



DIAGNOSE ÉCOLOGIQUE SOMMAIRE DE LACS DU TERRITOIRE DE SAINT-AIMÉ-DES-LACS

**Rapport préliminaire
remis à la
Municipalité de Saint-Aimé-des-Lacs**

1e octobre 2007



Équipe de projet

GRUPE HÉMISPHERES

| | |
|-------------------|------------------------------------|
| Christian Corbeil | Chargé de projet, T.P. |
| Marie-Ève Dion | Biologiste, B.Sc Biol., M.Sc. Env. |
| Daniel Néron | Géographe, M.Sc. |

MUNICIPALITÉ DE SAINT-AIMÉ-DES-LACS

| | |
|--------------|------------|
| Daniel Boies | Inspecteur |
| Tommy | Assistant |

PROPRIÉTAIRES (prêt d'embarcations)

| | |
|----------------|--------------------|
| Jacques Cryans | Lac Rat Musqué |
| Jacques Harvey | Lac Long |
| André Harvey | Lac Brulé |
| René Boiteau | Lac Pied des Monts |

LABORATOIRE D'ANALYSES

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ)

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | MISE EN CONTEXTE ET MANDAT | 1 |
| 2 | MÉTHODOLOGIE | 2 |
| 1.1 | DIAGNOSE ÉCOLOGIQUE SOMMAIRE | 2 |
| 1.1.1 | <i>Morphométrie et hydrologie</i> | 2 |
| 1.1.2 | <i>Analyse physico-chimique</i> | 2 |
| 3 | RÉSULTATS | 3 |
| 1.2 | DESCRIPTION DES LACS À L'ÉTUDE..... | 3 |
| 1.3 | DIAGNOSE ÉCOLOGIQUE SOMMAIRE | 6 |
| 1.3.1 | <i>Caractéristiques morphométriques et hydrologiques</i> | 6 |
| 1.3.2 | <i>Stratification estivale</i> | 7 |
| 1.3.3 | <i>Analyse physico-chimique</i> | 10 |
| 1.3.4 | <i>Relevé bactériologique</i> | 10 |
| 1.3.5 | <i>Niveau trophique</i> | 10 |
| 4 | CONCLUSION | 13 |
| 5 | RECOMMANDATIONS | 14 |
| 6 | RÉFÉRENCES | 16 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1. Données morphométriques des lacs à l'étude | 6 |
| Tableau 2. Données hydrologiques des lacs à l'étude | 7 |
| Tableau 3. Résultats des analyses physico-chimiques | 9 |
| Tableau 4. Résultats des relevés bactériologiques | 10 |
| Tableau 5. Stades d'eutrophisation | 11 |
| Tableau 6. Échelle de Carlson concluant au stade trophique | 12 |
| Tableau 7. Stade trophique des lacs | 12 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1. Localisation des lacs à l'étude | 5 |
| Figure 2. Profil d'oxygène et de température pour les lacs à l'étude..... | 9 |
| Figure 3. Processus naturel et anthropique d'eutrophisation | 11 |

Liste des annexes

| | |
|-----------|-------------------------------------|
| Annexe I | Bassins versants des lacs à l'étude |
| Annexe II | Certificats d'analyses chimiques |

1 MISE EN CONTEXTE ET MANDAT

La municipalité de Saint-Aimé-des-Lacs est reconnue pour la beauté de ses paysages et la qualité de sa villégiature. Le principal lac de la municipalité, le lac Nairne, a fait l'objet de plusieurs études et suivis depuis 2000, après avoir connu une dégradation de la qualité de ses eaux, ce qui a amené la municipalité à prendre différentes mesures afin de ne pas en perdre les différents usages. Par exemple, la caractérisation des installations septiques sur son pourtour a été effectuée dans le but d'amener les propriétaires à les améliorer.

Plusieurs études ont également porté sur la qualité de l'eau du lac Nairne; par contre, peu d'informations sont disponibles sur l'état de santé des autres lacs du territoire de la municipalité. C'est pourquoi les élus ont décidé à l'automne 2006 de mieux documenter, à des fins préventives, les informations sur les lacs Sainte-Marie, Antoine, Brûlé, du Rat Musqué, Long et du Pied des Monts. Peu d'études ont porté sur ces lacs de villégiature, mis à part celles effectuées par le *Programme des lacs* dans les années 1980 sur les lacs Sainte-Marie et Pied des Monts.

C'est dans ce contexte que la municipalité de Saint-Aimé-des-Lacs a retenu les services professionnels de Groupe Hémisphères pour procéder à l'acquisition des connaissances de base essentielles sur ces lacs. L'objectif ultime des travaux proposés est donc de poser un diagnostic approprié sur leur état de santé. L'approche retenue dans le cadre du mandat consiste en une évaluation de la physico-chimie de l'eau, menant à l'évaluation du niveau trophique des plans d'eau, afin de mieux connaître l'état de santé actuel de chacun de ces lacs.

Parallèlement à la présente étude, une caractérisation des installations septiques des propriétés localisées en périphérie de ces lacs a été réalisée à l'été 2007 par Groupe Hémisphères alors qu'un inventaire détaillé de l'état des rives a été effectué par des représentants de la municipalité afin de servir de donnée de base pour la renaturation future des rives.

Le technologue Christian Corbeil est chargé de ce projet, alors que la biologiste Marie-Ève Dion et le biogéographe Daniel Néron ont procédé à l'échantillonnage estival. Le personnel de la municipalité de Saint-Aimé-des-Lacs a contribué au projet, entre autres en fournissant du personnel et une embarcation lors de cette campagne de terrain.

L'essentiel des informations environnementales recueillies dans le cadre des travaux est colligé dans le présent rapport. Celui-ci comprend d'abord la méthodologie des travaux, l'ensemble des résultats obtenus pour chacun des volets de l'étude, puis les conclusions et les recommandations.

2 MÉTHODOLOGIE

1.1 Diagnose écologique sommaire

1.1.1 Morphométrie et hydrologie

L'examen des documents cartographiques a permis de calculer les caractéristiques morphométriques observées de chacun des lacs (superficie, volume d'eau, indice de volume, longueur et largeur maximales, profondeur maximale moyenne). Cette première étape avait également pour but d'évaluer la profondeur moyenne et le module annuel (volume d'eau) associé à chacun des lacs, lesquels permettront de quantifier leur temps de renouvellement respectif, une valeur essentielle à leur évaluation. Seule la bathymétrie du lac Pied des Monts était disponible, ce qui a permis d'en calculer la profondeur moyenne de façon précise à l'aide la formule de Simpson et des isobathes de la carte. La profondeur moyenne des autres lacs a été estimée selon les observations faites sur le terrain, puisque ce mandat ne comprenait pas la mesure du profil de ces lacs.

1.1.2 Analyse physico-chimique

Il a été jugé pertinent de mesurer un certain nombre de paramètres menant à l'évaluation du niveau trophique, afin d'intégrer l'état de santé actuel des lacs. La période automnale (ou printanière) est généralement associée à l'isothermie (homogénéité) de la colonne d'eau, appelée communément la période de brassage, tandis qu'à l'été nous sommes en présence d'un gradient de température dans la colonne d'eau appelé stratification thermique. Le relevé en été permet d'évaluer le niveau trophique d'un lac à l'aide de l'échelle de Carlson.

En limnologie, le point le plus profond du lac sert, de manière standard, de lieu d'échantillonnage des paramètres physicochimiques de l'eau parce que les résultats de la collecte y sont davantage représentatifs de l'ensemble du lac, que cela constitue une procédure standard et permet dès lors des comparaisons d'un plan d'eau à un autre.

Les paramètres physicochimiques ont été prélevés à un demi-mètre sous la surface de chaque lac. Les prélèvements pour la mesure du phosphore total (PT) ont quant à eux été effectués selon la méthode standard à trois reprises au point le plus profond du lac. Pour chaque lac, trois échantillons ont été prélevés pour l'analyse des coliformes fécaux, soit à l'embouchure du tributaire principal, au centre du lac et à l'émissaire. Tous les échantillons prélevés étaient expédiés de façon conforme aux normes reconnues dans un délai de 48 heures suivant leur prélèvement au centre d'expertise en analyse environnemental de Québec. Les prélèvements ont été effectués les 14 et 15 août 2007.

Certaines mesures ont été réalisées *in situ*. La mesure de l'oxygène dissous et de la température a été réalisée sur l'ensemble de la colonne d'eau au point le plus profond du lac en utilisant un oxymètre calibré sur place de marque *YSI* (modèle 51B). Une sonde de mesure de marque *Hanna* a permis d'évaluer le potentiel hydrogène (pH) et la conductivité spécifique. Finalement, le disque de *Secchi* a servi à mesurer la transparence du lac, en mètre. Il s'agit d'un disque de 20 centimètres peint en noir et blanc que l'on immerge à partir de la surface jusqu'à sa disparition.

3 RÉSULTATS

Cette section présente l'ensemble des résultats, ainsi que l'interprétation des données obtenues des différents relevés réalisés sur les lacs à l'étude. Les cinq principaux lacs de villégiature ont fait l'objet d'une caractérisation physicochimique. Pour ce qui est du lac Antoine, seules les mesures *in situ* ont été prises.

1.2 Description des lacs à l'étude

Les lacs à l'étude sont tous localisés sur le territoire de St-Aimé-des-Lacs et se déversent dans le grand bassin versant de la rivière Malbaie. D'est en ouest, les lacs sont : Sainte-Marie, Antoine, Brûlé, du Rat Musqué, Long et Pied des Monts, tel que localisé sur la figure 1. La pêche à la truite mouchetée est pratiquée sur tous les lacs à l'étude, sauf le lac Antoine. Les moteurs à essences sont interdits sur tous les lacs, mis à part sur le lac Pied des Monts. Les lacs sont situés à une altitude variant de 250 à 300 mètres selon les lacs.

Le **lac Sainte-Marie est** un lac de tête et sert de prise d'eau potable pour la municipalité; les eaux du lac sont d'ailleurs interdites à la conduite de bateaux à moteur depuis 1991. Des sources et au moins trois tributaires alimentent ce lac; son exutoire se déverse dans la Décharge du lac Nairne. La partie ouest du lac est marécageuse et la pente du littoral sur tout le pourtour du lac est peu prononcée, ce qui favorise la prolifération de la végétation.

Près d'une centaine de résidences se trouvent dans son bassin versant, dont une quarantaine, surtout saisonnières, se retrouvent au nord et ne sont pas raccordées au réseau d'égout de la municipalité; ce réseau collecte plusieurs résidences le long du chemin principal, au sud du lac alors que quelques autres résidences isolées se trouvent à l'extrémité est de la rue Principale et le long de la route 138. Le lac Sainte-Marie a déjà fait l'objet d'une étude dans le cadre du Programme des lacs (Labelle, 1991) L'étude a montré que l'équilibre du lac était fragile, notamment en raison de rives en grande partie ornementales.

Le **lac Antoine** est un petit lac de tête très peu profond, qui se déverse aussi dans la Décharge du lac Nairne. Seule une résidence est présente sur ses rives, lesquelles sont à moitié à caractère naturel alors que l'autre moitié est en régénération.

Le **lac Brûlé** est aussi un lac de tête, et fait partie du grand bassin versant du lac Nairne. Il n'y a pas de tributaire à ce lac, lequel est alimenté par des sources. Une quinzaine de résidences saisonnières occupent surtout la rive est du lac.

Le **lac du Rat Musqué** est un lac de tête alimenté par des ruisseaux de faible importance. Son tributaire se jette dans la Décharge du lac Long. Une quinzaine de résidences, dont deux habitées de façon permanente, occupent surtout la rive nord du lac. La rive sud est à caractère naturel.

Le **lac Long** est alimenté par deux tributaires, dont le principal est issu d'un petit lac, le lac Guay. L'émissaire, appelé Décharge du lac Long, se déverse dans la rivière Malbaie. Près de 40 propriétés occupent ses rives, dont une dizaine habitées à l'année.

Le lac **Pied des Monts** est le deuxième plus important lac sur le territoire de la municipalité. Trois petits lacs se trouvent en amont dans son bassin versant, soit les lacs de l'Arrache-Cou, du Tonnerre et des Bonnes Gens. Un barrage est localisé à l'exutoire dans le but de régulariser le débit. L'exutoire, appelé Ruisseau du Pied des Monts, se déverse dans la rivière Malbaie. Près de 65 résidences, dont environ une dizaine habitées à l'année, se trouvent en périphérie du lac.

Près de la moitié des rives de ce lac sont à l'état naturel en raison de la topographie accidentée du côté nord du lac. Une mine de mica a été exploitée au début du 20^e siècle près du lac, lequel est aussi appelé

lac de la Mine. Une étude sur la caractérisation des installations septiques du lac Pied des Monts a déjà été réalisée en 1983 de même qu'une caractérisation des rives en 1989 (Fapel, 1983; 1989).

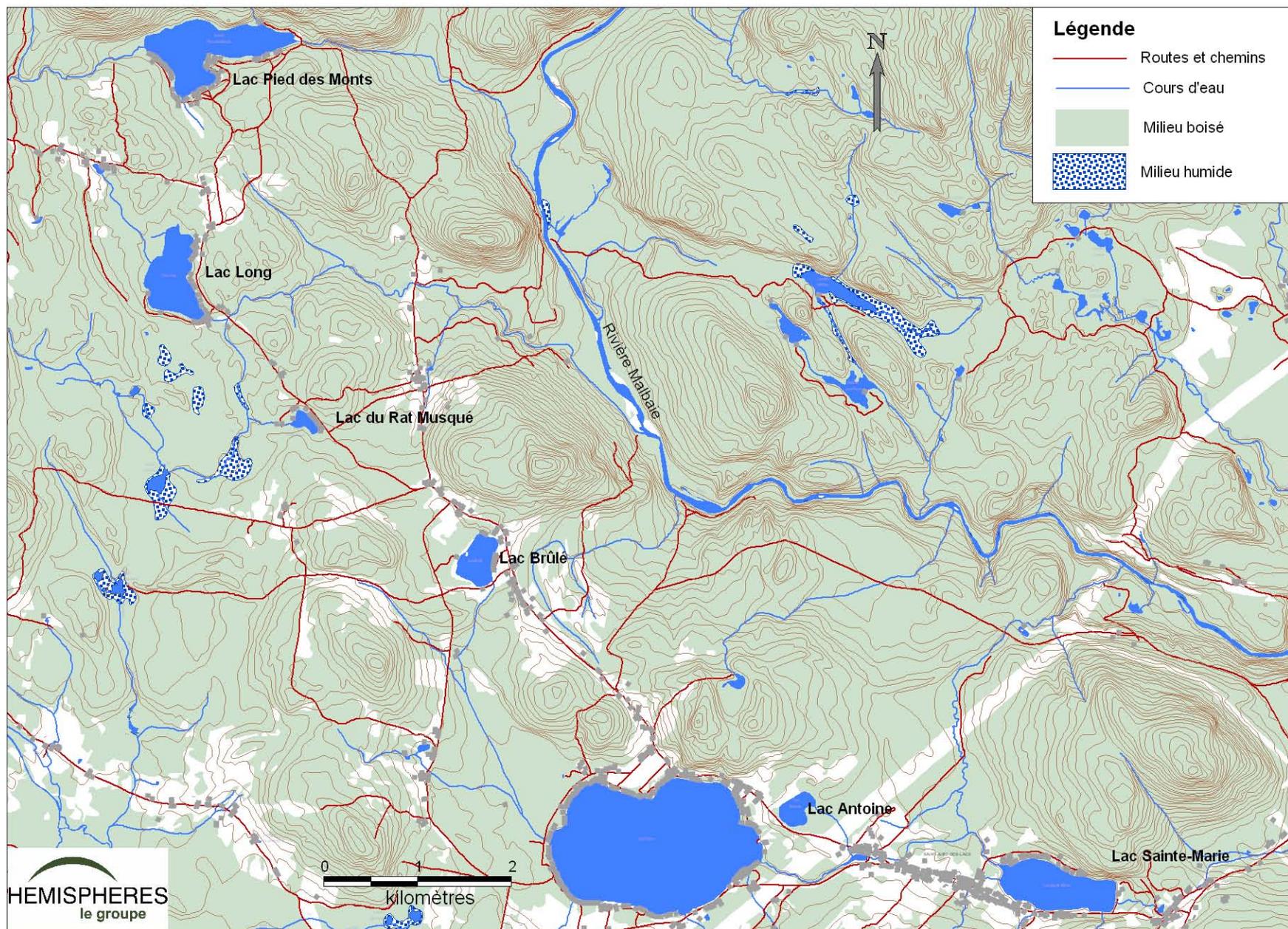


Figure 1. Localisation des lacs à l'étude

1.3 Diagnostic écologique sommaire

1.3.1 Caractéristiques morphométriques et hydrologiques

Les données du périmètre ou de la profondeur moyenne sont des données morphométriques simples, qui renseignent grandement sur l'évolution passée et future d'un lac. Le tableau 1 rassemble les caractéristiques morphométriques mesurées sur les lacs.

La profondeur maximale des lacs à l'étude est relativement faible, le lac du Pied des Monts étant le plus profond à cause du profil abrupt de son littoral. Sauf pour celui-ci, la profondeur moyenne s'avère également assez faible.

L'indice de développement des rives est le rapport du périmètre du lac sur le périmètre d'un lac de forme circulaire ayant la même superficie. La forme découpée des rives des lacs fait grimper l'indice de développement des rives à une valeur élevée. Cette particularité a pour conséquence qu'un plus grand nombre de résidences peut théoriquement occuper la rive à comparer à un plan d'eau circulaire de même superficie (un indice de 1 représente une forme circulaire). Il est donc davantage vulnérable à la qualité de son aménagement riverain. Tous les lacs ont un indice de développement des rives peu élevé. Le lac Pied des Monts est celui ayant la valeur la plus élevée, à cause de sa forme plus irrégulière.

Tableau 1. Données morphométriques des lacs à l'étude

| Lac | Prof. moy.* Z (m) | Prof. max. Z _{max} (m) | Longueur maximum (km) | Aire du lac A ₀ (ha) | Périmètre (km) | Indice de développement des rives |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------|---|
| Sainte-Marie | 1,25 | 3,0 | 1,40 | 48,5 | 3,19 | 1,3 |
| Antoine | 0,30 | 0,3 | 0,40 | 9,3 | 1,28 | 1,2 |
| Brûlé | 1,00 | 1,8 | 0,55 | 16,5 | 1,70 | 1,2 |
| Rat Musqué | 1,50 | 6,0 | 0,30 | 4,0 | 0,89 | 1,3 |
| Long | 2,00 | 8,5 | 1,00 | 37,8 | 2,90 | 1,3 |
| Pied des Monts | 9,22 | 22,7 | 1,70 | 62,4 | 4,60 | 1,6 |

* Une valeur approximative a été utilisée, sauf pour le lac Pied des Monts

Une notion essentielle dans l'étude de l'hydrologie des lacs est celle du bassin versant. Cette aire est délimitée par l'ensemble des sommets où se partage l'écoulement des eaux vers la cuvette du lac, c'est-à-dire l'ensemble du territoire qui recueille les eaux de précipitations et les dirige vers le lac. Cette subdivision naturelle du territoire permet de délimiter physiquement le domaine des interactions, des interférences et des utilisations qui peuvent modifier la ressource eau en différents points du bassin et éventuellement celle du lac. Le tableau 2 montre les caractéristiques hydrologiques des lacs. Le bassin versant de chacun des lacs est présenté sur les cartes à l'annexe I. Mentionnons que ces limites de bassin versant sont approximatives, puisqu'il est difficile de tracer une ligne de partage des eaux précise dans de tels milieux; de plus, aucune validation de terrain n'appuie notre interprétation cartographique.

Le module annuel des lacs a été estimé à partir d'un débit spécifique moyen annuel de 25 litres par seconde par kilomètre carré, selon la carte des débits spécifiques moyens du Service d'hydrométrie du MDDEP (1980).

Le *temps de renouvellement* correspond au temps nécessaire pour que toute l'eau d'un lac soit renouvelée. C'est un bon indicateur de la santé d'un lac. Les lacs ont un temps de renouvellement très

court, car ils sont peu profonds ou reçoivent un apport d'eau externe important par rapport à la dimension de leur bassin versant. Certains processus sont limités dans ces lacs, comme la sédimentation des particules, particulièrement du phosphore (Pourriot et Meybeck, 1995). Encore là, le lac du Pied des Monts se distingue avec un temps de renouvellement (5 mois) plus élevé, mais loin de la moyenne des lacs québécois (18 mois).

Tableau 2. Données hydrologiques des lacs à l'étude

| Lac | Volume d'eau* (m ³) | Sous-bassin** (km ²) | Module annuel (m ³ /an) | Renouvellement τ (jour) |
|----------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Sainte-Marie | 606 250 | 6,280 | 4 955 000 | 45 |
| Antoine | 27 900 | 4,068 | 3 209 000 | 3 |
| Brûlé | 165 000 | 1,670 | 1 318 000 | 46 |
| Rat Musqué | 60 000 | 0,870 | 686 000 | 32 |
| Long | 756 000 | 3,850 | 3 037 000 | 91 |
| Pied des Monts | 6 185 197 | 19,640 | 15 495 000 | 146 |

* Mesuré à partir de la profondeur moyenne estimée, sauf pour le lac Pied des Monts

** Superficie du bassin exclusif au lac

1.3.2 Stratification estivale

La stratification thermique est un phénomène physique naturel qui se produit dans la majorité des lacs du Québec. La stratification est plus prononcée durant la saison estivale. Lorsque la stratification est observée, le phénomène entraîne la formation de deux couches d'eau qui se mélangent difficilement. Cette brusque séparation s'appelle la thermocline. Elle correspond à la séparation entre deux masses d'eau, de température, de chimie et de densité différentes, et qui se sont bâties au cours de l'été. Ainsi, la couche du fond évolue quasiment en circuit fermé et souffre parfois d'un déficit en oxygène, car les micro-organismes s'en servent pour la dégradation, alors que l'oxygène de la surface n'est pas disponible pour l'eau en profondeur.

L'importance de ce déficit en oxygène est proportionnelle à la productivité réelle du lac. En effet, ce sont les micro-organismes des sédiments, qui utilisent l'oxygène pour la dégradation de la matière organique, qui sont à l'origine de cette carence. Cette activité biologique contribue donc en partie à diviser le lac en deux masses d'eau distinctes durant la période estivale. Sous nos latitudes, les lacs connaissent heureusement deux périodes de mélange complet (phénomène appelé *turnover*), lorsque la température de l'eau atteint uniformément quatre degrés au printemps et à l'automne.

La température et l'oxygène dissous ont fait l'objet d'un relevé sur l'ensemble de la colonne d'eau au point le plus profond de chacun des lacs. La figure 2 présente les résultats obtenus pour chacun des lacs à l'étude.

Pour trois des lacs, soit les lacs Sainte-Marie, Antoine et Brûlé, il n'y a pas de stratification thermique, la baisse de température observée n'étant pas significative. Il n'y a pas non plus de déficit d'oxygène dans la colonne d'eau. La faible profondeur des lacs amène un brassage fréquent de la colonne d'eau, par exemple lors d'épisode de vents forts ou moyens. Les lacs du Rat Musqué et Long sont pour leur part

stratifiés. De plus, il y a un important déficit en oxygène en profondeur. Les concentrations en oxygène avoisinent le 0 mg/L dans le dernier mètre. Une concentration de moins de 5 mg/l d'oxygène dissous dans la fosse du lac limite la survie des poissons à cette profondeur. Enfin, le lac Pied des Monts est stratifié, mais il n'y a pas de déficit en oxygène en profondeur, ce qui signifie que la consommation d'oxygène dans les couches profondes (hypolimnion) est des plus faible (Legendre et coll., 1980) et que les poissons peuvent habiter toutes les profondeurs.

1.3.3 Analyse physico-chimique

Le tableau 3 présente les résultats obtenus pour les différents paramètres physico-chimiques échantillonnés. Les normes canadienne et québécoise sont aussi citées, ainsi que la moyenne régionale. Les copies des certificats d'analyses chimiques sont présentées à l'annexe II.

La **transparence** de l'eau mesurée à l'aide d'un disque de *Secchi* est une des mesures les plus universelles utilisées en limnologie. Ce simple appareil intègre plusieurs facteurs que sont la turbidité, la couleur de l'eau ainsi que la quantité d'organismes planctoniques en suspension. Les lacs à l'étude ont une transparence variable. Pour les lacs Sainte-Marie et Antoine, il n'a pas été possible de déterminer la transparence, car le disque était visible jusqu'à la profondeur maximale. Le lac Pied des Monts a une transparence qui correspond à celle d'un lac oligotrophe (jeune) selon l'échelle de Carlson, alors que les trois autres lacs seraient des lacs mésotrophes.

Le **pH** est une échelle logarithmique d'acidité qui s'étend de 1 à 14, où la valeur de 7 correspond à la neutralité. En général, le pH des eaux naturelles se situe entre 6 et 9. Le dioxyde de carbone (CO_2) de l'air et les acides humiques abaissent le pH d'un plan d'eau, de même que les pluies acides. Inversement, le phytoplancton du lac, composé des algues unicellulaires, contribuera à hausser le pH durant le jour (jusqu'à 9), car les plantes consomment le CO_2 pour la photosynthèse. La nuit, le lac retrouvera un équilibre. Les pH obtenus sont tous basiques et supérieurs à la moyenne régionale. Des données de pH ont été prises en 2006 pour tous les lacs, sauf le lac Antoine. Les données obtenues l'an dernier sont similaires à celles que nous avons obtenues, quoique les valeurs fussent légèrement plus basiques.

La **conductivité** évalue l'abondance des sels minéraux dissous dans l'eau. L'eau pure en contient très peu et conduit donc très peu l'électricité. L'eau douce a une valeur inférieure à 200 $\mu\text{mhos/cm}$, alors qu'une eau minérale (dure) a une valeur de 1000 $\mu\text{mhos/cm}$. Le lac Sainte-Marie a une valeur supérieure à 200 $\mu\text{mhos/cm}$, elle n'est donc pas considérée comme de l'eau douce. Cette conductivité élevée est possiblement due à l'utilisation de sels déglaçants dans son bassin versant sur la rue Principale et la route 138. L'analyse des chlorures dans ce lac permettrait de confirmer cette hypothèse. Les cinq autres lacs ont des valeurs normales pour la région qui permettent de les classer comme de l'eau douce.

Le **phosphore** est un élément rare dans la biosphère et il est le facteur limitant dans la plupart des écosystèmes. En milieu naturel, le bassin versant fournit peu de phosphore. Une partie du phosphore qui se retrouve dans un lac est assimilé par les plantes aquatiques, alors que le reste se fixe dans les sédiments. La remise en circulation du phosphate des sédiments à la colonne d'eau fait partie du cycle du phosphore, surtout dans les lacs peu profonds, à cause de l'effet du vent. Aussi, en période d'anoxie (manque d'oxygène) ou lorsque les apports externes sont faibles, le relargage du phosphore est la principale source du lac.

Les valeurs de **phosphore total** (PT) obtenues sur les cinq lacs échantillonnés sont toutes sous la barre du 20 $\mu\text{g/L}$, soit sous la valeur du critère québécois de non-dépassement pour la protection de la vie aquatique. Ce critère vise à limiter l'eutrophisation. Les valeurs moyennes pour les 5 lacs sont : lac Sainte-Marie, 8,7 $\mu\text{g/L}$; lac Brûlé, 10,5 $\mu\text{g/L}$; lac du Rat Musqué, 11,3 $\mu\text{g/L}$; lac Long, 9,2 $\mu\text{g/L}$; lac Pied des Monts, 3,0 $\mu\text{g/L}$.

La **chlorophylle α** est ce pigment qui donne une couleur verte aux plantes. Cette valeur permet de préciser la productivité du lac et de mieux discriminer la partie biologique influençant la transparence. La biomasse chlorophyllienne, composée du phytoplancton ou algue microscopique, est très basse pour les cinq lacs.

Tableau 3. Résultats des analyses physico-chimiques

| Paramètres | Méthode | Résultats | | | | | | Critères et valeurs attendues | | |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------|--|---|-----------------------------------|
| | | Sainte-Marie | Antoine | Brûlé | Rat Musqué | Long | Pied des Monts |  CCME |  MDDEP | Moyenne de la région ¹ |
| Température (°C) | Sonde Hanna | 21,0 | 18,3 | 19,1 | 21,0 | 20,5 | 21,0 | - | - | n.a. |
| Transparence (m) | Disque de Secchi | 3,0 ² | 0,3 ² | 1,75 ² | 1,85 | 2,95 | 5,0 | - | - | 4,48 |
| pH | Sonde Hanna | 8,2 | 7,3 | 7,3 | 7,2 | 7,3 | 7,5 | 6,5 – 9,0 | 5,0 – 9,5 | 6,28 |
| Conductivité (µmhos/cm) | Sonde Hanna | 260 | 90 | 37 | 55 | 40 | 26 | - | - | 34,57 |
| Chlorophylle α | Laboratoire | 1,2 | - | 1,7 | 1,1 | 2,1 | 1,3 | - | - | 9,41 |
| Phosphore total (µg/L) | Laboratoire | 8,3 8,9 8,9 | - | 8,6 8,0 15 | 13 9,8 11 | 6,3 8,3 13 | 2,9 3,0 3,1 | | augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration naturelle du lac sans dépasser 10 ou 20 µg/L | 20 |

¹ Legendre *et coll.* (1980)

² Le disque est visible jusqu'à la profondeur maximale.

 Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement du CCME

 Critères de qualité de l'eau de surface au Québec du MDDEP

1.3.4 Relevé bactériologique

Une quantité élevée de micro-organismes dans l'eau d'un lac signifie l'existence d'une contamination dont il faut trouver la source. Le niveau de la contamination est déterminé entre autres en dénombrant les *coliformes totaux*. Dans les eaux brutes, la quantité de coliformes constitue un indicateur de probabilité de la présence de bactéries pathogènes.

Les résultats d'une analyse bactériologique doivent être interprétés de façon prudente, car ils peuvent varier selon les conditions ponctuelles de l'échantillonnage. Un mauvais résultat à un endroit ne signifie pas nécessairement que le riverain à proximité soit fautif. De plus, il faut une proportion élevée de mauvais résultats pour que l'eau du lac soit considérée de mauvaise qualité. Les résultats des relevés bactériologiques sont présentés au tableau 4.

La limite pour la baignade est 200UFC/100mL. Les lacs étaient donc tous sous le seuil d'acceptabilité pour la baignade au moment du relevé.

Tableau 4. Résultats des relevés bactériologiques

| Localisation de l'échantillon | Méthode | Résultats | | | | | |
|-------------------------------|-------------|----------------------|---------|----------------|------------|------|----------------|
| | | Sainte-Marie | Antoine | Brûlé | Rat Musqué | Long | Pied des Monts |
| Tributaire | Laboratoire | 2 20 ¹ | n.d. | - ² | 10 | 44 | 2 |
| Centre du lac | | <2 | n.d. | 8 | 2 | 20 | 2 |
| Exutoire | | 68 | n.d. | 20 | 140 | 5 | 5 |

¹ Des échantillons ont été pris aux deux principaux tributaires

² Il n'y a pas de tributaire dans ce lac.

1.3.5 Niveau trophique

Les lacs ont une durée de vie limitée et, comme les espèces vivantes, ils sont voués à plus ou moins brève échéance à cesser d'exister. Durant la vie d'un lac, sa flore et sa faune évoluent en parallèle avec la diminution de la profondeur moyenne. La raison d'un tel bouleversement s'explique du fait que la productivité biologique est de beaucoup supérieure en eau peu profonde et également en milieu aqueux riche en matières nutritives. Ainsi, après plusieurs milliers d'années, les lacs deviennent marécageux. Ce phénomène est irréversible. Il existe plusieurs stades de vieillissement et les principaux facteurs sont les conditions du bassin versant, le climat, la géologie et la biologie. Le processus entier s'appelle « eutrophisation » et comprend trois principaux stades (tableau 5) :

Tableau 5. Stades d'eutrophisation

| Niveau | Âge | Description |
|-------------|-------|--|
| Oligotrophe | Jeune | Pauvre en éléments nutritifs. Flore réduite. Oxygène dissous dans toute la masse d'eau. |
| Mésotrophe | Moyen | Enrichissement en matière organique. Déficit relatif en oxygène. Transparence entre 4 et 1 mètre. |
| Eutrophe | Vieux | Non transparent (<1m). Riche en éléments nutritifs. Déficit fréquent en oxygène. Algues microscopiques et filamenteuses. Prolifération des plantes aquatiques. |

Malgré le fait que nos lacs sont nés de l'action des glaciers, il y a neuf à douze mille ans, beaucoup sont demeurés dans un état oligotrophe, c'est-à-dire relativement jeune. Aussi, il existe davantage de lacs anormalement vieilliss près des communautés humaines dû à l'apport excessif de substances nutritives (eaux usées, engrais, érosion) ou de l'artificialisation des rives et de l'encadrement forestier. De ces substances nutritives, les composés phosphorés et azotés sont généralement considérés comme tenant le rôle-chef dans l'eutrophisation dite « culturelle » (figure 3).

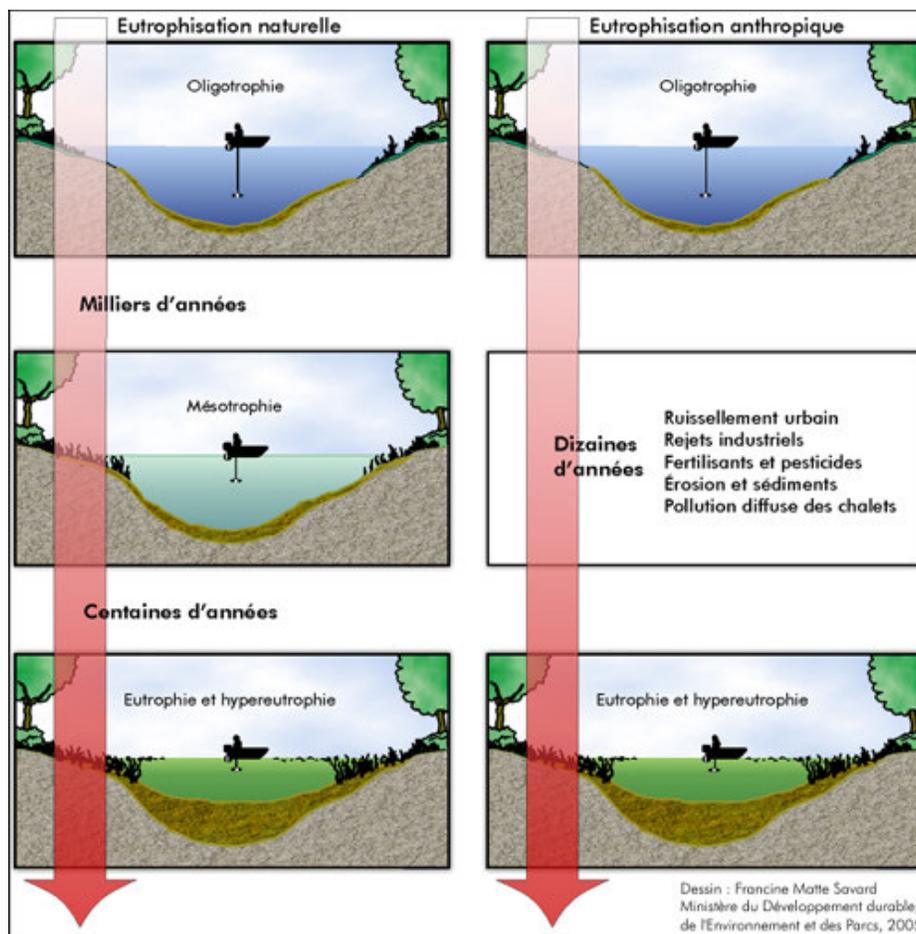


Figure 3. Processus naturel et anthropique d'eutrophisation

L'échelle de Carlson (1977) est un modèle mathématique basé sur trois variables mesurées en surface du lac, soit la transparence, la biomasse phytoplanctonique (chlorophylle α) et la concentration du phosphore total. Chacune de ces variables fournit ses propres conclusions sur une même échelle trophique et sont donc de bons indicateurs du concept plus large du stade trophique. Le tableau 6 présente les valeurs des différentes variables mesurées par Carlson pour évaluer l'indice trophique, alors que le tableau 7 présente l'indice ainsi obtenu pour les lacs à l'étude.

Tableau 6. Échelle de Carlson concluant au stade trophique

| Stade trophique | Indice TSI | Transparence (m) | Phosphore total ($\mu\text{g/L}$) | Chlorophylle α ($\mu\text{g/L}$) |
|-----------------|------------|------------------|-------------------------------------|---|
| oligotrophe | 0 | 64 | 0,75 | 0,04 |
| oligotrophe | 10 | 32 | 1,5 | 0,12 |
| oligotrophe | 20 | 16 | 3 | 0,34 |
| oligotrophe | 30 | 8 | 6 | 0,94 |
| mésotrophe | 40 | 4 | 12 | 2,6 |
| mésotrophe | 50 | 2 | 24 | 6,4 |
| eutrophe | 60 | 1 | 48 | 20 |
| eutrophe | 70 | 0,5 | 96 | 56 |
| eutrophe | 80 | 0,25 | 192 | 154 |
| eutrophe | 90 | 0,12 | 384 | 427 |
| eutrophe | 100 | 0,062 | 768 | 1183 |

Selon Carlson, les indices servent d'indicateurs d'un niveau trophique, mais les paramètres induisent une certaine variabilité selon la période mesurée. Ainsi, l'indice de la chlorophylle α donne un résultat plus près de la réalité pendant la période de productivité maximale (été), alors que le phosphore est habituellement un meilleur indicateur au printemps et à l'automne. Voici un exemple d'interprétation pour le lac Brûlé : puisque la valeur moyenne de transparence est de 1,7 mètre, un indice de 53 est attribué pour ce paramètre. La moyenne de trois indices indique 42, une position plus près du stade mésotrophe. Pour le lac Sainte-Marie, la profondeur maximale a été utilisée pour la transparence, puisque cette dernière n'avait pu être mesurée.

Tableau 7. Stade trophique des lacs

| Paramètres | Classification trophique | | | | |
|---|----------------------------------|------------|------------|----------------------------------|----------------|
| | Sainte-Marie | Brûlé | Rat Musqué | Long | Pied des Monts |
| Transparence | 45 | 53 | 59 | 45 | 37 |
| chlorophylle α | 32 | 36 | 32 | 38 | 33 |
| Phosphore total | 34 | 36 | 38 | 35 | 20 |
| Interprétation selon l'échelle de Carlson | Charnière oligotrophe-mésotrophe | mésotrophe | mésotrophe | Charnière oligotrophe-mésotrophe | Oligotrophe |

4 CONCLUSION

La municipalité de Saint-Aimé-des-Lacs a retenu les services professionnels du Groupe Hémisphères, afin de poser un diagnostic approprié sur l'état de santé des lacs Sainte-Marie, Brûlé, du Rat Musqué, Long et du Pied des Monts. Certaines données ont aussi été prises pour le lac Antoine.

Une diagnose écologique sommaire a été effectuée pour cinq des lacs de la municipalité. Les résultats obtenus pour chacun des lacs sont résumés ci-dessus.

Le lac **Sainte-Marie** est un lac peu profond. La température est constante dans la colonne d'eau et l'oxygène est présent jusqu'au fond. Selon les données obtenues, il serait classé comme un lac oligotrophe, mais à la limite du stade mésotrophe. Il est possible qu'il soit contaminé aux chlorures, vu la valeur de conductivité élevée. L'étude effectuée au lac Sainte-Marie en 1991 montrait déjà que l'équilibre du lac était fragile.

Le lac **Antoine** n'a pas fait l'objet d'une diagnose écologique, mais quelques données ont été prises. C'est un petit lac et la profondeur moyenne y est très faible, environ 30 centimètres. Vu la faible profondeur, l'oxygène est présent dans toute la colonne d'eau.

Le lac **Brûlé** est le troisième plus petit lac. Il n'est pas stratifié et l'oxygène est présent dans toute la colonne d'eau. Les résultats montrent cependant qu'il est un lac mésotrophe, avec des valeurs de phosphore dépassant les 10 µg/L.

Le lac du **Rat Musqué** est le plus petit des six lacs. Il est stratifié, mais il y a un manque important d'oxygène en profondeur, ce qui limite la qualité de l'habitat pour le poisson. Il est considéré comme un lac mésotrophe, avec des valeurs de phosphore dépassant les 10 µg/L.

Le lac **Long** est stratifié, mais il y a un manque important d'oxygène en profondeur, ce qui limite la qualité de l'habitat pour le poisson. Il est cependant classé comme un lac oligotrophe, mais à la limite du stade mésotrophe.

Le lac du **Pied des Monts** est le plus grand et le plus profond des lacs à l'étude, mais également le plus en santé. Il est stratifié et il y a de l'oxygène dans toute la colonne d'eau. Il est classé comme un lac oligotrophe.

Somme toute, l'état de santé des lacs étudiés est généralement bon, bien que certains signes soient préoccupants (transparence faible et manque d'oxygène dans les lacs Rat Musqué et Long; stade mésotrophe pour les lacs Brulé et Rat Musqué). Un temps de renouvellement des eaux des lacs extrêmement rapide permet possiblement aux plans d'eau une faible capacité de rétention face aux nutriments, lesquels sont relargués rapidement par leur exutoire.

5 RECOMMANDATIONS

Les mesures de contrôle recommandées ci-dessous vont permettre minimalement de conserver l'état trophique des lacs à l'étude, advenant leur développement additionnel.

Recommandations : traitement des eaux usées

Une des sources de phosphore d'un lac de villégiature provient généralement des installations septiques et donc du nombre de résidences réparties dans son bassin versant, et ce, indifféremment de la distance de chacune d'elle au plan d'eau. L'apport du phosphore anthropique est fonction de la population, du taux d'occupation et de l'efficacité de l'élimination de cet élément par les sols et l'installation septique même.

Comme des conditions optimales d'épuration des eaux usées sont à la base de la conservation des plans d'eau, il est recommandé de faire corriger progressivement les systèmes déficients (puisard ou systèmes inconnus) et présentant un apport en phosphore dommageable pour l'eau du lac. Il est généralement admis, selon notre expérience, qu'il y a un contact hydraulique entre les eaux contenues dans ces systèmes et les eaux de surface du lac, dû au déplacement des eaux souterraines vers le lac.

Recommandations : protection des lacs

À ce stade, la présence des installations septiques ne peut être la seule source de la problématique d'enrichissement. En les jumelant aux actions sur le traitement des eaux usées, les mesures de contrôle recommandées ci-dessous vont permettre de conserver l'état trophique actuel des lacs :

- poursuivre les relevés physico-chimiques de plusieurs paramètres, dont le phosphore, la température et l'oxygène pour connaître l'évolution de leurs concentrations;
- interdire les engrais chimiques et naturels est une mesure d'atténuation à la source à entreprendre pour les riverains ; sensibiliser les citoyens à l'emploi de savon exempt de phosphore, surtout ceux des lave-vaisselle ;
- puisque c'est déjà le cas sur les autres lacs, interdire les véhicules à moteur ou limiter la vitesse des embarcations sur le lac du Pied des Monts ainsi que la force des moteurs pouvant s'y déplacer, par réglementation municipale, car le brassage des sédiments occasionné par le passage des bateaux remet en suspension le phosphore trappé dans les sédiments et le rend disponible à la prolifération de plantes aquatiques ; une eau trouble se réchauffe davantage et l'érosion causée aux rives est non moins dommageable ;
- des efforts importants restent encore à faire sur les rives artificialisées ; la renaturalisation des rives avec des arbres et des arbustes sur une largeur d'au moins 5 m (bande de protection riveraine) s'avère une solution souhaitable à long terme afin d'abaisser la température de l'eau et capter les nutriments entraînés par la nappe phréatique avant qu'ils n'atteignent le lac ; les rives munies de murets de bois ou de béton devraient être laissées telles quelles lorsqu'elles se dégradent, c'est pourquoi il est important de les revégétaliser ;
- puisque la tendance veut que les chalets saisonniers soient de plus en plus transformés en résidences permanentes, tenter de limiter le développement additionnel où les conditions de terrain sont peu propices à l'épuration des eaux usées ;
- encourager la protection des zones naturelles (dons à la conservation, servitude de conservation, fiducie, parcs, réserve en terre privée, etc.), ce qui augmentera les chances d'assurer la pérennité des lacs.

Recommandations : protection de la source d'eau potable

Le lac Sainte-Marie est la source d'eau potable de la municipalité. Certains résultats laissent croire à une contamination externe de l'eau. La mesure de conductivité est en effet anormalement élevée pour un lac d'eau douce. Cela signifie qu'il y a une quantité élevée de minéraux dans l'eau du lac. La source de minéraux la plus plausible vient des sels de déglacage utilisés sur les routes en hiver. Puisqu'il n'y a aucun fossés qui sépare la route et le lac, l'eau de ruissellement se retrouve directement dans le lac. Deux solutions sont possibles pour diminuer l'apport de sels minéraux au lac :

- il est possible de ne pas utiliser de sels de déglacage en hiver. Dans ce cas, des abrasifs sont épandus sur la chaussée. Par contre, cette solution apporterait une quantité importante de sable dans le lac.
- un fossé de canalisation des eaux de ruissellement pourrait être installé entre la route et le lac. Les eaux de ruissellement pourraient être détournées et, par exemple, traitées à l'usine de traitement des eaux.

L'approche écosystémique se traduit par la mise en œuvre de mesures efficaces de conservation pour tenter de freiner la dégradation de l'état trophique d'un lac. La volonté de la municipalité de Saint-Aimé-des-Lacs de bien connaître ses plans d'eau en vue de les protéger va dans ce sens. De récentes études montrent qu'il est très difficile d'améliorer la qualité d'un lac vieilli. On peut cependant freiner son vieillissement et tout progrès d'assainissement et de conservation se verra récompensé à moyen terme, mais également pour les générations futures.

6 RÉFÉRENCES

Bases de données consultées

BQMA (Banque de données sur la qualité du milieu aquatique). Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec.

GDT (le grand dictionnaire terminologique). Banque de données terminologiques de l'Office québécois de la langue française accessible au <http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/gdt.html>

MENVIQ (1980) Débits spécifiques mensuels et annuels moyens du Québec. Gouvernement du Québec, Ministère de l'Environnement, Service des eaux de surface, 13 cartes.

TOPOS SUR LE WEB (Répertoire toponymique du Québec) Administré par la Commission de toponymie, gouvernement du Québec à <http://www.toponymie.gouv.qc.ca/index.htm>.

Bibliographie

ABBDEL-Teccult experts-conseils (1990), Caractérisation des installations septiques du Lac Pied des Monts, Programme des lacs,

Carlson R.E (1977) A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22(2): 361-369

Gauthier, B. (1997) Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondable. Notes explicatives sur la ligne naturelle des hautes eaux. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, 23 p.

Hade, A. (2003) Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger. Fides, Québec, 359 p.

Legendre, P. et coll. (1980) Qualité des eaux : Interprétations des données lacustres (1971-1977). Ministère de l'Environnement, direction générale des inventaires et de la recherche, Service de la qualité des eaux en collaboration avec le CERSE de l'UQAM, 409 p.

MDDEP (2005) Réseau de surveillance volontaire des lacs. Les méthodes. Accessible au : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/methodes.htm>

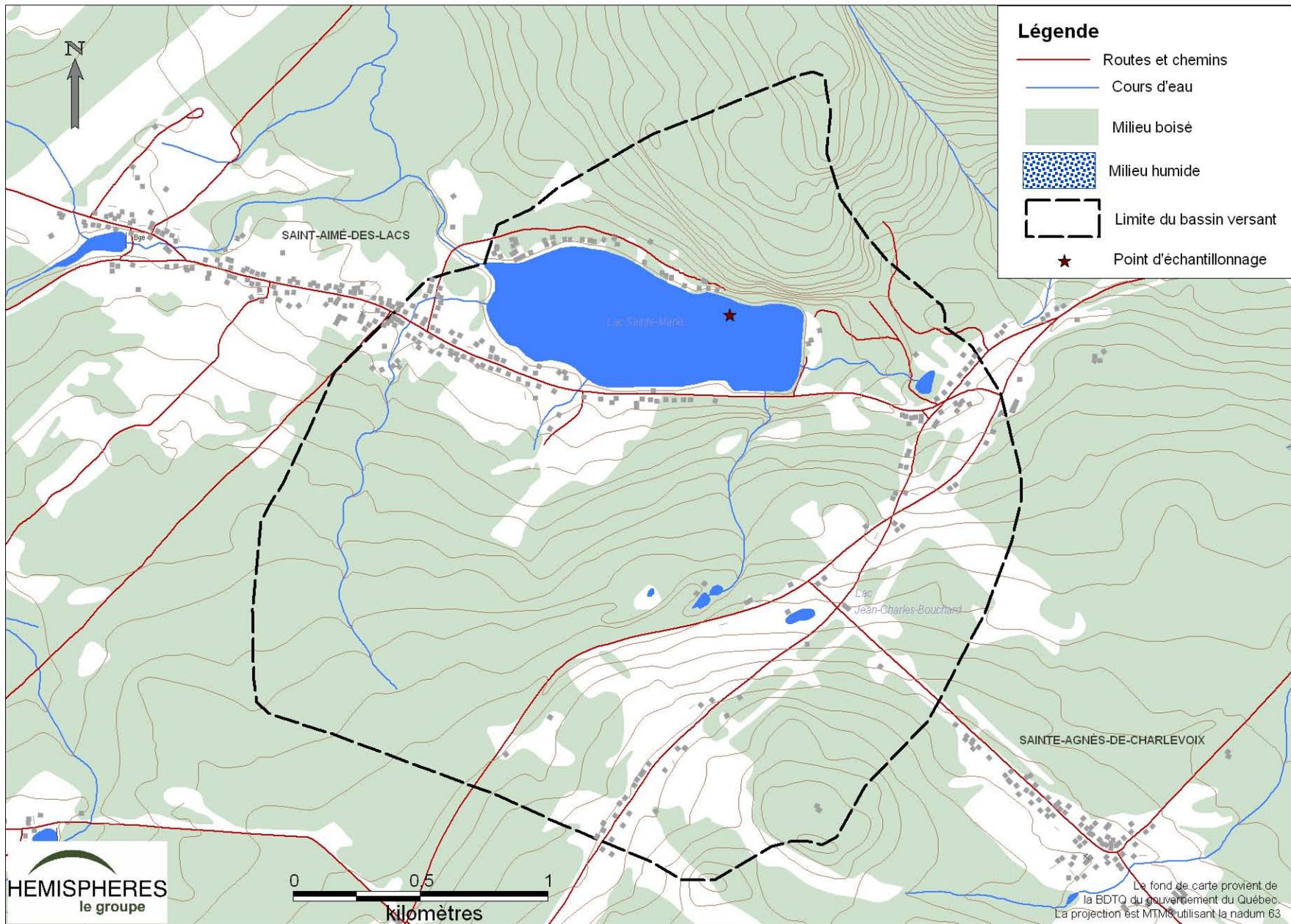
MDDEP (2007) Critères de qualité de l'eau de surface au Québec. Gouvernement du Québec, Ministère de l'environnement, site internet http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm, mise à jour de juillet 2007

Labelle, M. (1991), Guide d'aménagement du lac Sainte-Marie, Programme des lacs, Ministère de l'environnement, Direction de l'aménagement des lacs et des cours d'eau 38 pages et annexes.

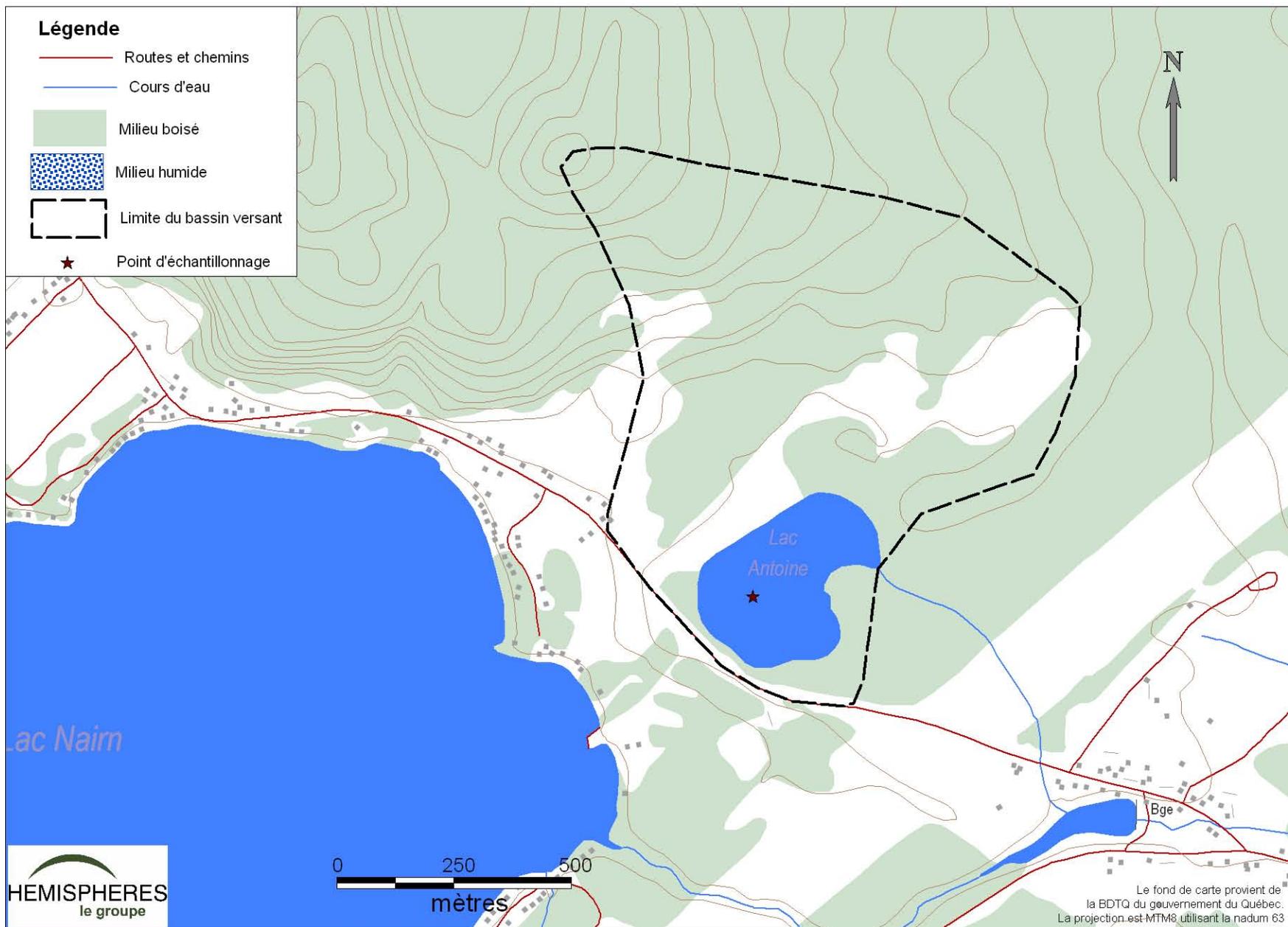
Pourriot, R. et Meybeck, M. (1995) Limnologie générale. Éditions Masson, 955p.

ANNEXES

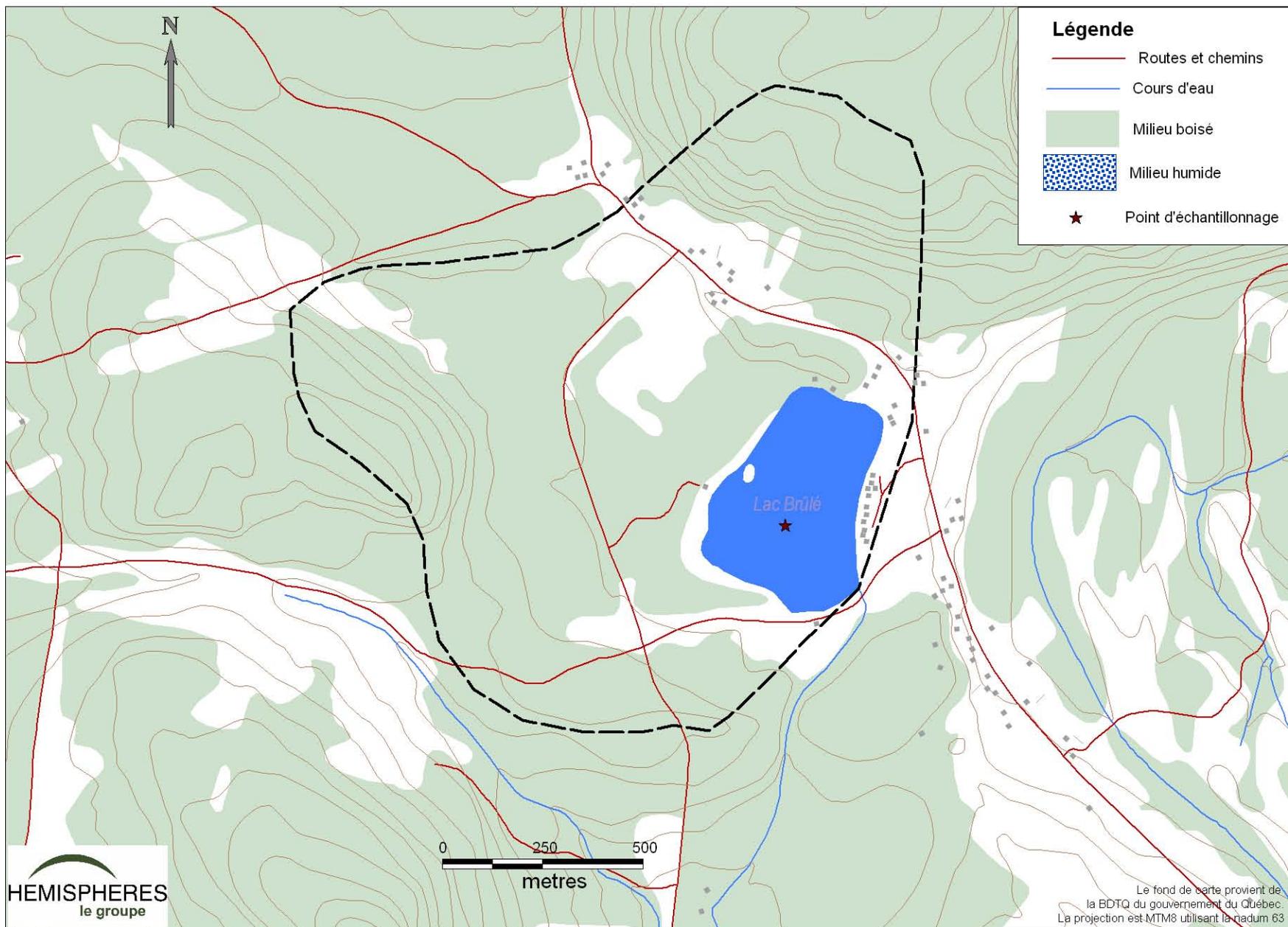
ANNEXE I
BASSIN VERSANT DES LACS À L'ÉTUDE



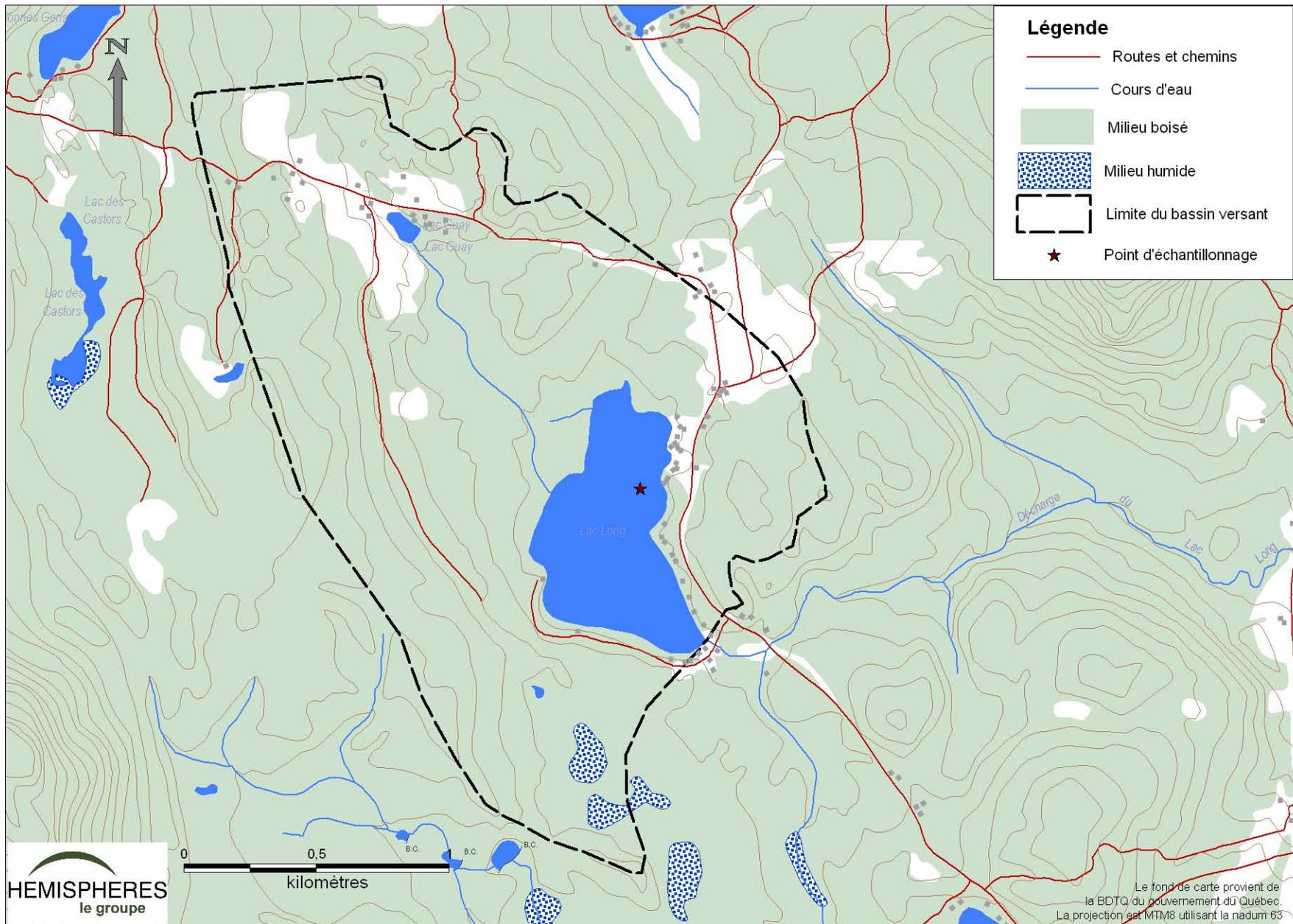
Bassin versant du lac Sainte-Marie



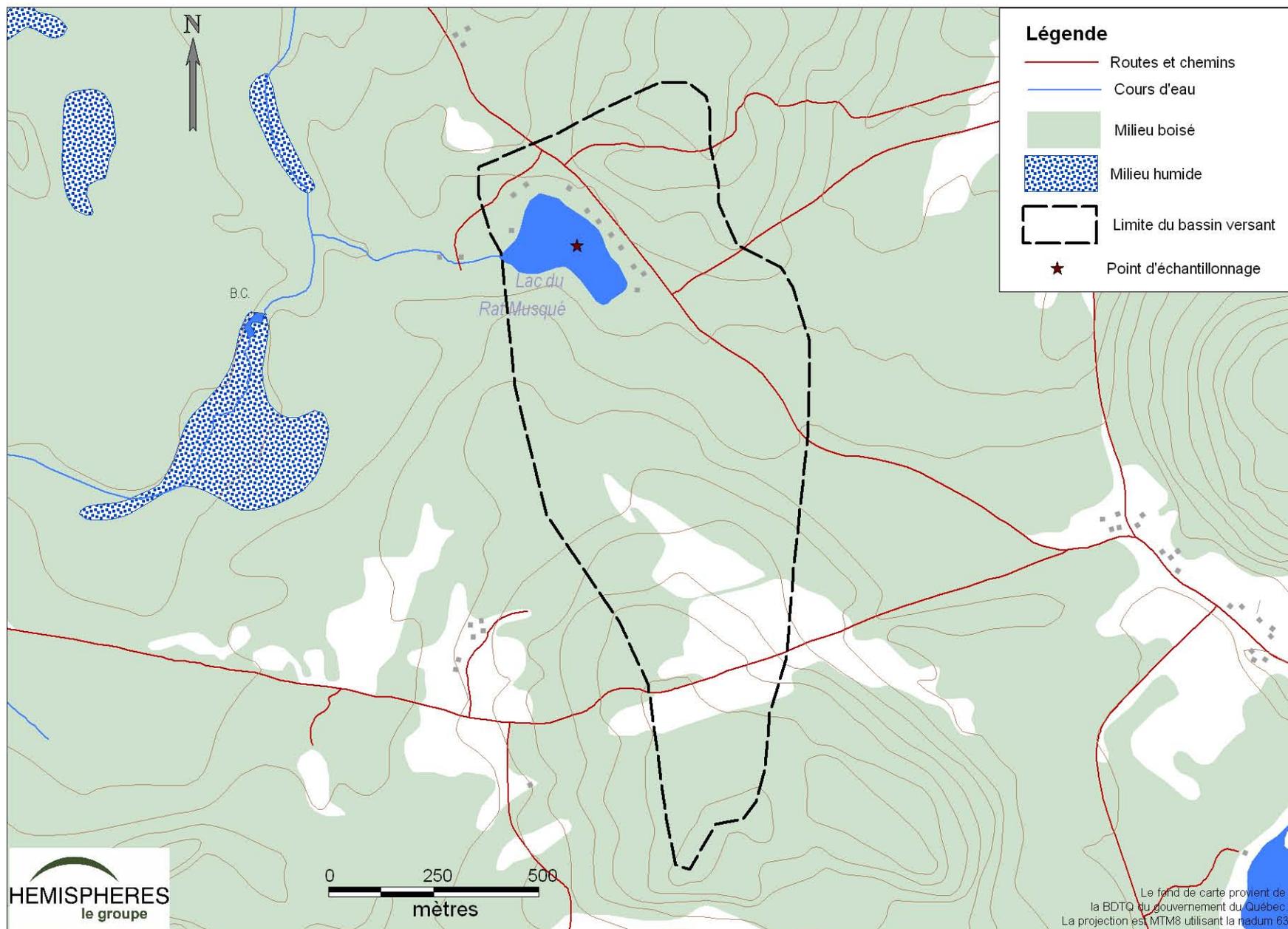
Bassin versant du lac Antoine



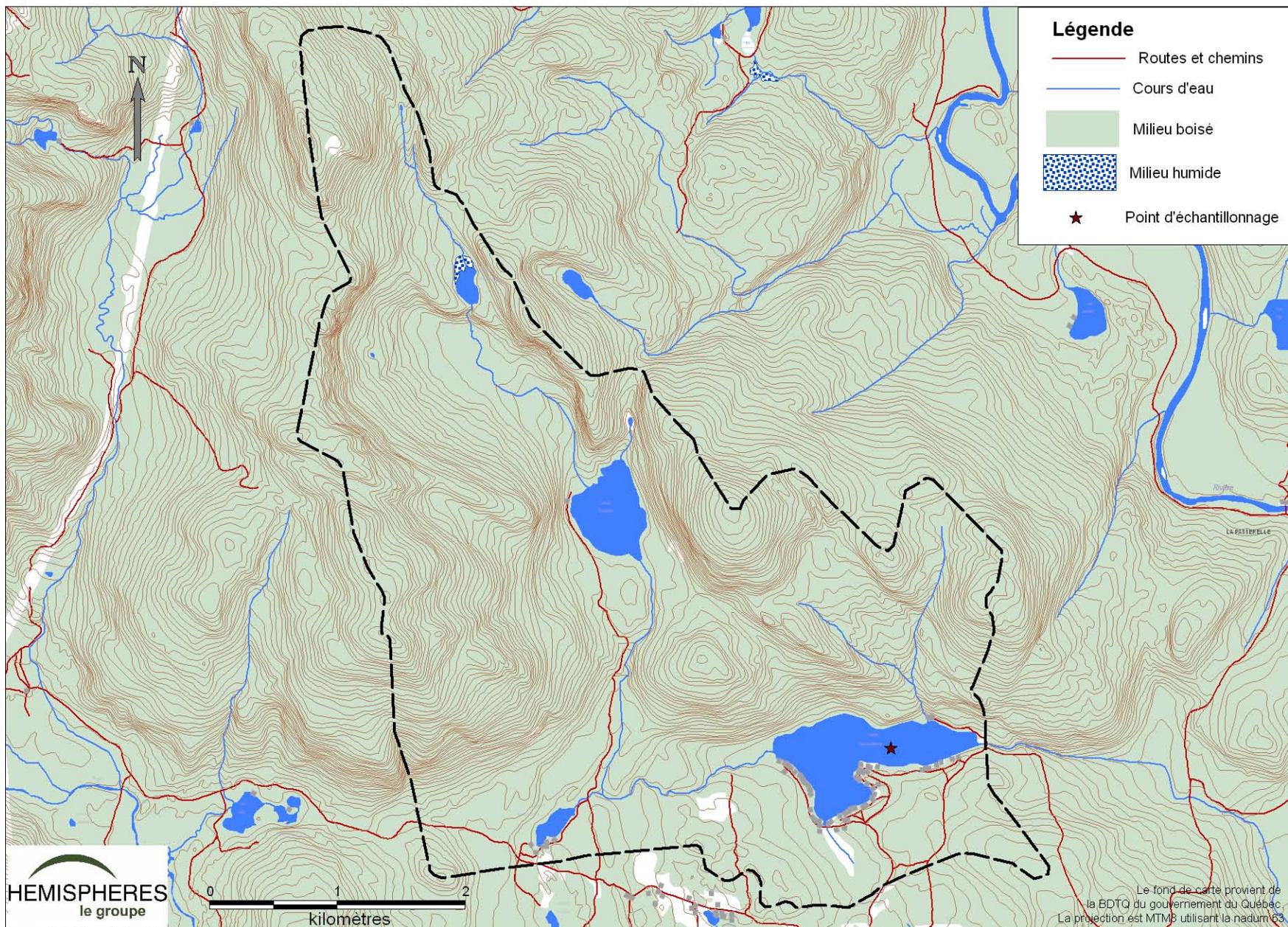
Bassin versant du lac Brûlé



Bassin versant du lac Long



Bassin versant du lac Rat Musqué



Bassin versant du lac Pied des Monts

ANNEXE I I
CERTIFICATS D'ANALYSES CHIMIQUES