CARACTÉRISATION DU BASSIN VERSANT DU LAC-À-LA-TORTUE

Projet présenté à l'Association de protection du Lac-à-la-Tortue et à la ville de Shawinigan

Réalisé par la Sambba

Numérisé et adapté par
Stéphane Lemay

3 - BATHYMÉTRIE

Comme la bathymétrie complète du lac n'a pas été effectuée durant la saison 2004, la carte bathymétrique de 1975 (Figure 3.1) a été corrigée afin qu'elle corresponde le mieux possible à la réalité d'aujourd'hui. Les corrections ont été effectuées à l'aide des données de profondeur ponctuelle recueillies par une caméra sous-marine, lors de l'étude de la distribution globale des macrophytes (section 8.2.2).

La méthode de correction des valeurs des isobathes a consisté à réajuster les valeurs de 1975 avec celles recueillies en 2004, à l'aide du logiciel ARCGIS (version 9). La première étape fut de géoréférencer la figure 3.1, afin de créer un fichier de forme en retraçant les isobathes. Ensuite, les données de profondeurs de 2004 se situant à moins d'un mètre des lignes bathymétriques ont été identifiées à l'aide d'une zone tampon. Enfin, la bathymétrie a été réajustée (Figure 3.2) en calculant la valeur moyenne des données de profondeur de 2004 se situant de l'intérieur de la zone tampon de chacun des isobathes. Ces données ont été utiles tout au long de l'étude car elles ont servi de référence pour établir les stations d'échantillonnages.

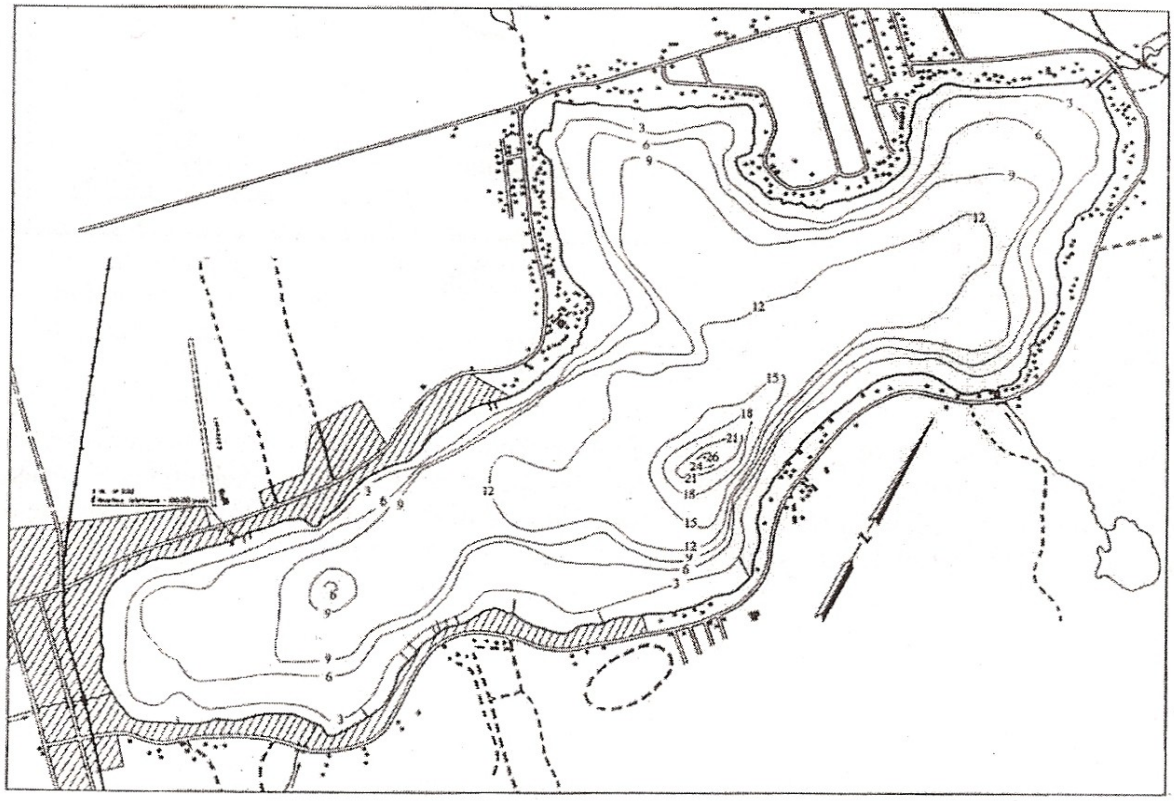


Figure 3.1. Carte bathymétrique du lac à la Tortue
Note: Les isobathes sont en pieds.
(Source : Ministère des Richesses naturelles, 1975)

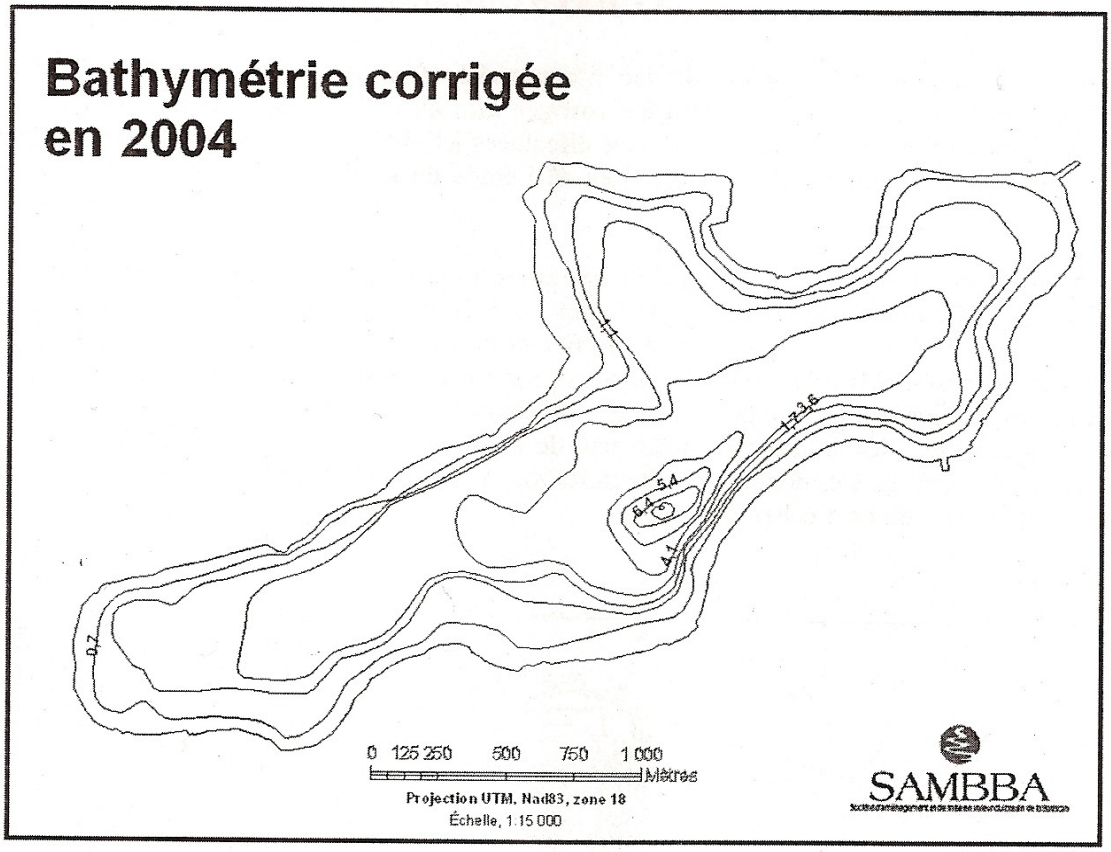


Figure 3.2. Carte bathymétrique corrigée du lac à la Tortue
Note: Les isobathes sont en mètres.
(Source : Ministère des Richesses naturelles, 1975 et cette étude)

Il est important de noter que ces corrections ont été effectuées car des différences significatives entre les données de profondeur de 1973 et celles de 2004 ont été observées. Cependant, ces rectifications n'assurent pas une précision absolue. Il serait donc important de refaire la bathymétrie actuelle du lac afin de rehausser le degré de précision.

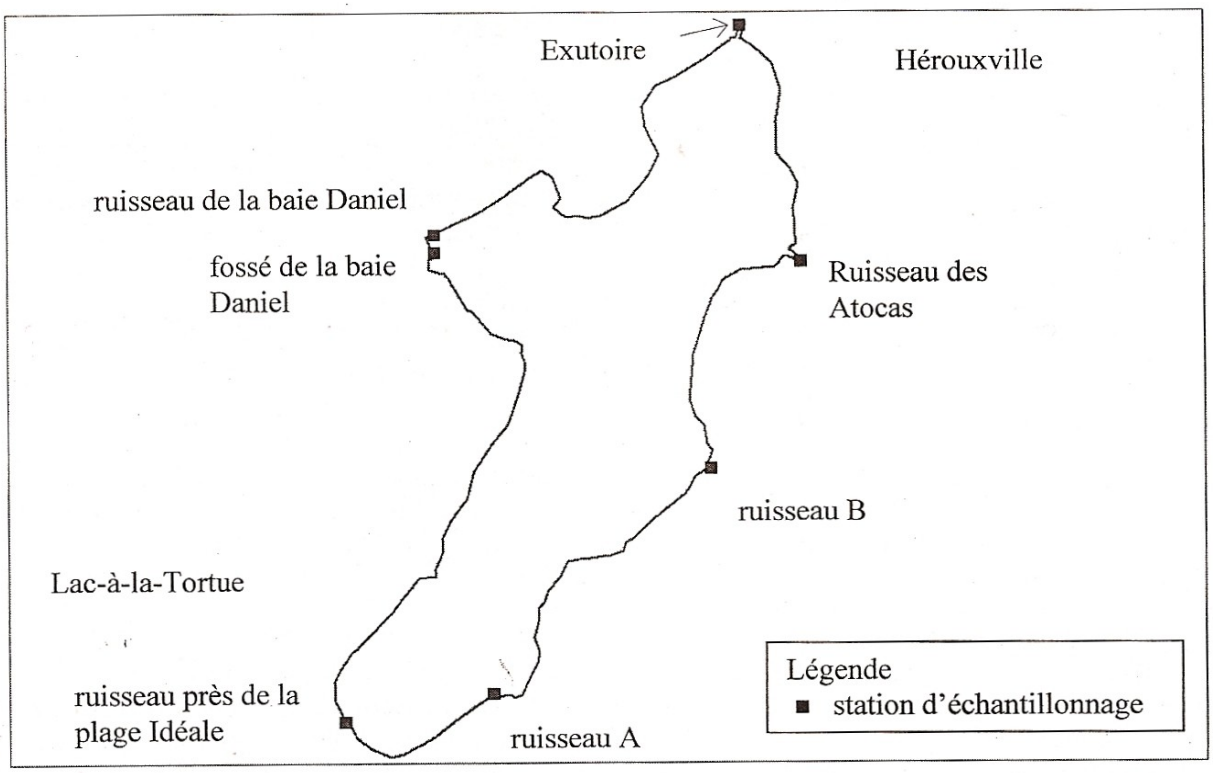


Figure 4.2. Localisation des points d'échantillonnage d'eau des tributaires et de l'exutoire

4.3 Résultats et discussion

4.3.1 ÉTAT TROPHIQUE DU LAC – ÉVOLUTION

L'eutrophisation est le processus de vieillissement et de transformation des plans d'eau. Ce phénomène s'accomplit naturellement très lentement, mais peut être grandement accéléré par des perturbations dues aux activités humaines. En effet, des sources anthropiques d'éléments nutritifs, surtout le phosphore, sont souvent la cause de l'accélération du processus d'eutrophisation de plans d'eau. La plupart des auteurs classent les lacs selon trois états trophiques : oligotrophe (faible productivité), mésotrophe (productivité moyenne) et eutrophe (grande productivité).

L'état trophique du lac a déjà été qualifié en 1993 par la firme NOVE Environnement inc. Elle statuait qu'en dépit du fort pourcentage d'oxygène dissous en profondeur et de la faible concentration de chlorophylle *a*, le lac à la Tortue était considéré comme étant mésotrophe en évolution vers le stade eutrophe. Nous avons vérifié si l'évolution vers le stade eutrophe était plus avancé en 2004, selon les critères les plus importants pour statuer l'état trophique d'un lac : la concentration en phosphore total, la transparence mesurée au disque de Secchi et la concentration de chlorophylle *a* (Tableau 4.1).

Tableau 4.1. État trophique du lac en 2004 et en 1993

Paramètre	Résultat 2004 (moyenne 2004)	Résultat 1993* (26 août 1993)	Stade trophique**		
			Oligotrophe	Mésotrophe	Eutrophe
Transparence (m)	2,2	3,91	12 - 5	5 - 2,5	2,5 - 1
Phosphore total (mg P/l)	0,31	<0,05	0,004 – 0,01	0,01 – 0,03	0,03 – 0,1
Chlorophylle a (µg/l)	5,64	1,5	1 - 3	3 - 8	8 - 25
Plantes aquatiques ***	beaucoup	moyen	peu	moyen	beaucoup

* Source : Nove Environnement inc., 1993
** Source : Louis Roy, MENV, comm. pers.
*** À titre indicatif, critère strictement qualitatif

Le phosphore est le facteur le plus déterminant pour le niveau trophique, parce que c'est souvent l'élément limitant le développement des algues et plantes aquatiques. Nous pouvons supposer un apport anthropique très élevé en phosphore, du moins au mois d'août, typique d'un lac eutrophe, puisque le taux moyen dans le lac à la Tortue est extrêmement élevé. Comme il n'est pas limitant au lac à la Tortue, les plantes aquatiques se sont multipliées, donnant un aspect visuel typique des lacs eutrophes. Le phosphore, dont la moyenne de nos trois échantillonnage est extrêmement élevée, est d'ailleurs retrouvé à une concentration moyenne typique des lacs hyper-eutrophes, donc à un stade encore plus avancé qu'eutrophe.

L'abondance de plantes aquatiques est un des critères les plus visuels d'un signe d'eutrophisation d'un plan d'eau. Cependant, comme nous savons que le lac fait face à une prolifération de plantes aquatiques, il est normal que celles-ci supplantent la croissance des algues. Il y est donc normal de retrouver une concentration en chlorophylle *a* inférieure aux valeurs typiques des lacs eutrophes où il y a une prolifération d'algues. La valeur de chlorophylle *a* est donc affectée par la prolifération des plantes aquatiques au détriment des algues. Alors, bien que la concentration de chlorophylle *a* retrouvée dans le lac à la Tortue est signe d'un lac mésotrophe, les deux autres critères (phosphore total et transparence) et la prolifération des plantes aquatiques démontrent que le lac est bien eutrophe.

En conclusion, nous pouvons statuer que l'état trophique du lac est eutrophe, en pleine évolution vers le stade hyper-eutrophe, donc à un stade plus avancé qu'en 1993. Les apports de phosphore sont extrêmement élevés et la transparence de l'eau est moindre qu'en août 1993. La prolifération de plantes aquatiques est aussi révélatrice d'une grande concentration en éléments nutritifs et ralentit probablement l'implantation d'algues (chlorophylle *a*) typiques des plans d'eaux de stade eutrophe. La faible profondeur du lac est également typique des lacs eutrophes. Il est clair que le lac à la Tortue s'eutrophie et aucun mécanisme ne pourra empêcher ce vieillissement. Les efforts doivent donc être orientés vers les solutions visant à ralentir cette hausse de productivité due, en grande partie, aux activités humaines intenses sur le bassin versant du lac.

8.3.4 MYRIOPHYLLE À ÉPIS

Le myriophylle à épis est une plante aquatique introduite importante depuis plusieurs années dans le lac à la Tortue. C'est une plante vivace pouvant se reproduire de façon sexuée ou asexuée, au moyen de bourgeonnement, marcottage et bouturage. Cette espèce a la capacité de croître très rapidement et peut envahir un plan d'eau, supplantant les espèces indigènes. Le myriophylle préfère s'installer dans les lacs eutrophes; il est généralement retrouvé à des profondeurs variant entre quelques cm et 6 m (NOVE Environnement inc., 1993).

Déjà en 1993, le myriophylle était l'espèce la plus abondante dans le lac (NOVE Environnement inc., 1993). Le faible taux de renouvellement des eaux du lac a accentué le problème de prolifération du myriophylle, selon Brouard (1999). Depuis quelques années, plusieurs méthodes de contrôle, dont un arrachage manuel, ont été pratiquées dans le but de réduire la population de myriophylle à épis.

Nous avons évalué la performance de l'arrachage manuel sur la biomasse de myriophylle, le nombre de tiges de myriophylle et la biomasse totale de plantes aquatiques. Selon nos données, bien que la repousse de myriophylle (en biomasse et en nombre de tige) paraisse plus faible, aucune différence significative n'est présente dans un même quadrat entre les mois de juillet et d'août (test de t avec données appariées, $p = 0{,}233$), les écart-types étant très élevés (Figure 8.4). En terme de biomasse totale, aucune différence significative (test de t avec données appariées, $p = 0{,}437$) n'a été notée entre les mois de juillet et août (donc la repousse avait le même poids que la végétation initiale). De plus, aucune différence significative n'a été notée entre les quadrats de juillet, les quadrats de repousse en août et les quadrats témoins en août ($p = 0{,}355$).

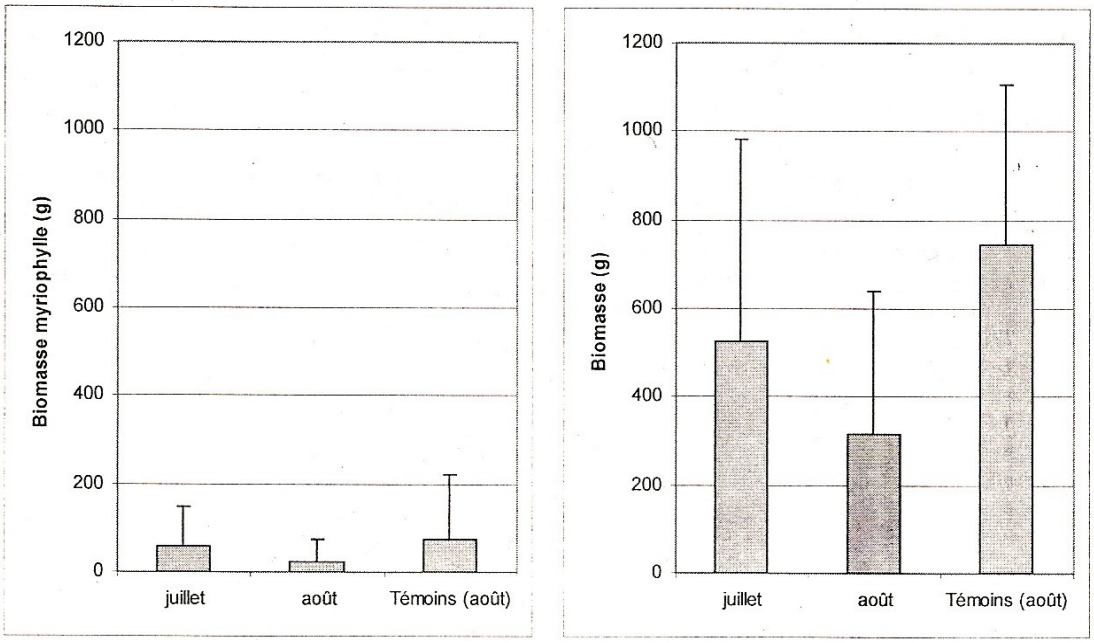


Figure 8.4 Biomasse moyenne de myriophylle et en biomasse totale par m^2 en juillet, la repousse en août et les quadrats témoins en août

Par contre, lors de nos échantillonnages, nous avons noté un changement en espèces à l'intérieur de nos quadrats. Les espèces qui colonisaient plus rapidement la plupart de nos quadrats étaient l'ériocaulon septangulaire, la lobélie de Dortmann et l'isoète lorsque le substrat était sableux. Par contre, lorsque la majorité de la biomasse du quadrat était constituée de naïas souple, cette espèce recolonisait très rapidement le milieu. La forte croissance de toutes ces espèces, myriophylle inclus, explique peut-être le fait qu'aucune donnée soit significative entre les mois de juillet et d'août.

Une des raisons pouvant expliquer nos résultats en terme de biomasse de myriophylle est le faible nombre d'échantillons recueillis, soit onze quadrats ayant des résultats à la fois pour les mois de juillet et d'août (les autres ont été déplacés ou perdus). Il se peut donc qu'une différence existe (qu'il y ait moins de biomasse de myriophylle dans les quadrats arrachés), mais que le faible nombre de quadrats n'ait pas relevé cette différence.

De plus, tous les échantillons ont été pris à des faibles profondeurs, accessibles à pied. Le myriophylle préfère s'installer à des profondeurs un peu plus élevées, de l'ordre de 1 à 3 m. Cette zone n'ayant pas été échantillonnée (en terme de biomasse de myriophylle), il est possible que le résultat aurait été différent. En effet, à des profondeurs plus élevées, le myriophylle prend plus de temps avant d'atteindre la surface et se ramifier, tandis que ce laps de temps est court à des faibles profondeurs. Il est donc probable que la biomasse en myriophylle de la repousse aurait été moindre dans les quadrats en profondeur et que cette différence ne soit pas quantifiable en faible profondeur.

De plus, les données prises lors des échantillonnages variaient énormément selon le type de substrat. Comme nous n'avions qu'un faible nombre de quadrats, il nous est impossible de vérifier l'efficacité de l'arrachage selon le type de substrat.

8.4 Conclusion

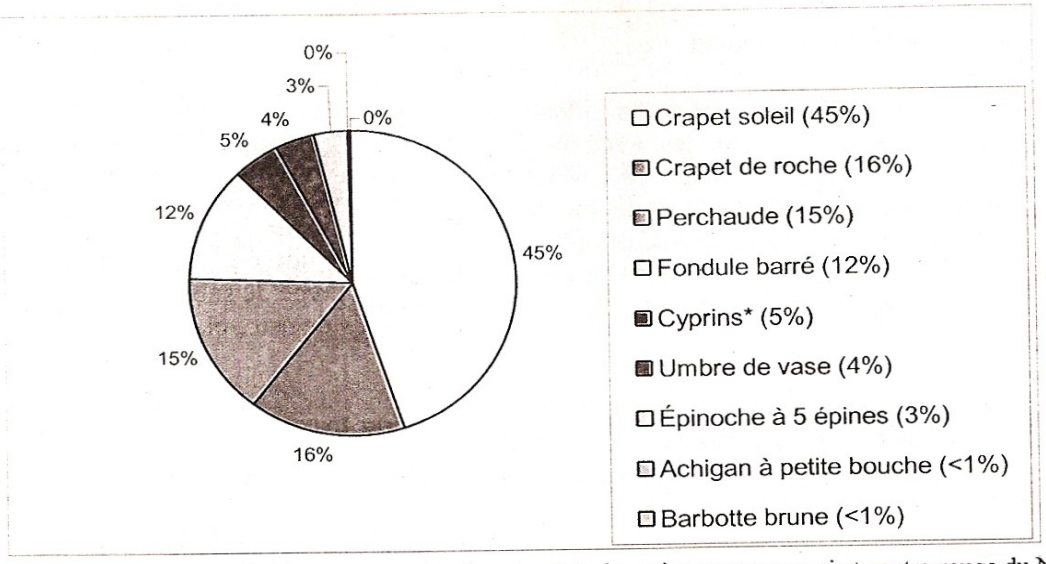
Le lac à la Tortue est grandement colonisé par de nombreuses espèces de plantes aquatiques. Parmi celles-ci, le myriophylle à épis occupe une place très importante. Sa population a d'ailleurs connu une grande expansion depuis plusieurs années. Malgré le fait que les macrophytes peuvent nuire à certaines activités récréatives, ils contribuent à garder une eau claire et à pomper les nutriments provenant à la fois de l'eau et des sédiments.

10.3 Résultats et discussion

Plusieurs espèces de poissons ont pu être identifiées au lac à la Tortue. Notre zone d'inventaire se définissait aux zones peu profondes, avec ou sans végétation. L'équipe de la SAMBBA a trouvé 12 espèces de poissons (Tableau 10.1, Figure 10.2, Annexe 6); à cette liste s'ajoutent le maskinongé (*Esox masquinongy*) et le meunier noir (*Catostomus commersoni*), bien présents mais qui fréquentent des eaux beaucoup plus profondes (*cf.* étude de Pémesseau Faune, 2004). D'après nos résultats, le milieu (quantité ou espèce de plantes, type de substrat) n'influence pas la composition en espèce, ni l'abondance d'individus, ni le poids de ceux-ci.

Tableau 10.1. Espèces de poissons capturés à la seine ou avec des bourolles dans le lac à la Tortue et ses tributaires par l'équipe de la SAMBBA

Espèce	**Nom latin**	**Nombre de captures**	**Poids total (g)**
Achigan à petite bouche	*Micropterus dolomieu*	2	8,9
Barbotte brune	*Ictalurus nebulosus*	2	46,6
Crapet soleil	*Lepomis gibbosus*	1018	6131,9
Crapet de roche	*Ambloplites rupestris*	356	1257,45
Épinoche à 5 épines	*Culaea inconstans*	76	34,8
Fondule barré	*Fundulus diaphanus*	280	669,55
Méné jaune (chatte de l'Est)	*Notemigonus chrysoleucas*	52	263,4
Museau noir	*Notropis heterolepis*	4	10,5
Perchaude	*Perca flavescens*	339	2500,6
Queue à tache noire	*Notropis hudsonius*	17	13,7
Umbre de vase	*Umbra limi*	87	225,9
Ventre-pourri	*Pimephales notatus*	1	3,2
Ventre-rouge du Nord	*Phoxinus eos*	33	10,95



* Les cyprins sont : méné jaune, museau noir, queue à tache noire, ventre-pourri et ventre-rouge du Nord

Figure 10.2. Abondance relative des poissons inventoriés par l'équipe de la SAMBBA dans le bassin versant du lac à la Tortue.

Beaucoup d'individus arboraient des parasites inoffensifs pour l'humain, soit les points noirs (« black spots »), présents sur la majorité des spécimens capturés, ainsi que la larve jaune, moins fréquente. Les points noirs doivent leur présence aux parasites *Uvulifer* et *Apophallus*, tandis que la larve jaune (*Clinostomum sp*), enkystée, produit ces petites protubérances blanchâtres. Trois cas de scoliose ont également été relevés, sur une perchaude, un fondule barré et un achigan à petite bouche.

D'après la liste complète de toutes les espèces retrouvées dans le lac à la Tortue, une description de leur alimentation, leurs prédateurs et leur milieu de vie à l'intérieur du lac est présentée au tableau 10.2. On peut y voir que les espèces sont en étroite relation les unes par rapport aux autres (relation proie – prédateur). Aussi, le lac à la Tortue comporte une quantité suffisante d'espaces denses en végétaux et d'endroits dégagés pour permettre la survie des 15 espèces retrouvées.

Tableau 10.2. Alimentation, prédateurs et habitats des poissons capturés au lac à la Tortue

	ALIMENTATION	PRÉDATEURS	HABITAT
Achigan à petite bouche	Perchaude Crapets Cyprins Insectes aquatiques (jeunes)	Crapets de roche : œufs et alevins Perchaude Barbotte Meunier	Endroits rocailleux et sablonneux des lacs et rivières, durant les chaleurs de l'été ils se réfugient en eau profonde

Tableau 10.2 (suite). Alimentation, prédateurs et habitats des poissons capturés au lac à la Tortue

	ALIMENTATION	PRÉDATEURS	HABITAT
Barbotte brune	Débris Déchets Mollusques Insectes Sangsues Crustacés Vers Algues Matériel végétal Poissons	Maskinongé (jeunes)	Préfère le fond sablonneux ou vaseux, l'eau chaude et la végétation aquatique dense Frai : fond de sable, parmi les racines de la végétation aquatique
Crapet de roche	Insectes aquatiques, adultes et immatures Petits poissons (cyprins, perchaude, etc.)	Maskinongé Achigan à petite bouche	Généralement les endroits rocheux, peu profonds des lacs
Crapet soleil	Insectes aquatiques Petits poissons (cyprins, perchaude, etc.) Petits mollusques Zooplancton	Perchaude Maskinongé Achigan à petite bouche	Baies peu profondes et herbeuses des lacs, eaux claires et couvert de la végétation submergée
Épinoche à cinq épines	Larves d'insectes Petits crustacés Vers Parfois des algues	Achigan à petite bouche Oiseaux	Eau claire, froide, végétation dense
Fondule barré	Larves d'insectes Crustacés planctoniques	Crapets Perchaude Maskinongé Achigan à petite bouche	Eau tranquille, herbeuse, fonds de sable ou de détritus, avec plantes aquatiques
Maskinongé	Zooplancton (jeunes) Perchaude Meunier Cyprins Barbotte Crapets Grenouilles Rat musqué Oiseaux	Les jeunes maskinongés sont la proie de : Perchaude Achigan à petite bouche Crapets Les adultes : grands oiseaux de proie	Endroits à végétation dense (nénuphars, nymphées, quenouilles, potamots) des lacs chauds, sauf les plus gros individus Frai : dans 40 à 50 cm d'eau, végétation dense

Tableau 10.2 (suite). Alimentation et habitats des poissons capturés au lac à la Tortue

	ALIMENTATION	PRÉDATEURS	HABITAT
Méné jaune	Plantes Zooplancton Mollusques Insectes Petits poissons	Achigan à petite bouche Maskinongé Hérons	Préfère les zones herbeuses, claires et tranquilles Frai : végétation aquatique essentielle
Meunier noir	Divers invertébrés (larves d'insectes, vers, mollusques, petits crustacés vivant au fond) Plancton	Maskinongé Achigan Oiseaux	Lacs chauds peu profonds (se situe à des profondeurs allant de 6 à 9 m selon la littérature)
Museau noir	Zooplancton	Crapets Perchaude Maskinongé Achigan à petite bouche	Besoin d'eau claire et de végétation aquatique, préfère les endroits peu profonds à fond sableux
Perchaude	Insectes aquatiques Invertébrés Poissons Oeufs	Crapets Achigan à petite bouche Maskinongé Oiseaux	Endroits dégagés des lacs à végétation modérée, à eau claire et fonds boueux à sablonneux et graveleux
Queue à tache noire	Zooplancton Insectes aquatiques Algues Oeufs	Crapets Perchaude Maskinongé Achigan à petite bouche	Lacs généralement de grande taille
Umbre de vase	Petits invertébrés de fond Petits mollusques	Crapets Maskinongé Achigan à petite bouche	Étangs à végétation dense, fosses de petits ruisseaux tapissés de matière organique
Ventre-pourri	Détritus organiques du fond Larves de chironomides Zooplancton	Ventre-pourri (œufs) Crapets Perchaude Achigan à petite bouche	Hauts-fonds de sable et de gravier des lacs; il semble éviter la végétation dense
Ventre-rouge du Nord	Algues (filamenteuses, diatomées) Zooplancton Insectes aquatiques	Crapets Perchaude Maskinongé Achigan à petite bouche	Eaux tranquilles des étangs de castors, petits lacs, sur fond de fins détritus bruns ou de vase, eau légèrement acide

tiré de Scott et Crossman 1974

10.4 Conclusion

Les espèces présentes semblent bien adaptées aux conditions de vies inhérentes au lac (physico-chimie, prolifération des plantes aquatiques, grande biomasse en poissons). L'abondance de poissons révèle que le lac à la Tortue est encore un bon milieu de vie, malgré son eutrophisation. Presque chaque espèce a besoin des eaux tranquilles, peu turbides et de végétation dense pour sa survie : la communauté ichtyenne actuelle y retrouve un milieu de vie idéal.

11 - CONCLUSION

Cette étude visait à statuer sur l'état général du lac et de son bassin versant et à mieux comprendre l'origine des problématiques du lac à la Tortue. Autrefois forestier et agricole, l'environnement autour du lac est devenu urbanisé, entraînant son lot de séquelles écologiques. Le lac est maintenant à un stade eutrophe (très productif), en évolution vers un stade hyper-eutrophe.

Le lac à la Tortue possède une eau qui, en général, est de qualité satisfaisante, ce qui permet la pratique de l'ensemble des activités récréatives. Par contre, la quantité de phosphore dans le lac y est très élevée, ce qui accélère d'ailleurs le processus d'eutrophisation et permet la prolifération de plantes aquatiques comme le myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*). Il est important de noter que dans d'autres plans d'eau, une concentration similaire de phosphore est reliée à un problème de cyanobactéries (algues bleu-vert toxiques) (Blais, 2002); il faudra donc leur porter une attention particulière dans l'avenir.

À cause du contact intime existant entre le lac et la nappe phréatique, cette dernière diffuse ses éléments nutritifs dans le lac. Or, la nappe phréatique contient des concentrations en phosphore très élevées; elle représente donc la source de ce nutriment la plus importante pour le lac. De plus, les sédiments du lac renferment des taux élevés de phosphore. Celui-ci peut se retrouver de nouveau en suspension dans l'eau en grande quantité par diffusion lors de conditions particulières (Søndergaard, 2001). Quant à eux, les tributaires du lac ne semblent pas être une source importante de phosphore, bien qu'ils permettent un apport constant en éléments nutritifs.

Le lac à la Tortue possède une communauté de plantes aquatiques diversifiée dont font partie le myriophylle à épis, l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) et les potamots (*Potamogeton sp.*). La végétation prolifère grâce aux nutriments dans l'eau, mais aussi grâce à ceux contenus dans les sédiments. Heureusement, les nombreuses plantes aident à purifier l'eau du lac et à lui conférer une qualité meilleure en pompant et en emmagasinant les nutriments dissous. Le lac est présentement dominé par les communautés de plantes aquatiques. Cependant, il n'est pas impossible que le lac puisse passer de cet état à celui d'un lac aux eaux turbides dominé par le phytoplancton (dont les cyanobactéries) (Weisner *et al.*, 1997).

Les bandes riveraines du lac aménagées correctement (avec arbres et arbustes) sont, malheureusement, très peu nombreuses autour du lac. Ainsi, la majorité des berges n'offrent pas la protection nécessaire contre le lessivage et le ruissellement des éléments nutritifs. Il n'y a donc pas de filtre entre l'eau de la nappe phréatique et l'eau du lac.

De plus, la communauté benthique du lac à la Tortue est peu abondante, peu diversifiée et les taxons présents sont tolérants à la pollution. Ainsi, puisque aucune espèce intolérante à la pollution n'a été retrouvée, on peut conclure que les sédiments du lac offrent peu d'habitats exempts de toute forme de pollution. La communauté benthique des tributaires est un peu plus diversifiée. Néanmoins, le lac supporte une faune ichtyenne abondante et diversifiée, signe d'un milieu de vie, somme toute, adéquat.

Ainsi, le lac est caractérisé par une très haute productivité qui se traduit, pour l'instant, par une prolifération de plantes aquatiques due aux apports anthropiques élevés de phosphore qui parvient jusqu'au lac. Avec une concentration moyenne aussi élevée de phosphore dans son eau, le lac voit son eutrophisation grandement accélérée par rapport à son évolution naturelle. Il est donc nécessaire d'agir à la source pour permettre au lac à la Tortue de ralentir son évolution et, par le fait même, permettre aux usagers des générations futures d'en profiter pleinement.

12 - RECOMMANDATIONS

Cette section de recommandations est importante afin de guider clairement les populations de Shawinigan, secteur Lac-à-la-Tortue, de Hérouxville et de leurs élus sur les choix à faire et les actions à poser afin d'améliorer l'écosystème du lac. Onze recommandations majeures sont proposées afin d'améliorer plusieurs aspects de la situation au lac à la Tortue, autant au niveau du phosphore que des plantes aquatiques, de la sensibilisation et de l'acquisition de connaissances.

12.1 Diminution des apports en phosphore

- **CRÉATION D'UN BILAN DE PHOSPHORE DÉTAILLÉ POUR LE BASSIN VERSANT DU LAC À LA TORTUE**

Le contrôle du phosphore au lac à la Tortue doit se réaliser à partir d'un bilan de phosphore pour le bassin versant du lac. Un bilan de phosphore permet de déterminer la charge en phosphore du bassin versant, d'origine naturelle et anthropique. Des questionnaires conçus à cet effet devraient être distribués aux gens d'affaires, aux résidents permanents et temporaires (été) du bassin versant. Une personne rejette environ 2 g de phosphore par jour (Roy, comm. pers.), soit un total moyen de 0,8 kg de phosphore par année (Dillon et Rigler, 1975); des informations précises sur le nombre total de résidents sont importantes pour compléter le bilan de phosphore. Aussi, la bathymétrie actuelle du lac, des données de débit à l'exutoire et un carottage des sédiments plusieurs fois par année sont nécessaires pour effectuer le bilan de phosphore. L'exemple du bilan de phosphore réalisé pour le lac Saint-Augustin dans la région de Québec mérite d'être cité (Pilote *et al.*, 2002).

- **IMPLANTATION D'UN RÉSEAU D'ÉGOUTS ET D'UNE STATION D'ÉPURATION DES EAUX**

L'état actuel des connaissances sur l'efficacité des systèmes de traitement des eaux usées résidentielles et/ou commerciales détenues par les autorités municipales sont très déficientes. Il est donc impossible présentement de savoir si les fosses septiques sont conformes au règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées de résidences isolées (c. Q-2, r.8).

De plus, le relief peu accidenté et le niveau élevé de la nappe phréatique font en sorte que les installations septiques présentes permettent la diffusion des nutriments vers la nappe phréatique et le lac. Rappelons que, dans les conditions idéales, une installation septique ne retient que 25 % du phosphore (Alain et Le Rouzès, 1979, dans Pilote *et al.*, 2002) et qu'en moyenne une personne rejette environ 2 g de phosphore par jour (Roy, comm. pers.), soit un total moyen de 0,8 kg de phosphore par année (Dillon et Rigler, 1975).

Par conséquent, l'implantation d'un réseau d'égouts et d'une station d'épuration des eaux usées est primordiale afin de cesser les apports d'azote et de phosphore provenant des résidences et des commerces. Un réseau d'égouts aura l'impact le plus significatif sur la qualité de l'eau du lac. Une alternative au réseau d'égouts est l'installation, par l'ensemble des résidents du bassin versant, de fosses septiques scellées.

- **AMÉNAGEMENT DE BANDES RIVERAINES EFFICACES**

Comme les bandes riveraines existantes sont peu adéquates et peu nombreuses, il serait bon d'aménager de nouvelles bandes riveraines et de réaménager de la bonne façon celles qui ne sont pas efficaces. Une bande riveraine efficace, comportant plusieurs arbres et arbustes, permet de réduire le lessivage des nutriments, de prélever des nutriments dans la nappe phréatique, de retenir la rive et diminuer l'érosion occasionnée par les vagues et de créer une zone d'ombrage pour le lac.

- **CRÉATION DE MARAIS FILTRANTS**

Bien que l'apport en nutriments provenant des fossés et ruisseaux soit beaucoup plus faible que la nappe phréatique, des marais filtrants pourraient aider à diminuer la charge en phosphore qui entre dans le lac. L'aménagement de marais filtrants pourrait être recommandé dans plusieurs fossés et petits ruisseaux du bassin versant du lac à la Tortue. Cela peut être une solution peu coûteuse et esthétique.

12.2 Contrôle de la population de plantes aquatiques

- **POSE DE TOILES DE FOND AUX ENDROITS OÙ LA BAIGNADE EST UNE PRIORITÉ**

L'efficacité des toiles de fond est reconnue afin de lutter localement contre l'envahissement des plantes aquatiques, notamment aux endroits où la baignade est une priorité. Ces toiles doivent être installées dès le mois de mai afin d'augmenter leur efficacité. Il serait intéressant de voir un partenariat s'établir entre voisins afin d'acquérir et d'installer ces toiles vis-à-vis leurs propriétés, car cette technique ne devrait pas être seulement réservée à la plage Idéale.

- **ARRACHAGE À LA MAIN ET FAUCARDAGE DU MYRIOPHYLLE À ÉPIS ET DES AUTRES PLANTES AQUATIQUES DANS DES SECTEURS CLÉS**

Le problème du myriophylle à épis dans le lac à la Tortue est complexe et aucune solution miracle n'existe.

Comme il a été mentionné précédemment dans cette étude, la présence des plantes aquatiques peut être bénéfique dans le contexte actuel où l'on retrouve des concentrations excessives de phosphore dans l'eau et dans les sédiments. L'abondance de la végétation aquatique semble ralentir le développement des cyanobactéries (algues bleu-vert toxiques). Il est donc impensable et non avenu d'éliminer complètement le myriophylle à épis et autres plantes du lac à la Tortue.

Cependant, certaines méthodes sont à envisager afin de contrôler les plantes aquatiques et réduire les inconvénients qu'elles occasionnent aux propriétaires riverains et aux utilisateurs du lac. L'arrachage à la main et l'utilisation d'une faucardeuse demeurent les moyens les plus répandus et les plus efficaces afin de réduire les désagréments causés par les macrophytes aquatiques aux plaisanciers et aux propriétaires riverains.

L'arrachage à la main est efficace pour les endroits peu profonds, accessibles à pied. La faucardeuse permet d'agir sur la couronne de myriophylle (et autres espèces) qui se retrouve en zone plus profonde. La faucardeuse permet de couper les plantes sur une longueur de 1,5 m

environ afin qu'elles n'atteignent pas la surface de l'eau. Elle ramasse aussi les tiges flottantes qui, autrement, se déposent au fond de l'eau (et s'y enracinent) ou sont amenés par les vagues en bordure des terrains. L'appareil doit effectuer ses sorties lors de la saison de croissance de la plante. Les plantes, stimulées par une nouvelle croissance, continueront à puiser les nutriments dans les sédiments. De plus, la fragmentation des plants sera réduite car cette dernière est plus fréquente lorsque la plante rejoint la surface de l'eau.

Il est à noter que la couronne de myriophylle à épis (et autres espèces) ainsi que les secteurs de la baie des Daniel, de la baie près de l'exutoire du lac et de la plage Idéale doivent être priorisés à cause du nombre élevé de plants retrouvés à ces endroits.

12.3 Prévention d'apparition des cyanobactéries

- **ÉTUDE DES COMMUNAUTÉS PHYTOPLANCTONIQUES ET ZOOPLANCTONIQUES DU LAC À LA TORTUE**

Les cyanobactéries sécrètent des toxines dangereuses (par simple contact) pour les humains et les animaux, en plus d'altérer la qualité de l'eau. Habituellement, une grande concentration en phosphore dans l'eau induit une grande quantité de cyanobactéries (fleur d'eau); bien que le taux de phosphore au lac à la Tortue est très élevé (en moyenne 0,3 mg P/l), l'abondance des plantes aquatiques semble contrôler, pour l'instant, leur apparition.

Ainsi, il est primordial d'acquérir plus de connaissances sur les communautés phytoplanctoniques (incluant les cyanobactéries) et zooplanctoniques (qui s'alimentent de phytoplancton) du lac à la Tortue. Une meilleure compréhension de ces communautés permettrait d'ajuster les méthodes de contrôle de la végétation aquatique et de mieux prévoir l'apparition de fleurs d'eau de cyanobactéries.

12.4 Sensibilisation

- **SENSIBILISATION ET ÉDUCATION ACCRUE DE LA POPULATION**

C'est par l'éducation, le partage des connaissances et des expériences personnelles de chacun qu'il sera possible de faire avancer positivement l'état du lac à la Tortue. Une sensibilisation accrue de la population (tous les groupes d'âge) est préconisée pour divers sujets comme l'aménagement de berges, l'écologie du lac, l'importance et les interactions des organismes qui y vivent et les actions à poser pour améliorer la situation. Divers moyens seraient envisageables tels des présentations dans les écoles, des kiosques d'informations dans les festivals, des dépliants à l'intention des résidents du bassin versant, des panneaux d'interprétations près du lac ou autres.

12.5 Diminution du phosphore déjà présent dans les sédiments

- **DRAGAGE ET/OU TRAITEMENT CHIMIQUE DES SÉDIMENTS**

Étant donné que les sédiments du lac contiennent une quantité élevée de phosphore, il serait nécessaire, une fois que l'apport extérieur aura été réduit, de diminuer la quantité de phosphore dans les sédiments par dragage ou par l'ajout d'alun (ou autre traitement chimique). La méthode la plus appropriée pourra être déterminée par le ministère de l'Environnement du Québec, à la suite d'études plus poussées sur la composition des sédiments. Le secteur de la baie des Daniel serait à prioriser. Dans cette baie, la forte présence de végétation aquatique entraîne une décomposition organique élevée qui pourrait favoriser le relargage de phosphore à partir des sédiments en milieu anoxique.

12.6 Acquisition et suivi de connaissances

- **INTÉGRATION DU LAC À LA TORTUE DANS LE RÉSEAU DE SUIVI DES LACS DU QUÉBEC**

Suite à la présente étude, nous avons constaté que le lac est en pleine évolution vers le stade hyper-eutrophe. Il serait donc souhaitable, surtout si des actions visant à faire réduire la concentration de phosphore dans l'eau sont posées, d'assurer un suivi physico-chimique.

La Direction du suivi de l'état de l'environnement du ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec a mis sur pied le réseau de suivi volontaire des lacs du Québec, nous sommes d'avis que le lac à la Tortue devrait y être intégré. C'est un moyen reconnu, efficace et peu coûteux de suivre l'évolution trophique d'un lac.

- **ÉTUDE PALÉOLIMNOLOGIQUE DES SÉDIMENTS DU LAC À LA TORTUE**

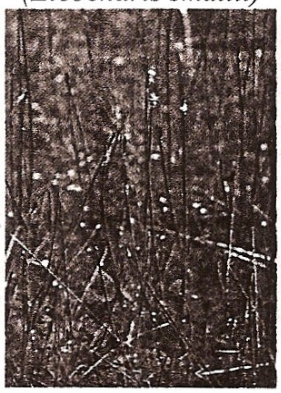
Il est important de connaître la variabilité naturelle de l'écosystème aquatique du lac à la Tortue afin de déterminer l'impact réel des activités humaines sur le lac. Un moyen efficace de faire une reconstitution de la qualité de l'eau à travers le temps est la réalisation d'une étude paléolimnologique des sédiments par l'analyse des diatomés fossiles. Une telle étude permettrait de déterminer l'état du lac à la Tortue avant l'occupation humaine du territoire (le lac était-il oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe?). Cette donnée est importante puisqu'elle nous permettrait de statuer sur le potentiel de récupération du lac.

Annexe 3

Plantes aquatiques, regroupements 1 à 4

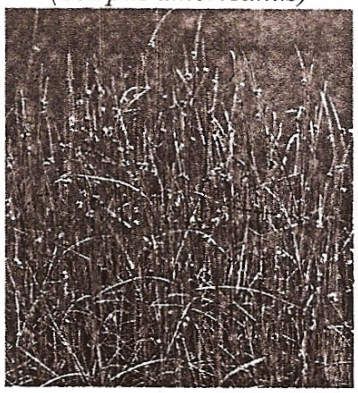
Regroupement 1

Éléocharide de Small
(Eleocharis smallii)



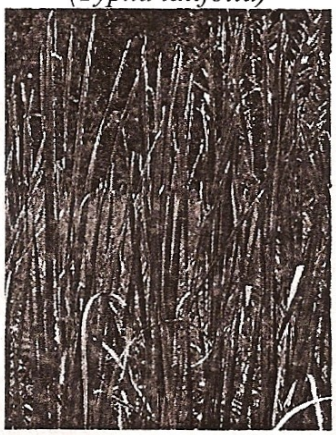
Sagittaire latifoliée
(Sagittaria latifolia)

Scirpe d'Amérique
(Scirpus americanus)



Rubanier émergé
(Sparganium emersum)

Quenouille
(Typha latifolia)

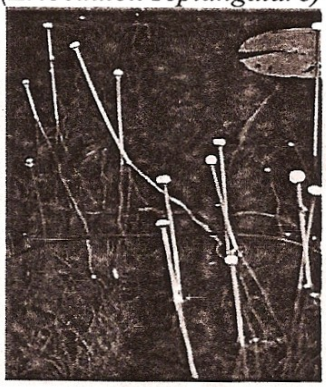


Regroupement 2

Lobélie de Dortmann
(Lobelia dortmanna)

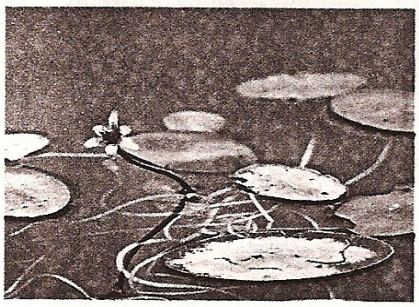
Isoète
(Isoetes sp)

Ériocaulon septangulaire
(Eriocaulon septangulare)



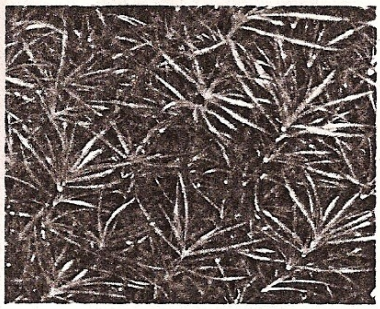
Regroupement 3

Brasénie de Schreber
(Brasenia schreberi)

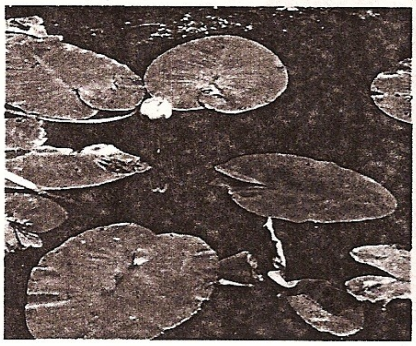


Potamot de Richardson
(Potamogeton richardsonii)

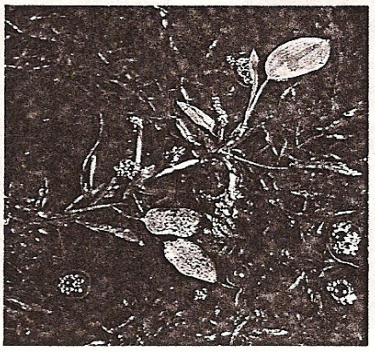
Naïas souple
(Najas flexilis)



Grand nénuphar jaune
(Nuphar variegata)



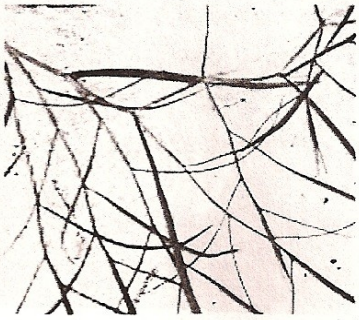
Potamot graminoïde
(Potamogeton gramineus)



Utriculaire vulgaire
(Utricularia vulagaris)

Nymphée odorante
Nympheae odorata)

Potamot nain
(Potamogeton pusillus)



Vallisnérie d'Amérique
(Vallisneria americana)

Regroupement 3 (suite)

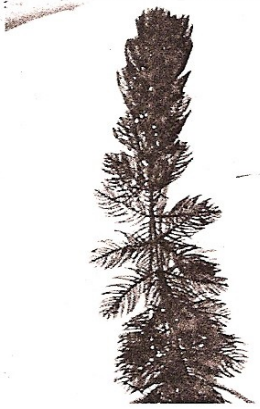
Potamot à larges feuilles
(Potamogeton amplifolius)

Rubanier à feuilles étroites
(Sparganium angustifolium)

Rubanier flottant
(Sparganium fluctuans)

Regroupement 4

Myriophylle à épis
(Myriophyllum spicatum)



Élodée du Canada
(Elodea canadensis)

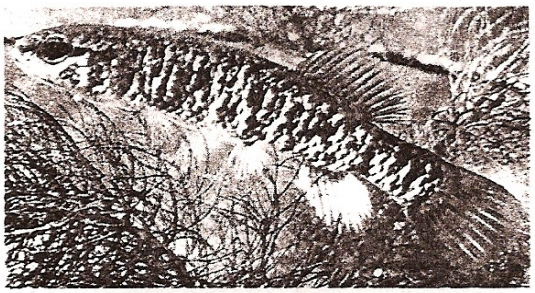
Potamot de robins
(Potamogeton robbinsii)

Annexe 6

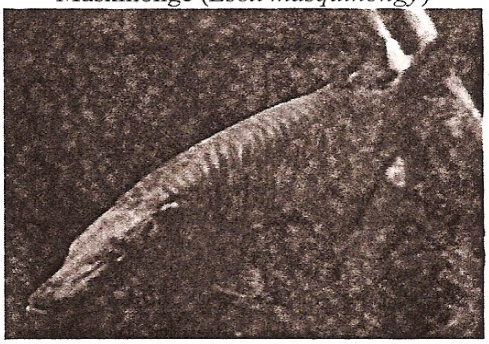
Espèces de poissons présentes au lac à la Tortue

Poissons présents au lac à la Tortue

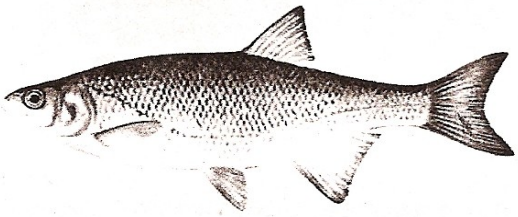
Umbridés
Umbre de vase (*Umbra limi*)



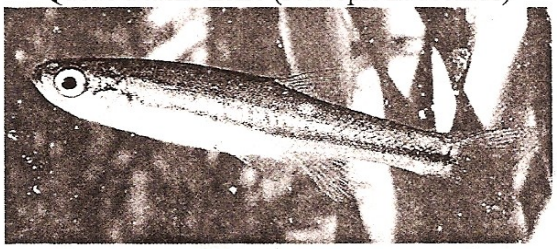
Ésocidés
Maskinongé (*Esox masquinongy*)



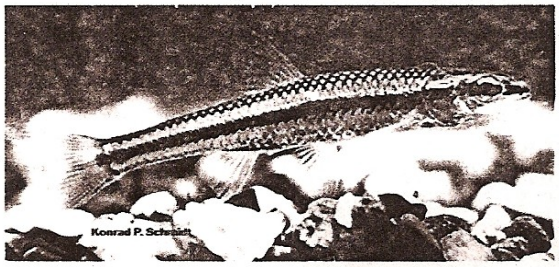
Cyprinidés (ménés)
Méné jaune (*Notemigonus chrysoleucas*)



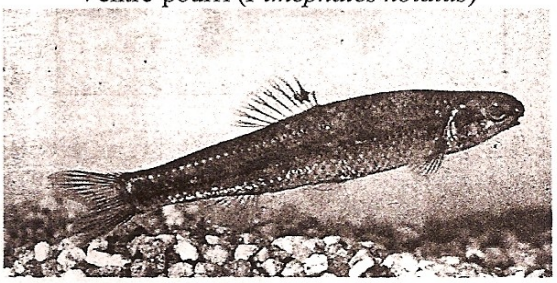
Queue à tache noire (Notropis hudsonius)



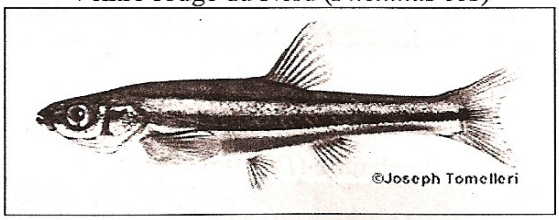
Cyprinidés (ménés)
Museau noir (*Notropis heterolepis*)



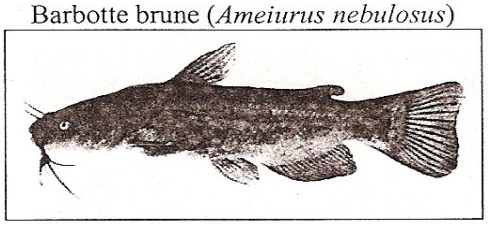
Ventre-pourri (*Pimephales notatus*)



Cyprinidés (ménés)
Ventre-rouge du Nord (*Phoxinus eos*)

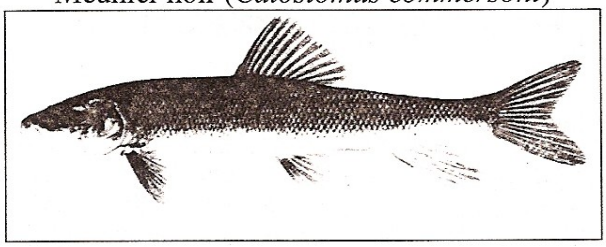


Ictaluridés
Barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*)

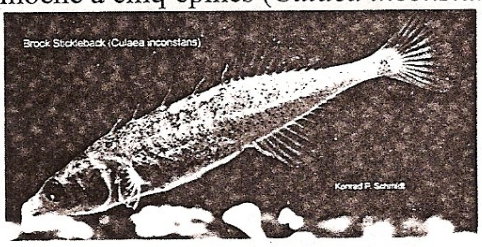


Cyprinodontidés
Fondule barré (*Fundulus diaphanus*)

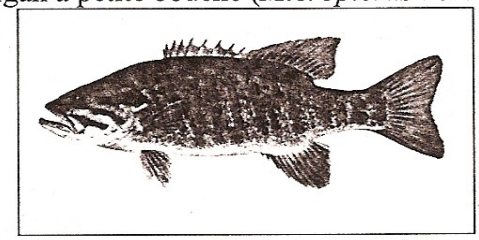
Catostomidés
Meunier noir (*Catostomus commersoni*)



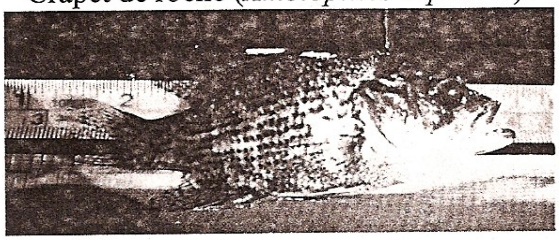
Gastérostéidés
Épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*)



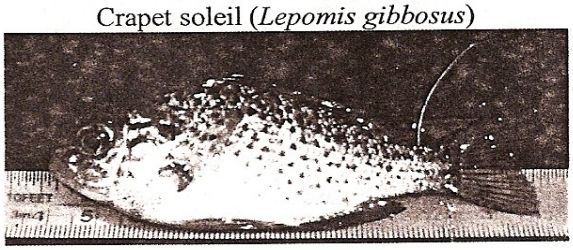
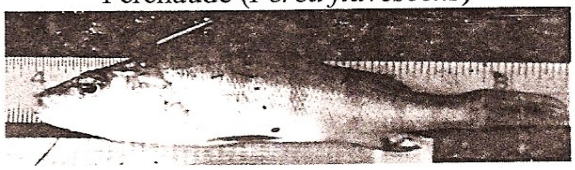
Centrarchidés
Achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*)



Centrarchidés
Crapet de roche (*Ambloplites rupestris*)



Centrarchidés
Crapet soleil (*Lepomis gibbosus*)



Percidés
Perchaude (*Perca flavescens*)