate, ppm |         | Chlorure, ppm |         |
|                | 17.5.72          | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72     | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72      | 14.7.72 | 17.5.72       | 14.7.72 |
| 0              |                  | 2.5     | 1            | 1.8     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 0.6     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 1              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 2              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 3              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 5              |                  | 2.5     |              | 1.8     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 1.6     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 6              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 8              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 9              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 10             | 2.5              | 2.8     | 1.3          | 1.5     | 0.6            | 0.5     | 0.8         | 0.6     | 0.5            | 0.6     | 1.5          | 2.0     | 0.5           | 0.5     |
| 12             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 14             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 15             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 18             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 23             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 30             | 2.5              | 3.0     | 1.3          | 1.8     | 0.5            | 0.5     | 0.7         | 6-8     | 0.6            | 1.2     | 3.0          | 5.0     | 0.5           | 5.0     |
| 45             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 60             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 70             |                  | 3.0     |              | 1.5     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 0.6     |              | 1.0     |               | 0.5     |
| 116            | 2.7              |         | 1.8          |         | 0.6            |         | 0.8         |         | 0.5            |         | 2.5          |         | 0.5           |         |
| 130            |                  | 3.0     |              | 1.5     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 0.6     |              | 2.0     |               | 0.5     |

TABLEAU XXVI. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, MANGANESE ET DCO A LA STATION M-7 (51° 43' 25" N. - 68° 30' 30" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 14 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm |         | MANGANESE, ppm |         | DCO, ppm |
|----------------|----------|---------|----------------|---------|----------|
|                | 17.5.72  | 14.7.72 | 17.5.72        | 14.7.72 | 17.5.72  |
| 0              |          | 0.24    |                | NM      |          |
| 1              |          |         |                |         |          |
| 2              |          |         |                |         |          |
| 3              |          |         |                |         |          |
| 5              |          |         |                |         |          |
| 6              |          |         |                |         |          |
| 8              |          |         |                |         |          |
| 9              |          |         |                |         |          |
| 10             | 0.12     | 0.23    | NM             | NM      | 0.5      |
| 12             |          |         |                |         |          |
| 14             |          |         |                |         |          |
| 15             |          |         |                |         |          |
| 18             |          |         |                |         |          |
| 23             |          |         |                |         |          |
| 30             | 0.16     | 0.20    | NM             | 0.05    | 5.0      |
| 45             |          |         |                |         |          |
| 60             |          |         |                |         |          |
| 70             |          | 0.24    |                | NM      |          |
| 116            | 0.15     |         | NM             |         | NM       |
| 130            |          | 0.23    |                | 0.05    |          |

NM: Quantité non-mesurable i.e. sous le seuil de détection de la méthode employée.

TABLEAU XXVII. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-8  
(51° 37' 40" N. - 68° 44' 00" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 13 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |         | OXYGENE DISSOUS, ppm |         |      | pH      |         | CONDUCTIVITE, µmhos/cm |         | NITRATE, ppm |         | PHOSPHATE, ppm |         |      |
|----------------|------------------|---------|----------------------|---------|------|---------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|------|
|                | 17.5.72          | 13.7.72 | 17.5.72              | 13.7.72 |      | 17.5.72 | 13.7.72 | 17.5.72                | 13.7.72 | 17.5.72      | 13.7.72 | 17.5.72        | 13.7.72 |      |
|                | BP               | HL      | BP                   | BP      | HL   | BP      | HL      | BP                     | BP      | BP           | BP      | BP             | BP      |      |
| 0              |                  | 12.5    | 11.8                 |         | 10.1 | 9.6     |         | 6.0                    |         | 15           |         | 0.4            |         | 0.06 |
| 1              | Glace            |         |                      |         |      |         |         |                        |         |              |         |                |         |      |
| 2              |                  | 12.5    |                      |         | 9.8  |         |         | 6.0                    |         |              |         |                |         |      |
| 3              |                  | 12.0    | 11.4                 |         | 10.2 | 10.0    |         | 5.9                    |         |              |         |                |         |      |
| 5              |                  | 11.6    |                      |         | 9.8  |         |         | 5.9                    |         | 15           |         | 0.6            |         | 0.05 |
| 6              |                  | 11.5    |                      |         | 9.5  |         |         | 5.9                    |         |              |         |                |         |      |
| 8              |                  | 11.3    | 11.1                 |         | 10.0 | 9.0     |         | 5.8                    |         |              |         |                |         |      |
| 9              |                  | 11.2    |                      |         | 8.5  |         |         | 5.8                    |         |              |         |                |         |      |
| 10             |                  |         |                      |         |      |         |         |                        |         | 15           |         | 0.5            |         | 0.05 |
| 11             |                  | 11.0    |                      |         | 8.1  |         |         | 5.8                    |         |              |         |                |         |      |
| 12             |                  | 11.0    |                      |         | 8.1  |         |         | 5.8                    |         |              |         |                |         |      |
| 15             |                  | 10.8    |                      |         | 8.1  |         |         | 5.7                    |         |              |         |                |         |      |
| 20             | 3.2              |         |                      | 6.6     |      |         | 5.3     |                        | 10.5    |              | 0.5     |                | 0.1     |      |
| 27             |                  |         | 5.8                  |         | 8.0  |         |         |                        |         | 17           |         | 0.7            |         | 0.05 |

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "HydroLab"

TABLEAU XXVIII. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-8 (51° 37' 40" N. - 68° 44' 00" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 13 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
|----------------|------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|-------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
|                | Silice, ppm      |         | Calcium, ppm |         | Magnesium, ppm |         | Sodium, ppm |         | Potassium, ppm |         | Sulfate, ppm |         | Chlorure, ppm |         |
|                | 17.5.72          | 13.7.72 | 17.5.72      | 13.7.72 | 17.5.72        | 13.7.72 | 17.5.72     | 13.7.72 | 17.5.72        | 13.7.72 | 17.5.72      | 13.7.72 | 17.5.72       | 13.7.72 |
| 0              |                  | 3.0     |              | 1.1     |                | 0.3     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 1              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 2              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 3              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 5              |                  | 2.5     |              | 1.1     |                | 0.3     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 5.5     |               | 0.5     |
| 6              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 8              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 9              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 10             |                  | 3.0     |              | 1.1     |                | 0.3     |             | 0.6     |                | 0.4     |              | 1.0     |               | 0.5     |
| 11             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 12             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 15             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 20             | 2.5              |         | 1.5          |         | 0.5            |         | 0.7         |         | 0.5            |         | 1.5          |         | 0.5           |         |
| 27             |                  | 3.0     |              | 1.5     |                | 0.4     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 2.0     |               | 0.5     |

TABLEAU XXIX. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, DE MANGANESE ET DCO A LA STATION M-8 (51° 37' 40" N. - 68° 44' 00" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 13 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm |         | MANGANESE, ppm |         | DCO, ppm |
|----------------|----------|---------|----------------|---------|----------|
|                | 17.5.72  | 13.7.72 | 17.5.72        | 13.7.72 | 17.5.72  |
| 0              |          | 0.95    |                | 0.06    |          |
| 1              |          |         |                |         |          |
| 2              |          |         |                |         |          |
| 3              |          |         |                |         |          |
| 5              |          | 0.22    |                | 0.05    |          |
| 6              |          |         |                |         |          |
| 8              |          |         |                |         |          |
| 9              |          | 0.20    |                | 0.05    |          |
| 10             |          |         |                |         |          |
| 11             |          |         |                |         |          |
| 12             |          |         |                |         |          |
| 15             | 0.45     |         | 0.15           |         | 5.3      |
| 20             |          | 0.21    |                | 0.05    |          |
| 27             |          |         |                |         |          |

TABEAU XXX. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-9  
(51° 40' 00" N. - 69° 05' 70" O.) LE 12 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |      | OXYGENE DISSOUS, ppm |     | pH      | CONDUCTIVITE, µmhos/cm | NITRATE, ppm | PHOSPHATE, ppm |
|----------------|------------------|------|----------------------|-----|---------|------------------------|--------------|----------------|
|                | 12.7.72          |      | 12.7.72              |     | 12.7.72 | 12.7.72                | 12.7.72      | 12.7.72        |
|                | BP               | HL   | BP                   | HL  | HL      | BP                     | BP           | BP.            |
| 0              | 17.5             | 17.5 | 8.9                  | 8.1 | 5.7     | 13                     | 0.7          | 0.05           |
| 2              |                  | 17.5 |                      | 8.2 | 5.7     |                        |              |                |
| 3              |                  | 17.0 |                      | 8.0 | 5.7     |                        |              |                |
| 5              |                  | 16.0 |                      | 7.7 | 5.6     | 13                     | 0.6          | 0.05           |
| 6              |                  | 12.5 |                      | 6.7 | 5.5     |                        |              |                |
| 8              | 12.8             | 9.0  | 8.6                  | 6.4 | 5.2     |                        |              |                |
| 9              |                  | 6.5  |                      | 6.0 | 5.2     |                        |              |                |
| 10             |                  |      |                      |     |         | 13                     | 0.7          | 0.05           |
| 15             |                  | 5.5  |                      | 6.0 | 5.2     |                        |              |                |
| 23             |                  | 4.8  |                      | 5.8 | 5.2     |                        |              |                |
| 27             | 5.5              |      | 7.9                  |     |         |                        |              |                |
| 30             |                  |      |                      |     |         | 14                     | 1.1          | 0.05           |
| 75             | 5.0              |      | 7.8                  |     |         | 15                     | 0.9          | 0.1            |

TABLEAU XXXI. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-9 (51° 40' 00" N. - 69° 05' 70" O.) LE 12 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |              |                |             |                |              |               |
|----------------|------------------|--------------|----------------|-------------|----------------|--------------|---------------|
|                | Silice, ppm      | Calcium, ppm | Magnesium, ppm | Sodium, ppm | Potassium, ppm | Sulfate, ppm | Chlorure, ppm |
|                | 12.7.72          | 12.7.72      | 12.7.72        | 12.7.72     | 12.7.72        | 12.7.72      | 12.7.72       |
| 0              | 3.0              | 1.0          | 0.3            | 0.6         | 0.4            | 1.0          | 0.5           |
| 2              |                  |              |                |             |                |              |               |
| 3              |                  |              |                |             |                |              |               |
| 5              | 3.0              | 1.0          | 0.3            | 0.6         | 0.3            | 5.0          | 0.5           |
| 6              |                  |              |                |             |                |              |               |
| 8              |                  |              |                |             |                |              |               |
| 9              | 3.0              | 1.0          | 0.3            | 0.6         | 0.3            | 2.0          | 0.5           |
| 10             |                  |              |                |             |                |              |               |
| 15             |                  |              |                |             |                |              |               |
| 23             |                  |              |                |             |                |              |               |
| 27             | 3.0              | 1.1          | 0.3            | 0.6         | 0.4            | 2.5          | 1.5           |
| 30             |                  |              |                |             |                |              |               |
| 75             | 3.2              | 1.1          | 0.3            | 0.6         | 0.4            | 2.0          | 0.5           |

TABLEAU XXXII. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER ET DE MANGANESE A LA STATION M-9 (51° 40' 00" N. - 69° 05' 70" O.) LE 12 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm | MANGANESE, ppm |
|----------------|----------|----------------|
|                | 12.7.72  | 12.7.72        |
| 0              | 0.23     | 0.06           |
| 2              |          |                |
| 3              |          |                |
| 5              | 0.23     |                |
| 6              |          |                |
| 8              |          |                |
| 9              | 0.23     |                |
| 10             |          |                |
| 15             |          |                |
| 23             |          |                |
| 27             | 0.26     | 0.05           |
| 30             |          |                |
| 75             | 5.00     | 0.40           |

TABLEAU XXXIIII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-10  
(51° 37' 45" N. - 69° 11' 15" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 12 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |         |      | OXYGENE DISSOUS, ppm |         |     | pH      |         | CONDUCTIVITE, µmhos/cm |         | NITRATE, ppm |         | PHOSPHATE, ppm |         |
|----------------|------------------|---------|------|----------------------|---------|-----|---------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|
|                | 17.5.72          | 12.7.72 |      | 17.5.72              | 12.7.72 |     | 17.5.72 | 12.7.72 | 17.5.72                | 12.7.72 | 17.5.72      | 12.7.72 | 17.5.72        | 12.7.72 |
|                | BP               | BP      | HL   | BP                   | BP      | HL  | BP      | HL      | BP                     | BP      | BP           | BP      | BP             | BP      |
| 0              |                  | 16.4    | 16.2 |                      | 9.0     | 8.6 |         | 5.9     |                        | 13      |              | 0.4     |                | 0.05    |
| 1              | Glace            |         |      |                      |         |     |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 2              |                  | 16.0    |      |                      |         | 8.6 |         | 5.7     |                        |         |              |         |                |         |
| 3              |                  | 12.5    |      |                      |         | 8.2 |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 5              |                  | 9.5     | 9.1  |                      | 9.2     | 8.0 |         | 5.4     |                        | 13      |              | 0.6     |                | 0.05    |
| 6              |                  | 8.0     |      |                      |         | 7.3 |         | 5.5     |                        |         |              |         |                |         |
| 8              |                  | 6.5     |      |                      |         | 6.9 |         | 5.4     |                        |         |              |         |                |         |
| 9              |                  | 5.6     |      |                      |         | 6.8 |         | 5.3     |                        |         |              |         |                |         |
| 10             | 1.6              |         | 8.5  | 11.5                 | 8.9     |     | 5.3     |         | 12.2                   | 13      |              | 0.9     |                | 0.1     |
| 15             |                  | 4.9     |      |                      |         | 6.6 |         | 5.4     |                        |         |              |         |                |         |
| 23             |                  | 4.5     |      |                      |         | 6.4 |         | 5.4     |                        |         |              |         |                |         |
| 30             | 3.1              |         | 5.0  | 10.2                 | 8.6     |     | 5.5     |         | 10.2                   | 15      |              | 0.6     |                | 0.1     |
| 70             |                  |         | 5.0  |                      | 8.8     |     |         |         |                        | 15      |              | 0.8     |                | 0.1     |
| 82             | 4.3              |         |      | 6.3                  |         |     | 5.5     |         | 10.5                   |         |              |         |                |         |
| 105            |                  |         | 4.6  |                      |         |     |         |         |                        | 16      |              | 0.9     |                | 0.2     |

BP: Bouteilles de prélèvements

HL: "Hydrolab"

TABLEAU XXXIV. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-10 (51° 37' 45" N. - 69° 11' 15" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 12 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
|----------------|------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|-------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
|                | Silice, ppm      |         | Calcium, ppm |         | Magnesium, ppm |         | Sodium, ppm |         | Potassium, ppm |         | Sulfate, ppm |         | Chlorure, ppm |         |
|                | 17.5.72          | 12.7.72 | 17.5.72      | 12.7.72 | 17.5.72        | 12.7.72 | 17.5.72     | 12.7.72 | 17.5.72        | 12.7.72 | 17.5.72      | 12.7.72 | 17.5.72       | 12.7.72 |
| 0              |                  | 2.8     |              | 1.0     |                | 0.3     |             | 0.6     |                | 0.4     |              | 1.0     |               | 0.5     |
| 1              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 2              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 3              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 5              |                  | 2.8     |              | 1.0     |                | 0.3     |             | 0.6     |                | 0.4     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 6              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 8              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 9              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 10             | 5.0              | 2.8     | 1.0          | 1.1     | 0.4            | 0.3     | 0.8         | 0.6     | 0.4            | 0.4     | 2.5          | 2.0     | 0.5           | 0.5     |
| 15             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 23             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 30             | 3.0              | 3.5     | 1.0          | 1.1     | 0.4            | 0.3     | 0.7         | 0.6     | 0.5            | 0.4     | 2.5          | 2.0     | 0.5           | 0.5     |
| 70             |                  | 3.5     |              | 1.4     |                | 0.4     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 1.0     |               | 0.5     |
| 82             | 3.0              |         | 1.0          |         | 0.4            |         | 0.6         |         | 0.4            |         | 1.5          |         | 0.5           |         |
| 105            |                  | 4.0     |              | 1.2     |                | 0.4     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 2.0     |               | 0.7     |

TABLEAU XXXV. RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, DE MANGANESE ET DE DCO A LA STATION M-10 (51° 37' 45" N. - 69° 11' 15" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 12 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm |         | MANGANESE, ppm |         | DCO, ppm |
|----------------|----------|---------|----------------|---------|----------|
|                | 17.5.72  | 12.7.72 | 17.5.72        | 12.7.72 | 17.5.72  |
| 0              |          | 0.25    |                |         |          |
| 1              |          |         |                |         |          |
| 2              |          |         |                |         |          |
| 3              |          |         |                |         |          |
| 5              |          | 0.28    |                |         |          |
| 6              |          |         |                |         |          |
| 8              |          |         |                |         |          |
| 9              |          |         |                |         |          |
| 10             | 0.15     | 0.22    | NM             |         | 1.1      |
| 15             |          |         |                |         |          |
| 23             |          |         |                |         |          |
| 30             | 0.15     | 0.22    | NM             |         | 3        |
| 70             |          | 0.21    |                |         |          |
| 82             | 0.9      |         | 0.1            |         | 6        |
| 105            |          | 11.50   |                |         |          |

NM: Quantité non-mesurable i.e. sous le seuil de détection de la méthode employée.

TABLEAU XXXVI RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE TEMPERATURE, D'OXYGENE DISSOUS, DE pH, DE CONDUCTIVITE, DE NITRATE ET DE PHOSPHATE A LA STATION M-11  
(51° 19' 50" N. - 69° 06' 40" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 11 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | TEMPERATURE, °C. |         | OXYGENE DISSOUS, ppm |         |         |         | pH      |         | CONDUCTIVITE, µmhos/cm |         | NITRATE, ppm |         | PHOSPHATE, ppm |         |
|----------------|------------------|---------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|
|                | 17.5.72          | 11.7.72 | 17.5.72              | 11.7.72 | 17.5.72 | 11.7.72 | 17.5.72 | 11.7.72 | 17.5.72                | 11.7.72 | 17.5.72      | 11.7.72 | 17.5.72        | 11.7.72 |
|                | BP               | HL      | BP                   | BP      | BP      | HL      | BP      | HL      | BP                     | BP      | BP           | BP      | BP             | BP      |
| 0              |                  | 14.5    | 17.5                 |         | 13.3    | 10.9    |         | 6.1     |                        | 17      |              | 0.3     |                | 0.2     |
| 1              | Glace            |         |                      |         |         |         |         |         |                        |         |              |         |                |         |
| 2              |                  | 11.0    |                      |         |         | 10.2    |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 3              |                  | 7.5     |                      |         |         | 8.5     |         | 5.6     |                        |         |              |         |                |         |
| 5              |                  | 6.5     | 6.4                  |         | 9.8     | 8.2     |         | 5.6     |                        | 17      |              | 0.6     |                | 0.1     |
| 6              |                  | 6.0     |                      |         |         | 7.8     |         | 5.5     |                        |         |              |         |                |         |
| 10             |                  |         | 6.2                  |         | 9.6     |         |         |         |                        | 16      |              | 0.5     |                | 0.05    |
| 15             |                  | 4.5     |                      |         |         | 6.6     |         | 5.5     |                        |         |              |         |                |         |
| 23             |                  | 4.5     |                      |         |         | 6.3     |         | 5.9     |                        |         |              |         |                |         |
| 30             |                  |         | 5.5                  |         | 9.7     |         |         |         |                        | 18      |              | 0.6     |                | 0.2     |
| 70             |                  |         | 4.8                  | 17.2    | 9.6     |         |         |         |                        | 17      |              | 0.2     |                | 0.2     |
| 172            | 4.0              |         |                      |         |         |         | 5.4     |         | 13.4                   |         |              |         |                |         |
| 240            |                  |         |                      |         | 8.5     |         |         |         |                        | 16      |              | 0.6     |                | 0.1     |

BP: Bouteilles de prélèvements.

HL: "Hydrolab"

TABLEAU XXXVII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DES ELEMENTS MAJEURS A LA STATION M-11 (51° 19' 50" N. - 69° 06' 40" O.) ENTRE LE 17 MAI ET LE 11 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | ELEMENTS MAJEURS |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
|----------------|------------------|---------|--------------|---------|----------------|---------|-------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
|                | Silice, ppm      |         | Calcium, ppm |         | Magnesium, ppm |         | Sodium, ppm |         | Potassium, ppm |         | Sulfate, ppm |         | Chlorure, ppm |         |
|                | 17.5.72          | 11.7.72 | 17.5.72      | 11.7.72 | 17.5.72        | 11.7.72 | 17.5.72     | 11.7.72 | 17.5.72        | 11.7.72 | 17.5.72      | 11.7.72 | 17.5.72       | 11.7.72 |
| 0              |                  | 2.9     |              | 1.3     |                | 0.5     |             | 0.8     |                | 0.6     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 1              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 2              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 3              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 5              |                  | 3.2     |              | 1.3     |                | 0.5     |             | 0.8     |                | 0.6     |              | 2.5     |               | 0.5     |
| 6              |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 10             |                  | 3.2     |              | 1.2     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 2.5     |               | 0.5     |
| 15             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 23             |                  |         |              |         |                |         |             |         |                |         |              |         |               |         |
| 30             |                  | 2.5     |              | 1.5     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 70             |                  | 3.0     |              | 1.5     |                | 0.5     |             | 0.8     |                | 0.5     |              | 2.0     |               | 0.5     |
| 172            | 7.3              |         | 0.5          |         | 0.3            |         | 0.7         |         | 0.5            |         | 3.0          |         | 1.2           |         |
| 240            |                  | 3.5     |              | 1.5     |                | 0.5     |             | 0.7     |                | 0.5     |              | 2.0     |               | 0.5     |

TABLEAU XXXVIII RESERVOIR MANICOUAGAN, MESURES DE FER, DE MANGANESE ET DE DCO A LA STATION M-11 (51° 19' 50" N. - 69° 06' 40" O.) LE 17 MAI ET LE 11 JUILLET 1972.

| PROFONDEUR, m. | FER, ppm | MANGANESE, ppm | DCO, ppm |
|----------------|----------|----------------|----------|
|                | 11.7.72  | 11.7.72        | 17.5.72  |
| 0              | 0.25     | 0.07           |          |
| 1              |          |                |          |
| 2              |          |                |          |
| 3              |          |                |          |
| 5              |          |                |          |
| 6              |          |                |          |
| 10             | 0.22     | 0.05           |          |
| 15             |          |                |          |
| 23             |          |                |          |
| 30             | 0.20     | 0.05           |          |
| 70             | 0.19     | 0.05           |          |
| 172            |          |                | 19.3     |
| 240            | 0.25     | 0.12           |          |