



**GEIGER**

*Groupe D'Études Interdisciplinaires en  
Géographie et Environnement Régional*



Université du Québec à Montréal



Association du bassin versant du lac  
**BLUE SEA**

***Mise à jour de la description technique détaillée  
du bassin versant du lac Blue Sea  
et du ruisseau Blue Sea***

***présenté à***

***L'ASSOCIATION DU BASSIN VERSANT DU LAC BLUE SEA***

par

Le Groupe d'Études Interdisciplinaires  
en Géographie et Environnement Régional  
Département de géographie  
Université du Québec à Montréal  
C.P. 8888, succursale Centre-Ville  
Montréal, QC, H3C 3P8

***Avril 2011***

**Rédaction :** Benoît St-Onge  
Richard Mailhot  
Rachel Mathieu

**Inventaires et traitements :** Richard Mailhot  
Benoît St-Onge  
Rachel Mathieu  
Jean-François Milot

Nos remerciements vont à MM. Marc Grégoire et Dick Ryan pour leur appui constant. À M. Gilles Galipeau, Mme. Allison Moore et M. Joe Parsons pour nous avoir fourni le transport sur les lacs. Aux employés des municipalités de Blue Sea et Messines pour avoir diligemment répondu à nos questions.

L'Association du bassin versant du lac Blue Sea tient à remercier les municipalités de Blue Sea et de Messines qui ont financé la réalisation de cette étude. L'Association reçoit également un appui financier de la Conférence régionale des élus de l'Outaouais et de l'Agence de bassin versant des Sept.

Ce rapport peut être consulté en ligne à partir du site internet de l'Association du lac Blue Sea à l'adresse suivante :  
<http://www.associationblueseas.org/>

**Table des matières**

<b>1</b>	<b>PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIF .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>APERÇU MÉTHODOLOGIQUE.....</b>	<b>2</b>
2.1	CAMPAGNE DE TERRAIN .....	2
2.1.1	Prélèvement d'échantillons d'eau.....	2
2.1.2	Validation de l'utilisation du sol.....	2
2.1.3	Barrage de castor et site de disposition des boues de fosses septiques .....	3
2.1.4	Caractérisation des berges .....	3
2.2	RÔLES D'ÉVALUATION.....	4
2.3	QUESTIONNAIRE SUR L'OCCUPATION DES RÉSIDENCES .....	5
<b>3</b>	<b>PROFIL PHYSIQUE DES BASSINS VERSANTS .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>DONNÉES CLIMATIQUES .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>HYDROGRAPHIE.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>PÉDOLOGIE .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>CARACTÉRISATION DE LA BANDE RIVERAINE DU LAC ET RUISSEAU BLUE SEA .....</b>	<b>19</b>
7.1	ÉTAT ACTUEL DE LA BANDE RIVERAINE DU LAC BLUE SEA .....	19
7.1.1	Utilisation du sol.....	19
7.1.2	Types d'aménagement.....	20
7.1.3	Classes d'aménagement.....	21
7.1.4	Dégradation du rivage.....	23
7.2	PRÉSENCE DE MYRIOPHYLLE .....	24
7.3	ÉTAT ACTUEL DES RIVES DU RUISSEAU BLUE SEA .....	27
<b>8</b>	<b>URBANISATION ET VILLÉGIATURE .....</b>	<b>28</b>
8.1	RÉSULTATS DÉMOGRAPHIQUES .....	28
8.2	CONCENTRATION DE LA POPULATION .....	29
8.3	TYPES DE RÉSIDENCES .....	30
<b>9</b>	<b>INFRASTRUCTURE RÉCRÉO-TOURISTIQUE.....</b>	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>AGRICULTURE .....</b>	<b>36</b>
<b>11</b>	<b>INDUSTRIE .....</b>	<b>38</b>
<b>12</b>	<b>ACTIVITÉ COMMERCIALE .....</b>	<b>39</b>
<b>13</b>	<b>AMÉNAGEMENTS LIÉS À L'EAU ET AUTRES ACTIVITÉS .....</b>	<b>40</b>
13.1	AMÉNAGEMENTS LIÉS À L'EAU .....	40
13.2	AUTRES AMÉNAGEMENTS .....	41
<b>14</b>	<b>ÉVOLUTION DE L'UTILISATION DU TERRITOIRE .....</b>	<b>43</b>
<b>15</b>	<b>ESTIMATION DES APPORTS EN PHOSPHORE VERS LE LAC BLUE SEA .....</b>	<b>46</b>
15.1	TRAITEMENT PRÉALABLE DE L'INFORMATION .....	46
15.2	MÉTHODE UTILISÉE POUR LA QUANTIFICATION DES APPORTS EN PHOSPHORE .....	48
15.3	EXPORTATION DU PHOSPHORE POUR L'UTILISATION DU SOL .....	50
15.4	LE PHÉNOMÈNE DE RÉTENTION DU PHOSPHORE .....	51
15.5	EXPORTATION DU PHOSPHORE PAR LES FOSSES SEPTIQUES .....	54
15.6	MISE À JOUR DES INFORMATION SUR LES FOSSES SEPTIQUES .....	55

15.7	CALCUL DES APPORTS EN PHOSPHORE DES FOSSES SEPTIQUES .....	56
15.8	APPORTS EN PHOSPHORE DU MILIEU ATMOSPHÉRIQUE.....	59
15.9	APPORTS TOTAUX EN PHOSPHORE ET CALCUL DES CONCENTRATIONS .....	61
15.10	ANALYSE DES ÉCHANTILLONS D'EAU .....	65
15.10.1	<i>Aperçu</i> .....	65
15.10.2	<i>Données</i> .....	65
15.10.3	<i>Variations spatiales</i> .....	71
15.10.4	<i>Variations intra-annuelles</i> .....	75
15.10.5	<i>Évolution interannuelle</i> .....	80
15.10.6	<i>Niveau trophique du lac Blue Sea en 2010</i> .....	83
15.10.7	<i>Niveau trophique du lac Laverdure en 2010</i> .....	85
15.11	INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS : COMPARAISON DES CONCENTRATIONS PRÉDITES ET MESURÉES EN PHOSPHORE.....	87
<b>16</b>	<b>ÉVALUATION DE L'ÉROSION DU SOL.....</b>	<b>89</b>
<b>17</b>	<b>SIMULATION DES IMPACTS DE DÉVELOPPEMENTS ADDITIONNELS DANS LE BASSIN VERSANT.....</b>	<b>91</b>
17.1	SCÉNARIO D'UN AJOUT DE 25 RÉSIDENCES DANS LE BASSIN VERSANT AVEC MAINTIEN DE LA PROPORTION RÉSIDENCES PRINCIPALES ET CHALETS.....	91
17.2	SCÉNARIO D'UN AJOUT DE 50 RÉSIDENCES DANS LE BASSIN VERSANT AVEC MAINTIEN DE LA PROPORTION RÉSIDENCES PRINCIPALES ET CHALETS.....	92
17.3	SCÉNARIO D'UN AJOUT DE 25 RÉSIDENCES DANS LE BASSIN VERSANT AVEC AUGMENTATION DE LA PROPORTION DE RÉSIDENCES PRINCIPALES .....	93
17.4	SCÉNARIO D'UN AJOUT DE 50 RÉSIDENCES DANS LE BASSIN VERSANT AVEC AUGMENTATION DE LA PROPORTION DE RÉSIDENCES PRINCIPALES .....	94
<b>18</b>	<b>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>96</b>
18.1	CONCLUSIONS .....	96
18.1.1	<i>État du bassin versant et état trophique du lac</i> .....	96
18.1.2	<i>Évolution du bassin versant et de la qualité de l'eau du lac Blue Sea entre 2000 et 2010</i> .....	97
18.2	RECOMMANDATIONS .....	99
18.2.1	<i>Pour maintenir ou améliorer la qualité de l'eau</i> .....	99
18.2.2	<i>Pour poursuivre le suivi de la qualité de l'eau</i> .....	101

## Liste des figures

Figure 1	Délimitation des bassins versants et des sous-bassins.....	7
Figure 2	Moyennes estivales de la température et des précipitations à Messines, entre 1995 et 2009 .....	9
Figure 3	Localisation des principaux barrages de castor et des terres humides .....	13
Figure 4	Pédologie .....	15
Figure 5	Répartition du myriophylle à épi .....	26
Figure 6	Carte de l'utilisation du territoire.....	45
Figure 7	Carte de localisation des zones d'impact direct et indirect .....	47
Figure 8	Pourcentage des apports en phosphore pour chacune des sources en 2010 (appliquant la même erreur qu'en 2000) .....	64
Figure 9	Pourcentage des apports en phosphore pour chacune des sources en 2000 .....	64
Figure 10	Emplacements des stations de mesure en 1998.....	67
Figure 11	Emplacements des stations de mesure en 2004, 2005 et 2009 .....	68
Figure 12	Emplacements des stations de mesure en 2010.....	69
Figure 13	Distribution spatiale des concentrations annuelles moyennes de phosphore en µg/l de 2004, 2005, 2009 et 2010 (sites 1, 2, 3 et 4 de 2010, correspondant respectivement aux sites 72D, 72C, 72B et 72A) 72	
Figure 14	Distribution spatiale des concentrations annuelles moyennes de phosphore en µg/l le 14 juin, 21 juillet et 24 août 2009 (sites 1, 2, 3 et 4 de 2010, correspondant respectivement aux sites 72D, 72C, 72B et 72A).....	73
Figure 15	Distribution spatiale des concentrations annuelles moyennes de phosphore en µg/l le 8 juillet, 12 août et 16 septembre 2010 (19 stations de 2010, les stations de 1 à 4 correspondent respectivement aux sites 72D, 72C, 72B et 72A des années antérieures).....	74
Figure 16	Variation intra-annuelle par station des concentrations de phosphore en µg/l en 2009 (les stations 72A- 72D correspondant respectivement aux stations 4 à 1 de 2010).....	76
Figure 17	Variation intra-annuelle par station des concentrations de phosphore en µg/l en 2010 (les stations 72A- 72D correspondant respectivement aux stations 4 à 1 de 2010).....	77
Figure 18	Variation intra-annuelle par station des concentrations de phosphore en µg/l en 2010 (pour les 19 stations à l'exception de #3 [72B]) .....	78
Figure 19	Comparaison des moyennes intra-annuelles de phosphore en µg/l en 2010, respectivement d'après les 19 (haut) ou 18 stations (bas) et les quatre stations RSVL .....	79
Figure 20	Évolution interannuelle de la concentration moyenne en phosphore du lac Blue Sea (en µg/L) selon quatre stations.....	82
Figure 21	Évolution interannuelle de la concentration en phosphore du lac Blue Sea (en µg/L) par station 82	
Figure 22	Photo illustrant la présence d'algues vertes inoffensives (photo : Jean-François Milot, UQAM, juillet 2010).....	84
Figure 23	Observations pour le lac Laverdure .....	87

**Liste des tableaux**

Tableau 1.	Superficie des bassins versants à l'étude dans chacune des municipalités.....	6
Tableau 2.	Proportion des municipalités couverte par les bassins versants .....	8
Tableau 3.	Bassin du ruisseau Blue Sea: superficie des principaux lacs .....	11
Tableau 4.	Bassin du lac Blue Sea: superficie des principaux lacs.....	12
Tableau 5.	Superficie des terres humides dans le bassin du lac Blue Sea.....	12
Tableau 6.	Tableau synoptique des séries pédologiques.....	17
Tableau 7.	Compilation des séries pédologiques selon les classes de drainage.....	18
Tableau 8.	Données démographiques de base des municipalités à l'étude et de la MRC.....	28
Tableau 9.	Variation de la population par tranche d'âge .....	29
Tableau 10.	Densité de population .....	29
Tableau 11.	Format des habitations <sup>1</sup> (Statistique Canada 1998,).....	30
Tableau 12.	Répartition des types de résidences pour tout le territoire des municipalités.....	32
Tableau 13.	Répartition des types de résidences pour la partie des municipalités située dans le bassin versant	32
Tableau 14.	Proportion du parc de résidences en 2010.....	33
Tableau 15.	Proportion du parc de résidences en 2000.....	34
Tableau 16.	Liste des établissements récréo-touristiques situés dans le bassin versant.....	35
Tableau 17.	Liste des propriétés à vocation agricole dans le bassin versant.....	37
Tableau 18.	Entreprises industrielles situées dans le bassin versant.....	38
Tableau 19.	Liste des entreprises commerciales situées dans le bassin versant.....	39
Tableau 20.	Liste des aménagements liés à l'eau dans le bassin versant.....	40
Tableau 21.	Liste des aménagements à incidence environnementale situés dans le bassin versant.....	42
Tableau 22.	Liste des aménagements à incidence environnementale situés dans la proche périphérie du bassin versant.....	42
Tableau 23.	Superficie et proportion occupées par les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea en 2010 .....	43
Tableau 24.	Superficie et proportion occupées par les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea en 2000 .....	44
Tableau 25.	Superficie et proportion occupées par les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea en 2010 .....	48
Tableau 26.	Coefficients d'exportation établis pour les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea. 51	
Tableau 27.	Apports en phosphore estimés pour l'utilisation du sol (apport en P = (coefficient d'exportation) X (superficie de l'utilisation du sol)) .....	53
Tableau 28.	Nombre de résidences permanentes et saisonnières pour les municipalités, le bassin versant et les zones d'impact.....	57

Tableau 29.	Nombre de personnes-années pour les résidences des zones d'impact direct et indirect.....	58
Tableau 30.	Apports totaux en phosphore (kg/an) des fosses septiques pour les zones d'impact direct et indirect	59
Tableau 31.	Apports en phosphore pour le milieu atmosphérique.....	60
Tableau 32.	Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source (zones d'impact direct et indirect confondues), bassin versant du lac Blue Sea.....	61
Tableau 33.	Caractéristiques hydriques du lac Blue Sea.....	61
Tableau 34.	Concentrations de phosphore calculées à partir du modèle de (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214) ( $P = L / (11,6 + 1,2 q_s)$ ).....	62
Tableau 35.	Concentrations de phosphore calculées à partir du modèle de (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214) pour 2000, 2010 (appliquant la même erreur qu'en 2000), et 2010 (valeurs véritables) en µg/l.....	63
Tableau 36.	Dates et modalités des prises d'échantillons d'eau de 1998 à 2010.....	66
Tableau 37.	Correspondance entre les stations.....	70
Tableau 38.	Évolution interannuelle par station et moyenne de la concentration en phosphore du lac Blue Sea (en µg/L).....	81
Tableau 39.	Données de concentration en phosphore de 2010 en µg/l par station et par date, ainsi que les moyennes par station, par date et pour l'ensemble du lac.....	83
Tableau 40.	Classes des niveaux trophiques des lacs (source : Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs du Québec).....	85
Tableau 41.	Données de concentration en phosphore du 12 août 2010 en µg/l du lac Laverdure, par station	86
Tableau 42.	Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets).....	91
Tableau 43.	Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets).....	91
Tableau 44.	Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets).....	92
Tableau 45.	Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets).....	92
Tableau 46.	Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales.....	93
Tableau 47.	Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales.....	93
Tableau 48.	Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales.....	94
Tableau 49.	Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales.....	94

## **1 Problématique et objectif**

La présente étude constitue une mise à jour de la «Description technique détaillée du bassin versant du lac Blue Sea et du ruisseau Blue Sea» produite en 2000. Le territoire couvert par la présente analyse se concentre sur le bassin du lac Blue Sea et couvre partiellement le bassin versant du ruisseau Blue Sea pour son tronçon coulant entre le lac Blue Sea et le lac Perreault. La plus grande partie de ces bassins versants se trouvent à l'intérieur des municipalités de Blue Sea et Messines (84% de la superficie totale de ces bassins est incluse dans les deux municipalités), ils s'étendent toutefois quelque peu à l'extérieur, mais le présent rapport se concentre sur les activités prenant place dans ces deux dernières municipalités.

L'objectif général de l'étude est de cibler les principales pressions environnementales qui s'exercent sur le lac afin d'avoir un cadre de référence guidant la prise de décisions. Les objectifs spécifiques consistent à mettre à jour les informations sur les cadres naturel et bâti du bassin versant à partir de données actualisées ainsi que d'estimer les apports de phosphore au lac Blue Sea. L'étude vise aussi à caractériser les berges du lac Blue Sea et à procéder à une évaluation de l'érosion du sol.

Pour satisfaire ces objectifs, le présent rapport consistera en une description technique du bassin versant sous forme textuelle, de tableaux et de cartes pour les sujets pertinents : utilisation du sol, pédologie, répartition du myriophylle, etc. Il inclura en plus les résultats des analyses d'eau des trois campagnes de relevés de l'été 2010 ; des tableaux présentant les estimations des apports et des concentrations de phosphore ; ainsi qu'une caractérisation de la bande riveraine du lac Blue Sea sous une forme standardisée.

Au terme de notre analyse du milieu naturel et anthropique, nous proposerons des recommandations en matière d'aménagement du territoire et de développement.



## 2 Aperçu méthodologique

### 2.1 Campagne de terrain

Durant l'été 2010, trois campagnes de terrain furent organisées. La première, du 7 au 9 juillet, avait pour objectif de prélever des échantillons d'eau du lac Blue Sea sur des sites précis, de valider l'utilisation du sol, d'observer l'état des barrages de castor et de relever la position exacte de l'ancien site de disposition des boues des fosses septiques (lieu dit des « lagunes »). La seconde campagne de terrain, ayant eu lieu du 11 au 13 août, visait à prélever de nouveaux échantillons d'eau sur les mêmes sites du lac Blue Sea ainsi qu'au lac Laverdure, nous avons aussi caractérisé les berges du lac Blue Sea et, finalement, vérifié la nature des terres agricoles du territoire. Le dernier terrain a eu lieu du 15 au 16 septembre et avait pour but de prélever une troisième série d'échantillons d'eau ainsi que de vérifier les zones de prolifération de la Myriophylle à Épis.

#### 2.1.1 Prélèvement d'échantillons d'eau

L'eau du lac Blue Sea fut prélevée selon la méthode d'échantillonnage du *Réseau de Surveillance Volontaire des lacs* (RSVL). Les échantillons ont été recueillis en vue des seules analyses de la concentration en phosphore et de la chlorophylle. Les stations ont été choisies de manière à faciliter :

- l'analyse des variations du taux de phosphore à travers le lac,
- l'analyse des variations temporelles au cours d'une même saison estivale,
- et la mise en lumière éventuelle d'une tendance à long terme du taux moyen de phosphore.

Ainsi, des stations échantillonnées au cours des années 2004 à 2009 ont été revisitées en 2010. Le détail des procédures d'échantillonnage de l'eau est donné à la section 15.10.

#### 2.1.2 Validation de l'utilisation du sol

À partir de l'imagerie satellite *Kompsat* de la région du lac Blue Sea, l'analyse de l'utilisation du sol fut établie puis vérifiée sur le terrain. Les zones d'agriculture présentaient notamment certaines difficultés d'analyse puisque les images satellites ne permettent pas de discriminer le type d'agriculture (grandes cultures, foin ou pâturage)

présent sur le territoire. Ainsi, nos vérifications subséquentes sur le terrain nous ont permis de valider l'utilisation du sol de ces zones.

### **2.1.3 Barrage de castor et site de disposition des boues de fosses septiques**

Les barrages de castor furent d'abord positionnés à l'aide de la photo satellite et une carte fut élaborée pour guider nos déplacements sur le terrain. Au cours des campagnes de terrain, nous nous sommes rendus à ceux qui nous étaient accessibles pour noter leurs état et y faire des relevés photo. La même procédure fut utilisée pour positionner et caractériser le site de disposition des boues.

### **2.1.4 Caractérisation des berges**

La caractérisation des berges du lac et du ruisseau Blue Sea a été faite conformément au « Protocole de caractérisation de la bande riveraine » mis sur pied par le Ministère du Développement durable et de l'Environnement du Québec ainsi que le Conseil régional de l'Environnement des Laurentides dans le cadre du Réseau de Surveillance Volontaire des lacs (*RSVL*).

Pour les berges du lac Blue Sea, les relevés de terrain ont été réalisés du 11 au 13 août, à partir d'une embarcation motorisée. Quant aux berges du ruisseau Blue Sea, l'information de l'étude initiale de 2000 a été mise à jour au moyen de la photo-interprétation de l'image satellite et de quelques relevés-terrain.

Une analyse préliminaire a été réalisée à partir de l'image satellite de la région combinée avec les informations géomatiques, une carte préliminaire des zones homogènes des berges fut élaborée, celle-ci fut utilisée pour nous guider lors des visites sur le terrain. Nous avons positionné le début et la fin de chaque zone homogène, pris une photo de chacune d'entre elles et nous l'avons caractérisé à l'aide des fiches élaborées par *RSVL*. Notre analyse portait sur les 15 premiers mètres du rivage vers l'intérieur des terres. Nous avons d'abord déterminé l'utilisation du sol selon cinq catégories prédéterminées (Naturelle, Agriculture, Foresterie, Infrastructure, Habitée), ensuite le pourcentage de recouvrement d'aménagement de différents types (végétation naturelle, végétation ornementale, matériaux inertes) et finalement nous avons déterminé le pourcentage de dégradation de la rive (Sol dénudé et érosion ou murets et remblais).

## **2.2 Rôles d'évaluation**

Pour la localisation des propriétés nous nous sommes servis, à l'instar de l'étude initiale, du matricule de la propriété au rôle d'évaluation. Ce matricule recèle la localisation dans l'espace, d'une propriété. En effet, la coordonnée du centroïde de la propriété, selon la projection Mercator Transverse Modifiée (MTM), se trouve codée dans son matricule. Nous avons donc procédé à la permutation des chiffres du matricule pour reconstituer les coordonnées en X et en Y de chaque propriété du bassin.

Dans les faits, à partir du rôle d'évaluation de chaque municipalité sous forme de chiffrier numérique nous avons créé une couche géomatique de points. Chaque point représente une propriété et est positionné sur la surface terrestre à partir de sa coordonnée ; chaque point stocke l'information sur la propriété du rôle : matricule, code d'utilisation, nom du propriétaire, coordonnées du propriétaire, année de construction, nombre d'unités de logements, etc.

La géométrie de la couche résultante montrait un important décalage par rapport aux autres couches de la base de données géomatiques. Ce problème provenait du fait que les centroïdes sont placés sur la matrice graphique à partir des certificats de localisation, ces documents d'arpentage sont de qualité très variable et aussi parfois très vieux. De plus, une partie importante du territoire a été occupée initialement à des fins de villégiature sur des terres de la Couronne dont la localisation est approximative. Cette occupation prenait la forme d'enclaves isolées les unes des autres, qui, à mesure que le territoire se développait, se sont rejointes.

La couverture des centroïdes a été corrigée géométriquement à partir d'une soixantaine de points de référence dans chaque municipalité. Ces points de référence sont des centroïdes pour lesquels une localisation en MTM a été recalculé sur la matrice graphique, à partir de leur position relative à une caractéristique du paysage dont la localisation précise est connue: intersection de routes principales, intersections du sentier récréatif (ancien chemin de fer) avec les routes, ponts, quais publics, etc. Ces travaux ont été réalisés directement sur la matrice graphique au service de l'évaluation de la MRC de La-Vallée-de-la-Gatineau, lors de l'étude initiale en 2000.

Avec cette couche d'information et la couche provenant des rôles d'évaluation des deux municipalités en 2000, nous avons pu analyser les changements ayant eu lieu au cours des 10 dernières années concernant l'emplacement et le nombre de propriétés sur le territoire de Blue Sea et de Messines.

### **2.3 Questionnaire sur l'occupation des résidences**

Pour connaître l'occupation des résidences et le type d'installations septiques, un questionnaire a été envoyé à 300 propriétaires de résidences, principales comme secondaires, du bassin versant. L'échantillon a été proportionnellement réparti entre les deux municipalités et comptait aussi la proportion de résidences principales et secondaires que l'on retrouve dans l'ensemble des résidences du bassin versant.

Les questions sur l'occupation portaient sur le type de résidence (principale ou secondaire), le nombre d'occupants et pour les propriétaires d'une résidence secondaire : le nombre de jours par année d'occupation et l'intention de convertir la résidence en résidence principale dans un horizon de 10 ans. Une question portait sur les installations sanitaires, le répondant devait spécifier parmi une liste de six types d'installations laquelle ou lesquelles on retrouvait sur sa propriété (voir Annexe 1).

### 3 Profil physique des bassins versants

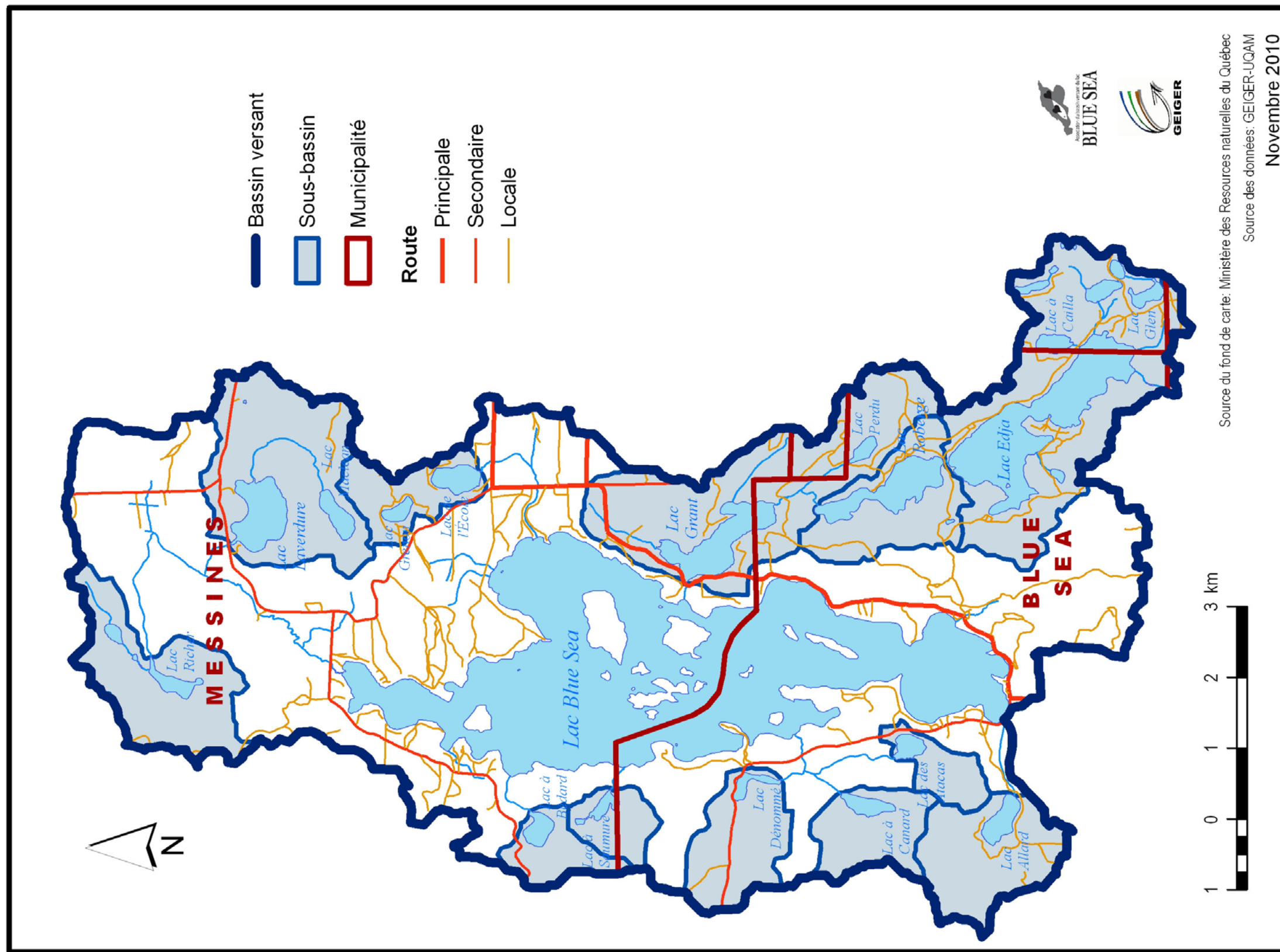
Les bassins versants du lac et du ruisseau Blue Sea font partie du grand bassin hydrographique de la rivière Gatineau. Ils ont respectivement des superficies de 66.8 et de 26.0 km<sup>2</sup>, pour une superficie totale de 92.8 km<sup>2</sup>. Ces valeurs indiquent la part terrestre des bassins seulement, la surface des plans d'eau a été retirée du total de la surface des bassins (Voir tableau 1 et figure 1).

Les bassins touchent quatre municipalités, mais la majeure partie, soit 84.0 % (78.20 / 92.80 km<sup>2</sup>), sont situés dans le territoire des municipalités de Blue Sea et de Messines. Le tableau suivant nous donne la répartition des bassins à travers les municipalités.

**Tableau 1. Superficie des bassins versants à l'étude dans chacune des municipalités**

Municipalité	Bassin lac Blue Sea		Bassin ruisseau Blue Sea	
	Aire (km <sup>2</sup> )	%	Aire (km <sup>2</sup> )	%
Messines	35.43	53.0%	0	0%
Blue Sea	28.28	42.3%	14.49	55.7%
Bouchette	2.83	4.2%	0	0.0%
Wright	0.26	0.4%	11.51	44.3%
<b>Total</b>	<b>66.80</b>	<b>100.0%</b>	<b>26.00</b>	<b>100.0%</b>

Figure 1 Délimitation des bassins versants et des sous-bassins



Les bassins du lac et du ruisseau totalisent donc une surface de 42.77 km<sup>2</sup> dans Blue Sea. Le bassin du lac couvre 35.43 km<sup>2</sup> dans Messines, le bassin du ruisseau n'atteint pas Messines. Le tableau suivant prend une perspective inverse et démontre quelle part des municipalités est couverte par chaque bassin. Pour les fins de cette comparaison, puisque nous avons les surfaces terrestres des bassins, nous les comparerons aux surfaces terrestres des municipalités.

**Tableau 2. Proportion des municipalités couverte par les bassins versants**

	Blue Sea		Messines	
Aire totale de la municipalité <sup>(1)</sup> (km <sup>2</sup> )	87.95		130.69	
Aire terrestre de la municipalité (km <sup>2</sup> )	72.68		102.81	
Aire terrestre du bassin du lac (km <sup>2</sup> )	28.28	38.9%	35.43	34.5%
Aire terrestre du bassin du ruisseau (km <sup>2</sup> )	14.49	19.9 %	0.00	0.0%
Aire terrestre des bassins du lac et du ruisseau (km <sup>2</sup> )	42.77	58.8%	35.43	34.5%

<sup>(1)</sup> À titre indicatif

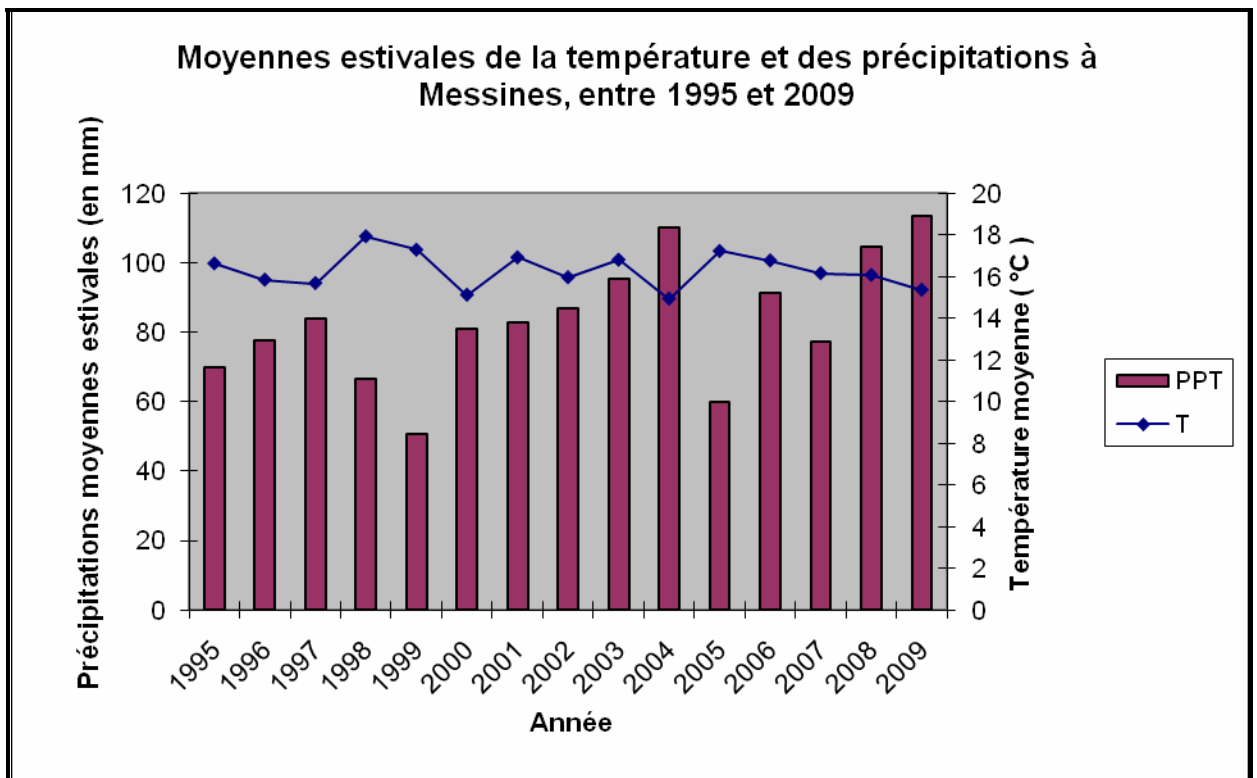
En valeur absolue, Messines inclut une plus grande aire du bassin du lac, 35.43 km<sup>2</sup> comparativement à 28.28 km<sup>2</sup> dans Blue Sea. On remarque toutefois que chacune des municipalités est couverte dans la même proportion, soit un peu plus du tiers, par ce bassin : à Messines 34.5% de la surface terrestre de la municipalité est couverte par le bassin du lac, alors que cette valeur est de 38.9% pour le cas de Blue Sea.

#### 4 Données climatiques

Les données météorologiques complètes de la région de Maniwaki pour les années 1995 à 2009 furent obtenues sur le site de *Météomédia*. À partir de ces données, nous avons construit des graphiques nous permettant d'observer clairement les tendances estivales de ces 15 années, autant au niveau de la température qu'au niveau des précipitations.

Les moyennes estivales de précipitation sont très variables durant les 15 années en question, celles-ci peuvent avoir des valeurs minimum de 50.6 mm/été et elles peuvent atteindre des valeurs maximum de 113.5 mm/été. C'est lors de la dernière année enregistrée (2009) que les maximums de précipitations furent observés. Aucune tendance claire n'est observable par rapport aux précipitations. Quant aux données de températures estivales moyennes, celles-ci se retrouvent entre 14.92° C et 17.92° C, les 5 dernières années (à partir de 2005) démontrent une faible tendance à la baisse passant de 17.21 °C à 15.35 °C.

Figure 2





## **5 Hydrographie**

Le principal objet d'étude, le lac Blue Sea, se trouve presque parfaitement aligné dans le sens nord-sud et s'allonge sur une distance d'un peu plus de 9 km (Voir figure 1). Dans le sens perpendiculaire, sa partie la plus large est d'un peu plus de 3 km à la hauteur du village de Messines. L'autre objet d'étude, est le tronçon du ruisseau Blue Sea, d'une longueur d'environ 4,5 km, à partir de la sortie du lac Blue Sea jusqu'à la limite sud de la municipalité du même nom.

Le réseau hydrographique est assez développé, il a une forme dendritique modelée sur la morphologie de la roche en place. Il s'aligne en suivant les crêtes dans une direction nord-sud. On retrouve un alignement de lacs au pied d'un escarpement structural: les lacs Edja, Roberge et Grant s'alignent dans une direction sud-est nord-ouest. Dans les bassins versants à l'étude, la direction d'écoulement est généralement du nord vers le sud, avec pour exception notable l'alignement de lacs mentionné, qui coule vers le nord-ouest dans le lac Blue Sea.

Le lac Blue Sea recueille les eaux de 32 autres lacs, tandis que le tronçon du ruisseau Blue Sea reçoit celles de 16, pour un total de 48 lacs dans l'aire d'étude. On compte également un grand nombre d'étangs intermittents formés par la montée des eaux derrière les barrages de castors.

En plus du ruisseau Blue Sea qui parcourt au total 5.7 km entre l'exutoire du lac Blue Sea et le lac Perreault au sud, on retrouve, dans le bassin versant, les autres cours d'eau suivant : le ruisseau (sans nom) aboutissant à l'extrémité nord du lac Blue Sea drainant le lac Richer, qui s'étend sur environ 5.5 km ; ainsi que les ruisseaux exutoires du lac Profond (2.3 km) et du lac du Castor Blanc (2.5 km). En ce qui a trait à la série des lacs Edja, Roberge et Grant, il n'y a pas de cours d'eau d'importance, ces lacs sont reliés par des ruisseaux aux débits relativement faibles.

Le drainage de la région est modéré (voir aussi la section sur la pédologie). Comme on l'a vu, la région recèle de nombreux plans d'eau, mais plusieurs étendues planes confinées et certains fonds de vallée sont mal drainés. C'est le cas notamment du secteur près du lac Richer, du secteur plat au sud-est du lac Blue Sea le long du sentier récréatif,

du secteur entourant le lac à Canard, du secteur le long de l'exutoire du lac au Castor Blanc à la limite sud de la municipalité de Blue Sea.

De nombreuses aires humides sont formées par le relèvement des eaux par les barrages de castors (voir figure 3). Les activités des castors posent des contraintes à l'aménagement comme c'est le cas au lac à la Truite, au lac Allard et au lac des Gouverneurs dans Blue Sea et, dans Messines, le long du ruisseau qui se jette à l'extrémité nord du lac Blue Sea, dans la baie St-Jacques. Sur ce dernier cours d'eau, on dénote toujours, comme il y a 10 ans, des peuplements de forêts matures inondés par une succession de barrages de castor de dimensions considérables.

Le secteur au nord-est du lac Clément a une topographie ondulée formant des dépressions qui ne sont pas drainées par le réseau hydrographique de surface. La granulométrie relativement grossière des dépôts de surface (sable et gravier) nous laisse croire que ce territoire se draine plus par infiltration dans le sol que par ruissèlement ou évaporation. On trouve plus particulièrement deux cuvettes, de plus d'une douzaine de mètres de dénivellation, dont le drainage se départage difficilement entre le bassin du lac Blue Sea et le bassin de la rivière Gatineau. Une première cuvette couvre 50.1 ha, une deuxième couvrant 29.9 ha la joute à l'est.

**Tableau 3. Bassin du ruisseau Blue Sea: superficie des principaux lacs**

<b>Lac</b>	<b>Superficie (ha)</b>
à la Truite	15.661
Riopelle	13.467
des Copains	6.245
Garon	4.938
du Castor Blanc <sup>1</sup>	139.590
Perreault <sup>1</sup>	135.023
Profond <sup>1</sup>	93.365
à Webb <sup>1</sup>	17.366
Paquin <sup>2</sup>	85.467
Perdu <sup>2</sup>	0.908

<sup>1</sup> Lac partiellement à l'extérieur des municipalités à l'étude

<sup>2</sup> Lac complètement à l'extérieur des municipalités à l'étude

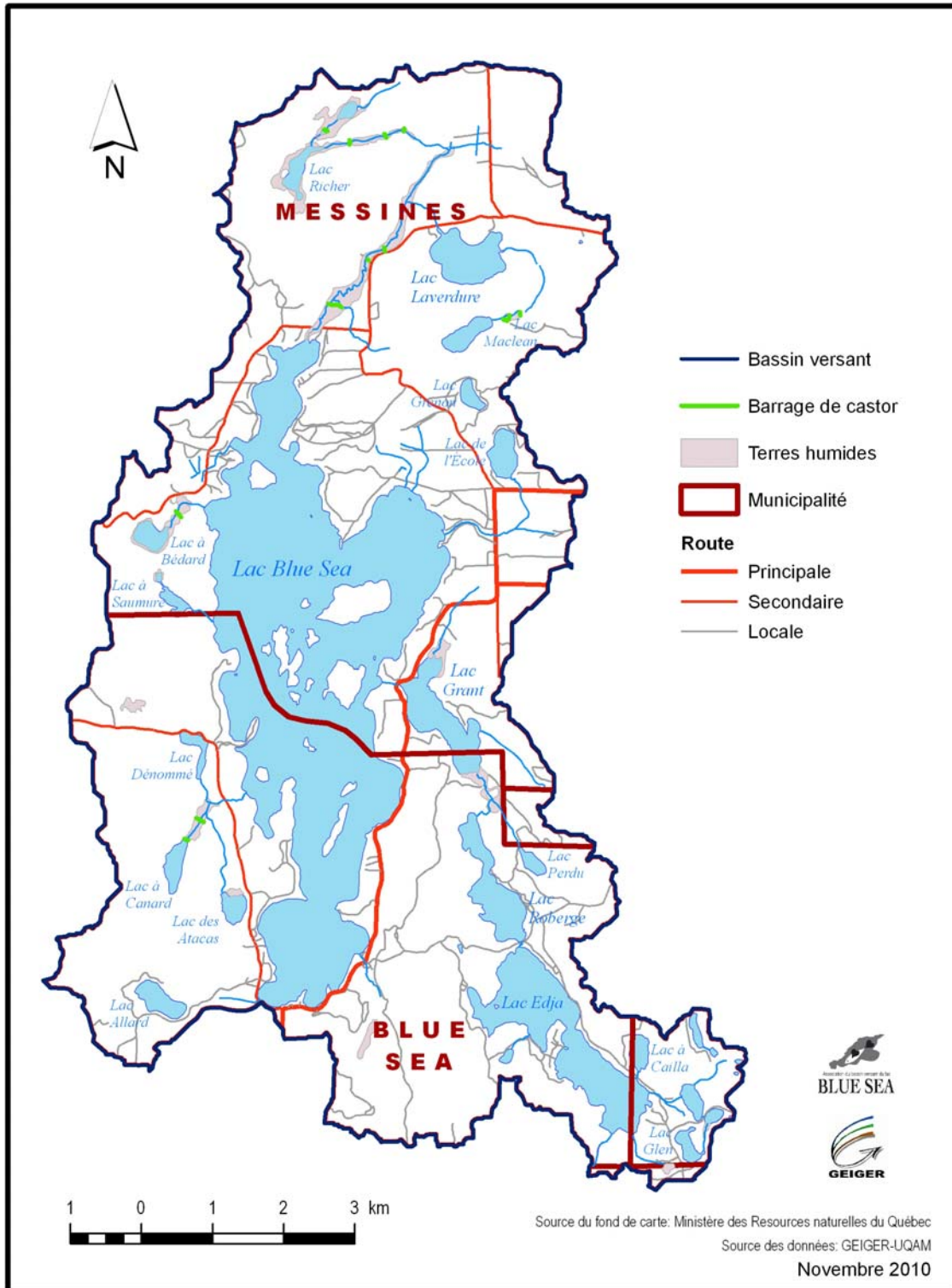
**Tableau 4. Bassin du lac Blue Sea: superficie des principaux lacs**

Lac	Superficie (ha)
Blue Sea	1429.710
Edja <sup>1</sup>	205.618
Grant	73.782
Roberge	65.074
Laverdure	57.488
Clément	21.226
Allard	20.106
Maclean	17.099
à Canard	14.247
à Bédard	13.967
Richer	13.931
des Atacas	11.822
à Cailla <sup>2</sup>	10.745
Glen <sup>2</sup>	9.479
à Saumure	9.143
Dénommé	9.131
Grenon	8.587
Perdu	7.569
Perdu	2.574
à François	0.581

**Tableau 5. Superficie des terres humides dans le bassin du lac Blue Sea**

Identifiant	Nom lac adjacent	Superficie (km <sup>2</sup> )
1		0.132
2	Richer	0.222
3		0.451
4	Maclean	0.019
5	à Bédard	0.106
6	à Saumure	0.008
7		0.040
8	Grant	0.063
9	Grant	0.106
10	à Canard	0.088
11	des Atacas	0.020
12		0.052
13		0.011
14		0.018
Superficie totale des terres humides dans le bassin versant		1,337

Figure 3 Localisation des principaux barrages de castor et des terres humides



## 6 Pédologie

Le calcul des apports en phosphore au moyen des coefficients d'exportation tient compte de facteurs pédologiques. Le type de sol est un critère important pour le choix du coefficient d'exportation pour un type d'utilisation du sol donné. Nous avons repris l'étude des sols de Lajoie (Lajoie, 1962) qui circonscrit des aires avec une « série »<sup>1</sup> pédologique homogène (Voir figure 4). Pour chaque aire on retrouve une série prédominante avec, pour quelques cas, une deuxième et parfois une troisième série présentes. On retrouve 20 séries différentes dans le bassin à l'étude, auxquelles s'ajoutent les marécages, les terres noires tourbeuses et le substratum rocheux.

La série "Gatineau", la plus répandue, prédomine sur 42.8% du territoire et constitue la deuxième ou la troisième série sur 12.5% du reste du territoire; il s'agit d'un loam<sup>2</sup> sableux contenant une grande quantité de pierres où le substratum rocheux vient affleurer en maints endroits. Les autres séries pédologiques d'importance sont la "Ste-Agathe" sur 10.6% du territoire, constituée de sable fin, et la "Larose" qui couvre 8.4%, un loam sableux ; elles sont peu présentes comme série de deuxième et troisième ordre. Elles contiennent toutes deux une grande quantité de pierres. Le loam sableux de "St-Faustin" ne couvre que 4.1% du territoire, mais on le retrouve comme constituante de deuxième ordre sur un autre 5.6%, c'est le plus répandu à ce titre. Dans quelques zones, il n'y a pas de sol à proprement parler, le substratum est à la surface, celui-ci vient affleurer sporadiquement à travers tout le territoire d'étude.

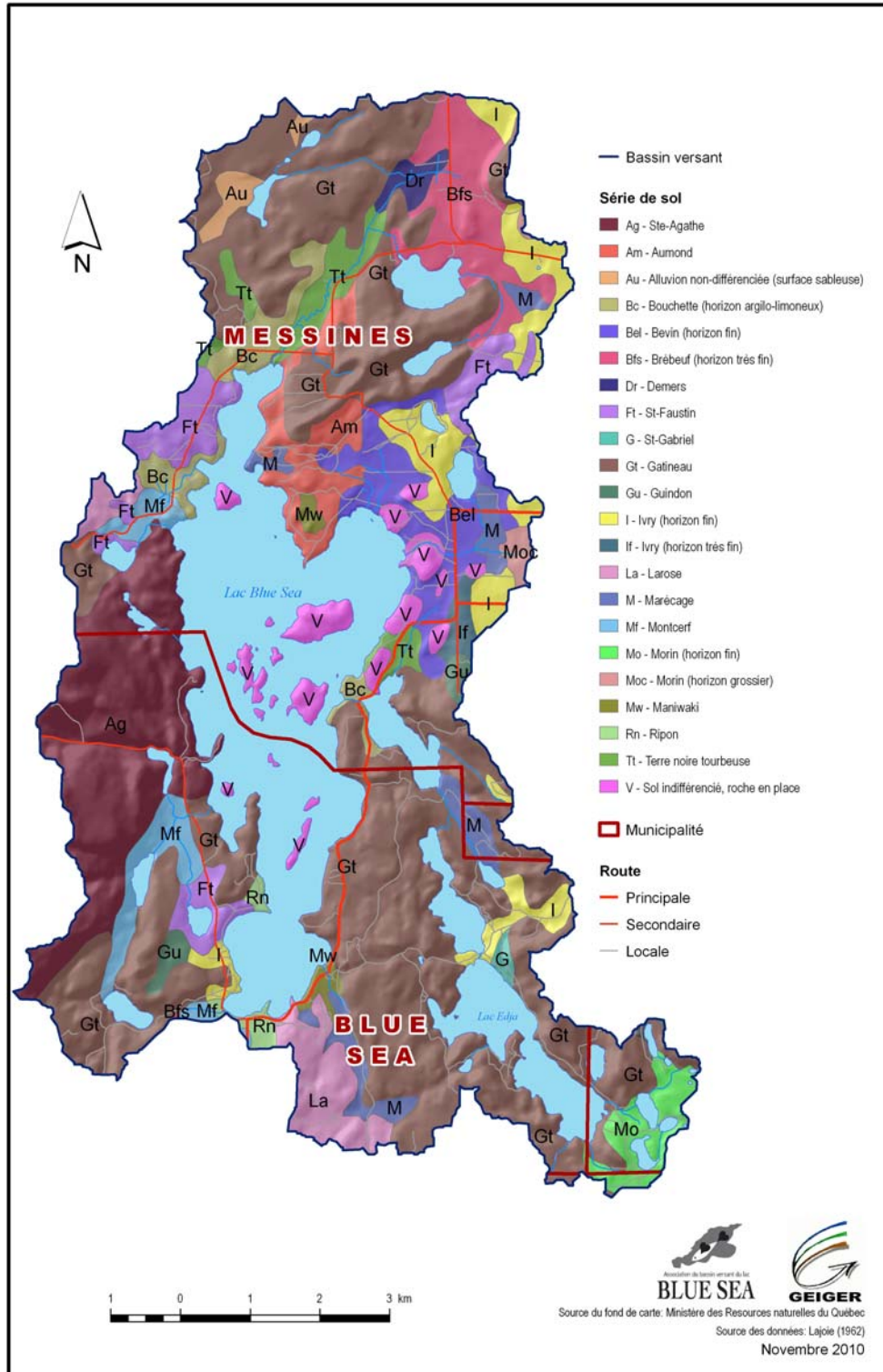
La plus grande partie du territoire serait donc couverte de loam sableux (à 67%), loin ensuite viennent les loam argilo-limoneux ou limoneux, ainsi que les sables fins qui couvrent chacun environ 8%. Le rapport pédologique de Lajoie tenait compte aussi du drainage dont les résultats sont consignés au tableau 7. On peut y voir que le drainage est considéré comme "bon" sur une majorité du territoire, soit 69.01%, mais le drainage de la partie restante est peu propice aux activités agricoles étant excessif, variable ou mauvais.

---

<sup>1</sup> Une série de sols est une classe conceptuelle répondant à des critères bien précis dans la taxonomie pédologique (Commission canadienne de pédologie 2000, 1646:-170). Un sol dans une série donnée se différencie d'après les propriétés suivantes : couleur, structure, texture, consistance, épaisseur de la série et des horizons la composant, le pH, la lithologie et autres propriétés physico-chimiques.

<sup>2</sup> Matériau dont la portion de terre fine contient moins de 35% d'argile et plus de 15 % de sable fin, en poids. La texture d'un loam serait située entre celle d'un sable et d'un limon.

Figure 4 Pédologie



Il faut noter que le bassin versant du lac Blue Sea repose sur un socle calcaire, une roche qui contient des phosphates, contrairement à la plupart des lacs de la région qui eux se trouvent plutôt sur des gneiss, une roche ignée non phosphatée. Ces conditions naturelles différentes rendent le lac Blue Sea plus sensible à l'enrichissement par le phosphore (Henri Fournier, communication personnelle). Cette information peut être utilisée pour mettre en contexte les taux de phosphore actuels - le lac Blue Sea n'étant pas dans une situation où il pourrait être ultra-oligotrophe – mais aussi comme mise en garde à l'effet que les apports anthropiques de phosphore s'ajoutent à ceux, déjà relativement élevés, du milieu naturel.

**Tableau 6. Tableau synoptique des séries pédologiques**

Nom de la première série	Symbole	Drainage	Texture	Nombre de zones	Superficie totale (ha)	%
Ste-Agathe	Ag	Bon	Loam sableux	2	994.8	10.6%
Aumond	Am	Imparfait	Loam sableux	1	213.4	2.3%
Allumette (horizon très fin)	At	Imparfait	Loam sableux	1	9.0	0.1%
Alluvion non-différenciée (surface sableuse)	Au	Variable	Sable	2	46.4	0.5%
Bouchette (horizon argilo-limoneux)	Bc	Bon	Loam	2	79.1	0.8%
Bevin (horizon fin)	Bel	Imparfait	Loam sableux	2	277.7	3.0%
Brébeuf (horizon très fin)	Bfs	Bon	Loam	2	334.2	3.6%
Demers	Dr	Mauvais	Loam	1	43.8	0.5%
St-Faustin	Ft	Excessif	Loam sableux	7	379.0	4.1%
Saint-Gabriel	G	Excessif	Loam sableux	1	15.5	0.2%
Gatineau	Gt	Bon	Loam sableux	12	3999.5	42.8%
Guindon	Gu	Bon	Sable	2	44.8	0.5%
Ivry (horizon fin)	I	Bon	Sable fin	9	453.7	4.9%
Ivry (horizon très fin)	If	Excessif	Sable fin	1	38.5	0.4%
Larose	La	Bon	Loam sableux	4	787.1	8.4%
Marécage		Très mauvais		13	264.4	2.8%
Montcerf	Mf	Mauvais	Loam	4	262.9	2.8%
Morin (horizon fin)	Mo	Excessif	Sable	4	306.2	3.3%
Morin(horizon grossier)	Moc	Excessif	Sable grossier	2	30.2	0.3%
Maniwaki	Mw	Très mauvais	Loam	2	41.6	0.4%
Ripon	Rn	Bon	Sable	5	202.0	2.2%
Terre noire tourbeuse	Tt	Très mauvais		5	201.3	2.2%
Substratum rocheux	V	Bon		13	202.1	2.2%
Non-Classé				1	126.8	1.4%
<b>Total</b>					9354.2	100.0%



**Tableau 7. Compilation des séries pédologiques selon les classes de drainage**

Classe de drainage	Première série de sol	Nombre de zones	Superficie totale (ha)	%
Excessif	Ft	7	378.9740	
	G	1	15.5130	
	I	9	453.7180	
	If	1	38.5260	
	Mo	4	306.1640	
	Moc	2	30.2430	
<i>Total excessif</i>			1223.1380	13.10%
Bon	Ag	2	994.8460	
	Bc	2	79.1340	
	Bfs	2	334.2150	
	Gt	12	4003.6410	
	Gu	2	44.7880	
	La	4	787.0900	
	Rn	5	202.0350	
<i>Total bon</i>			6445.7490	69.01%
Variable	Au	2	46.3790	0.50%
<i>Total variable</i>			46.3790	
Imparfait	Am	1	213.3760	5.35%
	At	1	9.0360	
	Bel	2	277.7270	
<i>Total imparfait</i>			500.1390	
Mauvais	Dr	1	43.7610	3.39%
	Mf	4	273.0500	
<i>Total mauvais</i>			316.8110	
Très mauvais	Marécage	13	264.4000	7.60%
	Mw	2	41.6350	
	Tt	5	201.2930	
	Substratum rocheux	13	202.0930	
<i>Total très mauvais</i>			709.4210	
<i>Non-classé</i>			98.3510	1.05%
<b>Grand total</b>			9339.9880	100.00%

## **7 Caractérisation de la bande riveraine du lac et ruisseau Blue Sea<sup>1</sup>**

### **7.1 État actuel de la bande riveraine du lac Blue Sea**

Pour sa caractérisation, la bande riveraine a été découpé en zones homogènes dans lesquelles on retrouve une même utilisation du sol dans les 15 premiers mètres vers l'intérieur des terres. Nous avons utilisé les critères du « Protocole de caractérisation de la bande riveraine » du Réseau de Surveillance Volontaire des Lacs (RSVL) (Voir chapitre sur la méthodologie sous-chapitre 2.1.4).

Sur son pourtour le lac totalise 34,2 km de berges. Il faut aussi compter sur les quelques 16,2 km de berges des 14 îles importantes que compte le lac.

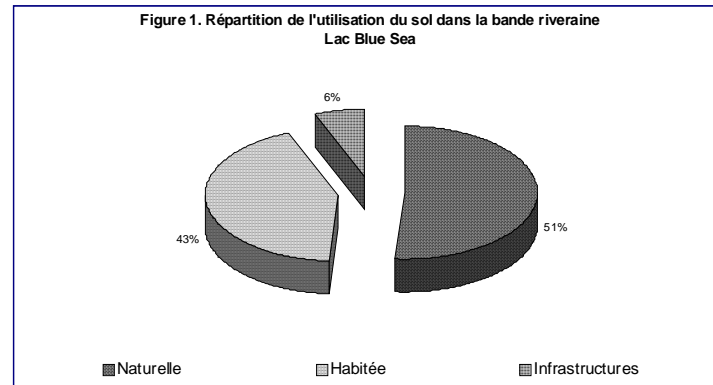
#### **7.1.1 Utilisation du sol**

Sur la superficie de 755 879 m<sup>2</sup> que totalise la bande riveraine du lac et des îles, à peine plus de la majorité, soit 51% ont une utilisation du sol naturelle; la part habitée est à 43% et l'importance relative des infrastructures (essentiellement des bâtiments de toute sorte) est démontrée par 6% de la superficie dont environ 3% (24 750 / 755 879 m<sup>2</sup>), pour la seule ancienne emprise du chemin de fer. Il n'y a aucune activités agricoles, ou forestières sur la bande riveraine du lac.

Quand on tient compte du pourtour du lac seulement (sans les îles), les bandes riveraines à l'état naturel perdent la faible majorité qu'elles possédaient et ne comptent plus que pour 30%, les bandes sont majoritairement habitées à 61% et les infrastructures comptent pour 9%. Les berges des îles sont demeurées à peu près intactes, même si la plupart des îles sont occupées, 9 des 14 îles comptent des résidences, toutes secondaires. La grande majorité des berges y sont naturelles, à 94%. Le 6% restant est le segment de berge sur le côté sud de la Grosse Île où les secteurs habités et aménagés sont plus près de la berge.

---

<sup>1</sup> La numérotation des figures est propre à ce chapitre. La numérotation a été créé par le chiffrer fourni par le Ministère de l'Environnement, du Développement durable et des Parcs et ne pouvait être modifiée.

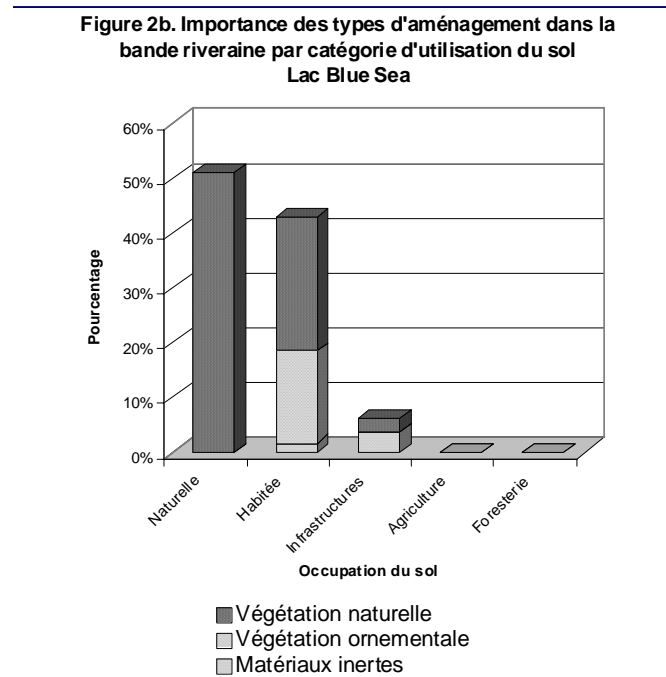


### 7.1.2 Types d'aménagement

Selon la typologie des bandes riveraines du RSVL, il pourrait y avoir trois types d'aménagement de la bande riveraine: végétation naturelle, végétation ornementale et des matériaux inertes<sup>1</sup>. Pour l'ensemble des bandes riveraines du lac et des îles, il y a peu d'aménagement des berges, 78% de la superficie de la bande riveraine est laissée en végétation naturelle, 17 % est aménagée avec de la végétation ornementale, alors que le 5% restant possède un couvert de matériaux inertes. Quand on ne considère que la bande riveraine du pourtour du lac, l'absence d'aménagement, soit la végétation naturelle, représente 68% de la superficie; la végétation ornementale 25% et les matériaux inertes 7%.

Si on examine les types d'aménagement selon l'utilisation du sol, les zones homogènes naturelles sont évidemment recouvertes de végétation naturelle, sans aménagements; mais il est intéressant de noter que les zones habitées ont une majorité de leurs superficies laissées en végétation naturelle : 57% des superficies habitées sont laissées en couvert naturel (184 158 / 323 902 m<sup>2</sup>), 39% en végétation ornementale et 4% en matériaux inertes.

<sup>1</sup> On considère parmi les matériaux inertes le béton, l'asphalte, la pierre et différents enrochements (gabions, etc.)

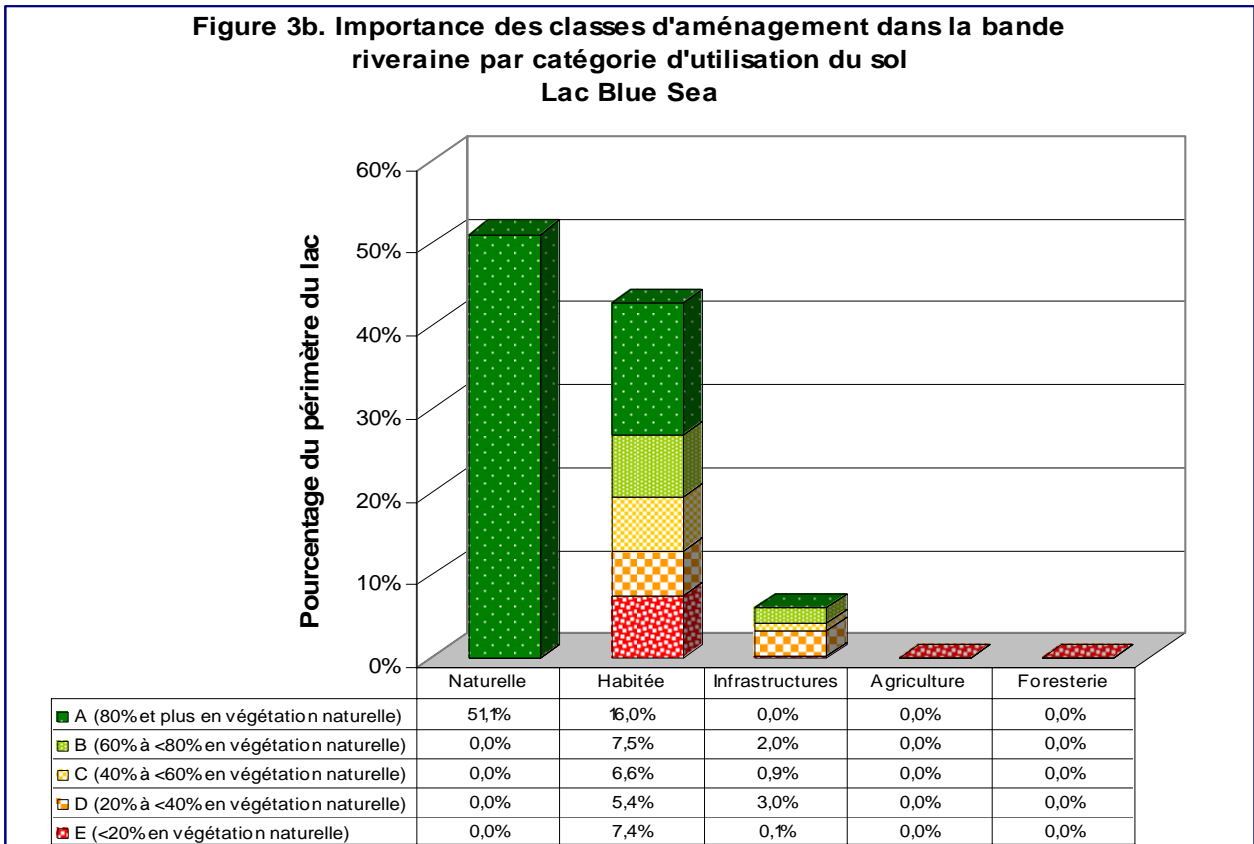


Le type d'aménagement des bandes riveraines des îles est naturel, 98% des superficies sont en végétation naturelle. Même sur le seul segment d'utilisation habitée des îles, la végétation naturelle compte pour 70% (9444/13491 m<sup>2</sup>). Les bandes riveraines des îles ont très peu de végétation ornementale, on compte même une plus grande superficie en matériaux inertes.

### 7.1.3 Classes d'aménagement

Dans la typologie de caractérisation des berges de RSVL, la classe d'aménagement (classes A-E de la figure 3b), distincte du type d'aménagement (trois classes de la figure 2b), représente la part de la bande riveraine (par rapport au *total* de la bande riveraine du lac et des îles) qui a été laissé à l'*état naturel* pour chaque utilisation du sol (classes de la figure 1), par opposition à la part combinée en végétation ornementale et en matériaux inertes.

**Figure 3b. Importance des classes d'aménagement dans la bande riveraine par catégorie d'utilisation du sol  
Lac Blue Sea**



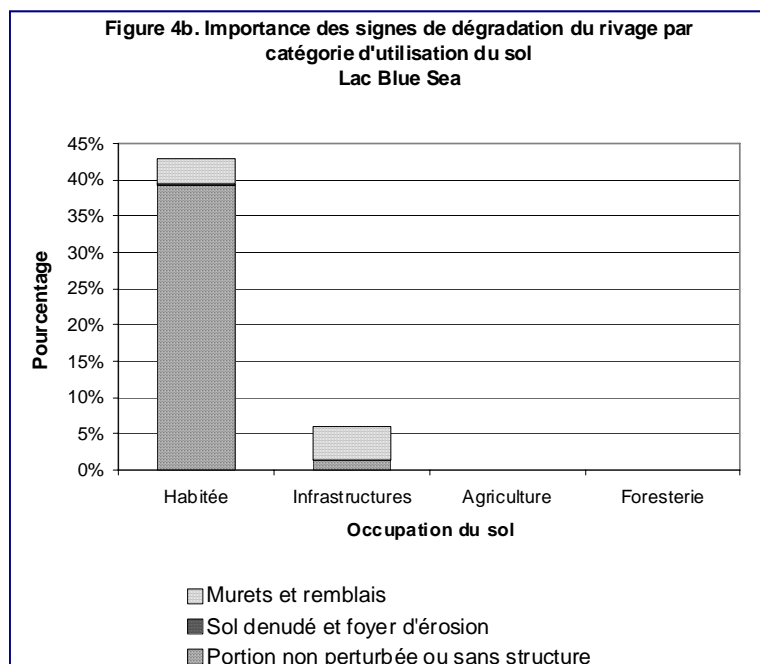
On constate que pour de l'ensemble du lac une bonne part a été laissée à l'état naturel : la bande riveraine du lac et des îles a 67,1% de sa superficie qui sont à 80% ou plus à l'état naturel pour les utilisations du sol naturelle et habitée (si on fait la somme de la première ligne du tableau ci-haut). La superficie de la bande riveraine couverte entre 60 & 80% par la végétation naturelle est de 9,5% pour les utilisations du sol habitée et infrastructures.

Pour la partie de la bande riveraine en utilisation du sol habitée, nos calculs nous permettent d'affirmer que seulement 37,4% (121 047 / 323 902 m<sup>2</sup>) est de classe d'aménagement de +80% de végétation naturelle. Si on combine les classes d'aménagement A et B, c'est-à-dire 60% de végétation naturelle et plus, 54,9% (177 702 / 323 902 m<sup>2</sup>) de la superficie de la bande riveraine habitée possède un couvert de végétation naturelle.

Cependant, si on ne considère que le pourtour du lac, la superficie de la bande riveraine laissée en végétation naturelle à plus de 80% baisse à 54,1%, et laissée entre 60 & 80% naturelle et de 11,3%. Pour la partie de la bande riveraine du lac qui est habitée, 39,0% (121 047 / 310 411 m<sup>2</sup>) est de classe d'aménagement +80% de végétation naturelle, si on combine les classes d'aménagement A et B, c'est-à-dire plus de 60% de végétation naturelle, 52,9% (164 211 / 310 411 m<sup>2</sup>) de la superficie de la bande riveraine habitée possède un couvert de végétation naturelle. La bande riveraine de îles est presque exclusivement en végétation naturelle, 94,5 % de sa superficie est couverte plus de 80% de cette classe.

#### 7.1.4 Dégradation du rivage

Sur l'ensemble du lac, 8,0% de la longueur (par opposition à la superficie) de la bande riveraine est constituée de murets ou remblai, soit 4 034 m sur les 50 392 m. À elle seule l'emprise du sentier récréatif (ancien chemin de fer) compte pour environ 3,3% de longueur de la bande riveraine totale du lac ( $\pm$  1 650 / 50 392 m). Les murets et remblais forment 8,0% de la longueur de la bande riveraine dans les zones habitées (1 720 / 21 593m). Pour l'ensemble du lac, ces 1720 m sur lesquels on peut agir directement pour améliorer la santé du lac représentent 3,4% de la longueur totale de la bande riveraine (1 720 / 50 392 m).



Comme on peut s'y attendre, les zones d'infrastructures sont en grande partie faite de muret et remblai, soit 75,6% (2 314 / 3 062 m). Les sols dénudés et les zones d'érosion sont très peu marqués sur le lac. Les segments où on retrouve de la dégradation de la bande riveraine sont sur le pourtour du lac. Sur les îles, la bande riveraine est presque entièrement formé de la végétation naturelle.

## 7.2 Présence de myriophylle

Le myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*) est une plante aquatique submergée exotique qui est devenue une des espèces envahissantes la plus largement répandue en Amérique du Nord. Il est généralement retrouvé à une profondeur de 0,5 à 3,5 m, mais peut grandir à des profondeurs de plus de 10 m. Le myriophylle à épi peut profiter des conditions altérées d'un milieu, comme une concentration plus élevée en phosphore, mais l'espèce est très résiliente et peut croître dans une variété de conditions environnementales incluant : une eau contaminé avec un pH de 5.4 à 11, des eaux dormantes comme des eaux instables, elle croît dans un vaste éventail de température. La méthode principale de reproduction est par la fragmentation des tiges, qui deviennent fragiles et se brisent à l'automne. Les fragments peuvent flotter sur de longues distances et coloniser de nouvelles surfaces. Il va sans dire que les activités récréatives comme la pratique du nautisme, ainsi que d'autres perturbations, contribuent pour beaucoup à la dispersion de la plante.

La croissance rapide du myriophylle vers la surface de l'eau a pour impact de créer un tapis dense qui bloque les rayons du soleil pour les plantes sous-jacentes. Étant donné l'adaptabilité et la résilience de l'espèce, son peuplement entraîne une diminution de la diversité de plantes aquatiques. Sa prolifération change les propriétés physico-chimiques des étendues d'eau. Les épais tapis que le myriophylle engendrent, en plus d'avoir un aspect esthétique désagréable, constituent une nuisance pour la pratique d'activités comme la baignade, la pêche et le nautisme.

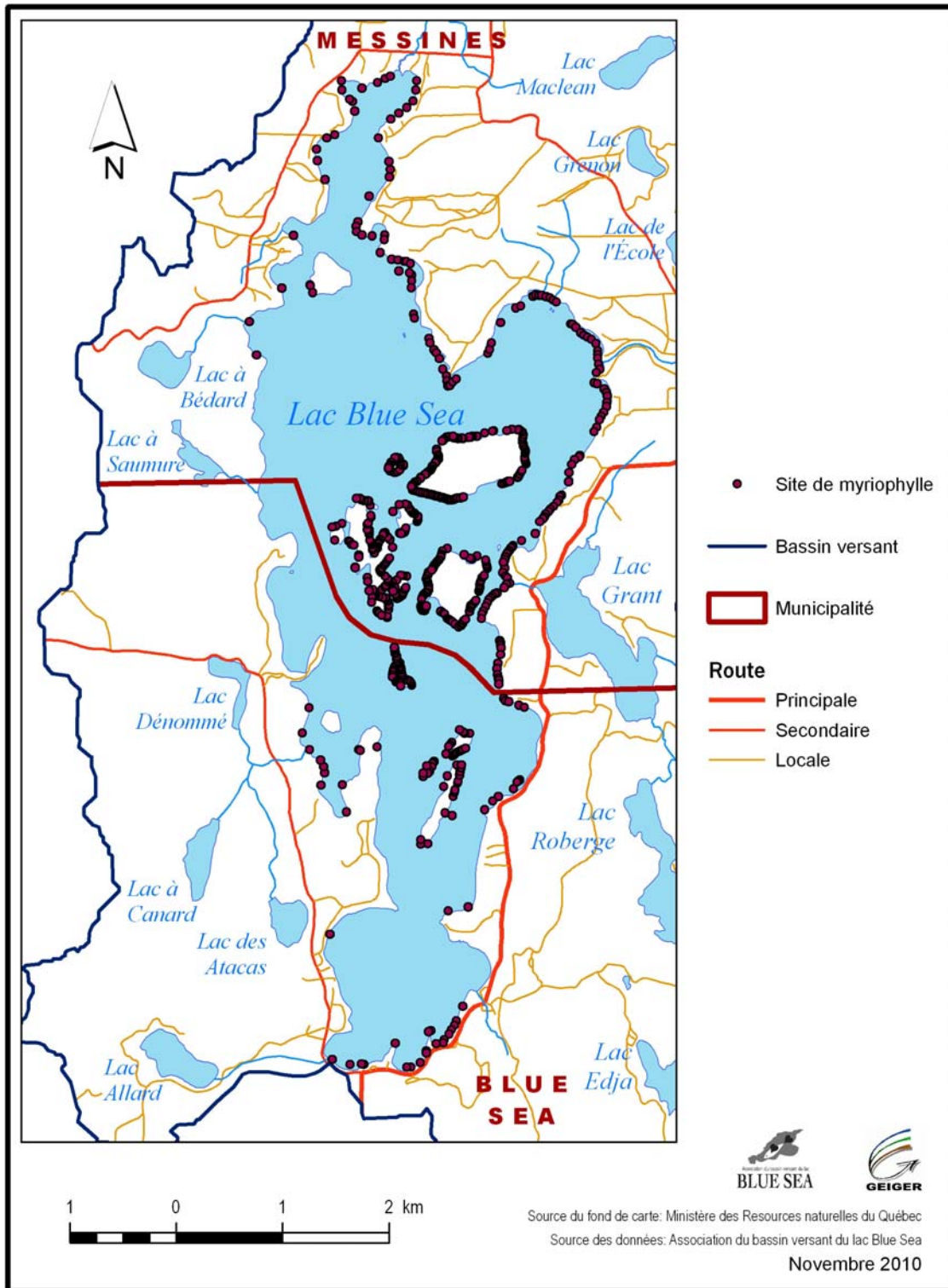
À la fin de l'été 2010, l'Association du bassin versant du lac Blue Sea a procédé à des relevés ciblés des sites où on observe le myriophylle à épi, le lac n'a pas été couvert de façon systématique. Les relevés ont été fait en se déplaçant au moyen d'une

embarcation légère et les sites ont été localisés au moyen d'un GPS. À partir de ces relevés nous avons pu dresser une cartographie de la répartition du myriophylle.

Le myriophylle se retrouve sur une grande partie des berges du lac et sur presque toutes les berges des îles (à l'exception de l'île des Moutons au nord du lac). On retrouve moins de myriophylles sur les berges du lac à l'abri des vents dominants sur le côté ouest, où les berges sont aussi laissées à l'état naturel. La berge est du lac Blue Sea se trouve presque toute colonisée par le myriophylle.



Figure 5 Répartition du myriophylle à épi



### **7.3 État actuel des rives du ruisseau Blue Sea**

Les berges du ruisseau n'ont pas fait l'objet de relevés in situ en raison de la difficulté d'accès et des contraintes budgétaires du projet. Elles ont plutôt été analysées à partir de l'image satellite et d'une couverture de photographies aériennes, tout en prenant en compte les observations que nous avons réalisées sur le terrain en 2000. À l'exutoire du lac, le ruisseau parcourt environ 250 mètres en secteur habité, par la suite il parcourt sur un peu moins de 3 km des secteurs en majeure partie agricole, le dernier tronçon de 1,25 km avant le lac Perreault est en milieu naturel. Les zones agricoles traversées semblent être des cultures fourragères et des pâturages actifs et inactifs, mais des relevés plus précis sur le terrain seraient nécessaires pour déterminer l'accès des animaux au ruisseau et la proximité des sites d'entreposage des fumiers et lisiers, le cas échéant. La bande riveraine du ruisseau est en classe d'aménagement naturelle, elle est couverte par la végétation naturelle sur la presque totalité du parcours entre le lac Blue Sea et lac Perreault. Il y a quelques signes de dégradation du rivage dans la partie supérieure du cours d'eau, où on retrouve quelques murets et remblais en secteur habité. La bande riveraine est aussi dénudée et remaniée sur quelques dizaines de mètres de part et d'autre du barrage qui maintient le niveau du lac. Sur le reste du ruisseau la bande riveraine est à l'état naturel.

## 8 Urbanisation et villégiature

### 8.1 Résultats démographiques

Nous avons examiné les résultats des trois derniers recensements de Statistique Canada, soit ceux de 1996, 2001 et 2006. Le tableau 8 illustre les données démographiques de Blue Sea et de Messines. Les variations dans chacune des municipalités sont négative de 1996 à 2001 et positive de 2001 à 2006, la variation totale, de 1996 à 2006 est positive, avec 2.18% d'augmentation de la population pour Blue Sea et 6.13% d'augmentation pour Messines. Pour les deux municipalités, l'augmentation de la population est supérieure, considérablement pour le cas de Messines, à l'augmentation de population de la MRC.

**Tableau 8. Données démographiques de base des municipalités à l'étude et de la MRC**

	Blue Sea	Messines	MRC La Vallée- de- la-Gatineau
Population, 1996	595	1517	20262
Population, 2001	570	1322	18730
Population, 2006	608	1610	20518
Variation en pourcentage de la population, 1996-2001	- 4.2 %	- 12.85 %	- 8.82 %
Variation en pourcentage de la population, 2001-2006	6.6 %	21.79 %	9.55 %
Variation en pourcentage de la population, 1996-2006	2.18 %	6.13 %	1.26 %

Dans le tableau 9 l'examen de la variation par tranche d'âge est révélatrice. On observe des taux de variation de population très positifs dans la tranche des 65 ans et plus, ce qui s'explique par l'arrivée dans la région de retraités. Par contre, la tranche de

population en déclin dans les deux municipalités est clairement celle des 0-19 ans, avec un taux de variation négatif pour Blue Sea de -13.79% et de -13.25% pour Messines.

**Tableau 9. Variation de la population par tranche d'âge**

	Blue Sea 1996	Blue Sea 2006	Taux de variation	Messines 1996	Messines 2006	Taux de variation
Population totale	595	608	2.18 %	1517	1610	6.13 %
Population 0- 19 ans	145	125	-13.79 %	415	360	-13.25 %
Population 20-64 ans	375	370	- 1.33 %	930	1035	11.29 %
Population 65 ans et +	75	115	53.33 %	170	235	38.25 %

## 8.2 Concentration de la population

Nous avons calculé la densité de population en utilisant la superficie terrestre des municipalités. Les superficies n'ayant pas variées, l'augmentation de densité reflète l'augmentation des valeurs de population. L'augmentation dans les deux municipalités est plus importante que dans la MRC.

**Tableau 10. Densité de population**

	Blue Sea	Messines	MRC La Vallée- de-la-Gatineau
Population, 1996	595	1517	20262
Population, 2006	608	1610	20518
Superficie des terres en kilomètres carrés	76.90	108.30	12621.61
Densité de population 1996 (pers/km <sup>2</sup> )	7.74	14.01	1.61
Densité de population 2006 (pers/km <sup>2</sup> )	7.91	14.87	1.63

Les principales aires de concentration de résidences permanentes sont les villages mêmes, mais on retrouve aussi d'autres agglomérations de résidences permanentes dans

le bassin versant. Pour Blue Sea, dans le secteur d'Orlo, et pour Messines le long de la berge du lac au sud du quai public, dans la partie nord de la baie au nord du quai public (où le Chemin de la Ferme se rapproche du lac) ainsi que dans la Baie St-Jacques à l'extrémité nord du lac.

Dans la périphérie du bassin versant, on ne retrouve pas de concentration de résidences permanentes dans Blue Sea. Tandis qu'à Messines on retrouve quelques regroupements dans le secteur des lacs Grant, Laverdure et à quelques endroits sur le chemin de Farley.

### 8.3 Types de résidences

Avant d'examiner le parc de résidences dans le bassin versant, nous avons évalué la répartition des résidences dans l'ensemble des municipalités pour nous donner la tendance. Selon statistique Canada, le parc de résidences de la municipalité de Blue Sea est homogène, presque exclusivement de type individuel, tandis qu'à Messines la domination est moins forte, mais il y a encore plus de 85% des habitations de ce type (voir tableau 11). On retrouve dans cette municipalité près de 11,8% des unités d'habitations dans des immeubles de type duplex ou plus grand encore. Par rapport à 1998, le nombre total de logements a augmenté de 10,0% à Blue Sea (25/250) alors qu'à Messines cette augmentation est de 15,3% (90/590).

**Tableau 11. Format des habitations<sup>1</sup> (Statistique Canada 1998,)**

	Blue Sea		Messines		MRC La-Vallée-de-la Gatineau	
Nombre total de logements privés occupés selon le type de construction résidentielle	275		680		8970	
Maison individuelle non attenante	265	96.36%	585	86.03%	7390	82.39%
Maison jumelée	0	0%	40	5.88%	285	3.18%
Maison en rangée	0	0%	10	1.47%	95	1.06%
Appartement, duplex non attaché	0	0%	15	2.21%	290	3.23%
Appartement, immeuble de cinq étages ou plus	0	0%	0	0%	0	0%
Appartement, immeuble de moins de cinq étages	0	0%	15	2.21%	690	7.69%
Autre maison individuelle attenante	0	0%	0	0%	100	11.1%
Habitation mobile	5	1.82%	10	1.47%	115	1.28%

<sup>1</sup> Les valeurs du tableau ne proviennent pas de données intégrales mais plutôt d'un échantillon de 20% du parc d'habitation transposé sur l'ensemble.

La répartition des formats d'habitation en plusieurs types doit être prise avec circonspection, ces données proviennent d'un échantillon du parc d'habitation. Ainsi les 10 maisons jumelées qu'on retrouvait à Blue Sea en 1998 ne font plus partie du compte en 2006.

Les rôles d'évaluation de 2010 nous permettent d'obtenir un peu plus d'information sur le milieu bâti des municipalités. Pour l'ensemble des municipalités, la composition du parc de résidences est livrée au tableau 12. Pour ces données nous avons assumé que pour chaque ferme correspondait une résidence principale unifamiliale. Notons que dans les rôles d'évaluation des deux municipalités certaines propriétés ont un code d'utilisation de résidences générales qui ne permet pas de déterminer leur type d'occupation. Les valeurs de ces propriétés sont généralement basses, ce qui porte à croire qu'ils s'agit d'une forme d'annexe ou de maisons mobiles<sup>1</sup>. Mais quelques rares cas ont des valeurs élevées qui peuvent être assimilées à des résidences. En raison de cette ambiguïté, nous n'avons pas tenu compte de ces propriétés au type d'occupation indéterminée qui sont au nombre de 100 à Blue Sea et de 50 à Messines.

Au rôle d'évaluation, la municipalité de Blue Sea a une prédominance de chalet, tandis qu'à Messines, la répartition s'inverse avec une légère majorité de résidence principale. L'augmentation des résidences principales est marquée dans les deux municipalités. Quant aux chalets, Blue Sea connaît une légère augmentation, alors que Messines a connu une diminution nette. En 2010 cette dernière municipalité compte 24 chalets de moins qu'en 1997, selon toute vraisemblance il y a eu conversion de chalets en résidences principales. Il y a pu avoir construction neuve de chalets, mais au bilan il y a un certain nombre de chalets convertis en résidences permanentes.

---

<sup>1</sup> Aucun des rôles ne comptent de propriétés expressément sous le code d'utilisation de maison mobile

**Tableau 12. Répartition des types de résidences pour tout le territoire des municipalités**

	Blue Sea					Messines					Ensemble des deux municipalités				
	1997		2010		Var	1997		2010		Var	1997		2010		Var
	Nb	%	Nb	%	%	Nb	%	Nb	%	%	Nb	%	Nb	%	%
Résidence principale	213	27,4	293	33,6%	37,6	531	51,9	635	57,5	19,6	744	41,3	928	47,0	24,7
Chalet	565	72,6	579	66,4%	2,5	493	48,1	469	42,5	-4,9	1058	58,7	1048	53,0	-0,9
<b>Total résidence</b>	778		872		12,1	1024		1104		7,8	1802		1976		9,7

En ce qui a trait à la composition du parc de résidences pour la partie des municipalités située dans le bassin, les données s'établissent comme suit, toujours selon les rôles d'évaluation de 2010.

**Tableau 13. Répartition des types de résidences pour la partie des municipalités située dans le bassin versant**

	Blue Sea					Messines					Ensemble du bassin				
	1997		2010		Var	1997		2010		Var	1997		2010		Var
	Nb	%	Nb	%	%	Nb	%	Nb	%	%	Nb	%	Nb	%	%
Résidence principale	101	26,1	127	29,6	25,7	242	53,7	295	58,6	21,9	343	41,0	422	45,3	23,0
Chalet	285	73,9	302	70,4	6,0	209	46,3	208	41,4	-0,5	494	59,0	510	54,7	3,2
<b>Total résidence</b>	386		429		11,1	451		503		11,5	837		932		11,4

D'emblée, on remarque qu'à la fois dans l'ensemble des municipalités et dans le bassin versant, il y a eu augmentation du nombre de résidences.

Quand on compare le parc de résidences du bassin par rapport à celui de l'ensemble des municipalités, on constate, comme on peut s'y attendre pour un lac qui agit comme pôle touristique, que la prédominance des chalets est légèrement plus grande dans le bassin, à 54,7% de chalets sur le total des résidences du bassin, comparé à 53% de chalets sur le total des résidences des municipalités. Cependant, on s'aperçoit que chronologiquement, la part de chalets dans le bassin versant, s'abaisse, passant de 59,0% des résidences à 54,7%. Même si en terme absolu, il y a eu un gain net de chalets,

l'augmentation de résidences principales a été plus importante. Pour Blue Sea, l'importance des chalets augmente dans le bassin versant (70,%) par rapport à celui de la municipalité (66,4%).

Pour chacune des municipalités on retrouve les proportions suivantes de leur parc de résidences dans le bassin d'étude.

**Tableau 14. Proportion du parc de résidences en 2010**

	Principale		Secondaire		Total	
<b>Blue Sea</b>						
Dans bassins	127	43,3%	302	52,2%	429	49,2%
Hors bassins	166	56,7%	277	47,8%	443	50,8%
<b>Total Blue Sea</b>	293	100%	579	100%	872	100%
<b>Messines</b>						
Dans bassins	295	46,5%	208	44,3%	503	45,6%
Hors bassins	340	53,5%	261	55,7%	601	54,4%
<b>Total Messines</b>	635	100%	469	100%	1104	100%
<b>Ensemble des municipalités</b>						
Dans bassins	422	45,5%	510	48,7%	932	47,2%
Hors bassins	506	54,5%	538	51,3%	1044	52,8%
<b>Total ensemble municipalités</b>	928		1048		1976	

Les proportions de résidences permanentes et secondaires sont semblables selon qu'on considère le territoire du bassin ou celui des deux municipalités. Dans le bassin versant, on retrouve un peu moins de la moitié de l'ensemble des résidences de deux municipalités, soit 932 dans le bassin par rapport aux 1976 résidences totales. Pour chaque municipalité, l'importance relative du parc de résidences dans le bassin versant par rapport à celui de la municipalité complète est semblable, c'est-à-dire un peu moins de la moitié des résidences dans le bassin.

Nous n'avons pas poursuivi l'analyse du bassin du lac Blue Sea situé dans la municipalité de Bouchette et du canton de Wright. Il s'agit à proprement parler d'une partie du sous-bassin du lac Edja. L'analyse de l'image satellite nous montre qu'il y aurait une vingtaine de résidences à l'extrémité sud-est du lac Edja, autour du lac à Cailla et du lac



Glen ; il n'y aurait pas d'autres types d'occupation. La partie du bassin dans la municipalité de Wright est inoccupée.

En consultant le tableau 15 montrant les chiffres de 2000, on remarque que le nombre de résidences semble avoir diminué, passant d'un total de 964 en 2000 à 932 en 2010. La diminution se produit du côté des résidences secondaires alors que le nombre de résidences principales augmente. Ceci suggère que plusieurs résidences secondaires ont été transformées en résidences principales.

**Tableau 15. Proportion du parc de résidences en 2000**

	Principale		Secondaire		Total	
<b>Blue Sea</b>						
Dans bassins	163	76.3%	351	62.0%	513	65.9%
Hors bassins	51	23.7%	215	38.0%	265	34.1%
<b>Total Blue Sea</b>	213		565		778	
<b>Messines</b>						
Dans bassins	242	45.6%	209	42.4%	451	44.0%
Hors bassins	289	54.4%	284	57.6%	573	56.0%
<b>Total Messines</b>	531		493		1024	
<b>Ensemble des municipalités</b>						
Dans bassins	405	54.4%	560	52.9%	964	53.5%
Hors bassins	340	45.6%	499	47.1%	838	46.5%
<b>Total ensemble municipalités</b>	744		1058		1802	

## 9 Infrastructure récréo-touristique

Le présent chapitre, comme les suivants jusqu'au chapitre 13, utilisent les informations des rôles d'évaluation des municipalités. Nous avons procédé à certaines corrections géométriques, avec points de contrôle vérifiés, afin que les centroïdes des propriétés du rôle se superpose bien aux autres couches d'information. Quant aux valeurs d'attributs, c'est-à-dire les informations mêmes contenues aux rôles, nous avons pu constater que certaines informations sont en partie incorrectes ou ne sont plus à date. La vérification et la validation exhaustive des informations contenues aux rôles dépassaient la portée de la présente étude. Certaines informations ont été mise à jour selon des commentaires reçus de nos partenaires. Selon ce que nous avons pu voir sur le terrain les activités industrielles et commerciales dans le bassin versant ont toutefois des effets négligeables sur la qualité de l'eau.

Le tableau suivant regroupe les installations récréo-touristiques incluses dans le bassin versant.

**Tableau 16. Liste des établissements récréo-touristiques situés dans le bassin versant**

Code d'utilisation <sup>1</sup>	Désignation	Municipalité
7610	(4014-28-9523-0-000-0000) Aucune correspondance. secteur boisé au SE lac Blue Sea, le long du sentier récréatif	Blue Sea
5811	(4123-47-2540-0-000-0000) André Dompierre	Messines
5811	(4123-61-2060-0-000-0000) Michel Ménard	Messines
5821	(4122-65-4142-0-000-0000) Sabourin Joffre	Messines
7412	Club de Golf Algonquin	Messines
7491	Camping Chevalier de Colomb	Messines
7519	(3824-39-4915-0-000-0000) Clément Jacques Camping du Manoir ?	Messines
7519	(4122-15-0423-0-000-0000) Michel Lafrenière	Messines
7611	(4124-69-0888-0-000-0000) MRC de la Vallée de la Gatineau, le long du sentier récréatif, au NE lac Grenon	Messines

<sup>1</sup> Voir signification des codes à l'annexe 2

Ajoutons à ces installations le sentier récréatif qui parcourt 23.2 km dans le bassin, soit 5.9 km dans le bassin du ruisseau et 17.3 km dans le bassin du lac; sur 3.3 km le sentier longe le lac Blue Sea à une distance de quelques mètres. Le parc régional du Mont Morissette est en partie dans le bassin versant, à l'ouest du lac Dénommé, de part et d'autre du chemin du lac Long. Le parc a peu d'impact sur les apports potentiels au lac Blue Sea d'autant plus qu'il couvre une partie du sous-bassin du lac Dénommé.

## **10 Agriculture**

On retrouve treize exploitations agricoles sur le territoire du bassin selon les rôles d'évaluation. Les données du rôle sont fragmentaires et devraient être complétées par des études exhaustives de ce secteur d'activités, même si ce dernier demeure mineur.

Nos visites sur le terrain nous ont permis de constater une grande variabilité dans le mode d'opération des fermes, certaines sont exploitées de façon intensive, d'autres ne sont plus exploitées directement et sont laissées en location de façon intermittente pour la culture fourragère.

À Messines, douze propriétés agricoles sont exploitées sur une base régulière dans le bassin. Aucune terre supportant des animaux ne donne directement sur les berges d'un lac. On ne retrouve aucune exploitation agricole dans la partie du bassin versant situé dans Blue Sea.

**Tableau 17. Liste des propriétés à vocation agricole dans le bassin versant**

Code utilisation <sup>1</sup>	Propriétaire	Premier usage	Deuxième usage	Municipalité
8180	(3623-52-0171-0-000-0000) Marcel Bédard			Messines
8180	(3723-76-7832-0-000-0000) Marcel Bédard	Culture	(Animaux)	Messines
8180	(3924-46-3688-0-000-0000) Quathamier Jami in trust [ancien Pierre Arseneault]	[Foin ]	[Animaux]	Messines
8180	(4024-46-8545-0-000-0000) Pierre Boissonneault [ancien Gérard St-Louis]	[Foin]		Messines
8180	(4024-52-4724-0-000-0000) Jean-Guy Martel			Messines
8180	(4028-64-9324-0-000-0000) Marion Rochon	Foin		Messines
8180	(4028-69-7549-0-000-0000) Jacques Lapointe	Bovins		Messines
8180	(4228-43-5308-0-000-0000) Jacques Lapointe	Bovins		Messines
8180	(4120-08-5975-0-000-0000) Honoré Cronier	Culture	(Animaux)	Messines
8180	(4121-27-7182-0-000-0000) Denise Dontigny	Chevaux		Messines
8180	(4227-51-2716-0-000-0000) Maurice Laval	Chevaux	Foin	Messines
8180	(4228-19-9885-0-000-0000) Mathieu Clément (voir en 2000 Jean-Pierre Clément)	Foin		Messines

<sup>1</sup> Voir signification des codes à l'annexe 2

## 11 Industrie

Selon les rôles d'évaluation obtenus, on ne retrouve qu'un type d'entreprise œuvrant dans les secteurs de la fabrication dans le bassin versant. Ceci représente une nette diminution par rapport aux données de 2000 qui montraient qu'une douzaine d'entreprises industrielles étaient présentes sur le bassin versant.

**Tableau 18. Entreprises industrielles situées dans le bassin versant**

Type d'industries <sup>1</sup>	Désignation	Municipalité
Scierie (code 2713)	(4122-44-5226-0-000-0000) 9118-1578 QUEBEC INC.	Messines

<sup>1</sup> Voir signification des codes à l'annexe 2

## 12 Activité commerciale

Les rôles d'évaluation ne retracent que 5 propriétés commerciales dans le bassin versant qui sont actives dans les domaines de l'alimentation. Il s'agit de commerces de petites surfaces desservant la population permanente ainsi que de villégiature locale. On retrouve aussi une classe générique d'espaces à bureaux. On note une nette diminution des activités commerciales depuis 2000 alors que 13 entreprises étaient en opération.

**Tableau 19. Liste des entreprises commerciales situées dans le bassin versant**

<b>Code utilisation<sup>1</sup></b>	<b>Désignation</b>	<b>Municipalité</b>
6000	(3815-78-8955-0-000-0000) Immeuble à bureaux	Blue Sea
5411	(4122-64-4067-0-000-0000) 9197-1424 QUEBEC INC.	Messines
5413	(4123-62-1252-0-000-0000) 9112-2705 QUEBEC INC.	9197-1424 QUEBEC INC.
5421	Boucherie Rock Lafrenière	Messines
6000	(4123-52-5239-0-000-0000) Municipalité	Messines
1000	Boucherie René Cronier	Messines

<sup>1</sup> Voir signification des codes à l'annexe 2

### **13 Aménagements liés à l'eau et autres activités**

#### **13.1 Aménagements liés à l'eau**

On retrouve cinq aménagements sur les berges du lac et nous avons considéré le barrage sur le ruisseau Blue Sea un peu en aval du lac. Notons deux aménagements qui implique la manipulation d'essence sur les berges, soit le garage Raymond Lacroix à Blue Sea et l'ancienne base d'hydravion à Messines qui ferait maintenant la vente d'essence pour les embarcations à moteur. Nous n'avons pas de données sur la fréquentation des accès publics au lac. Peu de changements sont observés depuis 2000.

**Tableau 20. Liste des aménagements liés à l'eau dans le bassin versant**

	<b>Code utilisation</b>	<b>Exploitant</b>	<b>Type aménagement</b>
1	7442	Raymond Lacroix	Essence
2	7442	Raymond Lacroix	Quai-rampe privé
3	7449	Municipalité de Blue Sea	Quai-rampe public
5	7449	Municipalité de Messines	Quai-rampe public
6	7499	Municipalité de Blue Sea	Halte routiere
7		Municipalité de Blue Sea	Barrage

1Voir signification des codes à l'annexe 2

### **13.2 Autres aménagements**

Comme autre installation pouvant avoir un impact environnemental dans le bassin, mentionnons le l'éco-centre de Blue Sea qui reçoit certains rebuts de cette municipalité, il est installé sur le site du dernier dépotoir en exploitation par la municipalité. Ce site est situé à une position à peu près centrale entre les lacs Blue Sea, Allard et des Atacas, ce dernier étant le plus rapproché des trois.

Un dépotoir utilisé il y a encore plus longtemps par Blue Sea est situé dans les limites du bassin, entre le lac Blue Sea et le lac Edja. Même s'il est de dimension restreinte, sa proximité par rapport au lac Blue Sea lui vaut d'être relevé.

La municipalité de Messines n'a pas d'installation de traitement des déchets à l'intérieur de ses limites. La gestion des déchets de cette municipalité, comme celle de Blue Sea, est prise en charge par la MRC de la Vallée-de-la Gatineau. Les ordures sont envoyées à un centre de transbordement à Maniwaki. L'ancien dépotoir de Messines n'est pas à l'intérieur du bassin, il est cependant près des limites du bassin versant du lac. À proprement parler, il est situé dans une des cuvettes pour lesquelles la direction du drainage est difficile à déterminer. On retrouve au nord-est du lac Clément, un site ayant servi à recueillir les boues des fosses septiques. Ce site est près de la limite du bassin versant, soit à un peu plus de deux-cents mètres. Sur ce site, les eaux de surface coulent dans le bassin de la rivière Gatineau par le biais du ruisseau à l'est du lac Clément.



**Tableau 21. Liste des aménagements à incidence environnementale situés dans le bassin versant**

Désignation	Description	Superficie (ha)	Municipalité	Statut	Distance à un lac <sup>1</sup>	Nom du lac	Distance à un cours d'eau <sup>1</sup>	Nom du cours d'eau
1 Éco-centre de Blue Sea	Dépôt de métal, pneu, arbres, branches	N/A	Blue Sea	Actif	643.0	des Atacas	520.9	Ruisseau du lac Allard
3 Ancien dépotoir de Blue Sea	Site d'enfouissement	0.6	Blue Sea	Inactif	382.5	Blue Sea	583.5	Sans nom

<sup>1</sup> Distance calculée à partir d'un centroïde déterminé pour chaque site

**Tableau 22. Liste des aménagements à incidence environnementale situés dans la proche périphérie du bassin versant**

Désignation	Description	Superficie (ha)	Municipalité	Statut	Distance à la limite du bassin <sup>1</sup> (m)	Distance à un lac <sup>1</sup> (m)	Nom du lac	Distance à un cours d'eau <sup>1</sup> (m)	Nom du cours d'eau
2 Ancien dépotoir de Messines	Site d'enfouissement	0.9	Messines	Inactif	417.8	1110.8	Clément	682.8	Ruisseau vers le lac à Boileau
4 Anciennes lagunes	Disposition des boues de fosses septiques	2.0	Messines	Inactif	235.5	386.1	Clément	449.5	Ruisseau du lac Clément

<sup>1</sup> Distance calculée à partir d'un centroïde déterminé pour chaque site

## 14 Évolution de l'utilisation du territoire

La délimitation des différentes utilisations du sol du bassin versant du lac Blue Sea a été faite d'après une image satellite *Kompsat* de 2010 et 2009 à l'aide du logiciel ArcGis d'ESRI. Six différentes catégories d'utilisation du sol furent employées: Forêt, Coupe forestière, Grande culture, Foin ou pâturage, Résidentiel, Golf, Tourbière ou marais et Plans d'eau. À chacune de ces catégories d'utilisation du sol correspond un coefficient d'exportation de phosphore. Les campagnes de terrain ont permis de valider ces catégories d'utilisation du sol.

**Tableau 23. Superficie et proportion occupées par les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea en 2010**

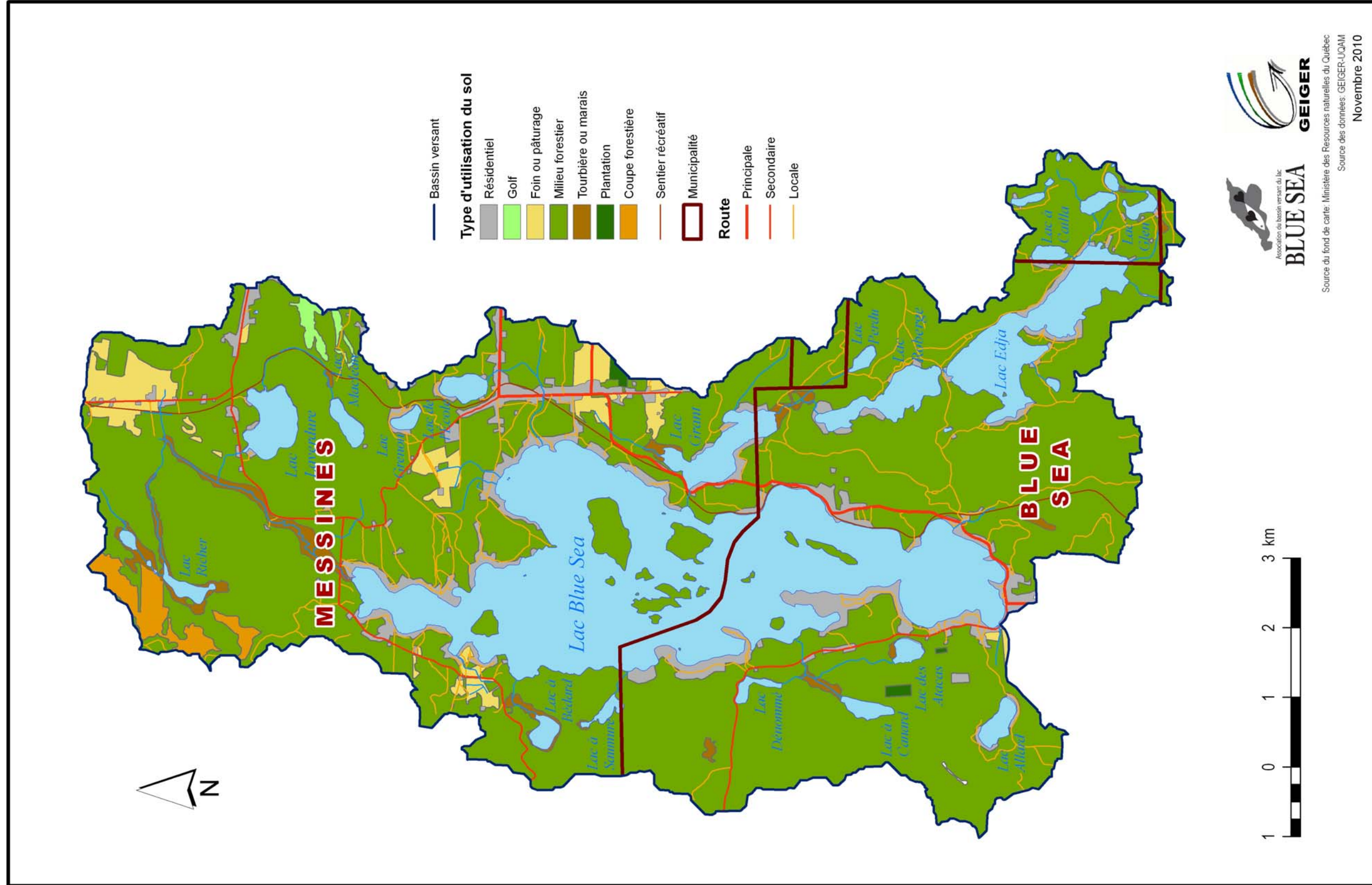
Type d'utilisation du sol	Superficie (km <sup>2</sup> )	% de l'utilisation totale du bassin versant
<i>Milieu forestier</i>		
Forêt (non-perturbée)	56,27	64,8%
Plantation	0,14	0,2%
Coupes forestières	0,95	1,1%
<i>Milieu agricole</i>		
Foin ou pâturage	2,28	2,6%
<i>Milieu résidentiel</i>		
Résidentiel (urbain)	5,32	6,1%
Golf	0,28	0,3%
<i>Milieu naturel</i>		
Tourbière ou marais	1,34	1,5%
Plans d'eau	20,30	23,4%
<b><i>Bassin versant</i></b>	<b><i>86,87</i></b>	<b><i>100.0</i></b>

**Tableau 24. Superficie et proportion occupées par les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea en 2000**

Type d'utilisation du sol	Superficie (km <sup>2</sup> )	% de l'utilisation totale du bassin versant
<i>Milieu forestier</i>		
Forêt (non-perturbée)	53,10	62,13%
Plantation	N/A	0,0%
Coupes forestières	1,03	1,2%
<i>Milieu agricole</i>		
Foin ou pâturage	9,02	10,55%
Grandes cultures	0,78	0,91%
<i>Milieu résidentiel</i>		
Résidentiel (urbain)	1,41	1,65
Golf	0,43	0,50%
<i>Milieu naturel</i>		
Tourbière ou marais	0,11	0,13%
Plans d'eau	19,60	22,93%
<b><i>Bassin versant</i></b>	<b><i>85,46</i></b>	<b><i>100.0</i></b>

Les superficies des milieux forestiers, les plus importantes du bassin, ont peu varié au cours des derniers 10 ans, avec la même proportion de boisés coupés. Les superficies agricoles ont singulièrement diminué, la classification employée n'a pas permis de localiser de grandes cultures sur le territoire. Les superficies urbanisées ont beaucoup augmenté depuis 2000 mais occupent toujours une part très mineure du bassin. Il est à noter qu'une part des disparités dans les superficies d'utilisation du sol entre 2000 et 2010 provient d'un changement des sources de données (photographies aériennes en 2000, image satellite de haute résolution en 2010).

Figure 6 Carte de l'utilisation du territoire



## **15 Estimation des apports en phosphore vers le lac Blue Sea**

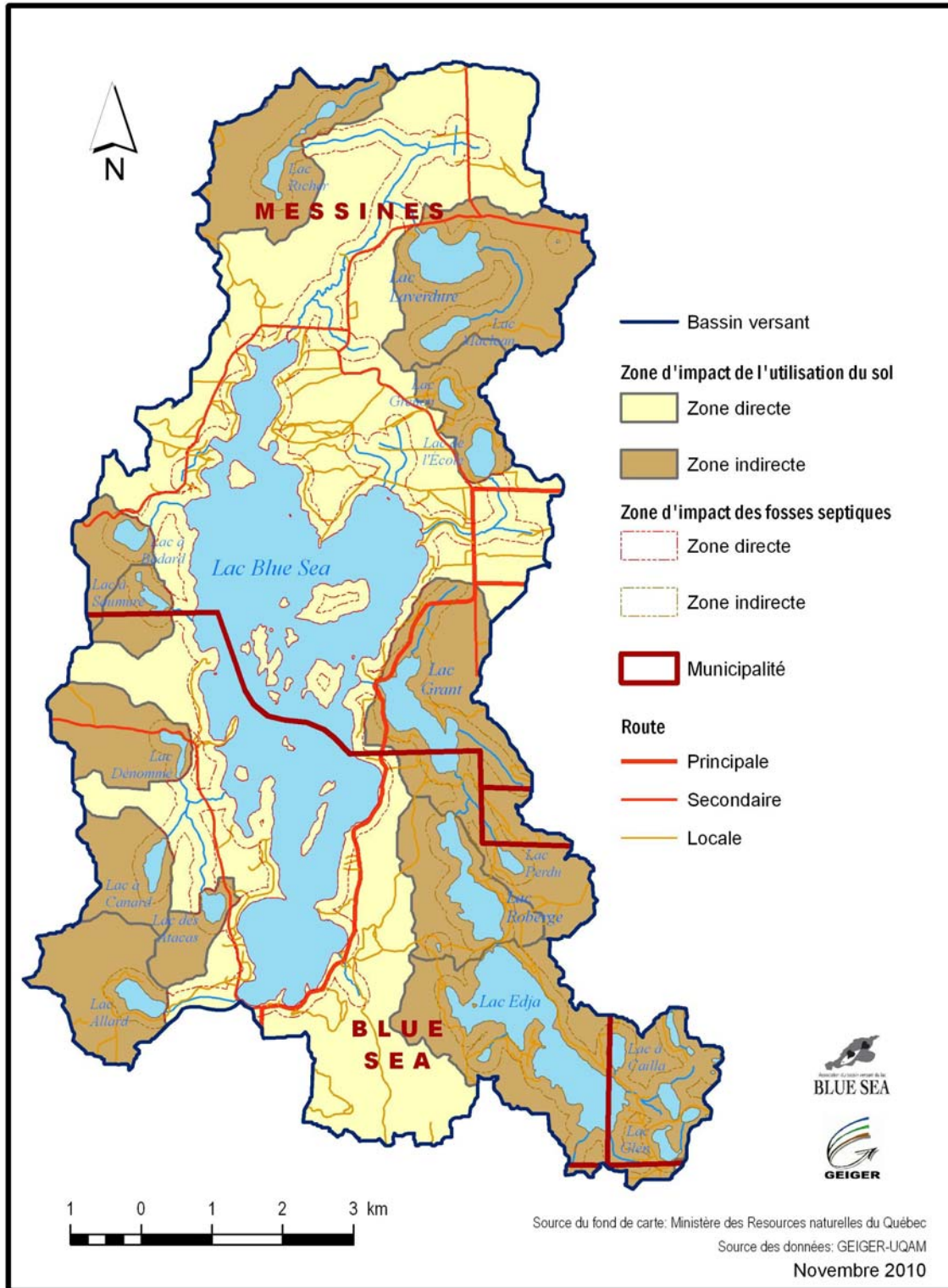
### **15.1 Traitement préalable de l'information**

Pour mettre en application la méthode des coefficients d'exportation, les diverses informations sur l'utilisation du territoire et le nombre et l'occupation des résidences à l'intérieur du bassin versant ont été utilisées. Chacune des sources de pollution potentielles ont aussi été identifiées et localisées à l'intérieur du bassin versant du lac Blue Sea.

Pour tenir compte des phénomènes de rétention du phosphore dans les lacs, les deux types de zones d'impact (directe et indirecte) ont été délimités. Cette opération correspond à délimiter les sous-bassins des lacs en amont du lac Blue Sea. À cette fin, l'outil d'analyse spatiale *Watershed* du logiciel ArcGis a été utilisé. Les informations nécessaires à la création de ces sous-bassins sont la direction d'écoulement de l'eau sur le territoire et la position des exutoires de chacun des lacs sur le territoire du bassin versant principal. La relation entre ces deux données nous donne la délimitation des sous-bassins.

En ce qui a trait aux fosses septiques, nous considérons aussi une zone d'impact qui est constituée de la zone de 150 mètres des berges des plans d'eau ainsi que de 150 mètres de part et d'autre des cours d'eau. En dehors de cette zone d'impact de 150 mètres, les fosses septiques ne sont pas considérées comme contribuant aux apports de phosphore. Pour créer cette zone, l'outil *Buffer* d'ArcGis fut utilisé pour créer des zones tampons autour des lacs et des rivières.

Figure 7 Carte de localisation des zones d'impact direct et indirect



Les superficies occupées par chaque type d'utilisation du sol sont nécessaires à l'application de la méthode des coefficients d'exportation. Le tableau 25 présente les superficies occupées pour les divers types d'utilisation du sol en précisant les superficies dans chaque type de zones d'impact (direct et indirect).

**Tableau 25. Superficie et proportion occupées par les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea en 2010**

Type d'utilisation du sol	Superficie (km <sup>2</sup> )			% de l'utilisation total du bassin versant
	Zone d'impact direct	Zone d'impact indirect	Bassin versant total	
<i>Milieu forestier</i>				
Forêt (non-perturbée)	28,29	28,12	56,41	65,0%
Coupes forestières	0,03	0,92	0,95	1,1%
<i>Milieu agricole</i>				
Foin ou pâturage	1,96	0,32	2,28	2,6%
<i>Milieu résidentiel</i>				
Résidentiel (urbain)	3,95	1,37	5,32	6,1%
Golf	0,00	0,28	0,28	0,3%
<i>Milieu naturel</i>				
Tourbière ou marais	0,75	0,58	1,33	1,5%
Plans d'eau	14,31	5,99	20,30	23,4%
<b><i>Bassin versant</i></b>	<b><i>49,29</i></b>	<b><i>37,58</i></b>	<b><i>86,87</i></b>	<b><i>100,00</i></b>

## 15.2 Méthode utilisée pour la quantification des apports en phosphore

Comme pour l'étude initiale, la méthode des coefficients d'exportation a été favorisée pour la quantification des apports en phosphore parce qu'elle permet d'obtenir une approximation convenable des apports en phosphore. Il s'agit d'une méthode « particulièrement utile lorsqu'il est impossible de mesurer régulièrement l'apport des rivières et lorsqu'aucune autre estimation des apports de nutriments n'est disponible » (Ryding and Rast 1993, Masson:294 p.).

**La méthode des coefficients d'exportation doit être appliquée avec une certaine prudence et prendre en compte que les résultats obtenus sont approximatifs** (Ryding and Rast 1993, Masson:294 p.). Elle représente donc une première approximation qui permet de cibler les endroits où les efforts de réduction de la pollution doivent être concentrés et indique ainsi la meilleure localisation pour des sites d'échantillonnages. Aussi, cette méthode permet d'obtenir un aperçu des impacts sur le milieu naturel et humain liés à la modification de l'utilisation du territoire notamment par une augmentation des activités humaines sur le territoire. Lorsque les données disponibles le permettent, il peut être favorable d'appliquer des modèles plus élaborés et ainsi préciser les estimations obtenues à l'aide des coefficients d'exportation.

Les coefficients d'exportation permettent d'estimer les apports en nutriments par unité de surface vers un plan d'eau. Cette méthode considère que, pour des conditions hydrologiques normales, chaque type d'utilisation du sol exportera une charge à peu près constante de nutriments par unité de surface (Ryding and Rast 1993, Masson:294 p.). Pour calculer ces apports on multiplie simplement un coefficient d'exportation déterminé par la superficie occupée par un type de l'utilisation du sol. Un coefficient d'exportation est attribué à chaque type d'utilisation du sol en fonction de ses caractéristiques propres. La même démarche est appliquée pour les apports en phosphore qui proviennent des fosses septiques sauf que l'on considère en plus le taux d'occupation (nombre de personnes-années) et la rétention du phosphore dans le sol.



L'équation suivante a été utilisée pour estimer les apports totaux en phosphore pour le bassin versant du lac Blue Sea (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214) :

$$M = (CE_f \times Aire_f) + (CE_{mh} \times Aire_{mh}) + (CE_{gc} \times Aire_{gc}) + (CE_{pf} \times Aire_{pf}) + (CE_{atm} \times Aire_A) + (CE_{fs} \times n. \text{ de personnes-années} \times (1-CRS))$$

Où :

M = apports totaux en phosphore (kg P/an)

CE = coefficient d'exportation (kg P/km<sup>2</sup>/an ou kg P/personne/an pour les fosses septiques)

Aire = superficie du type d'utilisation du sol en km<sup>2</sup>

f = forêt, milieux forestiers perturbés, friches agricoles

mh = milieux humides (tourbières et marais)

gc = grandes cultures

pf = pâturages et fourrages

atm = atmosphère, A correspond à la superficie du plan d'eau (i.e. la zone d'interception)

fs = fosse septique

n. de personnes-années = taux d'occupation des résidences

CRS = coefficient de rétention du sol

### 15.3 Exportation du phosphore pour l'utilisation du sol

Pour chaque type d'utilisation du sol, un coefficient d'exportation a été sélectionné en fonction des caractéristiques physiques du territoire. Le calcul des coefficients d'exportation fait l'objet d'études distinctes, dans ces dernières les charges en phosphore exportée pour certains types d'utilisation du sol sont calculés pour des conditions de terrain données.

Pour que les résultats soient comparables à l'étude initiale de 2000, nous avons conservés les coefficients d'exportation d'alors. Ils proviennent de l'étude de (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214), qui rassemble plusieurs coefficients d'exportation de bassins versants aux États-Unis et au Canada ; pour des cas au Québec, nous avons utilisé les études de De Montigny, Prairie, 1996 et de Gangbazo, Babin, 1999 ; le choix s'est aussi appuyé sur l'étude de (Brehob 1997,-76). Le tableau suivant présente les coefficients employés, on retrouvera dans l'étude initiale la justification de leur choix.

**Tableau 26. Coefficients d'exportation établis pour les types d'utilisation du sol du bassin versant du lac Blue Sea.**

Coefficients d'exportation (kg P/km <sup>2</sup> /an)	Type d'utilisation du sol						
	Milieu forestier		Milieu agricole		Résidentiel	Tourbière	Golf
	Non-perturbé	Coupes	Grande culture	Foin et pâturage			
Minimal	6,7	11	30	11	19	10,7	15
Le plus probable	10,7	18	53	33	35	20	19
Maximal	14,5	25	80	70	95	33	25

Par ailleurs, la démarche proposée (celle de (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214) permet de préciser l'incertitude associée au choix de coefficients d'exportation. Pour cela, il est nécessaire de déterminer un intervalle à l'intérieur duquel il y a une forte probabilité de retrouver une valeur adéquate pour le coefficient d'exportation. Pour évaluer l'incertitude, trois coefficients d'exportation doivent donc être établis pour chaque source de phosphore, un premier coefficient représentant le mieux les caractéristiques du milieu étudié (coefficient le plus commun) et ensuite deux autres coefficients pour déterminer les limites maximale et minimale de l'intervalle (coefficients minimal et maximal). Le calcul de l'incertitude permet de mieux saisir les limites de la méthodologie utilisée et ainsi d'évaluer plus facilement la portée des résultats et de l'analyse.

#### **15.4 Le phénomène de rétention du phosphore**

Un autre élément à prendre en considération dans la quantification des apports externes en nutriments est le phénomène de rétention du phosphore à l'intérieur des plans d'eau. En fait, on a constaté que les plans d'eau agissent comme des trappes à sédiments, ainsi le phosphore particulaire s'y dépose. Compte tenu de ce phénomène, une certaine proportion des apports en phosphore s'accumule dans les plans d'eau situés en amont du lac Blue Sea. Pour obtenir une meilleure estimation des apports en phosphore vers le lac Blue Sea il est nécessaire d'évaluer la rétention du phosphore.

Pour évaluer l'ampleur de la rétention du phosphore plusieurs éléments doivent être pris en considération, comme les conditions hydrologiques et météorologiques, la

morphologie du lac, sa profondeur, son volume ainsi que son état trophique. Plus particulièrement, il a été possible de calculer le coefficient de rétention (R) à partir de l'équation de Dillon (Dillon, Kirchner, 1975) en utilisant le volume d'eau, la superficie totale des plans d'eau et la charge d'eau annuelle. Ce qui nous a permis de calculer un coefficient de rétention de 0,77. Cela signifie que 77% du phosphore apporté aux lacs situés en amont du lac Blue Sea (lacs Edja, Roberge, etc.) s'y accumule, le reste (soit 23%) se drainera vers le lac Blue Sea.

Le tableau 27 présente le calcul des apports en phosphore pour chaque sources de pollution de l'utilisation du sol. On y retrouve les superficies occupées pour les deux zones d'impact, les coefficients d'exportation et le coefficient de rétention du phosphore.

**Tableau 27. Apports en phosphore estimés pour l'utilisation du sol (apport en P = (coefficient d'exportation) X (superficie de l'utilisation du sol))**

	Milieu forestier <sup>1</sup>	Coupe forestière	Résidentiel	Tourbière ou marais	Foin et pâturage	Golf	Apport total (kg/an)
Superficie totale (km <sup>2</sup> )**	56,41	0,95	5,32	1,33	2,28	0,28	
directe	28,29	0,03	3,95	0,75	1,96	0,00	
indirecte	28,12	0,92	1,37	0,58	0,32	0,28	
Rétention du phosphore (apport indirect)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	
<b>Coefficient d'exportation minimale</b>	<b>6,70</b>	<b>11,00</b>	<b>19,00</b>	<b>10,70</b>	<b>11,00</b>	<b>15,00</b>	
Apport direct	189,54	0,33	75,05	8,03	21,56	0,00	
Apport indirect	43,33	2,33	5,99	1,43	0,81	0,97	
Apport min total (kg/an)	232,88	2,66	81,04	9,45	22,37	0,97	349,36
<b>Coefficient d'exportation le plus probable</b>	<b>10,70</b>	<b>18,00</b>	<b>35,00</b>	<b>20,00</b>	<b>33,00</b>	<b>19,00</b>	
Apport direct	302,70	0,54	138,25	15,00	64,68	0,00	
Apport indirect	69,20	3,81	11,03	2,67	2,43	1,22	
Apport le plus probable total (kg/an)	371,91	4,35	149,28	17,67	67,11	1,22	611,53
<b>Coefficient d'exportation maximale</b>	<b>14,50</b>	<b>25,00</b>	<b>95,00</b>	<b>33,00</b>	<b>70,00</b>	<b>25,00</b>	
Apport direct	410,21	0,75	375,25	24,75	137,20	0,00	
Apport indirect	93,78	5,29	29,93	4,40	5,15	1,61	
Apport max total (kg/an)	503,99	6,04	405,18	29,15	142,35	1,61	1088,32
<sup>1</sup> Forêt non-perturbée et plantations							
Explication du calcul des apports en phosphore pour l'utilisation du sol :							
Zone directe							
(1) apport en P de la zone directe = (coefficient d'exportation) x (superficie occupée de la zone de drainage directe)							
Zone indirecte							
(2) apport en P de la zone indirecte = (coefficient d'exportation) x (superficie occupée de la zone de drainage indirecte) x (coefficient de rétention du P)							
Total							
(3) Apport total en P au lac Blue Sea = (1) apport en P de la zone directe + (2) apport en P de la zone indirecte							

### **15.5 Exportation du phosphore par les fosses septiques**

L'apport de phosphore en provenance des fosses septiques dépend de plusieurs facteurs tant humains que physiques. D'abord, le nombre de fosses septiques, leur état, leur âge, ainsi que le taux d'occupation des résidences et les habitudes de consommation des résidents déterminent les quantités de phosphore qui se retrouveront possiblement dans l'environnement. Ensuite, la distance de la fosse septique au plan d'eau, l'inclinaison des pentes, la texture des sols et la profondeur de la nappe phréatique sont les facteurs physiques qui influencent les quantités de phosphore qui rejoindront le plan d'eau et la rapidité à laquelle elles le feront.

Comme on l'a vu précédemment, deux zones d'impact (direct et indirect) ont été délimitées dans le but de prendre en compte le phénomène de rétention du phosphore dans les plans d'eau situés en amont du lac Blue Sea. La zone d'impact direct regroupe les fosses septiques des résidences permanentes et saisonnières situées sur les rives du lac Blue Sea et le long des cours d'eau qui se drainent vers ce même plan d'eau (à l'intérieur de la marge de 150 mètres). Pour les fosses septiques des résidences dont les rejets de phosphore s'accumulent dans les lacs situés en amont, ces dernières se retrouvent dans la zone d'impact indirect.

Une fois le nombre de fosses septiques déterminé, on doit identifier l'apport en phosphore par personne pour une année en tenant compte du taux d'occupation et des habitudes de consommation des résidents. Un apport de 2 g de P/jour/personne soit 0,73 kg de P/pers/année a été retenu comme coefficient le plus commun. À partir des informations disponibles, les autres coefficients ont été déterminés pour refléter le taux d'occupation et les habitudes de consommation à l'intérieur du bassin versant : soit 0,6 kg P/pers/an comme coefficient minimal et 1,49 kg P/pers/an comme coefficient maximal.

Pour préciser le calcul on doit aussi considérer la rétention du phosphore dans le sol. Un coefficient de rétention traduit en quelque sorte la capacité du sol à filtrer et à absorber le phosphore. Cet élément est important puisque l'efficacité d'une installation septique dépend en grande partie de la capacité du sol (champ d'épuration) à retenir et à épurer le phosphore. Ainsi, l'efficacité du système de traitement (fosse septique et champ d'épuration) dépendra beaucoup des caractéristiques du champ d'épuration, c'est-à-dire :

la texture, la perméabilité et le type de sol ainsi que la pente et la profondeur de la nappe phréatique.

Il a été déterminé que les coefficients de rétention du sol pour le lac Blue Sea étaient de : 0,45 (minimum), 0,15 (plus commun) et 0,00 (maximum). Autrement dit, 15% du phosphore disponible est traité par l'installation septique, le reste, soit 85%, se retrouve dans le plan d'eau. Ces derniers coefficients ont été établis en prenant en compte les facteurs influençant la rétention du phosphore dans le sol pour le bassin versant.

### **15.6 Mise à jour des information sur les fosses septiques**

Depuis la publication de la description du bassin versant en 2000, les municipalités ont procédé à l'inspection des installations septiques sur leur territoire. Nous présentons brièvement dans cette section la compilation des résultats qu'elles nous ont transmis.

Pour la municipalité de Messines, on retrouve 374 propriétés à l'intérieur de la zone d'impact direct, c'est-à-dire dans la marge de 150 m autour des berges du lac et de ses îles, ainsi que 150 m de part et d'autre des cours d'eau qui se jettent directement dans le lac. Parmi ces propriétés, 81 ont de nouvelles installations septiques soit 48 chalets, 31 résidences permanentes, une propriété commerciale et une propriété institutionnelle. Pour 214 autres propriétés de cette zone, la municipalité ne possède pas de nouvelles informations sur les installations septiques (71 résidences permanentes, 108 chalets et 28 terrains vacants ou utilisations diverses). Des informations complémentaires du fichier fourni nous permettent toutefois de voir que 66 de ces propriétés ont des installations relativement récentes, construites ou rénovées depuis 1990. Pour 73 autres cas, la municipalité ne possède pas de dossier actif parce qu'il s'agit en grande majorité de terrains vacants. Finalement, les 6 derniers cas les inspections ne s'appliquent pas parce que les propriétés sont des dépendances de propriétés principales ou des parties de fermes.

Toujours dans la municipalité de Messines, dans la zone d'impact indirecte, c'est-à-dire à l'intérieur de la marge de 150 m autour des lacs et rivières en *amont* du lac Blue Sea, on retrouve 98 propriétés. Parmi ces propriétés, 22 ont de nouvelles installations septiques à peu près partagés également entre des résidences permanentes et des chalets. Pour 44 autres propriétés de cette zone, la municipalité ne possède pas de nouvelles informations sur les installations septiques, mais pour la plupart d'entre elles nous pouvoir voir que les installations septiques ont été rénovées depuis les années 90.

Finalement, pour les 32 derniers cas, la municipalité ne possède pas de dossier actif parce qu'il s'agit en grande majorité de terrains vacants.

Les responsables de la municipalité de Blue Sea ont, quant à eux, cherché à connaître la conformité des installations septiques à la réglementation plutôt que de connaître l'âge de leur entretien ou réfection. Dans la zone d'impact direct incluse dans le territoire de la municipalité de Blue Sea, les responsables ont relevé les installations septiques de 175 propriétés (sur un total de 224). Parmi ces propriétés, 43 sont conformes à la réglementation (Conforme au règlement Q-2, R.8), donc non polluantes ; elles comptent 16 résidences permanentes, 26 chalets. 63 propriétés relevées sont jugées non-conformes mais seraient non-polluantes selon les relevés, parmi elles 20 résidences permanentes, 42 chalets et une propriété institutionnelle. 34 propriétés relevées sont jugées non-conformes et seraient légèrement polluantes selon les relevés (les relevés de Blue Sea ne donnent aucune indication quant à savoir ce que serait le seuil pour qu'une installation soit considérée comme « légèrement polluante »), parmi elles 22 résidences permanentes, 12 chalets et une propriété institutionnelle. On a compté 35 propriétés non-conformes et polluantes, soit 8 résidences permanentes et 27 chalets.

Dans la zone d'impact indirecte, une seule propriété (jugée conforme) a été relevée. Cet échantillon ne permet évidemment pas de se prononcer sur l'état des installations septiques de cette zone.

### **15.7 Calcul des apports en phosphore des fosses septiques**

Pour le calcul des apports en phosphore en provenance des fosses septiques, l'information sur le nombre de résidences permanentes et saisonnières et le taux d'occupation a été réunie. On dénombre 481 résidences qui ont un impact significatif direct dont 168 permanentes et 313 saisonnières ainsi que 192 résidences dans la zone d'impact indirect dont 43 permanentes et 149 saisonnières (Voir tableau 28).

**Tableau 28. Nombre de résidences permanentes et saisonnières pour les municipalités, le bassin versant et les zones d'impact.**

Municipalité	Bassin versant		Zones d'impacts (150 mètres)					
			Direct		Indirect			
	Perm.	Sais.	Perm.	Sais.	Perm.	Sais.	Perm.	Sais.
<b>Blue Sea</b>	293	579	127	302	66	158	17	114
<b>Messines</b>	634	469	295	208	102	155	26	35
<b>Total</b>	927	1048	422	510	168	313	43	149

À la lumière de ce tableau on constate que le nombre de résidences saisonnières est plus élevé que le nombre de résidences permanentes à l'intérieur du bassin et des zones d'impacts. Le long des rives cela s'exprime plus particulièrement puisque plus de 65% des résidences (313 résidences sur 481) situées le long du lac Blue Sea (zone directe) sont d'utilisation saisonnière. Cette proportion s'élève à près de 78% pour la zone d'impact indirect (149 résidences sur 192).

La quantité de phosphore qui origine des fosses septiques dépend aussi du taux d'occupation de résidences. Selon les réponses au questionnaire envoyé à un échantillon de 189 propriétaires du bassin versant<sup>1</sup>, le taux d'occupation calculé est, en moyenne, de 2,44 personnes par résidence permanente et de 3,82 personne par résidence saisonnière (Voir Annexe 1). Aussi, il a été évalué que les habitations saisonnières étaient occupées 80,9 jours par année (0,22 année) et, bien entendu, que les résidences permanentes étaient occupées toute l'année. Enfin, un autre élément important à considérer dans la fréquentation des résidences sont les visites. Pour cela, le nombre de visites correspond à 40% du nombre de personnes-années fréquentant les résidences saisonnières et à 18% fréquentant les résidences permanentes (Communications Serge St-Pierre 1997).

À l'aide de ces dernières informations, il a été possible de calculer le taux d'occupation (nombre de personnes-années) des résidences saisonnières et permanentes pour les deux zones d'impact, taux consignés au tableau suivant.

<sup>1</sup> Sur un envoi total de 300 questionnaires, soit un taux de réponse de 63%



**Tableau 29. Nombre de personnes-années pour les résidences des zones d'impact direct et indirect**

	Nombre de résidences	Taux d'occupation annuel (an)	Nombre de personnes par résidences	Nombre de personne - années	Nombre de visiteurs	Nombre de personne - année total
	(a)	(b)	(c)	(d) = (a * b * c)	(e)	(d) + (e)
<b>Zone directe :</b>						
Permanente	168	1	2,44	409,92	75,02	484,94
Saisonnaire	313	0,22	3,82	264,98	105,99	370,97
<b>Total nombre de personnes-années zone directe</b>						<b>855,90</b>
<b>Zone indirecte :</b>						
Permanente	43	1	2,44	104,92	19,20	124,12
Saisonnaire	149	0,22	3,82	126,14	50,46	176,60
<b>Total nombre de personnes-années zone indirecte</b>						<b>300,72</b>

À partir de ces deux derniers résultats sur le taux d'occupation, des coefficients d'exportation du phosphore des fosses septiques et de la rétention du sol, les apports en phosphore minimum, « plus commun » et maximum ont été calculés (Voir tableau 30) . L'apport total des fosses septiques = (Coefficient d'exportation des fosses septique) \* (Nombre de personnes-années) \* (1-coefficient de rétention du sol) \* (coefficient de rétention dans les plans d'eau)

**Tableau 30. Apports totaux en phosphore (kg/an) des fosses septiques pour les zones d'impact direct et indirect**

	Coefficient d'exportation (kg P/pers/an)	Nombre de personnes-années	Coefficient de rétention du sol (1-CRS)	Coefficient de rétention des lacs (1-CRL)	Apports en phosphore (kg/an)	
	(a)	(b)	(c)	(d)	(a) x (b) x (c) x (d)	
<b>Zone directe</b>						
Coefficient minimal	0,6	855,90	0,55	N/A	282,45	
Coefficient « le plus commun »	0,73	855,90	0,85	N/A	531,09	
Coefficient maximal	1,49	855,90	1	N/A	1275,30	
<b>Zone indirecte</b>						
Coefficient minimal	0,6	300,72	0,55	0,23	22,82	
Coefficient « le plus commun »	0,73	300,72	0,85	0,23	42,92	
Coefficient maximal	1,49	300,72	1	0,23	103,06	
<b>Apport total des fosses septiques (direct + indirect) (kg P/an)</b>						
					Coefficient minimal	<b>305,27</b>
					Coefficient « le plus commun »	<b>574,01</b>
					Coefficient maximal	<b>1378,35</b>

### 15.8 Apports en phosphore du milieu atmosphérique

L'atmosphère, via les précipitations et l'érosion éolienne, constitue aussi une source de phosphore. Les bassins de drainage situés à proximité des centres urbains et des zones agricoles sont ceux les plus susceptibles de recevoir des quantités de phosphore élevées par l'atmosphère. Les coefficients d'exportation de phosphore pour le milieu atmosphérique sont calculés en prenant en compte la superficie des plans d'eau. Ainsi, plus un lac couvre une grande superficie plus les apports en phosphore provenant de l'atmosphère seront élevés. En milieu forestier, les apports atmosphériques en phosphore varient généralement de 7 à 54 kg de P/an pour chaque km<sup>2</sup> couvert par un plan d'eau.

Puisque le lac Blue Sea est situé en milieu forestier, éloigné des centres urbains et que les activités agricoles sont peu représentées, un coefficient d'exportation relativement faible a été retenu pour la contribution de phosphore par l'atmosphère: 15, 26 et 32,7 kg P/km<sup>2</sup> (basé sur (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214)).

Les apports en phosphore du milieu atmosphérique calculés pour le lac Blue Sea sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 31. Apports en phosphore pour le milieu atmosphérique**

	Coefficient d'exportation atmosphérique (kg/km <sup>2</sup> /an)	Superficie des plans d'eau (km <sup>2</sup> )	Coefficient de rétention des lacs (1-CRL)	Apports atmosphériques totaux de P (kg/an)
	(a)	(b)	(c)	(a) x (b) x (c)
<b>Zone directe</b> (lac Blue Sea)				
Coefficient minimal	15	14,31	1	214,65
Coefficient « le plus commun »	26	14,31	1	372,06
Coefficient maximal	32,7	14,31	1	467,94
<b>Zone indirecte</b>				
Coefficient minimal	15	5,99	0,23	20,67
Coefficient « le plus commun »	26	5,99	0,23	35,82
Coefficient maximal	32,7	5,99	0,23	45,05
<b>Apport total atmosphère (direct + indirect) (kg/an)</b>				
				Coefficient minimal <b>235,32</b>
				Coefficient « le plus commun » <b>407,88</b>
				Coefficient maximal <b>512,99</b>

### 15.9 Apports totaux en phosphore et calcul des concentrations

Les coefficients d'exportation ont permis d'obtenir une estimation des apports totaux en phosphore (en kg/an) pour l'ensemble des principales sources de nutriments, voir le tableau suivant.

**Tableau 32. Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source (zones d'impact direct et indirect confondues), bassin versant du lac Blue Sea.**

	Minimum	Le plus commun	Maximum
Utilisation du sol ( $CE_i \times Aire_i$ )	349,36	611,53	1088,32
Atmosphère ( $CE_{atm} \times Aire_A$ )	235,32	407,88	512,99
Fosses septiques ( $CE_{fs} \times n. \text{ de pers.} - \text{années} \times (1 - CRS)$ )	305,27	574,01	1378,35
<b>Apports totaux en P (kg/an) (M)</b>	<b>889,95</b>	<b>1593,42</b>	<b>2979,66</b>

Les coefficients d'exportation ont permis de quantifier les apports totaux en phosphore vers le lac Blue Sea pour une année. Pour estimer la concentration en phosphore dans le lac, on doit prendre en compte les caractéristiques hydriques du lac Blue Sea tel que la quantité d'eau qui s'écoule vers le lac, la profondeur moyenne du lac, la superficie du lac, et le taux de renouvellement des eaux, voir le tableau suivant.

**Tableau 33. Caractéristiques hydriques du lac Blue Sea**

(A) Superficie du lac	14 306 654 m <sup>2</sup>
(z) Profondeur moyenne	19 m
(V) Volume du lac ( $A \times z$ )	271 826 427 m <sup>3</sup>
(Q) Volume d'eau annuel dans le bassin	31 363 820 m <sup>3</sup> /an
(p) Taux de renouvellement du lac (an) ( $V / Q$ )	8,67 années
(qs) Charge en eau (au lac B.Sea) ( $Q/A$ )	2,19 m/an

Pour le calcul des concentrations en phosphore, il est nécessaire de déterminer les apports en phosphore annuel par km<sup>2</sup> de lac (i.e. L, en g/m<sup>2</sup>/an) pour les minimum, « plus commun » et maximum, ce qui correspond à :

$$L = M / A$$

Où :

L = Apports annuel en phosphore en fonction de la superficie du lac (g/m<sup>2</sup>/an)

M = apports totaux en phosphore (g/an)

A = superficie du lac (m<sup>2</sup>)

Pour le lac Blue Sea on obtient :

	Minimum	Le plus commun	Maximum
(M) Apports totaux en P (g/an)	889946	1593419	2979664
(A) Superficie du Blue Sea (m <sup>2</sup> )	14 306 654	14 306 654	14 306 654
(L) Apports annuel en P par m <sup>2</sup> de lac (g/m <sup>2</sup> /an) (L = M / A)	0,062	0,111	0,208

Les charges en phosphore tel qu'estimées précédemment et la charge en eau (le paramètre q<sub>s</sub>) étant déterminés, il est alors possible de calculer la concentration en phosphore (d'après la méthode de (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214)), et ce en prenant en compte les seuils minimal et maximal déterminés par les coefficients d'exportation, voir le tableau suivant.

**Tableau 34. Concentrations de phosphore calculées à partir du modèle de (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214) ( $P = L / (11,6 + 1,2 q_s)$ )**

	Apport en P (L) g/m <sup>2</sup> /an	Charge en eau (q <sub>s</sub> ) m/an	Concentration en phosphore calculée ( $P = L / (11,6 + 1,2 q_s)$ ) (mg/L)	Concentration en Phosphore exprimée En µg/l
Concentration minimale (P <sub>(min)</sub> )	0,062	2,19	0,004371	4,37
Concentration la plus commune (P <sub>(ml)</sub> )	0,111	2,19	0,007826	7,82
Concentration maximale (P <sub>(max)</sub> )	0,208	2,19	0,017954	17,95

Pour comparer les valeurs obtenues en 2010 à celles calculées en 2000, nous avons pris soin de réviser méticuleusement toutes les étapes de calcul en examinant les chiffriers employés à l'époque. Ceci a permis d'identifier une erreur de calcul mineure, mais dont on doit tenir compte pour effectuer une comparaison fiable. L'erreur en 2000 concerne uniquement le coefficient de rétention des lacs appliqué à la zone indirecte. Par ailleurs, il nous était beaucoup plus facile de simuler l'effet de répliquer l'erreur en 2010 que de refaire tous les calculs pour 2000. Nous basons donc notre comparaison entre 2000 et 2010 sur les données non modifiées de 2000 et sur une version des résultats de 2010 qui prend en compte, en la reproduisant par calcul, l'erreur de calcul de 2000.

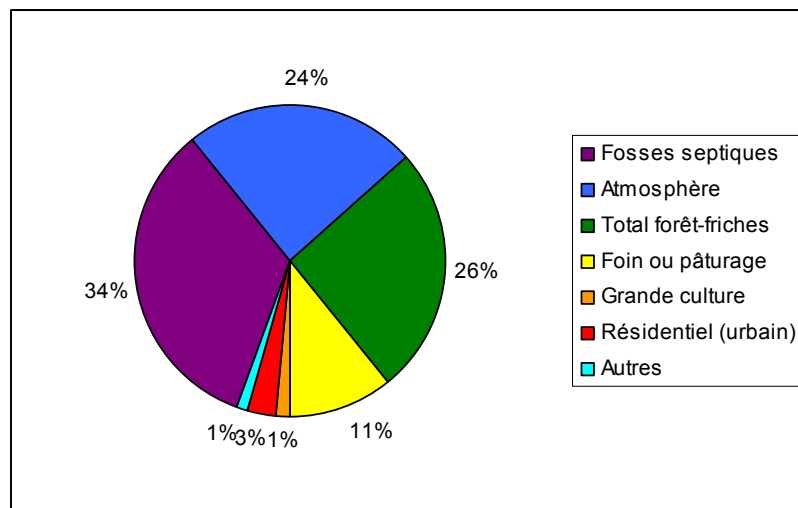
**Tableau 35. Concentrations de phosphore calculées à partir du modèle de (Reckhow, Beaulac, and Simpson 1980, EPA 440/5-80-011:-214) pour 2000, 2010 (appliquant la même erreur qu'en 2000), et 2010 (valeurs véritables) en µg/l.**

	<b>2000</b> (contenant erreur)	<b>2010</b> (reproduisant l'erreur de 2000)	<b>2010</b> (Véritable)
Concentration minimale ( $P_{(min)}$ )	5.37	5.42	4.37
<b>Concentration la plus commune (<math>P_{(ml)}</math>)</b>	<b>9.93</b>	<b>9.89</b>	<b>7.82</b>
Concentration maximale ( $P_{(max)}$ )	17.94	17.91	17.95

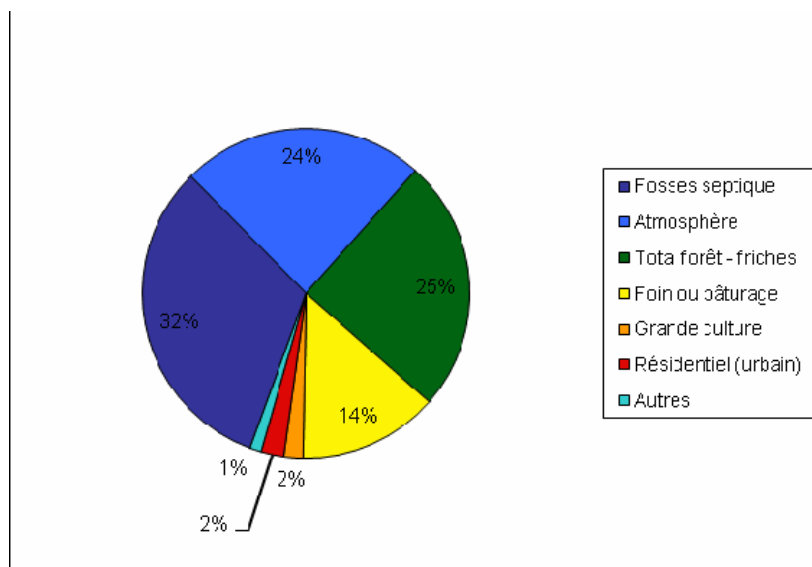
On remarque d'abord que l'erreur de 2000 a eu pour effet de hausser artificiellement la prédiction de la concentration de phosphore. Cette surestimation est toutefois à mettre en relation avec la grande incertitude découlant du choix des coefficients d'exportation. Comme nous aurons l'occasion de le constater plus loin cependant, la valeur de 7.82 µg/l obtenue en 2010 est très crédible du fait qu'elle se rapproche beaucoup de la concentration moyenne mesurée par analyse d'eau en 2010. On voit ensuite que les concentrations prédites en 2000 et 2010 (en comparant les données produites avec la même erreur de calcul), ne montrent à toute fin pratique aucun changement. Ceci s'explique d'une part parce que les changements survenus dans le

bassin versant sur dix ans sont mineurs, et d'autre part, parce que certains des changements ont eu des effets antagonistes, par exemple, le nombre de personnes-année a augmenté (hausse des apports par les fosses septiques) alors que les milieux agricoles ont diminués (baisse conséquentes des apports en phosphore). Par exemple, comme le montrent les figures suivantes, la contribution des fosses septiques passe de 32% à 34% alors que celle de l'agriculture passe de 16% à 12%.

**Figure 8 Pourcentage des apports en phosphore pour chacune des sources en 2010 (appliquant la même erreur qu'en 2000)**



**Figure 9 Pourcentage des apports en phosphore pour chacune des sources en 2000**



## **15.10 Analyse des échantillons d'eau**

### **15.10.1 Aperçu**

L'analyse des échantillons d'eau prélevés de 1998 à 2010 vise à évaluer l'évolution temporelle du niveau trophique général du lac, tandis que les valeurs de concentration de phosphore observées en 2010 servent à évaluer avec certitude son niveau trophique actuel ainsi qu'à valider les prédictions de concentration de phosphore de 2010 produites par la modélisation du bassin versant. Nous combinons globalement des données de 1998, des données des années 2004, 2005 et 2009 prélevées par des citoyens dans le cadre d'un programme de surveillance volontaire de RSVL (Réseau de Surveillance Volontaire des Lacs, un programme du Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs du Québec), ainsi que des données que nous avons prélevées nous-mêmes au cours de l'été 2010 aux fins de la présente étude. Sans les analyser en détail, nous nous appuyons également sur des mesures chlorophylle *a* et de profondeur de disque Secchi aussi prélevées dans le cadre du programme de RSVL. Nous présentons dans un premier temps les caractéristiques de l'ensemble de ces données tout en expliquant la stratégie d'échantillonnage de 2010. Nous montrons ensuite les variations spatiales des concentrations en phosphore à travers le lac Blue Sea, ceci dans le but de vérifier par exemple si certaines régions du bassin versant constitueraient une source particulière de phosphore. Cette section se poursuit par une analyse des changements intra-annuels visant à mettre en lumière les concentrations au cours d'une même saison estivale. Nous terminons par une étude de l'évolution, de 1998 à 2010, du taux moyen de phosphore dans le lac pour dégager une tendance ainsi que par la caractérisation du niveau trophique du lac en 2010.

### **15.10.2 Données**

Les données sur le phosphore forment trois groupes distincts : un échantillonnage réalisé en 1998 sur 35 stations (dont nous ne connaissons que les moyennes pour 15 groupes de stations), un échantillonnage de quatre stations réalisé en 2004 (plusieurs dates), 2005 (une seule date), ainsi qu'à trois reprises en 2009, et un échantillonnage fait en 2010 sur 21 stations à trois reprises dans l'année. Le tableau 36 résume les dates et modalités de prises de mesures.



**Tableau 36. Dates et modalités des prises d'échantillons d'eau de 1998 à 2010**

<b>Date</b>	<b>Nombre de sites</b>	<b>Source</b>
Juillet 1998	34 sur le lac, ramenés à 14 par moyennage, en plus d'un site sur le ruisseau Blue Sea	Inconnue (données fournies au GEIGER en 2000) par Antoine Grégoire. La précision des mesures est faible
19 juin – 29 août 2004	4	RSVLac
19 juillet 2005	3	RSVLac
14 juin 2009	4	RSVLac
21 juillet 2009	4	RSVLac
24 août 2009	4	RSVLac
8 juillet 2010	19 sites sur le Lac Blue Sea	GEIGER (UQAM)
12 août 2010	19 sites sur le lac Blue Sea ainsi que 5 sites sur le lac Laverdure	GEIGER (UQAM)
16 septembre 2010	19 sites sur le lac Blue Sea	GEIGER (UQAM)

Les trois cartes suivantes montre les sites d'échantillonnage des trois groupes de données.

Figure 10 Emplacements des stations de mesure en 1998

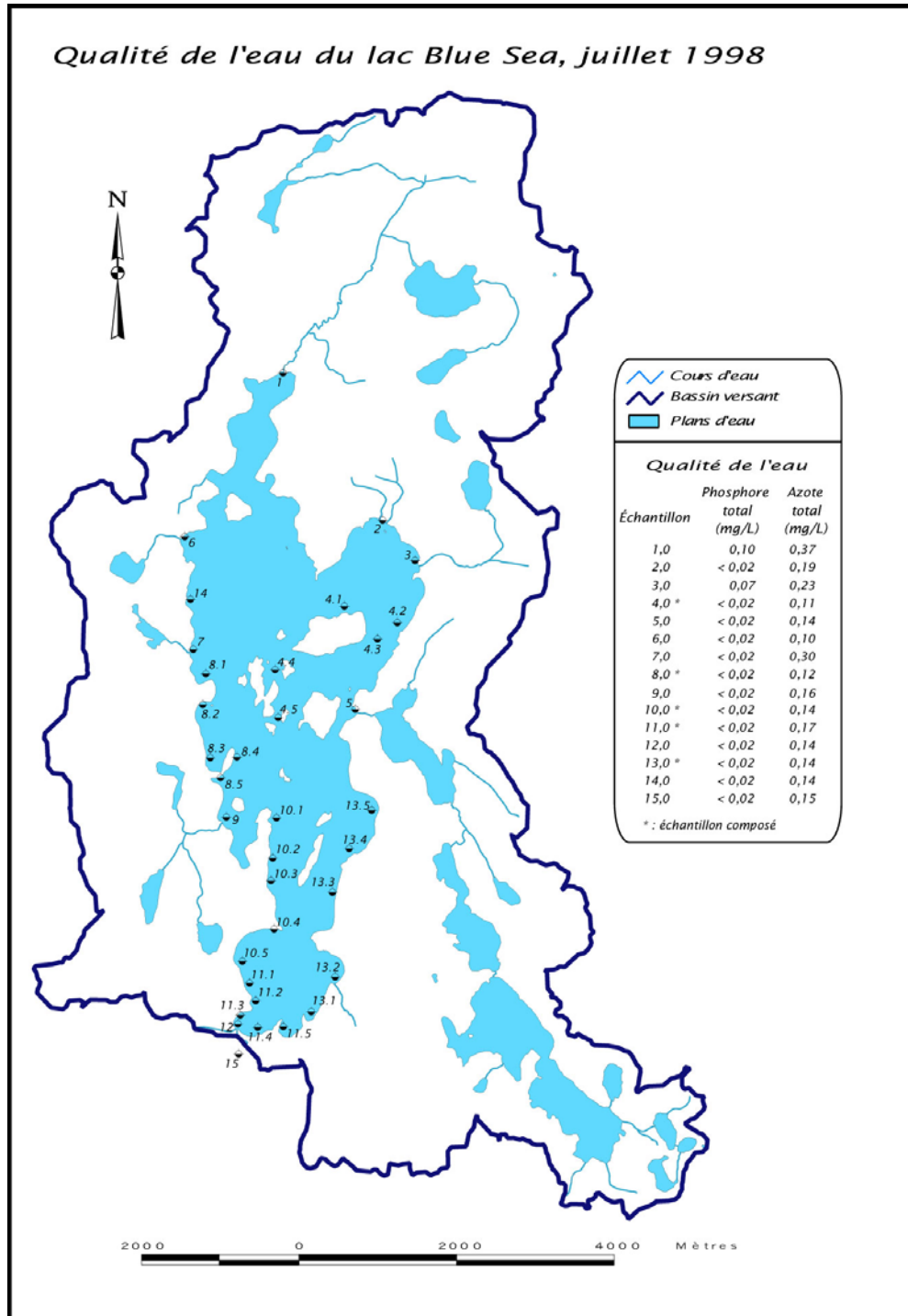
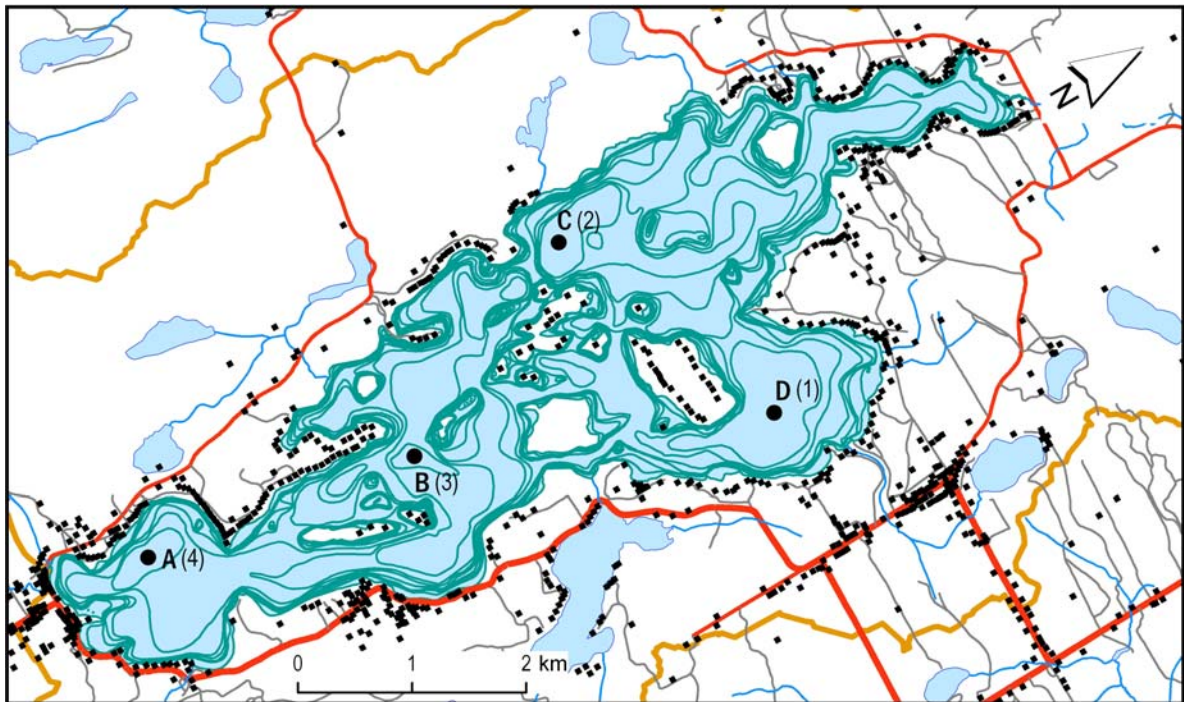


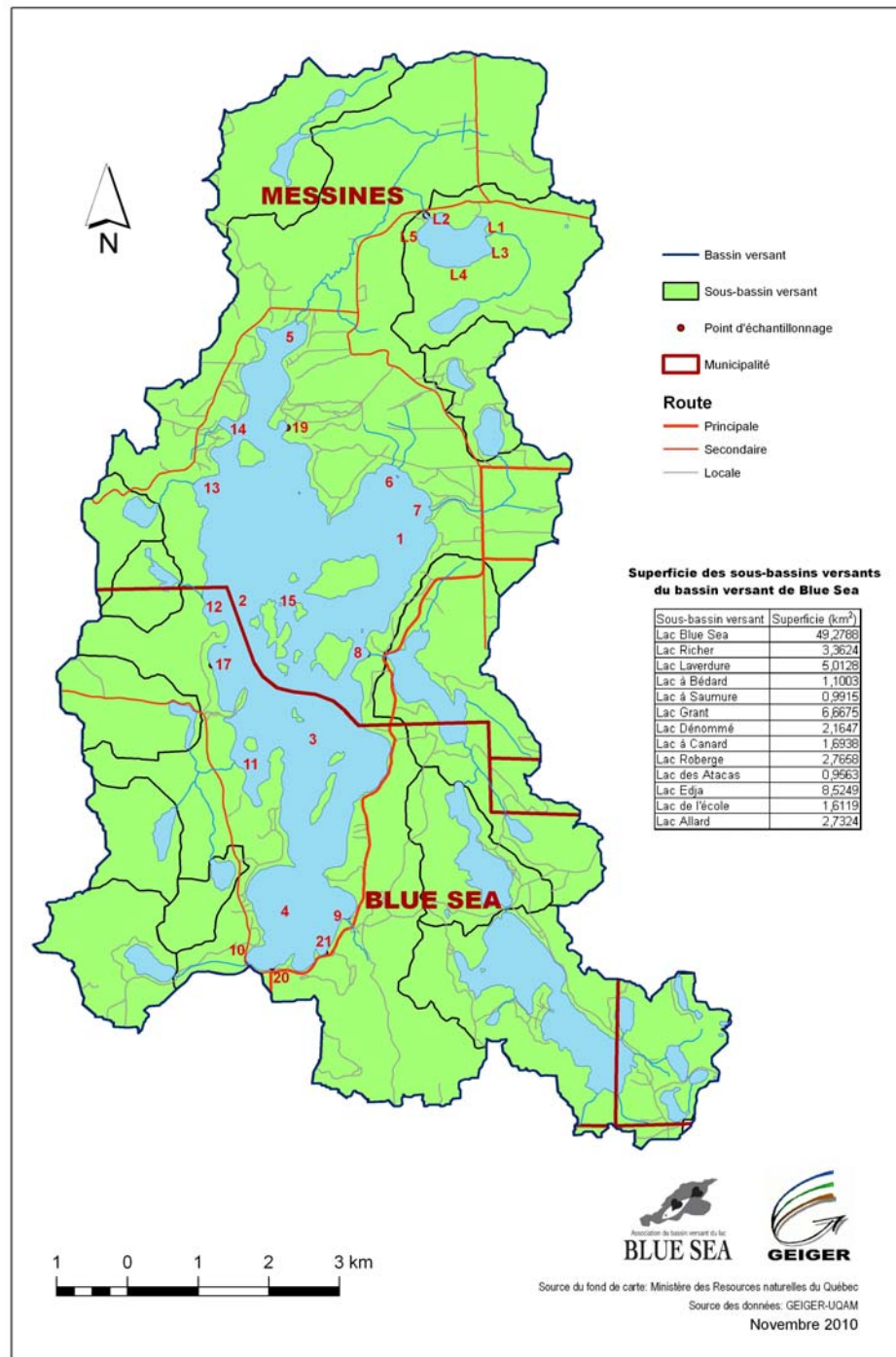
Figure 11 Emplacements des stations de mesure en 2004, 2005 et 2009



La lettre représente l'identifiant du site lors des relevés de 2004, 2005 et 2009.  
Le chiffre entre parenthèses représente l'identifiant du site en 2010

- |                            |              |
|----------------------------|--------------|
| ● Site d'échantillonnage   | <b>Route</b> |
| — Limite de bassin versant | — Primaire   |
| ▪ Résidence                | — Secondaire |
| — Courbe bathymétrique     | — Locale     |

Figure 12 Emplacements des stations de mesure en 2010



Certaines stations d'échantillonnage se retrouvent dans deux ou trois des groupes de données, ce qui permet une comparaison interannuelle locale. Onze des stations que nous avons choisies en 2010 ont été localisées de manière à correspondre à certaines stations de 1998 ou à celles des années 2004-2009. Le tableau 37 montre les correspondances de localisation. On doit noter que les stations de 1998 ne se retrouvent que près du rivage alors que celles des années 2004-2009 sont situées en eau profonde. De plus, la précision de la méthode de mesure du phosphore utilisée en 1998 semble limitée, car la plupart des valeurs rapportées pour cette année indiquent tout simplement < 0.02 mg/l (c.-à-d. < 20 µg/l).

**Tableau 37. Correspondance entre les stations**

2010	RSVL 2004-2009	1998
1	72D (D)	-
2	72C (C)	-
3	72B (B)	-
4	72A (A)	-
5	-	1
6	-	2
7	-	3
8	-	5
11	-	9
12	-	7
13	-	6

### Échantillonnage de 2010

Des échantillons d'eau du lac Blue Sea furent prélevée selon la méthode prescrite par le *Réseau de Surveillance Volontaire des Lacs* (RSVL). Tout d'abord, avec des outils géomatiques, les stations d'échantillonnages furent choisies selon leur proximité à un affluent, leur proximité aux îles et selon les zones les plus profondes du lac, ou pour correspondre à des stations antérieures comme expliqué plus haut. Au cours de la première campagne de terrain, quatre stations d'échantillonnage furent ajoutées suite à la découverte d'affluents n'apparaissant pas sur les cartes ainsi que pour prendre en compte

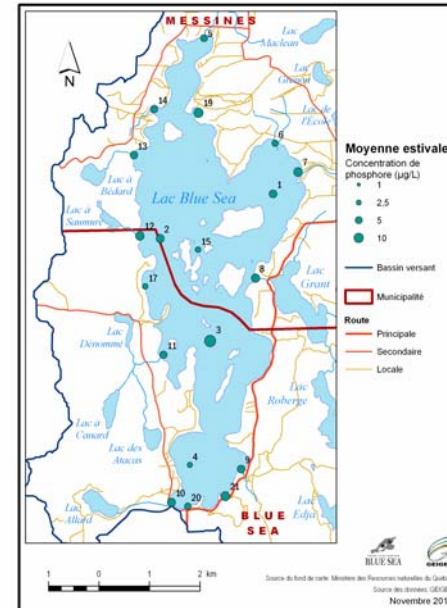
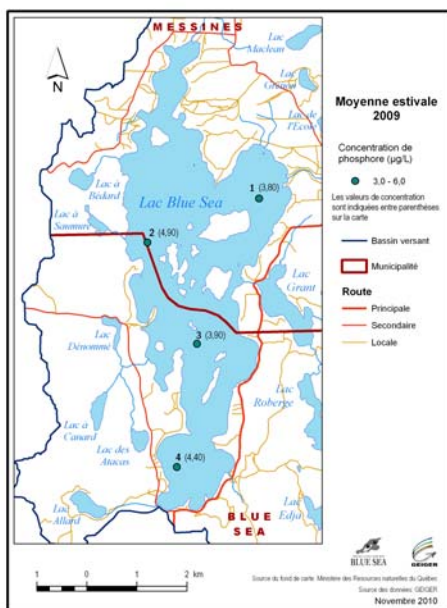
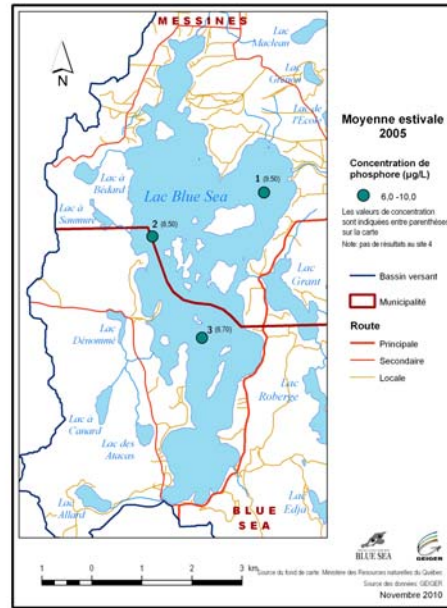
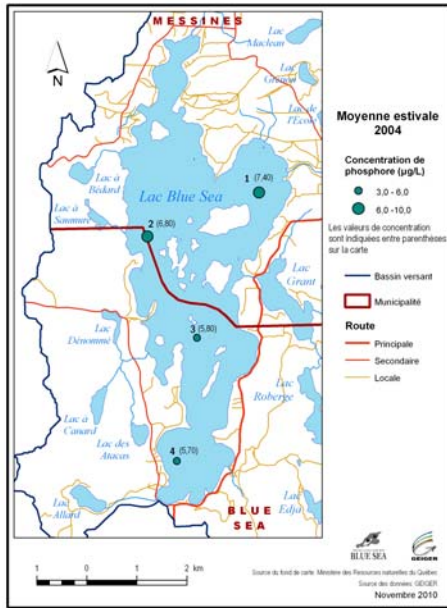
l'effet des ponceaux (« calvettes »). Au total, 19 stations d'échantillonnage furent sélectionnées dans le lac Blue Sea. En ce qui concerne le lac Laverdure (lac montrant des signes d'eutrophisation et qui se déverse dans le lac Blue Sea), deux des cinq stations furent choisies pour leur proximité à un affluent et les trois autres furent placées arbitrairement mais également distancées sur le lac.

Les échantillons d'eau furent prélevés à un mètre de profondeur avec l'aide d'un porte-bouteille et de bouteilles HDPE de 500 ml préalablement traitées à l'acide chlorhydrique 10% et rincées à l'eau nanopure. Les échantillons furent ensuite identifiés et déposés dans une glacière. Finalement, une photo de chaque station fut prise et une feuille descriptive fut remplie. Les prélèvements furent déposés dans un réfrigérateur au retour de la campagne de terrain, jusqu'à leur analyse par un technicien du Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal.

### **15.10.3 Variations spatiales**

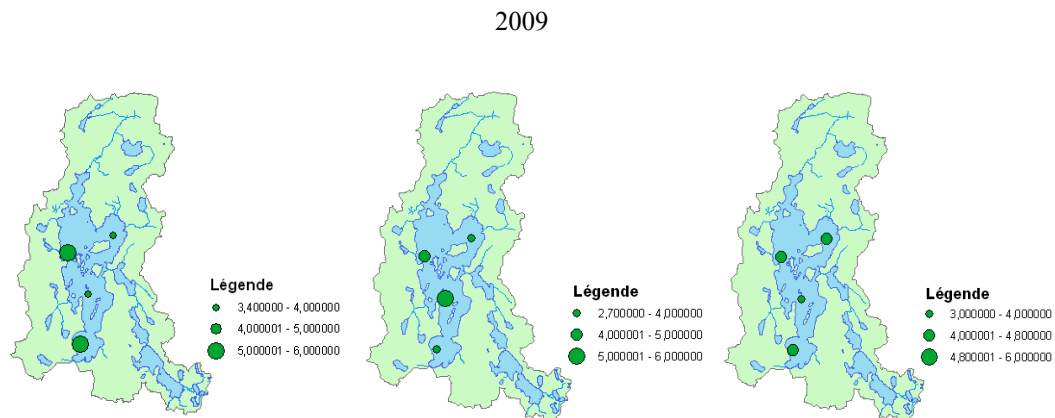
La dynamique hydraulique des lacs déterminée par l'apport des affluents, le débit sortant, les changements de densité causés par la fluctuation des températures, les fortes précipitations, etc. entraîne une circulation d'eau relativement complexe et des mélanges à des degrés variables des diverses masses d'eau. La mesure, en un point et un moment donné, de la concentration en phosphore ne peut donc être considérée comme représentative de l'état trophique général du lac. Il est utile d'examiner les variations spatiales à travers l'espace du lac de manière à tenter de déceler l'existence de patrons de distribution spatiale et pour évaluer la représentativité de certaines mesures isolées (comme les quatre mesures des années 2004-2009). À cette fin, nous avons produit des collections de cartes (figures 13 à 15). Nous montrons d'abord la distribution spatiale des concentrations annuelles moyennes de 2004, 2005, 2009 et 2010 (figure 13), puis celle de trois campagnes de mesures sur quatre stations en 2009 (figure 14), et finalement, celle, sur 19 stations, de la concentration mesurée à trois reprises en 2010 (figure 15).

**Figure 13** Distribution spatiale des concentrations annuelles moyennes de phosphore en µg/l de 2004, 2005, 2009 et 2010 (sites 1, 2, 3 et 4 de 2010, correspondant respectivement aux sites 72D, 72C, 72B et 72A)



Les variations de concentration estivales dans l'espace ne montre pas de patrons clairs lorsque l'on examine la série de cartes 2004-2010. Les zones de plus forte concentration se trouvent tantôt sur les sites 1 et 2 (en 2004 et 2005), tantôt à l'ouest du lac (sites 2 et 4 en 2009), tantôt au centre (site 3 en 2010).

**Figure 14** Distribution spatiale des concentrations annuelles moyennes de phosphore en  $\mu\text{g/l}$  le 14 juin, 21 juillet et 24 août 2009 (sites 1, 2, 3 et 4 de 2010, correspondant respectivement aux sites 72D, 72C, 72B et 72A)

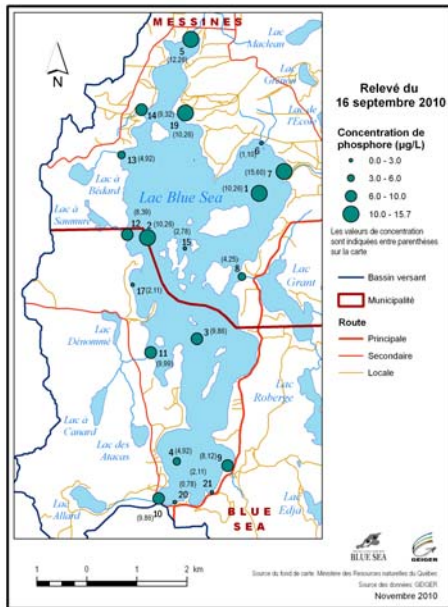
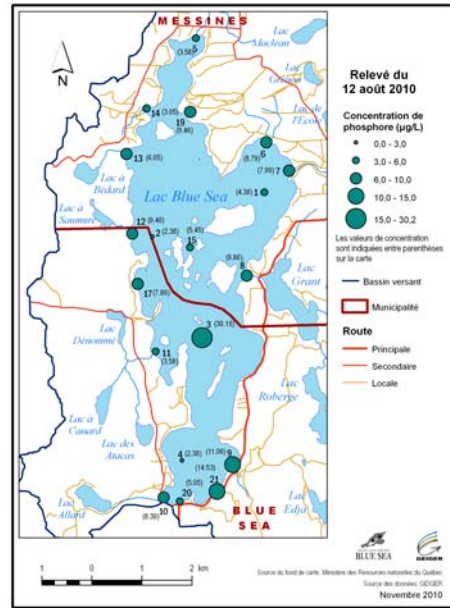
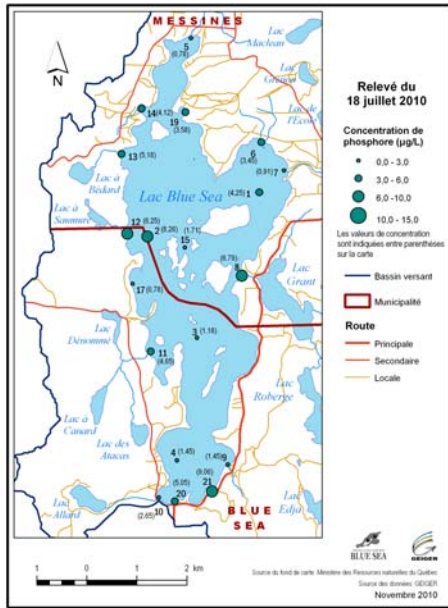


En 2009, les patrons d'un mois à l'autre changent également. Aucune tendance ou gradient n'en ressort et il n'y a pas de stabilité (par exemple, aucune des quatre stations n'est systématiquement toujours le plus élevée ou le plus faible).

Les données de 2010 (figure 15, page suivante) présentent les variations au cours des mois de juillet à septembre, ainsi que la moyenne de la saison estivale. On remarque encore une fois qu'au cours de l'été, les patrons changent de façon chaotique. On aurait pu par exemple s'attendre à ce que les stations près des rives, particulièrement celles situés près des exutoires des ruisseaux afférents, montrent des concentrations en phosphore systématiquement plus élevées que celles des stations situés en eau plus profonde, mais cela n'est pas le cas. Il ne semble pas y avoir de gradient depuis les rives du lacs jusqu'au centre de celui-ci. Mis à part le site 15, qui se maintient à des valeurs relativement faibles, chacun des autres sites connaît des variations, à la fois en absolu et relativement aux autres sites du lac. Le tout crée des patrons de distribution spatiale qui semblent se comporter aléatoirement.



Figure 15 Distribution spatiale des concentrations annuelles moyennes de phosphore en µg/l le 8 juillet, 12 août et 16 septembre 2010 (19 stations de 2010, les stations de 1 à 4 correspondent respectivement aux sites 72D, 72C, 72B et 72A des années antérieures)



Nous en dégageons les conclusions suivantes :

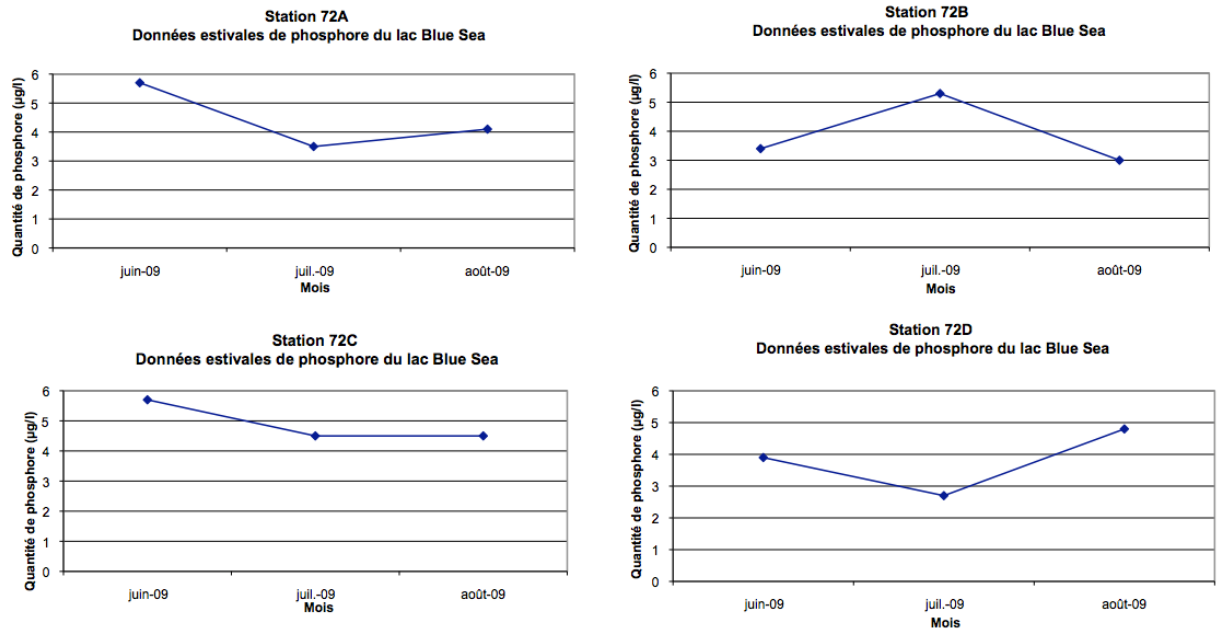
**On ne peut utiliser la distribution spatiale des concentrations comme outil diagnostique relativement aux sources de phosphore.** Par exemple, ayant observé des concentrations relativement élevées de phosphore dans le lac Laverdure, on aurait pu croire que cela serait répercuté dans les échantillons de la station #5, or il n'en est rien.

**Le choix de l'emplacement des stations d'échantillonnage pour le suivi à long terme du niveau trophique du lac n'est pas critique, il sera préférable d'échantillonner plusieurs fois par été un nombre réduit de stations que d'échantillonner à une fréquence plus faible un nombre élevé de stations.**

#### **15.10.4 Variations intra-annuelles**

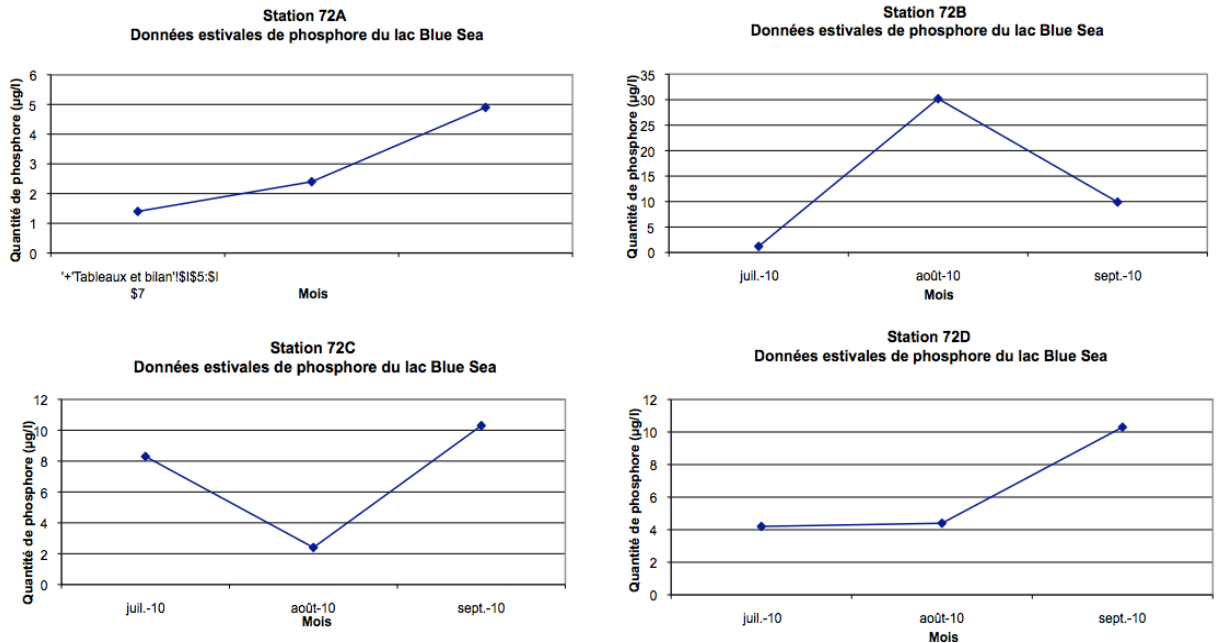
Les variations intra-annuelles sont présentées par station et pour l'ensemble du lac, pour les deux années au cours desquelles trois campagnes d'échantillonnage ont été effectuées, c'est-à-dire 2009 (figure 14) et 2010 (figure 15).

**Figure 16** Variation intra-annuelle par station des concentrations de phosphore en  $\mu\text{g/l}$  en 2009 (les stations 72A- 72D correspondant respectivement aux stations 4 à 1 de 2010)



On remarque pour 2009 que parmi les quatre stations, trois connaissent des variations non négligeables mais de relativement faible amplitude (sites 72A, 72B, et 72D, variant d'environ  $2 \mu\text{g/l}$ ), tandis que l'une des stations est stable (72C). Il faut rappeler que ces quatre stations se trouvent dans des zones où l'eau est profonde et sont sans doute moins perturbées par les apports des ruisseaux affluents. Les tendances ne sont toutefois pas les mêmes entre les stations, les maxima étant par exemple observés en juin pour les stations 72A et 72C, en juillet pour le site 72B et en août pour le site 72D. Ceci illustre bien le caractère complexe, voire chaotique, des variations de concentrations de phosphore dans un lac.

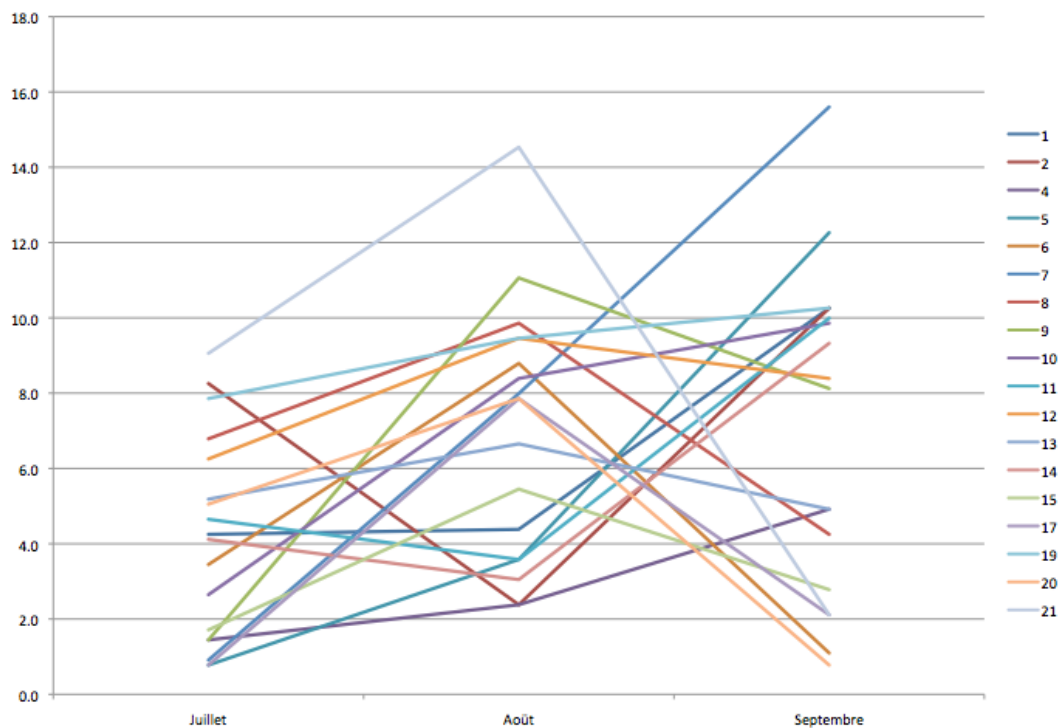
**Figure 17** Variation intra-annuelle par station des concentrations de phosphore en  $\mu\text{g/l}$  en 2010 (les stations 72A- 72D correspondant respectivement aux stations 4 à 1 de 2010)



Pour les mêmes quatre stations, on observe des variations plus importantes en 2010 (figure 17). L'amplitude est généralement entre 4 et 8  $\mu\text{g/l}$ , sauf dans le cas de la station 72B (station 3) où une mesure de 30  $\mu\text{g/l}$  introduit une variation exceptionnelle. Cette mesure est toutefois suspecte car nettement atypique en comparaison de toutes les autres pour cette station. Elle n'est pas forcément erronée, mais son interprétation est sujette à caution. Les variations inter-annuelles de 2010, si l'on oublie celle de 72B du mois d'août de 2010, ont presque toutes leur maximum au mois de septembre. Lorsqu'on regarde dans la figure 18 suivante les variations inter-annuelles des 19 sites échantillonnés en 2010, il est très difficile d'en distinguer des tendances générales. Les deux plus fréquentes sont les courbes qui connaissent un maximum au mois d'août, et celles qui sont haussières tout au long de l'été, pour atteindre un maximum au mois de septembre. La corrélation entre les séries de données (entre par exemple les 19 valeurs de juillet et les 19 valeurs correspondante d'août) ne dépasse par 0.3 même si l'on retranche le site 3. Le coefficient de détermination maximal atteint 9%, ce qui signifie qu'au mieux, on peut expliquer 9% de la variation du taux de phosphore d'une date à partir des données d'une

autre date. Observons finalement que la plupart des courbes oscillent sous la barre des 10  $\mu\text{g/l}$  de phosphore.

**Figure 18** Variation intra-annuelle par station des concentrations de phosphore en  $\mu\text{g/l}$  en 2010 (pour les 19 stations à l'exception de #3 [72B])

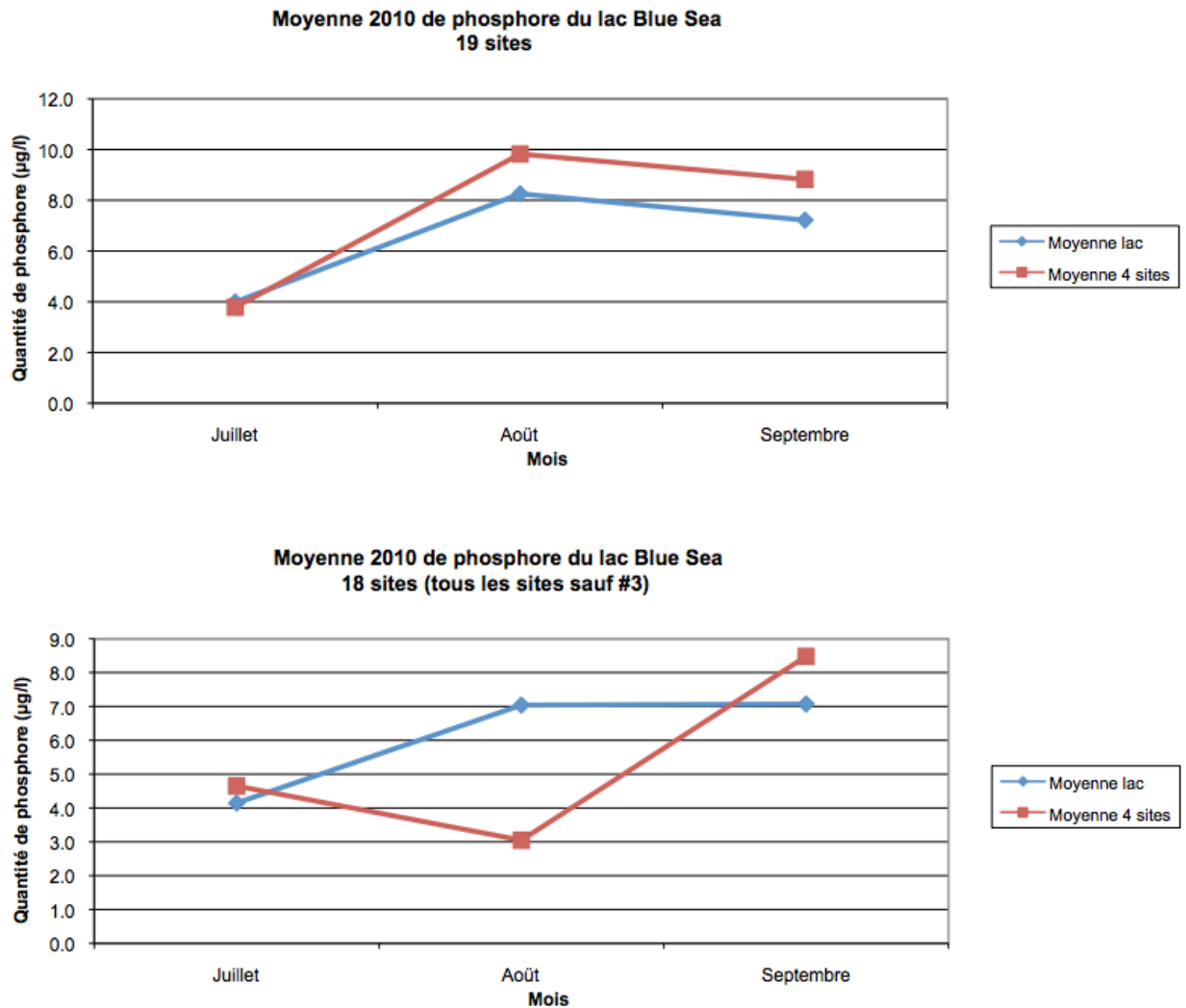


### Représentativité des quatre échantillons RSVL

Les trois campagnes de mesures sur 19 stations en 2010 nous permettent d'évaluer la représentativité des quatre stations pour lesquelles des mesures de phosphore ont été effectuées en 2004, 2005 et 2009, ce qui nous aidera à juger de la confiance que l'on peut accorder à ces données pour le suivi de l'évolution du niveau trophique du lac. La figure 19 compare les données moyennes de l'ensemble du lac à la moyenne calculée d'après seulement les seules données des quatre stations RSVL. Dans le premier cas (graphique du haut), les données sont prises telle quelle, alors dans le second (graphique du bas), nous avons retiré du calcul des moyennes la station #3 (72B), en raison de la valeur

suspecte en août (30 µg/l). En considérant toutes les données, les variations annuelles sont très semblables, autant dans la forme de la courbe que dans les valeurs absolues. En retirant la station #3, les valeurs sont très comparables en juillet et septembre, mais s'écartent en août. Nous en concluons que de manière générale, les quatre stations RSVL sont assez représentatives de l'état trophique du lac, et constituent un bon compromis entre, d'une part, les efforts et sommes d'argent à consacrer à l'échantillonnage et l'analyse, et d'autre part, la qualité de l'information qu'on en retire.

**Figure 19** Comparaison des moyennes intra-annuelles de phosphore en µg/l en 2010, respectivement d'après les 19 (haut) ou 18 stations (bas) et les quatre stations RSVL



Nous dégageons les conclusions suivantes, qui seront utiles pour éclairer l'analyse des résultats présentés dans la prochaine section au sujet de l'évolution sur plusieurs années :

- De manière générale, la concentration de phosphore mesurée varie dans l'espace (d'un site à l'autre), à un moment donné, de façon parfois importante. Par contre, on ne peut distinguer un patron de distribution spatiale clair. La distribution spatiale des valeurs change au cours d'une saison (juin à septembre), et change également d'une année à l'autre.
- De plus, les fluctuations dans le temps des valeurs mesurées à une station donnée, semblent également chaotiques. Pour les mêmes stations, ces variations sont également différentes d'une année à l'autre (pour les quatre stations mesurées plusieurs fois en 2009 et 2010), nous n'observons pas les mêmes formes de variation intra-annuelle.
- **L'observation, à un moment et en un site donné, d'un taux de phosphore élevé ne peut être en soit une cause d'inquiétude, vu la grande variabilité spatiale et intra-annuelle des taux. C'est par l'analyse d'un nombre suffisant d'échantillons (plusieurs sites, plusieurs fois par année), que l'on pourra surveiller l'évolution du lac. L'observation des tendances à long terme ne devrait pas se baser sur une seule campagne de mesure annuelle (comme c'est le cas en 2005), mais sur la moyenne annuelle des valeurs recueillies lors de quelques campagnes de mesure annuelles.**

#### **15.10.5 Évolution interannuelle**

L'évolution interannuelle du lac Blue Sea est de la plus haute importance car elle peut révéler si une tendance est présente et guider les interventions. Nous avons fondé notre analyse sur les données recueillies en 2004, 2005, 2009 et 2010. Bien que des données existent pour 1998, elles sont trop imprécises pour être comparées aux données plus récentes (les variations de concentration inférieures à 20 µg/l ne sont pas quantifiées). Il faut noter 1) que la donnée de la station 4 (72A) est manquante en 2005, 2) que pour 2010, nous n'avons considéré que les données pour les quatre stations mesurés

dans la décennie 2000, 3) que les données de 2005 ne sont fondées que sur un seul échantillonnage au cours de l'été, et 4) qu'une donnée suspecte affecte la station 3 en août 2010. Le tableau 38 suivant montre l'évolution moyenne ainsi que celle des stations individuelles. Les deux figures qui suivent (figures 20 & 21) montrent graphiquement ces mêmes évolutions.

**Tableau 38. Évolution interannuelle par station et moyenne de la concentration en phosphore du lac Blue Sea (en µg/L)**

<b>Station</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
1 (72D)	7.4	9.5	3.8	6.3
2 (72C)	6.8	8.5	4.9	7.0
3 (72B)	5.8	6.7	3.9	13.7
4 (72A)	5.7		4.4	2.9
<b>Moyenne</b>	<b>6.4</b>	<b>8.2</b>	<b>4.3</b>	<b>7.5</b>



Figure 20 Évolution interannuelle de la concentration moyenne en phosphore du lac Blue Sea (en  $\mu\text{g/L}$ ) selon quatre stations

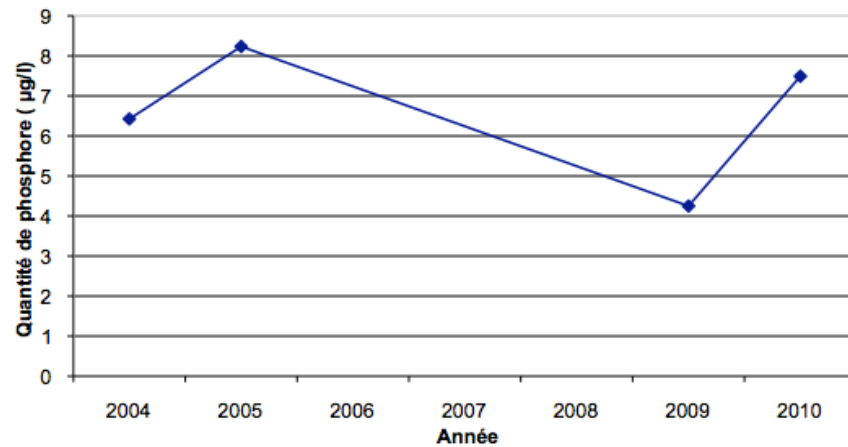
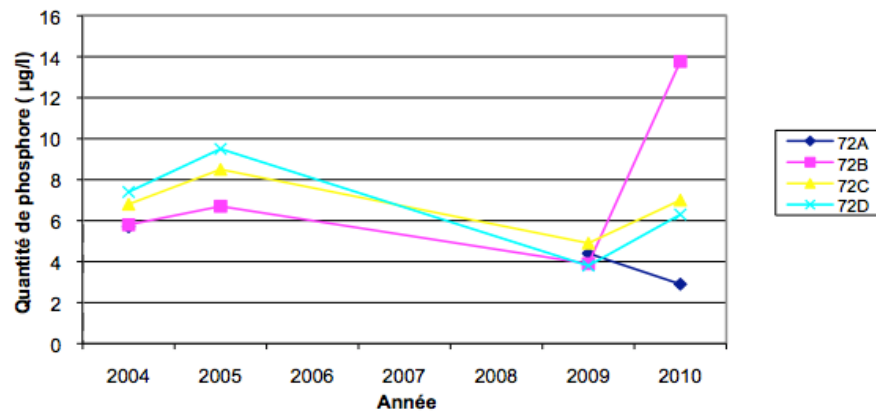


Figure 21 Évolution interannuelle de la concentration en phosphore du lac Blue Sea (en  $\mu\text{g/L}$ ) par station



On remarque globalement que jamais au cours des dernières années la moyenne de la concentration en phosphore du lac Blue Sea n'a franchit le seuil de  $10 \mu\text{g/l}$ , c'est-à-dire le seuil qu'on reconnaît généralement être la frontière entre l'état oligotrophe (lac clair) et l'état mésotrophe. **De plus, on ne peut conclure ni à une augmentation, ni à une diminution de la concentration en phosphore. Sur une période de six an, le niveau trophique du lac paraît stable.**

En analysant les courbes de chacun des sites, cette même relative stabilité s'observe, sauf pour la courbe du site 3 (72B), qui fait un bond en 2010 en raison d'un seul

échantillon en août. Ceci a un effet sur la moyenne globale en 2010 et donne une impression de tendance haussière entre 2009 et 2010, mais cette variation ne peut être interprétée comme une hausse certaine et durable en raison de la variabilité et de l'incertitude propres aux données.

#### 15.10.6 Niveau trophique du lac Blue Sea en 2010

Les données à la fois les plus nombreuses et les plus précises ont été recueillies en 2010. Elles sont présentées au tableau 39, mais on peut se référer également aux cartes montrées plus haut dans la section sur la variabilité spatiale (figure 13). On y voit que les moyennes du lac en 2010 varient entre 4.0 et 8.3 µg/L, ce qui résulte en une moyenne générale de 6.5. Si l'on retire les valeurs du site 3 (72B) aux trois dates, les moyennes deviennent alors de 4.1, 7.0 et 7.1 respectivement pour les mois de juillet, août et septembre. La moyenne globale passe elle à 6.1 µg/l.

**Tableau 39. Données de concentration en phosphore de 2010 en µg/l par station et par date, ainsi que les moyennes par station, par date et pour l'ensemble du lac.**

Station	8 juillet	12 août	16 septembre	Moyenne
1	4.2	4.4	10.3	6.3
2	8.3	2.4	10.3	7.0
3	1.2	30.2	9.9	13.7
4	1.4	2.4	4.9	2.9
5	0.8	3.6	12.3	5.5
6	3.4	8.8	1.1	4.4
7	0.9	8.0	15.6	8.2
8	6.8	9.9	4.2	7.0
9	1.4	11.1	8.1	6.9
10	2.6	8.4	9.9	7.0
11	4.7	3.6	10.0	6.1
12	6.3	9.5	8.4	8.0
13	5.2	6.7	4.9	5.6
14	4.1	3.0	9.3	5.5
15	1.7	5.5	2.8	3.3
17	0.8	7.9	2.1	3.6
19	7.9	9.5	10.3	9.2
20	5.1	7.9	0.8	4.6
21	9.1	14.5	2.1	8.6
<b>Moyenne</b>	<b>4.0</b>	<b>8.3</b>	<b>7.2</b>	<b>6.5</b>

On considère généralement que la concentration en phosphore constitue le paramètre de surveillance de l'eutrophisation le plus important car il s'agit de la principale cause de dégradation des lacs. D'autres mesures, comme l'évaluation de la transparence d'après la profondeur de visibilité d'un disque de Secchi, sont sujettes à caution, notamment parce qu'elles sont affectées par des paramètres environnementaux, notamment la luminosité et la visibilité. Nous prenons toutefois en considération, dans une certaine mesure, les autres données recueillies dans le programme RVSL dans le diagnostic que nous posons à la page suivante.

Finalement, des photos d'algues ont été soumises au professeur David Bird, du Département des sciences biologiques de l'UQAM, qui nous a confirmé qu'il s'agit d'algues vertes, phénomène sans danger et normal l'été, voir la figure suivante.

**Figure 22** Photo illustrant la présence d'algues vertes inoffensives (photo : Jean-François Milot, UQAM, juillet 2010)



Ainsi, compte tenu des indications apparaissant dans le tableau 38, de la concentration moyenne en phosphore en 2010 de 6.5 µg/l, des lectures de profondeur de disque Secchi de 2004 à 2009 (oscillant entre 6 et 7 m) et de la concentration en chlorophylle *a* en 2009 (1,2 µg/l), et eu égard à la variation spatiale, la variation intra-annuelle, et aux valeurs moyennes de concentration en phosphore mesurées depuis 2004, nous considérons que le lac Blue Sea est oligotrophe.

Tableau 40. Classes des niveaux trophiques des lacs (source : Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs du Québec)

Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total, de chlorophylle <i>a</i> , et de transparence de l'eau				
Classe trophiques		Phosphore total (µg/l)	Chlorophylle <i>a</i>	Transparence (m)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Ultra-oligotrophe		< 4	< 1	> 12
Oligotrophe		4 - 10	1 - 3	12 - 5
	Oligo-mésotrophe	7 - 13	2.5 – 3.5	6 - 4
Mésotrophe		10 - 30	3 - 8	5 – 2.5
	Méso-eutrophe	20 - 35	6.5 - 10	3 - 2
Eutrophe		30 - 100	8 - 25	2.5 - 1
Hyper-eutrophe		> 100	> 25	< 1

#### 15.10.7 Niveau trophique du lac Laverdure en 2010

En raison de signaux inquiétants observés au lac Laverdure rapportés par des membres de l'Association du bassin versant du lac Blue Sea, et étant donné que ce lac se déverse dans le lac Blue Sea, nous avons, à la mi-août 2010, prélevé cinq échantillons sur le lac Laverdure (voir figure 23). Les résultats d'analyse du phosphore sont présentés dans le tableau 41.

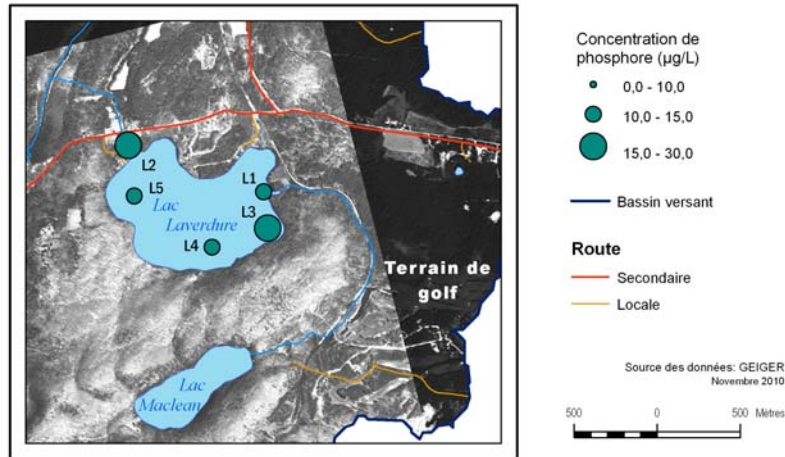
**Tableau 41. Données de concentration en phosphore du 12 août 2010 en  $\mu\text{g/l}$  du lac Laverdure, par station**

Site	Terrain 2
	12-août
L1	13.73
L2	28.42
L3	23.35
L4	11.06
L5	11.86
Moyenne	17.68

Tous les échantillons se situent entre 10 et 30  $\mu\text{g/l}$ , pour une moyenne de 17.7  $\mu\text{g/l}$ , ce qui situe clairement ce lac dans le niveau mésotrophe. Comme nous l'avons souligné précédemment, les échantillon prélevés près de l'embouchure du ruisseau du lac Laverdure ont des niveaux normaux, ce qui signifie que le lac Laverdure lui-même ne semble pas nuire directement à la qualité de l'eau du lac Blue Sea, bien qu'il contribue nécessairement au niveau global de phosphore de ce lac. Le haut niveau trophique de ce lac indique toutefois que le sous bassin versant du lac Laverdure est anormal et doit être surveillé étroitement car il pourrait dans l'avenir occasionner des problèmes pour le lac Blue Sea lui-même.

La figure 23 nous permet de voir l'utilisation du sol dans les environs du lac Laverdure. Le lac est presque entièrement bordé de forêt, on compte quelques chalets et une pourvoirie (*Bear Lodge*). On ne retrouve pas d'activité agricole dans les environs du lac. La figure nous permet de constater que le terrain de golf se trouve en bordure d'un ruisseau qui se draine dans le lac Laverdure

Figure 23 Observations pour le lac Laverdure



**Il y aurait lieu d'intervenir dans le sous-bassin du lac Laverdure afin de ramener son état trophique au niveau oligotrophe. Des recommandations à cet effet sont formulées dans la section finale de ce rapport.**

### 15.11 Interprétation des résultats : comparaison des concentrations prédites et mesurées en phosphore

Rappelons que deux méthodes ont été employées afin d'estimer la concentration de phosphore du lac Blue Sea. D'abord, en 2000 et en 2010, un modèle empirique tenant compte principalement de l'utilisation du sol, de la fréquentation des résidences, de coefficients d'exportation et du taux de renouvellement du lac fut employé pour prédire la concentration. La superficie des différents types d'utilisation du sol et le nombre de résidences dans le bassin versant ont pu être établis avec grande exactitude. Cependant, le choix des coefficients d'exportation est quant à lui source de grande incertitude car il s'agit de sélectionner, parmi les chiffres publiés dans la littérature, ceux qui s'appliquent le mieux à la situation du lac Blue Sea. Nous avons donc dans tous les cas montré l'effet du choix des coefficients en présentant les calculs selon les coefficients extrêmes (respectivement les plus faibles et les plus forts) ainsi que selon les coefficients les plus communs, c'est-à-dire ceux qui ont été les plus communément employés pour des milieux semblables à celui du lac Blue Sea.

La concentration réelle du lac Blue Sea a en parallèle pu être réellement mesurée pour l'année 2010 à travers des campagnes de mesure extensives. **Ces campagnes ont permis d'établir le niveau moyen de la concentration en 2010 à 6.5 mg/l. Cette valeur est très semblable à la concentration de phosphore prédite selon les coefficients d'exportation les plus communs : soit 7.8 µg/l.** Cette valeur s'éloigne de plus des valeurs calculées avec les coefficients d'exportation extrêmes. Qui plus est, les fluctuations observées dans les valeurs mesurées aux années 2004, 2005, 2009 et 2010 (entre 4.3 et 8.2 µg/l) restent au voisinage de la valeur prédite.

**Ceci permet d'une part d'accorder beaucoup de confiance à la méthode de prédiction lorsque les coefficients d'exportation les plus communs sont employés. Les valeurs absolues, mais aussi les proportions des sources de phosphore sont donc très fiables. De plus, la comparaison des valeurs de concentration entre 2000 et 2010 n'a pu être faite que sur la base de valeurs prédites. La conclusion qui en émane à l'effet que la concentration du lac n'a pas changée au cours de la dernière décennie est donc elle aussi très solide.**

**Les valeurs prédites pour 2010 par le modèle utilisant les coefficients d'exportation et les valeurs observées par analyse des échantillons d'eau pour cette même année concordent et indiquent ensemble que le lac Blue Sea est oligotrophe. La comparaison des valeurs prédites en 2000 et 2010, ainsi que les variations interannuelles depuis 2004 mènent toutes deux, et ce de façon indépendante, à la conclusion que le lac Blue Sea n'est pas en voie d'eutrophisation.**

## 16 Évaluation de l'érosion du sol

Lors de l'étude initiale du bassin versant du lac Blue Sea en 2000, l'érosion du sol a été évaluée à partir de l'équation universelle de perte de sol (USLE), un modèle empirique qui permet d'obtenir une estimation de l'érosion. L'USLE a comme avantage d'être simple d'utilisation, de nécessiter un nombre paramètres raisonnable pour son application et aussi de fournir une approximation rapide des pertes en sols pour un territoire donné.

L'USLE est composée de six facteurs (RKLSCP) qui permettent d'obtenir une estimation de l'érosion (A) en tonnes/hectare/année. Pour chaque facteur une valeur est déterminée la plupart du temps à l'aide d'une table. L'estimation de l'érosion (A) est obtenue par la multiplication de chacun des facteurs :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

*Facteur R* : Facteur climatique déterminant la force érosive des précipitations sur le sol. Il considère les différences régionales du climat selon le type, l'intensité et la fréquence des précipitations.

*Facteur K* : Facteur d'érodabilité du sol en fonction du type de sol. Ce facteur reflète la résistance d'un sol à l'érosion causée par la force qu'engendre les précipitations.

*Facteur LS* : Facteur qui combine l'effet de l'inclinaison (S) et de la longueur de la pente (L) sur l'érosion. Sous de mêmes conditions, un sol se retrouvant sur une pente d'une longueur importante et ayant une inclinaison forte sera plus affecté par l'érosion.

*Facteur C* : Facteur tenant compte des aménagements et des pratiques agricoles. L'érosion affecte plus particulièrement certains types de culture tandis qu'elle est moins forte ou tout simplement absente pour certaines activités et aménagements.

*Facteur P* : Facteur prenant en compte les pratiques de conservation.

Lors de l'étude de 2000, l'érosion du sol a été calculée pour l'ensemble du bassin versant du lac Blue Sea. La quantité annuelle de sol érodé est exprimée en tonnes/hectares/années ; elle a été regroupée en quatre classes passant d'une érosion faible (0 à 2 tonnes/ha/an) à une érosion modérée (2 à 4 tonnes/ha/an), élevée (4 à 6 tonnes/ha/an) et très élevée (> 6 tonnes/ha/an). Selon les calculs d'alors, la très grande



majorité du territoire du bassin versant subissait une érosion faible (plus de 98%). Ceci s'explique principalement par le fait que la forêt occupe près de 86 % de partie terrestre du bassin et que le phénomène d'érosion y est en général peu prononcé. De plus, la topographie ne présente pas de fortes inclinaisons dans les parties du bassin versant les plus propices à l'érosion (i.e. milieu agricole), les pentes les plus fortes étant situées en milieu forestier. Pour le bassin versant, les endroits où la perte de sol est très élevée ( $> 6$  t/ha/an) sont très peu nombreux ( $< 0.5\%$ ). Ces derniers sont localisés avant tout dans la partie nord-est, dans la municipalité de Messines.

Depuis la publication du précédent rapport, le seul facteur de l'équation USLE qui a pu subir des changements est le facteur C concernant les aménagements et pratiques agricoles. Étant donné le peu de variations dans ces aménagements et pratiques, on peut prévoir très peu de changements au phénomène d'érosion et que la très grande majorité du territoire subit une faible érosion. Le léger recul des superficies agricoles au profit de la forêt de 2000 à 2010 aura sans doute entraîné une très légère diminution de l'érosion des sols à l'échelle du bassin. Il faut comprendre que le modèle USLE est relativement simple et ses prédictions contiennent une certaine imprécision. Cette dernière crée une incertitude plus grande que les variations entre 2000 et 2010. En d'autres termes, même si l'on pouvait détecter des changements dans l'érosion entre 2000 et 2010, ces derniers seraient inférieurs à la marge d'erreur du modèle USLE, et donc non significatifs.

## 17 Simulation des impacts de développements additionnels dans le bassin versant

### 17.1 Scénario d'un ajout de 25 résidences dans le bassin versant avec maintien de la proportion résidences principales et chalets

Nous avons procédé aux calculs des apports de phosphore et de la concentration dans l'hypothèse d'un ajout de 25 résidences. Nous assumons la même répartition des résidences qu'en 2010, entre les bassins direct et indirect, ainsi que le maintien de la proportion de 2010 entre les résidences principales et secondaires, donc pas de conversion de chalets en résidences principales. Nous avons ajouté 5% de superficie d'utilisation du sol urbaine au dépens de l'utilisation forestière.

**Tableau 42. Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets)**

	Minimum	Le plus commun	Maximum
Utilisation du sol ( $CE_i \times Aire_i$ )	351,98	616,72	1105,49
Atmosphère ( $CE_{atm} \times Aire_A$ )	235,32	407,88	512,99
Fosses septiques ( $CE_{fs} \times n. \text{ de pers.-} \text{ années} \times (1-CRS)$ )	316,61	595,33	1429,55
<b>Apports totaux en P (kg/an) (M)</b>	<b>903,91</b>	<b>1619,92</b>	<b>3048,03</b>

**Tableau 43. Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets)**

	Concentration en phosphore calculée ( $P = L/11,6 + 1,2 q_s$ ) (mg/L)	Concentration en Phosphore exprimée en $\mu\text{g/l}$
Concentration minimale ( $P_{(min)}$ )	0,004440	4,44
<b>Concentration la plus commune (<math>P_{(ml)}</math>)</b>	<b>0,007957</b>	<b>7,96</b>
Concentration maximale ( $P_{(max)}$ )	0,018366	18,37

### 17.2 Scénario d'un ajout de 50 résidences dans le bassin versant avec maintien de la proportion résidences principales et chalets

Nous avons procédé aux calculs des apports de phosphore et de la concentration dans l'hypothèse d'un ajout de 50 résidences. Nous assumons la même répartition des résidences qu'en 2010, entre les bassins direct et indirect, ainsi que le maintien de la proportion de 2010 entre les résidences principales et secondaires, donc pas de conversion de chalets en résidences principales. Nous avons ajouté 10% de superficie d'utilisation du sol urbaine au dépens de l'utilisation forestière.

**Tableau 44. Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets)**

	Minimum	Le plus commun	Maximum
Utilisation du sol ( $CE_i \times Aire_i$ )	354,60	621,90	1122,66
Atmosphère ( $CE_{atm} \times Aire_A$ )	235,32	407,88	512,99
Fosses septiques ( $CE_{fs} \times n.$ de pers.- années $\times (1-CRS)$ )	327,95	616,65	1480,76
<b>Apports totaux en P (kg/an) (M)</b>	<b>917,87</b>	<b>1646,43</b>	<b>3116,40</b>

**Tableau 45. Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant (maintien de la proportion résidences principales et chalets)**

	Concentration en phosphore calculée ( $P = L/11,6 + 1,2 q_s$ ) (mg/L)	Concentration en Phosphore exprimée en $\mu\text{g/l}$
Concentration minimale ( $P_{(min)}$ )	0,004508	4,51
<b>Concentration la plus commune (<math>P_{(ml)}</math>)</b>	<b>0,008087</b>	<b>8,09</b>
Concentration maximale ( $P_{(max)}$ )	0,018778	18,78

### 17.3 Scénario d'un ajout de 25 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales

Nous avons procédé aux calculs des apports de phosphore et de la concentration dans l'hypothèse d'un ajout de 25 résidences. Nous avons augmenté la proportion de résidences principales en nous servant du changement observé dans cette proportion entre les années 2000 et 2010. Dans la zone directe, la proportion de résidences principales a augmenté de 5,3%, alors que dans la zone indirecte cette proportion a un peu moins augmenté, soit 4,2% d'augmentation. Nous assumons la même répartition des résidences qu'en 2010, entre les bassins direct et indirect. Nous avons ajouté 5% de superficie d'utilisation du sol urbaine au dépens de l'utilisation forestière.

**Tableau 46. Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales**

	Minimum	Le plus commun	Maximum
Utilisation du sol ( $CE_i \times Aire_i$ )	351,98	616,72	1105,49
Atmosphère ( $CE_{atm} \times Aire_A$ )	235,32	407,88	512,99
Fosses septiques ( $CE_{fs} \times n. \text{ de pers.-années} \times (1-CRS)$ )	341,25	641,66	1540,81
<b>Apports totaux en P (kg/an) (M)</b>	<b>928,55</b>	<b>1666,26</b>	<b>3159,29</b>

**Tableau 47. Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 25 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales**

	Concentration en phosphore calculée ( $P = L/11,6 + 1,2 q_s$ ) (mg/L)	Concentration en Phosphore exprimée en $\mu\text{g/l}$
Concentration minimale ( $P_{(min)}$ )	0,004561	4,56
<b>Concentration la plus commune (<math>P_{(ml)}</math>)</b>	<b>0,008184</b>	<b>8,18</b>
Concentration maximale ( $P_{(max)}$ )	0,019037	19,04

#### 17.4 Scénario d'un ajout de 50 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales

Nous avons procédé aux calculs des apports de phosphore et de la concentration dans l'hypothèse d'un ajout de 50 résidences. Nous avons augmenté la proportion de résidences principales en nous servant du changement observé dans cette proportion entre les années 2000 et 2010. Nous assumons la même répartition des résidences qu'en 2010, entre les bassins direct et indirect. Nous avons ajouté 10% de superficie d'utilisation du sol urbaine au dépens de l'utilisation forestière.

**Tableau 48. Estimation des apports totaux en phosphore pour chaque source pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales**

	Minimum	Le plus commun	Maximum
Utilisation du sol ( $CE_i \times Aire_i$ )	354,60	621,90	1122,66
Atmosphère ( $CE_{atm} \times Aire_A$ )	235,32	407,88	512,99
Fosses septiques ( $CE_{fs} \times n.$ de pers.- années $\times (1-CRS)$ )	353,48	664,64	1596,00
Apports totaux en P (kg/an) (M)	943,40	1694,42	3231,64

**Tableau 49. Concentrations de phosphore calculées pour une augmentation de 50 résidences dans le bassin versant avec augmentation de la proportion de résidences principales**

	Concentration en phosphore calculée ( $P = L/11,6 + 1,2 q_s$ ) (mg/L)	Concentration en Phosphore exprimée en $\mu\text{g/l}$
Concentration minimale ( $P_{(min)}$ )	0,004634	4,63
<b>Concentration la plus commune (<math>P_{(ml)}</math>)</b>	0,008323	<b>8,32</b>
Concentration maximale ( $P_{(max)}$ )	0,019473	19,47

Nous remarquons que même une augmentation marquée du nombre de résidence, même dans le cas où la proportion de résidences principales augmente, ne produit théoriquement que des changements relativement modestes dans les concentrations de phosphore, les portant dans le pire scénario à 8,32  $\mu\text{g/l}$ , en comparaison du taux prédit actuel de 7,82  $\mu\text{g/l}$ . Cette augmentation est toutefois significative et rehausserait le niveau trophique du lac d'une façon qui l'approcherait du stade mésotrophe.

## 18 Conclusions et recommandations

La mise à jour de la description technique du bassin versant et du ruisseau Blue Sea a permis non seulement d'établir le niveau trophique du lac mais aussi d'observer les changements survenus au cours de la dernière décennie. Dans ce chapitre, nous présentons d'abord les principales conclusions de l'étude pour ensuite formuler des recommandations au sujet des mesures à prendre pour préserver la qualité de l'eau du lac Blue Sea mais aussi pour assurer son suivi dans l'avenir.

### 18.1 Conclusions

#### 18.1.1 État du bassin versant et état trophique du lac

- Deux méthodes indépendantes furent employées afin d'évaluer la concentration de phosphore du lac Blue Sea. Un modèle utilisant des coefficients d'exportation a prédit une valeur de 7.8  $\mu\text{g/l}$  alors que l'analyse des échantillons d'eau donne une mesure de 6.5  $\mu\text{g/l}$  pour 2010. Les valeurs moyennes annuelles de cette concentration mesurées depuis 2004 n'ont jamais dépassé 8.2  $\mu\text{g/l}$ . La forte convergence de ces résultats permet d'accorder une grande confiance à l'approche de modélisation utilisée. Cela établit clairement que le lac Blue Sea est oligotrophe (lac d'eau claire, c'est-à-dire nettement sous la barre des 10  $\mu\text{g}$  de phosphore par litre).
- Les fosses septiques forment la principale source de phosphore d'origine humaine, soit le tiers des apports totaux au lac Blue Sea. L'agriculture ne contribue qu'à hauteur d'environ 12%. Le reste des apports est naturel et provient principalement du milieu forestier et de l'atmosphère. Il faut noter à ce sujet que contrairement à la plupart des lacs de l'Outaouais, le lac Blue Sea repose sur un socle calcaire qui le rend naturellement plus sensible à l'enrichissement par le phosphore.
- La distribution spatiale des taux de phosphore à travers le lac est variable dans le temps et ne montre pas de patron clair. On ne peut donc associer des concentrations localement élevées à des phénomènes particuliers pour ainsi produire des diagnostics spatialisés. Par exemple, le taux élevé de phosphore du lac Laverdure ne se reflète pas directement par des taux plus élevés à proximité de l'exutoire du ruisseau Laverdure dans le lac Blue Sea (bien qu'il affecte sans doute le niveau général du lac

Blue Sea). Ceci tend de plus à confirmer le taux de rétention des lacs des sous-bassins que nous avons utilisé (77% du phosphore apporté à ces lacs serait retenu).

- Les berges du lac Blue Sea sont majoritairement occupées par des terrains construits, mais ceux-ci sont la plupart du temps bien fixés par la végétation naturelle ou ornementale. La bande riveraine est donc en très bon état. Une intervention sur les zones formées de remblais est toujours souhaitable, mais non prioritaire étant donné que ces zones ne forment que 3,4% de la longueur totale de la bande riveraine. La bande riveraine des îles est en excellent état et n'est nullement cause de souci sur le plan de sa stabilité. La végétalisation des berges est toutefois toujours souhaitable afin de maximiser la rétention du phosphore en zone riveraine.
- Les algues bleues se semblent pas être présentes dans le lac mais on observe par endroit des algues vertes, sans danger. La présence de myriophylle a été constatée sur de nombreux sites en zone d'eau peu profonde. Après son introduction accidentelle, sa prolifération, bien que non souhaitée, est normale et n'est pas en tant que telle causée par le niveau de concentration de phosphore dans l'eau.

#### **18.1.2 Évolution du bassin versant et de la qualité de l'eau du lac Blue Sea entre 2000 et 2010**

- Les changements observés dans le bassin versant au cours de la dernière décennie sont mineurs. L'utilisation du sol a peu varié. La forêt et les friches ont cependant gagné en superficie, au détriment surtout des milieux agricoles. Le nombre d'entreprises industrielles ou commerciales, déjà faible en 2000, a reculé en 2010.
- On note une augmentation du nombre total de résidences, et une hausse de la proportion des résidences permanentes, causée en partie par la conversion de résidences secondaires en résidences principales. Ceci semble corrélé au vieillissement de la population observé entre les deux derniers recensements (2001 et 2006). La population a crû nettement au cours de cette période (particulièrement à Messines : +22%), et le taux d'occupation général a de plus augmenté en raison de la conversion des résidences. Ceci signifie que, si le taux de rétention par les fosses septiques n'avait pas changé entre 2000 et 2010, l'exportation de phosphore par ces dernières aurait augmenté significativement. Toutefois, les relevés effectués par les



municipalités indiquent l'état général des installations septiques ; dans Messines, une bonne part des installations relevées sont plus récentes que 1990 ; tandis qu'à Blue Sea la majorité des installations relevées dans la zone d'impact direct sont jugées non-polluantes (pour cette municipalité, les relevés ne couvrent pas les propriétés dans la zone indirecte).

- La concentration de phosphore prédite d'après le modèle utilisant les coefficients d'exportation n'a pas variée entre 2000 et 2010, même si des changements dans les superficies des divers types d'utilisation du sol et dans le taux d'occupation des résidences sont survenus. Ceci peut s'expliquer par des effets antagonistes de certains changements : d'un côté par exemple, la perte en superficie des milieux agricoles au profit des friches et de la forêt diminue les apports, alors que l'augmentation de la population et du taux d'occupation les augmente. À l'échelle du bassin versant, ces deux tendances contraires s'annulent.
- La concentration de phosphore du lac Blue Sea varie de manière importante à la fois d'un endroit à l'autre du lac, d'un mois à l'autre de l'été, et d'une année à l'autre. Les taux annuels moyens de concentration de phosphore et 2004 à 2010 ont fluctué entre 4.3 et 8.2  $\mu\text{g/l}$ . Ces fluctuations sont dues à l'effet combiné de la dynamique hydraulique du lac et de l'échantillonnage. Aucune tendance ne se distingue dans le temps. Le lac Blue Sea ne semble donc pas connaître d'évolution de son état trophique sur le moyen terme (5-10 ans), ce que confirment à la fois les prédictions basées sur les taux d'exportation et les mesures en laboratoire des échantillons d'eau.
- L'érosion des sols n'a pas variée de manière significative entre 2000 et 2010.
- Des simulations basées sur plusieurs scénarios de développement ont révélé qu'une augmentation modeste du nombre de résidences dans le bassin versant (25-50 résidences) entraînerait des hausses de concentration en phosphore mineures, mais tout de même significatives.

## **18.2 Recommandations**

### **18.2.1 Pour maintenir ou améliorer la qualité de l'eau**

1. Étant donné que les fosses septiques demeurent la source humaine de phosphore la plus importante (un tiers des apports totaux), que le taux de rétention par les champs d'épuration est relativement bas, et que la tendance actuelle laisse prévoir un taux d'occupation encore plus grand dans l'avenir, les interventions visant à favoriser le taux de rétention du phosphore de cette source : utilisation de produits sans phosphates, rénovation des fosses septiques et des champs d'épuration, revégétalisation des berges, etc., doivent être accrues.
2. Il y aurait lieu de systématiser la collecte d'information sur l'état des fosses septiques et de leur rénovation (lieu, date, type de rénovation) ainsi que sur le type d'installation septique des nouvelles résidences. L'information à ce sujet fut difficile à obtenir dans le cadre de ce projet, ce qui complique l'évaluation de l'effet de ces rénovations.
3. La disparition d'une partie des superficies agricoles au profit des milieux forestiers qui exportent moins de phosphore ayant contribué à compenser la hausse des apports liée à l'augmentation de la population et du taux d'occupation, il sera important de voir à limiter les reconversions de friches ou forêt en terres cultivées, en particulier dans les zones de contribution directe. Si le développement résidentiel se combinait à une augmentation des activités agricoles, il s'en suivrait nécessairement une augmentation notable du taux de phosphore dans le lac Blue Sea. Il serait bon d'effectuer par exemple un suivi annuel des statistiques auprès du bureau régional du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec à cet effet.
4. Même si le lac Blue Sea ne montre pas de signes d'eutrophisation, sa concentration en phosphore actuelle (le lac n'est pas si loin du niveau mésotrophe) et l'augmentation de la population pourrait, en l'absence de mesures de contrôle, mener à une augmentation nuisible du taux de phosphore. Il faut donc prendre toute mesure visant à minimiser les apports de phosphore directs dans le lac Blue Sea : végétalisation des bandes riveraines, prohibition de l'épandage d'engrais, bien contenir les cendres des

feux de camps afin qu'elles ne soient pas emportées jusqu'au lac, utilisation de produits sans phosphate, surveillance des activités agricoles, etc.

5. Les interventions ont avantage à se concentrer dans les zones d'apports directs puisque les lacs des sous-bassins (zones d'apports indirects) parviennent à retenir une part importante du phosphore, mais les situations clairement problématiques dans les zones d'apport indirect, comme celles du lac Laverdure, doivent être maîtrisées.
6. Le Myriophylle à épi est fort répandu dans le lac. Étant donnée la grande adaptabilité de l'espèce et le fait que le lac soit oligotrophe, la concentration de phosphore actuelle ne semble être un facteur déterminant de sa prolifération. La reproduction par fragmentation semble être le principal facteur de dispersion en cause. De nombreux lacs sont ainsi touchés en Amérique du Nord, le lac Blue Sea ne constitue donc pas un cas particulier. L'éradication du myriophylle est très difficile un fois introduit dans un lac. Nous recommandons donc de prendre d'abord des mesures visant à limiter son expansion : éviter de hacher la plante par les hélice de bateau car elle se reproduit par fragmentation, informer la population des causes de sa présence pour les inciter à appliquer les mesures de ralentissement de sa prolifération. Nous recommandons aussi de prendre contact avec des intervenants qui souhaitent tester des mesures de contrôle nouvelles. Les tentatives innovatrices (introduction du charançon *Euhrychiopsis lecontei*), récolte mécanique, se sont jusqu'à présent avérées peu efficaces ou ont des effets à très court terme. Il faut finalement éviter que d'autres plantes envahissantes ne soient introduites dans le lac, notamment en demandant le lavage des bateau avant leur mise à l'eau.
7. Le lac Laverdure a des concentrations de phosphore élevées, mais nous constatons qu'il agit comme une sorte de bassin de rétention puisqu'on ne constate pas de concentrations plus élevées de phosphore dans le lac Blue Sea à l'endroit où se jette les eaux du ruisseau drainant le lac Laverdure. Le terrain de golf est sans doute la principale cause d'eutrophisation du lac Laverdure puisque la villégiature est peu importante autour du lac et qu'on ne retrouve pas d'activités agricoles. Pour minimiser les effets sur ce lac et sur le lac Blue Sea, nous suggérons la création d'une bande riveraine à l'interface golf et du ruisseau. De plus, des représentations pourraient être faites auprès des propriétaires du terrain de golf pour limiter l'utilisation de fertilisants, particulièrement dans la partie du golf se drainant vers le ruisseau.

8. Bien que l'augmentation du nombre de résidence et du taux d'occupation ne provoquerait pas l'eutrophisation rapide du lac Blue Sea selon les scénarios de développement que nous avons étudiés, il y aurait lieu de chercher à compenser l'augmentation des apports entraînée par le développement par un resserrement du contrôle de la qualité des installations septiques. Nous proposons qu'un suivi serré soit effectué sur le nombre de résidences de les connaître en tout temps et de les comparer aux scénarios que nous avons chiffrés. Nous invitons également les autorités de l'Association du bassin versant du lac Blue Sea à consulter les chiffres qui ressortiront du recensement de 2011 de Statistique Canada.
9. Il faut maintenir, voire accentuer les efforts pour sensibiliser la population vis-à-vis de la qualité de l'eau du lac. Les efforts faits au cours de la dernière décennie ont très certainement eu un effet positif en évitant une augmentation du taux d'exportation par personne (produits sans phosphate) et en augmentant le taux de rétention des fosses septiques et champs d'épuration.

#### **18.2.2 Pour poursuivre le suivi de la qualité de l'eau**

10. La concentration en phosphore des échantillons d'eau prélevés est très variable à travers le lac et dans le temps. Seule l'observation systématique sur une longue période de temps permettrait de révéler une tendance. Étant donné le coût des analyses, l'échantillonnage extensif comme celui de l'été 2010 (19 stations d'échantillonnage visitées trois fois dans l'été) aurait des coûts prohibitifs s'il était répété chaque année. Il a toutefois été d'une grande utilité dans la présente étude et a pu démontrer la forte représentativité des quatre stations visitées depuis 2004. Pour établir le niveau moyen de la concentration en phosphore, nous recommandons de poursuivre la prise systématique d'échantillon au moins trois fois dans l'été, aux quatre stations habituelles (72A, 72B, 72C et 72D). Ces mesures seraient à répéter idéalement chaque année. Si l'on cherche à minimiser les coûts, il est préférable d'échantillonner moins d'années (une année sur deux par exemple), plutôt que d'échantillonner moins souvent au cours d'un été. Les lectures de disque Secchi, moins coûteuses (mais moins fiables), pourront elles être effectuées chaque année. Le positionnement exact des stations d'échantillonnage n'est pas d'une grande importance. L'utilisation d'un GPS domestique suffit à assurer que les mêmes stations

soient visitées année après année. Il faut toutefois éviter de prendre les échantillons dans des conditions météorologiques atypiques : après de nombreux jours sans pluie, après un orage, etc.

11. Nous recommandons de plus à l'Association du bassin versant du lac Blue Sea de poursuivre l'enregistrement systématique des données de qualité de l'eau de façon ordonnée et systématique, de les décrire par des métadonnées adéquates (date, heure, méthode, etc.) et de les étudier annuellement pour détecter toute fluctuation anormale du taux de phosphore. Ces données devraient être ensuite transmises aux municipalités et aux autres intervenants concernés.

## ANNEXES

Vous trouverez, aux pages suivantes, des reproductions du questionnaire envoyé à un échantillon de 300 propriétaires dans le bassin versant.

## ANNEXE 1 - Questionnaires



Association du bassin versant du lac Blue Sea

Municipalités de Blue Sea et de Messines

### SONDAGE SUR L'OCCUPATION DES CHALETS ET RÉSIDENCES

L'Association du bassin versant du Lac Blue Sea avec l'appui des municipalités de Blue Sea et de Messines ont mandaté un groupe de recherche afin de procéder à l'analyse du bassin versant du Lac Blue Sea. Cette analyse a pour but de déterminer les quantités de phosphore qui parviennent au lac. Un taux trop élevé de phosphore dans l'eau du lac mène à la croissance accélérée d'algues et de cyanobactéries et peut éventuellement rendre l'eau impropre à la consommation et même à la baignade.

Le présent questionnaire vise à connaître le taux d'occupation des résidences et certains usages. Il est complètement **anonyme et confidentiel**. Les données recueillies serviront aux seules fins de l'étude de caractérisation du Lac Blue Sea et de son bassin versant. Votre collaboration est grandement appréciée et servira à améliorer l'état de santé du Lac Blue Sea qui est au cœur des préoccupations de tous les citoyens.

MERCI

#### OCCUPATION

Est-ce que la propriété constitue une résidence principale ou un chalet? Veuillez cocher la case appropriée.

Résidence principale  Chalet

Approximativement combien de jours par année la propriété est-elle occupée ? \_\_\_\_\_

Pendant la période d'occupation, combien de personnes en moyenne occupent la propriété? \_\_\_\_\_

Si votre propriété est actuellement occupée comme un chalet, prévoyez-vous la transformer en résidence permanente au cours des 10 prochaines années. Veuillez cocher la case appropriée.

Oui  Non

#### INSTALLATIONS SANITAIRES

Quel est le type d'installation septique ? Veuillez cocher la case appropriée.

Fosse septique

Champ d'épuration

Combinaison d'installation

Toilette sèche

Ne sais pas

Autres

S'il s'agit d'un autre type d'installation, quel est-il? \_\_\_\_\_



**Blue Sea Lake Watershed Association**

**Municipalities of Blue Sea and Messines**

## **SURVEY ON THE OCCUPANCY OF PRIMARY RESIDENCES AND SUMMER COTTAGES**

The Blue Sea Lake Watershed Association, with the support of the municipalities of Blue Sea and Messines, has commissioned a research group to conduct an analysis of the Blue Sea Lake watershed. One of the goal of this analysis is to determine the quantities of phosphorus reaching the lake. A surplus of these materials leads to the accelerated growth of unwanted algae and cyanobacteria, as a result of such growth, the lake's water could eventually be unsuitable for consumption and/or swimming.

This survey seeks to know the rate of occupancy of homes and some related domestic practices. It is completely **anonymous and confidential**. The data collected will be used solely for characterization of Blue Sea Lake and its watershed. Your cooperation in completing this survey is greatly appreciated and will help improve the health of Blue Sea Lake, which is one of the main concerns of all citizens.

**THANK YOU**

### **OCCUPANCY**

Is the property a primary residence or a summer cottage ? Please check the appropriate box.

Primary residence  Summer cottage

Approximately how many days per year is the property occupied? \_\_\_\_\_ When the property is used, how many persons normally occupy it ? \_\_\_\_\_

If you currently use your property as a summer cottage, do you plan to use it as a permanent residence within the next 10 years? Please check the appropriate box.

Yes  No

### **SEPTIC SYSTEM**

What is the type of septic system ? Please check the appropriate box.

Septic tank

Leaching bed

Mix of installation

Dry toilet

Do not know

Others

If using another type of septic system, please specify \_\_\_\_\_



### Compilation des réponses recues aux questionnaires

Nombre de residences permanents	70
Nombre de chalets	113
Indéterminés	6
<hr/>	
TOTAL	189

Taux de réponse: 63,0%

Moyenne du nombre d'occupants pour les résidences permanents : 2,44

Moyenne du nombre d'occupants pour les chalets : 3,82

Nombre de jours moyen d'occupation pour les chalets :80,89

Nombre de transformation prévues de chalets en résidences principales : 15

### Compilation des types d'installation septiques

Combinaison d'installations	105
Fosse septique	52
Champ d'épuration	16
Toilette sèche	6
Ne sais pas	1
Autres	3
Sans réponse	6
<hr/>	
TOTAL	189

**ANNEXE 2 – Signification des codes d'utilisation**

**Code d'utilisation selon le Manuel d'évaluation foncière du Québec**

---

1000	Logement
2713	Industrie de produit de scierie
5411	"Vente au détail de produits d' " (sic)
5413	Dépanneur (sans vente d'essence)
5421	Vente au détail de la viande
5811	Restaurant et lieu où l'on sert à boire
5821	Établissement où l'on sert à boire
6000	Immeuble à bureaux
7412	Terrain de golf (avec chalet)
7442	Service de location de bateaux
7449	Autres ports de plaisance
7491	Camping et pique-nique
7499	Autres activités récréatives
7519	Autres centres d'activités touristiques
7610	Parc pour la récréation en général
8180	Ferme en général

---

## Bibliographie

- Brehob Leanne Sue. 1997. Estimation of the Development Capacity of a Small Lake Using Nonpoint Source
- Commission canadienne de pédologie. 2000. *Le système canadien de classification des sols*. Ottawa: Approvisionnement et services Canada.
- Communications Serge St-Pierre. 1997. *Étude préliminaire. Restauration de la fraye au lac Blue Sea*.
- de Montigny, C. et Y. Prairie. 1996. *Estimation des coefficients d'exportation du phosphore pour différentes régions du territoire québécois*. Montréal:
- Dillon P. J. et W. B. Kirchner. 1975. The effects of geology and land use on the export of phosphorus from watersheds. *Water Research*, 1975,
- Environnement Canada, Le Myriophylle à épi. Site Internet accédé le 1<sup>er</sup> mars  
<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=C902C3DD-1>
- Gangbazo G. et F. Babin. 1999. Pollution de l'eau des rivières dans les bassins versants agricoles. (*non publié à ce jour*), 1999,
- Goupil Jean-Yves. 1998. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables: guide des bonnes pratiques*. Québec: ed. Ministère de l'Environnement et de la Faune.
- Lagacé R. 1980. *L'équation universelle de perte de sol : un outil*. Université Laval ed. Sainte-Foy (Québec): 39-59.
- Lajoie, P. G. 1962. *Étude pédologique des comtés de Gatineau-Pontiac, Québec*. Ontario: Ministère de l'agriculture du Canada.
- Memphremagog Conservation, Site Internet accédé le 1<sup>er</sup> mars 2011  
[http://www.memphremagog.org/fr/lexique.php?id=61&zoom\\_highlight=myriophylle](http://www.memphremagog.org/fr/lexique.php?id=61&zoom_highlight=myriophylle)
- Ministère de l'environnement. 1990. *Critères de qualité de l'eau*.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources. 1988. *Carte de dépôts de surface. Document de travail. 31 K/1. 31 K/1*.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources. 1992a. *Carte de dépôts de surface. Document de travail. 31 J/4. 31J/4*.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources. 1992b. *Carte de dépôts de surface. Document de travail. 31 J/5. 31 J/5*.
- Ministère des Affaires Municipales. 2000. Répertoire des Municipalités. *Répertoire des Municipalités*
- Nearing M. A., L. J. Lane, et V. L. Lopes. 1994. *Modeling soil erosion*. Chap. in *Soil erosion research methods*. Delray Beach:
- Parent M. et S. Occhietti. 1988. Late Wisconsinian Deglaciation and Champlain Sea Invasion in the St-Lawrence Valley, Quebec. *Géographie Physique et Quaternaire* 3



Reckhow, K. H., M.N. Beaulac, et J.T. Simpson. 1980. *Modeling Phosphorus Loading and Lake response Under Uncertainty: A Manual and Compilation of Export Coefficients*. Washington: US-EPA Office of Water Regulations and Standards. Criteria and Standards Division.

Ryding S. O. et W. Rast. 1993. *Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs*. Masson ed. Paris: 294 p. Masson.

Statistique Canada. 1998. *Série Profils: Canada*.