

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Intégration du concept de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore à l'aménagement du territoire au Québec : Réalité ou utopie?

VERSION FINALE

Par
Mélissa Laniel

Faculté de l'Aménagement

**Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade M.Sc.A
en Aménagement
option aménagement**

Copyright, Mélissa Laniel, 2008

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Intégration du concept de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore à l'aménagement du territoire au Québec : Réalité ou utopie?

Présenté par

Mélissa Laniel

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Michel Gariépy

Directeur de recherche

Marie-Odile Trépanier

Président-rapporteur

Serge Assel

Membre du jury

RÉSUMÉ DU MÉMOIRE

Ce mémoire a comme objectif de présenter une revue de la littérature et une analyse comparative des différents modèles existants pour le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore. Ce document a aussi pour but d'évaluer les différentes options pour l'utilisation de ce genre d'outil au Québec, ainsi que d'amorcer une réflexion sur les applications possibles de ce concept au niveau local, en lien avec l'aménagement du territoire des bassins versants.

L'analyse comparative des modèles théoriques, combinée à la réflexion d'acteurs clés impliqués actuellement dans un processus qui consiste à tester leur utilisation dans les Laurentides au Québec, a permis de mettre en relief l'importance de calibrer les modèles régionalement. De plus, certains avantages semblent résider dans l'utilisation d'un modèle de nature empirique afin d'effectuer les prédictions sur les apports naturels et totaux en phosphore pour les lacs de cette région. Par contre, l'utilisation d'une approche de type « *bilan de masse* », s'avère tout de même indispensable afin de relativiser l'importance des différents apports anthropiques en phosphore du bassin versant.

Dans l'avenir, l'utilisation de tels modèles permettra possiblement de justifier certaines mesures restrictives au développement des bassins versants, qui pourront s'insérer parmi les outils d'urbanisme actuels. Ce sont principalement les municipalités qui détiennent les pouvoirs nécessaires afin d'intégrer les prescriptions découlant de ce genre d'analyse à l'aménagement du territoire des bassins versants. Plusieurs outils d'urbanisme, tels que les plans d'aménagement d'ensemble (PAE) ou bien les règlements de zonage et de lotissement, semblent donner assez de latitude afin de permettre aux municipalités d'intervenir en ce sens. Toutefois, les modèles de capacité de support ne pourront pas être utilisés afin de calculer un nombre précis d'habitations qu'il est possible de construire dans le bassin versant d'un lac.

Mots clés : capacité de support, phosphore, aménagement du territoire, eutrophisation, bassin versant, urbanisme, municipalité

ABSTRACT

This study presents a literature review of current carrying capacity models developed in Ontario and Quebec (Canada) for the estimation of phosphorus (*P*) loading in lakes. Another objective is to evaluate their applications to land and watershed management practices in Quebec.

A comparison of theoretical and empirical models, combined with the observations of keys stakeholders, confirms the importance of calibrating models regionally. The analysis further reveals that empirical models estimate more accurately *P* concentrations in lakes. However, the use of traditional mass balance approaches is still a necessity for the estimation of different *P* sources in the watershed.

These models can support decision makers and land managers in Quebec in the application of more restrictive measures in lakes where the carrying capacity is currently exceeded. In Quebec, the use of the models and their implementation in the legislation will be a municipal responsibility. Many urbanism tools already allow this kind of intervention (zoning, « outils à caractère discrétionnaire »). But, model use alone will not be sufficient to justify a total interdiction of land development in a watershed or to impose a strict limit to house and cottage development.

Keywords: carrying capacity, phosphorus export, lakes, watershed management, mass balance model

TABLE DES MATIÈRES

IDENTIFICATION DU JURY.....	I
RÉSUMÉ DU MÉMOIRE	II
ABSTRACT.....	III
REMERCIEMENTS.....	X
I. INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
1. PRÉSENTATION DU SUJET DU MÉMOIRE	1
1.1 L'eutrophisation d'un lac : le phosphore et ses sources dans un.....	1
bassin versant.....	1
1.2 Définition du concept de capacité de support d'un plan d'eau.....	7
2. PRÉSENTATION DES OBJECTIFS ET RÉSULTATS DU MÉMOIRE.....	12
II. LES DIFFÉRENTS MODÈLES THÉORIQUES POUR LE CALCUL DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT D'UN LAC	14
1. DESCRIPTION DES MODÈLES.....	15
1.1 Modèle de Dillon (Dillon et Rigler, 1975).....	18
1.1.1 Présentation du modèle	18
1.1.2 Résumé du modèle.....	19
1.1.3 Particularités du modèle.....	24
1.2 Modèle de Dillon modifié par le Ministère des Richesses Naturelles du Québec (MRNQ) (Jacques et Lerouzes, 1979)	27
1.2.1 Présentation du modèle	27
1.2.2 Résumé de la procédure	30
1.2.3 Particularités du modèle du MRNQ	42
1.3 Modèle de Dillon modifié par la municipalité de Muskoka (DMM) (Gartner Lee Limited, 2005).....	44
1.3.1 Présentation du modèle	44
1.3.2 Particularités du modèle de DMM.....	45
1.4 « Lakeshore capacity model » (LAKECAP) (Paterson et al., 2006).....	54
1.4.1 Présentation du modèle	54

1.4.2	Particularités du modèle du <i>LAKECAP</i>	55
1.5	« <i>Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie</i> » (Richard Carignan et Yves Prairie).....	63
1.5.1	Présentation du modèle	63
1.5.2	Particularités du modèle empirique de Richard Carignan	65
2.	COMPARAISON DES MODÈLES	71
2.1	Comparaison générale de la structure des modèles - Modèle empirique vs de bilan de masse	71
2.2	Comparaison des variables utilisées pour le calcul des apports anthropiques - Modèles de bilan de masse	75
2.3	Comparaison des approches utilisées pour le calcul des apports naturels en <i>P</i>	78
2.4	Comparaison des valeurs seuils ou apports permisibles	83
2.5	Comparaison des variables du budget hydrologique	89
2.6	Comparaison des coefficients d'exportation pour le <i>P</i> utilisés dans les calculs	91
2.7	Résumé des grandes étapes pour le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau	97
3.	VALIDATION DES MODÈLES	101
3.1	Brève présentation de la région des Laurentides	102
3.1.1	La problématique de l'agriculture dans les Laurentides	104
3.2	Projet pilote d'application dans les Laurentides : « <i>Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore</i> » (SIADL, 2007)	106
3.2.1	Description du projet	106
3.2.2	Pouvoirs prédictifs des modèles de capacité de support pour les Laurentides - Résultats du <i>projet CS SIADL</i>	109
3.2.3	Limites des modèles pour leur utilisation au Québec et dans les Laurentides.....	113
4.	RÉFLEXION FINALE SUR L'UTILISATION D'UN MODÈLE THÉORIQUE POUR LES LAURENTIDES	115

III. L'INTÉGRATION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT AUX MÉTHODES D'URBANISME ET D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE	119
1. OUTILS ACTUELS DE LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU PAR BASSIN VERSANT (GIEBV) AU QUÉBEC.....	122
1.1 Outils règlementaires provinciaux (Gouvernement du Québec)	122
1.1.1 Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU)	122
1.1.2 Loi sur les compétences municipales (LCM)	123
1.1.3 Loi sur la qualité de l'environnement (LQE)	124
1.1.4 Autres règlements et lois	131
1.1.5 Projets de règlements	134
1.2 Les outils de planification provinciaux (Gouvernement du Québec).....	134
1.2.1 Politique Nationale de l'eau (PNE) (Ministère de l'Environnement du Québec, 2002).....	135
1.2.2 Plan d'action québécois sur les algues bleu-vert..... (MDDEP, 2008)	135
1.3. Outils de planification municipaux	136
1.3.1 Le schéma d'aménagement et de développement (SAD).....	137
1.3.2 Le plan d'urbanisme	140
1.4 Outils de mise en œuvre municipaux.....	144
1.4.1 Le document complémentaire du SAD	144
1.4.2 Les règlements d'urbanisme	145
1.5 Limites des outils règlementaires et de planification actuels de la GIEBV	152
2. INTÉGRATION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET L'URBANISME.....	157
2.1 Les mesures restrictives suggérées par les modèles de capacité de support	158
2.2 Intégration des mesures restrictives aux outils de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme.....	162
2.2.1 La Fédération des lacs de Val-des-Monts (FLVM).....	162
2.2.2 La MRC des Laurentides	166
2.2.3 La Ville de Mont-Tremblant (VdMT)	172
2.3 Synthèse des outils permettant l'intégration du concept de capacité de support à l'aménagement du territoire et l'urbanisme	182
2.4 Réflexion sur l'utilisation des modèles de capacité de support afin de gérer le développement	185
3. CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES ET ÉCONOMIQUES POUR LA GESTION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT DANS L'URBANISME	192

3.1	Données et ressources financières nécessaires	192
3.2	Ressources humaines nécessaires.....	197

4.	RÉFLEXION FINALE SUR L'INTÉGRATION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE.....	199
-----------	--	------------

	SYNTHÈSE GÉNÉRALE.....	201
--	------------------------	-----

	RÉFÉRENCES.....	206
--	-----------------	-----

	ANNEXES.....	215
--	--------------	-----

Annexe 1 :	Plan d'action détaillé sur les algues bleu-vert (MDDEP, 2008).....	p.216
Annexe 2 :	Détails des calculs du modèle de Dillon et Rigler, 1975.....	p.220
Annexe 3 :	Détails des calculs du modèle du <i>MRNQ</i>	p.226
Annexe 4 :	Sommaire du modèle du <i>MRNQ</i> selon Del Degan, Massé et Associés inc., 2003.....	p.234
Annexe 5 :	Questionnaires des entrevues réalisées dans le cadre de ce mémoire.....	p.236
Annexe 6 :	Détails des actions recommandées selon le modèle de <i>DMM</i>	p.248
Annexe 7 :	Détails des mesures restrictives suggérés par la <i>FLVM</i>	p.249
Annexe 8 :	Résolution soumise à la municipalité de Val-des-Monts	p.254
Annexe 9 :	Dispositions particulières du projet de zonage de la <i>Ville de Mont-Tremblant</i> , applicables aux zones incluses dans le bassin versant du lac Desmarais.....	p.260

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

FIGURES

Figure 1 :	Tableau mettant en exergue la demande et la disponibilité des éléments biogènes en milieu aquatique (Carignan, 2006a).....	3
Figure 2 :	Modèle conceptuel de l'eutrophisation (Roy et al., 2008)	5
Figure 3 :	Définition du concept de capacité de support (Fredette, 2007).....	9
Figure 4 :	Schématisation du budget en phosphore d'un lac (Fredette, 2007).....	9
Figure 5 :	Schématisation du budget hydrologique d'un lac (Fredette, 2007).....	10
Figure 6 :	Représentation graphique du calcul d'apport de phosphore à un lac (Dessau Soprin inc., 2006)	22
Figure 7 :	Modèle de Dillon et Rigler (1975) schématisé	23
Figure 8 :	Tableau comparant les valeurs de certains coefficients d'exportation pour le phosphore selon le modèle du DMM et du LAKECAP (Gartner Lee Limited, 2005).....	46
Figure 9 :	Description du pourcentage de phosphore considéré comme atteignant un plan d'eau selon la distance de ce dernier (Gartner Lee Limited, 2005).....	46
Figure 10 :	Résultats pour la détermination de la sensibilité d'un plan d'eau, suite à la corrélation des variables du temps de réponse et de la mobilité (Gartner Lee Limited, 2005)	52
Figure 11 :	Formule développée afin de prédire la concentration de COD d'un plan d'eau, relation avec les autres variables (Carignan, 2006b)	66
Figure 12 :	Comparaison de deux lacs semblables (superficie, profondeur), mais très différents quant à leur développement (Carignan, 2006b)	88
Figure 13 :	Comparaison des modèles pour le calcul de la capacité de support des lacs aux apports en P suite à leur validation pour les lacs des Laurentides (Gravel, 2008)	110
Figure 14 :	Critères de qualité de l'eau et valeurs de référence pour le phosphore au Québec.....	125
Figure 15 :	Définition des termes : lignes des hautes eaux et rives (Gouvernement du Québec, 2005)..	128
Figure 16 :	Schéma démontrant la relation entre les différentes lois provinciales ainsi qu'avec les outils régionaux et municipaux d'aménagement du territoire (Assel, 2006)	130
Figure 18 :	Description de la gestion intégrée du territoire (Fredette, 2007)	154
Figure 19 :	Définition du concept de développement durable (Ville de Mont-Tremblant, 2008 tiré du MDDEP).....	155
Figure 20 :	Description des actions d'aménagements proposées pour les lacs du District de Muskoka en fonction de l'évaluation de leur capacité de support (sensibilité, seuil) (Gartner Lee Limited, 2005).....	161
Figure 21 :	Résumé des mesures restrictives proposées par la FLVM dans le cadre d'une étude de capacité de support d'un lac aux apports en P (Fredette, 2007).....	163
Figure 22 :	Orientation reliée à l'environnement du plan d'urbanisme de la Ville de Mont-Tremblant (Ville de Mont-Tremblant, 2008a)	176
Figure 23 :	Plan du projet de zonage par bassin versant de la Ville de Mont-Tremblant (Ville de Mont-Tremblant, 2008b)	178
Figure 24 :	Schéma illustrant les différentes composantes définissant la planification du territoire en milieu de villégiature (MAMR, 2007c)	190

TABLEAUX

Tableau I :	Présentation des coefficients d'exportation moyens pour le <i>PT</i> (E) pour 43 bassins versants, en fonction de la classification géologique et de l'utilisation du territoire (<i>Dillon et Kirchmer, 1975</i>) (mgP/m ² /an)	26
Tableau II :	Présentation des différents coefficients d'exportation associés aux classes d'utilisations du territoire ainsi que leurs références (<i>Jacques et Lerouzes, 1979</i>).....	29
Tableau III :	Présentation des différents calculs de charges en phosphore (g <i>PT</i> /m ² /an), à effectuer dans l'ordre, ainsi que leurs variables associées (<i>Jacques et Lerouzes, 1979</i>).....	33
Tableau IV :	Résumé des interventions suggérées suite à la détermination de la capacité de support du plan d'eau (traduit de <i>Gartner Lee Limited, 2005</i>).....	53
Tableau V :	Résumé des documents requis suite à la détermination de la capacité de support du plan d'eau (traduit de <i>Gartner Lee Limited, 2005</i>).....	53
Tableau VI :	Comparaison des coefficients d'exportation pour le phosphore total en fonction de plusieurs utilisations du territoire et selon différentes études	94
Tableau VII :	Tableau comparatif des différents modèles de capacité de support au Canada	97
Tableau VIII :	Résumé du pouvoir des <i>MRC</i> et municipalités par rapport à la protection des plans d'eau et de leurs bassins versants (<i>MAMR, 2007b</i>).	150
Tableau VIII :	Mesures restrictives découlant du concept de capacité de support et outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme pouvant leurs être associés.....	183

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire de maîtrise fut possible grâce à l'implication et la contribution de nombreuses personnes...

Merci du fond du cœur...♥

- À mes parents Serge, Diane et Mario. Sans votre appui, il m'aurait été tout simplement impossible de poursuivre mes études aux cycles supérieurs. Merci d'avoir toujours cru en moi...
- À mon directeur Michel, pour ses conseils toujours pertinents. Pour sa patience et surtout, pour m'avoir rappelé ma vraie vocation scientifique.
- À Serge Assel, Carl Dufour, Richard Carignan, Richard Morin et Louis-Martin Levac, pour avoir eu la gentillesse de m'accorder de votre temps précieux et l'audace de prendre position sur un sujet quelquefois controversé. Sans votre contribution, ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour!
- À Marie-Odile et Serge, pour vos judicieux commentaires et corrections.
- À Anne Léger et Virginie Roger, deux collègues de travail qui ont partagé mes moments de fatigue et donné un coup de main pour l'orthographe et le contenu.
- À Simone Zriel, pour sa disponibilité, flexibilité et pour m'avoir aidé à me retrouver dans toute la paperasse à remplir!
- Au lac Simon, pour être un paradis sur terre et m'avoir permis de développer ma passion...
- À tous ceux qui prendront le temps de lire cet ouvrage, malgré le nombre de pages imposant qu'il contient!!!!

I. INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. PRÉSENTATION DU SUJET DU MÉMOIRE

1.1 **L'eutrophisation d'un lac : le phosphore et ses sources dans un bassin versant**

L'eutrophisation est le terme général pour expliquer le vieillissement d'un plan d'eau. « *L'eutrophisation est le processus d'enrichissement d'un plan d'eau par les matières nutritives* » (Roy et al., 2008). Durant des milliers d'années, les plans d'eau, étant des systèmes pratiquement fermés, accumuleront en leur sein diverses matières nutritives, comme le phosphore et l'azote, qui contribueront à leur évolution. L'accumulation de matières nutritives de façon naturelle dans un lac augmentera sa productivité, ce qui provoquera un accroissement de la prolifération notamment, de différentes espèces végétales. Ainsi, au cours de sa vie, un plan d'eau passera des stades trophiques oligotrophe, caractéristique d'un lac jeune ayant une eau transparente et peu productive, à un stade qualifié plutôt de mésotrophe et intermédiaire, puis finalement, à un stade eutrophe, caractérisé par une eau colorée, riche en matière organique et en nutriments, résultant de la multiplication et la sénescence des plantes aquatiques et algues, et de l'accumulation de matières organiques. Cette évolution a comme avantage de permettre à une large gamme d'espèces floristiques et fauniques de trouver refuge dans les plans d'eau, selon leur type d'habitat préféré, d'oligotrophe à eutrophe. Ainsi, vers la fin de sa vie, ayant accumulé une quantité impressionnante de matières

organiques et nutritives, le lac se transformera graduellement en milieu humide et puis sera ultimement voué à disparaître lorsque la végétation terrestre reprendra le dessus.

Voici donc le cycle naturel d'évolution de la vie d'un lac, que l'on appelle l'eutrophisation.

« À l'échelle géologique, les lacs se comportent comme tous les organismes vivants : ils naissent, ils évoluent et ils meurent. Les caractéristiques des lacs changent considérablement selon les diverses phases de leur évolution. Ce sont surtout les phénomènes d'érosion et de dépôt de matières organiques qui sont responsables des changements physiques du lac avec le temps. De la cuvette d'eau initiale, le lac se comble progressivement, jusqu'à disparaître pour se confondre avec la prairie ou la forêt. » (Hade, 2002).

L'eutrophisation d'un plan d'eau n'est donc pas un problème en soi. La problématique avec laquelle sont aux prises certains de nos plans d'eau au Québec réside plutôt dans une accélération effrénée de ce processus, résultant d'apports artificiels en nutriments. En effet, à cause des apports en provenance de la présence de l'humain autour des lacs, ce processus naturel s'est vu nettement accéléré, un lac pouvant passer du stade oligotrophe à eutrophe en une dizaine d'années, alors que le processus naturel se déroule plutôt sur une échelle de centaines et même de milliers d'années. Voilà donc le réel problème qui transforme complètement nos lacs et qui fait en sorte que notre jouissance de cette richesse est parfois limitée.

Le principal responsable de l'eutrophisation d'un lac est le phosphore, cet élément nutritif étant un facteur qui limite de façon naturelle la croissance végétale. En effet, le phosphore se retrouve en faible proportion dans la nature, par rapport à d'autres éléments tels que le carbone, par exemple.

Demande vs. disponibilité des éléments biogènes en milieu aquatique

ÉLÉMENT	DEMANDE Abondance dans les plantes (%)	DISPONIBILITÉ Abondance dans l'eau (%)	RARETÉ = facteur de bioconcentration
Oxygène (O)	80,5	89	1
Hydrogène (H)	9,7	11	1
Carbone (C)	6,5	0,0012	5 000
Silicium (Si)	1,3	0,00065	2 000
Azote (N)	0,7	0,000023	30 000
Calcium (Ca)	0,4	0,0015	< 1 000
Potassium (K)	0,3	0,00023	1 300
Phosphore (P)	0,08	0,000001	80 000
Magnésium (Mg)	0,07	0,0004	< 1 000
Soufre (S)	0,06	0,0004	< 1 000
Chlore (Cl)	0,06	0,0008	< 1 000
Sodium (Na)	0,04	0,0006	< 1 000
Fer (Fe)	0,02	0,00007	< 1 000
Bore (B)	0,001	0,00001	< 1 000
Manganèse (Mn)	0,0007	0,0000015	< 1 000
Zinc (Zn)	0,0003	0,0000010	< 1 000
Cuivre (Cu)	0,0001	0,0000010	< 1 000
Molybdène (Mo)	0,00005	0,0000003	< 1 000
Cobalt (Co)	0,000002	0,000000005	< 1 000

Figure 1 : Tableau mettant en exergue la demande et la disponibilité des éléments biogènes en milieu aquatique (Carignan, 2006a)

Comparativement à d'autres nutriments qui sont eux aussi essentiels au maintien de la vie végétale, tels que le potassium ou l'azote, le phosphore est celui dont la biodisponibilité dans l'environnement est la plus faible. Lorsque l'on compare le besoin des végétaux en phosphore, la demande, par rapport à la disponibilité naturelle de cet élément dans le milieu aquatique, on constate que le phosphore est l'élément ayant le rapport entre les deux le plus élevé, ce qui nous permet de comprendre la rareté de ce nutriment dans la nature et pourquoi il est le facteur qui limite le plus l'eutrophisation des plans d'eau. Ainsi, de façon naturelle, les sources de phosphore sont rares. On le retrouve principalement associé aux particules dans le sol, transportées via les précipitations et surtout, présent dans les milieux humides, qui sont les milieux les plus riches en éléments nutritifs et par le fait même, ayant la plus grande biodiversité.

Malheureusement, à l'inverse, les sources de phosphore émis par l'humain sont nombreuses (Hade, 2002; Fournier, 2007; Carignan 2006a) :

- eaux usées
- engrais et fertilisants
- agriculture
- érosion et ruissellement
- déboisement excessif

Les résultats de ces apports supplémentaires sont donc nombreux et peuvent avoir comme répercussions la prolifération de plantes aquatiques dans les plans d'eau, d'algues ou de cyanobactéries, bactéries naturelles présentes dans les lacs, dont la multiplication est aussi dictée en fonction de la disponibilité du phosphore dans l'eau. Au Québec, les apports artificiels en phosphore sont nombreux et diffèrent d'une région à l'autre. Dans certaines régions, les lacs sont gravement touchés par les apports en provenance de mauvaises pratiques agricoles, forestières ou bien pour les régions avec une villégiature importante, par le développement résidentiel et commercial en bordure de ces derniers.

Voici une figure qui schématise bien les toutes les sources possibles d'apports en phosphore à un lac et qui peuvent, par le fait même, influencer son degré d'eutrophisation.

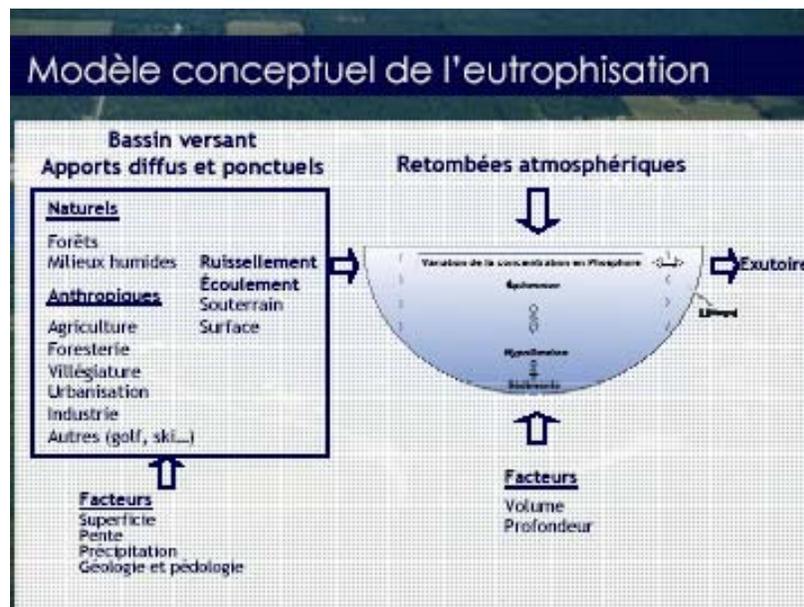


Figure 2 : Modèle conceptuel de l'eutrophisation (Roy et al., 2008)

Heureusement, de nos jours, nous commençons à prendre conscience que nos comportements et activités générés en bordure des milieux aquatiques ont des répercussions graves sur ces derniers. Ainsi, nous tentons maintenant de minimiser notre impact néfaste sur la vie des milieux aquatiques. Des changements de comportements s'opèrent graduellement, surtout depuis l'apparition de nombreux épisodes de cyanobactéries qui ont gravement touché les lacs du Québec, ces dernières années. Les Québécois semblent maintenant réaliser de plus en plus leur situation privilégiée et l'importance de cette ressource, non seulement au niveau environnemental et économique, mais aussi comme étant une richesse faisant partie de la culture et de la fierté d'une nation. De plus, dans un contexte de changements climatiques et de diminution des quantités d'eau douce sur la planète, la préservation de la qualité de cette ressource semble inévitable.

« Le Québec, avec ses 990 km³/an d'eau renouvelable, recèle 3% des eaux douces renouvelables de la planète. Compte tenu de sa faible population, le Québec jouit de ressources en eau qui, par personne, sont parmi les plus élevées au monde. » (Gouvernement du Québec, 2002).

C'est pourquoi, de plus en plus, le Québec tente de se doter d'outils afin de mieux gérer et préserver cette ressource naturelle si précieuse qu'est l'eau douce. Malgré que certaines activités ponctuelles en bordure des plans d'eau sont connues depuis longtemps comme étant néfastes pour la santé de ces derniers et sources d'apports en phosphore, un concept introduit dans la dernière décennie a permis de mieux comprendre les répercussions plus globales des activités humaines sur les lacs. En effet, avec l'avènement de la *Politique Nationale de l'eau* en 2002, un nouveau mode de gestion des milieux lacustres fit son apparition sous le nom de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (*GIEBV*). Dès lors, un constat fut établi, soit la nécessité de gérer la protection des milieux aquatiques en tenant compte de l'ensemble des pratiques se situant sur le territoire de leurs bassins versants. Le concept de bassin versant a donc permis de mettre en exergue la relation étroite qui existe entre la gestion de l'eau et l'aménagement du territoire, afin d'assurer la protection des milieux aquatiques contre l'eutrophisation. Par exemple, pour les zones de villégiature, les modèles de développement résidentiel urbain ont trop longtemps été appliqués de façon intégrale en milieu rural en périphérie des plans d'eau. Il est désormais évident qu'une amélioration de la qualité de nos lacs doit passer par une révision dans nos façons de développer le territoire autour de ces derniers.

Dans cette optique, ce mémoire de maîtrise s'attardera sur un outil d'aménagement du territoire des bassins versants développé en Ontario soit le concept de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore (P)¹. Le but premier de cet outil est de pouvoir aider les décideurs à faire des choix d'aménagement du territoire en périphérie des lacs plus éclairés, dans le respect du processus de vieillissement naturel de ces derniers.

1.2 Définition du concept de capacité de support d'un plan d'eau

Regardons, plus en détail, ce que signifie le concept de capacité de support d'un plan d'eau. Après avoir vu que les apports en phosphore à un plan d'eau sont les principaux responsables de son eutrophisation, autant au niveau naturel qu'anthropique, il est possible de mieux comprendre pourquoi le concept de capacité de support d'un lac fait référence à la quantification des apports en phosphore en son sein et en provenance de son bassin versant. En terme simple, il est possible de fixer une certaine limite d'apports en P , que l'on juge acceptable et qui ne perturbera pas le processus de vieillissement naturel du lac. C'est pourquoi la définition de capacité de support fait toujours référence à un seuil d'apports en phosphore, considéré comme permmissible, qui n'altérera pas le processus d'évolution naturelle du lac. Ce seuil peut prendre diverses valeurs ou être établi selon différents critères ou hypothèses, qui vous seront exposés et discutés dans ce mémoire.

¹ Étant donné que le phosphore peut se retrouver sous plusieurs formes chimiques dans l'eau et le sol, l'abréviation P sera utilisée dans ce document pour faire référence au **phosphore total**.

« La capacité d'absorption des éléments nutritifs par les lacs est limitée. Lorsque cette capacité est dépassée, les concentrations d'éléments nutritifs augmentent, et des conditions d'eutrophisation peuvent apparaître, accompagnées d'effets tels que la prolifération nuisible des algues » (Environnement Canada, 2001).

En terme plus général, la capacité de support d'un plan d'eau peut donc se définir comme étant « *la charge en phosphore qu'un lac peut recevoir sans engendrer une augmentation de la concentration induisant des effets indésirables et des pertes d'usages* » (Roy et al., 2008).

Plus précisément, la capacité de support d'un plan d'eau se calcule à l'aide d'un modèle et de formules mathématiques, qui permettront de faire des **prédictions**, notamment, sur la situation du lac par rapport à sa concentration en phosphore, si il y avait eu absence totale de présence humaine dans son bassin versant. Une fois cette prédiction faite sur la **concentration naturelle en P** qu'un plan d'eau devrait avoir, il sera possible de comparer cette valeur à celle **mesurée** directement dans le plan d'eau. La capacité de support du lac représentera la valeur supplémentaire en P jugée comme acceptable qu'un lac peut recevoir, en fonction sa concentration naturelle en P calculée, afin de respecter son processus d'évolution naturel.

Lorsque vient le temps de cibler les sources de P dans le bassin versant, une prédiction sera faite à l'aide d'un modèle incluant toutes les utilisations du territoire présentes dans le bassin versant du lac et une estimation de leur contribution relative sur **l'apport artificiel en P**. C'est ce qu'on appelle aussi **le budget en phosphore du lac**. À ces calculs des apports en P seront intégrées différentes variables hydrologiques et physiques du plan d'eau représentant son **budget hydrologique**. Le but ultime de ces calculs est de reproduire le plus fidèlement le parcours du P dans le bassin versant afin

d'obtenir une valeur totale en P prédite, la plus représentative de celle mesurée dans le lac. Il sera ensuite possible d'intervenir sur les différentes utilisations du territoire dans le bassin versant, leurs apports relatifs en P ayant été prédits et quantifiés avec précision.

« On peut définir le modèle d'apports comme une simulation des conditions du milieu à l'aide des coefficients et équations appropriés. Il consiste en un calcul théorique, puisque l'on présume que chaque composante du bassin versant exporte une certaine quantité de phosphore vers le milieu lacustre. » (Jacques et Lerouzes, 1979).

Le calcul de la capacité de support consiste à déterminer, entre autre, la charge maximale en phosphore pouvant être tolérée par le milieu lacustre. Le calcul est fonction des apports naturels et anthropiques de phosphore acheminés vers le lac. Il se prépare en fonction des différentes affectations et activités dans le bassin versant, tout en tenant compte des caractéristiques morphométriques du lac et hydrologiques du bassin versant (superficie du lac et du bassin versant, profondeur moyenne, temps de résidence, teneur en oxygène dissous, etc.).

Figure 3 : Définition du concept de capacité de support (Fredette, 2007)

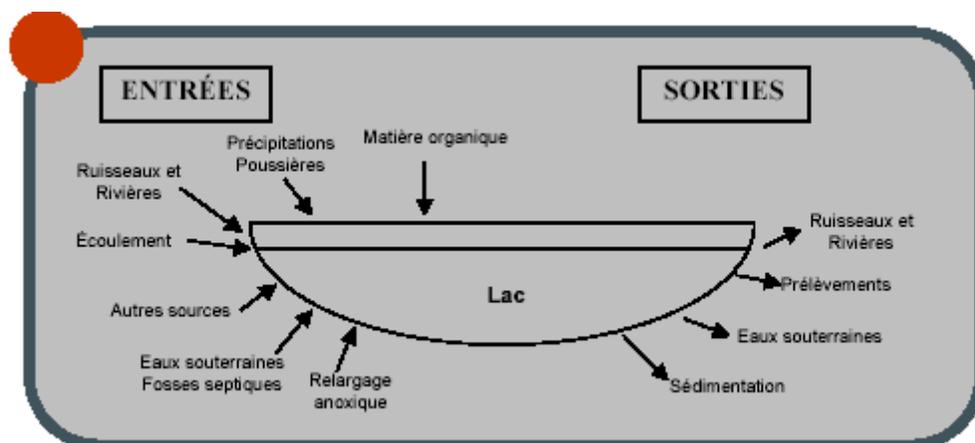


Figure 4 : Schématisation du budget en phosphore d'un lac (Fredette, 2007)

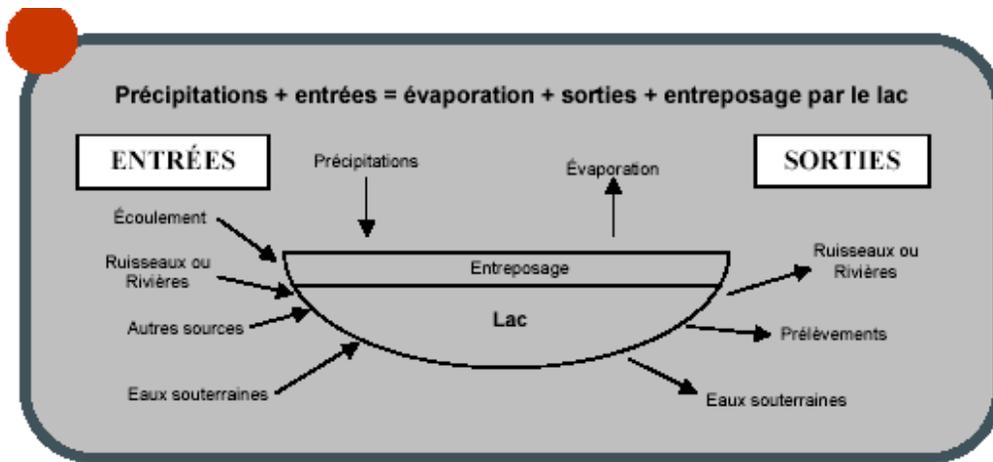


Figure 5: Schématisation du budget hydrologique d'un lac (Fredette, 2007)

Cela dit, il est essentiel de faire une clarification importante au niveau de la définition de capacité de support d'un lac prise en considération dans ce document. En effet, plusieurs activités pratiquées sur le territoire d'un bassin versant ou directement sur un plan d'eau peuvent générer des impacts négatifs sur la santé de son écosystème. Ainsi, un milieu lacustre pourra posséder différentes limites d'utilisations, en autre, en ce qui a trait à sa superficie. C'est pourquoi il est possible de parler de la capacité d'un lac à supporter les embarcations motorisées, les pêcheries, etc. Dans ce mémoire et les études qui y seront abordées, le concept de capacité de support fait directement référence à la gestion des utilisations du territoire du bassin versant qui engendrent des apports en phosphore au plan d'eau, donc qui ont un impact sur l'écosystème entier du lac, et non uniquement sur certaines composantes du milieu. Les études concernant la capacité de support d'un plan d'eau à supporter les embarcations motorisées ou les autres activités présentes à sa surface ne seront donc pas traitées dans ce mémoire.

« Il existe également un outil afin de déterminer le nombre d'embarcations motorisées qu'un lac peut supporter. Il s'agit de la capacité de support récréatif, à ne pas confondre avec la capacité de support des lacs vis-à-vis le phosphore (...) » (Fredette, 2007).

Cette clarification est importante, car « (...) an environmentalist might perceive the carrying capacity of the lake as it affects the quality of water and biotic/abiotic life. A businessman, on the other hand, might perceive the carrying capacity of the lakes as it affects the amount of recreation that can occur and profit made (Lake Sunapee Watershed Project Portfolio, 2004) ».

C'est pourquoi à ce sujet, les différents intervenants du milieu feront référence à la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore ou à la capacité de support environnementale d'un lac au lieu de la capacité d'un plan d'eau à supporter la récréation.

2. PRÉSENTATION DES OBJECTIFS ET RÉSULTATS DU MÉMOIRE

Les **objectifs** de ce mémoire consistent donc à :

- 1) Effectuer une revue de la littérature sur les modèles de capacité de support existants, afin de mieux comprendre leurs fondements théoriques².
- 2) Comparer ces modèles entre eux et discuter de leurs possibilités d'utilisation au Québec, suite à leur validation effectuée pour la région des Laurentides.
- 3) Apporter une réflexion sur les outils d'urbanisme et d'aménagement du territoire ainsi que sur les outils de gestion (techniques et humains) qui seront nécessaires à la mise en œuvre de ce concept au Québec, à travers des études de cas.
- 4) Mieux définir le rôle, les responsabilités et pouvoirs des divers intervenants dans la mise en œuvre de ce concept au Québec.

Pour se faire, une revue de la littérature sera effectuée sur le sujet afin de bien comprendre le concept théorique et son utilisation en Ontario. Par la suite, les efforts provinciaux et régionaux actuellement en cours au Québec à ce sujet, seront analysés et discutés. Ainsi, des entrevues seront réalisées avec les acteurs provinciaux et les experts impliqués dans l'analyse des modèles ontariens et le développement d'un modèle théorique adapté à la situation québécoise. Par ailleurs, cette analyse se concentrera sur la région du Québec où l'utilisation des modèles de capacité de support semble un besoin criant. L'exemple de la région des Laurentides, qui fait actuellement office de région pilote, autant pour le développement d'un modèle théorique que pour l'analyse des applications qui découleront de l'utilisation de ce concept, sera présenté.

² Dillon et Rigler (1975), *Dillon modifié par la municipalité de Muskoka (DMM)* (2005), *Lakeshore capacity Model (LAKECAP)* (Paterson et al., 2006), Carignan (2007)

Finalement, les initiatives de certains acteurs municipaux (MRC³ et municipalités) dans le développement d'outils d'application de ce concept au niveau local seront aussi exposées, suite à des entrevues, principalement ciblées pour la région des Laurentides. Voici donc une liste des intervenants interpellés, ainsi que leur fonction respective :

- **Serge Assel** - *Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) du Gouvernement du Québec*
Ingénieur et assistant technique du directeur régional de la région Montréal, Laval, Laurentides, Lanaudière
- **Richard Carignan** - *Université de Montréal*
Chercheur en limnologie et biogéochimie
- **Carl Dufour** – *MRC des Laurentides*
Responsable en environnement
- **Louis-Martin Levac** - *Ville de Mont-Tremblant*
Urbaniste (Service de l'urbanisme – Division planification)
- **Richard Morin** – *MRC des Laurentides*
Directeur de la planification et de l'aménagement du territoire

À la lumière de l'analyse théorique et des entrevues, ce travail a l'ambition d'apporter une réflexion critique sur les possibilités d'utilisation du concept de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en *P* comme outil d'aménagement du territoire des bassins versants au Québec, plus particulièrement dans la région des Laurentides. Un constat sera donc effectué sur les avancées requises afin de développer un modèle théorique fiable ainsi que sur les outils urbanistiques, instruments juridiques et ressources humaines et financières qui seront nécessaires aux intervenants locaux afin d'appliquer ce concept.

³ Municipalité Régionale de Comté

II. LES DIFFÉRENTS MODÈLES THÉORIQUES POUR LE CALCUL DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT D'UN LAC

Dans ce chapitre, les avancées effectuées à ce jour dans le développement de modèles prédictifs pour le calcul de la capacité de support des plans d'eau aux apports en phosphore vous seront présentées. Dans la section 1, chaque modèle théorique sera brièvement présenté et décrit, en résumant la procédure utilisée pour les calculs et modélisations, et ce, en faisant ressortir leurs particularités respectives.

Par la suite, dans la section 2, ces modèles seront comparés entre eux au niveau des calculs et paramètres utilisés, des hypothèses sur lesquelles ils sont fondés ainsi que sur les applications qu'ils permettent.

Dans la section suivante, les pouvoirs prédictifs et les utilisations qui découlent des différents modèles de capacité de support, une fois qu'ils sont validés à l'aide des données hydrologiques et géographiques d'une région donnée, seront exposés. Pour se faire, les résultats d'un projet pilote qui s'est récemment tenu dans la région des Laurentides au Québec seront présentés.

En dernier lieu, une réflexion finale sera effectuée dans la dernière partie, sur les avenues et possibilités d'utilisations d'un modèle théorique pour le calcul de la capacité de support aux apports en P pour la gestion de l'eutrophisation des lacs au Québec, plus spécifiquement pour la région des Laurentides.

1. DESCRIPTION DES MODÈLES

La revue de la littérature concernant le développement de modèles et l'utilisation du concept capacité de support afin de mieux planifier l'aménagement du territoire des bassins versants des lacs nous reporte tout d'abord, en Ontario. En effet depuis 1970, cette province a entamé des recherches sur le développement de programmes afin de protéger la qualité des plans d'eau de son territoire, la récréation et le tourisme reliés à ces derniers étant souvent la base de l'économie de plusieurs municipalités. Ainsi, les premiers efforts de planification avaient pour but la protection du lac Érié contre l'eutrophisation.

Le modèle de Dillon et Rigler en 1975 fut le premier dans son genre à dresser spécifiquement une relation entre l'eutrophisation potentielle des lacs du sud de l'Ontario et la densité de développement résidentiel en bordure de ceux-ci. Ce modèle fut aussitôt reconnu et accepté, ce qui mena le gouvernement de l'Ontario à mettre sur pied une vaste étude portant le nom de « *Lakeshore capacity model* » (*LAKECAP*) dans le but de peaufiner les fondements du modèle de Dillon et Rigler et aussi afin de le rendre utilisable et accessible au niveau municipal (*Hutchinson, 2002*). Depuis ce temps, plusieurs versions du *LAKECAP* virent le jour (1986, 1994 1999 et 2006), les variables et coefficients du modèle étant toujours de plus en plus précis et mis à jour selon l'évolution du milieu et les changements d'utilisation du territoire. Seulement les plus récentes modifications au *LAKECAP* datant de 2006 (*Paterson et al., 2006*) vous seront présentées ici, dans ce chapitre.

« *The « Dillon-Rigler » model (Dillon and Rigler, 1975) was the first model to specifically address the relationship between potential eutrophication of Ontario's Precambrian Shield lakes and the density of residential development on their shoreline. Its rapid recognition and acceptance by the international scientific community led to the development of Ontario's « Lakeshore Capacity study » (1976-1980) (...) » (Hutchinson, 2002).*

Parallèlement, la municipalité de Muskoka, région où le modèle du LAKECAP est testé depuis le tout début, tenta à son tour de le raffiner et de produire une version régionale du LAKECAP calibrée pour les lacs de son territoire à partir de 1980. Une version du DMM fut complète en 1998 et d'autres modifications y furent apportées en 2005, afin d'améliorer sa précision. La version finale du DMM déposée en 2005 vous sera présentée dans ce chapitre (*Gartner Lee Limited, 2005*).

« *Muskoka adopted the trophic status (or nutrient) component of the Provincial Lakeshore Capacity model (Dillon et Rigler, 1975, Dillon et al.1986) and modified it to model the lakes in Muskoka in the early 1980's. » (Gartner Lee Limited, 2005)*

Les avancées de la province voisine eurent des échos au Québec, ayant aussi l'eau douce comme richesse environnementale, sociale et économique. Ainsi, une version du modèle de Dillon et Rigler fut développée par le *Service de la qualité des eaux du Ministère des Richesses Naturelles du gouvernement du Québec* en 1979 (Jacques et Lerouzes, 1979).

Par ailleurs, plus récemment en 2003, une étude fut commandée par le gouvernement du Québec via le *Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)* afin d'améliorer les connaissances sur les possibilités d'utilisation d'un modèle de capacité de support au Québec, pour deux régions, soit les Laurentides et l'Estrie. Cette étude a pour titre : « *Développement d'un outil de prévention de*

l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie » et fut menée par des chercheurs universitaires spécialistes en limnologie, le Dr Richard Carignan et le Dr Yves Prairie.

« Les modèles et les équations ont principalement été développés en Ontario dans les années 1970. En effet, c'est en 1975 que Dillon et Rigler rédigent le premier modèle de capacité de support d'un lac. Depuis, il est constamment mis à jour et validé avec des données de terrain. Plusieurs études ont été effectuées afin de réviser les coefficients, équations et composantes du modèle afin qu'il reflète la réalité locale. La région de Muskoka, en Ontario, a été la principale cible de ces recherches. Au Québec, le Ministère des Ressources Naturelles avait développé, dans les années 70, toute une méthodologie découlant des travaux initiaux de Dillon et Rigler en 1975. Dernièrement, le MDDEP a commandé auprès de M. Richard Carignan (Université de Montréal) et M. Yves Prairie (Université du Québec À Montréal) une étude afin de doter la province d'un tel outil de gestion. (...) Ce travail se nommera : Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie. » (Fredette, 2007)

1.1 Modèle de Dillon (Dillon et Rigler, 1975)

1.1.1 Présentation du modèle

Dans le but de trouver un moyen d'évaluer l'impact du développement des bassins versants sur la qualité de l'eau des lacs, le concept de la capacité d'un plan d'eau à supporter les apports en phosphore vit le jour en 1975. Mise au point par P.J Dillon et F.H Rigler après plusieurs années d'études et d'échantillonnages des lacs du sud de l'Ontario, cette méthode propose donc pour une première fois une relation entre l'eutrophisation et le développement effectué par l'humain en bordure des plans d'eau. Ainsi, des relations quantifiables pouvaient maintenant être établies entre l'apport d'éléments nutritifs, principalement du phosphore, et les paramètres de la qualité de l'eau qui reflètent le statut trophique d'un plan d'eau. De plus, cette méthode fournit aussi pour la première fois des formules afin de calculer les paramètres du budget hydrologique d'un lac sans avoir recours à de longs et dispendieux échantillonnages sur le terrain. Bref, ce modèle fut le précurseur d'une réflexion plus approfondie sur le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore.

1.1.2 Résumé du modèle

Structure du modèle

Modèle de type explicite (bilan de masse)

Méthodologie

CALCUL DU BUDGET EN PHOSPHORE

- **Apport naturel en phosphore**

Le modèle développé par Dillon et Rigler présente une manière de calculer l'apport naturel total en phosphore d'un lac selon le type d'utilisation du sol (forêt ou forêt et pâturage) et la géologie du milieu, ainsi que selon les charges en *P* reçues des précipitations et des lacs en amont.

- **Apport artificiel en phosphore**

L'apport artificiel selon ce modèle est calculé, quant à lui, en fonction des apports en provenance de l'utilisation des installations septiques par la population de son bassin versant. Ainsi, ce calcul est basé sur le nombre de personnes par année présentent dans le bassin versant du lac et leur exportation de phosphore par individu, fixée à **0.8 kgP/pers/an**. Le calcul du nombre de personnes présentes dans le bassin versant par année s'effectue selon le nombre d'habitations saisonnières et permanentes et selon des estimés sur le nombre de jours d'utilisations des habitations par année et le nombre moyen de personnes les utilisant.

La somme des apports naturels et artificiels, après avoir été mise en relation avec plusieurs paramètres hydrologiques et morphologiques du lac, servira à prédire un apport total en phosphore parvenant au lac, qui sera ultimement comparé à un apport en *P* déterminé comme permissible, inféré selon l'usage désiré du plan d'eau et ses paramètres hydrologiques.

- **Apport permissible en phosphore**

Par la suite, la corrélation entre la concentration de phosphore et de *chlorophylle a* (*chl_a*) d'un lac ayant été démontrée comme étant très forte (Sakamoto, 1966; Dillon et Rigler, 1974) le modèle de Dillon et Rigler traduit les objectifs qu'il vise afin de prévenir l'eutrophisation en terme de concentration maximale en *chl_a* permissible, ce paramètre étant plus visuel et plus facilement mesurable sur le terrain. C'est donc la concentration de *chl_a* permissible qui sert de base à la détermination d'une concentration en phosphore permissible dans ce modèle.

« Given these relatively well understood relationships, chlorophyll a has generally been used as the primary measure of lake trophic status over phosphorus concentration and secchi disc depth. As Michalski (1992) points out, there are several reasons for this. The first is that chlorophyll a is visible to the naked eye, in the form of algae, and has a direct impact on shoreline residents. In fact, lake quality concerns by shoreline residents are usually expressed when algae begin to appear in large quantities. In contrast, phosphorus is invisible and occurs in a number of different forms making it more complex to measure than chlorophyll a. Therefore, it makes sense to use an indicator of lake quality which people relate to their recreational lakes. » (Castro, 1993).

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT

Ainsi, si l'apport total en P prédit par la modélisation selon le modèle de Dillon et Rigler est **plus faible** que l'apport « *permissible* » en phosphore établi en fonction du seuil de *chla* et P désiré, leur différence pourra se traduire en termes de développement supplémentaire ou en nombre d'unités de logements, pouvant être présents dans le bassin versant du lac. Par contre, si l'apport total en phosphore prédit, ou si plus radicalement, l'apport naturel en P modélisé dépasse l'apport jugé permissible, il est alors suggéré de n'autoriser aucun développement supplémentaire dans le bassin versant du lac.

La procédure complète peut se résumer en sept points principaux :

- ◇ Détermination du degré de protection visé
- ◇ Calculs des données du budget hydrologique
- ◇ Détermination de l'apport permissible en P
- ◇ Calcul de l'apport naturel en P
- ◇ Calcul des apports anthropiques en P
- ◇ Calcul de l'apport total en P
- ◇ Détermination de la capacité de support du lac et planification du développement

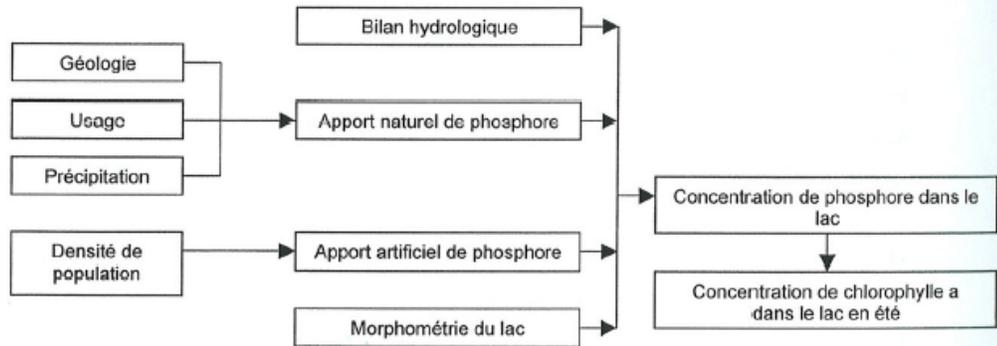


Figure 3-1 Représentation graphique du calcul d'apport de phosphore à un lac

Figure 6 : Représentation graphique du calcul d'apport de phosphore à un lac (Dessau Soprin inc., 2006)

La figure 7 représente un schéma résumant ces étapes, sans le détail des calculs, que vous trouverez en annexe 2.

MODÈLE DE DILLON SCHÉMATISÉ

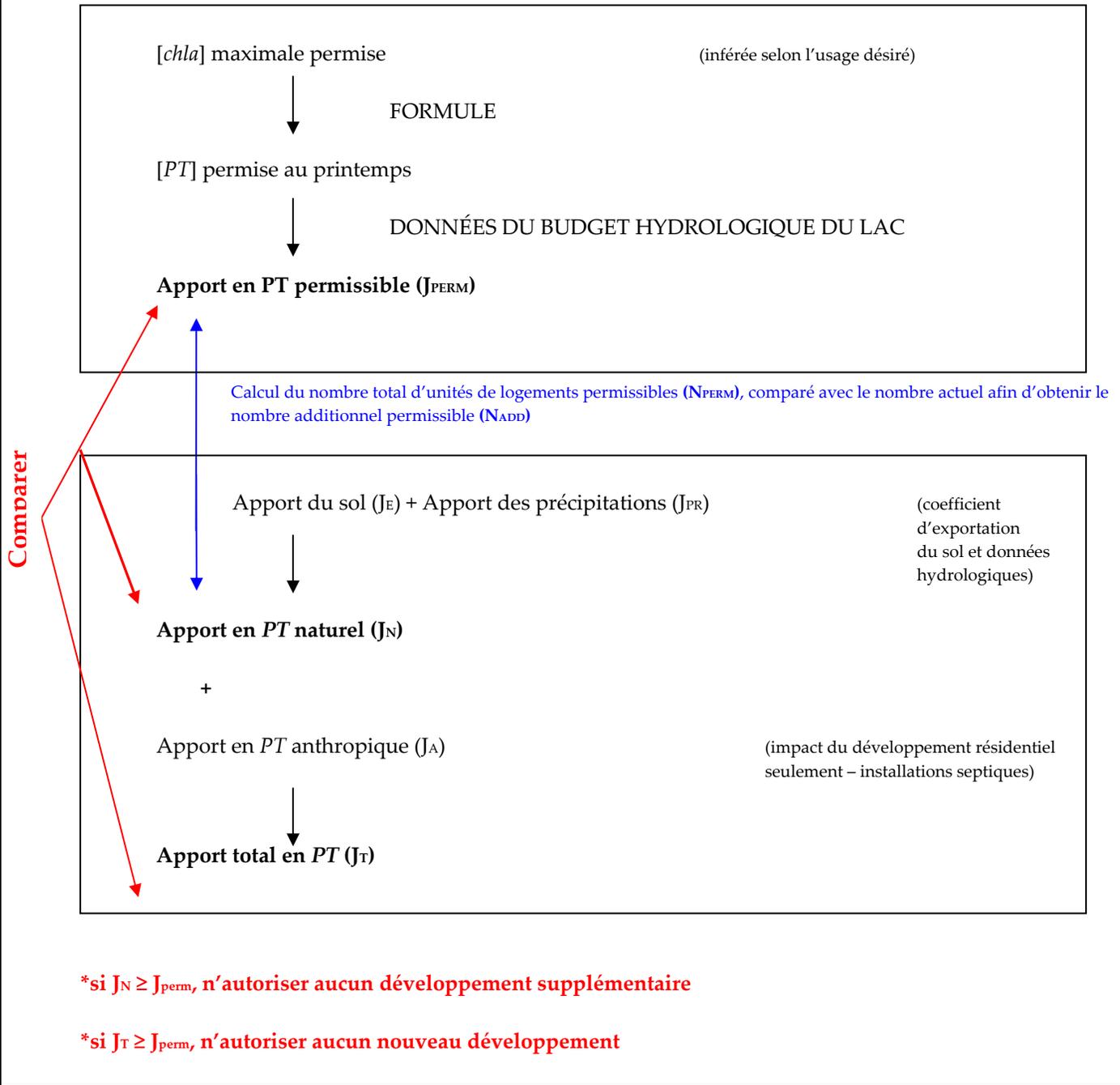


Figure 7 : Modèle de Dillon et Rigler (1975) schématisé

1.1.3 Particularités du modèle

Étant donné que les détails des calculs sont présentés en annexe (annexe 2) et que les différents modèles pour le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau seront comparés et critiqués dans les parties suivant leur description (partie 2 et 3), il est intéressant de relever leurs particularités spécifiques.

Ainsi, pour le modèle de Dillon et Rigler, les points suivants sont à retenir :

- ◇ la concentration de phosphore considérée comme permmissible s'établit en fonction d'une concentration de *chla* désirée, qui réfère au degré de conservation souhaité du plan d'eau
- ◇ le calcul d'un apport permmissible en phosphore s'effectue en fonction de cette dernière concentration visée et tient compte des paramètres physiques du lac tels que la superficie du lac, sa **profondeur moyenne** ainsi que des paramètres du budget hydrologique tels que la charge hydraulique reçue par année par unité de surface, le coefficient de rétention du phosphore par le lac ainsi que le temps de renouvellement de la masse d'eau
- ◇ les apports naturels en provenance du sol sont calculés en fonction de la présence de la **forêt** et de **pâturages**⁴ (milieux ouverts) dans le bassin versant

⁴ Les pâturages incluent toutes les aires ouvertes non fertilisées telles que les **marais**.

- ◇ l'exportation naturelle en phosphore est variable selon deux types de sols : **ignée et sédimentaire**

- ◇ les autres apports en phosphore sont considérés comme provenant des **précipitations**, de l'utilisation des **installations septiques** par la population et des **lacs en amont**

- ◇ le **facteur de rétention du phosphore par le sol** est considéré comme **nul**, pour la zone géographique visée⁵. Par contre, la formule utilisée, qui fait référence à ce paramètre, offre la possibilité d'inclure ultimement un facteur de rétention du sol dans les calculs, si la situation s'y prête.

- ◇ les actions d'aménagement du territoire sont déterminées en fonction du développement permmissible, traduit en termes de **logements additionnels permmissibles** dans le bassin versant.

⁵ Selon la géologie du sud de l'Ontario (Bouclier Canadien, avec sols minces constitués de grossières particules de sable ou terre noire), il est considéré que tout le phosphore retrouvé dans les installations septiques, dans un rayon de 300 m et moins du lac, atteint le lac. Le **facteur de rétention par le sol** est donc considéré comme étant nul. De plus, il est préférable de ne pas inclure les unités de logement possédant des installations septiques scellées dans le calcul.

Voici les différents coefficients d'exportation utilisés dans les calculs d'apports en phosphore, selon le modèle de Dillon et Rigler :

Tableau I : Présentation des coefficients d'exportation moyens pour le *PT* (E) pour 43 bassins versants, en fonction de la classification géologique et de l'utilisation du territoire (*Dillon et Kirchner, 1975*) (mgP/m²/an)

Utilisations du territoire	Classification géologique	
	Ignée	Sédimentaire
Forêt	4.7	11.7
Forêt + Pâturage (>15 %) ⁶	10.2	23.3

Charge en provenance des **précipitations** : 75 mgP/m²/an ⁷
 Charge en provenance de l'utilisation des **installations septiques** par la population : 0.8 kgP/capita/an⁸

⁶ Pour utiliser les coefficients d'exportation de la catégorie « forêt + pâturage », la portion du territoire analysée doit contenir plus de **15 %** de ce type d'utilisation du sol.

⁷ Cette charge fut évaluée pour les lacs du sud de l'Ontario, selon plusieurs études ayant eu lieu entre 1970 et 1974 (*Dillon et Rigler, 1975*). Par contre, il est précisé dans cet article que cette valeur peut possiblement inclure une grande imprécision et que des **recherches additionnelles sont nécessaires**. « Thus a figure of 75 mg⁻²yr⁻¹, for southern Ontario, although reasonable may be in error by as much as 100%. » (*Dillon et Rigler, 1975*).

⁸ Ce calcul est basé sur des valeurs **d'apports en phosphore par individu** présent dans le bassin versant, fondées sur plusieurs hypothèses et selon des études ayant déterminé les concentrations de phosphore moyennes présentes dans la nourriture ingérée quotidiennement et dans les installations septiques des habitations.

1.2 Modèle de Dillon modifié par le Ministère des Richesses Naturelles du Québec (MRNQ) (Jacques et Lerouzes, 1979)

1.2.1 Présentation du modèle

La province de Québec tenta à son tour de calculer la capacité de support en *P* des plans d'eau de son territoire, par rapport au développement présent dans les bassins versants. Ainsi, le *Service de la qualité des eaux* du *Ministère des Richesses Naturelles du Québec (MRNQ)* publia en janvier 1979 sa « *Méthodologie pour le calcul des apports en phosphore et la détermination de la capacité de support d'un lac* », prenant sa source du modèle développé par Dillon et Rigler en 1975. Il est essentiel de comprendre, avant de se pencher sur les calculs, que la procédure pour la détermination de la capacité de support d'un lac selon ce modèle se divise en 4 sous-modèles. Ainsi, ces sous-modèles font varier le degré de précision de données requises afin d'effectuer les prédictions sur les apports en phosphore dans le bassin versant du lac, en fonction de son degré d'exploitation par l'humain. Voici les critères de classification des lacs selon ces sous-modèles :

1. Les lacs inexploités

- bassin versant boisé à plus de 95 %
- presque pas de villégiature sur les rives

2. Les lacs exploités de premier niveau

- bassin boisé de 80-95 %
- la villégiature est l'utilisation du territoire dominante

3. Les lacs exploités de second niveau

- bassin boisé de 40-80 %
- la villégiature, l'agriculture et les zones urbaines occupent une part importante de l'utilisation du territoire

4. Les lacs surexploités

- bassin boisé à moins de 40 %
- très forte utilisation du territoire à vocation agricole, urbaine, industrielle et récréative

De plus, de nouveaux paramètres sont intégrés dans les calculs, soit le;

- ◇ **Facteur d'environnement (f_u)**, utilisé afin de calculer la charge spécifique en phosphore provenant des différentes utilisations du territoire présentes dans le bassin versant. Ce paramètre représente le rapport entre la superficie du bassin versant et celle du lac.

Ainsi que le;

- ◇ **Coefficient d'occupation des chalets (C_0)** qui exprime la durée de la saison de villégiature sur une base annuelle en se basant sur une moyenne d'occupation de quatre personnes par chalet⁹.

Par ailleurs, le modèle du *MRNQ* tient compte dans ses calculs d'apports en phosphore de six classes d'utilisations du sol soient les affectations agricoles, improductives et urbaines, les forêts, les marais/marécages et les surfaces d'eau. Ces classes d'utilisations du sol ont chacune un coefficient d'exportation pour le phosphore qui leur est propre, obtenu à la suite des études de Dillon et Kirchner, 1975, Uttomark et al., 1974 et Potvin 1976. Le tableau II présente la description de chaque classe ainsi que les valeurs des coefficients d'exportation reliés.

⁹ Le temps de séjour moyen en période estivale est considéré comme étant deux semaines complètes plus les fins de semaine. Au printemps et à l'automne, le taux de fréquentation moyen est estimé à une fin de semaine sur deux.

Tableau II :
Présentation des différents coefficients d'exportation associés aux classes d'utilisations du territoire ainsi que leurs références (Jacques et Lerouzes, 1979).

Classes	Utilisations du territoire	Coefficients d'exportation	Références
Zones d'affectation agricole (P)	Grande culture, pâturage (P) Horticulture (H) Cultures spéciales (tabac, betterave, bleuetières, graines oléagineuses, pomme de terre) (A) Verger en production (G)	50 kg/km²/an	Dillon et Kirchner, 1975, Uttomark et al., 1974, Potvin 1976
Zones improductives (Ip)	Terres non boisées, non cultivées, non urbanisées Extraction minière, gravière (E) Zones vouées à la récréation, villégiature (O) Friche récente (K) Vieille friche (U) Sable à nu (S)	Entre zones agricoles et forestières : 25 kg/km²/an	Potvin, 1976
Zones forestières (Ti et Ts)	Pour les forêts à substrat igné (Ti) Pour les forêts à substrat sédimentaire (Ts)	5 kg/km²/an 12 kg/km²/an	Dillon et Kirchner, 1975
Zones urbaines (B)	Eaux usées et zones imperméables	150 kg/km²/an	Potvin, 1976
Marécages (M)		25 kg/km²/an	
Surfaces d'eau (Z)		38 kg/km²/an	Lachance et Sasseville, 1976

1.2.2 Résumé de la procédure

Structure du modèle

Modèle de type bilan de masse (explicite)

Méthodologie

Les quatre « sous-modèles » vous seront donc brièvement présentés, en mettant l'accent sur le premier, plusieurs calculs inclus dans ce dernier se répétant dans les « sous-modèles » suivants. C'est pourquoi seulement les particularités spécifiques de chacun des « sous-modèles » vous seront exposées ensuite, afin d'éviter la répétition et d'alléger le texte. De plus, certains détails des calculs sont fournis en annexe 3.

1.2.2.1 Sous-Modèle 1 – les lacs inexploités

Comme mentionné précédemment les lacs pouvant être inclus dans ce « sous-modèle » doivent posséder comme caractéristiques un bassin versant boisé à plus de 95 % avec un maximum de 5 % de villégiature sur les rives.

CALCUL DU BUDGET EN PHOSPHORE

- **Apports en P en provenance de la population (Jc) (kg P/an)**

Tout d'abord, un calcul des **apports en provenance de l'utilisation des installations sanitaires par la population (Jc)** est effectué dans ce modèle. Notez bien que ce calcul implique ici un apport variable en fonction de l'occupation **saisonnaire ou permanente** des habitations par la population. En effet, le modèle québécois tient compte d'une contribution différente pour les apports en phosphore, selon le nombre de jours par année où l'habitation est utilisée. Ce calcul s'effectue sur la base du **coefficient d'occupation des chalets**, mentionné plus tôt.

De plus, il est essentiel de mentionner que le calcul des apports en phosphore en provenance de la population permanente est précisé selon le type d'installation sanitaire que possèdent les habitations. Ainsi, un apport variable est introduit en fonction du type de traitement des eaux usées, soit lorsqu'il y a raccordement à un **réseau d'égouts collecteurs** se déversant dans le lac (PPA) ou à des **installations septiques** (PPS). La population saisonnière, quant à elle, est considérée automatiquement comme utilisant des installations septiques.

De plus, à la différence du modèle de Dillon et Rigler, le modèle présenté ici tient compte, dans les calculs pour tous les « sous-modèles », d'un **facteur de rétention du phosphore par le sol de 25 %** pour le P en provenance des installations septiques.

- **Autres charges en phosphore** (g $PT/m^2/an$)

Suite à la détermination de la charge en P par la population, les autres charges en phosphore au lac, en provenance des autres utilisations du sol, sont calculées, afin de déterminer la charge totale en P parvenant au lac (L_P) ainsi que la charge naturelle en P . Notez bien que dans le « sous-modèle 1 » la charge à partir du sol est considérée comme étant entièrement naturelle.

Voici un tableau présentant le calcul les différentes charges en provenance de la population, du sol et du milieu naturel, ainsi que leurs formules et variables associées. Il est important de mentionner que le facteur environnement (f_u) est ici utilisé afin de déterminer la charge à partir du sol (L_s). De plus, notez bien que pour faire l'objet du calcul, les lacs en amont doivent posséder les caractéristiques suivantes :

- ◇ superficie du lac en amont équivalent au moins à 10 % de celle du lac étudié
- ◇ superficie du bassin versant en amont équivalent au moins à 10 % de celui du lac étudié
- ◇ présence de population saisonnière ou permanente sur les rives
- ◇ coefficient de rétention du lac inférieur à 40 %
- ◇ lac se déversant directement dans le lac étudié

Tableau III : Présentation des différents calculs de charges en phosphore (**g P/m²/an**), à effectuer dans l'ordre, ainsi que leurs variables associées (Jacques et Lerouzes, 1979)

Charges	Formules	Variables
Charge en P à partir des utilisations du sol (L_s)	$L_s = (E_s / 1000) * f_u$	facteur d'environnement (f_u) = A_d/A_0 E_s : kg/an ¹⁰
Charge en P provenant de la population (L_c)	$L_c = J_c / (A_0 * 1000)$	J_c = apport global des populations permanentes et saisonnières (kg P/an) A_0 = superficie du lac en km²
Charge en P provenant des précipitations (L_{PR})	0.038 g P/m ² /an	Déterminée par une étude du bassin versant de la Yamaska
Charge en P provenant des lacs en amont (inclus dans le bassin versant) (L_a)	$L_a = \sum_{i=1}^n \frac{(1-R_i) * L_{pi} * A_{oi}}{A_0}$	*voir les détails du calcul (annexe 3, page 227)
Charge totale parvenant au lac (L_p)	$L_p = L_s + L_c + L_{PR} + L_a$	
Charge totale entièrement naturelle (L_{pn})	$L_{pn} = L_s + L_{PR} + L_a$	

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT

Suite au calcul des **charges totales parvenant au lac (L_p)** et de la partie de cette charge qui ne provient pas de l'utilisation du territoire par l'humain dans le bassin versant du lac (charge entièrement naturelle (**L_{pn}**)), il est maintenant possible d'estimer la capacité de support du lac. Dans ce modèle, la capacité de support se traduit en termes de quantité supplémentaire permmissible de phosphore, exprimée en nombre de personnes-jour. La quantité supplémentaire permmissible de phosphore est obtenue à l'aide du graphique de Vollenweider par rapport aux différents stades trophiques et aux

¹⁰ Un **coefficient d'exportation moyen (E_s) (kg/an)** pour le phosphore en provenance des utilisations du sol est calculé à l'aide des données du tableau II et de l'équation fournie en annexe 3.

limites permmissibles et dangereuses en phosphore reliées aux changements de statuts trophiques (Vollenweider, 1968).

Ainsi, la position actuelle du lac sur ce graphique, obtenue à l'aide du calcul des charges totales en P parvenant au lac (L_p), est comparée à sa position naturelle précédemment obtenue suite au calcul de la charge totale en P naturelle (L_{pn}). Ce faisant, la **charge supplémentaire admissible** (ΔL_p), dans le but de prévenir l'eutrophisation, est considérée comme étant la charge correspondant à la moitié de la distance entre la position naturelle du lac ($L_{pn} (1-R)/Q$) et la limite supérieure à ce point ($L_{ad} (1-R)/Q$), qui peut être la limite « permmissible » ou la limite « dangereuse », selon le degré de protection voulu. Les limites dangereuses en phosphore considérées dans ce modèle correspondent au passage du stade oligotrophe à mésotrophe et la limite permmissible correspond à celui du stade mésotrophe à eutrophe. Notez bien que ces dernières valeurs sont obtenues suite à la mise en relation des charges avec certains paramètres physiques et hydrologiques du plan d'eau étudié, tels que la fréquence de renouvellement de la masse d'eau, le coefficient de rétention pour le phosphore dans le lac ainsi que la profondeur.

Cette charge supplémentaire admissible est par la suite traduite en **nombre de personnes-jours permmissibles**. Ce nombre peut être par la suite converti en nombre supplémentaire de **nouveaux résidents permanents ou saisonniers, en population animale ou en infrastructures récréatives** permises dans le bassin versant (chalets (N_c), roulottes (N_r), tentes-roulottes (N_{tr}), tentes (N_t), espace de stationnement pour automobiles (N_{bp}), lits dans une colonie de vacances (N_{lc})). Il n'y a pas de charge supplémentaire admissible en P si la position de la charge admissible est inférieure à celle de la charge actuelle sur le graphique.

1.2.2.2 Sous-Modèle 2 – les lacs exploités du premier niveau

Comme mentionné précédemment, les lacs qui peuvent être inclus dans ce « sous- modèle » doivent posséder les caractéristiques d'un bassin versant boisé à plus de 80 %. De plus, la villégiature sur les rives doit être l'utilisation dominante du territoire, le secteur agricole pouvant ainsi être présent sur une petite partie du territoire. Les zones urbaines, si présentes, doivent consister en de petits villages plutôt qu'en de fortes concentrations humaines. De plus, les lacs du bassin versant en amont doivent présenter les caractéristiques des lacs inexploités.

Ainsi, le niveau de développement étant plus grand, le « sous-modèle 2 » apporte la particularité d'un calcul des apports selon les unités de drainage que sont les sous-bassins et les zones d'écoulements diffus. Les **sous-bassins** représentent les portions du bassin versant drainées par un ruisseau ou une rivière tributaire du lac étudié tandis que les **zones d'écoulements diffus** sont les portions du bassin versant situées entre deux sous-bassins et non drainées par un tributaire. Si l'alimentation du lac n'est assurée que par un seul tributaire ou par les eaux souterraines, tout le bassin versant du lac peut alors être considéré comme étant une zone d'écoulement diffus.

C'est pourquoi la principale différence de ce « sous-modèle » par rapport au précédent est que le **facteur environnement (f_w)** est maintenant calculé par sous-bassins et est différent d'une unité à l'autre. De plus, les apports de la population saisonnière étant considérés comme ayant plus d'impacts dans ce « sous-modèle », la villégiature étant l'utilisation dominante du territoire, ces calculs d'apports seront différenciés selon le type d'installation utilisé pour le traitement des eaux usées, au même titre que lors du calcul des apports de la population permanente du « sous-modèle 1 ». De plus, ces

calculs seront précisés en intégrant les données sur le nombre d'individus relatifs à l'utilisation de ces installations.

CALCUL DU BUDGET EN PHOSPHORE

- **Apports en P** (kg P/an)

Ainsi, les **apports en provenance du sol (Js)** ainsi que le **coefficient d'exportation moyen (Es)** se calculeront de la même manière que dans le « sous-modèle 1 », à l'exception qu'ils contiendront plus de variables, comprenant une utilisation du territoire plus diversifiée.

Pour ce qui est des **apports en provenance de la population (Jc)**, les calculs seront les mêmes que précédemment pour la population permanente. Par contre, le calcul des apports en provenance de la population saisonnière sera précisé, en ajoutant une estimation réalisée à la suite d'un sondage effectué sur le territoire pour le nombre d'occupants par chalet, soit selon une moyenne de quatre personnes par chalet pour la présente étude.

$N_c * C_o * 4$ = nombre de personnes-jours pour la population saisonnière

Où

N_c = nombre de chalets

C_o = coefficient d'occupation des chalets

De plus, étant donné que les rives peuvent être occupées par des équipements récréatifs autres que les résidences secondaires, il est important dans le cadre des calculs de ce « sous-modèle » de mesurer les apports ponctuels provenant des campings, colonies de vacances et auberges qui accueillent une population très changeante. Ainsi,

une précision sur les données est apportée par une enquête sur le nombre de personnes fréquentant ces sites, qui est préalable aux calculs suivants :

$$\frac{\text{NBJA} * 2.2}{1000} = \text{apport de la population saisonnière et flottante avec égout} \quad (\text{kg } P/\text{an})$$

$$\frac{\text{NBJS} * 2.2 * 0.75}{1000} = \text{apport de la population saisonnière et flottante sans égout} \quad (\text{kg } P/\text{an})$$

NBJA : nombre de personnes-jours desservies par un égout
NBJS : nombre de personnes-jours non desservies par un égout

Ensuite, la somme des apports de la population permanente et saisonnière (**Jc**) est calculée.

- **Autres charges en *P* (g *PT*/m²/an)**

Les charges se calculent de la même façon que dans le premier « sous-modèle », mis à part que chaque unité de drainage (sous-bassins) est considérée comme ayant une **charge spécifique (**L_p**)** qui est calculée séparément. Ceci permettra par la suite de mettre en évidence les sous-bassins qui exportent le plus de phosphore et de localiser plus finement l'origine des apports en phosphore.

De plus, il suffira de faire la somme des (**L_p**) et de lui additionner celle provenant des précipitations afin d'obtenir la charge totale en *PT* arrivant au lac (**L_p total**).

$$L_P \text{ total} = \sum_{i=1}^n (L_{pi}) + L_{PR}$$

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT

Ce calcul requiert la même procédure que pour le « sous-modèle 1 ».

1.2.2.3 Sous-Modèle 3 – les lacs exploités du second niveau

Comme mentionné précédemment, les lacs qui peuvent être intégrés aux calculs de ce « sous-modèle » doivent posséder un bassin versant boisé de 40-80 % et des rives fortement colonisées par la villégiature et les autres installations récréatives. De plus, on doit y retrouver des zones agricoles qui couvrent une part importante du bassin versant ou qu'il soit possible d'observer des activités plus intensives découlant de la présence industrielle et de l'existence de centres urbains dans le bassin versant. Ainsi, les lacs qui sont touchés par ce « sous-modèle » présenteront une augmentation dans la diversité et les taux d'exploitations des divers modes d'utilisation du sol. De plus, le « sous-modèle 3 » met l'emphasis sur les activités agricoles existantes en calculant la **charge provenant des animaux et des engrais chimiques** et tente également d'évaluer les apports des industries. Les unités de base à tout calcul demeurent, comme dans le « sous-modèle 2 » les sous-bassins et les zones d'écoulements diffusent. Ainsi, le « sous-modèle 3 » possède de légères variations, par rapport au « sous-modèle » précédent, qui

porte principalement sur les apports en provenance du sol et de la population humaine. En voici les détails.

CALCUL DU BUDGET EN PHOSPHORE

- **Apports en P (kg P/an)**

Pour les apports en phosphore, le coefficient d'exportation moyen se calculera de la même manière que dans le « sous-modèle 1 », à l'exception qu'il contiendra plus de variables à cause d'une utilisation du territoire plus grande et plus diversifiée. Les apports en provenance du sol réuniront donc toutes les utilisations du sol au niveau des **zones agricoles et improductives** sous le vocable « sol nu », auquel est affecté un coefficient d'exportation de 25 kg P/km²/an (voir tableau II). Les apports provenant des populations animales, des engrais chimiques et des industries seront par la suite évalués séparément.

Les apports en provenance des **populations animales (L_a)** seront par la suite calculés selon les coefficients d'exportation relatifs à chacun des groupes d'animaux (Cluis et Durocher, 1976). Étant donné qu'une certaine partie du phosphore produit par les animaux sera récupérée par le sol, un coefficient de transfert de 5 % sera soustrait à l'apport de chaque animal.

Les apports provenant des **engrais chimiques (L_c)**, quant à eux, sont évalués selon une quantité moyenne de phosphore étendue par km² fertilisé, dans une perspective régionale (Cluis et Durocher, 1979). Il est important pour ce faire de connaître dans quelle proportion les cultures sont fertilisées dans chacune des municipalités comprises dans le bassin versant. Il est possible de se référer à Statistique Canada afin d'obtenir ces données. Notez bien que l'utilisation d'engrais n'est

cependant pas restreinte au secteur de l'agriculture, les terrains de **golf** aussi en utilisent de grandes quantités. Une enquête auprès de chaque terrain de golf peut, dans ce cas, fournir les informations nécessaires aux calculs. Par ailleurs, un coefficient de transfert de 5 % sera aussi soustrait à l'apport de chaque type de culture ainsi qu'à l'apport des terrains de golf.

Pour ce qui est des apports en provenance des **industries (Li)**, aucune méthode n'est proposée dans ce « sous-modèle », étant donné que ces apports sont mal connus, difficiles à quantifier et dépendent de nombreuses variables (type d'industries, taille, production, etc.). Il serait envisageable de tenir compte de ces apports selon la qualité physico-chimique, la nature (directs versus réseaux d'égouts collecteurs) et le débit des rejets. Par contre, malgré que ce calcul soit mentionné comme utile il n'est pas utilisé dans le modèle du MRNQ.

Finalement, le calcul des **apports en provenance de la population (Lc)** s'effectue selon la même procédure que dans le « sous-modèle 2 » pour la population permanente. Par contre, pour les **apports de la population saisonnière**, certaines différences s'appliquent. En effet, la notion de coefficients d'occupation des chalets (C_o) est éliminée comme donnée essentielle au calcul, afin de la remplacer par la **durée réelle** des séjours reliés aux résidences secondaires, établie après enquête. Ceci est effectué dans le but d'augmenter la précision du « sous-modèle », la situation des lacs de niveau 3 étant plus critique et nécessitant un calcul plus précis. Donc, la durée du séjour multipliée par le nombre de chalets et par une moyenne de quatre occupants par chalet nous donnera un nombre de personnes-jours relatif à la population saisonnière. L'apport en phosphore par cette fraction de la population pourra par la suite être calculé à l'aide des formules d'exportations établies dans le « sous-modèle » précédent.

- **Autres charges en *PT* (g *PT*/m²/an)**

Les charges se calculent de la même façon que dans les deux premiers « sous-modèles, mis à part que la charge spécifique totale (L_p) comportera plus de variables.

$$L_p = L_S + L_C + L_d + L_e + L_i + L_a$$

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT

Ce calcul nécessite la même procédure que pour le « sous-modèle 1 ».

1.2.2.4 Sous-Modèle 4 – les lacs surexploités

Comme mentionné précédemment, les lacs inclus dans ce « sous-modèle » doivent posséder un bassin versant boisé à moins de 40 % et atteindre un taux très élevé d'enrichissement en matières nutritives. Ainsi, la correction des sources de phosphore dans le bassin versant sera probablement insuffisante afin d'engendrer la récupération du lac, qui nécessitera fort probablement des moyens externes (fauchage, oxygénation, etc.). Ainsi, le calcul de la capacité de support du lac devra certainement être combiné à l'intérieur d'un plan de régénération du plan d'eau, comprenant deux volets, soit la correction dans le bassin de drainage des sources en phosphore et la restauration du milieu lacustre lui-même. C'est pourquoi, le calcul de capacité de support afin de cibler les sources de pollution s'effectuera de la même manière que pour le « sous-modèle 3 », à l'exception que **les données d'inventaires devront être prises en totalité sur le**

terrain, afin de rendre le calcul des charges en phosphore le plus précis possible et ensuite de pouvoir intervenir de façon ciblée sur le terrain.

1.2.3 Particularités du modèle du *MRNQ*

Cette procédure pour déterminer la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore, malgré qu'elle soit fondée sur de nombreux principes relevant du modèle développé par Dillon et Rigler, comporte tout de même une procédure particulière. Ainsi, cette méthode propose un modèle particulier du calcul de la capacité de support selon **quatre types de lacs** différents. De plus, ce modèle tient compte de plusieurs utilisations du territoire dans le bassin versant d'un lac comme pouvant potentiellement être des sources de phosphore à un plan d'eau telles que les **milieux agricoles et urbains, les zones improductives, la forêt et les milieux humides**. De plus, certains apports en phosphore en provenance du sol sont très détaillés, notamment au niveau des affectations agricoles (grandes cultures, pâturages, horticultures, cultures spéciales, vergers) et des zones improductives (extraction minière, zone vouée à la villégiature, friche, sable). Par ailleurs, les apports en *P* en provenance des **populations animales** et des **engrais chimiques** sont calculés pour le « sous-modèle 3 ». Le calcul de l'apport en *P* en provenance des **industries** est aussi fortement suggéré pour ce « sous-modèle ».

Autres particularités :

- ◇ détermination des **limites dangereuses et permissibles** en phosphore selon le graphique de Vollenweider
- ◇ tiens compte d'un facteur de **rétenion du phosphore par le sol** de 25 %
- ◇ tiens compte d'un apport variable de phosphore en provenance de la population selon le degré d'occupation (**saisonnier ou permanent**) et le type d'installation utilisée (**égout ou installations septiques**)
- ◇ possibilité de calculer un nombre supplémentaire permisible des **diverses utilisations du territoire** pour la villégiature
- ◇ tiens compte dans les calculs du rapport de la superficie du bassin versant par rapport à celle du plan d'eau (**facteur environnement**)

En terminant, un résumé du modèle du *MRNQ*, effectué par la firme Del Degan, Massé et Associés inc. dans le cadre de la réalisation du Plan directeur en environnement de Ville de Mont-Tremblant vous est aussi présenté en annexe 4.

1.3 Modèle de Dillon modifié par la municipalité de Muskoka (DMM) (Gartner Lee Limited, 2005)

1.3.1 Présentation du modèle

La municipalité de Muskoka, désireuse d'améliorer la protection des plans d'eau sur son territoire, s'intéressa dès 1980 au modèle proposé par Dillon et Rigler ainsi qu'au programme provincial du « *Lakeshore capacity model* » (*LAKECAP*) qui s'en suivit, afin d'évaluer la capacité d'un lac à supporter le développement.

« Depuis maintenant 25 ans, le District de Muskoka utilise le modèle révisé de Dillon et Rigler (1975) afin d'orienter le développement sur son territoire. Tout ceci est basé sur la modélisation et les études sur le terrain. En effet, 498 lacs ont été classés et sont sujets à un contrôle du développement plus ou moins restrictif, selon le cas. » (Fredette, 2007).

Ce modèle fut donc révisé et adapté par cette municipalité au fil des ans. Ainsi, plusieurs modifications furent apportées aux hypothèses, variables et calculs du modèle de Dillon et Rigler et à la version de 1999 du *LAKECAP*, afin de les adapter à la région spécifique de Muskoka. De plus, l'application du concept de capacité de support au niveau municipal, via l'urbanisme, fut largement discutée par la municipalité de Muskoka et des suggestions d'actions et des stratégies d'aménagement du territoire élaborées.

Voici donc plus en détail, la description des modifications apportées par la municipalité de Muskoka au modèle du *LAKECAP* de 1999, suite à la validation de ce modèle sur leur territoire. Seulement les particularités du modèle de *DMM* vous seront présentées, étant une version calibrée du modèle du *LAKECAP* qui est lui même une version révisée du modèle de Dillon et Rigler.

1.3.2 Particularités du modèle de *DMM*

Structure du modèle

Modèle de type bilan de masse (explicite)

Méthodologie

CALCUL DU BUDGET EN PHOSPHORE

- **Apports en phosphore en provenance du sol (utilisations du territoire)**

Tout d'abord, les valeurs des coefficients d'exportation pour les apports en phosphore provenant d'utilisations du territoire telles que les centres urbains, l'agriculture, les « aires dénudées et imperméables » furent modifiées afin qu'ils s'adaptent mieux à la réalité régionale de Muskoka. Ainsi, le coefficient d'exportation pour le phosphore provenant du **ruissellement urbain et agricole** dans un rayon de 300 m du lac fut fixé à **45 mg/m²/an** et celui pour les **aires dénudées de lots en rive** et les **golfs** situés dans un rayon de 100 m du plan d'eau à **22,5 mg/m²/an**.

Table 5.2 Comparison of Model Co-efficients

Variable	1998 DMM Model	Lakecap - MOE
TP from Septic System	0 – 100 m from water:300 gms/C/yr	0 – 300 m from water:800gms/C/yr
	100 – 200 m from water:198 gms/C/yr	300 m or more: 0 gms/C/yr
	200 – 300 m from water:99 gms/C/yr	
	300 m or more0 gms/C/yr	
Overland Flow	Natural:.....9 mg/m ² /yr	Forest Cover:4.5 mg/m ² /yr
	Urban:.....45 mg/m ² /yr	Wetlands: (catchment area*(3.05+(0.54*%wetland))
	Developed portion of shoreline lots and golf courses: 22.5 mg/m ² /yr	
Anoxic Factor	Estimation routine by lake	Standardized settling co-efficient

Figure 8 : Tableau comparant les valeurs de certains coefficients d'exportation pour le phosphore selon le modèle du *DMM* et du *LAKECAP* (Gartner Lee Limited, 2005).

- **Apports en provenance de l'utilisation des installations septiques par la population**

Dans les modèles plus anciens (Dillon et Rigler de 1975 et *LAKECAP* de 1999), la totalité du phosphore provenant des installations septiques sur une distance de 300 m du lac était considérée comme atteignant le lac. Or, un apport de phosphore variable selon la **distance** des installations septiques du plan d'eau fut pris en considération par la municipalité de Muskoka dans son modèle.

Impact de la distance des installations septiques du plan d'eau sur les apports en P

100 % du P provenant du développement dans un rayon de **100 m** du plan d'eau est considéré comme lessivé (après la calibration avec le facteur de rétention du sol)
66 % du P dans un rayon de **101 à 200 m** du plan d'eau est considéré comme lessivé
33 % du P dans un rayon de **201 à 300 m** du plan d'eau est considéré comme lessivé

Figure 9 : Description du pourcentage de phosphore considéré comme atteignant un plan d'eau selon la distance de ce dernier (Gartner Lee Limited, 2005).

« *The Muskoka recreational water quality model incorporates a substantial departure from previous versions in its geochemical assumptions regarding phosphorus movement from septic systems to lakes. Both the original Dillon and Rigler (1975) and Ontario Lakeshore Capacity Study Models (Dillon et al., 1986) assumed that all septic system phosphorus generated within 300 m of the shoreline would ultimately migrate to the lake.* » (Gartner Lee Limited, 2005)

Par ailleurs, en plus d'incorporer un impact variable sur les apports en P parvenant au lac en fonction de la distance des installations septiques de ces derniers, un **facteur de rétention de 74 %** du phosphore par le sol fut intégré au modèle selon la géologie du site, suite à des recherches effectuées en la matière (Robertson, et al. 1998, Dillon et al. 1994; Robertson, 2003). Ainsi, il fut considéré dans les calculs que les sols qui sont constitués de « *Ground Moraine over bedrock, Glaciolacustrine Delta, Outwash Plain* » retiennent 74 % du phosphore en provenance des installations septiques et que par conséquent, seulement 26 % atteint le lac dans un rayon de 100 m du plan d'eau (Gartner Lee Limited, 2005). Cette avancée constitua une amélioration substantielle à la précision du modèle et sera discutée dans la section qui suit.

De plus, le coefficient d'exportation pour le phosphore provenant des installations septiques pris en compte dans le modèle de Dillon et Rigler de 1975 et du LAKECAP de 1999 fut remplacé par une valeur de **0.6 kg/capita/an**, suite à de nouvelles études sur les concentrations de phosphore retrouvées dans les installations septiques (Gartner Lee Limited, 2005). Cette diminution est principalement le reflet bénéfique de la réglementation canadienne des années 70 réduisant les concentrations de phosphore dans les détergents à lessive.

- **Apport naturel en phosphore**

Le modèle de *DMM* de 2005 incorpore à ses modélisations une récente découverte réalisée pour le calcul de l'apport naturel en *P*. En effet, il fut démontré par Dillon et Molot en 1997 qu'il est possible de prédire l'apport naturel en phosphore au plan d'eau en fonction de la **quantité de milieux humides** présente dans son bassin versant. L'utilisation d'un coefficient d'exportation naturel pour le phosphore en provenance de la forêt et des pâturages fut donc abandonnée en faveur de l'utilisation d'une formule incluant le pourcentage de milieu humide du bassin versant, lorsqu'applicable.

« Recent revisions to the Trophic Status Model of the Lakeshore Capacity Study (MOE, 1999) adopted phosphorus export from wetlands as the basis for determining natural phosphorus loading to a lake. This reflects recent research on local watersheds (Dillon and Molot, 1997) (...) the use of a natural phosphorus export coefficient was abandoned in favour of the incorporation of a wetland value to describe natural phosphorus export to lakes. (...) Natural phosphorus loading from all cathments containing wetlands was therefore estimated via wetland area. » (Gartner Lee Limited, 2005).

Voici donc la formule utilisée afin de calculer l'apport naturel en *P* en provenance du bassin versant :

$$\text{KgPT/an} = \text{aire du bassin versant (km}^2\text{)} * [3.05 + (0.54 * \% \text{ milieux humides})]$$

De plus, s'ajoute au résultat de ce calcul celui de l'apport en *P* en provenance de l'atmosphère (des précipitations), afin d'obtenir l'apport naturel total. Ce dernier coefficient fut lui aussi précisé à une valeur de **20.7 mg/m²/ an**.

CALCUL DU BUDGET HYDROLOGIQUE

Le modèle de 1999 du *LAKECAP* proposait de tenir compte dans les calculs du budget hydrologique du lac d'un coefficient de sédimentation du phosphore en conditions oxygène ou anoxique dans l'hypolimnion. Cet ajout aux calculs sera retenu par la municipalité de Muskoka et intégré à son modèle de 2005, étant donné que des conditions anoxiques peuvent engendrer un relargage du *P* des sédiments à la colonne d'eau. « *Phosphorus is released from lake sediments when the water is anoxic (no oxygen). The original model did not account for this source of phosphorus* » (Gartner Lee Limited, 2005).

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT

Le modèle de *DMM* se base sur deux critères afin d'établir la capacité de support du lac, soit sur l'établissement d'une **concentration seuil** et de la **sensibilité** du lac aux apports en phosphore. La capacité de support du lac dans ce modèle est déterminée selon la position du lac par rapport à ces deux critères. Dans ce modèle, il n'y a pas de calcul d'apport en *P* supplémentaire permissible, traduit en nombre de logements ou affectations supplémentaires du bassin versant. Les actions d'aménagement du territoire suggérées selon la situation du lac par rapport à sa capacité de support pour le modèle de *DMM* relèvent plutôt de changements dans les méthodes d'aménagement du territoire employées.

Ainsi, le modèle de *DMM* propose un seuil maximal en phosphore permissible égal à une augmentation de 50 % de la concentration naturelle en phosphore du plan d'eau, précédemment calculée à l'aide de la formule incluant le pourcentage de milieux humides dans le bassin versant. Cette approche fut notamment citée par le Ministère de l'Environnement de l'Ontario (MOE) et le gouvernement du Canada comme représentant un niveau de protection adéquat pour les lacs utilisés à des fins de récréation (*Environnement Canada, 2004*).

« A threshold of "background phosphorus levels + 50% increase in phosphorus loading" has been proposed by the MOE and represents a reasonable level of protection for recreational lakes. A 50% increase from background phosphorus concentrations is also recommended as a trigger for management in the document "Canadian Guidance Framework for the Management of Phosphorus in Freshwater Systems" (*Environment Canada, 2004*). » (Gartner Lee Limited, 2005).

Ainsi, la concentration ou le seuil en *P* permissible selon le modèle de *DMM* est établi comme suit :

$$\text{Concentration permissible en phosphore} = \text{Concentration naturelle (BG) + 50 \%}$$

Ensuite, le modèle de *DMM* ajouta comme autre indicateur de l'état d'enrichissement du lac le concept de la **sensibilité** du lac aux apports en phosphore. La sensibilité du lac est évaluée en fonction du **degré de réponse** du lac aux apports en phosphore et selon le degré de **mobilité** du phosphore dans le bassin versant.

Le **degré de réponse** d'un lac aux apports en nutriments dépend de plusieurs caractéristiques physiques du lac telles que : sa taille, sa forme, sa superficie et le temps de rétention de l'eau dans le lac. C'est pourquoi il est intéressant de tester la réponse modélisée de chaque lac à une charge standard en *P*, en provenance d'un certain scénario de développement. Dans le modèle de Muskoka, le degré de réponse du lac est obtenu en simulant la situation suivante pour le bassin versant du lac (*Gartner Lee Limited, 2005 et Fredette, 2007*) :

- une densité d'occupation de 1 lot/1.62 ha
- chaque habitation est située à moins de 100 m du lac
- le taux d'occupation de chaque habitation est de 0.82 personne par année
- aucune autre intervention n'a lieu dans le bassin versant

Par la suite, le pourcentage absolu d'augmentation de la concentration en phosphore résultant de l'addition de cette charge standard est évalué. Suite à ce calcul, les lacs sont classés selon leur degré de réponse faible (<40 % de changement), modérée (40-80 % de changement) ou élevée (>80 % de changement) à l'addition de la charge standard.

La **mobilité** du phosphore dans le bassin versant quant à elle est basée sur la concordance entre la concentration en phosphore total prédite par le modèle et celle mesurée sur le terrain, dans le lac. Bref, la mobilité du *P* dans le bassin versant du lac est considérée comme étant élevée lorsque la concentration de *P* prédite est similaire à celle mesurée à plus de 80 % et considérée faible lorsque la comparaison est similaire à moins de 80 %. En corrélant la mobilité et le degré de réponse, une matrice de la sensibilité des lacs peut être développée, selon ce modèle, de la façon suivante :

Table 10.1 Lake Sensitivity Matrix

Responsiveness	Mobility	
	<i>High (No Soils)</i>	<i>Low (Soils)</i>
High	High sensitivity (34)	Moderate sensitivity (5)
Moderate	Moderate sensitivity (147)	Moderate sensitivity (24)
Low	Moderate sensitivity (282)	Low sensitivity (21)

Figure 10 : Résultats pour la détermination de la sensibilité d'un plan d'eau, suite à la corrélation des variables du temps de réponse et de la mobilité (Gartner Lee Limited, 2005).

À la suite de l'établissement du degré de sensibilité du lac et de sa situation par rapport au seuil maximal en phosphore, plusieurs actions d'aménagement du territoire peuvent être proposées. Pour ce faire, la municipalité de Muskoka s'est basée sur le « *Lakecap Policy* », qui fut développé dans le cadre du LAKECAP afin d'aider les municipalités dans l'application du modèle.

« *The Muskoka model is based on refinements of many of the same principles advocated by MOE. Based on discussions with MOE, the District of Muskoka have therefore decided to develop threshold limits for phosphorus and an implementation process based on the Muskoka model while having regard to the policy direction outlined in the Provincial Policy Statement (PPS) and the proposed "Lakecap" policy.* » (Gartner Lee Limited, 2005).

Voici plus en détail les actions spécifiques d'aménagement du territoire recommandées, selon la situation spécifique du lac par rapport à sa capacité de support aux apports en P. Notez bien que dans certaines situations critiques, lorsque les mesures de mitigation et de réduction des apports ne sont pas possibles, il est suggéré que la création de nouveaux lots soit limitée dans le bassin versant du lac et que les autres formes de développement se fassent sous de hautes restrictions.

Tableau IV : Résumé des interventions suggérées suite à la détermination de la capacité de support du plan d'eau (traduit de Gartner Lee Limited, 2005)

Interventions	Au-dessus du seuil (toutes les classes de sensibilité)	Sensibilité élevée	Sensibilité modérée	Sensibilité faible
Analyse spécifique du site	Requis (installation septique et du ruissellement)		Requis (ruissellement)	Non requis
Maintien de la végétation	Requis			Encourager
Utilisations en rives	Limiter			
Marges de recul	Augmenter		Encourager l'augmentation	Standard
Surfaces imperméables	Limiter			
Services municipaux	Connecter, où possible			
Rehausser les niveaux de traitement	Requis		Encourager	
Mesures de mitigation	Requis		Requis	Encourager

Tableau V : Résumé des documents requis suite à la détermination de la capacité de support du plan d'eau (traduit de Gartner Lee Limited, 2005)

Documents	Au-dessus du seuil (toutes les classes de sensibilité)	Sensibilité élevée	Sensibilité modérée	Sensibilité faible
Permis pour l'altération du site, des arbres ou pour tout développement	Requis	Encourager		
Plan et règlements d'urbanisme	Modifier le plan d'urbanisme et les règlements de zonage	Modifier les règlements de zonage	Examiner les permis plus en détail	À la discrétion de la municipalité
Accord de développement (permis)	Mise en place de différentes sortes de permis de développement à approuver et d'autorisations requises			À la discrétion de la municipalité
Suivi des travaux	Requis à perpétuité	Requis jusqu'à la remise des mesures de garantie	Non Requis	
Mesures de garantie de la conformité	Requis après les travaux		Non Requis	

1.4 « Lakeshore capacity model » (*LAKECAP*) (Paterson et al., 2006)

1.4.1 Présentation du modèle

Tel que mentionné en introduction, le modèle de Dillon et Rigler fut le prédécesseur du « *Lakeshore capacity model* » mis sur pied par le Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Ainsi, depuis les années 80, ce ministère travaille à peaufiner le modèle de Dillon et Rigler au niveau de ses variables et coefficients afin d'améliorer son degré de précision et de prédiction par rapport aux concentrations de phosphore mesurées sur le terrain. Les modèles du *LAKECAP* et du *DMM* sont étroitement liés, le modèle du *DMM* développé en 2005 se voulant une adaptation régionale de la version du *LAKECAP* de 1999. Le *LAKECAP* est en effet conçu pour être un modèle provincial qu'il est possible de calibrer régionalement. De plus, le *LAKECAP* est un projet évolutif et toujours en cours aujourd'hui. Le « *Lakeshore capacity model* » est donc continuellement mis à jour et amélioré selon les plus récentes découvertes scientifiques qui l'accompagnent, comme le suggérait Dillon en 1975. Par ailleurs, Dillon faisait encore partie en 2006, de l'équipe de chercheurs qui participent au raffinement de ce modèle.

Ainsi vous seront présentées les plus récentes innovations apportées au *LAKECAP*, selon une publication datant de 2006. Principalement, cela touche la révision de la formule pour l'estimation de la charge en phosphore naturelle selon la quantité de milieux humides dans le bassin versant ainsi que les valeurs de certains coefficients d'exportation pour le phosphore.

1.4.2 Particularités du modèle du LAKECAP

Structure du modèle

Modèle explicite de bilan de masse

Méthodologie

CALCUL DU BUDGET EN PHOSPHORE

- **Apport naturel en phosphore**

Suite à des données s'échelonnant sur une période de 17 ans, le coefficient d'exportation du phosphore atmosphérique, provenant des précipitations, fut modifié à **16.7 mgPT/m²/an** dans la version de 2006 du LAKECAP (*Paterson et al., 2006*). Par ailleurs, la concentration naturelle en phosphore apportée au lac est toujours calculée comme étant une fonction du pourcentage de **milieux humides** présents dans son bassin versant. Par contre, les valeurs des paramètres furent légèrement modifiées, lors de la révision du LAKECAP en 2006 (*Paterson et al., 2006*).

$$PT \text{ (kg/ yr)} = \text{aire bassin versant (km}^2\text{)} * [(0.47 * \% \text{ milieux humides}) + 3.82]$$

De plus, une formule spécifique pour les bassins versants ayant un pourcentage de milieux ouverts (clairières) supérieur à 15 % fut développée, reconnaissant que le coefficient d'exportation naturel peut grandement varier en fonction du type de couvert forestier naturel (*Paterson et al., 2006*).

$$PT \text{ (kg/ yr)} = \text{aire bassin versant (km}^2\text{)} * [(0.47 * \% \text{ milieux humides}) + 3.82] * 1.8$$

- **Apport en provenance de l'utilisation des installations septiques par la population**

Le « *Lakeshore capacity model* » de 2006 propose une révision du coefficient d'exportation en phosphore par individu. En plus des raisons citées précédemment dans le modèle de *DMM*, la valeur du coefficient fut modifiée en tenant aussi compte du volume d'eau utilisé par les individus et notamment de l'augmentation de l'utilisation des laves-vaisselles et machines à laver depuis 1970 en bordure des plans d'eau. C'est pourquoi le coefficient d'exportation proposé par le *LAKECAP* en 2006 est un peu plus élevé que celui utilisé dans le modèle du *DMM*, ayant une valeur de **0.66 kg/capita/an**.

Ensuite, tout comme le modèle de *DMM*, le *LACEKAP* incorpore un facteur de rétention pour le phosphore par le sol de **74 %**, lorsqu'il présente certaines propriétés (naturel, sols acides riches en minéraux et plus épais que 1 m). De plus, l'approche à trois niveaux (1^{re}, 2^e, 3^e couronne) selon la distance est aussi considérée, dans un rayon de 300 m du lac. Par contre, la version du *LAKECAP* de 2006 inclut aussi une particularité dans les calculs pour les bassins versants constitués en totalité ou en partie de **sols minces** (<3 m) et exposés à la roche. Pour ces derniers, le facteur de rétention par le sol est considéré comme étant nul. Dans ce modèle, pour les sols naturels plus profonds (>3 m) et non calcaires, il est possible d'utiliser les pourcentages de rétention du *P* par les sols suivants :

- **Apports en provenance du sol (utilisations du territoire)**

De plus, jugeant que le phénomène d'apport en phosphore au lac est amplifié par le déboisement que l'humain effectue lorsqu'il développe le bassin versant d'un lac, un apport supplémentaire fut ajouté pour ce facteur. Après avoir observé une moyenne de 15 % de lots déboisés sur le territoire et selon la constante d'apport en phosphore pour les bassins versant avec plus de 15 % de sols déboisés ou en pâturage de 9.8 mgPT/m²/an, une valeur moyenne d'apport en *P* pour chaque lot du bassin versant, sans égard au type de développement présent, peut être calculée et ajoutée au modèle (Paterson et al., 2006).

Apport des lots (m²/lot) :	9.8 (mg TP/m ² /an) * taille moyenne des lots (m ²)
--	--

Finalement, une dernière modification qu'apporta le modèle du *LAKECAP* en 2006 fut de déterminer des coefficients d'exportation spécifiques pour les terres soumises à l'urbanisation ou l'agriculture intensive. En effet, le modèle de *DMM* considère un coefficient d'exportation en phosphore unique pour les terres soumises à l'agriculture et à l'urbanisation de 45 mg/m²/an. Pour sa part, le modèle du *LAKECAP* propose un coefficient d'exportation en *P* pour les terres soumises à de l'agriculture ou à de l'urbanisation intensive de **30 mg/m²/an** ainsi qu'une valeur de **50 mg/m²/an** pour les zones urbaines se drainant directement dans le lac.

En résumé, selon la version de 2006 du *LAKECAP*, l'apport total en phosphore provenant des sources anthropiques, excluant les charges naturelles, peut être calculé comme suit (*Paterson et al., 2006*) :

$$J_A = P (1-R_s) \sum_{i=1}^5 n_{ij} x_i d_j + \sum_{j=1}^4 n_j d_j \text{ Lot} + O$$

où

- P = apport par individu (0.66)
- R_s = proportion du développement avec des installations septiques scellées d'où les eaux sont enlevées du bassin versant
- n_{ij} = nombre d'unités de développement (i) à une distance (j) du rivage
- x_i = usage basé sur le type de développement (saisonnier, permanent)
- d_j = facteur d'atténuation de l'apport en P basée sur la distance du rivage
- Lot = apport des lots
- O = apport additionnel en P (golfs, agriculture)

Il est ainsi possible de constater l'évolution, de 1975 à 2006, par rapport à la toute première formule conçue par Dillon et Rigler, afin de calculer l'apport total artificiel en phosphore au plan d'eau (J_A), qui était la suivante :

$$J_A = 0.8 * N_{CY} (1-R_s)$$

- R_s : facteur de rétention du sol = 0 pour les installations septiques conventionnelles sur le territoire du sud de l'Ontario
- N_{CY} : nombre de personnes dans le bassin versant du lac par année

CALCUL DU BUDGET HYDROLOGIQUE

Calcul du débit (Q)

Le modèle de Dillon et Rigler proposait une formule afin de calculer le débit en eau annuel à l'exutoire du lac, à l'aide des données de précipitation annuelle (Pr) et d'évapotranspiration (Ev), dans le cas où les mesures directement sur le terrain n'étaient pas disponibles.

$$Q = A_d * r + A_o (Pr - Ev)$$

Le LAKECAP modifia un peu cette formule en 2006, en se fiant plutôt au ruissellement moyen annuel d'eau arrivant au lac, afin de calculer le débit. Des valeurs de ruissellement moyen annuel sont disponibles pour l'ensemble du territoire canadien (*Canada Department of Fisheries and Environment, 1978*). La précision du calcul est alors augmentée, étant donné que les valeurs de ruissellement incluent aussi les apports souterrains en eau, résultant de l'infiltration dans le sol. Voici la formule utilisée :

Q	=	débit à l'exutoire (m ³ /an)	=	$(A_d + A_o)$	*	ruissellement annuel moyen
-----	---	---	---	---------------	---	----------------------------

où

A_d = aire du bassin versant (m²)

A_o = aire du lac (m²)

Ruissellement annuel moyen (m/an)

Si l'apport en eau souterraine par infiltration dans le sol est considéré nul, le ruissellement sera alors égal à la différence entre les valeurs de précipitation et de l'évapotranspiration.

Coefficient de rétention (R) et pertes en phosphore à l'exutoire

Les pertes totales en phosphore d'un lac s'effectuent selon deux processus majeurs que sont la sédimentation du phosphore au fond du lac ainsi que la perte à l'exutoire. Le modèle de Dillon et Rigler suggérait de calculer un coefficient de rétention (R) pour le phosphore au lac à l'aide de la charge hydraulique du lac (q_s) et de la formule suivante :

$$R = 0.426^{(-0.271 q_s)} + 0.574^{(-0.00949 q_s)}$$

En 2006, en se basant sur des études effectuées par Kirchner et Dillon en 1994 sur les taux de sédimentation (v) du phosphore, le même coefficient de rétention pour le phosphore (R_p) est plutôt calculé à l'aide de ce taux et de la charge hydraulique au lac (q_s). Ce taux (v) est estimé à 12,4 mètres par année pour les lacs dimictiques et oligotrophes du Bouclier Canadien avec un hypolimnion oxygéné. Pour les lacs qui possèdent des épisodes d'anoxies prolongées durant la période sans glace, le taux de sédimentation est plutôt réduit à 7,2 mètres par année (*Paterson et al., 2006*). Voici la formule afin de calculer le coefficient de rétention pour le phosphore au lac (%), tel que le propose le modèle du LAKECAP de 2006.

$$R_p = v / (v + q_s)$$

De plus, le tout premier modèle de Dillon et Rigler (*Dillon et Rigler, 1975*) considérait la concentration en phosphore à l'exutoire comme égale à celle du lac, lorsqu'il est uniformément mélangé ou brassé. Des données à long terme ont montré que cette relation est inexacte et le modèle de 2006 suggère de calculer les pertes de phosphore à l'exutoire à l'aide de la relation suivante (*Paterson et al., 2006*) :

$$\text{Pertes de } P \text{ à l'exutoire : } [PT]_{\text{sortie du lac}} = 0.956 * [PT]_{\text{lac - période sans glace}}$$

Notez bien que cette concentration à l'exutoire, une fois multipliée par le débit à ce même point, pourra ensuite être considérée comme la charge en phosphore pour le lac en aval, dans la situation où l'on évalue un système contenant un ensemble de plans d'eau qui se succèdent.

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT

La capacité de support des lacs est établie pour le LAKECAP selon les critères et objectifs provinciaux contre la prévention de l'eutrophisation en Ontario, ce modèle étant l'initiative du Ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO).

« The Ontario Ministry of the Environment is nearing the completion of a fifteen year-long review of phosphorus management in recreational lakes on the Precambrian Shield. This review has resulted in a proposed revision of the Provincial Water Quality Objective (PWQO) for lakes; from the existing, two tiered objective of 10 or 20 µg/L to an objective of a 50% increase from the modelled background (MOE,1998). (...) The second product of MOE initiatives is the proposed "Lakecap" policy, intended to guide municipal planners in setting lake specific recreational water quality objectives using the MOE trophic status model. » (Gartner Lee Limited, 2005).

Un seuil permissible est donc calculé en fonction du critère de la concentration naturelle augmentée de 50 %, combiné au dépassement de **critères absolus** en P pour la prévention de l'eutrophisation de 10 ou 20 µg/L selon le cas. De plus, le Ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) a réuni dans un document intitulé « *Lakecap Policy* » un ensemble de critères afin de guider les municipalités dans leurs actions de protection de la qualité des lacs en fonction de leur capacité de support aux apports phosphore (Gartner Lee Limited, 2005).

1.5 « Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie » (Richard Carignan et Yves Prairie)

1.5.1 Présentation du modèle

En 2003, le Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) décide à son tour de mener une étude sur la capacité de support des plans d'eau, sur deux régions du Québec ayant une forte concentration de lacs et subissant de plus en plus de pressions anthropiques, soient les Laurentides et l'Estrie. Cette étude fut commandée auprès de deux chercheurs universitaires, qui se spécialisent depuis longtemps dans l'étude des plans d'eau et des apports en phosphore dans deux régions distinctes du Québec, soit le Dr Richard Carignan de l'Université de Montréal pour le territoire des Laurentides et Yves Prairie de l'Université du Québec à Montréal pour le territoire de l'Estrie. Les objectifs de ce projet étaient d'établir l'état actuel et les budgets en phosphore et en azote des lacs, d'identifier les principales sources (naturelles et humaines) de phosphore et d'azote et de formuler des recommandations visant la gestion durable des lacs (Carignan, 2006b).

Ainsi, ces chercheurs ont fait des suivis sur le phosphore pendant trois ans, de 2003 à 2005, sur plusieurs lacs et ruisseaux des régions des Laurentides et de l'Estrie, dont 16 lacs et 110 ruisseaux dans les Laurentides. Le rapport de cette étude ayant pour titre « Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie » fut remis par les chercheurs au MDDEP en mars 2007. Ce rapport est toujours en révision et en analyse par ce ministère et est ainsi demeuré confidentiel. Par contre, certaines particularités du modèle furent dévoilées et vous seront présentées ici. Pour les

détails de la procédure, vous devrez consulter l'éventuel rapport qui sera rendu public par le *MDDEP* ou bien l'article scientifique qui sera publié par ces chercheurs.

Notez bien que vous sera présenté ici, seulement le modèle développé par Richard Carignan, étant donné que son approche est spécifique à la région des Laurentides. En effet, il est intéressant de s'attarder sur l'analyse de la capacité de support pour cette région, car elle accueille actuellement un projet pilote afin de développer une formule théorique pour le calcul de la capacité de support et l'intégrer au niveau de l'aménagement du territoire, sujets qui seront traités dans la section 3 de ce chapitre. Ainsi, il est important de comprendre, avant de débiter la description du modèle, qu'il est spécifique à une région et ne tient pas compte d'utilisation du territoire telle que l'agriculture, qui est quasi absente du territoire laurentidien.

« (...) ces modèles-là ne fonctionnent pas pour les quelques lacs des Laurentides sous influence agricole (...) ça ne fonctionne pas parce que des terres agricoles, des pâturages, cela exportent beaucoup plus de phosphore que les installations septiques conformes, non conformes...» (Carignan, 2007).

1.5.2 Particularités du modèle empirique de Richard Carignan

Structure du modèle

Modèle de type empirique

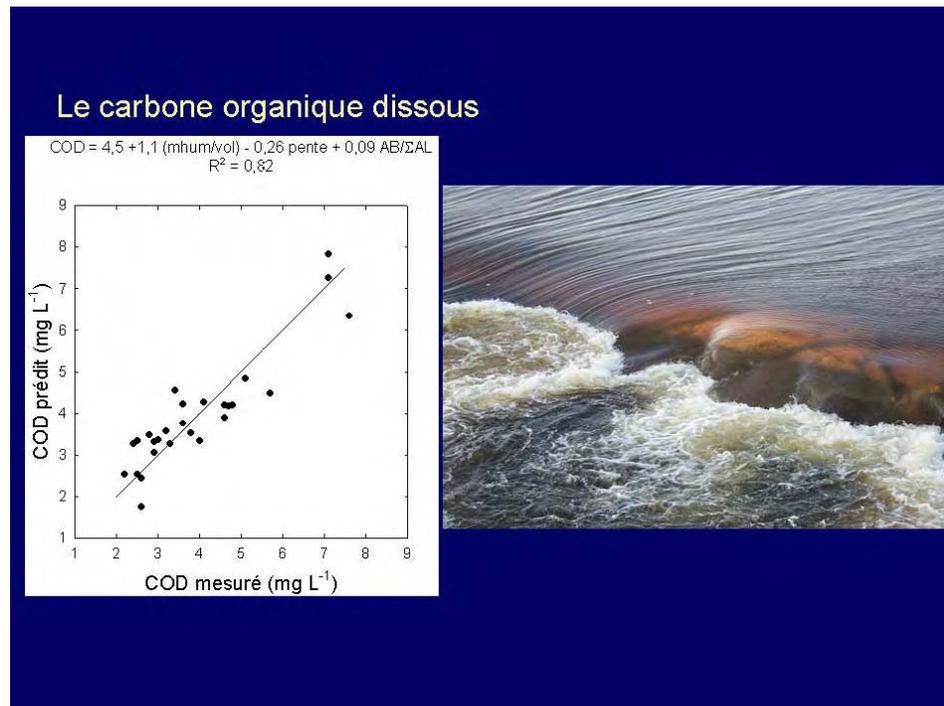
Méthodologie

CALCUL DU BUDGET EN PHOSPHORE

- **Concentration naturelle en P d'un plan d'eau (apports naturels)**

Une innovation majeure qu'amène le « *modèle de Carignan* » pour la région des Laurentides est qu'une relation étroite fut découverte entre la concentration de carbone organique dissout (*COD*) présente dans un plan d'eau et la concentration en phosphore naturelle de ce dernier. Ainsi, selon ce chercheur, la concentration de *COD* présent dans un plan d'eau, n'est pas vraiment affectée par les différentes utilisations humaines présentes dans le bassin versant, mais plutôt par des paramètres naturels et hydrologiques tels que la quantité de milieux humides, la pente du terrain et le taux de renouvellement du lac.

« Le carbone organique dissous, c'est ce qui donne la couleur brune qu'on voit souvent dans les ruisseaux et dans les lacs. On se rend compte que la concentration en carbone organique dissous dépend surtout justement de l'abondance des milieux humides dans le bassin versant, mais dépend aussi de quelques autres propriétés : de la pente du bassin versant, du rapport de drainage, de la taille du bassin versant par rapport à la taille du lac. » (Carignan, 2006b)



$$COD = 4,5 + 1,1 (mhum/vol) - 0,26 \text{ pente} + 0,09 AB/\Sigma AL$$

où

COD : concentration de *COD* prédit (mg/L)

mhum : milieux humides (km²)

vol : volume du lac (m³)

pente : pente moyenne du bassin versant

AB : aire du bassin versant (km²)

AL : aire du lac (km²)

Figure 11 : Formule développée afin de prédire la concentration de *COD* d'un plan d'eau, relation avec les autres variables (Carignan, 2006b)

Ainsi, l'humain ne génère pas de *COD* additionnel à un plan d'eau, contrairement au phosphore qui peut provenir de sources naturelles et humaines. La concentration de *COD* d'un lac est donc principalement dictée par le milieu naturel de son bassin versant, selon les recherches du Dr Carignan.

« (...) l'étude du Dr Carignan (...) sa grande découverte au fond, c'est de dire, si je mesure le *COD* dans un lac, c'est un petit peu la marque de la nature en dehors des effets anthropiques, c'est-à-dire que le *COD*, à condition d'exclure ce qui est agricole, mais dans les Laurentides on a pas d'agriculture, est représentatif de ce qu'apporte le milieu naturel, tandis que la mesure du *P* intègre plus d'éléments, alors si j'ai un grand écart entre le *COD* et le *P* pour le Dr Carignan c'est l'indice qu'il y a un débalancement qui est en train de se faire. » (Assel, 2007).

Suite au constat d'une forte corrélation entre les concentrations de *COD* et le *P* présent dans un plan d'eau et que la provenance du *COD* était principalement naturelle, ce chercheur émet donc l'hypothèse qu'il est possible de déterminer la concentration naturelle en *P* qu'un lac devrait avoir en l'absence de perturbations humaines dans son bassin versant, selon une formule toute simple ne faisant intervenir comme seul paramètre le *COD*.

Voici la formule en termes simplifiés (Assel, 2008) :

$$[PT] \text{ naturelle} = A [COD]$$

où **A** est une constante

- **Apports en P d'un plan d'eau (concentration totale en P prédite)**

Une autre démarche du « *modèle de Carignan* » consiste à réduire la prédiction de la concentration en P totale d'un lac à deux variables seulement, soit le nombre d'habitations présentes dans un rayon de 100 m du lac et la concentration de COD mesurée, représentative de la quantité de milieux humides du bassin versant. En effet, le Dr Carignan a remarqué que ces deux variables étaient les principales responsables de la concentration totale de P retrouvée dans un lac. Il est important de mentionner que cette relation fut établie seulement pour les lacs ayant comme seule source de P anthropique dans leur bassin versant les habitations (excluant les apports agricoles, urbains, etc.). Le *modèle de Carignan* est donc un modèle empirique, ne tenant compte que des variables ayant la plus grande influence sur la concentration de phosphore totale prédite d'un plan d'eau. Cette approche empirique est la première de ce genre à être utilisée pour la détermination de la capacité de support d'un lac et la prédiction des apports en phosphore en provenance de l'utilisation du sol à l'intérieur d'un bassin versant. En effet, les modèles élaborés dans le passé sont du type « *bilan de masse* », dont l'objectif est de tenir compte de façon exhaustive de toutes les sources en P présentes dans le bassin versant d'un plan d'eau dans le calcul des apports.

« Lorsque l'on tente de prédire le phosphore que l'on retrouve dans les lacs à partir des propriétés des bassins versants, ne survivent que deux propriétés : le carbone organique dissous (...) et la quantité de constructions ou d'habitations que l'on voit dans le bassin versant, plus précisément dans un rayon de cent mètres du lac. Deux propriétés. Et là, les modèles deviennent extrêmement précis. » (Carignan, 2006b).

Les formules suivantes furent donc développées afin de prédire la concentration de *P* total contenu dans un lac subissant les impacts de la villégiature (Carignan, 2006b) :

$$1) \quad PT = 1,4 COD + 46\,817 (\text{constr}_{100} / \text{vol})$$

$$R^2 = 0,93; n=26$$

$$2) \quad \text{Log}(PT) = 2,3 + 0,17 \log [(\text{constr}_{100} / \text{vol}) + 0,092 \log[(\text{humid}+0,01/\text{vol})] - 0,11 \log(\tau)$$

$$R^2 = 0,84; n=27$$

Où

constr₁₀₀ = nombre d'habitations à moins de 100 m de la rive

vol = volume du lac (m³)

humid = milieux humides (km²)

τ = temps de séjour

Ainsi, le Dr Carignan a obtenu un coefficient de corrélation de 0,93, entre les valeurs de phosphore total prédites (en fonction du nombre d'habitations situées à moins de 100 m de la rive du lac par unité de volume et la concentration de *COD* mesurée dans le plan d'eau) et celles mesurées sur le terrain, pour 26 lacs de villégiature situés dans les Laurentides.

« Donc, il y a deux variables qui expliquent le P dans les lacs, il y a en a une qui dépend de l'homme, c'est le nombre d'habitations puis il y en a une qui est complètement indépendante de l'homme, c'est la teneur en carbone organique dissous » (Carignan, 2007)

De plus, la conclusion générale de cette étude montre que qualitativement, entre ces deux paramètres, 70 % du phosphore retrouvé dans les lacs des Laurentides est expliqué par des causes naturelles, représentées par la quantité de *COD* présente au plan d'eau, ainsi que 30 % est dû à des causes humaines, définies par la présence d'habitations à moins de 100 m des rives des lacs (Carignan, 2006b).

De plus, ce chercheur a développé une deuxième formule, qui est construite à partir des données sur la quantité de milieux humides du bassin versant, le nombre de constructions à moins de 100 m du lac, le temps de séjour de la masse d'eau dans le lac ainsi que le volume du lac. Ces variables intégrées à la formule arrivent à prédire 84 % du *P* que l'on mesure dans les lacs des Laurentides (voir encadré précédent).

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT

Tout comme le modèle de capacité de support de *DMM*, ce modèle suggère de calculer le seuil maximal en *P* à partir de la concentration naturelle en phosphore prédite pour le lac ($BG + X\%$). Par contre, le Dr Carignan suggère plutôt d'utiliser un critère alternatif d'augmentation de 10 % de la concentration naturelle comme maximum permissible, qui serait, selon lui, plus adapté à la situation des lacs des Laurentides. L'explication de cette valeur sera exposée en détail dans la section 2 de ce chapitre.

2. COMPARAISON DES MODÈLES

Dans cette section, les modèles pour le calcul de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore présentés précédemment seront comparés entre eux, afin de mettre en relief les avantages et désavantages qu'ils semblent conférer au niveau de leur facilité d'utilisation, de leur utilité et du type d'information qu'il est possible d'en retirer.

2.1 Comparaison générale de la structure des modèles - Modèle empirique vs de bilan de masse

En premier lieu, il est intéressant de comparer de façon plus globale, les différentes approches utilisées afin de déterminer la capacité de support en P d'un plan d'eau. En effet, le *modèle de Carignan* aborde le calcul de la capacité de support en adoptant une approche empirique, qui consiste à ne retenir que les paramètres dans les calculs qui influencent le plus les apports en P dans un lac de villégiature. À l'inverse, les calculs selon l'approche de bilan de masse, utilisée par Dillon et ses successeurs, se doivent d'être les plus exhaustifs possibles, en incluant toutes les sources d'apports en P naturelles et artificielles du bassin versant. La logique d'une approche de bilan de masse consiste donc à reproduire le plus fidèlement possible le parcours du phosphore dans le bassin versant du lac. Cela repose sur des prédictions, car bien qu'il soit possible de mesurer la concentration de P présente dans un lac, il est très difficile de relativiser les apports des différentes sources. Il est possible de vérifier la validité des prédictions sur ces apports relatifs en se fiant au degré de corrélation entre la concentration totale en P

prédite par le modèle et celle qu'il est possible de mesurer dans le plan d'eau directement.

Ainsi, le *modèle empirique de Carignan* a l'avantage de permettre une prédiction des concentrations naturelle et totale en P d'un lac, à l'aide seulement d'un minimum de paramètres, comme la concentration de COD au lac et le nombre d'habitations présentes dans un rayon de 100 m sur son bassin versant. Ce modèle est plus facile à utiliser, demandant une diversité de données minimale. Les modèles de bilan de masse demandent quant à eux une connaissance du territoire approfondie et sont plus complexes à faire fonctionner, impliquant de nombreuses variables. Ces modèles nécessitent d'avoir des informations précises sur l'exportation moyenne en phosphore attribuée aux différentes pratiques présentes dans le bassin versant et aussi de connaître la rétention du P par les sols. De plus, le cycle interne du phosphore à l'intérieur du plan d'eau se doit d'être connu, afin de pouvoir prédire la rétention du P par lac ainsi que le relargage du P qui peut être effectué depuis les sédiments. Bref, les modèles de bilan de masse impliquent un nombre maximum de paramètres, ce qui augmente leur risque d'imprécision lors de la prédiction de l'apport total en P .

« Ce que dit M. Carignan aussi c'est que les méthodes de Dillon, c'est extrêmement complexe. Cela prend une connaissance du territoire, épouvantable. Alors, il dit, mon modèle à moi j'ai juste deux choses à mesurer (...) » (Assel, 2007).

Malgré tout, la simplification des calculs par le modèle empirique pour la prédiction de la concentration totale en P d'un lac ne semble pas comporter que des avantages. En effet, le désavantage majeur d'une simplification des calculs se fait sentir pour les lacs en mauvaises postures où des actions correctrices doivent être appliquées dans le bassin versant. En effet, la procédure est plus simple grâce au modèle empirique, afin de savoir si un lac a dépassé sa capacité de support ou non ainsi que pour évaluer la

gravité et l'ampleur du problème. Par contre, ce modèle nous permet seulement d'évaluer l'impact total des apports en *P* sur le plan d'eau et ne permet pas de relativiser l'impact des différentes sources.

C'est pourquoi, les modèles de bilan de masse trouvent toutes leurs utilités dans un deuxième temps, lorsqu'il est temps de passer à l'action et de cibler des actions correctrices précises à entreprendre dans le bassin versant d'un lac qui est menacé d'eutrophisation accélérée et qui a dépassé sa capacité de support. En effet, les modèles de bilan de masse ont l'avantage de permettre d'évaluer la contribution **relative** de chacune des sources en phosphore présentes dans un bassin versant et de déterminer qu'elles sont parmi ces dernières, les principales responsables du problème d'eutrophisation du plan d'eau. Des actions afin d'améliorer la situation peuvent ensuite être entreprises, étant justifiées par un calcul.

« Le problème du modèle empirique c'est que si moi, comme gestionnaire, le MDDEP comme gestionnaire, le MRNF (...) on a besoin de décortiquer l'apport en P, on a besoin de savoir ça vient d'où l'apport en P. (...) il faut absolument d'autres outils comme le bilan de masse, qui me permettent de dire, ce sont les eaux de ruissellement qui sont problématiques, ce sont les installations septiques... Ça me permet de décortiquer, de pointer c'est quoi ma problématique et de donner les mesures correctrices à effectuer. » (Dufour, 2008).

Ainsi, les gestionnaires et responsables de l'aménagement du territoire ont besoin d'un outil qui leur permet de cibler les actions correctrices à entreprendre, spécifiques à chaque bassin versant sur leur territoire. Le *modèle empirique de Carignan* ne permet pas de tirer ces conclusions, d'autant plus qu'il est conçu pour les bassins versants ayant comme seule source humaine de phosphore les habitations reliées à des installations septiques. Cela a une importance capitale quand on sait que les problématiques d'apports en phosphore peuvent être multiples (apports ponctuels et diffus) et provenir de plusieurs sources dans un même bassin versant.

« Les **apports ponctuels**, M. Carignan par exemple, je ne peux pas les mettre dans son modèle. Dr Carignan considère tout apport anthropique comme étant une habitation, un bâtiment sur une superficie. (...) Tout le monde s'entend pour l'utilité de fonctionner avec un modèle de bilan de masse (...) On met beaucoup d'énergie sur les installations septiques, mais on se rend compte que ce n'est peut-être pas une problématique aussi aiguë que l'on pensait. Il y a peut-être beaucoup plus à s'inquiéter justement des eaux de ruissellement, de l'érosion, des **apports ponctuels** qu'on n'est pas capable de quantifier. (...) On se rend compte que c'est peut-être ailleurs nos problèmes... Les chemins, les engrais. C'est peut-être autre chose que juste les installations septiques... Essayer de comprendre la migration dans le sol, oui c'est sûrement une source, mais c'est peut-être bien moindre que ce qu'on pensait initialement. » (Dufour, 2008).

Exemples de sources ponctuelles en P dans un bassin versant

- Rejets d'eaux usées des stations d'épuration
- Déversement d'un égout pluvial
- Piscicultures, golfs, hôtels, industries

Exemples de sources diffuses en P dans un bassin versant

- Installations septiques
- Engrais et fertilisants (terres agricoles, golfs)
- Érosion et ruissellement
- Déboisement
- Agriculture

Sources : (Carignan 2006a; Fournier, 2007).

Ainsi, le *modèle de Carignan* ne permet pas, contrairement aux modèles de bilan de masse (*DMM*, *LAKECAP* et *MRNQ*), d'établir un impact différent selon la source et ainsi de cibler des actions correctrices à effectuer dans le bassin versant. Ainsi, dans le cas où la capacité de support d'un lac est calculée comme étant dépassée à l'aide de ce modèle, une analyse du bassin versant se doit obligatoirement d'être effectuée, dans un deuxième temps, afin de cibler les sources en phosphore ainsi que leur importance **relative**.

2.2 Comparaison des variables utilisées pour le calcul des apports anthropiques - Modèles de bilan de masse

Étant donné que l'utilisation d'un modèle de type bilan de masse semble inévitable lorsqu'arrive l'étape de cibler les apports relatifs des différentes sources en phosphore présentes dans un bassin versant, il est pertinent de comparer l'exhaustivité des modèles existants et qui utilisent cette approche.

Tout d'abord, le premier modèle de Dillon et Rigler, développé en 1975, ne considère aucune autre source de phosphore anthropique dans ses calculs, que l'apport en provenance de l'utilisation des installations septiques par la population. Par contre, tel que mentionné, il est maintenant connu que le phosphore généré par l'humain peut provenir de sources multiples diffuses et ponctuelles. Ainsi, contrairement au modèle de 1975, le modèle de *DMM*, tout comme le modèle du *MRNQ*, incorpore une vision plus globale de l'aménagement du territoire en tenant compte de plusieurs sources différentes de phosphore dans le bassin versant.

Particulièrement, le modèle du *MRNQ* est le plus détaillé à ce sujet. En effet, son approche différencie les calculs de la capacité de support en quatre « sous-modèles », selon le degré d'exploitation du bassin versant du lac et permet ainsi de pousser le détail sur l'utilisation du territoire pour les lacs exploités de second niveau et surexploités. Ainsi, ces deux « sous-modèles » (3 et 4) vont jusqu'à quantifier les apports en phosphore selon le genre de **population animale** d'élevage, le **type de culture** agricole et l'utilisation de fertilisants sur les terrains de **golf** du bassin versant. De plus, ce modèle prend en considération dans ses calculs des apports artificiels, les apports en provenance de plusieurs autres utilisations du territoire dans le bassin versant telles que les **zones improductives et urbaines**, et suggère de tenir compte des apports en P en

provenance des **industries**. Finalement, dans les calculs des apports en P réalisés via l'utilisation des installations septiques par la population, le modèle du *MRNQ* tient compte d'un apport variable en phosphore selon **le type de système de traitement** des eaux usées utilisé (installations septiques, égout collecteur) et aussi en fonction du **temps d'utilisation** de la résidence.

Sachant, par exemple, que 88 % des villégiateurs de la *MRC des Laurentides* sont situés à proximité d'un plan d'eau et que 12 % de ceux-ci sont raccordés à un réseau d'égout ou d'aqueduc (*Gohier Marketing, 2006*), il pourrait être nécessaire dans les calculs de différencier le type de système de traitement des eaux usées utilisé, ayant plusieurs habitations en bordure des lacs qui sont maintenant raccordées à un réseau d'égout géré par la municipalité. Ainsi, il est important aujourd'hui de distinguer dans les calculs d'apports en P le type de système de traitement des eaux usées par habitation, et surtout, de tenir compte des apports en provenance des rejets produits par les stations d'épuration des eaux usées si elles se situent dans le bassin versant du lac. Par ailleurs, une attention particulière devrait être apportée au type de technologie employée pour le traitement des eaux usées, autant au niveau de la station d'épuration que des installations septiques. En effet, de nos jours, des systèmes de traitement des eaux usées existent, tel que la déphosphatation, améliorent l'élimination du phosphore présent dans les rejets des stations d'épuration. De plus, certaines technologies récentes (Roseau Épurateur), en ce qui concerne le traitement individuel des eaux usées, semblent permettre la rétention d'une majeure partie du phosphore (Perrier, 2008). L'utilisation de ces technologies pourrait donc permettre de minimiser l'impact nul des apports en phosphore au plan d'eau. Finalement, plusieurs stations d'épuration, malgré le fait qu'elles utilisent un système de déphosphatation, sont sujettes à de nombreux débordements durant l'année, ce qui résulte en des apports en eaux usées non traitées aux plans d'eau. Il est donc suggéré que le nombre d'ouvrages de surverses soit aussi considéré dans le calcul des apports en phosphore, lorsqu'une station d'épuration effectue des rejets d'eaux usées dans le bassin versant d'un plan d'eau.

Pour sa part, le modèle de *DMM* considère les apports en *P* en provenance des utilisations du territoire telles que les **zones improductives** et les terrains de **golf** présents dans un rayon de 100 m du plan d'eau, les zones **agricoles et urbaines** présentes dans un rayon de 300 m du lac ainsi que les **aires dénudées des lots riverains**, résultant du déboisement dans la bande riveraine, selon le principe que tout le développement urbain et en bordure des plans d'eau se doit d'être considéré.

De plus, un impact variable des apports en phosphore provenant des installations septiques est considéré pour les modèles du *DMM* et du *LAKECAP*, indépendamment du type de sol présent, en fonction de la **distance** de ces dernières par rapport au lac. Malgré qu'aucune vérification scientifique ne fut effectuée à ce sujet, il semble logique de considérer un impact variable des apports en phosphore pour une installation septique située à 299 m du lac par rapport à une située à 10 m du plan d'eau.

2.3 Comparaison des approches utilisées pour le calcul des apports naturels en *P*

Suite à la comparaison des différentes méthodes existantes pour le calcul des apports en phosphore causés par l'humain à un plan d'eau, il est intéressant de se pencher dans un deuxième temps, sur le calcul qui est à la base de la détermination de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore. En effet, la valeur totale en *P* prédite pour un lac devra être comparée à celle que l'on juge comme étant censée être le reflet de son évolution naturelle, en absence de perturbations humaines dans son bassin versant. Ainsi, la prédiction des apports ou de la concentration naturelle en *P* d'un plan d'eau est cruciale et servira de référence pour le reste de la procédure. Examinons plus en détail les méthodes de calculs proposées dans la littérature.

En premier lieu, les deux modèles datant des années 70, soient les modèles de Dillon et Rigler et du *MRNQ*, calculent l'apport naturel en phosphore arrivant au lac selon une approche de bilan de masse en fonction du pourcentage d'éléments naturels présents dans le bassin versant et de leurs coefficients d'exportation pour le phosphore respectifs. Ainsi, Dillon et Rigler calculent les apports naturels en *P* comme étant le reflet de l'exportation en *P* de la forêt et des pâturages du bassin versant. Ainsi, toute occupation humaine présente dans le bassin versant est remplacée par le vocable « forêt » et est combinée aux fractions de forêt et de pâturages existantes au moment de l'étude dans le bassin versant du lac. Notez bien que les différents coefficients d'exportation en *P* pour les variables « forêt » et « pâturages » varient légèrement en fonction du type de sol présent dans le bassin versant (sédimentaire ou ignée). Par ailleurs, le coefficient d'exportation naturel utilisé pour les milieux ouverts (pâturages) diffère légèrement lorsqu'il y a présence de plus de 15 % de ce type d'utilisation du sol dans le bassin versant. Pour sa part, le modèle québécois du *MRNQ* est un peu plus

exhaustif par rapport au modèle de Dillon et Rigler, car il considère aussi les apports en provenance des milieux humides et des surfaces d'eau, en plus de ceux provenant de la forêt et des pâturages, dans le calcul des apports naturel en provenance du bassin versant. De plus, il utilise un coefficient d'exportation spécifique pour les pâturages.

« *En retranchant les apports anthropiques et en les remplaçant par de la forêt non perturbée, on peut évaluer la charge en phosphore naturelle des lacs, c'est-à-dire dans le cas où leur bassin n'avait jamais été développé. C'est ce qu'on appelle la concentration naturelle d'un lac en phosphore (Dillon et al., 1986).* » (Fredette, 2007).

Les modèles de *DMM* et du *LAKECAP* de leur côté laissent tomber l'approche de bilan de masse et des coefficients d'exportation pour le calcul de l'apport naturel en phosphore à un lac. En effet, suite à la découverte d'une forte corrélation entre le pourcentage de milieux humides présents dans un bassin versant et l'apport en phosphore naturel au lac, suite à des études effectuées sur des lacs non développés, les chercheurs du *LAKECAP* ont mis au point un calcul permettant de déterminer cette concentration. Ainsi, selon cette approche, une formule ayant comme seule variable le pourcentage de milieux humides présents sur le territoire du bassin versant permet maintenant d'obtenir une valeur de référence sur la concentration naturelle en P d'un lac. Les chercheurs travaillant sur le modèle de *DMM* ont adapté la première version de ce calcul à leur modèle. Par ailleurs, la version de 2006 du *LAKECAP* propose une formule légèrement raffinée dont la précision fut améliorée.

D'autre part, il est important de mentionner qu'à toutes les valeurs de la concentration en phosphore naturelle en provenance du **territoire**, calculées à l'aide des méthodes citées ci-haut, sont additionnés les apports naturels en *P* en provenance des **précipitations** et des **lacs en amont**, afin d'obtenir l'**apport naturel total** en phosphore au plan d'eau.

Pour sa part, le modèle empirique élaboré par Richard Carignan propose de calculer la concentration en phosphore naturelle d'un plan d'eau à l'aide d'une formule, un peu dans le même ordre de pensée que les modèles de *DMM* et du *LAKECAP*. Par contre, il fait intervenir comme seule variable le carbone organique dissous (*COD*) à la place du pourcentage de milieux humides, suite à la découverte d'une forte corrélation entre ces deux variables.

Ainsi, il est possible de comparer les formules du modèle du *DMM*, *LAKECAP* et de *Carignan* et de se questionner sur leurs différences respectives autant sur le plan technique que scientifique.

Tout d'abord, même si la concentration de *COD* présente dans un plan d'eau dépend étroitement de la quantité de milieux humides sur son bassin versant, cette valeur est aussi sous l'influence d'autres variables comme la pente du bassin versant, le volume du lac et le rapport de drainage (superficie du bassin versant par rapport à celle du lac). Cela s'explique par la différence majeure que la valeur de *COD* est mesurée dans le plan d'eau lui-même, tandis que le pourcentage de milieu humide est une donnée prise directement sur le territoire du bassin versant. Ainsi, la quantité de *COD* ayant atteint le lac aura préalablement subi l'influence des caractéristiques physiques du bassin versant, telle que la topographie. C'est pourquoi, même s'il est démontré que la majeure partie du *COD* que l'on retrouve dans un plan d'eau provient des milieux humides, il est plus précis afin de calculer la concentration en *P* naturelle d'un lac, de se fier à une donnée prise dans le plan d'eau lui-même, plutôt que sur le territoire de son bassin versant. De plus, des variables de la dynamique interne du lac, telles que son volume ou le taux de renouvellement de la masse d'eau peuvent aussi influencer les concentrations en phosphore et *COD* naturellement présentes, ce qui n'est pas le cas du pourcentage de milieux humides du bassin versant.

« On se rend compte que la concentration en carbone organique dissous dépend surtout de l'abondance des milieux humides dans le bassin versant, mais dépend aussi de quelques autres propriétés : de la pente du bassin versant, du rapport de drainage, de la taille du bassin versant par rapport à la taille du lac. » (Carignan, 2006b).

$$COD = 4,5 + 1,1 (mhum / vol) - 0.26 \text{ pente} + 0.09 AB/\Sigma AL$$

Où

Mhum : milieux humides (km²)

Pente : pente moyenne du bassin versant

AB/ΣAL : ratio de drainage

Source : Carignan, 2006b

Côté technique, le *COD* est un paramètre facilement mesurable sur le terrain et est analysé depuis plusieurs années lors de la prise d'échantillons afin de déterminer le statut trophique des plans d'eau, notamment au Québec. Des données sont donc disponibles à ce sujet au niveau provincial, grâce au *Réseau de Surveillance Volontaire (RSV)* des lacs et au niveau municipal, via les études limnologiques effectuées par des consultants privés. Par contre, peu de connaissances existent actuellement sur les milieux humides au Québec et leur cartographie est loin d'être complétée dans une région comme les Laurentides, par exemple.

.

Finalement, le *COD* constitue une mesure plus stable dans le temps que la quantité de milieux humides d'un bassin versant, qui peut varier en fonction de l'activité annuelle des castors et du climat.

« (...) le COD est très facile à mesurer (...) et est à peu près semblable partout dans le lac, puis ne varie pas beaucoup dans le temps. C'est rare de trouver un paramètre dans un lac qui ne varie pas beaucoup... » (Assel, 2007).

« Les cartes topographiques ne sont jamais à jour et ça évolue très rapidement. Les milieux humides par les castors, selon mon expérience dans les Laurentides, si tu regardes de 20 ans en 20 ans, ça change radicalement. C'est plus les mêmes chiffres, je peux me tromper facilement de 50 %. (...) Aussitôt que tu rentres le COD dans les calculs, tu te débarrasses des milieux humides. » (Carignan, 2007).

Par contre, même s'il semble comporter certains avantages à utiliser la formule développée par le Dr Carignan pour prédire la concentration naturelle en phosphore d'un plan d'eau à partir du COD, certains analystes des modèles apportent un bémol sur la validité de l'utilisation de cette formule à grande échelle, n'ayant pas été validée sur des lacs non développés. En effet, le Dr Carignan a testé sa formule uniquement sur des lacs ayant subi la pression du développement humain dans leur bassin versant. Ainsi, il serait possible, par exemple, que les prédictions en fonction du COD ne soient plus exactement les mêmes, pour des bassins versants encore vierges et non développés.

« (...) C'est une de mes questions : est-ce que l'état zéro prédit par Dr Carignan est meilleur que l'état zéro prédit par le modèle de Dillon ? En réalité, il n'y a pas de réponse là-dessus, parce que Dr Carignan l'a fait pour les lacs de villégiature développés. C'est pour ça que je voudrais faire un test sur les lacs non touchés, non développés et puis là, essayer les deux modèles puis voir lequel « parle » le mieux. C'est un des projets complémentaires qu'on a en tête et qui m'intéresse beaucoup parce que je ne suis pas convaincue de l'état zéro, de ni un des deux modèles. (...) Il y a très peu d'études sur des lacs non développés pour ces modèles-là. » (Dufour, 2008).

Bref, de façon plus générale, il semble évident de constater, tout comme pour les calculs des apports artificiels en phosphore à un plan d'eau, un avantage à utiliser une simple équation mathématique au lieu d'un calcul de bilan de masse afin de prédire la concentration naturelle en P d'un plan d'eau, comme le permet le modèle empirique de

Carignan ou les formules tirées du modèle de *DMM* et du *LAKECAP*. Étant donné que le calcul des apports naturels en phosphore à un lac ne s'effectue pas dans le but de remonter à la source et de cibler leur importance relative dans le bassin versant afin de les diminuer, les approches de Dillon et Rigler et du *MRNQ* semblent désavantagées dû à leur imprécision. En effet, ces démarches sont non seulement beaucoup plus complexes au niveau des calculs, mais reposent aussi sur des valeurs prédites, tandis que la concentration de *COD* ou le pourcentage de milieux humides peuvent être des valeurs directement mesurées sur le territoire ou le plan d'eau lui-même.

« Adoption of wetland area as a predictor of natural phosphorus export was particularly valuable in reducing under-estimation in the model. The export coefficient of 9.8 mg/L for natural phosphorus export from watershed was removed and replaced with prediction based on % of wetlands in the catchment. This modification was based on recent research (...) which indicates that there is a better correlation between the percentage of wetland in a watershed and the amount of natural phosphorus loading to a waterbody than a simple runoff value. » (Gartner Lee Limited, 2005).

2.4 Comparaison des valeurs seuils ou apports permisibles

Une fois qu'une valeur de référence fiable est établie sur la concentration naturelle en *P* d'un lac ainsi que les prédictions sur les différents apports artificiels effectués, il est alors possible de déterminer si la capacité de support du plan d'eau est dépassée, en fonction d'un certain seuil en phosphore que l'on s'est fixé. La détermination de cette limite en phosphore se faisant de façon qualitative (subjective ou arbitraire), suscite depuis plusieurs années des débats auprès de la communauté scientifique. Voyons plus en détail la procédure que proposent les différents modèles existants à ce sujet.

Cette étape a connu une grande évolution au cours des années, principalement due aux avancées de la science. Le modèle de Dillon et Rigler fixe la concentration en phosphore permmissible ou admissible selon une concentration de *chl_a* souhaitée, établie en fonction des usages que l'on désire effectuer sur le plan d'eau. Ce critère a servi de référence dans le premier modèle élaboré par ces chercheurs, étant donné que l'étroite relation entre les concentrations en phosphore et de *chl_a* d'un lac avait été démontrée et que la végétation aquatique représentait un paramètre visible à l'oeil nu, comparativement au phosphore. Par contre, l'évolution des techniques d'échantillonnage et d'analyse en laboratoire proposera plutôt de se fier au phosphore directement, afin de fixer des objectifs pour les concentrations permmissibles qui définiront la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore.

C'est pourquoi le modèle du MRNQ se réfère aux relations établies par Vollenweider (Vollenweider, 1968) entre les apports en phosphore, la profondeur et le temps de renouvellement de la masse d'eau, afin de classer les lacs selon trois stades trophiques distincts, soit oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe. Il est en effet possible d'évaluer la position de chaque lac en fonction de ces statuts trophiques et de prédire les concentrations maximales en phosphore permmissibles et dangereuses, afin d'éviter un changement de stade. Donc, le modèle du *MNRQ* fixe les limites dangereuses et permmissibles en phosphore comme correspondant aux concentrations respectives nécessaires au passage du stade oligotrophe à mésotrophe et du stade mésotrophe à eutrophe. Ainsi, la charge supplémentaire admissible (ΔL_p), dans le but de prévenir l'eutrophisation, est considérée comme étant la charge correspondant à la moitié de la distance entre la position naturelle du lac ($L_p (1-R)/Q$) et la limite supérieure à ce point, qui peut être la limite permmissible ou la limite dangereuse.

Les modèles du *LAKECAP* de 2006, du *DMM* et de *Carignan* amèneront une toute nouvelle approche pour la détermination des apports permis, passant d'un critère absolu en phosphore afin de prévenir l'eutrophisation, établi en fonction des différents statuts trophiques, à une valeur cible, proportionnelle à la concentration naturelle en phosphore prédite du plan d'eau. Ainsi, ces modèles se basent sur l'argument que chaque lac possède un apport permis différent, selon son état naturel spécifique. Cette approche semble plus appropriée par rapport à celle plus traditionnelle exposée précédemment. En effet, ce critère (*Background (BG) + X %*) est relatif à la concentration de phosphore présente au lac avant le développement de son bassin versant, qui est variable d'un lac à l'autre. En effet, les lacs comportent une variabilité de concentrations de phosphore et de statuts trophiques naturels et soutiennent par le fait même une biodiversité maximale floristique et faunique. Vouloir gérer tous les lacs selon le même objectif d'eutrophisation ou de statut trophique, selon l'atteinte d'un stade oligotrophe d'une concentration maximale en P de 10 µg/L par exemple, représenterait une grave erreur de gestion.

« The provincial phosphorus objective allows lakes that currently contain less than 10 or 20 µg/L of phosphorus to increase to a maximum of 10 or 20 µg/L. The logical outcome of this two-tiered objective is that, over time, all recreational waters would converge on one or the other of the water quality objectives. This would produce a cluster of lakes slightly below 10 µg/L and another slightly below 20 µg/L, decreasing the existing diversity in water quality in lakes and, with it, the diversity of their associated aquatic communities. The second shortcoming is that, over time, some lakes would sustain unacceptable changes in water quality while others would be unimpacted, producing both ecological and economic asymmetries as the resource was developed. A lake with a natural phosphorus concentration of 4 µg/L is a fundamentally different lake that one that exist at 9 µg/L. Both lakes, however, would be allowed to increase to 10 µg/L under the existing PWQO. One lake would experience no perceptible change (9 to 10 µg/L) and be overprotected, but the other (4 to 9 µg/L) would be unprotected and change dramatically.» (Hutchinson, 2002).

Par ailleurs, comme le mentionne Patrick Fredette de la Fédération des lacs de Val-des-Monts :

« L'avantage de travailler avec la concentration naturelle plus une augmentation acceptable est que l'on se sert d'une valeur de base qui restera la même au cours du temps. En effet, on pourra toujours comparer la situation actuelle à celle qui existait avant le développement. Chaque génération de gestionnaire de lac bénéficiera du même point de départ pour ajuster sa décision. » (Fredette, 2007).

Ainsi, les modèles du *DMM* et du *LAKECAP* permettent, comme critère pour la détermination du seuil maximal permissible en phosphore, une augmentation de 50 % de la concentration naturelle du plan d'eau. Cette approche est d'ailleurs corroborée par Environnement Canada dans son document *« Canadian Guidance Framework for the Management of Phosphorus in Freshwater Systems »* datant de 2004.

Pour sa part, le Dr Carignan est d'avis que l'adoption d'un critère ayant comme valeur une augmentation maximale de 10 % de la concentration naturelle en phosphore serait plus prudente, pour les lacs des Laurentides. Par ailleurs, ce chercheur confirme que l'adoption d'une cible absolue à atteindre en déca de 10 µg/L, n'est pas une approche à adopter. En effet, suite à ses observations sur le terrain effectuées depuis plusieurs années, lorsqu'un lac passe d'une concentration en *P* de 4 µg/L à 8 µg/L, il s'effectue un changement drastique au niveau de l'abondance des algues, des plantes aquatiques, des espèces de poissons présents en son sein et de la quantité d'oxygène disponible.

« En faisant ce genre de comparaison, on se rend compte que lorsqu'un lac passe de 4 microgrammes par litre à 8 microgrammes par litre, simplement doublé - on est encore en dessous de 10 microgrammes par litre - tout change dans le lac. L'abondance des algues, l'abondance des plantes aquatiques, les espèces de poissons changent, le déficit en oxygène des eaux profondes augmente beaucoup. Alors, beaucoup de propriétés changent dans le lac, le lac

change complètement, sans dépasser le critère de qualité de 10 microgrammes par litre. (Carignan, 2006b).

Cette constatation fut effectuée suite à la comparaison de lacs des Laurentides ayant des caractéristiques physiques semblables, mais des concentrations en phosphore différentes (vous référer à la figure 12).



Figure 12 : Comparaison de deux lacs semblables (superficie, profondeur), mais très différents quant à leur développement (Carignan, 2006b)

2.5 Comparaison des variables du budget hydrologique

Une autre différence entre les modèles de type bilan de masse tirés de Dillon et Rigler et le *modèle empirique de Carignan* est que les modèles explicites considèrent des paramètres surfaciques dans leurs modélisations. Ainsi, selon les modèles de bilan de masse, plus un lac à une plus grande superficie, plus il pourra « absorber » de grandes quantités de phosphore, sans toutefois influencer son métabolisme naturel.

«(...) on considère le lac dans Dillon comme étant un décanteur, tout simplement (...) on considère seulement la superficie du lac et l'on regarde les charges qui lui sont appliquées, donc s'il a un très grand bassin versant, la décantation va être moins bonne que si le lac est très grand et que le bassin versant est très petit (...)» (Assel, 2007).

Pour sa part, le *LAKECAP* tient aussi compte des paramètres surfaciques dans ses calculs pour la prédiction de la concentration totale en phosphore, q_s représentant la charge en eau par unité de surface (m/an) (Paterson et al. 2006).

Le *modèle de Carignan* considère quant à lui le volume du lac comme une variable importante du calcul de capacité de support. Au niveau limnologique, il semble plus adéquat, afin de pouvoir évaluer avec le plus de précision possible l'impact des apports en phosphore supplémentaire au lac, de tenir compte de leur dilution dans toute la masse d'eau. En effet, un lac peut avoir une grande superficie avec une très faible profondeur moyenne, ce qui le rendra plus vulnérable aux apports en phosphore artificiels qu'un lac ayant la même superficie, mais une profondeur beaucoup plus grande.

« Le modèle ontarien, de Dillon, on parle de paramètres surfaciques, c'est une question de gestion des eaux usées, c'est du génie hydraulique, tandis que si tu le vois d'une façon biologique, la question des volumes devient importante et là, le modèle empirique de Dr Carignan devient intéressant, car il va dans cette orientation-là. (...) Dr Carignan apportait un gros bémol en disant pourquoi l'on parle juste de la surface quand l'on sait qu'au niveau limnologique c'est beaucoup plus complexe que ça la dynamique du phosphore dans un lac. Donc, c'est une des raisons pour laquelle je m'intéresse beaucoup aux travaux de M. Carignan (...)» (Dufour, 2008).

Voici un rappel des deux formules développées par le Dr Carignan, pour la prédiction de la concentration en P totale d'un lac, où la variable volume (vol) est clairement impliquée dans les calculs (Carignan, 2006b) :

1)
$$PT = 1,4 COD + 46\ 817 \text{ (constr}_{100} / \mathbf{vol})$$

2)
$$\text{Log}(PT) = 2,3 + 0,17 \log [(\text{constr}_{100} / \mathbf{vol}) + 0,092 \log[(\text{humid}+0,01/\mathbf{vol})] - 0,11 \log(\tau)$$

2.6 Comparaison des coefficients d'exportation pour le P utilisés dans les calculs

Comme expliqué précédemment, les modèles de capacité de support sont fondés sur la quantification des apports en phosphore naturels et anthropiques selon des équations de bilan de masse, à l'exception du modèle empirique du Dr Carignan. Ainsi, la détermination des coefficients d'exportation pour le phosphore relatifs au type d'utilisations du territoire est indispensable aux calculs de bilan de masse et est à la base des modèles de capacité de support, selon cette approche. Beaucoup de chercheurs se sont ainsi consacrés à améliorer la validité de ces coefficients afin d'augmenter le degré de précision des modèles, comme l'avait suggéré Dillon.

« The uncertainty in the phosphorus export figures and in the loading from precipitation alone could result in a 100% error in the calculation of the natural phosphorus budget (...)» (Dillon et Rigler, 1975).

De plus, il est important de mentionner qu'étant donné que les utilisations du territoire et la technologie afin de faire de la recherche évoluent avec le temps, les coefficients d'exportation pour le phosphore doivent constamment être mis à jour. Par ailleurs, ces coefficients changent selon le milieu, en fonction notamment de la géologie, de la nature et la constitution du sol ainsi que du climat de la région. En outre, la rétention du phosphore par le sol semble être un paramètre déterminant, qui fera grandement varier les apports en phosphore à un plan d'eau en provenance de l'utilisation des installations septiques par la population.

« Étant donné que chaque région possède des caractéristiques locales qui lui sont propres, il faut s'assurer que les coefficients et les calculs que l'on utilise sont représentatifs de la réalité locale. Par exemple, la géologie et les sols diffèrent beaucoup entre régions. Certains sols vont beaucoup mieux capter et emprisonner le phosphore que d'autres; les quantités de phosphore se rendant au lac seront alors amoindries. (...) Il faut savoir s'ajuster à la réalité du territoire et des gens de la région. » (Fredette, 2007).

À ce sujet, il est important de bien comprendre que le modèle de Dillon et Rigler ne tient pas compte d'un facteur de rétention du phosphore par le sol. Ainsi, selon ce modèle, 100 % du *P* parvenant aux installations septiques par l'utilisation des habitations est considéré comme se rendant au lac. Par contre, la structure des calculs permet tout de même l'intégration d'un éventuel facteur de rétention du *P* par le sol, ces chercheurs étant tout de même conscients du manque de précision que pouvait sous-tendre cette hypothèse. « (...) while factors such as the soil retention factor are still only approximations. » (Dillon et Rigler, 1975).

C'est pour cette raison que, notamment, le modèle du MRNQ tient compte des réserves émises par Dillon et considère qu'une partie du phosphore contenue dans les installations septiques est retenue par le sol. Ainsi, un facteur de rétention du phosphore par le sol de 25 % fut incorporé aux calculs.

Les hypothèses avancées par le MRNQ sur le rôle des sols pour la rétention du *P* seront finalement appuyées, plus de 20 ans plus tard, par des études scientifiques. En effet, des études dans le cadre du LAKECAP en 2005 démontrèrent, que par différents processus géochimiques d'adsorptions et de minéralisation du phosphore sur des sols composés de certains métaux (Fe, Al), une bonne quantité du *P* pouvait être retenue par le sol, et ce, spécialement sous couvert végétal. Ainsi, la rétention du phosphore par le sol dépendait de sa nature, sa constitution, son pH et son épaisseur.

C'est pourquoi, suite à cette découverte, les modèles du *DMM* et du *LAKECAP* ont incorporé un facteur de rétention du phosphore par le sol à leurs calculs de 74 % selon le type de géologie du milieu, pour les sols « *Ground Moraine over bedrock*, *Glaciolacustrine Delta et Outwash Plain* » pour le modèle de *DMM* et aussi selon certaines propriétés (naturel, sols acides riches en minéraux et plus épais que 1 m) selon le *LAKECAP* (Paterson et al., 2006).

Bref, vous est présenté ici un tableau résumant l'évolution des valeurs des coefficients d'exportation pour le phosphore en milieu lacustre en Amérique du Nord, en fonction du type d'utilisation du territoire, selon les principales études effectuées à ce jour (Tableau VI). Tel que mentionné à plusieurs reprises, seulement une étude de ce genre a été effectuée en territoire québécois, soit celle de Richard Carignan, pour les Laurentides et d'Yves Prairie pour l'Estrie. Notez bien que malgré la nature empirique du modèle développé par le Dr Carignan et l'absence d'utilisation de coefficients d'exportation en *P* pour les calculs, ces derniers ont tout de même été mesurés, afin de pouvoir établir quelles étaient les variables clés de son modèle. Par contre, il est essentiel de noter que les valeurs du Dr Carignan ont été établies pour des bassins versants exempts d'agriculture, de pâturages, de golfs et de zones urbaines. Ces coefficients sont issus du mémoire de maîtrise d'une des étudiantes du Dr Carignan, Cathy Crago, qui a déterminé des coefficients d'exportation en phosphore total relatifs à la forêt, aux milieux humides créés par les castors et aux résidences en fonction du système de traitement des eaux usées (installations septiques et réseau d'égout).

Tableau VI : Comparaison des coefficients d'exportation pour le phosphore total en fonction de plusieurs utilisations du territoire et selon différentes études

Utilisations du territoire – Sources en P	Dillon et Rigler 1975 ¹¹	Jacques et Lerouzes 1979 ¹²	Reckhow et Simpson 1980	Castro 1993 ¹³	Crago, 2005	Prairie, 2008	DMM, 2005	LAKECAP, 2006
ATM	75	38	30	37.4	-	-	20.7	16.7
FOR	FI 4.7 FS 11.7 FP ¹⁴ 10.2 FPS 23.3	FI 5 FS 12	20	FI 5.5 FS 11.7	4.38	4.8	Formule en fonction des milieux humides	
MH		25		42	180	214		
IMP		25	-	PI 11 ou 15* PS 23.3	-	51.8	22.5	9.8
AG	-	50	30	I : 20-30-60* S : 43.5	-	-	45	30
URB	-	150	90	110	-	-	45	30 ¹⁵ ou 50 ¹⁶
SEPT	0.8	0.8	0.6	0.8	0.05-0.06 &	-	0.6	0.66

¹¹ Tiré de Dillon et Kirchner, 1975

¹² Tiré de Dillon et Kirchner, 1975; Uttomark et al., 1974; Potvin, 1976; Lachance et Sesseville, 1976

¹³ Tiré de Michalski, 1992 et Dillon et Kirchner, 1975

¹⁴ Pour utiliser les coefficients d'exportation de la catégorie « forêt + pâturage (FP) » la portion du territoire analysée doit contenir plus de 15 % de ce type d'utilisation du sol.

¹⁵ Urbanisation intensive

¹⁶ Zones urbaines se drainant directement dans le lac

* varient en fonction du type de sol : rocheux, sableux, riche, organique, argileux

& valeur obtenue après rétention du P par les sols

Utilisations du territoire (phosphore en provenance de) : (mg/m²/an) ou (kg/km²/an)

ATM : Atmosphère (par les précipitations)

FOR : Zones forestières (F) et milieux humides (MH)

IMP: Zones improductives, pâturages (P)

AG: Zones agricoles

URB: Zones urbaines

SEPT : Installations septiques (kg/capita/an)

Roches ignées (I)

Roches sédimentaires (S)

Ainsi, suite à l'analyse du tableau VI, il est possible de constater que la plupart des coefficients obtenus par les chercheurs québécois (Richard Carignan et Yves Prairie) se rapprochent de ceux tirés des recherches effectuées en Ontario, à l'exception des coefficients pour l'exportation en P par les milieux humides et les milieux ouverts (pâturages) qui sont un peu plus élevés. Par contre, une différence majeure saute aux yeux, en ce qui a trait au coefficient d'exportation pour le phosphore via les installations septiques utilisées par la population. En effet, la valeur obtenue par le Dr Carignan est de l'ordre de 100 fois plus faible que toutes les autres.

« (...) ce que j'ai trouvé dans les Laurentides, c'est que si l'on fait la moyenne de tout ça, les installations qui sont dans l'eau, sur la roche... c'est moins d'un centième de l'exportation qui avait été supposée dans les modèles initiaux de Dillon. » (Carignan, 2007)

Ainsi, une grande découverte du Dr Carignan consiste à dire que les sols québécois retiennent beaucoup plus de phosphore que ce que l'on croyait. Par contre, cette découverte ne fait pas l'unanimité auprès de la communauté scientifique et constitue

l'une des raisons majeures qui expliquent que le *modèle de Carignan* soit toujours en révision. Par contre, cette différence pourrait bien avoir une explication...

En effet, le *modèle empirique de Carignan* ne mentionne aucun facteur de rétention du P par les sols de façon claire. Ainsi, il est probable que la valeur du coefficient d'exportation en P en provenance des installations septiques obtenu par ce chercheur inclue la rétention du P par les sols, contrairement aux autres modèles. En effet, il est probable que le coefficient obtenu par le Dr Carignan représente la quantité de P en aval des installations septiques, donc la quantité qui atteint le plan d'eau, une fois avoir passé dans les sols. En comparaison, ces mêmes valeurs pour les modèles ontariens ont été obtenues à partir de statistiques sur la quantité de P rejetée par personne aux stations d'épuration avant traitement, donc avant de passer au travers de l'installation septique, du champ d'épuration et du sol et c'est pourquoi un facteur de rétention par le sol est ajouté par la suite aux calculs. Bref, il semblerait logique que le *modèle de Carignan* nous donne une valeur mesurée au lac, du phosphore en provenance de l'utilisation des installations septiques par la population. Carl Dufour de la *MRC des Laurentides*, qui étudie les différents modèles de capacité de support, est en faveur de cette hypothèse.¹⁷

« Si l'on prend le 0.6 et on le traite dans le modèle avec les facteurs de rétention des sols on arrive à peu près au 0.05, 0.06. Il faudrait s'entendre avec le Dr Carignan, est-ce qu'il nous parle bien des valeurs traitées ou non traitées? C'est-à-dire est-ce que c'est la valeur relargée au lac, si c'est le cas, ça fonctionne son chiffre. Parce que 0.8 ou 0.6, c'est en amont des installations septiques, et puis si M. Carignan nous parle de l'aval, après traitement et après rétention des sols, ça va. » (Dufour, 2008).

¹⁷ Confirmée par Richard Carignan le 18 mai 2008

2.7 Résumé des grandes étapes pour le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau

Voici donc un tableau comparatif des différents modèles de capacité de support, sur la base de leur structure, méthodologie et variables utilisées afin d'effectuer les calculs.

Tableau VII : Tableau comparatif des différents modèles de capacité de support au Canada

Modèles	Dillon et Rigler (1975) LAKECAP (1986)	MRNQ, 1979	DMM (2005) LAKECAP (2006)	Carignan, 2007
Structure	Bilan de masse (explicite)	Bilan de masse (explicite)	Bilan de masse (explicite)	Empirique
Apports naturels en P	- sol (forêt, pâturage) - précipitations - lacs en amont	- sol (forêts, marais, surfaces d'eau) - précipitations - lacs en amont	Formule selon le % de milieux humides dans le bassin versant -précipitations -lacs en amont	Formule selon la [COD] du plan d'eau
Apports anthropiques en P	- population via les installations septiques	- zones agricoles, improductives, urbaines, population permanente et saisonnière - population animale, engrais des surfaces cultivées, industries Rétention du P par le sol de 25 %	- urbain, agricole, aires dénudées lots riverains, golfs, installations septiques Rétention du P par le sol de 74 % Tiens compte de la distance des installations septiques	- nombre habitations dans un rayon de 100 m Inclus la rétention du P par les sols
Seuil en P	[P] permissible en fonction de la [chla] permissible	Limites permmissibles et dangereuses de phosphore établies selon le graphique de Vollenweider par rapport aux différents stades trophiques	Seuil de P permissible : concentration naturelle + 50 %	Seuils de P permissible : concentration naturelle + 10 %

Bref, suite à l'analyse des différents modèles de capacité de support développés en Ontario et au Québec, il semble maintenant clair que la précision et la validité du calcul de la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore selon les modèles de bilan de masse repose, dans un premier temps, sur la détermination de coefficients d'exportation pour le phosphore, calibrés en fonction du milieu dans lequel se déroule l'étude.

« (...) caution is needed when applying the model to lakes in other regions. In particular, estimates of phosphorus load from atmospheric deposition, overland flow and wetlands may vary spatially. Furthermore, variations in runoff across regions will have a significant impact on the hydrological processes that govern the flow of water and nutrients through watersheds. (...) Thus, we recommended that model coefficients be calibrated regionally to reflect local conditions and, with monitoring, be updated periodically to evaluate long-term changes in sources and losses of phosphorus.» (Paterson et al., 2006).

De plus, la détermination de la concentration naturelle du plan d'eau s'avère être une valeur déterminante, étant donné que l'établissement de la concentration maximale en phosphore ou valeur seuil se fera en fonction de ce point de référence. Finalement, les hypothèses qui sous-tendent la détermination de la valeur seuil constituent le fondement même des modèles de capacité de support.

Il est donc primordial, afin d'obtenir un calcul de la capacité de support d'un plan d'eau valide, fiable et défendable, d'avoir des valeurs de **coefficients d'exportation** pour le phosphore, un calcul de la **concentration naturelle** en phosphore du plan d'eau ainsi que la détermination d'une **valeur seuil** en phosphore largement justifiés et appuyés par des études reflétant la situation locale du milieu en question.

En terminant, il est important de mentionner que les modèles de capacité de support comportent quelques limites plus générales. En effet, étant donné qu'un modèle représente une prédiction, un estimé, il ne permet pas l'obtention d'une précision absolue des calculs effectués. Ainsi, les modélisations que permet l'utilisation des modèles de capacité de support seront toujours empreintes d'une marge d'erreur à considérer. De toute façon, l'information que l'on désire retirer de l'utilisation de tels modèles ne nécessite pas une précision absolue. La comparaison relative des différentes valeurs obtenues étant plutôt la finalité désirée.

« La force de ce modèle réside dans la comparaison de l'importance relative des différentes sources naturelles et anthropiques de phosphore, et non dans la précision absolue (Hémisphères, 2006). Cet outil est néanmoins assez puissant pour permettre d'orienter les actions sur le territoire au meilleur des connaissances actuelles. » (Fredette, 2007).

Par contre, malgré que la précision absolue des modélisations ne soit pas un objectif en soi, il est tout de même souhaitable de choisir la méthode qui permettra d'obtenir les prédictions les plus représentatives de la réalité. C'est pourquoi l'utilisation plus générale d'une approche empirique, comme celle développée par le Dr Carignan, ou de bilan de masse (explicite), comme le proposent les modèles ontariens, doit être adressée en fonction du milieu dans lequel se déroule l'étude de capacité de support. Ainsi, il est opportun de choisir le modèle qui fournira les prédictions les plus représentatives de la réalité, d'où la nécessité de comparer les résultats que fournissent les différents modèles sur le phosphore total avec les données mesurées dans les lacs de la région ciblée aux fins d'étude.

*« The models are regionally specific and must be validated against local conditions before they can be used with confidence. In addition, assumptions guiding anthropogenic loading estimates and watershed implementation are open to some debate on both **empirical and mechanistic** grounds and should be addressed before beginning any management exercise.» (Hutchinson, 2002).*

C'est pourquoi, malgré que l'analyse effectuée dans cette section nous fournit de bonnes indications sur les avantages et désavantages des différentes méthodes pour le calcul de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore, la priorisation d'une certaine procédure par rapport à une autre doit obligatoirement passer par une validation des pouvoirs prédictifs des différents modèles à l'aide des données « terrains ».

*« The methods outlined in this document should be viewed with the caveat that many of the methods described were developed for certain water types, and to answer specific question. They may have underlying assumptions regarding the topography, geology and climate of those areas, as in the case for the LAKECAP, and may require further development and **validation for individual regions**. Although many of these methods are applicable to different areas, care must be taken in selecting a method that is both applicable to specific water type and realistic to the user needs. »* (Environnement Canada, 2004).

Un exercice de ce genre fut récemment réalisé pour la région spécifique des Laurentides au Québec et vous sera présenté dans la prochaine section. Suite à l'examen des constats de cette étude, il sera alors possible de statuer plus clairement, dans le cadre de ce mémoire, sur la procédure qui semble la plus adaptée afin d'effectuer l'analyse de la capacité de support des apports en phosphore pour les lacs de cette région.

3. VALIDATION DES MODÈLES

Application régionale des modèles théoriques pour le calcul de la capacité de support L'exemple des Moyennes Laurentides (Québec, Canada)

Les modèles de capacité de support développés en Ontario, qui semblent avoir du succès depuis 30 ans dans cette province, intéressent depuis longtemps les gestionnaires du Québec. C'est aussi pour cette raison que des efforts afin de développer un modèle spécifique au Québec ont été tentés par le passé, à l'aide du modèle développé par le MRNQ et plus récemment via l'étude sur le « *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* », menée par le Dr Richard Carignan et le Dr Yves Prairie.

Par contre, une étude approfondie de l'utilisation d'un modèle par rapport à un autre au Québec devait nécessairement passer par un examen des applications qu'ils permettaient pour une région donnée. Les pouvoirs prédictifs des différents modèles, lorsque calibrés avec les données du territoire d'une région, devaient être validés.

Dans cette optique, un projet pilote, ayant pour titre « *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* » (projet SIADL CS), s'est récemment déroulé pour la région des Laurentides. Le but de ce projet était principalement de tester l'application possible des modèles de capacité de support (Dillon et Rigler, de DMM et de Carignan) sur les lacs de cette région. Issue du milieu municipal, cette initiative complète parfaitement celle du gouvernement provincial (MDDEP) dans le développement d'un modèle théorique pour les Laurentides, ayant pour but de tester une application régionale et d'analyser les possibilités d'intégration du concept de

capacité de support aux apports en P , aux modes d'aménagement du territoire et d'urbanisme au Québec. Les grandes lignes et résultats de ce projet furent tout récemment diffusés publiquement lors du deuxième Forum national sur les lacs organisé par le Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) en juin 2008 et vous seront présentés dans la section qui suit.

3.1 Brève présentation de la région des Laurentides

La proximité de Montréal, combinée à la richesse des milieux naturels et des paysages, fait de la région des Laurentides un endroit grandement convoité pour les développements résidentiels, récréotouristiques et de villégiature. L'évolution socio-économique de la région est en partie basée sur ce genre d'utilisations du territoire. Par exemple, 7 % des recettes du tourisme au Québec se récolte dans les Laurentides, faisant de cette région la troisième en importance fréquentée par les touristes, après Montréal et Québec. Ainsi, depuis plusieurs décennies, la région des Laurentides est en constante expansion démographique et économique. En effet, on y retrouve le plus important essor démographique au Québec, et ce, depuis 1991 (*MRC des Laurentides, 2000*).

Par ailleurs, cette même région détient sur son territoire une richesse exceptionnelle : l'eau douce, comptant plus de 7000 lacs (*CRE Laurentides, 2007*).

« La région des Laurentides comptabilise sur ses 22 000 km² des milliers de lacs, ce territoire est si vaste qu'on ne peut déterminer le nombre exact de lacs. Les municipalités participantes en ont dénombré 2381 dont 1201 sans habitation (50 %). C'est la MRC d'Antoine-Labelle, avec ses 1046, qui possède le plus de lacs, et 56 % sont inoccupés. Dans la MRC Pays d'en - Haut les lacs non habités ne représentent que 13 %. 51 % des municipalités utilisent un lac comme source d'eau potable pour alimenter en totalité ou en partie le réseau d'aqueduc municipal. Dans la MRC Laurentides, le pourcentage monte à 69 %. Il apparaît donc primordial de préserver ces

ressources, tant sur le plan économique, écologique que social afin de transmettre un patrimoine naturel viable et sain aux générations futures. » (CRE Laurentides, 2007).

C'est pourquoi les pressions engendrées par un développement accru autour des plans d'eau se font de plus en plus sentir et ont des impacts sur la qualité de ces derniers. Selon le Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR) du Québec (MAMR, 2007c) :

« [L] 'activité de villégiature peut entraîner des impacts négatifs sur le milieu naturel :

- pression sur le milieu naturel qu'exerce une densité trop importante en bordure d'un plan d'eau;
- problèmes potentiels de contamination du milieu naturel (par ex. : installations septiques, dépotoirs sauvages, déboisement excessif, etc.);
- problèmes d'érosion liés aux routes et aux autres voies d'accès. L'aménagement de routes et l'entretien des fossés de drainage peuvent avoir autant d'impact qu'un mauvais aménagement de la bande riveraine par les particuliers;
- difficultés d'application de normes minimales relatives à la protection des rives et du littoral, principalement lorsque les terrains sont de superficie inférieure aux exigences actuelles ou lorsque les propriétaires ne comprennent pas la nécessité de respecter le milieu naturel;
- privatisation excessive de la rive et perte d'accès public;
- dégradation des paysages;
- dégradation de la qualité de l'eau de surface et souterraine et impacts sur la santé humaine (par ex. : présence de fleurs d'eau de cyanobactéries);
- eutrophisation accélérée des plans d'eau à la suite des apports en substances nutritives découlant d'activités humaines dans les bassins versants;
- dégradation des milieux aquatiques, perte de potentiels écologiques. »

Au cours de l'été et l'automne 2007 seulement, une soixantaine de lacs des Laurentides furent touchés par la problématique des cyanobactéries, ce qui en a fait la région la plus touchée au Québec par ce phénomène (www.mddep.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/milieux_affectes/resultats.asp). La présence de cyanobactéries ou algues bleu-vert dans les lacs a créé une onde de choc au niveau social et a soulevé de nombreuses inquiétudes et questionnements de la part des citoyens et riverains.

« Tel que mentionné précédemment, la ressource en eau est une, sinon la principale richesse des Laurentides. Tout le développement des Moyennes Laurentides s'est effectué autour de l'eau et de la forêt jusqu'au développement de l'offre récréotouristique, qui là encore, est axée en bonne partie autour de l'eau. Les principales industries des Laurentides ont un lien avec l'eau (embouteilleur, papetière, etc.) alors qu'on retrouve une part importante de l'assiette fiscale municipale en bordure des lacs et des cours d'eau. L'offre d'activités récréotouristiques est, elle aussi, en lien direct avec l'eau durant la période estivale. La venue des problématiques d'eutrophisation et de contamination de l'eau par les cyanobactéries et la réaction qu'elle a engendrée n'a fait que confirmer ce phénomène. De plus, cela a affecté grandement tout l'aspect social qui règne autour des lacs. En effet, plusieurs résidents se sont vus interdire l'accès à « leur » lac tout comme la possibilité d'y puiser de l'eau pour la lessive, le lavage, les douches et même la consommation par risque pour la santé. D'autres ont dû déménager suite à la « mort de leur lac », qui est passé d'un beau petit lac à un marais en quelques années. » (SIADL, 2007).

3.1.1 La problématique de l'agriculture dans les Laurentides

Le but de ce mémoire est ultimement de discuter de l'utilisation du concept de capacité de support aux apports en P à un lac, dans une perspective d'amélioration de l'aménagement du territoire. Les principaux acteurs responsables de l'aménagement du territoire sont les MRC et les municipalités. Les décisions qu'ils ont à prendre et les problématiques auxquelles ils font face touchent surtout la gestion du développement, du récréotourisme et de la villégiature. Comme mentionné précédemment, dans une

région comme les Laurentides l'agriculture est quasiment absente du territoire, contrairement à une région comme l'Estrie.

Ainsi, malgré l'impact non négligeable des apports agricoles sur l'eutrophisation des plans d'eau, cette problématique doit être traitée à part, car elle implique un nombre d'intervenants beaucoup plus grand, mentionnons le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) ainsi que l'Union des Producteurs Agricoles du Québec (UPA), au-delà des compétences des municipalités et des MRC. Ainsi, l'amélioration des pratiques agricoles en bordure des plans d'eau requiert des changements majeurs, sur une échelle de temps beaucoup plus longue, impliquant des décisions à plusieurs niveaux politiques, économiques et sociaux qui ne relèvent pas en majeure partie des municipalités.

« Les problèmes de l'agriculture viennent surtout du fait que souvent on consacre une superficie majeure du bassin versant à l'agriculture. On ne devrait jamais faire ça, on devrait toujours mélanger, on devrait toujours faire de l'agroforesterie. (...) Avant de faire un changement de cette ampleur-là sur le territoire au Québec, cela ne peut pas prendre moins d'une centaine d'années. Parce qu'il y a des mentalités à changer (...) » (Carignan, 2007).

Par ailleurs, la problématique de pollution des milieux aquatiques par les apports en P en provenance des milieux agricoles s'applique plus au niveau des rivières que des lacs et est concentrée dans les régions situées au sud du fleuve Saint-Laurent, telles que l'Estrie et la Montérégie. La capacité de support des rivières et des lacs est très différente, n'ayant pas du tout la même hydrologie, les rivières étant des systèmes dynamiques avec un renouvellement constant de la masse d'eau. Cette problématique est déjà étudiée par les différents ministères (Gangbazo, 2005), qui font partie des principaux intervenants habilités à intervenir dans ce domaine.

3.2 Projet pilote d'application dans les Laurentides : « Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore » (SIADL, 2007)

3.2.1 Description du projet

Le projet de développement d'une « *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* » (projet CS SIADL) fut mis sur pied en 2007, grâce à une initiative régionale datant de 2003 et nommée SIADL. Le projet géomatique SIADL « *est issu d'un effort des MRC d'Argenteuil, des Laurentides, des Pays-d'en-Haut et de la Rivière du Nord de créer un SIG régional voué à l'amélioration des connaissances du territoire dans le but d'encadrer le développement régional dans une perspective de développement durable.* » (SIADL, 2007). Dans le cadre de SIADL en 2005, les 4026 lacs du territoire furent caractérisés en fonction du cadre écologique de référence, développé par le Ministère de l'Environnement de l'époque, et de nombreuses données furent ainsi acquises sur les lacs, dont la délimitation de tous les bassins versants et l'acquisition d'information sur la pédologie, la morphologie et l'hydrologie des lacs des Laurentides. De plus, une cartographie de l'occupation du sol fut réalisée. Quatre ans plus tard, en 2007, étant donné la quantité de données sur les lacs et bassins versants dont elles disposaient, les quatre MRC étaient bien outillées afin d'entamer un projet consistant à valider les modèles de capacité de support existants sur le territoire des Laurentides.

« (...) le projet SIADL a permis au cours des dernières années de rassembler, en un endroit, une multitude d'informations sur le territoire des MRC. On dénombre actuellement plus de 600 couches d'informations, allant de l'occupation du sol subdivisé en une trentaine de classes au modèle d'élévation numérique de terrains au nombre d'habitations. Toutes ces données réunies nous permettent désormais de croire qu'il est possible d'évaluer la capacité de support des lacs des 4 MRC partenaires ou, à tout le moins, tenter de la calculer. » (SIADL, 2007).

Ainsi, dans le cadre de ce projet, les modélisations sur les apports en phosphore total que fournissent les modèles de capacité de support existants seront comparées aux données de phosphore mesurées sur 70 plans d'eau des Laurentides. Ces données proviennent principalement de deux sources : du programme de Réseau de surveillance volontaire des lacs de villégiature (*RSV Lacs*) ainsi que des recherches du Dr Carignan, qui depuis plusieurs années, étudie les lacs des Laurentides. Les modèles mis à l'épreuve dans le cadre de ce projet sont donc (Gravel, 2008) :

De type bilan de masse :

- ◇ la version de 1994 du modèle de Dillon et al.
- ◇ le modèle de *DMM* de 2005
- ◇ un modèle de bilan de masse adapté, à l'aide des coefficients développés par le Dr Carignan en 2007
- ◇ un modèle adapté par le groupe *SIADL*

De nature empirique :

- ◇ un modèle empirique simple à partir des données de la *BDTQ*¹⁸
- ◇ le modèle empirique de Carignan avec le volume
- ◇ le modèle empirique de Carignan avec le *COD*

Afin de mener à bien la réalisation de ce projet, deux équipes de travail furent formées, soit l'équipe « scientifique et technique » ainsi que l'équipe « aménagement ».

¹⁸ Base de données topographiques du Québec

Voici leurs rôles respectifs (SIADL, 2007 et Gravel, 2008) :

Équipe scientifique et technique

- mettre en œuvre les modélisations
- structurer les données
- colliger les données et les présenter
- analyser les modèles existants ou en voie de l'être (*Dillon, DMM et Carignan*)
- analyser les résultats en comparaison avec les données d'échantillonnage
- travailler afin d'adapter les valeurs des constantes dans les modèles à la réalité des Laurentides
- valider le travail effectué
- aider l'équipe de recherche dans ses démarches
- prise de décisions en lien avec les résultats des modélisations
- justifier les limites d'application des modèles

Équipe aménagement

- cheminer vers l'application de ce type d'outils comme encadrement au développement (réglementation et changement de comportements des élus et gestionnaires)

Cet exercice de concertation rassemble donc des acteurs en provenance des organismes et entités suivants : l'Agence de bassin versant de la Rivière du Nord (*Abrinord*), le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (*MDDEP*), le Ministère des Affaires Municipales et des Régions (*MAMR*), le Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (*MRNF*), la MRC des Laurentides, la MRC d'Argenteuil, la MRC des Pays-d'en-Haut, la MRC de la Rivière-du-Nord, l'Université de Montréal ainsi que le CRE Laurentides. Le projet dans son ensemble est géré par *l'Abrinord* (Gravel, 2008).

Les résultats de ce projet, qui est terminé depuis le printemps 2008, furent diffusés dans le cadre du 2e Forum national sur les lacs tenu les 4, 5 et 6 juin dernier. Par ailleurs, les différents partenaires rencontrés dans le cadre de ce mémoire ont permis d'améliorer la compréhension et de détailler les résultats de ce projet. Ces derniers vous seront

présentés dans le chapitre qui suit et permettront d'effectuer une réflexion plus approfondie sur les possibilités d'utilisation et d'application des modèles de capacité de support.

3.2.2 Pouvoirs prédictifs des modèles de capacité de support pour les Laurentides - Résultats du *projet CS SIADL*

Dans la mesure où les résultats de ce projet n'ont pas encore été publiés dans leur intégralité, tout comme l'étude théorique menée par le Dr Carignan pour la région des Laurentides, un constat sommaire sera effectué, à l'aide des résultats actuellement disponibles. Il sera éventuellement possible de consulter les différentes études dans un futur rapproché.

Ainsi, de grandes tendances semblent se dégager de la validation à l'aide des données « terrains », des modèles théoriques pour le calcul de la capacité de support des lacs des Laurentides aux apports en phosphore.

Voici un tableau résumant les points principaux qui ont ressorti de la comparaison des modèles suite à leur validation (Gravel, 2008) :

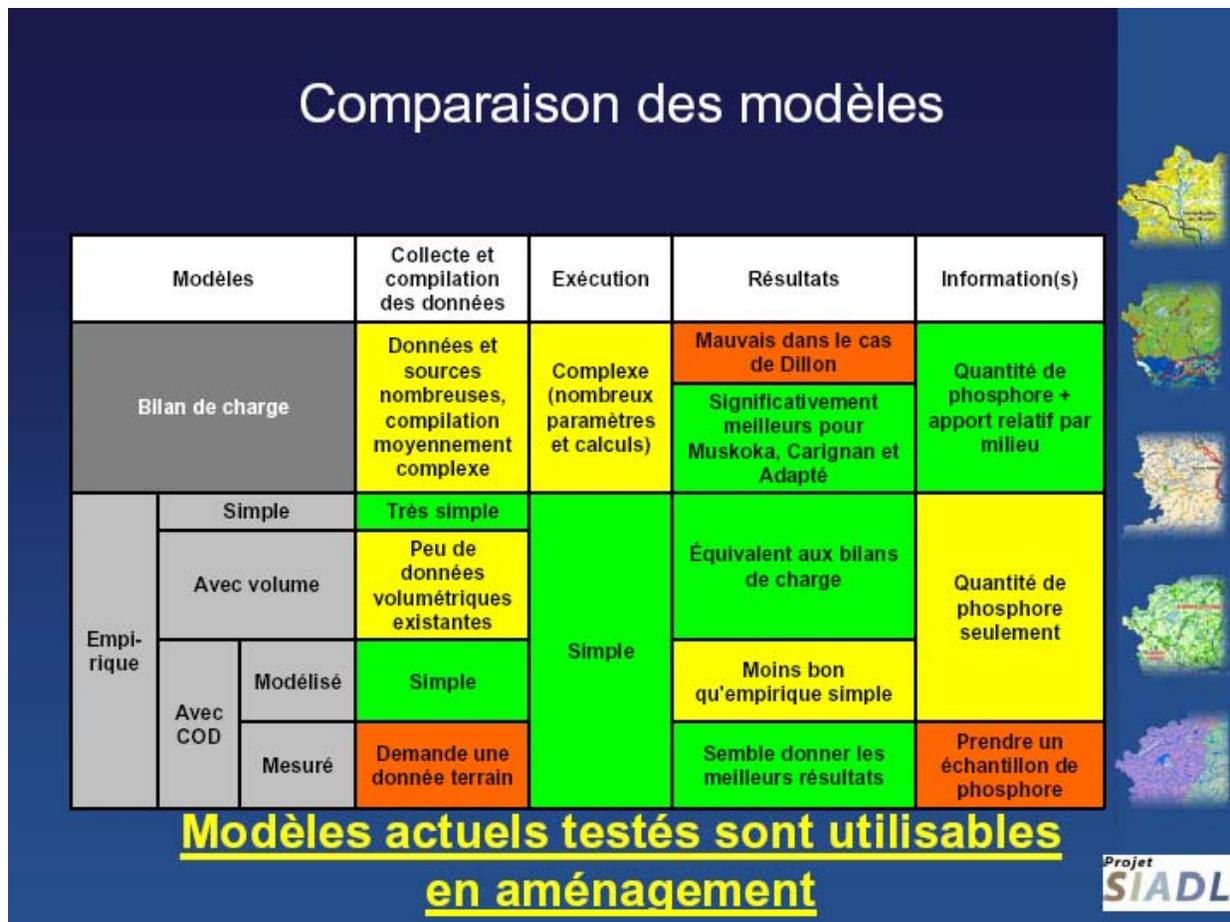


Figure 13 : Comparaison des modèles pour le calcul de la capacité de support des lacs aux apports en *P* suite à leur validation pour les lacs des Laurentides (Gravel, 2008).

Tout d'abord, au niveau des données nécessaires au fonctionnement des modèles, cette étude vient confirmer le désavantage éminent qui découle de l'utilisation des modèles de type bilan de masse (bilan de charge ou explicite) par rapport à l'utilisation des modèles empiriques, comme discuté dans la section 2 de ce document. Ainsi, les modèles empiriques semblent beaucoup plus simples à utiliser. Par contre, le modèle empirique se basant sur un paramètre tel que le volume du lac, apporte une contrainte supplémentaire à son utilisation, car très peu de données existent actuellement concernant ce paramètre, qui est complexe à mesurer sur le terrain.

Pour ce qui est de la validation des modèles, qui consiste à évaluer le degré de précision des prédictions sur les valeurs des concentrations en *P* total qu'ils permettent d'obtenir par rapport à celles mesurées directement dans les lacs des Laurentides, il semble tout d'abord évident, que le modèle explicite de Dillon et al. « *ne représente pas la dynamique du P dans les lacs et bassins versants du Québec* » (Roy et al., 2008). Le modèle qui semble fournir les prédictions les plus proches de la réalité serait plutôt le modèle empirique développé par le Dr Carignan, comportant le paramètre du *COD* mesuré. Ainsi, les avantages de l'utilisation de cette formule, mentionnés dans la section précédente, semblent se refléter ici, dans l'analyse de ce modèle à l'aide des données d'une région.

« J'apprécie les travaux de Dr Carignan pour une chose, c'est que s'ils me permettent d'avoir un signal bonifié, un pouvoir prédictif supérieur. (...) le modèle empirique, nous permet d'arriver à des valeurs exactes et relativement satisfaisantes, puis si l'on rajoute le COD mesuré, on arrive à plus ou moins 20 % d'erreurs, ce qui est très bon. » (Dufour, 2008).

De façon plus générale, en ce qui a trait aux applications possibles et informations que nous permettent d'obtenir les modèles, comme mentionné précédemment dans la section sur la comparaison des modèles, les modèles de bilan de charge ont l'avantage de permettre une évaluation relative de la contribution des différentes sources de phosphore du bassin versant, ce qu'il est impossible de faire à l'aide des équations empiriques, malgré leur degré de précision supérieur pour les prédictions sur les apports en phosphore.

Bref, ce projet a réussi à confirmer l'hypothèse que les modèles pour l'évaluation de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore sont utilisables pour la région des Laurentides, démontrant une précision acceptable et fournissant

l'information nécessaire afin de guider certaines décisions d'aménagement du territoire autour des plans d'eau, mis à part en ce qui concerne le *modèle de Dillon et al.* de 1994.

« *Les résultats sont jugés satisfaisants pour l'utilisation en aménagement* » (SIADL, 2008).

Par contre, ces modélisations doivent être utilisées avec prudence et ne sont pas assez précises pour calculer, par exemple, un nombre d'habitations donné qu'il est possible de construire autour d'un lac, sans affecter sa santé. Ce point sera discuté plus en détail dans la section 2 du prochain chapitre. Ainsi, les modèles de capacité de support représenteront plutôt un outil parmi d'autres afin de guider les décisions d'aménagement du territoire. Ces modèles ne pourront pas se substituer aux études plus approfondies des milieux tels que les plans directeurs de l'eau par bassin versant, par exemple, ou bien les études d'impacts environnementaux. Ils s'avèreront plutôt être un bon complément d'information.

Par contre, les **modèles empiriques** auront leur utilité afin de (Roy et al., 2008) :

- ◇ estimer l'augmentation relative de la concentration en P par rapport à la situation naturelle
- ◇ évaluer l'impact relatif d'un changement dans l'affectation du territoire sur la concentration en P

De leur côté, les modèles de **bilan de masse** ou explicites pourraient servir à (Roy et al., 2008) :

- ◇ donner une indication de l'importance relative des différentes sources de P pour un plan d'eau (bilan des charges en P)

Enfin, une des conclusions du *projet CS SIADL* est que l'application des modèles de capacité de support en aménagement du territoire est de la responsabilité des MRC et des municipalités. Reste à voir comment les constats d'une telle étude pourront s'intégrer aux outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme à la disposition de ces entités régionales et locales, sujet qui sera discuté dans le prochain chapitre de ce mémoire.

3.2.3 Limites des modèles pour leur utilisation au Québec et dans les Laurentides

Malgré que la possibilité d'utilisation des modèles pour la région des Laurentides fut confirmée, il est important de garder en tête que ces derniers ne représentent pas la panacée et la solution ultime qui permettra d'aménager le territoire des bassins versants.

Tout d'abord, la validité des constats, que permettent d'effectuer les calculs de capacité de support, dépend intimement de la qualité des données en phosphore mesurées dans les lacs à l'étude et d'occupation du territoire de leur bassin versant. Afin de les calibrer en fonction de la réalité régionale, les modèles utilisés doivent être validés avec des données en phosphore rigoureuses et nombreuses. Ainsi, il est impératif que les coefficients d'exportation pour le *P* utilisés soient le reflet de la situation géographique et physique de la région étudiée. Par ailleurs, l'occupation du territoire étant en constante évolution, particulièrement dans la région des Laurentides qui subit actuellement le plus fort taux d'expansion au Québec, les proportions de chaque utilisation du territoire intégrées dans les calculs demandent à être fréquemment réévaluées, afin de refléter le plus possible la situation qui prévaut au moment de

l'étude. Ainsi, les modèles de capacité de support fournissent des indications pour un temps donné et la capacité de support d'un lac doit être souvent recalculée.

Par ailleurs, tel que mentionné précédemment dans la section 2.2 du présent chapitre, sur la comparaison des variables d'utilisation du territoire considérées dans les calculs, les modèles actuels pour le calcul de la capacité de support en P d'un lac de type « bilan de masse » n'incluent pas certaines variables d'utilisation du territoire telles que les sources d'érosion et de ruissellement présentes dans les bassins versants des lacs (routes, fossés, etc.). Étant donné que le P à l'état naturel se retrouve principalement associé aux particules du sol, il pourrait être très intéressant de tenir compte des foyers d'érosion dans les calculs. De plus, la région des Laurentides contient une forte proportion de sols minces et de pentes fortes, ce qui accentue de façon considérable ce phénomène.

Enfin, il est important de rappeler que les modèles testés pour la région des Laurentides ne peuvent être utilisés pour les bassins versants où de l'agriculture est présente. Aussi, les modèles mériteraient éventuellement d'être validés à l'aide de données provenant de lacs non développés, ce qui pourrait aider à améliorer leur calibration et précision.

4. RÉFLEXION FINALE SUR L'UTILISATION D'UN MODÈLE THÉORIQUE POUR LES LAURENTIDES

En résumé, les acteurs rencontrés, qui ont analysé les modèles théoriques selon les différentes approches de bilan de masse et empirique, semblent arriver à la conclusion que ces deux types de modélisations seraient nécessaires afin d'effectuer une analyse complète et une application du concept servant à évaluer la capacité de support d'un lac aux apports en P .

En effet, une analyse de bilan de masse serait tout de même importante, dans un deuxième temps, suite à l'utilisation d'un modèle empirique, afin de cibler les actions correctrices à entreprendre dans un bassin versant. L'avantage d'utiliser tout de même un modèle empirique en premier lieu est de simplifier les calculs pour les lacs qui ne sont pas en danger et aussi d'augmenter le degré de précision des prédictions. Ainsi, un premier tri pourrait être effectué à l'aide du *modèle empirique de Carignan* et de sa formule pour calculer la concentration naturelle en fonction du COD , permettant ainsi de classer les lacs en fonction de leur situation actuelle par rapport au seuil en P qui sera fixé. De cette façon, la procédure beaucoup plus complexe et lourde qui nécessite l'utilisation d'un modèle de bilan de masse, ne serait utilisée que pour les lacs jugés comme étant en danger ou ayant dépassé leur capacité de support en P . Cette approche va un peu dans le même sens que celle proposée par le *MRNQ* en 1979, qui classe les lacs en fonction de quatre degrés d'exploitation et fait varier la précision des calculs en fonction de ces catégories.

« C'est exactement une des conclusions du projet SIADL. C'est que l'on va utiliser les deux modèles. On utilise un modèle pour avoir la meilleure prédiction, mais pour le découpage, le raffinage, on utilise le bilan de masse. (...) C'est pour ça qu'à la fin on s'est dit : on va utiliser les deux modèles, un pour vraiment prédire le plus précisément la valeur, ça va être le modèle empirique avec le COD calculé, et quand on va vouloir décortiquer, on « roule » notre bilan de masse. (...) je vais utiliser le modèle qui me donne le meilleur signal qui est « Carignan + COD », disons que mon erreur est plus ou moins 20 %, je vais pouvoir cibler avec ça ce qu'on appelle mes lacs les plus problématiques. En fonction de ces données-là, je vais pousser mon bilan de masse pour décortiquer ce qui se passe au niveau de ces lacs-là. (...) C'est comme ça que je le vois, les deux vont me servir à analyser mes projets. » (Dufour, 2008).

Par ailleurs, la principale préoccupation de M. Dufour, biologiste de la MRC des Laurentides, est de quantifier avec précision « l'état zéro » en phosphore ou la concentration naturelle des lacs, pour ensuite pouvoir comparer cette valeur à la situation actuelle. De plus, ce responsable de l'aménagement du territoire émet la possibilité de développer un indicateur qui consisterait à comparer les concentrations naturelle et actuelle en *P* d'un lac, par rapport à une échelle de temps durant laquelle s'est généré le changement, afin de pouvoir déterminer les lacs les plus problématiques.

*« (...) je veux avoir le meilleur modèle qui va me prédire l'état zéro. L'état zéro, c'est l'état naturel. C'est ça que je veux savoir. Ce que je veux c'est dire, voici, l'état zéro de ce lac était de 3 ug/L en *P* et là on est rendu à 10. (...) une fois que je suis capable de prédire l'état zéro, c'est de voir l'évolution qui s'est faite sur une échelle de temps, la période (...) C'est cette période de temps qui m'intéresse. Si l'on me dit que le lac est passé de 3 à 5 ug/L en *P*, mais en 1 an, 2 ans, c'est sûr que c'est alarmant. (...) C'est pour ça que moi, mon inquiétude est de savoir, est ce qu'on est bien capable de prédire l'état zéro? (Dufour, 2008).*

C'est pourquoi, avant d'être utilisée à grande échelle, il semblerait pertinent de tester la validité de la formule pour le calcul de la concentration naturelle en *P* à partir du COD développée par le Dr Carignan, sur des lacs non développés.

De plus, pour les modèles de bilan de masse utilisés, il faudra bien entendu, avoir des coefficients d'exportation pour le phosphore qui ont été validés, pour les Laurentides ou la région à l'étude. Principalement, il reste encore à pousser nos connaissances sur la rétention du phosphore par les sols ainsi que sur l'exportation du phosphore en provenance des installations septiques. À ce sujet, il est bien important de confirmer que le coefficient d'exportation pour le *P* en provenance des installations septiques suggéré par l'étude du Dr Carignan représente une valeur obtenue dans le lac, soit après rétention des sols.¹⁹ Ce coefficient mériterait aussi d'être appuyé par d'autres études. En effet, il semble que certains consultants du secteur privé, qui travaillent depuis plusieurs années au niveau des systèmes de traitements sanitaires, pourraient possiblement détenir ce genre d'information. Il est aussi possible de croire que le gouvernement provincial québécois travaillera de plus en plus, notamment dans le cadre de son « *Plan d'action sur les algues bleu-vert* » (voir annexe 1 et chap.III section 1.2.2), en partenariat avec ces différents acteurs, afin d'améliorer le partage de l'information, qui semble être une avenue des plus prometteuse, afin de pouvoir raffiner les modèles de capacité de support. C'est l'une des raisons pourquoi le MDDEP doit jouer un rôle actif dans la définition d'un cadre théorique fiable pour le calcul de la capacité de support d'un lac aux apports en *P*, qu'il pourra ensuite reléguer au monde municipal ainsi qu'au secteur privé, aux fins d'application. Le gouvernement a un rôle important de centralisateur de l'information et peut stimuler le partage de la connaissance et du savoir.

¹⁹ Confirmé par le Dr Carignan le 18 mai 2008

En terminant, la question du seuil qui sera choisi, soit celui du pourcentage de phosphore qu'il sera possible d'ajouter à la concentration naturelle en *P* d'un plan d'eau afin de déterminer sa capacité de support, demeure toujours. Cela sera-t-il 50 %, comme le recommandent le gouvernement fédéral et provincial ainsi que les études de capacité de support ontariennes, ou plutôt 10 %, comme le suggère Richard Carignan pour les Laurentides? Rien n'est encore décidé. Comme le mentionnait Serge Assel du MDDEP, cela devra être un choix de société, selon l'utilisation actuelle et future et le degré de préservation que nous voulons pour nos plans d'eau.

« Pourquoi l'on ne dirait pas, certains lacs, parce qu'ils sont dans des zones de villégiature et de récréotourisme, on est plus sévère sur la capacité de support, par exemple ils ne peuvent pas dépasser 10 % de leur capacité naturelle. À certains autres endroits, on est en milieu plus urbain, peut-être que c'est 50 %, je ne sais pas? C'est des choix de société ça, c'est à nous de décider ça. (...) Alors est-ce qu'on va décider que les lacs de tête par exemple, ne peuvent pas supporter plus que 15 % de leur niveau naturel, ça peut être un choix. Que les lacs secondaires de deuxième ordre on peut leur donner 25, c'est des choses que l'on va devoir déterminer... » (Assel, 2007).

M. Dufour pense tout de même que cela risque plus d'être proche du 10 % que du 50 %.

« (...) le 50 %, il y a probablement un questionnement, on laisse ça beaucoup plus au MDDEP. (...) c'est sûr qu'il va y avoir un seuil et je pense que ça va être pas mal plus proche de ce que Dr Carignan suggère. » (Dufour, 2008).

III.

L'INTÉGRATION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT AUX MÉTHODES D'URBANISME ET D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

L'analyse des modèles théoriques effectuée dans le chapitre précédent et la confirmation de la possibilité d'utiliser de tels outils afin de guider les décisions d'aménagement du territoire nous amènent à pousser la réflexion sur les possibilités d'intégration des constats découlant de ces études aux outils d'urbanisme et d'aménagement du territoire actuellement utilisés par les Municipalités Régionales de Comtés (MRC) et les municipalités au Québec. En effet, si l'objectif premier de ces modèles est de fournir un outil supplémentaire d'aide à la décision pour les gestionnaires, il est primordial de réfléchir à l'utilisation de ces modèles par le milieu municipal. Ainsi, une analyse complète de l'utilisation des modèles de capacité de support passe par un examen des outils d'aménagement du territoire dans lesquels ce concept pourra s'insérer. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle le *projet de CS SIADL* a mis sur pied dans le cadre de son projet une table d'application qui a pour mandat de se questionner à ce sujet.

Les différents acteurs locaux possèdent-ils les outils d'aménagement et d'urbanisme adéquats qui leur fournissent les pouvoirs d'intervenir à ce sujet sur leur territoire? Le milieu municipal québécois détient-il les outils techniques, au niveau des données disponibles ainsi que les ressources financières et humaines suffisantes, afin de veiller à l'application du concept de capacité de support sur leur territoire?

Afin d'apporter une certaine lumière à ces questions, certains efforts actuels municipaux et locaux, effectués dans le but d'une éventuelle intégration de ce concept à l'aménagement du territoire seront présentés dans ce chapitre. L'exemple de la MRC des Laurentides, intervenant majeur dans le *projet CS SIADL*, autant au niveau du développement d'un modèle théorique que dans la table d'application, sera exposé. Au niveau municipal, l'avancement de la Ville de Mont-Tremblant, située sur le territoire de la MRC des Laurentides et qui collabore étroitement avec cette dernière sera évoqué. Un urbaniste de la Ville de Mont-Tremblant, ayant participé activement à la récente refonte des règlements d'urbanisme de la Ville nous donnera son point de vue. La MRC des Laurentides et la Ville de Mont-Tremblant sont actuellement deux entités municipale et régionale qui démontrent une forte volonté politique pour l'utilisation des modèles de capacité de support afin de mieux gérer leur territoire.

En dernier lieu, la Fédération des lacs de Val-des-Monts, en Outaouais, a aussi proposé en 2007 une approche complète pour la mise en place d'un outil de gestion du développement en lien avec la capacité de support des lacs aux apports en *P* de son territoire. Les applications proposées dans le cadre de l'utilisation de cet outil, sur le territoire de la municipalité de Val-des-Monts, seront également présentées.

Bref, les propos sur l'utilisation des modèles théoriques de capacité de support de ces acteurs seront exposés. Cette réflexion permettra de conclure sur les possibilités et la pertinence de l'utilisation de ce concept au Québec, plus particulièrement pour une région comme les Laurentides.

Avant de se lancer dans les études des cas, il semble essentiel de passer en revue les outils actuels provinciaux et municipaux, autant dans une perspective de

planification que de réglementation, qui permettent actuellement aux MRC et municipalités d'intervenir sur l'aménagement de leur territoire en fonction de la protection des plans d'eau dans une perspective de gestion du développement des bassins versants.

« La capacité de support des lacs

Les activités humaines dans les bassins versants des lacs entraînent à divers degrés une augmentation de la quantité de matières nutritives dans les lacs qui peut accélérer leur eutrophisation (...). L'augmentation de la concentration en phosphore est particulièrement critique puisqu'il s'agit de l'élément qui favorise la croissance des algues et des plantes aquatiques. Le contrôle et la réduction des apports en phosphore sont donc des enjeux majeurs pour la protection des lacs. La notion de « capacité de support » des lacs permet de préciser ces enjeux, surtout en regard de la gestion. En effet, la capacité de support des lacs s'exprime concrètement par les apports en phosphore qu'un lac peut recevoir tout en maintenant les concentrations dans l'eau à un niveau limitant son eutrophisation.

Des travaux ont été réalisés depuis les années 1970 afin de développer des modèles d'eutrophisation (ou modèles de capacité de support) expliquant et quantifiant la dynamique des apports en phosphore et sa concentration dans les lacs. Les outils d'aide à la prise de décision élaborés à partir de la modélisation visent notamment à déterminer la concentration naturelle en phosphore et à évaluer l'importance des apports en phosphore associés aux différentes utilisations du sol et à l'occupation humaine. Ces informations permettent d'estimer le développement possible ou d'évaluer les efforts à consentir pour réduire les apports en phosphore afin de respecter la capacité de support des lacs. Malgré les limites actuelles de ces outils, **leur utilité est indéniable en ce qui a trait à la planification et à la gestion de la villégiature**. Plusieurs applications basées sur les modèles existants sont actuellement utilisées ou sont en développement. Des travaux sont également en cours afin de développer des modèles mieux adaptés au contexte québécois. Des MRC conduisent à cet égard des projets porteurs afin de tenir compte de la capacité de support des lacs dans la prise de décision.

Le développement de modèles plus précis et plus représentatifs des lacs du Québec devrait améliorer la performance des applications et, conséquemment, leur utilisation. Tout en étant conscientes des limites des outils, les **MRC et les municipalités** devraient graduellement s'inspirer d'une telle approche afin de mettre de l'avant les principes de **l'aménagement et de la gestion du territoire qui tiennent compte de la capacité de support.** »

Citation tirée du document : « *Planification et gestion des lieux de villégiature* » (MAMR, 2007c). Page 13

1. OUTILS ACTUELS DE LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU PAR BASSIN VERSANT (*GIEBV*) AU QUÉBEC

Dans cette section, seront présentés les outils qui permettent aux différents responsables de l'aménagement du territoire, d'encadrer leurs décisions en ce qui concerne la protection des milieux aquatiques et la gestion des interventions présentes dans leurs bassins versants. Ainsi, les différents outils provinciaux et municipaux, autant dans une perspective de réglementation que de planification, qui sous-tendent actuellement les décisions de ces gestionnaires seront exposés, ainsi que leurs limites.

1.1 Outils réglementaires provinciaux (Gouvernement du Québec)²⁰

1.1.1 Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (*LAU*) (L.R.Q., chapitre A-19.1)

La « Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (*LAU*) » est la loi qui guide le monde municipal dans l'adoption des grandes lignes de l'aménagement de leur territoire et la mise en place de la réglementation municipale, depuis 1979. Ainsi, les *MRC* ont l'obligation de produire un schéma d'aménagement conforme aux orientations du gouvernement en matière d'aménagement du territoire ainsi qu'un document complémentaire au schéma, qui prescrira les normes d'aménagement du territoire à inscrire aux plans et règlements d'urbanisme des municipalités situées sur le territoire de la *MRC*. Ainsi, cette loi guide les *MRC* et municipalités sur ce qui doit obligatoirement être inclus dans les schémas d'aménagement et les règlements

²⁰ Vous trouverez le contenu intégral des lois et règlements du Gouvernement du Québec cités dans ce document à l'adresse suivante : www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/home.php

d'urbanisme et sur ce qui est facultatif ou peut être pris en considération. Bref, la *LAU* donne des définitions claires sur le contenu des schémas d'aménagement et des autres outils d'aménagement de territoire qui peuvent être utilisés par les *MRC*, ainsi que sur celui des plans d'urbanisme, des règlements d'urbanisme, de zonage et de lotissement des municipalités.

De plus, dans une perspective de protection des milieux aquatiques, la *LAU*, tout comme la « Loi sur la qualité de l'environnement (*LQE*) » oblige les *MRC* de tenir compte dans leur schéma d'aménagement de la « Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (*PPRLPI*) ». Le *MAMR* donne aussi des directives sur les **normes minimales de lotissement** autour des lacs et cours d'eau, qui doivent être incluses dans les schémas d'aménagement des *MRC*. L'objectif poursuivi par ces normes est d'éviter une trop grande densification des habitations en bordure des plans d'eau. Le concept de corridor riverain est établi, sur une distance de 300 m à partir du plan d'eau, où des dimensions minimales de lots y sont dictées selon le type de prise d'eau et de traitement des eaux usées utilisé par l'habitation. Par exemple, un lot doit avoir une superficie minimale de 4000 m², si l'habitation construite sur ce lot n'est pas raccordée à un réseau d'aqueduc et d'égout (*MAMR, Guide de la prise de décision en urbanisme*²¹).

1.1.2 Loi sur les compétences municipales (*LCM*) (L.R.Q., chapitre C-47.1)

La « Loi sur les compétences municipales (*LCM*) » est en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2006. Cette loi est utilisée en environnement et gestion du territoire afin de déterminer et de clarifier les responsabilités respectives des *MRC* et celles des municipalités. Ainsi, en

²¹ Ce guide est disponible en ligne à l'adresse suivante :
www.mamr.gouv.qc.ca/amenagement/outils/amen_outi_avan.asp

ce qui a trait à la gestion des plans d'eau ce sont les « *articles 103 à 109 de la Loi sur les compétences municipales qui établissent que la composante « écoulement » des cours d'eau est de compétence exclusive des municipalités régionales de comté alors que les questions de qualité sont de compétences municipales.* » (COBALI, 2006).

Ainsi, selon la LCM, les MRC ont la responsabilité de gérer l'écoulement des cours d'eau et plans d'eau, tandis que la municipalité a des pouvoirs quant à la qualité de ces derniers.

« La municipalité locale a pour objectif de maintenir la qualité de l'eau alors que la MRC intervient dans le débit du cours d'eau. Ce qu'on regarde au niveau régional, c'est donc le lit du cours d'eau, c'est l'écoulement de cette eau-là. On doit s'assurer que s'il y a une obstruction qui se fait en amont ou en aval, on ne crée pas de préjudice par inondation ou des problématiques de sécurité. Au niveau de la municipalité locale, on intervient sur la qualité : prévention de la dégradation des rives, conservation de la diversité biologique, maintien de l'habitat, promotion de la restauration, etc. » (Supper, 2006).

De plus, l'article 4 de la LCM confère une compétence à la municipalité dans le domaine de l'environnement et l'article 19 lui permet d'adopter des règlements en matière d'environnement (LCM art.19 à 54).

1.1.3 Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) (L.R.Q., chapitre Q-2)

La « Loi sur la Qualité de l'Environnement (LQE) » fut adoptée en 1972 dans le but de protéger l'environnement québécois. L'article fondateur de cette loi, l'article 20, mentionne que « *nul ne doit émettre, déposer, dégager ou rejeter ni permettre l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet dans l'environnement d'un contaminant au-delà de la quantité ou de la concentration prévue par règlement du gouvernement.* »

À ce sujet, M. Serge Assel du MDDEP précise qu'« *Un contaminant peut être un sédiment rejeté dans un plan d'eau dont la turbidité dépasse alors la situation normale. Il ne s'agit pas uniquement d'une contamination chimique ou bactériologique, mais également physique (mise en suspension de sédiments au-delà des normes environnementales ou dépôt de sédiments à un endroit où il ne s'en produit pas normalement).* » (Assel, 2006)

Ainsi, afin d'être conséquent avec l'article 20 de cette loi, le MDDEP a établi des critères de qualité de l'eau à respecter afin de donner des lignes directrices sur les concentrations de contaminants au-delà desquelles des effets nuisibles peuvent être observés. Voici donc les critères de qualité de l'eau pour le phosphore total, établis par le MDDEP afin de prévenir l'eutrophisation des plans d'eau et cours d'eau.

Critères de qualité de l'eau et valeurs de référence pour le phosphore (exprimés en phosphore total) au Québec :

- Dans les ruisseaux et les rivières ne s'écoulant pas vers un lac : **30 µg/L**
- Dans les cours d'eau s'écoulant vers un lac dont le contexte environnemental n'est pas problématique : **20 µg/L**
- **Dans les lacs : 50 % d'augmentation par rapport à la concentration naturelle,**
 - sans dépasser un maximum de 10 µg/L pour les lacs où la concentration naturelle est inférieure à 10 µg/L
 - sans dépasser un maximum de 20 µg/L pour les lacs où la concentration naturelle est inférieure à 20 µg/L

Figure 14 Critères de qualité de l'eau et valeurs de référence pour le phosphore au Québec
www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm

De plus, deux autres articles de cette loi, soumettent obligatoirement certains types de travaux à la délivrance de **certificats d'autorisation** par le *MDDEP* (*LQE* article 22) ou **d'études d'impacts sur l'environnement** (*LQE* article 31.1), qui doivent être approuvés, au préalable, par le *MDDEP*, avant l'autorisation d'un projet.

Ainsi, l'obligation de l'obtention de certificats d'autorisation auprès du *MDDEP* s'applique notamment à « *quiconque érige ou modifie une construction, exécute des travaux ou des ouvrages, entreprend l'exploitation d'une industrie quelconque, l'exercice d'une activité ou l'utilisation d'un procédé industriel ou augmente la production d'un bien ou d'un service dans un cours d'eau à débit régulier ou intermittent, dans un **lac**, un étang, un marais, un marécage ou une tourbière.* » (*LQE*, article 22 par 2).

De plus, selon l'article 31.1 et 31.5 de la *LQE*, « *dans un lac ou un cours d'eau à l'intérieur de la limite des hautes eaux printanières, tout programme ou projet de dragage, de creusage, de remplissage, de redressement ou de remblayage à quelque fin que ce soit, sur une distance de 300 mètres et plus ou sur une superficie de 5 000 mètres carrés et plus, est assujetti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement.* » (*MAMR*, Guide de la prise de décision en urbanisme).

1.1.3.1 Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) (c. Q-2, r.17.3)

La « Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) » fut introduite à la « Loi sur la qualité de l'environnement » en 1987, permettant de mettre en relief un problème encore d'actualité aujourd'hui, soit la relation entre la dégradation des rives et l'eutrophisation des milieux aquatiques.

« (...) la survie des lacs et cours d'eau dépend non seulement de leur protection contre la pollution, mais aussi de la préservation à l'état naturel des milieux aquatiques et riverains ainsi que de la restauration des zones dégradées » (Gouvernement du Québec, 2005).

Le gouvernement reconnaît donc, par le biais de cette politique que « *les rives, le littoral et les plaines inondables sont essentiels à la survie des composantes écologiques et biologiques des cours d'eau et des plans d'eau.* » (Gouvernement du Québec, 2005). L'objectif premier de cette politique est donc d'assurer la pérennité des plans d'eau et des cours d'eau, de maintenir et d'améliorer leur qualité en accordant une protection minimale adéquate aux rives, au littoral et aux plaines inondables » (Gouvernement du Québec, 2005).

La principale ligne directrice de la *PPRLPI* est qu'elle interdit toutes les constructions ainsi que tous les ouvrages et travaux dans les rives, le littoral et les plaines inondables des lacs et cours d'eau (articles 3.1 à 3.3) et indique les exceptions qui y sont autorisées.

« La Politique édicte donc comme règle générale que toutes les interventions susceptibles de détruire ou de modifier la couverture végétale des rives, ou de porter le sol à nu, ou d'en affecter la stabilité, ou qui empiètent sur le littoral sont interdites, à l'exception de celles qui sont expressément énumérées dans les mesures relatives aux rives et les mesures relatives au littoral et si ces interventions sont compatibles avec d'autres mesures préconisées pour les plaines inondables. » (Assel, 2006)

De plus, cette politique donne des définitions claires sur des concepts essentiels à son application comme celui de rive et de la ligne des hautes eaux.

« La **ligne des hautes eaux** est la ligne qui, aux fins de l'application de la présente politique, sert à délimiter le littoral et la rive. »

« Pour les fins de la présente politique, la **rive** est une bande de terre qui borde les lacs et cours d'eau et qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux. La largeur de la rive à protéger se mesure horizontalement.

La rive a un minimum de **10 mètres** :

- lorsque la pente est inférieure à 30 %, ou ;
- lorsque la pente est supérieure à 30 % et présente un talus de moins de 5 mètres de hauteur.

La rive a un minimum de **15 mètres** :

- lorsque la pente est continue et supérieure à 30 %, ou ;
- lorsque la pente est supérieure à 30 % et présente un talus de plus de 5 mètres de hauteur. »

Figure 15 : Définition des termes : lignes des hautes eaux et rives (Gouvernement du Québec, 2005)

Par ailleurs, la *PPRLPI*, qui date de 1987, a de nombreuses fois été modifiée. En 1991, le gouvernement a étendu l'application de cette politique à l'ensemble des cours d'eau du Québec et en 1996, elle fut révisée afin d'offrir une plus grande souplesse aux *MRC* en leur permettant d'effectuer un plan de gestion des rives et du littoral de leur territoire et d'adopter des mesures particulières de protection plus sévères que celles de

la politique. Tout récemment, en 2005, elle fut encore une fois modifiée afin d'élargir le champ d'application des mesures particulières aux plaines inondables.

Ainsi, les MRC ont l'obligation d'intégrer cette politique à leur schéma d'aménagement et de développement. Les mesures relatives aux rives et au littoral de la PPRLPI doivent donc être traduites en normes dans le document complémentaire des schémas d'aménagement et de développement des MRC. Ces normes dictées par la MRC devront ensuite être transposées dans les plans et les règlements d'urbanisme des municipalités locales.

« L'élaboration, la mise en œuvre et la coordination de cette Politique incombent au ministère de l'Environnement (MENV) en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement tandis que son application est dévolue aux municipalités locales dans le cadre de leurs prérogatives en matière d'urbanisme. En vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU), les municipalités régionales de comté ont la charge d'établir dans leur schéma d'aménagement et de développement des règles minimales visant à régir et prohiber les usages, constructions ou ouvrages pour des raisons de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Les municipalités locales quant à elles se doivent d'adopter ces normes minimales par règlement. »(...) Ainsi, la responsabilité de l'application, sur le terrain, d'une grande partie des prescriptions définies par la PPRLPI revient aux municipalités locales en vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. » (Sager, 2004).



Figure 16 : Schéma démontrant la relation entre les différentes lois provinciales ainsi qu'avec les outils régionaux et municipaux d'aménagement du territoire (Assel, 2006)

1.1.3.2 Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (c. Q-2, r.8)

Ce règlement, lui aussi étant rattaché à la *LQE*, existe depuis 1981 et fut modifié en 2004. Il fut élaboré pour les habitations reliées à des installations sanitaires qui ne sont pas raccordées à un réseau d'égout, afin de fournir des directives pour l'implantation de ces dernières en bordure des plans d'eau, dans une perspective de protection de ces milieux.

« Puisque les lacs et les cours d'eau sont des milieux fragiles, il importe de s'assurer que les eaux usées seront traitées adéquatement afin de ne pas contaminer le milieu aquatique. Une application rigoureuse du règlement provincial sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q-2, r.8) s'avère essentielle pour ne pas accélérer le processus de vieillissement d'un lac ou d'un plan d'eau (...) » (MAMR, 2007c).

Le règlement « Q2, r.8 » prescrit donc des normes minimales de distances des installations septiques par rapport à un plan d'eau, des normes de construction, sur le type d'équipements permis, leur entretien et leur capacité requise en fonction de l'occupation de la résidence. Il s'applique à toutes les résidences sur le territoire du Québec, que ce soit pour les nouvelles constructions, l'agrandissement ou la modification de constructions existantes. Par contre, pour les installations construites avant l'entrée en vigueur du règlement (1981), les normes ne s'appliquent pas, à moins de prouver hors de tout doute que l'installation génère une pollution au plan d'eau.

Pour ce qui est de l'application du règlement, cette responsabilité est de juridiction municipale. Par contre, c'est le citoyen qui est responsable du bon entretien et fonctionnement de son installation septique et doit notamment, en vertu de ce règlement, en assurer une vidange appropriée.

« Les municipalités sont responsables de voir à l'application du règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q2, r.8). Certaines municipalités ont pris en charge la vidange et l'inspection des fosses septiques. Pour sa part, le citoyen doit assumer certains frais notamment en ce qui concerne la vidange. » (COBALI, 2006)

1.1.4 Autres règlements et lois

Le « **Règlement sur les exploitations agricoles (REA)** (c. Q-2, r.11.1) » est un autre règlement issu de la LQE et sous tutelle du MDDEP. Ce règlement dicte notamment certaines mesures environnementales à respecter, en fonction de la proximité des cours d'eau et des lacs des territoires agricoles et d'élevage. Notamment, depuis le 1^{er} avril 2007, l'article 4 de ce règlement interdit de donner accès aux animaux à un cours d'eau ou un plan d'eau, ainsi qu'à sa bande riveraine, délimitée comme étant égale à 3 m selon

la *PPRLPI*. Cette mesure a pour but, entre autres, de limiter l'érosion occasionnée par le piétinement du bétail et la protection d'une bande minimale végétale. De plus, ce règlement contient diverses normes de distances à respecter par rapport à un plan d'eau ou un cours d'eau, pour l'implantation, par exemple, d'une installation d'élevage, d'un ouvrage de stockage ou pour l'épandage de matières fertilisantes. (Assel et Nadon, 2006).

Par ailleurs, une autre loi qui traite de la protection des milieux aquatiques est la « **Loi sur la conservation et la mise en valeur de la Faune (LCMVF)** (LRQ., chapitre C-61.1) », sous la responsabilité du Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (*MRNF*) du gouvernement du Québec. Cette loi a comme but principal la protection des éléments biologiques, physiques ou chimiques des habitats fauniques. L'article 128.6 de cette loi indique que « *nul ne peut, dans un habitat faunique, faire une activité susceptible de modifier un élément biologique, physique ou chimique propre à l'habitat de l'animal ou du poisson visé par cet habitat* » (Villeneuve, 2006). En ce qui a trait à la protection des milieux aquatiques, des autorisations sont requises afin d'effectuer certains types de travaux ou ouvrages en leur sein.

De plus, selon cette loi, la cartographie des habitats aquatiques protégés et des milieux humides doit être intégrée aux schémas d'aménagement des *MRC* et à la réglementation des municipalités (Assel et Nadon, 2006). Par ailleurs, il est intéressant de mentionner que des agents de la faune sont habilités à intervenir sur le terrain afin d'assurer l'application de cette loi. L'application de la *LCMVF* est par contre limitée aux zones de tenures publiques.

En terminant, mentionnons la « **Loi sur les pêches (LP)** (L.R., 1985, ch. F-14) ²² », sous la tutelle du gouvernement fédéral du Canada, ainsi que la « **Politique de gestion de l'habitat du poisson**²³ » qui en découle. Cette loi a principalement comme but de protéger l'habitat du poisson. Ainsi, l'article 35 stipule « *qu'il est interdit d'exploiter des ouvrages ou entreprises qui entraînent la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson* ». Malgré que la protection de l'habitat du poisson relève principalement de considérations sociales et économiques liées aux activités de pêches, il n'en demeure pas moins qu'en protégeant l'habitat du poisson dans le but de maintenir sa capacité de production, on se trouve à protéger le milieu dans lequel il vit, soit les différents cours d'eau et plans d'eau (Assel, 2006).

En dernier lieu, il est pertinent d'évoquer la **Loi sur le développement durable (LDD)** (L.R.Q., chapitre D-8.1.1), adoptée en 2006 par le gouvernement, un de ses principes directeurs étant le respect de la capacité de support des écosystèmes. Ainsi, cette loi prône que les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité. Son objectif principal était de doter le Québec d'un plan de développement durable, ce qui fut le cas. Suite à ce plan, le gouvernement provincial a mis à jour en 2007, une stratégie de développement durable pour les années 2008 à 2013.

²² Vous trouverez le texte complet de cette loi à l'adresse suivante : <http://laws.justice.gc.ca/fr/F-14/index.html>

²³ Vous trouverez la version complète de cette politique à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/habitat/policies-politique/operating-operation/fhm-policy/index_f.asp

1.1.5 Projets de règlements

Par ailleurs, des projets de règlements sont actuellement en cours, découlant principalement de la problématique des cyanobactéries qui généra particulièrement d'inquiétudes à l'été 2007. Ainsi, un projet de règlement concernant l'interdiction de vente de certains détergents à vaisselle découlant de la *LQE* a été proposé en décembre 2007 à l'Assemblée Nationale. Ceci touche principalement à la problématique des concentrations de phosphore que l'on retrouve dans certains détergents (Gouvernement du Québec, 2007b). À ce sujet, une récente analyse effectuée par le *MDDEP* fut publiée en novembre 2007 sous le titre : « *Détergents pour lave-vaisselle et pour la lessive : Analyse économique* » (MDDEP, 2007). De plus, un projet de règlement fut déposé afin d'apporter certaines modifications au règlement actuel sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées, afin notamment, de donner plus de pouvoirs d'interventions aux municipalités à ce niveau (Gouvernement du Québec, 2007a).

1.2 Les outils de planification provinciaux (Gouvernement du Québec)

S'ajoutant aux mesures réglementaires provinciales et fédérales, certaines autres initiatives ont été mises sur pied afin d'encadrer les acteurs locaux vers une meilleure gestion de la qualité de la ressource en eau sur leur territoire.

1.2.1 Politique Nationale de l'eau (*PNE*) (Ministère de l'Environnement du Québec, 2002)

La Politique Nationale de l'eau (*PNE*) fut instaurée en 2002 par le gouvernement provincial, afin d'amener une nouvelle vision de l'aménagement du territoire en axant sur l'importance d'une prise en compte du concept de « gestion intégrée de l'eau par bassin versant » (*GIEBV*). Cette politique visait la décentralisation de l'action en optant pour un mode de gestion participatif incluant la concertation de tous les acteurs impliqués. Cet objectif a permis de mettre en place différents organismes de bassin versant (*OBV*) pour 33 rivières au Québec, où les interventions étaient jugées prioritaires. Ces *OBV* se voyaient ainsi confier la mission de la réalisation d'un plan directeur de l'eau (*PDE*) comprenant un portrait et diagnostic des différentes problématiques présentes sur le territoire de leur bassin versant ainsi qu'un plan d'action réunissant les orientations, objectifs et pistes de solutions afin d'améliorer la situation. Ainsi, les plans directeurs de l'eau peuvent servir de guide au monde municipal, afin de cibler les problématiques et sources de pollution locales des milieux aquatiques sur leur territoire. Par contre, aucun pouvoir juridique ou réglementaire n'est rattaché à ces documents. (*Gouvernement du Québec, 2002*).

1.2.2 Plan d'action québécois sur les algues bleu-vert (MDDEP, 2008)

Suite au tollé général soulevé à l'été 2007 concernant les cyanobactéries, le gouvernement a mis en place un plan d'action, réunissant plusieurs actions qu'il désire mettre en œuvre afin de réduire cette problématique. Ce document démontre une volonté politique et économique concrète, qu'est prêt à consentir le gouvernement du

Québec, dans un objectif de protection des milieux aquatiques. Ainsi, ce plan établit clairement les actions qui seront prises par les différents acteurs provinciaux, sur un horizon de dix ans, afin de mieux protéger les milieux lacustres. Ces actions peuvent venir appuyer ou compléter les initiatives locales effectuées à ce jour. Le tableau des actions mis à jour en février 2008 vous est présenté en annexe (annexe 1). Soulevons notamment la présence des deux projets de loi mentionnés précédemment (actions 2.1 et 2.11). De plus, l'action 1.10 est des plus pertinente dans le cadre de ce mémoire.

1.10

Prendre en compte la problématique de la prolifération des algues bleu-vert dans l'analyse de la capacité de support du lac et de la capacité épuratoire des terrains lors du développement de la villégiature sur les terres du domaine de l'État

Figure 17 : Action numéro 1.10 du *Plan d'action québécois sur les algues bleu-vert* (MDDEP, 2008)

1.3. Outils de planification municipaux

Suite à la présentation des principales lois, règlements qui en découlent ainsi que des outils de planification provinciaux qui encadrent les acteurs locaux dans leur décision en matière de protection des plans d'eau, il importe de présenter les différents outils d'aménagement du territoire qui servent à l'application du cadre provincial de gestion de l'eau. Tel que mis en exergue, en ce qui a trait à l'aménagement du territoire, c'est principalement la *LAU* qui dicte les possibilités d'interventions au monde municipal. Cette loi lui permet de se doter d'outils de planification et de réglementation afin d'établir des orientations, des critères, des normes et règlements en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme.

1.3.1 Le schéma d'aménagement et de développement (*SAD*)

Ce document est un outil de planification de l'aménagement du territoire qui permet d'uniformiser certaines démarches entre les municipalités situées sur le territoire d'une même *MRC*, notamment en ce qui concerne les grands enjeux régionaux. Ainsi, le *SAD* offre la possibilité aux *MRC* de se doter d'un ensemble de lignes directrices en matière d'aménagement du territoire que devront respecter les municipalités locales en adoptant des plans et des règlements d'urbanisme conformes aux prescriptions incluses dans ce document.

Dans une perspective de **protection des milieux aquatiques et de leurs bassins versants** :

Le *SAD* permet notamment (*MAMR, Guide de la prise de décision en urbanisme*) :

- d'intégrer à l'aménagement du territoire des perspectives reliées à l'équilibre environnemental (p. ex., **gestion intégrée de la ressource eau par bassin versant**);
- de retenir une planification territoriale où l'aménagement et le développement seront liés de manière à réunir sur le territoire les conditions propres à une recherche de l'augmentation du niveau de vie (développement économique), tout en préservant et en mettant en valeur le milieu de vie (environnement social et culturel) et le cadre de vie des collectivités (**environnement naturel** et bâti);
- d'harmoniser les grandes vocations du territoire à partir d'une analyse des principales activités économiques (p. ex., agriculture, forêt, récréation, villégiature, tourisme, industrie) ainsi que des potentiels et des contraintes des **milieux naturels** tels qu'ils sont définis dans le plan régional ;
- d'orienter l'expansion urbaine de façon acceptable sur le **plan environnemental** ;
- de contribuer à la **protection de l'environnement** par une meilleure harmonisation des usages sur le territoire ;
- d'assurer le contrôle de la **qualité de l'environnement naturel** (p. ex., protection des rives et du littoral des lacs et des cours d'eau, protection des habitats fauniques et des milieux humides)

La MRC a l'**obligation** d'inclure dans son SAD (LAU art.5) :

- une **vision stratégique** du développement environnemental ;
- les **grandes orientations d'aménagement du territoire** lesquelles présentent les principales lignes directrices de l'aménagement d'une MRC ;
- les **grandes affectations du territoire** pour les parties de celui-ci (p. ex., affectations urbaine, industrielle, récréative, forestière, agricole);
- déterminer tout **périmètre d'urbanisation** à l'intérieur duquel on entend favoriser l'expansion urbaine et son déroulement;
- toute zone où l'occupation du sol est soumise à des **contraintes particulières** pour des raisons de protection environnementale des rives, du littoral et des plaines inondables;
- toute partie du **territoire présentant un intérêt** d'ordre écologique nécessitant des mesures particulières de protection et de mise en valeur

À titre d'exemple, une MRC pourrait baser une de ses **grandes orientations d'aménagement** du territoire sur l'analyse des problématiques que peuvent engendrer le mode d'occupation du territoire qu'est la villégiature et l'enjeu d'aménagement relatif à « *des problèmes de dégradation des plans d'eau nécessitant la conservation d'une portion des rives ou la protection de milieux particuliers (marécages, affluents) (...)* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

De plus, par les grandes affectations du territoire, le SAD offre la possibilité de circonscrire des secteurs où le développement pourra être autorisé. Certaines MRC délimiteront des secteurs très précis et d'autres, plus vastes, laissant le soin aux municipalités de préciser ces affectations, via les grandes affectations du sol qu'elles détermineront. La MRC devra notamment délimiter le secteur dans lequel elle entend favoriser le développement urbain déterminé sous le nom de **périmètre d'urbanisation**.

Finalement, la MRC a aussi l'obligation d'inclure dans son SAD les zones de contraintes particulières ainsi que les territoires d'intérêt. Ces outils permettent une certaine protection environnementale des milieux aquatiques et des bassins versants. Par exemple, l'interdiction de construction dans les **zones de contraintes naturelles**

peut servir à protéger des milieux sensibles tels que les zones de forte érosion, de fortes pentes, les sols minces ou les zones inondables. Par ailleurs, la délimitation de **territoires d'intérêt écologique** permet de préserver des milieux jugés exceptionnels sur le plan environnemental. « *Le territoire d'intérêt écologique présente une valeur environnementale méritant d'être reconnue en raison de sa fragilité, de son unicité ou de sa représentativité comme une frayère à saumon, un peuplement forestier, un marais, des plantes menacées, etc.* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

De plus, via son *SAD*, une *MRC* a la **possibilité** de (*LAU* art. 6) :

- déterminer les **zones prioritaires d'aménagement (ZPA) ou de réaménagement (ZPR)** afin d'indiquer les priorités et le déroulement du développement (p. ex., à l'intérieur d'un périmètre d'urbanisation, dans les zones de villégiature)
- déterminer la **densité** approximative d'occupation pour les parties du territoire;
- déterminer, pour un périmètre d'urbanisation ou pour des parties de celui-ci hors de toute zone prioritaire d'aménagement, les **affectations du sol qui présentent un intérêt** pour la *MRC* ou la communauté;
- déterminer les immeubles et les activités qui représentent des sources de **contraintes de nature anthropique**

Ainsi, la *MRC* peut déterminer à l'intérieur de son périmètre d'urbanisation, un ordre de priorité pour le développement ou la restauration de secteurs inclus dans cette zone, via les *ZPA* ou *ZPR*. Les *ZPA* permettront d'indiquer les zones les plus propices au développement et les *ZPR* de cibler les secteurs déjà construits qui sont les plus susceptibles au réaménagement, ne correspondant plus aux normes environnementales en vigueur, par exemple. Finalement, des précisions sur les affectations du sol et de la densité approximative d'occupation peuvent être incluses dans les *ZPA* et *ZPR*.

1.3.2 Le plan d'urbanisme

Le plan d'urbanisme est le document de planification qui établit les lignes directrices de l'organisation spatiale et physique du territoire d'une **municipalité**, tout en présentant une vision d'ensemble de son aménagement. Ce document contient les politiques d'urbanisme approuvées par le conseil municipal, qui guideront la prise de décision dans le futur (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

Le plan d'urbanisme **doit** comprendre obligatoirement (*LAU* art. 83) :

- les **grandes orientations d'aménagement du territoire** de la municipalité, lesquelles indiquent le rôle qu'entend jouer la municipalité en cette matière, son engagement et son niveau d'intervention;
- les **grandes affectations du sol** et les **densités de son occupation** qui précisent la vocation à donner aux différentes parties du territoire (p. ex., résidentielle, commerciale, récréative)

Le plan d'urbanisme **peut** aussi indiquer (*LAU* art. 84) :

- les **zones à protéger** ou à **restaurer** lesquelles permettent, par exemple, d'identifier et de localiser les sites naturels reconnus pour leur valeur environnementale;
- la délimitation, à l'intérieur du territoire municipal, d'aires d'aménagement pouvant faire l'objet de **programmes particuliers d'urbanisme (PPU)**;
- la délimitation, à l'intérieur du territoire municipal, d'aires d'aménagement pouvant faire l'objet de **plans d'aménagement d'ensemble (PAE)**.

Ainsi, les **grandes orientations d'aménagement** contenues dans le plan d'urbanisme sont en partie fondées sur celles dictées par le *SAD*, par contre, c'est l'échelle qui variera, le plan d'urbanisme étant plus détaillé. Voici quelques exemples d'orientations privilégiées par les municipalités, dans une perspective de **protection des milieux aquatiques et de leurs bassins versants**, selon le « *Guide de planification des lieux de villégiature* » produit par le MAMR en 2007.

- *Protéger 20 % de la longueur de la rive des lacs pour la création de parcs et d'espaces verts dans l'affectation de villégiature.*
- *Interdire les bateaux à moteur sur les lacs de moins de 200 ha dans l'affectation de villégiature.*
- *Interdire le développement de la villégiature aux abords d'un lac sans le dépôt d'un PAE ou d'un projet intégré.*

Pour ce qui est des **grandes affectations du sol**, elles représentent la vocation privilégiée que la municipalité veut donner à chacune des parties de son territoire (villégiature, récréation, agriculture, secteurs résidentiels, commerciaux, industriels, etc.). Par ailleurs, l'affectation du sol à des fins de villégiature peut à son tour être subdivisée en zones à protéger (libre de toutes utilisations), à conserver (à des fins publiques) ou plutôt à développer. Les territoires à protéger visent principalement la protection de l'environnement et de sa qualité.

De plus, le plan d'urbanisme permet d'identifier les **densités d'occupation du sol (DOS)** relatives aux grandes affectations du territoire. « *[L] a notion de densité d'occupation du sol permet de circonscrire le rapport entre la superficie des constructions implantées sur un terrain et celle du terrain en tant que tel de manière à harmoniser la densité de construction* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*). Les DOS s'avèrent être une référence pour les autorités municipales, régionales et privées, comme les promoteurs, afin de

pouvoir évaluer la rentabilité sociale et économique de projets de développements résidentiels, commerciaux ou industriels sur le territoire. La mise en œuvre des *DOS* prévues dans le *SAD* et le plan d'urbanisme se reflète dans divers instruments d'urbanisme, tels que les règlements de zonage ou de lotissement, et permet notamment d'établir des dispositions plus sévères que le règlement provincial (voir *LAU*) pour le développement dans un rayon de 300 mètres des plans d'eau.

Par ailleurs, la municipalité a le pouvoir d'indiquer à son plan d'urbanisme des **zones** qu'elle désigne comme étant à **restaurer ou protéger** sur le plan environnemental. Par exemple, un secteur peut être restauré en raison de l'état critique d'eutrophisation d'un lac. « *Pour ce qui est d'un lac ou d'un cours d'eau, la restauration peut comporter la revégétalisation des rives et des aménagements publics (parcs, sentiers, pistes cyclables).* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

Mentionnons que certaines aires d'aménagement peuvent être délimitées dans le plan d'urbanisme comme faisant l'objet d'un **plan particulier d'urbanisme (PPU)** ou d'un **plan d'aménagement d'ensemble (PAE)**. Le *PPU* est une composante du plan d'urbanisme, élaborée par la municipalité, qui permet de préciser la planification de secteurs qui méritent une attention particulière. Le *PPU* peut être utilisé dans une perspective environnementale, car il peut comprendre une affectation du sol, une densité d'occupation ou des règlements de zonage, lotissement et de construction particuliers pour les zones visées (*LAU* art. 85). Notez bien que « *Le PPU diffère du plan d'aménagement d'ensemble (PAE) puisque le PPU est entièrement élaboré par la municipalité qui souhaite réaliser elle-même une planification détaillée. Le PAE est proposé par le promoteur intéressé et approuvé par la municipalité sur la base de critères d'évaluation adéquats et appropriés aux différentes zones de PAE.* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en*

urbanisme). Le *PAE* sera décrit plus en détail dans la description qui suit sur les outils de mise en œuvre.

En dernier lieu, il est important de rappeler que le plan d'urbanisme est un outil de **planification** et qu'il ne possède pas de portée juridique à l'égard des citoyens et ne lui est donc pas opposable. Pour ce faire, les intentions du plan d'urbanisme doivent être traduites en normes dans les règlements d'urbanisme de la municipalité (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

« (...) le plan d'urbanisme n'a pas d'effet juridique direct sur le citoyen et, de ce fait, les dispositions du plan ne peuvent à elles seules servir de justification pour refuser la délivrance d'un permis de construction ou de lotissement. Pour justifier un tel refus, les intentions qui y sont exprimées doivent être mises en application dans les règlements d'urbanisme » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

1.4 Outils de mise en œuvre municipaux

1.4.1 Le document complémentaire du *SAD*

Tout d'abord, il est important de mentionner que le *SAD* doit également inclure un document complémentaire (*DC*) qui assurera la mise en œuvre de ses objectifs et édictera les règles et critères régionaux, que les municipalités devront respecter à travers leur réglementation d'urbanisme (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*). Ces règles et critères pourront notamment varier selon la capacité de soutien du milieu ou la fragilité du milieu (MAMR, 2007c).

Ainsi, dans une perspective de **protection des milieux aquatiques et de leurs bassins versants**, le *DC* **doit** obligatoirement établir les règles qui obligent les municipalités sur le territoire de la *MRC* à adopter des dispositions réglementaires visant à (*LAU* art. 5) :

- régir ou prohiber tous les **usages du sol, constructions, ouvrages ou opérations cadastrales**, ou certains d'entre eux, compte tenu :
 - de la **topographie** du terrain;
 - de la **proximité d'un cours d'eau ou d'un lac**;
 - des dangers d'inondation, d'éboulis, de glissement de terrain ou d'autres cataclysmes;
 - tout autre facteur propre à la nature des lieux pouvant être pris en considération pour des raisons de **protection environnementale des rives, du littoral ou des plaines inondables**;

- prescrire la superficie et les dimensions minimales des lots lors d'une **opération cadastrale**, compte tenu :
 - de la nature du sol
 - de l'existence ou, selon le cas, de l'absence **d'installations septiques** ou d'un service d'aqueduc ou **d'égout sanitaire**

De plus, à travers son *DC*, une *MRC* **peut** obliger une municipalité à adopter pour une partie de son territoire des règlements (*LAU* art. 6) (MAMR, 2007c) :

- relatifs à l'émission de **permis de construction**
- sur les **permis et certificats**
- sur les **plans d'aménagement d'ensemble (PAE)**
- sur les **plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA)**

« À titre d'exemple, une *MRC* pourrait, en présence d'un potentiel récréatif, touristique ou résidentiel, délimiter des secteurs dont le développement est conditionnel à la production d'un plan d'aménagement d'ensemble (PAE) ou d'un plan d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA). » (MAMR, 2007c).

Le *DC* pourra également comprendre les conditions de délivrance de permis de construction si un règlement de ce genre est imposé. Bref, la *MRC* peut dicter dans son *DC* les règles et critères dont devront tenir compte les municipalités dans leurs règlements de zonage, de lotissement, de construction, ou autres règlements énoncer ci-haut.

1.4.2.1 Les règlements d'urbanisme

Le plan d'urbanisme, étant un outil de planification, ses objectifs sont traduits en normes et règles concrètes à travers les règlements d'urbanisme. Les règlements d'urbanisme peuvent inclure des éléments plus généraux, tels que les règlements de zonage ou de lotissement ou plus pointus, tels que les règlements à caractère discrétionnaire.

1.4.2.1.1 Règlements de zonage et de lotissement

La municipalité peut adopter des règlements de zonage et de lotissement sur son territoire. Le **règlement de zonage** sert à diviser le territoire en différentes zones, où seront régis par des normes, les usages du sol et les constructions ainsi que les **densités** d'occupation du sol (LAU art. 113 par 1, 3). La municipalité peut aussi diviser le territoire de ces zones en secteurs (LAU art. 113 par 2).

Par exemple, dans une perspective de **protection des milieux aquatiques et de leurs bassins versants**, le règlement de zonage permet notamment à la municipalité de (LAU art. 113 par 12, 12.1 et 16) :

- régir ou restreindre, par zone, l'excavation du sol, le déplacement d'humus, la plantation et l'abattage d'arbres et tous travaux de déblai ou de remblai; obliger tout propriétaire à garnir son terrain de **gazon, d'arbustes ou d'arbres**;
- régir ou restreindre la plantation ou l'abattage d'**arbres** afin d'assurer la protection du couvert forestier et de favoriser l'aménagement durable de la forêt privée;
- régir ou prohiber tous les usages du sol, constructions ou ouvrages, ou certains d'entre eux, compte tenu, soit de la **topographie** du terrain, soit de la proximité d'un **cours d'eau ou d'un lac**, soit des dangers d'inondation, d'éboulis, de glissement de terrain ou d'autres cataclysmes, soit de tout autre facteur propre à la nature des lieux qui peut être pris en considération pour des raisons de sécurité publique ou de **protection environnementale des rives, du littoral ou des plaines inondables**;

« Le règlement de zonage de la municipalité peut régir ou prohiber tous les usages du sol, constructions ou ouvrages, ou certains d'entre eux, compte tenu de la proximité d'un lac ou d'un cours d'eau (LAU, art. 113, par. 16). Ce pouvoir, très étendu, permet notamment de prohiber toute construction à l'intérieur d'un secteur sensible, tel un marais ou une zone inondable. » (MAMR, 2007c).

Le **règlement de lotissement** pour sa part, « *comprend différentes mesures et normes à respecter lors du découpage et de l'identification des lots à construire et des voies de circulation* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*). Le respect de ces mesures sera vérifié via l'obtention d'un permis de lotissement par le propriétaire.

Dans une perspective de **protection des milieux aquatiques et de leurs bassins versants**, le règlement de lotissement permet notamment de (LAU art. 115 par 4) :

- régir ou prohiber toutes les opérations cadastrales ou certaines d'entre elles, compte tenu, soit de la **topographie du terrain**, soit de la **proximité d'un cours d'eau ou d'un lac**, soit des dangers d'inondation, d'éboulis, de glissement de terrain ou d'autres cataclysmes, soit de tout autre facteur propre à la nature des lieux qui peut être pris en considération pour des raisons de sécurité publique ou de **protection environnementale des rives, du littoral ou des plaines inondables**;

Ainsi, le règlement de lotissement peut comprendre « *Les dispositions particulières pouvant comprendre la **prohibition totale** des opérations cadastrales, compte tenu de la proximité d'un lac ou d'un cours d'eau* ». (MAMR, 2007c)

1.4.2.1.2 Règlements à caractère discrétionnaire

- **Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE)**
(LAU art. 145.9 à 145.14)

La municipalité a l'opportunité de soumettre une partie de son territoire à un règlement sur les *PAE*. Ce règlement aura pour résultat que tout promoteur voulant déposer un projet dans cette zone, qui nécessite une modification aux règlements d'urbanisme (changement d'usages du sol ou de construction, de densité d'occupation, de lotissement) devra fournir un *PAE*, au préalable, à la municipalité. L'approbation du *PAE* pourra alors être effectuée selon des critères d'évaluation établis par la

municipalité. Les zones visées, la procédure, le contenu et les critères d'évaluation des *PAE* seront bien indiqués dans le règlement sur les *PAE* de la municipalité. Par la suite, avant de modifier ses règlements d'urbanisme afin d'y inclure, s'il y a lieu, le *PAE* approuvé par la municipalité, cette dernière doit soumettre le règlement modifiant le zonage à l'approbation référendaire par la population.

Cet outil offre l'avantage d'offrir une « *approche plus souple d'évaluation des projets à partir de critères plutôt que de normes et favorise la recherche de solutions novatrices dans un échange ouvert entre la municipalité et les promoteurs.* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

« *Grâce à un tel outil, la municipalité et le promoteur peuvent convenir de la façon la plus adéquate de développer un territoire, tout en respectant des orientations et des objectifs municipaux.* » (MAMR, 2007c).

- **Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA)**
(*LAU* art. 145.15 à 145.20.1)

Les *PIIA* sont fondés sur le même principe que les *PAE*, et sont aussi requis afin d'obtenir un permis ou certificat dans la zone visée, à la différence que les *PIIA* peuvent s'appliquer à des demandes ne nécessitant pas de modifications aux règlements d'urbanisme, donc de changements de zonage ou de lotissement. C'est pourquoi un *PIIA* ne requiert pas d'approbation référendaire de la part de la population. Le *PIIA* « *n'a pas pour but de vérifier la pertinence d'un projet ou des travaux envisagés, mais plutôt leur apparence et leur intégration architecturale dans un milieu bâti ou non.* » (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*). Les règlements sur les *PIIA* peuvent toutefois établir des critères propices aux aménagements paysagers des terrains.

1.4.2.1.3 Autres règlements

- **Règlement relatif à l'émission de permis de construction** (LAU art. 116)

La municipalité peut exiger, par le biais de ce règlement, que différentes conditions soient respectées avant de délivrer un permis de construction au propriétaire. Par exemple, en ce qui a trait à la protection des milieux aquatiques, une des conditions peut être que le terrain soit desservi par un réseau d'aqueduc ou d'égout (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

- **Règlement sur les permis et certificats** (LAU art. 119)

La municipalité a la possibilité d'interdire tout nouveau projet de construction, de transformation, d'agrandissement ou d'addition de bâtiments sans l'obtention d'un permis de construction, via ce règlement. Elle peut ainsi prescrire les plans et documents requis, qui doivent lui être soumis par le requérant pour toutes demandes de permis ou certificats.

- **Plantation et abattages d'arbres** (LAU art. 6, 79.1 et 113)

En dernier lieu, il est important de mentionner qu'une MRC peut adopter un règlement afin de régir ou restreindre la plantation ou l'abattage d'arbres sur l'ensemble ou une partie de son territoire, dans le but d'assurer la protection du couvert forestier et l'aménagement durable de la forêt privée. De plus, les règlements de zonage d'une municipalité lui permettent de procéder au même genre de contrôle (MAMR, *Guide de la prise de décision en urbanisme*).

Voici donc un tableau résumé, tiré de la fiche d'information récemment produite par le MAMR qui s'intitule « *Pouvoirs réglementaire des municipalités locales et régionales en regard de la problématique de prolifération des cyanobactéries* » (MAMR, 2007b).

Tableau VIII : Résumé du pouvoir des MRC et municipalités par rapport à la protection des plans d'eau et de leurs bassins versants (MAMR, 2007b).

	MRC	Municipalités
Domaine d'intervention / Outils	Schéma d'aménagement et de développement et document complémentaire au schéma	Règlements d'urbanisme
Protection des rives, du littoral et des plaines inondables	<ul style="list-style-type: none"> Obligation d'adopter des dispositions réglementaires en vue notamment de protéger les rives, le littoral et les plaines inondables (<i>LAU, art. 5</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité d'inclure des dispositions dans leur réglementation d'urbanisme, afin de protéger les rives, le littoral et les plaines inondables (<i>LAU, art. 113</i>).
Normes de lotissement / densité d'occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> Obligation d'avoir des règles minimales de densité d'occupation du sol à proximité des cours d'eau lorsqu'il n'y a pas de réseau d'aqueduc et d'égout. (Le gouvernement véhicule des dimensions minimales de lots.) Possibilité de prévoir des dimensions minimales de lot supérieures 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de prévoir des dimensions minimales de lot supérieures, notamment afin d'augmenter la superficie du sol pouvant absorber les rejets des installations septiques et ainsi diminuer la quantité de nutriments rejetés dans les lacs et les cours d'eau
Plantation et abattage d'arbres	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de régir ou restreindre la plantation ou l'abattage d'arbres (<i>LAU, art. 6 et 113</i>). Par ailleurs, les MRC, dont aucune partie du territoire n'est comprise dans celui d'une communauté métropolitaine, ont également le pouvoir d'adopter un règlement régional à ce sujet (<i>LAU, art 79.1</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de régir ou restreindre la plantation ou l'abattage d'arbres (<i>LAU, art. 6 et 113</i>).
Territoires d'intérêts	<ul style="list-style-type: none"> Obligation de déterminer toute partie du territoire présentant pour la MRC un intérêt d'ordre écologique (<i>LAU, art. 5</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de désigner un ou plusieurs secteurs à protéger compte tenu de leur valeur environnementale (<i>LAU, art. 84</i>).

	Municipalités (suite)
Installations septiques des résidences isolées	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité d'adopter des règlements en matière d'environnement et de nuisance (LCM, art. 4). • Possibilité de réglementer la vidange des fosses septiques des résidences isolées de façon complémentaire au règlement provincial Q2r8 (ex. : période, modalités, obligations du propriétaire et de l'entrepreneur), en autant que les dispositions prévues ne se superposent pas à celles du règlement. • Sur l'approbation de la ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (LQE, art. 124), une municipalité pourrait également prévoir des dispositions réglementaires différentes de celles prévues dans le Q2r8
Utilisation de pesticides et d'engrais sur les terrains privés	<ul style="list-style-type: none"> • Les pouvoirs réglementaires des municipalités en matière d'environnement (art. 19 LCM) permettent aux municipalités d'adopter des règlements en matière d'utilisation des pesticides et d'engrais sur les terrains privés. <p>Les dispositions du règlement municipal ne pourraient toutefois être inconciliables avec celles du <i>Code de gestion des pesticides</i>.</p>
Végétalisation à des fins environnementales	<ul style="list-style-type: none"> • En vertu de la LAU (art. 113), les municipalités peuvent réglementer la présence de végétaux et même obliger tout propriétaire à garnir son terrain de végétaux, par exemple des arbustes ou des arbres, notamment pour des raisons environnementales.
Autres pouvoirs	<ul style="list-style-type: none"> • Une municipalité peut, par règlement, assujettir la délivrance de permis de construction ou de lotissement à l'approbation de plans relatifs à l'implantation et à l'architecture des constructions ou à l'aménagement des terrains (LAU, art. 145.15). Ce pouvoir peut être utilisé notamment pour favoriser des aménagements paysagers plus écologiques.

Ainsi,

« (...) une municipalité qui souhaite jouer un rôle actif afin de limiter, enrayer ou éviter la prolifération de cyanobactéries (algues bleues) dans les lacs et cours d'eau, peut adopter des règles en matière d'environnement. Celles-ci peuvent toucher notamment la protection des rives, la plantation et l'abattage d'arbres, la naturalisation et la protection du couvert végétal, le traitement des eaux usées des résidences isolées, l'utilisation de pesticides et d'engrais sur les terrains privés. » (MAMR, 2007b).

1.5 Limites des outils réglementaires et de planification actuels de la GIEBV

Suite à la présentation des outils réglementaires et de planification encadrant la prise de décision au niveau local en ce qui a trait à la protection des milieux aquatiques et de leurs bassins versants, il est maintenant possible de discuter des limites de ces derniers.

Tout d'abord, un des gros problèmes rencontrés avec l'utilisation des outils réglementaires et d'aménagement du territoire actuels est qu'ils ne sont pas intégrés les uns avec les autres. Étant donné que plusieurs activités différentes présentes sur le territoire d'un bassin versant d'un lac peuvent se répercuter sur ce dernier, en termes d'apports en phosphore, il semble essentiel de posséder un outil d'aide à la décision pour l'aménagement du territoire qui tient compte de leurs **impacts cumulatifs**.

« Malheureusement, il faut admettre que les outils législatifs actuellement en place pour protéger les lacs et cours d'eau ne sont pas adéquats, et ce, même lorsqu'appliqués. La preuve est que même avec un respect de la bande riveraine, des normes de lotissement minimal et du règlement sur le traitement des eaux usées, plusieurs lacs inquiètent les riverains, les environmentalistes et le monde municipal. Une des raisons à ceci est qu'aucun lac n'a la même sensibilité au développement. Chaque lac ou cours d'eau est unique. De plus, les normes actuelles ne tiennent pas compte des activités qui se déroulent dans le bassin versant, mais agissent seulement sur la première bande du lac ou cours d'eau. On n'a pas de vue d'ensemble ou d'élément intégrateur. (...) Il a été clairement démontré que l'approche actuelle de protection des lacs se limite à un lotissement minimum de 4000m², à la protection de la bande riveraine et à l'application du règlement sur le traitement des eaux usées est inadaptée. » (SIADL, 2007).

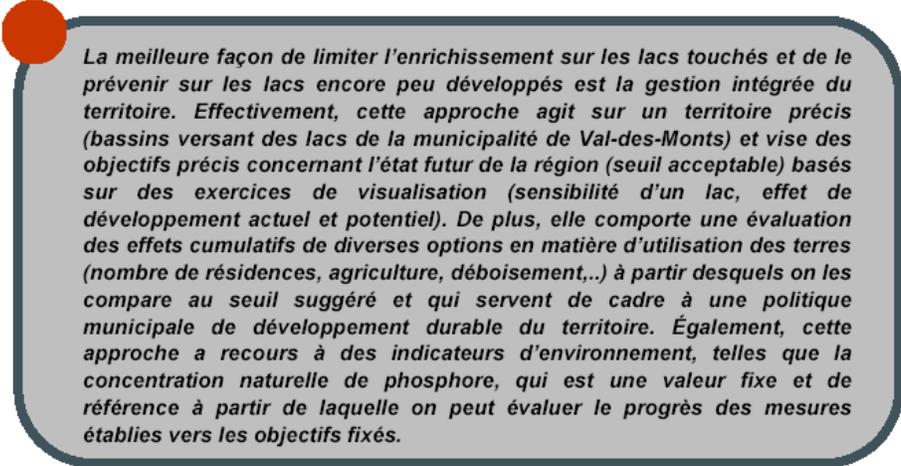
Par exemple, les responsables de l'aménagement du territoire au niveau municipal et régional ont de plus en plus de décisions à prendre quant aux projets de développement à autoriser en bordure des plans d'eau. Sans un outil qui leur permet de

tenir compte de l'impact total des projets déjà existants dans le bassin versant sur la santé de ce dernier, il est difficile de bien évaluer l'importance relative d'un nouveau projet ponctuel se rajoutant et de justifier certaines décisions d'aménagement.

*« Un des problèmes auxquels les MRC et municipalités font face, c'est la justification des refus face au développement. En effet, comment refuser un projet de développement lorsque celui-ci respecte les normes de lotissement minimal, de la bande riveraine, du traitement des eaux usées, ect.? Comment interdire un X^{ième} développement récréotouristique dans un même bassin versant alors qu'il respecte toutes les lois et tous les règlements en vigueur? Pour ce faire, nous croyons, et c'est un constat du milieu scientifique, que nous devons déterminer la **capacité de support d'un lac** afin de permettre un meilleur encadrement du développement » (SIADL, 2007).*

*« (...) M. Assel, directeur adjoint de la direction régionale des Laurentides du MDDEP, nous mentionnait ne pouvoir refuser un certificat d'autorisation pour un golf respectant les normes de rejet en phosphore, et ce, même s'il s'agissait du septième golf à se jeter dans un même cours d'eau. C'est dans cette optique également que le MDDEP s'implique actuellement dans SIADL et que ces derniers désirent travailler de concert avec nous dans l'évaluation de la possibilité d'utiliser les modèles d'apport en phosphore aux lacs pour en évaluer la **capacité de support**. » (SIADL, 2007).*

Ainsi, l'avantage majeur que permet l'utilisation d'un outil évaluant la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore, est de pouvoir tenir compte des impacts cumulatifs et globaux des différentes sources problématiques pour la qualité de l'eau d'un lac, présentes dans son bassin versant. Ce concept cadre bien avec le principe d'une gestion intégrée de l'eau par bassin versant.



La meilleure façon de limiter l'enrichissement sur les lacs touchés et de le prévenir sur les lacs encore peu développés est la gestion intégrée du territoire. Effectivement, cette approche agit sur un territoire précis (bassins versant des lacs de la municipalité de Val-des-Monts) et vise des objectifs précis concernant l'état futur de la région (seuil acceptable) basés sur des exercices de visualisation (sensibilité d'un lac, effet de développement actuel et potentiel). De plus, elle comporte une évaluation des effets cumulatifs de diverses options en matière d'utilisation des terres (nombre de résidences, agriculture, déboisement,...) à partir desquels on les compare au seuil suggéré et qui servent de cadre à une politique municipale de développement durable du territoire. Également, cette approche a recours à des indicateurs d'environnement, telles que la concentration naturelle de phosphore, qui est une valeur fixe et de référence à partir de laquelle on peut évaluer le progrès des mesures établies vers les objectifs fixés.

Figure 18 : Description de la gestion intégrée du territoire (Fredette, 2007)

« L'approche de gestion par bassin versant vise à tenir compte de tout ce qui se passe dans le bassin versant, tant en matière d'activités humaines que naturelles. Cette approche découle de la Politique nationale de l'eau, adoptée à l'automne 2002, et suppose une participation de tous les acteurs concernés par un même bassin : municipalités, entreprises agricoles, forestières, récréatives, etc. (...) L'approche de gestion par bassin versant est d'autant plus intéressante qu'il faut rappeler que la dégradation d'un lac ou d'un cours d'eau ne dépend pas uniquement de l'occupation résidentielle au bord de l'eau, mais également de toutes les activités pratiquées dans le bassin versant. » (MAMR, 2007c).

L'évaluation de la capacité de support d'un lac aux apports en P s'inscrit donc dans une vision intégrée de l'aménagement du territoire qui fait référence non seulement à une stratégie de gestion intégrée par bassin versant (PNE), mais aussi de développement durable (PDD), deux modes de gestion qui font maintenant partie de nos objectifs communs de société.

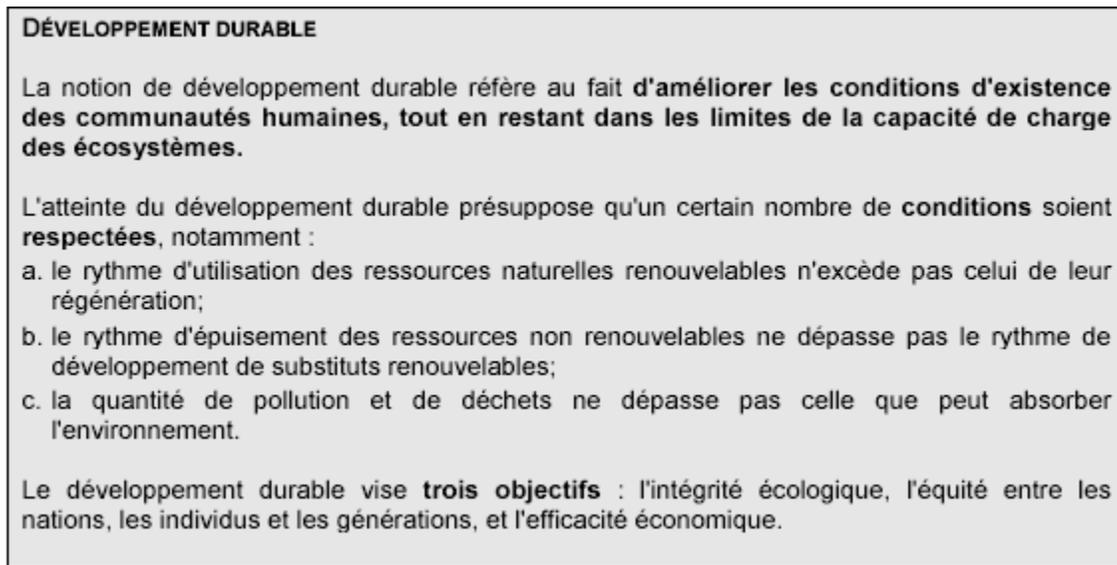


Figure 19 : Définition du concept de développement durable (Ville de Mont-Tremblant, 2008 tiré du MDDEP)

De plus, les modèles de capacité de support permettent d'évaluer la situation spécifique de chaque lac et de lui relier les interventions dans son bassin versant qui sont adaptées à sa propre situation.

« Un élément qui ressort des données que nous avons est que les lacs n'ont pas tous la même sensibilité ni la même vulnérabilité aux apports en phosphore. Un développement identique effectué dans deux bassins versants de lacs différents peut avoir des répercussions diamétralement opposées pour ces deux lacs. Alors, comment faire pour évaluer l'impact desdits développements sur notre environnement lacustre? » (SIADL, 2007).

En effet, chaque lac est différent, autant au niveau de son cycle hydrologique qu'au niveau de la diversité et du nombre d'activités présentes dans son bassin versant. Les critères actuels ne permettent pas ce genre de raffinement, établissant plutôt des normes à suivre pour l'ensemble du territoire québécois (voir figure 14). Voilà pourquoi

il est essentiel d'avoir un outil d'aide à la décision supplémentaire, comme le concept de capacité de support, qui permettra l'établissement d'objectifs pour la prévention de l'eutrophisation spécifiques pour chaque lac.

Par ailleurs, la modélisation a l'avantage de permettre l'évaluation des répercussions d'une action future sur la santé d'un plan d'eau. En effet, il est possible de faire varier les paramètres des modèles de capacité de support en fonction d'une utilisation du territoire projetée et ainsi de pouvoir en évaluer l'impact en termes d'apports en phosphore au plan d'eau. Il est ainsi possible, grâce aux modèles de capacité de support, de visualiser les impacts possibles des actions projetées, avant de les autoriser.

« Le principal avantage de ces modèles est de prévoir l'effet d'apports non réalisés sur la concentration de phosphore d'un lac et, ainsi, anticiper la situation future du lac. (...) C'est à ce niveau que les modèles de capacité de support entrent en jeu et offrent leurs plus grands avantages. » (Fredette, 2007)

Bref, le concept de capacité de support semble trouver son utilité et sa raison d'être parmi nos outils actuels de gestion de l'eau. Étant donné qu'il semble maintenant clair que ce sont les MRC et municipalités qui ont le pouvoir de gérer les décisions d'aménagement du territoire en fonction de la protection des plans d'eau, reste à voir si les outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme dont elles disposent leur permettront de tenir compte des prescriptions découlant de la modélisation de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore.

2. INTÉGRATION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET L'URBANISME

Dans cette section, les possibilités d'intégration de l'outil « capacité de support » aux méthodes d'aménagement du territoire et d'urbanisme actuelles seront analysées. Pour ce faire, les mesures restrictives proposées par les différents modèles théoriques de capacité de support seront passées en revue. Par la suite, des pistes d'intégration des certaines de ces mesures à la réglementation et la planification municipale et régionale, proposées par des acteurs locaux, seront présentées. En effet, la Fédération des lacs de Val-des-Monts a produit un guide assez exhaustif en la matière en avril 2007. De plus, des entrevues réalisées avec le directeur de la planification et l'aménagement du territoire de la MRC des Laurentides et avec un des urbanistes responsables de la récente refonte réglementaire de la Ville de Mont-Tremblant, Louis-Martin Levac, permettront de mieux cibler la pertinence des outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme existants pour la mise en œuvre des constats découlant d'un concept comme la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en *P*.

2.1 Les mesures restrictives suggérées par les modèles de capacité de support

Tout d'abord, le modèle de Dillon et Rigler propose des mesures restrictives en fonction de la comparaison des apports en phosphore naturel, total et permissible au lac, prédits selon le modèle. Ainsi, si l'apport total en P calculé est supérieur à l'apport permissible, il est suggéré **qu'aucun logement supplémentaire** ne soit construit dans le bassin versant du lac. Dans le cas où l'apport total au lac est inférieur à l'apport admissible, un calcul est effectué afin d'obtenir le **nombre de logements additionnels** qu'il est possible de construire dans le bassin versant du lac, tout en respectant sa capacité de support (Dillon et Rigler, 1975).

L'application du modèle du MRNQ est basée sur un principe semblable, à la différence que l'apport additionnel en P calculé est converti en nombre de « personnes-jours ». L'avantage de cette procédure est que ce nombre est ensuite transposable en **quantités d'activités** de villégiature diverses autorisables sur le territoire (selon des données de références sur le nombre de personnes moyen relatifs à chaque activité). Ce modèle permet donc de planifier le **nombre d'installations supplémentaires** qu'il est possible d'autoriser dans le bassin versant, en fonction de diverses utilisations du territoire à des fins récréatives (roulottes (Nr), tentes-roulottes (Ntr), tentes (Nt), espace de stationnement pour automobiles (Nbp), lits dans une colonie de vacances (Nlc), etc.) (Jacques et Lerouzes, 1979).

Le modèle de DMM, quant à lui, est celui qui fournit le plus de détails sur les mesures à adopter, suite à la détermination de la situation d'un lac par rapport à sa capacité de support en *P*. En effet, le Ministère de l'Environnement de l'Ontario (*MEO*), dans le cadre du *LAKECAP*, a proposé un guide aux municipalités, intitulé « *Lakecap policy* », afin de les aider à définir des objectifs de protection de la qualité des plans d'eau (*Gartner Lee Limited, 2005*). La municipalité de Muskoka s'est donc inspirée de l'initiative du *MEO* afin de développer ses propres critères ou normes afin d'encadrer la protection des plans d'eau en fonction de leur capacité de support aux apports en *P*. Ainsi, selon la situation du plan d'eau par rapport aux indicateurs de capacité de support déterminés, soit le seuil critique en phosphore (concentration naturelle + 50 %) et la sensibilité aux apports en *P*, plusieurs mesures restrictives sont proposées (voir figure 20).

« Dans le passé, les modèles de qualité de l'eau basés sur la capacité des lacs à supporter les apports en phosphore étaient traduits en terme de nombres admissibles de lots en bordure des lacs. Les résultats du modèle démontrent qu'en étant exprimé en nombre de lots admissibles, cela ne constitue pas une prédiction stable et facilement adaptable au changement et à l'évolution de nouvelles découvertes dans ce domaine de la science » (traduit de *Gartner Lee Limited, 2005*).

Ainsi, sans traduire les concentrations permmissibles en *P* en terme de nombre de logements ou utilisations du territoire admissibles, ce modèle propose plutôt un resserrement des règlements et un meilleur encadrement du développement en proposant des plans d'implantation par lac et des actions d'aménagement du territoire telles que (voir aussi Tableau IV et V) :

- ◇ aménager des zones tampons pour les surfaces imperméables afin de diminuer le ruissellement
- ◇ maintenir une bande riveraine de végétation tampon substantielle autour des plans d'eau afin de diminuer l'érosion du sol
- ◇ augmenter la marge de recul des installations septiques des lacs afin de s'assurer que le sol fasse son travail de rétention
- ◇ réduire la densité du développement en bordure des lacs (en augmentant le frontage minimum des lots)
- ◇ considérer l'utilisation de technologies et de techniques pour la réduction du phosphore émis par les installations septiques (système de déphosphatation)
- ◇ dans certaines situations critiques de sensibilité du lac aux apports en *P*, où les mesures de mitigation et la réduction des apports ne sont pas possibles, la création de nouveaux lots devrait être limitée et les autres formes de développement devraient se faire sous de hautes restrictions

En résumé, les mesures de restrictions, proposées par le modèle de *DMM*, touchent principalement les aspects suivants (Fredette, 2007) :

- Limite stricte ou contrôle du développement
- Type d'installations septiques
- Évaluation du lot à développer
- Recul de la propriété par rapport au lac
- Végétation riveraine
- Limite des superficies imperméables
- Gestion des eaux de ruissellement et de pluie
- Conservation de la végétation sur la propriété

Table 10.2 Phosphorus Management Techniques for Lakes in Muskoka

Recommended Management Actions	Lake Sensitivity Classification			
	<i>Low</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>	<i>Over Threshold</i>
• Vegetated buffers	X	X	X	X
• Shoreline Naturalization	X	X	X	X
• Soil Protection	X	X	X	X
• On-site stormwater control	X	X	X	X
• Limit impervious surfaces		X	X	X
• Septic phosphorus abatement technologies		X	X	X
• Site specific soil chemistry, flowpath and soil volume investigation			X	X (moderate and high sensitivity)
• Limit development (lot sizing, lot creation)			X	X
• Planning Controls (development agreements)		X	X	X
• Securities				X
• Monitoring (lake water quality)	X	X	X	X
• Monitoring (site compliance)				X

Figure 20 : Description des actions d'aménagements proposées pour les lacs du District de Muskoka en fonction de l'évaluation de leur capacité de support (sensibilité, seuil) (Gartner Lee Limited, 2005)

Pour plus de détails sur les mesures d'aménagement du territoire proposées par le modèle de *DMM* en fonction des indicateurs de capacité de support d'un plan d'eau, veuillez consulter l'annexe 6.

2.2 Intégration des mesures restrictives aux outils de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme

ÉTUDES DE CAS

2.2.1 La Fédération des lacs de Val-des-Monts (FLVM)

Tout comme la région des Laurentides présentée précédemment, la région de l'Outaouais comporte aussi de nombreux plans d'eau sur son territoire qui attirent de nombreux villégiateurs. C'est le cas de la municipalité de Val-des-Monts qui représente un haut lieu de villégiature de l'Outaouais.

« Selon le site web de la Municipalité, un des plus grands atouts locaux est la beauté des lacs et leur limpidité. (...) La qualité de l'eau des lacs est donc un aspect essentiel à la vie économique et sociale de cette communauté. (...) En effet, un des grands enjeux de la Municipalité cités dans son plan d'urbanisme est : les pressions accrues sur l'environnement et en particulier sur les rives, la qualité de l'eau des lacs et la couverture forestière. » (Fredette, 2007).

C'est pourquoi la Fédération des lacs de Val-des-Monts (FLVM) a proposé en 2007 des mesures restrictives basées sur le modèle de DMM, qu'elle souhaiterait voir appliquer par la municipalité. Ainsi, la FLVM propose une version adaptée des mesures tirées de Muskoka à la réalité des problématiques des lacs de Val-des-Monts. Pour les détails, consultez l'annexe 7.

Mesures restrictives selon la sensibilité et le seuil d'acceptabilité

Statut Activité	Au-dessus du seuil	Sensibilité élevée	Sensibilité moyenne	Sensibilité faible
Raccordement aux égouts municipaux	Requise, si possible	Requise, si possible	Requise, si possible	Requise, si possible
Système septique tertiaire	Requis, si possible	Requis, si possible	Encouragé	Encouragé
Installation septique qui retient très efficacement le phosphore	Requis	Requis	Requis	Requis
Évaluation du site	Requise	Requise	Requise	Encouragée
Gestion du ruissellement et des eaux de pluie	Requise	Requise	Nécessaire	Nécessaire
Recul des bâtiments et des installations septiques	30 mètres	30 mètres	15 mètres	15 mètres
Devanture (frontage)	100 mètres	100 mètres	100 mètres	45 mètres
Maintien de la végétation riveraine	Requise 30 mètres	Requise 30 mètres	Requise 10 ou 15 mètres	Requise 10 ou 15 mètres
Conservation de 50% des arbres en place	Requis	Requis	Requis	Requis

Figure 21 : Résumé des mesures restrictives proposées par la FLVM dans le cadre d'une étude de capacité de support d'un lac aux apports en P (Fredette, 2007)

Il est aussi proposé que ces mesures soient intégrées au **plan d'urbanisme** et aux **règlements de zonage** de la municipalité.

« Les limites au développement et les mesures restrictives qui s'appliquent au dépassement du seuil et à la cote de sensibilité seraient directement intégrées au plan de zonage et d'urbanisme de la Municipalité de Val-des-Monts. (...) Les lacs, ainsi que leur indice de sensibilité, pourraient être placés dans une annexe des plans de zonage et d'urbanisme de la municipalité de Val-des-Monts. La population, les promoteurs et la municipalité pourraient consulter cette annexe pour connaître les mesures restrictives s'appliquant à un lac concerné. » (Fredette, 2007).

Ainsi, pour les lacs ayant dépassé le seuil d'acceptabilité de la concentration naturelle plus 50 % ou bien ayant une sensibilité élevée aux apports en *P*, il est suggéré que :

*« (...) le plan de zonage devrait interdire ou sévèrement limiter le développement de nouvelles résidences. Lorsque les études de capacité de support seront terminées et validées, les changements au **plan de zonage** devraient être effectués afin d'inclure les lacs concernés. Les promoteurs qui désirent construire sur un lac de cette catégorie doivent obtenir une dérogation du plan de zonage auprès du conseil municipal et du comité consultatif d'urbanisme (CCU). Ceux-ci étudieront la requête qui devra obligatoirement comporter les éléments suivants en fonction de la sensibilité du lac décrite précédemment » (Fredette, 2007).*

Plus précisément, cet auteur explique que la municipalité de Val-des-Monts possède déjà actuellement comme objectif, dans son **plan d'urbanisme**, de développer un concept de rationalisation du développement résidentiel, pour l'affectation du territoire qui lui est reliée. Ainsi, il explique que ce concept de « *développement contrôlé* » pourrait être mis en œuvre via l'établissement de **zones rurales de consolidation et de zones rurales de développement contrôlé**. Ce concept consisterait à consolider les zones de développement existantes afin de pouvoir contrôler les activités de construction dans les zones qui jusqu'à ce jour n'ont pas encore été affectées par le développement résidentiel permanent (Fredette, 2007).

Ainsi, il est proposé que les **zones rurales de développement contrôlé (ZRDC)** le demeurent jusqu'à ce que la modélisation de la capacité de support des lacs du territoire soit complétée. Ensuite, il serait possible de statuer sur la situation des lacs et de prendre des décisions plus éclairées en ce qui concerne les possibilités de développement futur autour de ces derniers. De plus, il est suggéré que toutes les *ZRDC*, soient soumises à un **plan d'aménagement d'ensemble (PAE)**, ce qui permettrait une certaine souplesse et donnerait la possibilité d'exiger les mesures de restriction nécessaires, selon la capacité

de support du lac, requises pour tout projet de développement. Finalement, il est proposé que les bassins versants des lacs qui se situent dans la **zone rurale de consolidation (ZRC)** ayant une sensibilité élevée et étant classés comme ayant dépassé le seuil d'acceptabilité, puissent changer de vocation afin d'être classés dans la ZRDC, si les moyens légaux le permettent (Fredette, 2007).

Le *FLVM* demande donc au conseil municipal de Val-des-Monts d'intégrer ce concept d'organisation spatiale, mentionné au plan d'urbanisme, à ses règlements d'urbanisme. Cette demande fut effectuée officiellement par le biais d'une résolution en avril 2007 (voir annexe 8).

Voici une séquence logique du projet d'évaluation de la capacité de support des lacs, qui fut proposé par la Fédération des lacs de Val-des-Monts à la municipalité par résolution (Fredette, 2007, page 73).

« 1. Modélisation continue des lacs de Val-des-Monts

- Analyse de la qualité de l'eau d'un nombre maximal de lacs
- Modélisation du territoire
- Vérification du dépassement du seuil acceptable de phosphore à l'aide de tests de qualité de l'eau
- Attribution d'une cote de sensibilité
- Détermination de la priorité du lac

2. Adoption du plan d'action suggéré par la municipalité de Val-des-Monts

- Vérification et ajustement des mesures restrictives
- Adoption du projet par les élus municipaux
- Tenue de consultations publiques
- Intégration des changements dans les plans de zonage et d'urbanisme
- Ajout des lacs dans le règlement au fur et à mesure qu'ils sont modélisés et que leurs résultats ont été validés
- Application du règlement

3. Contrôle et suivi de la démarche

- Vérification de l'application des règlements du plan de zonage et d'urbanisme par une personne extérieure à la municipalité de Val-des-Monts.
- Soutien et information à la population et aux nouveaux résidents »

2.2.2 La MRC des Laurentides

La MRC des Laurentides, située dans la région administrative des Laurentides, occupe un territoire d'une superficie d'environ 2500 km², regroupant près d'une vingtaine de municipalités. Ce territoire est bordé par de vastes étendues boisées ainsi que par de nombreux lacs et cours d'eau. Ainsi, le territoire de la MRC des Laurentides est un endroit privilégié par les villégiateurs, la population saisonnière faisant doubler la population totale en saison estivale. De plus, étant donné un vieillissement de la population toujours de plus en plus accentué, la population permanente de la MRC a augmenté de 27,2 % de 1981 à 1996, ce qui représente un taux de croissance bien au-delà de la moyenne provinciale (*MRC des Laurentides*, 2000). De plus, selon une étude sur les villégiateurs de la MRC des Laurentides effectuée en 2006, 44 % des villégiateurs ont l'intention d'établir leur résidence principale dans les Laurentides, dans le futur. Par ailleurs, 67 % des propriétés de la MRC bordent directement un cours d'eau et 21 % en sont à proximité (Gohier Marketing, 2006).

« *La MRC des Laurentides possède plus de 11000 habitations riveraines (30 % résidents permanents et 70 % saisonniers) autour de 587 lacs.* » (CRE Laurentides, 2007)

Par ailleurs, de nombreux lacs sur le territoire de la MRC ont été affectés par la problématique des cyanobactéries pour les étés 2006-2007. Par conséquent, parallèlement aux problèmes d'eutrophisation des plans d'eau du territoire de la MRC, il semble aberrant de constater des pressions pour un développement de la villégiature et du tourisme en bordure des plans d'eau toujours grandissantes, plus particulièrement dans la région de Mont-Tremblant.

Voici, quelques autres conclusions du sondage effectué auprès des villégiateurs de la MRC des Laurentides en 2006 (Gohier Marketing, 2006) :

L'omniprésence des plans d'eau...

- Les villégiateurs se retrouvent à proximité des nombreux plans d'eau offerts par la topographie des Laurentides (88 % bordent ou ont un accès). Si l'on exclut les condos de la station Mont-Tremblant (dont le motif d'y habiter est plutôt le ski), 95 % des autres propriétés de villégiateurs de la MRC sont situées à proximité d'un plan d'eau.
- Il est évident que les lacs constituent « la poule aux œufs d'or » de la région des Laurentides.
- Assurer la qualité des plans d'eau, dans un tel contexte, ne doit pas être prise à la légère : il s'agit de la préservation d'un des plus importants vecteurs économiques de la région.

(...)

Les attitudes face à certains enjeux... (suite)

Les villégiateurs semblent faire peu de compromis sur la question de la qualité de l'eau; on souhaite clairement des interventions de la part des municipalités dans ce domaine.

Bref, 56 % des villégiateurs de la MRC des Laurentides sont tout à fait d'accord avec l'enjeu suivant : « *Pour s'assurer une bonne qualité de l'air et de l'eau, il faut que la municipalité y consacre plus de budgets et de ressources* » (Gohier Marketing, 2006). Ainsi, les gestionnaires et élus responsables des décisions d'aménagement du territoire, de la MRC des Laurentides et des municipalités du territoire, subissent de plus en plus de pressions de la part des citoyens afin d'agir en fonction de la préservation ou l'amélioration de la qualité des plans d'eau.

C'est pourquoi la MRC des Laurentides, comme vu précédemment lors de la description du « *projet CS SIADL* », est l'une des pionnières au Québec qui analyse les possibilités d'utilisation du concept de capacité de support au niveau régional. Ainsi, des représentants de la MRC siègent sur les tables d'experts, de recherche et d'application du *projet CS SIADL*.

Comme discuté au chapitre précédent, une utilisation des modèles théoriques pour le calcul de la capacité de support d'un lac aux apports en P semble se dessiner pour la MRC des Laurentides. De plus, des pistes d'application à l'aménagement du territoire sont présentement analysées, afin de pouvoir aller de l'avant avec ce concept prochainement. Ces avenues furent discutées avec le directeur de la planification et de l'aménagement du territoire de la MRC, M. Richard Morin.

Tout d'abord, M. Morin précise que le concept de capacité de support est perçu à la MRC comme un outil d'aide à la décision pour l'aménagement du territoire par rapport aux choix des **vocations du territoire** et des **densités d'occupation**. En effet, c'est à la MRC que revient la responsabilité de dicter ces informations à travers son schéma d'aménagement. Il mentionne que la capacité de support est une nouvelle donnée qui rentre dans l'art de faire du **zonage**, en offrant la possibilité de visualiser « *l'état zéro* » versus l'état actuel pour les concentrations en phosphore des plans d'eau et aussi en permettant de projeter les impacts qu'auront les nouveaux projets de développements dans 20-25 ans. De plus, une autre nouveauté, selon lui, est que les prédictions des modèles de capacité de support permettent d'évaluer les impacts cumulatifs des différents projets (Morin, 2008).

Ainsi, cet intervenant pense qu'on pourra établir une échelle en fonction de la situation des lacs par rapport aux indicateurs de capacité de support choisis, et qu'ainsi les bassins versants les plus problématiques seront ciblés et définis par des orientations d'aménagement et une vision du territoire spécifique (Morin, 2008).

En résumé, M. Morin pense que la *MRC* pourrait intervenir dans les zones problématiques au niveau de son schéma de deux façons : soit à l'aide « *d'outils faciles* » ou « *d'outils plus complexes* » (Morin, 2008).

Selon ce gestionnaire, les « *outils faciles* » seraient les suivants :

- 1) Baisser la **densité** dans le périmètre urbain
- 2) Augmenter le **pourcentage de couvert forestier** à maintenir
- 3) Augmenter la **marge de recul** des installations septiques (IS) du rivage
- 4) Régir les constructions en **sols minces** et **pentés fortes**
- 5) Exiger, lors de l'émission de permis de construction, que les constructions soient raccordées au réseau **d'égout sanitaire**

À ce sujet, la *MRC* a récemment adopté un règlement concernant la protection de la bande riveraine, apportant des modifications à son document complémentaire. Ces modifications touchent notamment des sujets tels que l'obligation de reboiser et l'interdiction d'altérer la végétation sur une partie de la rive. De plus, ce règlement contient de nouvelles indications sur les distances à respecter, à partir de la ligne des hautes eaux, pour l'implantation de bâtiments et de systèmes de traitement des eaux usées ainsi que pour les allées véhiculaires, les voies d'accès aux terrains et les stationnements (MRC des Laurentides, 2008).

De plus, selon cet aménagiste, d'autres outils très efficaces existent afin de gérer le territoire en fonction de la capacité de support des plans d'eau aux apports en *P*, mais ils sont plus difficiles à utiliser. Plus précisément, un outil discrétionnaire, tel que le *PAE*, pourrait être utilisé pour les secteurs comprenant des lacs en danger d'une eutrophisation accélérée. Ainsi, la *MRC* pourrait exiger des municipalités situées sur son

territoire, l'adoption d'un « *Règlement sur les PAE* », pour les zones où se situent les bassins versants problématiques. Ce faisant, le dépôt d'un *PAE* par un promoteur voulant développer le territoire d'un bassin versant d'un lac « *en danger* » et dont le projet soumis nécessiterait une modification aux règlements d'urbanisme serait obligatoire.

Les critères d'évaluation et exigences du *PAE* pourraient alors tenir compte des indicateurs de capacité de support du lac et des mesures restrictives appropriées. Par exemple, pourraient être des critères la présence de zones tampons entre les constructions et le lac, de rues moins larges, la construction de bassin de rétention des eaux de ruissellement, etc. L'outil des *PAE* permettrait aussi d'uniformiser la démarche pour tous les projets situés dans la zone visée et ainsi de tenir compte de leurs impacts cumulatifs sur la santé du lac, en fonction de sa capacité de support aux apports en P (Morin, 2008).

Néanmoins, malgré que l'utilisation de cet outil semble comporter de nombreux avantages, dans les faits, le recours aux *PAE* par les municipalités est assez rare. En effet, il explique que les municipalités sont réticentes à utiliser ce genre d'outil, car l'adoption d'un *PAE* nécessite une approbation de la population, chaque projet de *PAE* menant ultimement à un changement dans la réglementation d'urbanisme. Ainsi, les municipalités craignent que la population bloque continuellement les projets de développement qui leur sont soumis, malgré leur pertinence. Ceci pourrait s'expliquer, car, de façon générale à l'heure actuelle, il y a une absence de confiance entre le monde municipal et la population. En effet, étant donné que la municipalité retire des taxes des projets de développement, elle se retrouve un peu en conflit d'intérêts lorsque vient le temps de les autoriser. De plus, la prolifération de cyanobactéries dans les lacs ces dernières années a soulevé de nombreuses inquiétudes chez les riverains. Pour toutes

ces raisons, la première réaction de la population est souvent de s'opposer aux projets de développement proposés par la municipalité, en bordure des lacs (Morin, 2008).

Bref, selon M. Morin, le *PAE* constitue l'outil par excellence afin d'intégrer les prescriptions relatives à la capacité de support aux apports en *P* à l'aménagement du territoire. Par contre, une question subsiste toujours : la municipalité va-t-elle accepter d'aller de l'avant avec un tel processus? Selon lui, le concept de zones de développement contrôlées incluses dans un *PAE*, comme le propose la *Fédération des lacs de Val-des-Monts* est une excellente idée en soi, mais il se demande si la municipalité va vouloir se lancer dans une telle démarche. Les municipalités ont peur de la consultation publique. Il faut définitivement travailler à améliorer le sentiment de confiance qui règne entre le monde municipal et ses citoyens (Morin, 2008).

Finalement, selon cet intervenant, les municipalités ont tendance à utiliser l'outil des *PIIA* au lieu des *PAE*. En effet, les projets soumis au *PIIA* ne nécessitent pas de changement d'usages et de modification à la réglementation d'urbanisme et donc, de consultation de la population avant approbation. Ainsi, cet intervenant croit qu'en pratique « *la sauce est souvent étirée* » afin qu'ils soient un peu utilisés à des fins de *PAE* (Morin, 2008).

2.2.3 La Ville de Mont-Tremblant (*VdMT*)

La Ville de Mont-Tremblant connaît depuis plusieurs années des développements importants. L'implantation d'équipements touristiques d'envergure internationale, telle que la station de ski Mont-Tremblant, alliée aux différents attraits du milieu naturel et des paysages, ont fait de la région de Mont-Tremblant un endroit ciblé par les touristes et visiteurs. De plus, les nombreux plans d'eau du territoire sont très prisés pour les activités nautiques, sportives et de villégiature. En effet, le territoire de la ville en compte plus d'une centaine et la quantité d'eau douce (lacs et rivières) représente à elle seule près de 8 % (2 083 hectares) de la superficie totale du territoire.

Par ailleurs, il est possible de pratiquer de nombreuses activités à Mont-Tremblant, le territoire comptant de nombreux golfs, une piste de course, un spa nordique et deux stations de ski qui sont le Mont-Tremblant et le Gray Rocks. Afin d'accueillir ses visiteurs, la ville est parsemée de nombreux hôtels, restaurants et commerces qui sont à la disposition des touristes. Pour toutes ces raisons, la ville connaît une augmentation de sa population, autant saisonnière que permanente et les activités y sont en croissance continue. La population de la ville double en saison estivale. À titre d'exemple, le secteur récréotouristique a connu une croissance de 157 % de 1991 à 1998 et génère directement un emploi sur deux à Mont-Tremblant (Del Degan Massé et associés inc., 2003).

Cependant, l'expansion de la vocation touristique et de villégiature du territoire a un coût environnemental, introduisant des facteurs de stress parfois cumulatifs. En effet,

s'ajoute au développement des équipements récréotouristiques une forte pression pour un développement résidentiel, particulièrement en bordure des plans d'eau.

« Les développements immobiliers représentent la grande partie des investissements à Mont-Tremblant. Ils connaissent une croissance significative depuis les années 90. En fait, la MRC des Laurentides prévoyait dans le secteur l'ajout d'au moins 2 000 unités de logements entre 1996 et 2006. (...) plus de 60 projets de développement domiciliaire devraient se réaliser au cours des prochaines années à Mont-Tremblant, dont 75 % seront desservis par des installations individuelles d'épuration des eaux usées. » (Del Degan Massé et associés inc., 2003).

Ainsi, la majorité des résidences isolées du territoire, en bordure des lacs, ne sont pas desservies par le réseau d'égout sanitaire municipal.

« (...) la densification de l'occupation résidentielle des rives a provoqué une multiplication des installations septiques individuelles et des sources diffuses de pollution par les eaux usées, qui contribuent à l'enrichissement en nutriments (phosphore, matière organique) de l'eau des lacs. » (Del Degan Massé et associés inc., 2003).

Ceci n'est qu'une conséquence des pressions qu'engendre le développement du tourisme et de la villégiature autour des plans d'eau de Mont-Tremblant. À l'été 2007, 4 des principaux lacs de la ville furent affectés par la problématique des cyanobactéries, soulevant un vent de panique général chez les riverains.

C'est pourquoi, la Ville de Mont-Tremblant est désireuse de se doter d'un outil supplémentaire d'aide à la décision, comme le concept de capacité de support des lacs aux apports en *P*, afin de pouvoir continuer à favoriser le développement de la villégiature et du tourisme sur son territoire tout en maintenant l'intégrité de ses milieux naturels.

« *La MRC des Laurentides (...) pousse très fort pour connaître la capacité de support des lacs. Aux dires de leur aménagiste, il s'agit d'un besoin urgent et essentiel à la protection de l'environnement, et principalement dans la **région de Tremblant**.* » (SIADL, 2007).

Le plan directeur en environnement que la ville a commandé en 2003, met justement en évidence cette préoccupation et propose de :

« *Participer activement à l'étude du Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et environnement aquatique (GRIL) portant sur l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation de la **capacité de support** d'un plan d'eau, adaptée à la région des Laurentides, et voir à l'application des résultats sur les plans d'eau de Mont-Tremblant. Assurer la traduction des résultats du modèle déployé (ex. : identifier les lacs plus sensibles au niveau des charges en phosphore), dans la planification du développement sur les rives des plans d'eau ainsi que dans la réglementation municipale (...) Exiger une analyse des **impacts cumulatifs** sur la qualité des plans et cours d'eau des projets de développement en relation avec les usages existants dans le bassin versant.* » (Del Degan Massé et associés inc., 2003).

De plus, la Politique de l'eau, élaborée par le Comité Consultatif en Environnement (CCE) de la ville en septembre 2007, propose plusieurs recommandations, dont trois touchent le sujet de la capacité de support des plans d'eau aux apports en P (Ville de Mont-Tremblant, 2007).

- R-3 :** La Ville doit continuer à supporter cette gestion²⁴ qui pourra respecter la **capacité de support** de chacun de ses bassins versants.
- R-90 :** La Ville devrait adhérer au développement durable en respectant les **limites de support** de chaque bassin versant.
- R-171 :** La Ville devrait toujours faire bon usage de la réglementation de zonage et d'urbanisme pour bien équilibrer la **capacité de support** du plan d'eau en fonction de l'activité commerciale projetée.

Suite à ces diverses préoccupations énoncées dans sa Politique de l'eau, la municipalité s'est dotée de plusieurs outils qui lui permettront éventuellement de pouvoir gérer le territoire en fonction de la capacité de support des plans d'eau, lors de la récente refonte du plan d'urbanisme et des règlements correspondants (débutée en 2002 et présentée publiquement à l'hiver 2008).

Le projet du plan d'urbanisme soulève donc les problématiques et enjeux suivants, en rapport avec la capacité de support des bassins versants (Ville de Mont-Tremblant, 2008b) :

Problématiques :

- le rythme de développement de la ville ne tient pas toujours compte de la **capacité de support** du milieu naturel, et ce, malgré certains efforts. Cette situation s'explique par la méconnaissance de la **capacité de support des bassins versants**;
- les développements engendrent un apport en phosphore dans les plans d'eau naturels, de sorte que les lacs vieillissent prématurément;

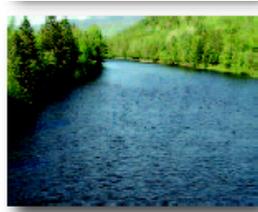
Enjeux :

- la gestion du développement par rapport à la **capacité de support** du milieu naturel;

²⁴ On parle ici de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV)

- la planification du développement en fonction de la **capacité des bassins versants**;
- la gestion intégrée de l'eau dans une préoccupation de développement durable.

Ainsi, la deuxième **orientation d'aménagement du territoire** du projet de plan d'urbanisme est reliée directement à l'environnement et à la capacité de support des milieux (Ville de Mont-Tremblant, 2008a) :



GRANDE ORIENTATION RELIÉE À L'ENVIRONNEMENT

Ville qui se développe dans le respect de la capacité de support des milieux physiques et humains et de la qualité exceptionnelle de l'environnement naturel et des paysages, le tout dans une perspective de développement durable et en harmonie avec sa vision.

Figure 22 : Orientation reliée à l'environnement du plan d'urbanisme de la *Ville de Mont-Tremblant* (Ville de Mont-Tremblant, 2008a)

De plus, dans son plan d'urbanisme, la Ville s'est dotée d'un **cadre de référence environnemental** qui tient compte de la gestion par bassin versant et de la capacité de support des plans d'eau de son territoire.

*« En ce sens, le plan d'urbanisme vise à mieux contrôler l'impact des usages potentiellement polluants sur le milieu récepteur, à permettre un développement qui a pour objectif le respect de la **capacité de support du milieu par bassin versant** dans la mesure des connaissances actuelles, à permettre une gestion adéquate des espaces naturels et des territoires comportant des contraintes naturelles. »* (Ville de Mont-Tremblant, 2008b).

C'est dans cette optique, comme l'expliquait M. Levac, urbaniste responsable de la refonte réglementaire, que la Ville de Mont-Tremblant s'est dotée, dans les nouveaux règlements d'urbanisme, d'un **zonage** respectant les limites naturelles des **bassins**

versant (voir figure 23). Ceci fut effectué en prévision de l'utilisation du concept de capacité de support aux apports en *P* et de l'ajout de normes plus sévères pour les bassins versants ciblés (Levac, 2008).

*« Chaque bassin versant possède une **capacité de support** qui varie et qui doit être considérée lors de l'évaluation des projets. Afin d'assurer un lien entre l'urbanisme et la protection de l'environnement et de concrétiser l'approche de gestion par bassin versant privilégiée au plan d'urbanisme, le **règlement de zonage** traduira en grande partie les limites des bassins versants, identifiés au plan 10 – Localisation des bassins versants. »* (Ville de Mont-Tremblant, 2008b).

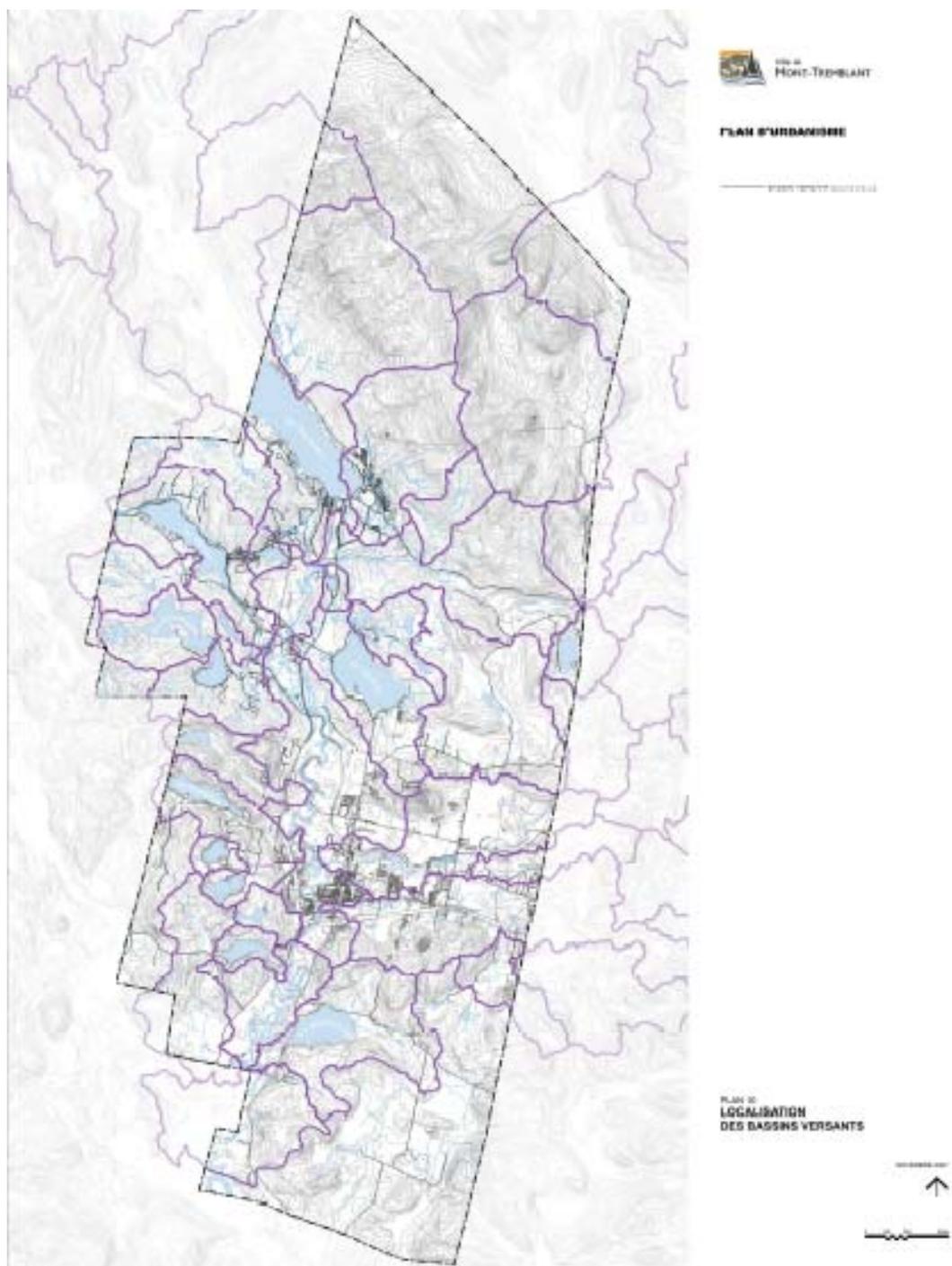


Figure 23 : Plan du projet de zonage par bassin versant de la *Ville de Mont-Tremblant* (*Ville de Mont-Tremblant, 2008b*)

La municipalité est donc en attente d'un modèle théorique pour le calcul de la capacité de support des lacs aux apports en P qui lui sera fourni par la MRC des Laurentides, afin d'aller de l'avant avec l'utilisation de ce concept au niveau municipal. C'est pourquoi les élus et gestionnaires de la ville ont toutefois annoncé clairement leurs « couleurs » à ce sujet, dans le projet de plan d'urbanisme et préparé les outils réglementaires en conséquence, comme le zonage, afin de pouvoir intégrer les constats qu'amènera la prise en compte de ce nouvel outil dans l'aménagement du territoire des bassins versants. Par ailleurs, la ville énonce déjà dans son projet de plan d'urbanisme des objectifs et moyens de mise en œuvre, ainsi qu'un plan d'action en ce qui concerne le calcul de la capacité de support des lacs aux apports en P (Ville de Mont-Tremblant, 2008b).

Objectif 1

- ◇ protéger et mettre en valeur l'authenticité de la ressource « environnement » plus spécifiquement les lacs, les cours d'eau, les milieux humides, les zones à risque d'inondation et la végétation :

Moyens de mise en œuvre	Échéance		
	Court terme	Moyen terme	Long terme
	0-2 ans	2-5 ans	5-10 ans
g) mettre en place des mesures réglementaires nécessaires afin d'interdire ou de limiter le développement dans les milieux sensibles (règlement de zonage, règlement de lotissement);	✓		

Objectif 6

- ◇ assurer une planification du développement par bassin versant

Moyens de mise en œuvre	Échéance		
	Court terme	Moyen terme	Long terme
	0-2 ans	2-5 ans	5-10 ans
a) délimiter les zones du plan de zonage en fonction des bassins versants des cours d'eau afin d'y introduire des dispositions réglementaires selon leurs caractéristiques;	✓		
b) établir la capacité de support des plans d'eau et les normes applicables (règlements de zonage, de lotissement, PIIA, etc. et en collaboration avec différents intervenants dont la MRC des Laurentides, les associations de lacs, etc.);		✓	✓
c) identifier les menaces de l'eutrophisation des lacs par des analyses adéquates (Service de l'environnement);	✓	✓	✓
d) gérer de façon adéquate le développement résidentiel à l'intérieur du bassin versant des lacs Desmarais, Barbotte et Bessette, la capacité de support de ce dernier ayant été établie.	✓	✓	✓

Par ailleurs, depuis quelques années, des actions sont déjà prises afin de prendre en compte la capacité de support des plans d'eau aux apports en *P* dans les décisions de gestion et d'aménagement du territoire, les pressions pour le développement immobilier à Mont-Tremblant étant si prononcées. Ainsi, le conseil municipal a actuellement la liberté d'exiger les documents et études qu'il juge nécessaires, lors du dépôt d'un projet par un promoteur qui requiert un changement de zonage (Levac, 2008). C'est de cette façon que la municipalité a réussi jusqu'à maintenant à obtenir des études de capacité de support aux apports en phosphore pour deux projets de développement dans le bassin versant du lac Mercier ainsi que pour un projet dans celui du lac Desmarais. Malgré que l'approche utilisée est pertinente, le modèle employé aux fins d'analyse fut celui de *Dillon et Rigler* (BIOFILIA, 2006a; BIOFILIA 2006b; Dessau Soprin inc., 2006), qui comme

vu précédemment dans la section 3 du chap. II, ne fournit pas la précision nécessaire à son utilisation au Québec. La venue d'un nouveau modèle fiable devrait aider à voir plus clair en la matière.

Il est tout de même rassurant de voir qu'une des municipalités qui subit les plus grandes pressions pour le développement ne craint pas d'aller de l'avant avec « *l'outil capacité de support* ». En effet, les conclusions de l'étude du « *projet G7* » au lac Desmarais ont été qu'afin de préserver la qualité du lac, le bassin versant devait être maintenu boisé à 85 % et les installations septiques ne générer aucun apport en *P*. De plus, une bande riveraine d'au moins 20 mètres devait être préservée à l'état naturel en périphérie du plan d'eau. Suite aux recommandations émanant de cette étude, le projet du promoteur fut approuvé, à la condition du respect de ces mesures. Un protocole d'entente fut signé, entre la ville et le promoteur à cet effet, incluant l'obligation d'effectuer un suivi environnemental du projet. Par ailleurs, depuis la récente refonte, le chapitre 11 du projet de règlement de zonage traite notamment des mesures particulières applicables à certaines zones, dont les secteurs inclus dans le bassin versant du lac Desmarais, où figurent les mesures établies dans le cadre du protocole d'entente (voir annexe 9).

2.3 Synthèse des outils permettant l'intégration du concept de capacité de support à l'aménagement du territoire et l'urbanisme

Suite à la présentation des possibilités d'utilisation des outils d'urbanisme et d'aménagement du territoire afin d'intégrer les prescriptions relatives à la capacité de support des lacs aux apports en *P*, voici un tableau synthèse sur les mesures restrictives proposées par les différents modèles théoriques de capacité de support et les acteurs municipaux rencontrés dans le cadre des études de cas. À ces mesures furent reliés les outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme qui pourraient être utilisés aux fins d'application. Veuillez vous référer à la *LAU* ou *LCM*, pour plus de détails (www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/home.php) sur les articles des lois.

Tableau VIII : Mesures restrictives découlant du concept de capacité de support et outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme pouvant leurs être associés

Sources	Mesures restrictives	Outils d'aménagement ou d'urbanisme	
		MRC	Municipalité
<i>DR</i> <i>MRNQ</i> <i>DMM</i>	Aucun logement supplémentaire autorisé, interdiction au développement	DC (règles aux mun. : prohiber constructions, ouvrages, opérations cadastrales) ²⁵ (<i>LAU art. 5 al. 2 par.1</i>)	◇ Règlement de zonage : prohiber tous les usages du sol, constructions ou ouvrages ²⁵ (<i>LAU art. 113 par.16</i>) ◇ Règlement de lotissement : prohiber opérations cadastrales ²⁵ (<i>LAU art. 115 par.4</i>)
<i>DMM</i> , <i>VdM</i> , <i>Laur</i>	Diminuer la densité d'occupation du sol, augmenter le frontage	◇ DC (règles DOS aux mun.) (<i>LAU art. 6 par.2</i>) ◇ DC (prescrire superficie, dimension minimale des lots) ²⁶ (<i>LAU art. 5 al.2 par.1</i>)	◇ Plan urbanisme ◇ Règlement de zonage : DOS (<i>LAU art. 113 par.3</i>) ◇ Règlement de lotissement : superficie minimale des lots (<i>LAU art. 115 par.1 et par.3</i>)
<i>MRNQ</i>	Quantité d'usage du sol maximale	DC (règles aux mun. : régir usages du sol, ouvrages) ²⁵ (<i>LAU art. 5 al. 2 par.1</i>)	Règlement de zonage : régir ou prohiber usages du sol ²¹ (<i>LAU art. 113 par.16</i>)
<i>DMM</i> , <i>VdM</i> , <i>Laur</i>	Recul des bâtiments et IS du rivage	DC (règles aux mun. : régir opérations cadastrales) ²⁵ (<i>LAU art. 5 al. 2 par.1</i>)	◇ Règlement de lotissement : régir les opérations cadastrales ²⁵ (<i>LAU art. 115 par 4</i>) ◇ <i>LQE article 124</i>
<i>DMM</i> , <i>VdM</i> , <i>G7</i>	Obligation d'utiliser technologie/technique pour la réduction du P dans les IS	DC (obliger mun. adopter PAE) (<i>LAU art. 6 al.3 par.1</i>)	◇ PAE ◇ Zonage : constructions autorisées par zone (<i>LAU art. 113 par.3</i>) ◇ <i>LQE article 124</i>
<i>DMM</i> , <i>VdM</i> , <i>G7</i>	Maintien d'une bande de végétation riveraine	Zones de contraintes ²⁷ (<i>LAU art. 5 par.4</i>)	◇ Règlement de zonage : régir ou prohiber les ouvrages ²⁷ (<i>LAU art. 113 par.16</i>) ◇ obliger plantation gazon, arbres et arbustes (<i>LAU art. 113 par.12</i>) ◇ régir ou restreindre l'abattage d'arbres (<i>LAU art. 113 par 12.1</i>) ◇ PAE (<i>LAU art. 145.9 à 145.14</i>) ◇ PIIA (aménagement des terrains) (<i>LAU art. 145.15 à 145.20.1</i>)

²⁵ Compte tenu de la **proximité d'un cours d'eau ou d'un lac**

²⁶ Compte tenu de la **nature du sol** ou de **l'absence/existence d'installations sanitaires ou d'égout sanitaire**

²⁷ Pour des raisons de **protection environnementale des rives, du littoral ou des plaines inondables**

DMM, VdM	Gestion des eaux de ruissellement et de pluie	DC (obliger mun. adopter <i>PIIA</i> ou <i>PAE</i>) (<i>LAU art. 6 al.3 par.1</i>)	◇ <i>PIIA</i> ◇ <i>PAE</i>
DMM	Limiter les surfaces imperméables		
DMM, VdM, Laur	Création de nouveaux lots seulement si reliés aux égouts	DC (obliger les mun. à adopter un Règlement relatif à l'émission de permis de construction) (<i>LAU art. 6 al.3 par.1</i>)	Règlement relatif à l'émission de permis de construction (<i>LAU art. 116 par2</i>)
VdM, Laur, G7	Conservation d'une partie (%) de la couverture forestière du bassin versant	◇ DC (règles mun. zonage) (<i>LAU, art. 6 al.3 par.3</i>) ◇ Règlement sur la plantation ou l'abattage d'arbres (<i>LAU, art 79.1</i>).	Règlement de zonage : plantation abattage d'arbres (<i>LAU art. 113 par 12.1</i>)
Laur	Régir les constructions en pentes fortes ou sol mince	◇ Zones de contraintes (érosion, glissement de terrain) (<i>LAU art. 5 par.4</i>) ◇ DC (règles aux mun.) (<i>LAU, art. 6 al.3 par.3</i>)	◇ Règlement de zonage : régir, prohiber constructions, ouvrages ²⁸ (<i>LAU art. 113 par.16</i>) ◇ Règlement de lotissement : régir, prohiber opérations cadastrales ²⁸ (<i>LAU art. 115 par.4</i>) ◇ Plan d'urbanisme (zones à protéger) (<i>LAU art. 84 par.1</i>)
DMM G7	Permis, autorisations requises pour le développement	DC (obliger les mun. à adopter un Règlement sur les permis et certificats) (<i>LAU art. 6 al.3 par.1</i>)	◇ <i>PAE</i> ◇ Règlements sur les permis et certificats :
DMM VdM G7	Études terrains requises pour le développement		Permis de construction obligatoire (<i>LAU art. 119 par.1</i>)
DMM, G7	Suivi à long terme des lots développés		Documents requis lors de la demande de permis (<i>LAU art. 119 par. 5</i>)

Propositions d'interventions suggérées par :

DR	Dillon et Rigler (1975)
MRNQ	Jacques et Lerouzes (1979)
DMM	Municipalité de Muskoka (Gartner Lee Limited, 2005)
VdM	Fédération des lacs de Val-des-Monts (Fredette, 2007)
Laur	MRC des Laurentides (Morin, 2007)
G7	Dispositions particulières s'appliquant au bassin versant du lac Desmarais, intégrées au projet de règlement de zonage (Ville de Mont-Tremblant (2008c), chapitre 11)

²⁸ Compte tenu de la **topographie** du terrain

2.4 Réflexion sur l'utilisation des modèles de capacité de support afin de gérer le développement

Il est important de mentionner que des visions différentes partagent parfois les chercheurs et gestionnaires, en ce qui a trait à la portée de l'outil et l'utilisation des modèles de capacité de support aux apports en *P*, afin de gérer le développement des bassins versants. En effet, les gestionnaires et responsables de l'aménagement du territoire semblent beaucoup compter sur cet outil, afin d'appuyer leur décision d'aménagement, face à des promoteurs ou lors de poursuites judiciaires, étant donné qu'actuellement, avec les outils disponibles, il est quasiment impossible d'interdire une construction en périphérie d'un lac. Mais ont-ils raison de penser que cet outil pourra leur servir afin de possiblement interdire le développement dans un bassin versant ou mieux encadrer sa réalisation?

Les modèles de Dillon et Rigler, du *MRNQ* et du *DMM* suggèrent tous, dans certains cas précis de lacs ayant dépassé leur capacité de support, d'interdire de nouveaux développements dans le bassin versant. Mais est-ce défendable au niveau politique et juridique?

Louis-Martin Levac de la Ville de Mont-Tremblant est d'avis que les municipalités ont le pouvoir d'intervenir pour ce qui est de la gestion des autorisations de développement sur leur territoire. Cet acteur pense que les juges sont plus « verts » qu'avant, particulièrement depuis les épisodes de prolifération de cyanobactéries dans les lacs, et que la jurisprudence permettra aux municipalités d'avoir plus de pouvoir en matière de gestion du développement. Selon cet urbaniste, les questions fondamentales auxquelles le calcul de capacité de support permettra de répondre sont : Combien

d'autres terrains est-il possible de mettre dans le bassin versant du lac? Combien d'unités de logements supplémentaires et quel est le type d'installation septique requis? La municipalité a en effet le pouvoir, en vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU), de régir dans son règlement de zonage, les densités d'habitations sur son territoire et aussi de prohiber les constructions et ouvrages compte tenu de la proximité d'un cours d'eau ou d'un lac (LAU article 113) (voir tableau VIII).

Par contre, le chercheur Richard Carignan doute que l'utilisation de ce genre de modèle soit suffisante afin d'interdire le développement résidentiel dans un bassin versant. Selon ce chercheur, il est possible de prouver, à l'aide des technologies actuelles, qu'un développement ne génère aucun apport en phosphore supplémentaire à un plan d'eau. Il serait alors difficile, selon lui, d'empêcher un promoteur de construire, même si la capacité de support du lac est calculée comme étant déjà dépassée.

« Une capacité de support ça se calcule à une époque donnée et ça se calcule selon l'efficacité des systèmes d'installations septiques à retenir le phosphore, mais ça change, ça évolue dans le temps. (...) Un modèle de capacité de support, ça ne sert absolument pas à gérer le développement dans un bassin versant, c'est une erreur de penser ça. (...) Un modèle de capacité de support va t'informer sur ce qui est responsable du P dans un lac, ça ne te permettra jamais de légiférer (...) » (Carignan, 2007).

Le « projet G7 » à Mont-Tremblant situé en quasi-totalité sur le pourtour du lac Desmarais est un exemple des difficultés soulignées par le Dr Carignan. En effet, les résultats de l'étude de capacité de support de ce lac ont démontré que :

« Le lac Desmarais à l'état actuel est déjà près de sa capacité de support. Pour qu'un développement soit acceptable, il devrait avoir un apport artificiel de phosphore presque nul. (...) En raison de son ratio superficie du lac/superficie du bassin versant élevé, le lac Desmarais s'avère vulnérable aux apports additionnels de nutriments (phosphore et azote). De ce fait, pour respecter le processus de vieillissement naturel du lac, il serait essentiel de limiter le déboisement

de son bassin versant à 15 à 20 % et d'éviter les apports anthropiques de nutriments (phosphore et azote) » (Dessau Soprin inc., 2006).

Ainsi, malgré cette conclusion, le promoteur a tout de même réussi à faire approuver son projet en démontrant que ce dernier respecterait les mesures restrictives suggérées et ne générerait pas d'apports supplémentaires en *P* ayant un impact notable sur la santé du lac. Par contre, comme mentionné précédemment, le modèle de capacité de support utilisé dans le cadre de cette étude fut celui de Dillon et Rigler de 1975. Ainsi, il est possible de penser que c'est à ce niveau que pourrait influencer la précision, fiabilité et acceptabilité sociale du modèle utilisé pour les calculs, où un modèle développé pour le Québec trouverait un avantage et permettrait d'appuyer l'interdiction d'un projet de développement.

Par contre, les modèles de capacité de support seront toujours basés sur des prédictions et ainsi, empreints d'une certaine imprécision, malgré le degré de raffinement des modèles développés.

« Il faut être conscient que les prévisions de ces modélisations sont empreintes d'une imprécision que l'on ne peut ni estimer, ni éliminer complètement. Les modèles de capacité de support des lacs ne sont pas assez précis pour déterminer le nombre exact d'habitations qu'il est encore possible de construire sur un plan d'eau. (...) Cette valeur quantitative serait difficilement défendable d'un point de vue scientifique et légal. En effet, une certaine imprécision existe dans ces modèles qui empêche la justification de limiter un développement particulier. De plus, d'un point de vue légal, quelqu'un pourrait très bien défendre sa nouvelle construction en disant que son type de résidence ne fournira aucune pollution en installant des bonnes installations septiques, un certain recul des bâtiments, etc. » (Fredette, 2007).

Malgré l'avis défavorable des scientifiques en ce qui a trait à l'utilisation des modèles de capacité de support afin d'interdire le développement des bassins versants, il ne sera pas possible d'avoir une réponse définitive à ce sujet avant que des juristes ne

se soient prononcés en la matière. La jurisprudence permettra de clarifier la situation et de faire le point à ce sujet dans le futur. Par contre, un constat semble assez évident au niveau scientifique, comme le démontrent les résultats du *projet CS SIADL*, tel que mentionné dans la section 3.2 du chap. II. Dans le cadre de ce projet, il fut démontré que les modèles de capacité de support testés ne sont pas assez précis pour permettre de calculer un **nombre précis d'unités d'habitations** qu'il est possible de construire dans un bassin versant (Roy, 2008; SIADL 2008). L'outil « *capacité de support* » pourra plutôt permettre de (SIADL, 2008) :

- ◇ Effectuer un dégrossi de la situation en aménagement
- ◇ Fournir des orientations pour les schémas d'aménagement
- ◇ Prioriser les lacs à échantillonner, à suivre
- ◇ Prioriser les suivis sur le terrain (inspection des systèmes de traitements des eaux usées, bandes riveraines, etc.)
- ◇ Effectuer une analyse primaire des projets de développements
- ◇ Effectuer une évaluation grossière des impacts cumulatifs de multiples développements
- ◇ Gérer l'ampleur des moyens à mettre en œuvre pour réduire l'exportation du P (mesures de mitigation)

Dans ce sens, l'exemple du « *projet G7* » démontre qu'il est à tout le moins possible d'exiger des **mesures environnementales strictes** de la part du promoteur lors de la réalisation d'un projet de développement et que ces mesures peuvent très bien s'insérer dans le cadre d'un règlement de zonage.

De plus, Patrick Fredette de la *FLVM* pense que le concept de sensibilité des plans d'eau aux apports en phosphore pourrait être utilisé afin d'établir des lignes directrices d'aménagement du territoire ou bien des mesures restrictives à respecter par bassin versant, pour le développement. Selon ce dernier, ces mesures sont beaucoup plus

justifiables et défendables sur le plan scientifique que l'imposition d'un nombre limite d'habitations permmissibles dans le bassin versant d'un lac, par exemple.

Aussi, cet intervenant mentionne que :

« En se fiant sur l'état actuel du lac et sur sa sensibilité, on peut imposer des limites au développement et des mesures restrictives qui soient communes pour tous les usagers. Si l'on impose un nombre strict de propriétés pouvant se développer, c'est-à-dire une valeur quantitative, la personne qui dépassera ce nombre sentira ses droits brimés, car il s'agirait d'une mesure « premier arrivé, premier servi ». (Fredette, 2007).

Pour toutes ces raisons, la pertinence de l'utilisation des modèles de capacité de support comme outil d'aide à la décision au niveau du développement résidentiel semble plutôt résider dans l'encadrement de ce dernier, dans des indications sur les façons de faire le développement, plutôt qu'afin d'appuyer une interdiction totale. Ainsi, les modèles de capacité de support pourraient aider les aménagistes à justifier certaines restrictions, critères requis ou actions d'aménagement du territoire obligatoires afin de pouvoir développer, comme le suggèrent les conclusions de *projet CS SIADL*, le modèle de *DMM*, la *FLVDM* ainsi que l'exemple du *projet G7* à Mont-Tremblant.

*« Même si on sait que la villégiature est la première responsable de l'enrichissement des plans d'eau sur le territoire de Val-des-Monts, il ne faut pas adopter une attitude anti-développement, mais bien de s'assurer que celui-ci soit bien fait et qu'il respecte la capacité de support du milieu. À ce niveau, cette phrase-clé devrait être utilisée : **Le bon développement à la bonne place**» (Fredette, 2007).*

Finalement, selon le Dr Carignan, d'autres considérations, telles que les paysages, auront plus d'influence et permettront peut-être de limiter le développement autour des lacs ultimement.

« (...) c'est qu'il y a d'autres variables qui vont rentrer là-dedans, bien avant, comme les paysages. Est-ce que tu vas dans les Laurentides pour te retrouver dans une forêt de condos ou si tu vas dans les Laurentides pour avoir des arbres, des oiseaux et des chevreuils? (...) C'est d'autres considérations qui vont limiter le développement dans un bassin versant.» (Carignan, 2007).



Figure 24 : Schéma illustrant les différentes composantes définissant la planification du territoire en milieu de villégiature (MAMR, 2007c)

Prenez note qu'une municipalité pourrait tout de même décider d'acheter les terrains résiduels dans le bassin versant d'un lac en danger, afin de ne plus permettre de développement supplémentaire dans ce dernier. Le problème avec cette option est que la valeur des terrains en bordure des plans d'eau est souvent devenue exorbitante.

En dernier lieu, au niveau des implantations commerciales ou industrielles, il semblerait que cet outil pourrait tout de même être utilisé par le *MDDEP* pour justifier des refus au développement.

« (...) c'est le MDDEP qui intervient et lui il a un pouvoir discrétionnaire, donc il peut très bien appliquer ces modèles-là avec la LQE et motiver un refus pour une industrie, un commerce, un aménagement de route ou un développement résidentiel. Il peut motiver un refus en s'appuyant sur ces outils et la capacité de support du lac. Cela n'a pas été fait, mais c'est envisageable, car à ce moment-là, ce n'est pas des fins privées, alors cela échappe au contrôle du monde municipal, c'est vraiment le MDDEP qui se mêle de ça. À cause que c'est public et gros. Le ministère va donc avoir un rôle d'application avec les municipalités et MRC dans le cadre de son mandat, à des fins publiques, commerciales et industrielles.» (Assel, 2007).

3. CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES ET ÉCONOMIQUES POUR LA GESTION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT DANS L'URBANISME

Non seulement il est nécessaire pour les acteurs qui seront responsables de l'intégration des conclusions qu'amèneront les modèles de capacité de support à l'aménagement du territoire d'avoir les outils de planification et réglementaires appropriés, mais ils devront aussi posséder les moyens de les mettre en œuvre au niveau technique et économique. C'est pourquoi il est pertinent d'examiner les exigences que requiert la gestion des modèles de capacité de support par les municipalités et les MRC.

3.1 Données et ressources financières nécessaires

Afin de pouvoir utiliser les modèles de capacité de support, les gestionnaires municipaux doivent avoir suffisamment de données en leur possession, non seulement pour s'assurer que les modèles qu'ils utilisent sont bien calibrés et adaptés aux caractéristiques de leur région, mais aussi afin d'introduire les paramètres nécessaires aux calculs.

Si le but premier est d'évaluer la concentration naturelle du lac selon le « *modèle de Carignan* », il est nécessaire d'avoir des données fiables sur la concentration en COD du plan d'eau. Comme mentionné précédemment, il est très facile et peu coûteux de

mesurer ce paramètre dans les lacs et des données sont depuis longtemps répertoriées à ce sujet au Québec.

De plus, afin d'effectuer les prédictions sur l'apport total en P selon ce modèle, il est aussi essentiel d'avoir le volume du lac. Malgré qu'au niveau de la précision des calculs, il semble approprié de considérer le volume des lacs, pour ce qui est des données disponibles, la situation se complique. En effet, étant donné qu'il est difficile de mesurer le volume d'un lac et que le coût pour le faire est élevé, ce genre de donnée n'est malheureusement pas disponible pour la majorité des lacs du Québec.

« Les premières indications du Dr Carignan démontrent la nécessité d'avoir le volume des lacs. Le problème, c'est que nous n'en avons qu'une cinquantaine pour tout le territoire à l'étude et le coût pour calculer le volume d'un lac est supérieur à 1000 \$, donc supérieur à 4 000 000 \$ pour tous les lacs de la MRC. Donc, dans cette perspective, les modèles existants développés en Ontario, soit le modèle de Dillon et Dillon modifié par la municipalité de Muskoka (Gartner Lee Limited, 2005), nous semblent très intéressants. » (SIADL, 2007).

Par ailleurs, de façon plus générale, pour l'utilisation de tous les modèles de capacité de support, des données sur l'utilisation du territoire des bassins versants doivent être disponibles et fréquemment mises à jour. Les municipalités ou les MRC détiennent généralement ce genre d'information. Aussi, afin de calibrer régionalement les modèles utilisés, les prédictions effectuées à l'aide de ces derniers sur les concentrations en P totales devront être comparées à des valeurs actuelles qui doivent être mesurées dans les lacs avec précision. La prise d'échantillons et les analyses physico-chimiques en laboratoire sont coûteuses lorsqu'elles sont effectuées par une firme privée ou un consultant. Ce ne sont pas toutes les municipalités qui ont un budget qui permet ce genre de suivi. Une municipalité comme Mont-Tremblant par exemple, effectue maintenant ce genre d'analyse tous les trois ans sur les principaux plans d'eau

de son territoire. On peut facilement comprendre que la situation de cette ville ne représente pas celle de la majorité des petites municipalités du Québec.

« *La surveillance des lacs par des campagnes d'échantillonnage est toujours nécessaire et primordiale. Afin de bien valider le modèle, déterminer la mobilité (voir plus loin) et savoir si l'on a dépassé le seuil acceptable, on doit s'appuyer sur des données de terrains qui doivent être fiables et pluriannuelles.* » (Fredette, 2007).

Heureusement, certains programmes axent de plus en plus sur la prise de données volontaires par les riverains ou associations de lac. En effet, le MDDEP a créé le Réseau de surveillance volontaire des lacs de villégiature (*RSV lacs*) qui permet, à un moindre coût, de faire analyser les échantillons d'eau pris par une association de riverains, pour des paramètres comme le phosphore et le COD.

Pour la région des Laurentides, des données sont depuis longtemps accumulées par les MRC, en provenance d'études effectuées dans le cadre de l'ancien programme des lacs du gouvernement provincial, de recherches universitaires et provinciales ou bien en provenance d'organismes locaux, du programme *RSV lacs* ou d'études commandées par les municipalités. Le projet *SIADL* a notamment permis de rassembler un nombre relativement grand de données sur les lacs des Laurentides qui bénéficieront ultimement aux municipalités. Le partage et la transmission de l'information, de la province et des régions vers les différentes entités locales, deviennent ainsi un point important afin de permettre une mise en œuvre cohérente et généralisée du concept de capacité de support.

Par ailleurs, il est primordial d'avoir des données sur la rétention du phosphore par les sols, pour le calcul de l'apport anthropique en *P* en provenance des habitations,

lorsque l'on utilise un modèle de type « bilan de masse ». Un travail d'acquisition de connaissances reste encore à faire à ce sujet au Québec.

« La rétention des sols (...) On ne sait pas ce qui se passe au Québec au niveau de la migration du P, ça reste à valider. (...) On a beaucoup moins de travaux poussés que ce que l'Ontario a pu faire, puis on est vraiment en retard honnêtement par rapport à ça. L'amélioration du P au niveau des sols, tout le monde en a parlé cet été et la réalité est qu'on a très peu de chiffres. » (Dufour, 2008).

Un point positif en ce sens est que, selon ce biologiste de la MRC des Laurentides, il y a des projets qui seront probablement mis sur pied à ce sujet dans un futur rapproché pour la région des Laurentides, dans le cadre notamment de la mise en œuvre du *Plan d'action québécois sur les algues bleu-vert*.

En ce qui a trait à la modélisation de la capacité de support des lacs, Patrick Fredette de la *FLVM* ne propose pas d'effectuer ce genre d'analyse systématiquement sur tous les plans d'eau du territoire, mais plutôt, d'établir un ordre de priorité. La première priorité devrait être attribuée aux lacs ayant dépassé le seuil d'acceptabilité déterminé selon les prédictions et la deuxième aux lacs où l'on prévoit un développement plus ou moins intense dans les années à venir. Finalement, pour les autres lacs l'ordre de priorité pourrait être établi selon leur indice de développement, qui se traduit par le rapport entre le nombre d'habitations présentes dans le bassin versant du lac divisé par la superficie du lac en hectare (Fredette, 2007). De cette façon, tous les lacs du territoire n'auraient pas à être échantillonnés systématiquement, ce qui permettrait d'échelonner les coûts relatifs aux analyses sur une période de plusieurs années.

Finalement, il est toujours envisageable que les frais reliés aux échantillonnages soient relégués aux promoteurs, lors de leurs demandes pour des projets de développement sur le territoire des bassins versants des lacs ciblés. À ce propos, il est primordial d'avoir de solides bases théoriques et un modèle de capacité de support qui pourra facilement être calibré régionalement, afin de s'assurer de l'uniformité de la démarche utilisée par les consultants ou le secteur privé. Actuellement, plusieurs consultants effectuent des études de capacité de support au Québec et utilisent des modèles qui sont jugés vétustes comme celui de Dillon et Rigler (BIOFILIA, 2006a; BIOFILIA 2006b; Dessau Soprin inc., 2006; Technisol Environnement, 2001). De plus, les entités locales et régionales devraient être en mesure de vérifier la méthode utilisée ainsi que la validité des résultats obtenus par les différents promoteurs. Par ailleurs, un modèle ayant une base uniformisée et utilisée par tous, ayant précédemment été approuvé par la province, des chercheurs en la matière et le milieu municipal, aurait beaucoup plus de poids au niveau juridique et pourrait constituer un argument de taille afin de justifier certaines interventions proposées dans les bassins versants.

3.2 Ressources humaines nécessaires

Un point important qui n'est pas à négliger, lorsque l'on se questionne sur la gestion de la mise en œuvre du concept de capacité de support, est les ressources humaines qui seront nécessaires à son utilisation au niveau local et régional. Il semble de plus en plus évident qu'une ressource en environnement est devenue indispensable au niveau municipal, afin de gérer et d'appliquer les réglementations, de plus en plus nombreuses, en environnement (reboisement des rives, installations septiques, épandage d'engrais et de pesticides, gestion des matières résiduelles, etc.). Ainsi, ce responsable pourrait être formé afin de pouvoir utiliser un programme informatique uniformisé, par exemple, qui permettrait le calcul de la capacité de support au niveau théorique. Il serait alors en mesure de vérifier la validité des études effectuées par les consultants privés ou promoteurs. Par ailleurs, la formation et l'encadrement de cette personne pourrait être assurée au niveau régional, par la MRC. C'est justement dans cette optique que travaillent les quatre MRC de la région des Laurentides. Cette personne-ressource, qui pourrait très bien être un inspecteur en environnement, aurait aussi comme mandat de veiller à l'application des mesures restrictives établies suite à l'approbation de projets de développement dans le cadre d'une analyse de capacité de support. Ce dernier s'occuperait aussi de sensibiliser, d'informer et de travailler avec les citoyens au sujet de la capacité de support des lacs aux apports en P.

En terminant, voici ce que propose Patrick Fredette de la *Fédération des lacs de Val-des-Monts*, au niveau des ressources humaines et financières requises, afin d'appliquer la modélisation de la capacité de support des lacs sur son territoire (Fredette, 2007) :

« **Ressources humaines et financières nécessaires**

• **Biologiste**

Afin de compléter ce projet, un biologiste devrait être embauché à titre de coordonnateur. Un poste permanent s'avère nécessaire afin de mettre en œuvre et compléter un projet de cette envergure. Il servirait de support et d'expert scientifique dans ce dossier. Des projets d'éducation et de sensibilisation du public pourraient également faire partie de son mandat. De bonnes notions en limnologie et en écologie aquatique sont nécessaires afin de compléter ce projet.

• **Géomaticien**

Un spécialiste de la géomatique devrait participer à ce projet. Celui-ci pourrait travailler avec les bases de données de l'Agence de Traitement de l'Information Numérique de l'Outaouais (LATINO) et de la MRC des Collines-de-l'Outaouais qui lui fourniraient les renseignements nécessaires pour les modèles de capacité de support. Un géomaticien externe pourrait également être embauché afin de modéliser le territoire. Les données sur le territoire seraient alors partagées avec le biologiste qui, lui, s'occuperait d'effectuer les calculs de sensibilité et pourrait établir la liste de priorité des lacs de Val-des-Monts.

• **Comité d'implantation**

Un comité d'implantation devrait être créé afin de mettre en œuvre et faciliter la démarche suggérée. Celui-ci pourrait alors voir à la faisabilité du projet en y apportant certaines suggestions et améliorations. Le comité permettrait de faire le lien entre les différents intervenants impliqués dans ce processus de gestion, soit :

- Fédération des Lacs de Val-des-Monts
- Municipalité de Val-des-Monts
- Maire
- Conseil municipal
- Comité de l'environnement et de l'urbanisme
- Comité consultatif d'urbanisme (CCU)
- MRC des Collines-de-l'Outaouais
- Gouvernement
- Affaires municipales
- Environnement, Développement Durable et Parcs
- Ressources Naturelles et Faune »

Citation tirée du document intitulé : *La gestion des lacs au cœur du développement de Val-des-Monts* (Fredette, 2007, page 74)

4. RÉFLEXION FINALE SUR L'INTÉGRATION DU CONCEPT DE CAPACITÉ DE SUPPORT À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

En résumé, la portée première de l'utilisation des calculs de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore, pour une région comme les Laurentides, semble résider dans un meilleur encadrement du développement de la villégiature via l'établissement de mesures restrictives ou d'atténuations au développement. De plus, l'analyse effectuée dans ce chapitre a permis de mettre en exergue plusieurs moyens d'intégrer ces mesures aux outils de planification et réglementaires d'aménagement du territoire et d'urbanisme actuels. En effet, la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (*LAU*), en particulier, semble conférer assez de pouvoir aux municipalités afin d'intervenir en la matière. Ainsi, il est réaliste de penser que l'utilisation de ce concept au niveau régional et municipal pourra s'effectuer grâce notamment à des outils tels que le document complémentaire du *SAD* et les règlements et outils discrétionnaires d'urbanisme. L'outil par excellence semble relever de l'utilisation de plans d'aménagement d'ensemble (*PAE*). Par contre, dans la pratique, l'utilisation de cet outil semble plus limitée. Néanmoins, les règlements d'urbanisme et de zonage semblent donner assez de latitudes aux municipalités afin d'intervenir en la matière, comme le démontre le cas de Mont-Tremblant.

De plus, les moyens de gestion nécessaires à la mise en œuvre au niveau local de ce concept doivent inévitablement passer par un employé en environnement logé à la municipalité, ainsi que par la disponibilité des données sur la qualité de l'eau des lacs du territoire. À ce niveau le partage de l'information entre entités provinciales, régionales et municipales semble indispensable. Par ailleurs, l'implication de la *MRC*

apparaît primordiale, autant afin de fournir des orientations d'aménagement qui tiennent compte de la capacité de support, qu'en garantissant un support technique aux municipalités. Par contre, c'est à la municipalité que reviendra le pouvoir de régler sur son territoire en lien avec l'utilisation de ce concept.

Pour toutes ces raisons, il est possible de croire qu'une municipalité comme Mont-Tremblant, appuyée par la MRC des Laurentides, réussira dans un avenir rapproché, à utiliser un concept tel que le calcul de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore, dans le but de mieux guider ses décisions d'aménagement du territoire des bassins versants. Il est important de souligner qu'une forte volonté politique et du milieu est absolument indispensable afin d'arriver à cette fin. Par ailleurs, tout porte à croire, lorsque l'on regarde les implications actuelles des quatre MRC situées sur le territoire laurentidien et les problématiques auxquelles elles sont confrontées, que cette région possède tous les outils et la volonté afin d'appliquer ce concept sur son territoire.

SYNTHÈSE GÉNÉRALE DU MÉMOIRE

Suite à la revue des modèles théoriques pour le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore, il semble évident que la détermination de la concentration naturelle d'un plan d'eau ou des apports naturels en phosphore, ainsi que des coefficients d'exportation pour le phosphore, sont les paramètres clés qu'il importe de déterminer avec le plus de rigueur scientifique et de précision. Pour sa part, la définition même du concept de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore repose davantage sur des arguments environnementaux, économiques et sociaux, qui serviront à définir le seuil en P jugé acceptable.

Les approches utilisées pour les calculs des modèles diffèrent et comportent des particularités. L'approche de nature empirique comprenant un nombre minimum de variables, développée par le Dr Carignan, semble être plus précise et moins complexe que les autres. En particulier, le calcul de la concentration naturelle en phosphore en fonction du COD confère un avantage par son pouvoir prédictif supérieur, sa rapidité d'exécution et la disponibilité des données nécessaires aux calculs. Il serait toutefois préférable que la validité de cette formule soit testée sur des lacs ayant des bassins versants non développés et exempts de présence humaine. Il est néanmoins indispensable, pour les responsables de l'aménagement du territoire, que les modèles de capacité de support puissent fournir de l'information sur les différentes sources relatives de phosphore présentes dans les bassins versants des lacs, afin de pouvoir orienter leurs actions. C'est pourquoi l'utilisation d'une approche de modélisation plus complexe sous forme de bilan de masse (explicite) s'avère tout de même essentielle, afin de pouvoir quantifier et comparer l'importance des différents apports artificiels en phosphore prédits.

L'utilisation du *modèle empirique de Carignan* semble donc appropriée, dans un premier temps, afin de définir les concentrations naturelles en phosphore des plans d'eau et de les comparer à celles mesurées sur le terrain. Subséquemment, une classification des lacs pourrait être effectuée, selon leur degré de dépassement de la concentration naturelle prédite. À cette étape, il serait intéressant, si les données le permettent, d'inclure un historique et une échelle de temps, comme indicateurs supplémentaires du degré d'eutrophisation du plan d'eau.

Ensuite, pour les lacs les plus en danger d'eutrophisation, des calculs de bilan de masse devraient être effectués, afin de cibler les sources les plus problématiques d'apports artificiels en phosphore relatives à chaque bassin versant. Cette technique pourrait se baser sur la logique du modèle de *DMM*, tout en s'assurant que les valeurs de *P* prédites par ce modèle concordent bien avec celles modélisées à l'aide du *modèle empirique de Carignan* et mesurées sur le terrain. De plus, si l'approche « *bilan de masse* » est utilisée, il sera important d'inclure des coefficients d'exportation pour le phosphore calibrés pour la région à l'étude. À ce sujet, il semble primordial de pousser la recherche au Québec, notamment en ce qui a trait à la rétention du phosphore par les sols.

Finalement, une fois la situation du lac bien établie et les sources en *P* ciblées, des mesures correctrices seraient entreprises dans le bassin versant, afin de les diminuer. Ainsi, la mise en place de différentes mesures restrictives (correctrices ou de mitigations) en fonction du degré de vulnérabilité du lac aux apports en *P* pourraient être proposées. Il serait alors possible d'évaluer l'impact d'actions futures projetées et de mieux planifier, par exemple pour la région des Laurentides, le développement de la villégiature dans les bassins versants. C'est pourquoi l'évaluation des impacts de projets futurs sur la capacité de support du lac aux apports en phosphore pourrait devenir un

préalable à toutes demandes de ce genre situées dans le bassin versant d'un lac en danger.

Il est aussi important de mentionner que la capacité de support d'un plan d'eau aux apports en *P* ne pourra probablement pas devenir l'argument unique afin d'interdire totalement à de nouveaux développements de s'établir dans le bassin versant d'un lac à risque. D'autres considérations comme les paysages, ainsi que d'autres caractéristiques à valeur sociales et culturelles, auront possiblement elles aussi une influence déterminante. Il est tout de même possible de conclure, suite à cette analyse, qu'un outil comme le calcul de la capacité de support d'un lac aux apports en phosphore, pourrait être utilisé afin de justifier certaines balises ou restrictions au développement. L'utilisation de ce concept vient confirmer la nécessité de transformer nos façons d'effectuer l'aménagement du territoire et le développement autour des plans d'eau. Malgré que certaines pratiques soient connues depuis longtemps comme étant néfastes pour la santé d'un lac et sources d'apports en phosphore, les modèles de capacité de support permettront de quantifier ces intuitions et donneront un appui scientifique à toutes décisions d'aménagement du territoire prises en ce sens.

Au niveau règlementaire, ces décisions pourront se traduire dans des documents de mise en œuvre tels que le document complémentaire des *MRC* ou les règlements d'urbanisme d'une municipalité. La municipalité semble toutefois l'intervenant privilégiée, qui possède les plus larges pouvoirs règlementaires, grâce notamment à la *LAU*, afin d'intégrer les prescriptions découlant du calcul de la capacité de support à l'aménagement de son territoire. À ce sujet, l'outil d'application par excellence semble être l'utilisation de plans d'aménagement d'ensemble (*PAE*), qui permettraient d'intégrer à la fois des mesures d'aménagement du territoire strictes à respecter dans

certaines zones et l'obligation d'effectuer des études afin de démontrer l'impact de tout projet sur la capacité de support en *P* du lac, à l'aide de modèles préétablies.

Par contre, le désavantage de l'utilisation d'outils à caractère discrétionnaire comme les *PAE* réside dans la lourdeur de la procédure et dans la crainte des municipalités face à l'approbation par la population que requière les *PAE*. En effet, la problématique des conflits d'intérêts, la municipalité percevant des taxes des projets de développement, combinée aux récents événements de cyanobactéries qui ont touché les lacs, ont contribué à alimenter le manque de confiance entre le milieu municipal et les citoyens, les rendant facilement opposables à l'avènement de nouveaux développements en bordure des plans d'eau. C'est pourquoi l'utilisation de *PAE* est actuellement peu fréquente par les municipalités.

Mis à part l'utilisation des *PAE*, la municipalité est tout de même bien outillée, avec la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, afin d'intervenir en fonction de la capacité de support des plans d'eau de son territoire, via notamment ses règlements de zonage et de lotissement. L'exemple du *projet G7* à Mont-Tremblant le démontre bien.

Pour ce qui est des moyens de gestion plus techniques de la mise en œuvre du concept de capacité de support au niveau local, il est primordial qu'une municipalité qui désire utiliser cet outil à grande échelle sur son territoire détienne au sein de son équipe une personne-ressource en environnement, dont le mandat consisterait principalement à effectuer le suivi sur le terrain de l'application des mesures restrictives imposées en fonction de la capacité de support modélisée des plans d'eau. De plus, la municipalité doit disposer de données sur certains paramètres physiques, chimiques et hydrologiques des lacs, ainsi qu'une connaissance de l'utilisation du territoire des

bassins versants continuellement mise à jour, si elle désire aller de l'avant avec l'utilisation de ce genre de modèles.

À ce sujet, le partage de l'information entre entités provinciales, régionales et municipales est indispensable. De plus, la concertation des différents secteurs privés, universitaires et publics s'avère essentielle à l'amélioration des connaissances dans une perspective de l'utilisation des modèles de capacité de support à grande échelle. Le *projet CS SIADL* pour la région des Laurentides est un bel exemple qui démontre l'importance de la concertation et du partage du savoir. À ce sujet, le *MDDEP* joue un rôle primordial de centralisateur de l'information et c'est pourquoi la tâche de définir un modèle théorique fiable pour le Québec, en premier lieu pour les Laurentides, lui revient en grande partie. Par ailleurs, l'implication de la *MRC* apparaît primordiale, non seulement afin de fournir des orientations d'aménagement qui tiennent compte de la capacité de support des lacs aux apports en *P*, mais aussi afin de chapeauter les municipalités qui iront de l'avant avec l'utilisation de ce concept, en leur garantissant un support technique et scientifique.

RÉFÉRENCES

Documents – Livres – Articles scientifiques

BIOFILIA (2006a). *Évaluation environnementale d'un projet domiciliaire – Projet Eidelstein, Mont-Tremblant, Québec*. Juin 2006, 28p.

BIOFILIA (2006b). *État trophique du lac Mercier et apports en phosphore – Projet MFC-Construction, Mont-Tremblant, Québec*. Novembre 2006, 28p.

Canada Department of Fisheries and Environment (1978). *Hydrological Atlas of Canada*. Survey's and Mapping Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Ontario.

Castro, Victor (1993). *Lakeshore capacity study and shoreline development policies for Greater Sydenham Lake*. Master's Report in Urban and Regional Planning ; School of Urban and Regional Planning, Queen's University at Kingston, Ontario (Canada) ; 85p.

Cluis, D. et Durocher, H. (1976). *Étude intégrée de la qualité des eaux des bassins versants des rivières Saint-François et Yamaska*. Vol.3 : Secteur du modèle d'apports. Entente M.R.N. (Qualité) et I.R.N.S. (Eau), 105p.

Conseil Régional de l'Environnement des Laurentides (CRE Laurentides) (2007). *Portrait régional des Laurentides*. Décembre 2007, 4p.
www.crelaurentides.org

Crago, Cathy (2005). *Coefficients d'exportation de phosphore, carbone organique dissous et matières en suspension associés à la forêt, aux résidences et aux milieux humides dans les Laurentides*. Mémoire de maîtrise en Sciences Biologiques, Département des Sciences Biologiques, Université de Montréal, Québec (Canada).

Del Degan Massé et associés inc. (2003). *Plan directeur de la Ville de Mont-Tremblant*, Tome 1 et 2, 161 et 65 p.

Dessau Soprin inc. (2006). *Caractérisation environnementale, état zéro des lacs Desmarais*,

Bessette et de la Barbotte, et lignes directrices pour la gestion de l'environnement. G7 Développement – Projet lac Desmarais, Mont-Tremblant

- Dillon, P.J. et Kirchner, W.B. (1975). The effects of geology and land use on the export of phosphorus from watersheds. *Water Research*, volume 9.
- Dillon, P.J et Molot, L.A. (1997). Effect of landscape on export of dissolved organic carbon, iron, and phosphorus from forested stream catchment. *Water Resources Research*; 33 (11), p. 2591-2600.
- Dillon, P.J. et Rigler F.H (1974). The phosphorus chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and Oceanography*; 19(5), p.767-773.
- Dillon, P.J. et Rigler, F.H., (1975). A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status; *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*; 32(9), p.1519-1531.
- Dillon, P.J., W.A. Scheider, R.A. Reid and D.S. Jeffries (1994). Lakeshore Capacity Study : Part 1 – Test of effects of shoreline development on the trophic status of lakes. *Lake and Reservoir Management*; 8(1), p.121-129.
- Environnement Canada, (2001). *Les éléments nutritifs dans l'environnement canadien : rapport sur l'état de l'environnement au Canada*; Gouvernement du Canada, Service de la conservation de l'environnement, Bureau des indicateurs et de l'évaluation, 79p.
- Environnement Canada, (2004). *Canadian Guidance Framework for the Management of Phosphorus in Freshwater Systems*; Water Policy and Coordination Directorate, National Guidelines and Standards Office, 114p.
- Fredette, Patrick (2007). *La gestion des lacs au coeur du développement de Val-des-Monts*; Fédération des lacs de Val-des-Monts, 144p.
www.federationdeslacs.ca
- Freshwater Research, (1998). *Complete revision of the water quality model of the District of Muskoka*. Submitted to the District Municipality of Muskoka, May 26, 1998.
- Gangbazo Georges, Roy Jacques, Le Page Alain, (2005). *Capacité de support des activités*

agricoles par les rivières : le cas du phosphore total; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction des politiques en milieu terrestre, 28p.

Gartner Lee, Limited (2005). *Recreational water quality management in Muskoka – Final Report*. District of Muskoka, Ontario, Department of planning and economic development: 113p.

Gouvernement du Québec (2007a). *Projet de règlement – Règlement modifiant le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées*; *Gazette Officielle du Québec*, 23 janvier 2008, 140^e année, no 4.

Gouvernement du Québec (2007b). *Règlement portant interdiction de vente de certains détergents à vaisselle*; *Gazette Officielle du Québec*, 12 décembre 2007, 139^e année, no 50.

Gouvernement du Québec (2005). *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*; *Gazette Officielle du Québec*, 1^{er} juin 2005, 137^e année, no 22, p.2180-2191.

Gouvernement du Québec (2002). *Politique Nationale de l'eau*: 94p.

Hade André (2002). *Nos lacs: les connaître pour mieux les protéger*; Québec: Éditions Fides, 359p.

Hutchinson, Neil J. (2002). *Limnology, plumbing and planning : Evaluation of nutrient-based limits to shoreline development in Precambrian Shield watersheds*, p.647-680. dans *Handbook of water sensitive planning and design*. par Robert L. France, Lewis Publishers, 699p.

Jacques, Alain et Lerouzes, Marie (1979). *Méthodologie pour le calcul des apports en phosphore et la détermination de la capacité de support d'un lac*. Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses Naturelles, Service de la Qualité des eaux.

Lachance, M. et Sasseville, J.L. (1976). *Étude intégrée de la qualité des eaux des bassins versants des rivières Saint-François et Yamaska*. Volume 4: Secteur des eaux atmosphériques. Entente M.R.N. (Qualité) et I.N.R.S (Eau), 50p.

Lake Sunapee Watershed Project Portfolio, (2004). *Carrying capacity literature reviews*; Colby-Sawyer College, Institute for Community and Environment, 26p.

www.colby-sawyer.edu/assets/pdf/CESFP2004Chapters6.pdf

Ministère des Affaires Municipales et des Régions (MAMR) (2007a). *La municipalité régionale de comté – Compétences et responsabilités*; Gouvernement du Québec, 77p.

Ministère des Affaires Municipales et des Régions (MAMR) (2007b). *Pouvoirs réglementaires des municipalités locales et régionales en regard de la problématique de la prolifération des cyanobactéries*; Gouvernement du Québec, 3p.

Ministère des Affaires Municipales et des Régions (MAMR) (2007c). *Planification et gestion des lieux de villégiature*; Gouvernement du Québec, 57p.

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2007). *Détergents pour lave-vaisselle et pour la lessive : Analyse économique*; Gouvernement du Québec, 21p.

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2008). *Plan d'intervention détaillée sur les algues bleu-vert 2007-2017*. Gouvernement du Québec, 7p.
www.mddep.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/algues.htm

Michalski, M. Associates and A. Usher Planning Consultant (1992). *Rideau lakes bassin carrying capacities and proposal shoreland development policies*.

MRC des Laurentides (2000). *Schéma d'aménagement révisé*. Service de la planification du territoire, 356p.

MRC des Laurentides (2008). *Règlement no 228-2008*

Progressive AE, (2002). *Four Township Environmental Carrying Capacity Study: Pine Lake, Upper Crooked Lake, Gull Lake, Sherman Lake*; Prairieville, Barry, Richland, and Ross: Four Township Water Resources Council, 27p.

Paterson A.M., D. P. J., Hutchinson N.J., Futter M.N., Clark B.J., Mills R.B., Reid R.A., Scheider W.A. (2006). A review of the components, coefficients, and technical assumptions Ontario's Lakeshore Capacity Model. *Lake and Reservoir Management* 22(1), p.7-18.

Perrier Yves (2008). Le traitement des eaux usées domestiques. *La Maison du 21^e siècle*, Automne 2008, p.58-63.

- Potvin, P. (1976). *Relation entre l'état trophique d'un lac et l'utilisation du territoire dans son bassin versant*. Thèse de maîtrise, I.N.R.S.-Eau, 137p. et annexes.
- Reckhow K.H, S. J. T. (1980). A procedure using modelling and error analysis for the prediction of lake phosphorus concentration from land use information. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*; 37(1), p.1439-1448.
- Robertson, W.D. (2003). Enhanced attenuation of septic system phosphate in noncalcareous sediments. *Groundwater* 41(1), p.48-56.
- Robertson, W.D., S.L. Schiff and C.J. Ptacek (1998). Review of phosphate mobility and persistence in 10 septic system plumes. *Groundwater* 36(1), p.1000-1010.
- Sakamoto, M. (1966). Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes, and its dependence on lake depth. *Hydrobiology*; 62(1), p.1-28.
- Sager, M. (2004). *Enquête sur l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables par les municipalités*; Ministère de l'Environnement du Québec, Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir du Québec, 30 p.
- Technisol Environnement (2001). *Plan directeur, Lac Sergent, Québec*. 26p.
- Uttomark, P.D., Chapin, J.D. et Green, K.M. (1974). *Estimating nutrient loading of lakes from non-point sources*. EPA., 669/3-74-020., 120 p.
- Vollenweider, R.A. (1968). *The scientific basis of lake and stream eutrophication, with particular reference to phosphorus and nitrogen as eutrophication factors*. Tech. Rep. OECD, Paris, DAS/CSI/68, 27(1), p.1-182.
- Ville de Mont-Tremblant (2008a). *Résumé du Projet de plan d'urbanisme*; Service de l'urbanisme, 8p.
www.villedemont-tremblant.qc.ca
- Ville de Mont-Tremblant (2008b). *Projet de plan d'urbanisme*; Service de l'urbanisme,
- Ville de Mont-Tremblant (2008c). *Projet de règlement de zonage*; Service de l'urbanisme,
- Ville de Mont-Tremblant (2007). *Politique de l'eau de la Ville de Mont-Tremblant*; Comité Consultatif en Environnement, 84p.

Présentations – Conférences

Assel, Serge et Nadon, Louise (2006). *La protection de la biodiversité et du milieu hydrique : une responsabilité partagée.*

Présentation effectuée dans le cadre du *Forum National sur les lacs* organisé par le CRE Laurentides, Sainte-Adèle, le 9 juin 2006

www.crelaurentides.org

Assel, Serge (2006). *Partage des responsabilités entre les municipalités et le MDDEP dans l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables.*

Présentation effectuée dans le cadre du colloque sur « *l'application des lois en zones riveraines : le rôle des municipalités* » organisé par le COBALI, Mont-Laurier, le 10 mai 2006

www.cobali.org

Carignan, Richard (2006a). *Les lacs des Laurentides. Comment les préserver pour les générations futures?*

Présentation effectuée dans le cadre de la 1^{ère} assemblée générale d'*Agir pour la Diable*, le 21 avril 2006

www.agirpouurladiable.org/html/presentations.html

Carignan, Richard (2006b). *Les causes de la dégradation des lacs des Laurentides.*

Présentation effectuée dans le cadre du *Forum National sur les lacs* organisé par le CRE Laurentides, Sainte-Adèle, le 9 juin 2006

www.crelaurentides.org

Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI) (2006). *Actes du colloque sur l'application des lois en zones riveraines : le rôle des municipalités.* Mont-Laurier, le 10 mai 2006 et Gatineau, le 11 mai 2006

www.cobali.org

Conseil Canadien des Ministres en Environnement (CCME), (2006). *Development of ecoregion based phosphorus guidelines for Canada: Ontario as a case study;* Water Quality Task Group, National Guidelines and Standards Office Science and Risk Assessment, 56p.

Fournier, Henri (2007). *La santé de nos lacs : pourquoi se préoccuper de l'eutrophisation.*

Présentation effectuée dans le cadre du *Sommet sur les lacs et les rivières*, le 14 septembre 2007 à Maniwakie
www.sadc-vg.ca

Girard, Jean-François (2006). *Les zones grises: clarification des pouvoirs et responsabilités des municipalités face aux installations sanitaires isolées, au littoral et aux droits acquis*;
Présentation effectuée dans le cadre du *Forum National sur les lacs* organisé par le CRE Laurentides, Sainte-Adèle, le 9 juin 2006
www.crelaurentides.org

Gohier Marketing (2006). *Étude sur les villégiateurs de la MRC des Laurentides*. Décembre 2006
www.cldlaurentides.org

Prairie, Yves (2008). *La problématique des algues bleu-vert vue sous l'oeil des limnologues*.
Présentation effectuée dans le cadre du colloque "Les cyanobactéries: mieux connaître pour mieux gérer" organisé par l'Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société, Université Laval, Québec, le 11 mars 2008
www.ihqeds.ulaval.ca

Roy Louis, Gravel Benoit, Carignan Richard et Prarie Yves (2008). *La modélisation de la capacité de support des lacs au Québec*.
Présentation effectuée dans le cadre du 2^e *Forum National sur les lacs* organisé par le CRE Laurentides, Sainte-Adèle, le 6 juin 2008.

Gravel, Benoit (2008). *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore - Modélisation de l'état d'eutrophisation des lacs des moyennes Laurentides - Projet pilote d'application québécois*. Dans le cadre d'un projet du *Système d'information et d'aide à la décision des Laurentides (SIADL)*.
Présentation effectuée dans le cadre du 2^e *Forum National sur les lacs* organisé par le CRE Laurentides, Sainte-Adèle, le 6 juin 2008.

Supper, Jacques (2006). *La qualité et la quantité: deux notions en constante évolution dans les responsabilités municipales*.
Présentation effectuée dans le cadre du *Forum National sur les lacs* organisé par le CRE Laurentides, Sainte-Adèle, le 9 juin 2006
www.crelaurentides.org

Villeneuve, François (2006). *Loi fédérale sur les pêches*.

Présentation effectuée dans le cadre du colloque sur « *l'application des lois en zones riveraines : le rôle des municipalités* » organisé par le COBALI, Mont-Laurier, le 10 mai 2006

www.cobali.org

Entrevues – Communications personnelles

Assel, Serge (2008). Communication personnelle, courriel le 17 mars 2008

Assel, Serge (2007). Assitant technique du directeur régional (Montréal, Laval, Laurentides, Lanaudière) *Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)*

Entrevue accordée dans le cadre de ce mémoire de maîtrise. Communication personnelle le 30 janvier 2007

Carignan, Richard (2007). Chercheur en limnologie et biogéochimie, *Université de Montréal*

Entrevue accordée dans le cadre de ce mémoire de maîtrise. Communication personnelle le 31 janvier 2007

Dufour, Carl (2008). Responsable en environnement, *MRC des Laurentides*

Entrevue accordée dans le cadre de ce mémoire de maîtrise. Communication personnelle le 4 février 2008

Levac, Louis-Martin (2008). Urbaniste, Service de l'urbanisme - Division planification, *Ville de Mont-Tremblant*

Conversation téléphonique accordée dans le cadre de ce mémoire de maîtrise. Communication personnelle le 25 février 2008

Morin, Richard (2008). Directeur de la planification, *MRC des Laurentides*

Conversation téléphonique accordée dans le cadre de ce mémoire de maîtrise. Communication personnelle le 8 avril 2008

SIADL, (2007). *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore.*

Communication personnelle, 14 février 2007.

Sites internet

Fédération des lacs de Val-des-Monts

www.federationdeslacs.ca, Consulté mai 2008

Gouvernement du Québec

Publications Québec – Lois refondues et règlements

www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/home.php, Consulté avril 2008

Justice Canada

Loi sur les pêches

<http://laws.justice.gc.ca/fr/F-14/index.html>

Consulté décembre 2008

Ministère des Affaires Municipales et des Régions (MAMR). *Guide de la prise de décision en urbanisme*; [En ligne].

www.mamr.gouv.qc.ca/amenagement/outils/amen_outi_avan.asp

Consulté avril 2008

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)

Lacs et cours d'eau touchés par les fleurs d'eau de cyanobactéries au Québec

www.mddep.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/milieux_affectes/resultats.asp

Consulté avril 2008.

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)

Critères de qualité de l'eau et valeurs de référence pour le phosphore au Québec

www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm

Consulté avril 2008

Pêches et Océans Canada

Politique de gestion de l'habitat du poisson

http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/habitat/policies-politique/operating-operation/fhm-policy/index_f.asp

Consulté décembre 2008

ANNEXES

Annexe 1

Plan d'action détaillé sur les algues bleu-vert (MDDEP, 2008)

Plan d'intervention détaillé sur les algues bleu-vert 2007-2017

N° Action	Actions annoncées	Durée (année)	État d'avancement	Responsable(s)
1.1	Réaliser une recherche en toxicologie pour améliorer les connaissances sur les risques à la santé humaine associés à l'utilisation d'eau contaminée par les algues bleu-vert	0-3	- Lancement de l'étude, été 2008 - Résultats accessibles, décembre 2009	MSSS
1.2	Organiser un symposium d'experts sur l'analyse des risques à la santé humaine liés aux algues bleu-vert	0-1	- Tenue du symposium, 29 février 2008	MSSS
1.3	Renforcer la recherche et l'innovation	0-3	<i>Pour consulter la liste des programmes accessibles :</i> http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=369&no_cache=1&tx_jcaffichagepages_pi1[oid]=1933&mode=arbo	MDEIE
1.3a	<i>Appuyer une dizaine d'équipes de recherche dans le cadre d'une action concertée d'acquisition de connaissances</i>		I- Action concertée de recherche - Appels de proposition, février 2008	
1.3b	<i>Appuyer financièrement l'acquisition d'équipements de recherche (traitement des eaux et restauration des lacs)</i>		I- Programme de soutien à la recherche - Programme accessible, depuis octobre 2007	
1.3c	<i>Assurer le transfert du savoir et des technologies vers les utilisateurs et leur démonstration pour amorcer leur commercialisation</i>		I- Regroupement sectoriel - Programme accessible, depuis octobre 2007 II- Intensification technologique et CCTT - Programme accessible, depuis décembre 2007 III- Soutien à la valorisation et au transfert - Programme accessible, depuis octobre 2007 IV- Vitrine technologique - Programme accessible, depuis octobre 2007	
1.3d	<i>Améliorer les mesures de diffusion et de concertation des intervenants concernés (chercheurs, entreprises, utilisateurs) sur les thématiques liées à la recherche et aux technologies reliées à la préservation de la qualité de l'eau</i>		I- Avis scientifique et technique - Diffusion de l'avis, décembre 2008 II- Portrait dynamique de la recherche portant sur le sujet au Québec	

N° Action	Actions annoncées	Durée (année)	État d'avancement	Responsable(s)
			- Diffusion d'un premier rapport, septembre 2008 III- Promotion de la culture scientifique - Lancement de l'activité dans les régions prioritaires, mai 2008	
1.4	Mettre en place des projets pilotes (ex. sur trois lacs), afin d'expérimenter diverses mesures de restauration des lacs, le tout dans des conditions diversifiées	0-1	- Adoption des critères de sélection, décembre 2007 - Appel de proposition auprès des promoteurs, mars 2008	MDDEP
1.5	Créer une Table de concertation sur la connaissance sur les algues bleu-vert avec les différents acteurs interpellés	0-1	- Tenue d'une première rencontre, janvier 2008	MDDEP
1.6	Augmenter à 700, d'ici 3 ans, le nombre de lacs sur lesquels un suivi sera réalisé par le biais du Réseau de surveillance volontaire des lacs	0-3	- Inscriptions débutées depuis le 26 septembre 2007 (78 demandes d'inscription reçues sur une possibilité de 150). http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/index.htm	MDDEP
1.7	Évaluer diverses trousse diagnostiques sur les algues bleu-vert et les cyanotoxines, en vérifier l'applicabilité au Québec	0-5	- Deux analyses en cours. - Résultats attendus pour mars 2008	MDDEP
1.8	Augmenter de 1M\$ par année le budget de soutien aux organismes de bassins versants (OBV) et aux conseils régionaux de l'environnement (CRE) dans la réalisation de leur mandat, notamment dans le cadre de la lutte contre les algues bleu-vert	0-5	- Conclusion des ententes auprès des OBV et des CRE, février 2008 - Allocation des budgets, avril 2008	MDDEP
1.9	Entreprendre, en concertation avec le Regroupement des organismes de bassins, une démarche de redécoupage du Québec méridional en zones de gestion intégrée de l'eau, afin que tous les bassins versants soient pris en compte dans les processus de connaissance, de protection et de gouvernance; évaluer les ressources requises et les modalités d'implantation	0-3	- Début des travaux de concertation sur la démarche de redécoupage avec le ROBVO, février 2008	MDDEP
1.10	Prendre en compte la problématique de la prolifération des algues bleu-vert dans l'analyse de la capacité de support du lac et de la capacité épuratoire des terrains lors du développement de la villégiature sur les terres du domaine de l'État	0-5	- Mise en place d'un comité scientifique interministériel, mars 2008	MDDEP
N° Action	Actions annoncées	Durée (année)	État d'avancement	Responsable(s)
1.11	Conclure avec les gouvernements concernés par des lacs frontaliers touchés par les algues bleu-vert (ex.: lac Abitibi, lac Témiscamingue, la rivière des Outaouais) une entente de collaboration sur la connaissance des causes de dégradation, sur les mesures de prévention et sur les actions de restauration	0-1	- Discussions amorcées avec l'Ontario, depuis octobre 2007 - Identification et analyse problématiques transfrontalières relatives aux algues bleu-vert, mars 2008	MDDEP
2.1	Renforcer le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q-2,r.8)	0-1	- Mise en œuvre d'un groupe de travail réunissant les principaux partenaires, janvier 2008	MDDEP
2.2	Renforcer les pouvoirs des municipalités afin de favoriser la vidange régulière par les municipalités, des boues des fosses septiques Modifier la Loi sur les compétences municipales pour donner aux municipalités le pouvoir de vidanger périodiquement les fosses septiques sur son territoire	0-1	- Adoption du projet de Loi 6, le 21 novembre 2007, modifiant diverses dispositions législatives en matière municipales. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2007C10E.PDF	MAMR
2.3	Formation des inspecteurs municipaux dans le cadre du Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q-2, r.8) et mise en place d'un programme de soutien	0-1	- Mise en place du programme dès mars 2008	MAMR
2.4	Proposer une modification à la Loi sur les compétences municipales visant à permettre aux municipalités d'effectuer, aux frais du propriétaire, des travaux de mise aux normes de tout système privé de traitement des eaux usées. Avec une telle modification, une municipalité pourra emprunter pour effectuer de tels travaux	0-1	- Projet de loi 56 déposé à l'Assemblée nationale	MAMR

Intégration du concept de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore à l'aménagement du territoire au Québec : Réalité ou utopie?

Mélissa Laniel

N° Action	Actions annoncées	Durée (année)	État d'avancement	Responsable(s)
2.5	Munir d'équipements de déphosphatation les ouvrages municipaux de traitement des eaux usées se déversant en lac ou en amont d'un lac lorsque de tels équipements ne sont pas présents Réviser les exigences de rejet des ouvrages de traitement des eaux usées se déversant en lac ou en amont d'un lac lorsque des équipements de déphosphatation sont présents et que la technologie le permet	0-1	- Conclusion d'un cadre d'entente MAMR-MDDEP, février 2008 - Annonce auprès des municipalités concernées du contenu du programme de suivi, mars 2008	MAMR
2.6	Augmenter de 15 personnes les ressources du MDDEP affectées aux interventions de contrôle et de suivi des lacs affectés par les algues bleu-vert	0-1	- Embauche des effectifs en cours	MDDEP
2.7	Mise en place d'un programme visant un support financier et technique aux MRC les plus touchées par les algues bleu-vert pour l'embauche d'une ressource spécialisée (scientifique, juridique, etc.) pour appuyer les municipalités dans des actions de préventions d'algues bleu-vert (ex. aide à la mise en œuvre du Règlement (Q-2, r.8))	0-1	- Information des MRC visées, février 2008 - Entente de financement, mars 2008	MAMR
2.8	Assurer un suivi systématique de la mise en place de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables auprès des MRC et des municipalités en priorisant les bassins versants touchés par les algues bleu-vert. Adopter d'ici 18 mois les décrets gouvernementaux permettant d'assurer la mise en application des dispositions de la Politique aux MRC et municipalités ne s'étant pas conformées	0-3	- Diffusion d'un état de situation, avril 2008	MDDEP
2.9	Établir les diagnostics et des bilans agro-environnementaux complets des exploitations agricoles, prioritairement situés dans les bassins versants affectés par les algues bleu-vert, dans le but de corriger les problématiques environnementales et planifier les travaux correctifs	0-10	- Identification des zones d'intervention prioritaires, janvier 2008 - Début du programme de formation des conseillers, avril 2008	MAPAQ
N° Action	Actions annoncées	Durée (année)	État d'avancement	Responsable(s)
2.10	Réaliser les correctifs nécessaires et la mise en place de bonnes pratiques par les exploitations agricoles en adoptant et bonifiant les mesures d'aide du programme Prime-Vert « volet réduction de la pollution diffuse » et en priorisant les bassins versants affectés par les algues bleu-vert	0-10	- Modification du programme Prime-Vert, janvier 2008 - Début des interventions, mars 2008	MAPAQ
2.11	Adopter une réglementation limitant ou interdisant la présence de phosphates dans les détergents à vaisselle et demander au gouvernement fédéral d'en tenir compte	0-1	- Projet de règlement approuvé (21 novembre 2007) et publication préalable dans la Gazette officielle du Québec (12 décembre 2007)	MDDEP
2.12	Adopter une réglementation provinciale habilitant les municipalités à régir les rejets d'eaux usées des embarcations de plaisance pour la protection des eaux des lacs et de leurs affluents	0-1	- Adoption du projet de règlement, 5 décembre 2007 - Publication préalable dans la Gazette officielle, 19 décembre 2007	MDDEP
2.13	Intensifier le reboisement des rives par la fourniture gratuite de 1 000 000 d'arbres par an pendant 2 ans	0-3	- Programmation des besoins et du calendrier de distribution en cours d'élaboration via le ROBVO - Distribution et plantation de 1 000 000 arbres sous la coordination des OBV, mai 2008	MRNF
2.14	Réaliser les activités de maintenance des fossés, sur les abords autoroutiers, en utilisant la méthode du tiers inférieur et assurer un contrôle de l'érosion dans le cadre de tout projet routier (MTQ) avec travaux de terrassement	0-10	- Application des normes dans l'ensemble des activités de maintenance et de contrôle de l'érosion à l'ensemble du réseau routier relevant du MTQ, en continu depuis octobre 2007	MTQ
2.15	Renforcer le processus de planification et les normes sur l'allocation de tout nouveau bail de villégiature et reporter les développements de villégiature sur des lacs avec présence d'algues bleu-vert anormalement élevée Accroître le contrôle des normes réglementaires pour les baux de villégiature sur les terres publiques	0-5	- Révision en continu du processus de planification afin d'y intégrer la variable cyanobactérie - Établir un plan d'action avec les MRC visant à dresser un état de situation pour les emplacements situés sur les plans d'eau touchés par les algues bleu-vert (à déterminer avec les MRC concernées)	MRNF
3.1	Réviser le plan d'intervention gouvernemental en situation d'urgence qui vise la protection de la santé publique en présence d'algues bleu-vert	0-1	- Finalisation des procédures et des messages à véhiculer, mars 2008	MSSS

Intégration du concept de capacité de support d'un plan d'eau aux apports en phosphore à l'aménagement du territoire au Québec : Réalité ou utopie?

Mélissa Laniel

N° Action	Actions annoncées	Durée (année)	État d'avancement	Responsable(s)
3.2	Soutien financier à la mise aux normes du traitement des réseaux municipaux d'eau potable touchés par les algues bleu-vert pour l'implantation d'équipements de traitement appropriés	0-3	- Programme accessible depuis juin 2007 http://www.mamr.gouv.qc.ca/infrastructures/infr_prog.asp	MAMR
3.3	Entreprendre une campagne de sensibilisation pour le public sur la protection des plans d'eau pendant 3 ans	0-3	- Lancement de la campagne, printemps 2008	Secrétariat à la communication gouvern.
3.4	Supporter l'organisation de 17 forums régionaux sur les algues bleu-vert par les organismes de bassins versants et les conseils régionaux de l'environnement	0-1	- Tenue d'un forum régional au Saguenay--Lac-saint-Jean, septembre 2007 - Planification de la tenue du forum en cours au niveau régional via les OBV et les CRE - Soutien financier disponible	MDDEP
3.5	Production de guides de mesures de prévention, d'aménagement et de gestion	0-3	- Accessible via le Portail gouvernemental, en continu depuis juin 2007 http://www.gouv.qc.ca/portail/quebec/pgs/commun/asurveiller?lang=fr&id=pgs.asurveiller.evenements.grands_dossiers.algues_documentation&location=pgs%2Fasurveiller%2Fevenements%2Fgrands_dossiers%2Falgues%2Fdocumentation	MDDEP
3.6	Mise en place de programmes de formation sur les rôles et pouvoirs réglementaires des municipalités	0-1	- Proposition et plan de mise en œuvre, janvier 2008 - Outils disponibles, mai 2008	MAMR
3.7	Améliorer la vitrine Internet gouvernementale sur les algues bleu-vert pour y rassembler toute l'information disponible, notamment la publication annuelle des municipalités ayant réalisé l'inspection de leurs installations septiques	0-1	- Mise en onde des améliorations via la vitrine gouvernemental sur les algues bleu-vert, avril 2008	Services Québec
3.8	Campagne de sensibilisation pour tous les détenteurs de baux de villégiature sur les terres du domaine de l'État (environ 38 000) pour les informer des mesures à prendre pour réduire tout apport de phosphore dans leurs lacs	0-5	- Lancement de la campagne, printemps 2008 - Arrimage avec l'action 3.3	MRNF
N° Action	Actions annoncées	Durée (année)	État d'avancement	Responsable(s)
3.9	Promouvoir les développements de modèles adéquats de « développement urbain durable » autour de lacs de manière à en réduire les impacts sur les plans d'eau	0-3	- Lancement de la promotion, automne 2008	MDDEP

Annexe 2 Détails des calculs du modèle de Dillon et Rigler, 1975

ÉTAPE 1 : DEGRÉ DE PROTECTION VISÉ

- Déterminer la concentration de **chlorophylle a (chla) maximale permise** selon l'utilisation souhaitée du plan d'eau

Niveau 1 : lac où la conservation de l'usage pour la récréation est l'objectif visé et la conservation des poissons d'eau froide est impérative : **2 mg/m³**

Niveau 2 : lac où la conservation de l'usage pour la récréation est l'objectif visé et la conservation des poissons d'eau froide **n'est pas** impérative : **5 mg/m³**

Niveau 3 : lac où l'usage pour la récréation n'est pas prioritaire, mais où l'usage pour la pêche est d'importance principale (plus grande diversité) : **10 mg/m³**

Niveau 4 : lac où l'utilisation est souhaitable par les pêcheries de poissons d'eau chaude : **25 mg/m³**

- À partir de la [chla] visée, calculer la **[P] au printemps permise**

Selon l'équation 7 :

$$\text{Log}_{10} [\text{chla}] = 1.45 \text{ log}_{10} [\text{P}] - 1.14$$

ÉTAPE 2 : DONNÉES DU BUDGET HYDROLOGIQUE

- Déterminer la **superficie du lac** (A_0) en m^2 , la **profondeur moyenne** (z) en m et le **volume** (V) en m^3 (à partir des données prises sur le terrain)
- Déterminer **superficie du bassin versant** (A_d) en m^2
- Déterminer la **quantité d'eau que reçoit le lac** (Q) en (m^3/an) et la **fréquence de renouvellement de la masse d'eau** (q) en (an)

$$q = Q / V$$

*si Q n'est pas disponible à partir de données terrain, il peut être obtenu à l'aide de l'équation suivante :

$$Q = A_d * r + A_0 (Pr - Ev)$$

$A_0 * Pr$ = apport direct d'eau au lac par les précipitations

$A_0 * Ev$ = la perte d'eau du lac par l'évapotranspiration

- Déterminer la **charge hydraulique reçue par année par unité de surface** (q_s)

$$q_s = Q / A_0 \quad (m/an)$$

- Calculer le **coefficient de rétention** (R) du P dans le lac (%)

$$R = 0.426^{(-0.271 q_s)} + 0.574^{(-0.00949 q_s)}$$

- Calculer le **temps de renouvellement** de la masse d'eau du lac (an)

$$t_{1/2} = 0.69 / (Q + 10/z)$$

ÉTAPE 3 : APPORT PERMISSIBLE EN P

- Calculer l'**apport en P permmissible** au lac (J_{perm})

La **charge permmissible** (L_{perm}) ($mg/m^2/an$) peut alors être déterminée à l'aide des données du budget hydrologique du lac et de la concentration de P visé comme permmissible et déterminé à l'étape 1.

$$L_{perm} = \frac{[P] * Z * Q}{(1-R)}$$

Par la suite, la **charge** en P permmissible ($mg/m^2/an$) est transformée en **apport** en phosphore permmissible (kg/an), en multipliant la valeur de charge par la superficie du lac.

$$J_{perm} = L_{perm} * A_0 / 10^6$$

ÉTAPE 4 : APPORTS NATURELS EN P

- Calculer l'**apport** en phosphore **provenant du sol** (J_E)

Il faut tout d'abord diviser le bassin versant du lac en sous-bassins, selon les tributaires du lac. Ensuite, l'apport naturel en phosphore provenant du sol (J_E) est calculé en effectuant la somme des apports naturels en provenance de chaque sous-bassins en fonction du type d'utilisation du sol (forêt ou forêt et « milieux ouverts²⁹ ») et de la géologie du milieu (ignée ou sédimentaire).

$$J_E = \sum_i (A_{di} * E_i) \quad (kg/an)$$

²⁹ Milieux ouverts : toutes aires déboisées mais non fertilisées (pâturages, marais, etc.)

A_{di} : aire des unités exportatrices du bassin versant (m^2)

E_i : coefficient d'exportation pour le phosphore (choisi selon le type d'unité) ($mg/m^2/an$)

J_E : apport total en phosphore provenant du sol (mg/an)

- Apport des **lacs en amont**

Prendre en considération l'apport des lacs en amont en multipliant l'apport total en phosphore du lac en amont par $(1-R)$ et en l'ajoutant aux apports en provenance du sol du lac en aval. Ajouter l'apport en phosphore qui n'est pas retenu par le lac en amont comme apport pour le lac en aval.

Apport en provenance du sol (lac aval) = $J_E(\text{lac aval}) + \text{apport du lac en amont}$

Apport du lac en amont = $(J_E(\text{lac amont})(1-R))$

- Calculer l'**apport** de P provenant **des précipitations** (J_{PR})

Ayant été démontré que les précipitations peuvent être une source majeure de nutriments, la **charge** en phosphore provenant des précipitations (L_{PR}), fixée à **75 $mg/m^2/an$** pour les lacs du sud de l'Ontario, est transformée en terme d'**apport** en phosphore (kg/an), une fois multipliée par la superficie du lac.

$$J_{PR} = 75 * A_0 / 10^6$$

- Calculer l'**apport naturel** total de P au lac (J_N)

L'apport provenant des précipitations (J_{PR}) est ensuite ajouté à l'apport naturel en phosphore provenant du sol (J_E) afin d'obtenir l'apport naturel total (J_N) (kg/an).

$$J_N = J_E + J_{PR}$$

***si $J_N \geq J_{perm}$, n'autoriser aucun développement supplémentaire**, si ce n'est pas le cas, la procédure peut se poursuivre de la façon suivante :

- Déterminer le nombre d'unités de logements **saisonniers** (N_C) et le nombre d'unités **permanentes** (N_D) dans un rayon de **300m** du lac et calculer le **nombre de personnes par année** présentes dans le bassin versant du lac (N_{CY}).

$$N_{CY} = 0.69 * N_C + 4.3 * N_D$$

ÉTAPE 5 : APPORTS ANTHROPIQUES EN P

- Calculer l'**apport artificiel** de P au lac provenant du développement (J_A) (kg/an)

Une charge de **0.8 kg/capita/an** est utilisée afin de calculer l'apport artificiel en phosphore ajouté au lac, selon la formule suivante :

$$J_A = 0.8 * N_{CY} (1-R_s)$$

R_s : facteur de rétention du sol = 0 pour les installations septiques conventionnelles sur le territoire du sud de l'Ontario

N_{CY} : nombre de personnes dans le bassin versant du lac par année

ÉTAPE 6 : APPORT TOTAL EN P

- **L'apport total en P** au lac (kg/an)

Ainsi, l'apport total en phosphore se calcule en additionnant les apports d'origine naturels et artificiels, soit :

$$J_T = J_N + J_A$$

ÉTAPE 7 : CAPACITÉ DE SUPPORT ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

***si $J_T \geq J_{perm}$, n'autoriser aucun nouveau développement**

- Sinon, si $J_T < J_{perm}$, il est possible de calculer le nombre d'unités de logements **totales permises** (N_{perm}) de la façon suivante :

$$N_{perm} = \frac{J_{perm} - J_N}{0.69 * 0.8 (1-R_s)}$$

Et ainsi le nombre de logements **additionnels permis** :

$$N_{ADD} = N_{perm} - N_{CY}$$

Annexe 3

Détails des calculs du modèle du MRNQ

« Sous-modèle » 1

- **Calcul du facteur environnement (f_u)**

$$f_u = A_d / A_0$$

où

A_d = superficie du bassin versant (aire de drainage) du lac

A_0 = superficie du lac

- **Calcul du coefficient d'exportation moyen pour le P (E_s) (kg/an)**

Coefficient d'exportation moyen (E_s)

$$E_s = \sum_{i=1}^n (E_s)_i * A_i / A_d$$

i = indice relatif à chacune des utilisations

A_i / A_d = la superficie relative de chacune des utilisations par rapport à l'ensemble du bassin versant

- **Calcul des apports en P en provenance de la population (Jc) (kg P/an)**

- Population saisonnière

$$N_c * C_o * 0.8 * 0.75 = \text{kg P/an}$$

N_c = nombre de chalets

C_o = coefficient pondéré d'occupation des chalets

0.8 = quantité de phosphore (kg) produite par une personne pendant un an (selon Dillon et Rigler, 1975) (apports physiologiques + détergents)

0.75 = facteur relié à la qualité des installations septiques (proportion de P non retenue par le système, déterminé suite à diverses consultations (Potvin, 1976))

- Population permanente

La détermination de l'apport en provenance de la population permanente peut s'effectuer à l'aide d'une carte de la répartition de la population permanente, élaborée à l'aide de différentes sources de données. Ainsi, le calcul s'effectue en fonction du nombre de personnes étant raccordées à un réseau d'égouts collecteurs se déversant dans le lac (PPA) ou à des installations septiques (PPS).

$$\begin{array}{lll} \text{PPA} * 0.8 & \text{(avec égout)} & \text{(kg P/an)} \\ \text{PPS} * 0.8 * 0.75 & \text{(sans égout)} & \end{array}$$

0.8 = quantité de phosphore produite par une personne par an

0.75 = facteur relié à la rétention des installations septiques

La somme des apports de la population permanente et saisonnière constitue ensuite l'apport total en provenance de la population (Jc).

- **Calculs des charges en PT (g PT/m²/an)**

Voici les détails du calcul des charges en PT apportées par les **lacs en amont (L_a)**

- Calculer les charges spécifiques en phosphore pour chacun des lacs en amont (g PT/m²/an)
- Calculer le coefficient de rétention pour chacun des lacs en amont
- Déterminer la charge spécifique provenant de ces lacs qui atteint le lac étudié en aval (L_a) (g PT/m²/an)

$$L_a = \sum_{i=1}^n \frac{(1-R_i) * L_{pi} * A_{oi}}{A_0}$$

n = nombre de lacs en amont

L_{pi} = charge de P déterminée pour le lac en amont (g PT/m²/an)

A_{oi} = superficie du lac en amont (km²)

A₀ = superficie du lac étudié (km²)

R_i = coefficient de rétention du lac en amont (%)

$$R = 0.426e^{(-0.271q_s)} + 0.574e^{(-0.00949q_s)}$$

q_s = charge reçue par un lac pendant un an par unité de surface (m/an)

$$q_s = Q / A_{oi} \quad \text{ou} \quad q_s = Z / t_w$$

Q = débit annuel à l'exutoire (m³/an)

Z = profondeur moyenne du lac (m)

t_w = temps de renouvellement de la masse d'eau (an)

$$t_w = V / Q$$

où V : volume du lac (m³)

- **Calcul de la capacité de support**

Prenez note que cette façon de calculer la charge admissible était en révision lors de la publication de l'étude.

Position de la charge actuelle en PT au lac ($L_p (1-R)/Q$)

En ordonnée : position du lac = $L_p (1-R) / Q$

R = coefficient de rétention du lac
Q = fréquence de renouvellement de la masse d'eau

$$Q = 1 / t_w$$

$$t_w = V / Q$$

t_w = temps de renouvellement de la masse d'eau
Q = débit annuel à l'exutoire (m^3/an)
V = volume du lac (m^3)

En abscisse : position du lac = profondeur moyenne (Z)

$$Z = V / A_0$$

A_0 = superficie du lac étudié (km^2)

Position de la charge naturelle en PT au lac ($L_{pn} (1-R)/Q$)

Selon les mêmes calculs que pour la position actuelle, mais en remplaçant L_p par la charge totale naturelle (L_{pn}).

Position de la charge admissible (L_{ad}) en PT au lac ($L_{ad} (1-R)/Q$)

Selon le graphique de Vollenweider, sur les statuts trophiques reliés aux concentrations en phosphore, et selon le degré de protection voulu (charge permissible ou dangereuse).

- **Calcul de la charge supplémentaire admissible en PT (ΔL_p)**

Si Position de la charge admissible > Position de la charge actuelle

La charge supplémentaire (ΔL_p) est obtenue depuis la différence entre les deux points :

$$\Delta L_p = (L_{ad} (1-R)/Q) - (L_p (1-R)/Q) \quad (\text{g PT/m}^2)$$

Cette valeur est ramenée sur une base annuelle :

$$\Delta L_p = \Delta * (R/(1-R)) \quad (\text{g PT/m}^2/\text{an})$$

Si Position de la charge admissible < Position de la charge actuelle

Il n'y a pas de charge supplémentaire admissible

- **Calcul des apports supplémentaires admissibles en PT (J_p)**

Multiplier ΔL_p par la superficie du lac A_0 :

$$J_p = \Delta L_p * A_0 \quad (\text{g PT/an})$$

- **Calcul du nombre de personnes-jours (NBJT) pour diverses affectations**

$$\text{NBJT} = J_p / 2.2 * 0.75 = J_p / 1.65$$

2.2 = quantité de phosphore en gramme produite par une personne par jour

0.75 = facteur relié à la qualité des fosses septiques

Le nombre de personnes-jours est ensuite converti en **infrastructures récréatives** dans tout le bassin versant :

Nouveaux résidents permanents

$$J_{pc} = C_s (2.2 * 0.75 * 365) + C_a (2.2 * 365)$$

J_{pc} = quantité de phosphore émis par les nouvelles personnes permanentes

C_s = nombre de nouveaux résidents permanents dont la résidence est reliée à une fosse septique

C_a = nombre de nouveaux résidents permanents dont la résidence est reliée à un égout

365 = nombre de jours dans un an

Nouveaux apports admissibles (J_{pa}) : $J_p - J_{pc} = J_{pa}$

Avec les nouveaux apports J_{pa} on calcule un autre nombre total de personnes-jours.

-Population animale

Calculer de nouveau les apports (J_p) comme pour les personnes permanentes

-Nombre de personnes-jours en équivalent-chalets (N_c) ou roulottes (N_r)

En tenant compte que la durée de fréquentation des chalets et des roulottes est sensiblement la même :

$$Nc \text{ ou } Nr = NBJT / Co$$

- Nc : nombre admissible de chalets
Nr : nombre admissible de roulottes
Co : coefficient d'occupation en nombre de personnes-jours par chalet par année

-Nombre de personnes-jours en équivalent-tentes-roulottes (Ntr)

En tenant compte que la durée d'occupation des tentes-roulottes et des chalets est relativement la même sauf que seulement 40% des emplacements des terrains sont occupés durant la saison.

$$Ntr = NBJT / Co * 0.4$$

-Nombre de personnes-jours en équivalent-tentes (Nt)

En tenant compte que la durée d'occupation des tentes est 50% de moins que celle des chalets.

$$Nt = NBJT / Co * 0.5 * 0.4$$

-Nombre de personnes-jours en équivalent-espace de stationnement pour automobiles (Nbp)

En tenant compte que le nombre de personnes-jours en équivalent-baigneurs ou pique-niqueurs, est de quatre personnes présentes par voiture.

Et que la durée de la saison de baignade équivaut à 25% de la saison des chalets.

$$Nt = NBJT / Co * 0.25/3$$

1/3 : durée d'occupation des espaces de baignade sur une base journalière

-Nombre de personnes-jours en équivalent-lits dans une colonie de vacances (Nlc)

En tenant compte que les colonies de vacances opèrent pendant 62 jours par année.

$$Nlc = NBJT / 62$$

Annexe 4

Sommaire du modèle du MRNQ selon Del Degan, Massé et Associés inc., 2003

PLAN DIRECTEUR EN ENVIRONNEMENT

TOME 2
Bilan environnemental et plan d'action

SOMMAIRE D'UNE MÉTHODOLOGIE CONNUE POUR L'ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ DE SUPPORT D'UN PLAN D'EAU

L'apport en phosphore est généralement reconnu comme un des principaux agents d'enrichissement nutritif des eaux d'un lac et une des causes majeures dans l'accélération du processus de vieillissement des plans d'eau. Le Service de la qualité des eaux du ministère des Richesses naturelles du gouvernement du Québec a produit, en 1979, une méthodologie pour le calcul des apports en phosphore et la détermination de la capacité de support d'un lac. Cette méthode s'appuie sur l'unité de mesure du bassin versant. Elle permet d'évaluer, de façon théorique, la charge de phosphore qui arrive au lac, de localiser grossièrement la provenance de la charge, de positionner le lac en fonction de la charge de phosphore et de sa profondeur moyenne ainsi que d'évaluer une charge supplémentaire admissible.

La méthode, à l'aide de coefficients et d'équations, assume que les quantités de phosphore émises varient selon les conditions du milieu exportateur (boisé, agricole, urbain, etc.). Elle peut être adaptée à quatre différents types de lacs dont :

- les lacs inexploités;
- les lacs exploités de premier niveau;
- les lacs exploités de second niveau;
- les lacs surexploités.

Les lacs de premier niveau ont généralement un bassin versant boisé à plus de 80 %, une villégiature dominante sur les rives, une activité agricole peu importante et des fonctions urbaines correspondant à des unités villageoises. Au second niveau, la proportion de zones boisées passe de 40 % à 80 %, les rives deviennent fortement colonisées par la villégiature et la récréation, tandis que l'activité agricole couvre une partie importante du bassin. La partie de Mont-Tremblant au sud du parc national du Mont-Tremblant comprend surtout des lacs de premier ou second niveau. Seul le lac Maskinongé se rapproche du lac surexploité.

Le modèle calcule en premier lieu la charge spécifique en phosphore provenant du sol (L_s), en servant d'un facteur d'environnement (égal à la superficie du bassin ou du sous-bassin de drainage sur celle du lac étudié), d'un coefficient d'occupation de chalets ainsi que d'un coefficient moyen d'exportation de phosphore (E_s) calculé sur la base de groupes d'usages du sol (agricole, forestier, urbain, marécageux, hydrique, improductif) présents dans le bassin et les sous-bassins de drainage pour lesquels une valeur d'exportation de phosphore en kg/km² est attribuée. Par sous-bassin, les apports en provenance de la population (saisonniers et permanente) (L_c), en intégrant, s'il y a lieu, les effectifs flottants apparentés aux touristes, sont ajoutés en tenant compte de la desserte ou non des habitations par un réseau d'égout. Advenant la présence d'un ou plusieurs lacs en amont du lac étudié, le modèle prévoit l'addition de la charge en phosphore provenant de ces plans d'eau (L_a) en tenant compte de la capacité de rétention spécifique de ces plans d'eau (ce qui peut être capté par eux). La charge attribuée aux précipitations tombant directement dans le lac est également considérée (L_{pr}). La somme des différentes charges, représentée par l'équation suivante, donne la charge spécifique totale de phosphore (L_p) parvenant au lac calculée en g P_i/m²/an.

$$L_p = L_s + L_c + L_{pr} + L_a$$

Le calcul de la capacité de support en phosphore est ensuite effectué à l'aide d'un graphique. Des droites déterminent les concentrations prédites de phosphore (P, mg/m³) en deçà et au-delà desquelles les lacs sont classifiés oligotrophes ou eutrophes avec, au milieu, le stade mésotrophe. Deux droites représentant les seuils supérieur et inférieur du stade mésotrophe

Del Degan, Massé et Associés inc.

indiquent respectivement les limites « dangereuse » (20 mg/m³) et « acceptable » (10 mg/m³) de la concentration de phosphore³⁶. En ordonnée, la position actuelle du lac est obtenue par une équation utilisant la charge spécifique totale en phosphore du plan d'eau calculée précédemment, le coefficient de rétention du lac et la fréquence de renouvellement de la masse d'eau. En abscisse, la profondeur moyenne du lac (Z) en mètres, estimée par le quotient entre le volume du lac et sa superficie, permet de compléter la coordonnée.

À titre de point de référence, il faut ensuite représenter la position du lac à l'état naturel à l'aide du calcul de la charge spécifique naturelle du plan d'eau (L_{pn}). Ce calcul suppose, pour les apports en provenance du sol (L_s), que l'ensemble du bassin est boisé, sans aucune implantation humaine. Il intègre également les apports spécifiques venant des précipitations (L_{pr}) et des lacs en amont (L_a), soit l'équation suivante :

$$L_{pn} = L_s + L_{pr} + L_a.$$

Connaissant la position actuelle du lac (charge spécifique totale en phosphore actuelle) et la charge en phosphore du lac à l'état naturel, il s'agit de déterminer la charge supplémentaire en phosphore admissible (ΔL_p) que le lac peut absorber sans que son vieillissement soit trop accéléré. Cette charge supplémentaire correspond à la moitié de la distance entre la concentration en phosphore à l'état naturel du lac et la première des deux limites rencontrée, « dangereuse » ou « acceptable », du stade mésotrophe. Si l'ajout de cette valeur (moitié de la distance) à la droite représentant l'état naturel du lac donne un point situé au-dessus de la position actuelle du lac, la charge supplémentaire admissible est constituée de la différence entre ces deux valeurs. Si le résultat de cette addition est au-dessous de la valeur de la position actuelle du lac, il n'y a aucune charge supplémentaire en phosphore admissible.

Advenant le cas où il y a une charge supplémentaire admissible, un calcul permet de ramener cette valeur sur une base annuelle en grammes de phosphore total par mètre carré par année (g P_t/m²/an) et, en multipliant par la superficie du lac, d'estimer la charge supplémentaire admissible pour le plan d'eau. La méthode prévoit également la possibilité de faire correspondre la charge supplémentaire admissible en phosphore calculée ci-haut en nombre de personnes-jour potentiel de plus, en considérant la quantité connue de phosphore produite par une personne par jour (en grammes) et un facteur représentant la proportion de phosphore non retenue par les fosses septiques. Sur la base de différents ratios permettant de calculer le nombre de personnes-jour-année induit par des usages récréatifs, cette projection peut ensuite servir à estimer les possibilités d'aménagement supplémentaires non desservis par un réseau d'égout (chalet, habitation permanente, camping, etc.).

Source : *Méthodologie pour le calcul des apports en phosphore et la détermination de la capacité de support d'un lac*, ministère des Richesses naturelles du Québec, Service de la qualité des eaux, Jacques Alain et Marie LeRouzes, janvier 1979.

³⁶ Les auteurs soulignaient à l'époque de la réalisation du rapport que cette façon de calculer la charge admissible était en révision.

Annexe 5 Questionnaires des entrevues réalisées dans le cadre de ce mémoire

Serge Assel – ingénieur MDDEP

Analyse des modèles, des intrants et des résultats

Équipe de recherche, table d'experts

1) **PRESENTATION**

Pouvez-vous me décrire brièvement votre fonction ou le rôle du poste que vous occupez au sein du *Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des parcs* ?

-Le projet de « *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* »

-Le projet du développement d'une « *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* » au sein de l'équipe de recherche et de la table des experts ?

2) **MODÈLES – THÉORIE**

- **Définitions et fondements**

Quelle est votre définition du concept de capacité de support?

Selon vous, quel est le but principal, la finalité de ce calcul? Pourquoi veut-on calculer la capacité de support d'un plan d'eau?

Pensez-vous que la principale application du calcul de la capacité de support sera de pouvoir mieux gérer le développement autour des lacs?

- **Les modèles ontariens (Dillon et Rigler, DMM, LAKECAP)**

Connaissez-vous les modèles du calcul de la capacité de support d'un plan d'eau développés en Ontario tels que le modèle de Dillon et Rigler, son grand frère le *Lakeshore capacity model (LAKECAP)*, ainsi que le modèle de Dillon modifié par la municipalité de Muskoka (*DMM*)?

Si oui, quel est votre point de vue sur leurs précisions, validités et utilités? Un modèle semble-t-il se démarquer des autres?

Quels sont les avantages et désavantages que vous percevez des modèles ontariens?

Pensez-vous que les modèles ontariens sont facilement utilisables au Québec?

Si oui, de quelles façons?

Si non, pour quelles raisons? Quels sont les points à améliorer, les variables, coefficients d'exportation à retravailler?

Êtes-vous d'accord pour dire que la détermination des coefficients d'exportation pour le phosphore et le calcul de la concentration naturelle d'un plan d'eau en phosphore sont à la base des calculs des modèles de capacité de support?

Y a-t-il une étude sur les coefficients d'exportation du phosphore adaptés au territoire spécifique du Québec, en cours ou récente (mis à part le mémoire de maîtrise de Cathy Crago)?

Croyez-vous qu'il sera nécessaire de développer une plus grande expertise dans la détermination des coefficients d'exportation pour le phosphore en sol québécois? Si oui, à qui reviendra cette tâche selon vous?

Étant donné qu'il fut démontré que les concentrations naturelles en phosphore d'un plan d'eau varient selon les écorégions (CCME, 2006)³⁰, croyez-vous que la formule pour le calcul d'une concentration naturelle en phosphore selon le % des milieux humides utilisée dans les modèles de *DMM* et du *LAKECAP* est utilisable, dans son intégralité, sur tout le territoire québécois?

Quelle valeur, selon vous, devrait avoir le seuil représentant la concentration maximale admissible en phosphore calculée à partir de la concentration naturelle?

Croyez-vous que la sensibilité (mobilité du phosphore et degré de réponse) d'un plan d'eau aux apports en phosphore soit un bon indicateur qualitatif de sa capacité de support?

- **Le modèle québécois (*Carignan*) et l'étude pilotée par *SIADL***

³⁰ Conseil Canadien des Ministres en Environnement (CCME), (2006). *Development of ecoregion based phosphorus guidelines for Canada: Ontario as a case study*; Water Quality Task Group, National Guidelines and Standards Office Science and Risk Assessment, 56p.

Quelles sont vos attentes par rapport au projet du développement d'une « *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* »?

Pouvez-vous m'expliquer brièvement comment les modèles du calcul de la capacité de support ontariens sont testés au Québec actuellement ?

Pour quelles raisons effectuer à la fois le test des modèles ontariens (« *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* » *SIADL*) tout en développant parallèlement un modèle propre au Québec (« *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* » *Carignan*) ? Un projet est-il inclus dans l'autre ?

Quel est le but de développer un modèle spécifique au Québec (*modèle de Carignan*) ? Sait-on déjà qu'on ne pourra pas se fier aux modèles ontariens? Pourquoi les tester dans ce cas (projet *SIADL*)?

Qu'apportera de nouveau, selon vous, l'étude québécoise de « *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* » (*modèle de Carignan*)?

Quelles sont les différences majeures entre le modèle de *DMM*, du *LAKECAP* et de *Carignan* au niveau des formules? Des variables? De l'application?

Sur quelles hypothèses seront basés la détermination de la capacité de support et le calcul des seuils permisibles au Québec? Cela consistera-t-il à déterminer la sensibilité du lac aux apports en phosphore et à adopter une charge maximale en phosphore permmissible d'une valeur de la concentration naturelle + 50%, comme le suggère le modèle de *DMM*?

Quelles sont les avancées, où en sont les projets jusqu'à maintenant (*SIADL* et *modèle de Carignan*) ?

Que reste-t-il à faire ? Pour quand les résultats finaux sont-ils prévus et leurs conclusions rendues publiques ?

3) APPLICATIONS DES MODÈLES À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Le rôle du gouvernement provincial s'arrête-t-il à la définition d'un cadre théorique ou va-t-il aussi avoir un rôle au niveau de l'application des modèles (d'effectuer les études, faire le suivi auprès des municipalités, des *MRC*, de fournir les outils, les lois pour encadrer, etc.) ? A-t-il un rôle à jouer dans l'application de ces modèles au niveau local?

À qui reviendra la tâche d'appliquer les modèles de capacité de support?

- Planifier et gérer le projet
- Réaliser l'étude
- Mettre en œuvre les constats de l'étude
- Effectuer le suivi de l'application des mesures

À l'aide de quels outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme ces acteurs pourront-ils intervenir (schéma d'aménagement, règlements d'urbanisme, contrats de bassin)? Comment?

Le « *Planning act* » de l'Ontario donne le pouvoir aux municipalités d'intervenir sur leur territoire en matière d'aménagement en fonction de la capacité de support des plans d'eau, en sera-t-il de même pour la *Loi sur les compétences municipales (LCM)* au Québec? A-t-on les outils juridiques provinciaux pour encadrer les municipalités afin d'aller de l'avant avec ce concept?

Y-a t'il des modifications de prévues à ces lois afin de tenir compte du concept de la capacité de support, de donner le pouvoir aux acteurs impliqués d'intervenir au niveau local?

À qui reviendra la tâche de fournir l'expertise nécessaire à la réalisation des études de capacité de support (firme privée)? Comment le contrôle de la qualité de l'expertise sera effectué?

D'où proviendra le financement afin de réaliser ces études?

Y a-t-il des ressources humaines et financières de prévues afin d'appuyer la mise en œuvre de ce concept au niveau municipal?

Richard Carignan

Professeur - chercheur en limnologie et biogéochimie (Ph.D. Limnologie)

« Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie »
« Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore »
Équipe de recherche

1) PRESENTATION

Pouvez-vous m'expliquer quel est votre rôle et en quoi consiste votre implication pour :

-Le projet de « *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* ».

-Le projet du développement d'une « *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* », au sein de l'équipe de recherche.

2) MODÈLES – théorie

• **Les modèles ontariens (Dillon et Rigler, DMM, LAKECAP)**

Connaissez-vous les modèles du calcul de la capacité de support d'un plan d'eau développés en Ontario tels que le modèle de Dillon et Rigler, son grand frère le *Lakeshore capacity model (LAKECAP)*, ainsi que le modèle de Dillon modifié par la municipalité de Muskoka (*DMM*)?

Si oui, quel est votre point de vue sur leurs précisions, validités et utilités? Un modèle semble-t-il se démarquer des autres?

Quels sont les avantages et désavantages que vous percevez des modèles ontariens?

Pensez-vous que les modèles ontariens sont facilement utilisables au Québec?

Si oui, de quelles façons?

Si non, pour quelles raisons? Quels sont les points à améliorer, les variables, coefficients d'exportation à retravailler?

Vous pensez que les coefficients d'exportation pour le P qui sont trouvés en Ontario pourraient s'appliquer pour le Québec?

Étant donné qu'il fut démontré que les concentrations naturelles en phosphore d'un plan d'eau varient selon les écorégions (CCME, 2006), croyez-vous que la formule pour le calcul d'une concentration naturelle en phosphore selon le % des milieux humides utilisée dans les modèles de DMM et du LAKECAP est utilisable, dans son intégralité, sur tout le territoire québécois?

Êtes-vous d'accord pour dire que la détermination des coefficients d'exportation pour le phosphore et le calcul de la concentration naturelle d'un plan d'eau en phosphore sont à la base des calculs des modèles de capacité de support?

- **Définitions et fondements**

Quelle est votre définition du concept de capacité de support?

Selon vous, quel est le but principal, la finalité de ce calcul? Pourquoi veut-on calculer la capacité de support d'un plan d'eau?

Quelle valeur, selon vous, devrait avoir le seuil représentant la concentration maximale admissible en phosphore calculée à partir de la concentration naturelle?

Pensez-vous que la principale application du calcul de la capacité de support sera de pouvoir mieux gérer le développement autour des lacs?

Croyez-vous qu'il sera nécessaire de développer une plus grande expertise dans la détermination des coefficients d'exportation pour le phosphore en sol québécois?

Existe-t-il à votre connaissance d'autres modèles pour le calcul de la capacité de support ailleurs dans le monde?

- **Le modèle québécois (*Carignan*) et l'étude pilotée par SIADL**

Quelles sont vos attentes par rapport au projet du développement d'une « Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore »?

Pour quelles raisons effectuer à la fois le test des modèles ontariens (« *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* » SIADL) tout en développant parallèlement un modèle propre au Québec (« *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* » Carignan) ? Un projet est-il inclus dans l'autre ?

Qu'apportera de nouveau, selon vous, l'étude québécoise de « Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie » (*modèle de Carignan*)?

Quelles sont les différences majeures entre le modèle de *DMM*, du *LAKECAP* et de *Carignan* au niveau des formules? Des variables? De l'application?

Sur quelles hypothèses seront basés la détermination de la capacité de support et le calcul des seuils permis au Québec? Cela consistera-t-il à déterminer la sensibilité du lac aux apports en phosphore et à adopter une charge maximale en phosphore permise d'une valeur de la concentration naturelle + 50%, comme le suggère le modèle de *DMM*?

Quelles sont les avancées, où en sont les projets jusqu'à maintenant (*SIADL* et *Carignan*)? Que reste-t-il à faire ?

3) APPLICATIONS DES MODÈLES À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Pensez-vous qu'une fois qu'un modèle théorique fiable sera utilisable au Québec, l'application pourra se faire facilement au niveau national, régional ou local?

Selon vous, à qui reviendra la tâche d'appliquer les modèles de capacité de support?

- Planifier et gérer le projet
- Réaliser l'étude
- Mettre en œuvre les constats de l'étude
- Effectuer le suivi de l'application des mesures

À votre avis, à l'aide de quels outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme ces acteurs pourront-ils intervenir (schéma d'aménagement, règlements d'urbanisme, contrats de bassin)? Comment?

Selon vous, sommes-nous aussi bien outillés que l'Ontario afin d'appuyer nos intervenants locaux dans la mise en œuvre du concept de capacité de support :

- Au niveau des outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme?
- Au niveau des instruments juridiques (lois provinciales) sur lesquels les intervenants locaux pourront s'appuyer?

Le « *Planning act* » de l'Ontario donne le pouvoir aux municipalités d'intervenir sur leur territoire en matière d'aménagement en fonction de la capacité de support des plans d'eau, selon vous, est-il possible de comparer cette loi à la *Loi sur les compétences municipales (LCM)* du Québec?

Sinon, y a-t-il une autre loi provinciale qui pourrait être utilisée dans la mise en œuvre du concept de capacité de support au niveau local, selon vous? Y a-t-il des modifications à apporter aux instruments juridiques provinciaux actuels (*LAU, LCM, LQE*)?

Pensez-vous que le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau fournira les arguments nécessaires aux intervenants locaux afin d'intervenir auprès des promoteurs, par exemple, et de gagner les poursuites judiciaires?

Selon vous, à qui devrait revenir la tâche de fournir l'expertise nécessaire à la réalisation des études de capacité de support (firme privée)? Comment le contrôle de la qualité de l'expertise pourrait s'effectuer?

Avez-vous une idée d'où pourrait provenir le financement afin de réaliser ces études?

Carl Dufour

Responsable en Environnement - *MRC des Laurentides*

Analyse des modèles, des intrants et des résultats
Équipe recherche, table experts

1) PRESENTATION

Pouvez-vous me décrire brièvement votre fonction ou le rôle du poste que vous occupez au sein de la *MRC des Laurentides*?

Pouvez-vous m'expliquer quel est votre rôle et en quoi consiste votre implication pour :

-Le projet de « *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* »

-Le projet du développement d'une « *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* » au sein de l'équipe de recherche et de la table des experts ?

2) MODÈLES – THÉORIE

• **Définitions et fondements**

Quelle est votre définition du concept de capacité de support?

Selon vous, quel est le but principal, la finalité de ce calcul? Pourquoi veut-on calculer la capacité de support d'un plan d'eau?

Pensez-vous que la principale application du calcul de la capacité de support sera de pouvoir mieux gérer le développement autour des lacs?

• **Les modèles ontariens (Dillon et Rigler, DMM, LAKECAP)**

Connaissez-vous les modèles du calcul de la capacité de support d'un plan d'eau développés en Ontario tels que le modèle de Dillon et Rigler, son grand frère le *Lakeshore capacity model* (*LAKECAP*), ainsi que le modèle de Dillon modifié par la municipalité de Muskoka (*DMM*)?

Si oui, quel est votre point de vue sur leurs précisions, validités et utilités? Un modèle semble-t-il se démarquer des autres?

Quels sont les avantages et désavantages que vous percevez des modèles ontariens?

Pensez-vous que les modèles ontariens sont facilement utilisables au Québec?

Si oui, de quelles façons?

Si non, pour quelles raisons? Quels sont les points à améliorer, les variables, coefficients d'exportation à retravailler?

Êtes-vous d'accord pour dire que la détermination des coefficients d'exportation pour le phosphore et le calcul de la concentration naturelle d'un plan d'eau en phosphore sont à la base des calculs des modèles de capacité de support?

Croyez-vous qu'il sera nécessaire de développer une plus grande expertise dans la détermination des coefficients d'exportation pour le phosphore en sol québécois? Si oui, à qui reviendra cette tâche selon vous? (on a juste l'étude de Crago)

Étant donné qu'il fut démontré que les concentrations naturelles en phosphore d'un plan d'eau varient selon les écorégions (CCME, 2006), croyez-vous que la formule pour le calcul d'une concentration naturelle en phosphore selon le % des milieux humides utilisée dans les modèles de *DMM* et du *LAKECAP* est utilisable, dans son intégralité, sur tout le territoire québécois?

Quelle valeur, selon vous, devrait avoir le seuil représentant la concentration maximale admissible en phosphore calculée à partir de la concentration naturelle? On sait que *DMM* utilise 50%...

Croyez-vous que la sensibilité (mobilité du phosphore et degré de réponse) d'un plan d'eau aux apports en phosphore est un bon indicateur qualitatif de sa capacité de support?

Existe-t-il à votre connaissance d'autres modèles pour le calcul de la capacité de support ailleurs dans le monde?

- **Le modèle québécois (*Carignan*) et l'étude pilotée par *SIADL***

Quelles sont vos attentes par rapport au projet du développement d'une « *Approche de gestion des lacs en lien avec leur capacité de support en phosphore* »?

Qu'apportera, selon vous, de nouveau l'étude québécoise de « *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie* »?

Quelles sont les différences majeures entre le modèle de *DMM*, du *LAKECAP* et de *Carignan* au niveau des formules? Des variables? De l'application?

Sur quelles hypothèses seront basés la détermination de la capacité de support et le calcul des seuils permisibles au Québec? Cela consistera-t-il à déterminer la sensibilité du lac aux apports en phosphore et à adopter une charge maximale en phosphore permise d'une valeur de la concentration naturelle + 50%, comme le suggère le modèle de *DMM*?

Quelles sont les avancées, où en sont les projets jusqu'à maintenant (*SIADL* et *Carignan*) ? Que reste-t-il à faire ?

3) APPLICATIONS DES MODÈLES À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Pensez-vous qu'une fois qu'un modèle théorique fiable sera utilisable au Québec, l'application pourra se faire facilement au niveau national, régional ou local?

Selon vous, à qui reviendra la tâche d'appliquer les modèles de capacité de support?

- Planifier et gérer le projet
- Réaliser l'étude
- Mise en œuvre des constats de l'étude
- Effectuer le suivi de l'application des mesures

À votre avis, à l'aide de quels outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme ces acteurs pourront-ils intervenir (schéma d'aménagement, règlements d'urbanisme, contrats de bassin)?
Comment?

Selon vous, sommes-nous aussi bien outillés que l'Ontario afin d'appuyer nos intervenants locaux dans la mise en œuvre du concept de capacité de support :

- Au niveau des outils d'aménagement du territoire et d'urbanisme?
- Au niveau des instruments juridiques (lois provinciales) sur lesquels les intervenants locaux pourront s'appuyer?

Le « *Planning act* » de l'Ontario donne le pouvoir aux municipalités d'intervenir sur leur territoire en matière d'aménagement du territoire en fonction de la capacité de support des plans d'eau, selon vous, est-il possible de comparer cette loi à la *Loi sur les compétences municipales (LCM)* du Québec?

Sinon, y a-t-il une autre loi provinciale qui pourrait être utilisée dans la mise en œuvre du concept de capacité de support au niveau local, selon vous? Y a-t-il des modifications à apporter aux instruments juridiques provinciaux actuels (*LAU, LCM, LQE*)?

Pensez-vous que le calcul de la capacité de support d'un plan d'eau fournira les arguments nécessaires aux intervenants locaux afin d'intervenir auprès des promoteurs, par exemple, et de gagner les poursuites judiciaires?

Selon vous, à qui devrait revenir la tâche de fournir l'expertise nécessaire à la réalisation des études de capacité de support (firme privée)? Comment le contrôle de la qualité de l'expertise pourrait s'effectuer?

Avez-vous une idée d'où pourrait provenir le financement afin de réaliser ces études?

- **MRC – Outil d'application : schéma d'aménagement**

Le concept de capacité de support est-il intégrable aux schémas d'aménagement?

De quelle(s) façon(s)? Quelles seront les applications possibles de ce concept au niveau de la *MRC*?

Comment la *MRC* pourra-t-elle intervenir sur son territoire à ce sujet? Quel sera son rôle auprès des municipalités?

Quelles sont les actions que vous envisagez de prendre à la *MRC des Laurentides*, une fois le concept de capacité de support applicable?

Y a-t-il d'autres outils possibles, autres que le schéma d'aménagement?

Annexe 6 Détails des actions recommandées selon le modèle de DMM

Actions spécifiques recommandées (*traduit de Gartner Lee Limited, 2005*)

- ***Sensibilité faible***
 - maintenir la bande riveraine, renaturaliser les rives et protéger le sol

- ***Sensibilité modérée (même chose que sensibilité faible plus)***
 - augmenter les distances des constructions du rivage
 - limiter le nombre de surfaces imperméables
 - utiliser des technologies pour le traitement du P dans les installations septiques
 - mettre sur pied un système de différents permis ou autorisations requises pour le développement

- ***Sensibilité élevée (même chose que sensibilité moyenne plus)***
 - procéder à l'analyse spécifique des lots (biophysiques, des sols, etc.)
 - étudier les sols naturels entre le champ d'épuration et le lac
 - limiter le développement (la création et la subdivision des lots)

- ***Lacs ayant dépasser le seuil acceptable de P***
 - mettre sur pied un plan d'action de remédiation (identification des sources de P et des actions correctrices afin de stabiliser ou réduire les apports en P au lac)
 - mettre en place de mesures de suivi à long terme

- ***Lacs ayant dépassés le seuil et sensibilité élevée***
 - permettre la création de nouveaux lots seulement s'ils sont reliés à un système d'égout municipal et lorsque plusieurs mesures de mitigations au développement sont en place (permis, maintien d'une bande riveraine, etc.)
 - le cas échéant, il peut y avoir interdiction au nouveau développement

- ***Lacs ayant dépassés le seuil et sensibilité modérée***
 - permettre la création de nouveaux développements seulement si le promoteur peut démontrer que le système de traitement des eaux usées ne fournira aucun apport de P au lac (distance, qualité du sol, système de traitement secondaire, déphosphatation)
 - dans le cas échéant, il peut être nécessaire de limiter le développement

Annexe 7 **Détails des mesures restrictives suggérés par la FLVM (Fredette, 2007)**

EN CAS DE DEPASSEMENT DU SEUIL D'ACCEPTABILITE (CONCENTRATION NATURELLE + 50%)

Sur les lacs qui ont dépassé le seuil d'acceptabilité, le plan de zonage devrait interdire ou sévèrement limiter le développement de nouvelles résidences. Lorsque les études de capacité de support seront terminées et validées, les changements au plan de zonage devraient être effectués afin d'inclure les lacs concernés.

Les promoteurs qui désirent construire sur un lac de cette catégorie doivent obtenir une dérogation du plan de zonage auprès du conseil municipal et du comité consultatif d'urbanisme (CCU). Ceux-ci étudieront la requête qui devra obligatoirement comporter les éléments suivants en fonction de la sensibilité du lac décrite précédemment:

Installations septiques

- **Sensibilité élevée**
 - Aucune nouvelle construction à moins de 300 mètres du plan d'eau sauf si celle-ci est raccordée à un service d'égouts municipaux, à une fosse de rétention étanche régulièrement vidangée ou à un système septique tertiaire hautement efficace qui permet la déphosphatation des eaux usées.

- **Sensibilité moyenne ou faible**
 - Aucune nouvelle construction sauf si elle est raccordée à un service d'égouts municipaux, à une fosse de rétention étanche régulièrement vidangée ou à un système septique tertiaire hautement efficace qui permet la déphosphatation des eaux usées *ou* ;
 - Une installation septique qui démontre une efficacité élevée à retenir le phosphore. Dans ce cas, une évaluation spécifique du site devrait démontrer que le sol en place ou à ajouter possède les caractéristiques nécessaires à lier le phosphore. Cette évaluation doit mettre l'accent sur des facteurs tels que le type de sol, sa perméabilité et son épaisseur. Un système double à fosse de rétention étanche devrait être envisagé *ou* ;
 - Dans le cas où un raccordement aux égouts municipaux n'est pas possible, que l'installation d'un système tertiaire n'est pas possible ou que le sol ne présente pas les caractéristiques suffisantes, aucun nouveau lot ne devrait être créé.

Exigences pour le développement (toutes sensibilités)

1. Une évaluation du site à développer doit être effectuée par un agent compétent en la matière. Celle-ci doit démontrer qu'il n'y aura pas d'apport supplémentaire d'éléments nutritifs et de sédiments vers le lac. Elle doit, entre autre, cibler les foyers d'érosion, la gestion du ruissellement et des eaux de pluie.
2. Les bâtiments et les installations septiques doivent être plus reculés par rapport au lac. Une distance minimale d'au moins 30 mètres semble adéquate.
3. La devanture (frontage) minimale devrait être de 100 mètres.
4. La végétation riveraine doit obligatoirement demeurer en place sur les 30 mètres à partir du plan d'eau. Un chemin d'accès ou une ouverture d'une largeur maximale de 5 mètres est permis.
5. Le site doit conserver au moins 50% des arbres en place lors de la construction.

EN CAS D'UN SEUIL D'ACCEPTABILITE NON-DEPASSE . SENSIBILITE ELEVEE

Dans le cas d'un lac qui n'a pas dépassé le seuil d'acceptabilité, mais qui a une sensibilité élevée, le plan de zonage devrait interdire ou sévèrement limiter le développement de nouvelles résidences. Lorsque les études de capacité de support seront terminées et validées, les changements au plan de zonage devraient être effectués afin d'inclure les lacs concernés. Les promoteurs qui désirent construire sur un lac de cette catégorie doivent obtenir une dérogation du plan de zonage auprès du conseil municipal et du CCU. Ceux-ci étudieront la requête qui devra obligatoirement comporter les éléments suivants en fonction de la sensibilité du lac décrite précédemment:

Installations septiques

- Aucune nouvelle construction à moins de 300 mètres du plan d'eau sauf si elle est raccordée à un service d'égouts municipaux, à une fosse de rétention étanche régulièrement vidangée ou à un système septique tertiaire hautement efficace qui permet la déphosphatation des eaux usées *ou* ;
- Une installation septique qui démontre une efficacité élevée à retenir le phosphore. Dans ce cas, une évaluation spécifique du site devrait démontrer que le sol en place ou à ajouter possède les caractéristiques nécessaires à lier le phosphore. Cette évaluation doit mettre l'accent sur des facteurs tels que le type de sol, sa perméabilité et son épaisseur. Un système double à fosse de rétention étanche devrait être envisagé *ou* ;

- Dans le cas où un raccordement aux égouts municipaux n'est pas possible, que l'installation d'un système tertiaire n'est pas possible ou que le sol ne présente pas les caractéristiques suffisantes, aucun nouveau lot ne devrait être créé.

Exigences pour le développement

1. Une évaluation du site à développer doit être effectuée par un agent compétent en la matière. Celle-ci doit démontrer qu'il n'y aura pas d'apport supplémentaire d'éléments nutritifs et de sédiments vers le lac. Elle doit, entre autre, cibler les foyers d'érosion, la gestion du ruissellement et des eaux de pluie.
2. Les bâtiments et les installations septiques doivent être plus reculés par rapport au lac. Une distance minimale d'au moins 30 mètres semble adéquate.
3. La devanture (frontage) minimale devrait être de 100 mètres.
3. La végétation riveraine doit obligatoirement demeurer en place sur les 30 mètres à partir du plan d'eau. Un chemin d'accès ou une ouverture d'une largeur maximale de 5 mètres est permis.
4. Le site doit conserver au moins 50% des arbres en place lors de la construction.

SEUIL D'ACCEPTABILITE NON-DEPASSÉ . SENSIBILITE MOYENNE

Dans le cas d'un lac qui n'a pas dépassé le seuil d'acceptabilité, mais qui a une sensibilité moyenne, les limites au développement commencent à être plus permissives. Lorsque les études de capacité de support seront terminées et validées, les changements au plan de zonage devraient être effectués afin d'inclure les lacs concernés. Un promoteur qui veut développer un nouveau lot doit obtenir une dérogation du plan de zonage auprès du conseil municipal et du CCU si le lot désiré ne possède pas le statut adéquat. Dans le cas où le plan de zonage le permet, un permis de construction peut être accordé par la municipalité. Un plan de développement doit être fourni par le promoteur.

Installation septique

- On encourage fortement un raccordement aux égouts municipaux, une fosse de rétention étanche régulièrement vidangée ou un système septique tertiaire hautement efficace qui permet la déphosphatation des eaux usées *ou* ;
- Dans le cas où un système septique est proposé, le promoteur doit se munir d'une installation septique qui démontre une réelle efficacité à retenir le phosphore. Un système double à fosse de rétention étanche devrait être envisagé.

Exigences pour le développement

- Une évaluation du site à développer doit être effectuée par un agent compétent en la matière. Celle-ci doit démontrer qu'il n'y aura pas d'apport supplémentaire d'éléments nutritifs et de sédiments vers le lac. Elle doit, entre autre, cibler les foyers d'érosion, la gestion du ruissellement et des eaux de pluie.
- Les bâtiments et les installations septiques doivent être reculés d'une distance d'au moins 15 mètres par rapport au lac.
- La devanture (frontage) minimale devrait être de 100 mètres.
- La végétation riveraine doit obligatoirement demeurer en place sur les premiers 10 ou 15 mètres à partir du plan d'eau, selon le *Règlement sur la protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Un chemin d'accès ou une ouverture d'une largeur maximale de 5 mètres est permis.
- Le site doit conserver au moins 50% des arbres en place lors de la construction.

SEUIL D'ACCEPTABILITÉ NON-DEPASSÉ . SENSIBILITÉ FAIBLE

Dans le cas d'un lac qui n'a pas dépassé le seuil d'acceptabilité, mais qui a une sensibilité faible, les limites au développement sont plus permissives. Lorsque les études de capacité de support seront terminées et validées, les changements au plan de zonage devraient être effectués afin d'inclure les lacs concernés. Un promoteur qui veut développer un nouveau lot doit obtenir une dérogation du plan de zonage auprès du conseil municipal et du CCU si le lot désiré ne possède pas le statut adéquat. Dans le cas où le plan de zonage le permet, un permis de construction doit être accordé par la municipalité. Un plan de développement doit être fourni par le promoteur.

Installation septique

- On encourage un raccordement aux égouts municipaux, une fosse de rétention étanche régulièrement vidangée ou un système septique tertiaire hautement efficace qui permet la déphosphatation des eaux usées *ou* ;
- Dans le cas où un système septique est proposé, on exige le promoteur à se munir d'une installation septique qui démontre une réelle efficacité à retenir le phosphore.

Exigences pour le développement

- Gestion du ruissellement et des eaux de pluie
- Les bâtiments et les installations septiques doivent être reculés d'une distance de 15 mètres par rapport au lac.

- La devanture (frontage) minimale devrait être de 45 mètres. Il est obligatoire de conserver la végétation riveraine en place sur les premiers 10 ou 15 mètres à partir du plan d'eau, selon le *Règlement sur la protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Un chemin d'accès ou une ouverture d'une largeur maximale de 5 mètres est permis.
- Le site doit conserver au moins 50% des arbres en place lors de la construction.

Annexe 8 Résolution soumise à la municipalité de Val-des-Monts

Modèle de capacité de support des lacs de Val-des-Monts

Fédération des lacs de Val-des-Monts

M. Marc Carrière
Maire
Municipalité de Val-des-Monts
1, Route du Carrefour
Val-des-Monts, Québec, J8N 4E9

M. Marc Carrière
Préfet
MRC des Collines-de-l'Outaouais
216, Chemin Old Chelsea
Chelsea, Québec, J9B 1J4

Val-des-Monts, le xx avril 2007

Objet : Modèle de capacité de support – Lacs de Val-des-Monts

Messieurs,

Attendu que la cause principale du vieillissement prématuré des lacs de Val-des-Monts est le phosphore, cet élément nutritif essentiel à la croissance des plantes et des algues;

Attendu qu'un apport accru en phosphore augmente la quantité de plantes aquatiques, réduit la transparence de l'eau, accélère l'envasement et la sédimentation des fonds des lacs et réduit la teneur en oxygène dissous;

Attendu que cet apport accru en phosphore affecte conséquemment l'usage des plans d'eau par la population (par ex., la pêche, la baignade et la navigation), augmente les possibilités de contamination par les cyanobactéries, dégrade la qualité du milieu de vie et abaisse la valeur économique des propriétés;

Attendu que la population de Val-des-Monts double durant la saison estivale, en grande partie à cause de la proximité des centres urbains, des activités récréo-touristiques et de son milieu de vie naturel et exceptionnel composé de plus de 120 lacs;

Attendu que la gestion écologique des lacs et le développement économique ne sont pas incompatibles et qu'un développement approprié présuppose à la fois le respect de la capacité d'un milieu à soutenir ce développement selon ses propres caractéristiques et une volonté de conserver la valeur économique des propriétés;

Attendu que les sources d'enrichissement des lacs sont de deux types, d'abord naturelle (par ex., les sols du bassin versant, les précipitations, les milieux humides, les

Fédération des lacs de Val-des-Monts
Page 1 sur 6

Modèle de capacité de support des lacs de Val-des-Monts

lacs en amont) et ensuite humaine (par ex., les installations septiques, les engrais, l'agriculture, le déboisement, les routes et la villégiature);

Attendu que les modèles de capacité de support (MCS – voir l'annexe 1 qui donne la liste de divers modèles de capacité de support développés au Québec et en Ontario) sont des instruments scientifiques développés afin i) de quantifier les apports naturels et humains; ii) de vérifier la concentration naturelle, le seuil acceptable et le niveau actuel en phosphore; iii) de qualifier la sensibilité d'un lac; iv) d'estimer le potentiel de développement d'un lac; et v) de tester les impacts de certains scénarios;

Attendu que le conseil d'administration de la Fédération des lacs de Val-des-Monts, lors de sa réunion de février 2007, a adopté un document intitulé *La gestion des lacs au cœur du développement de Val-des-Monts* (voir annexe 4) développé par M. Patrick Fredette, B.Sc. Biologie et DESS Éco-Conseil, afin de l'outiller, ainsi que ses associations membres, la Municipalité de Val-des-Monts, la MRC des Collines-de-l'Outaouais et la population, à soutenir une saine gestion des lacs de son territoire;

Attendu que le document recommande que les MCS soient intégrés dans la gestion du développement des lacs de Val-des-Monts;

Attendu que selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Environnement Canada et le ministère de l'Environnement de l'Ontario, le seuil acceptable en phosphore d'un lac ne devrait pas dépasser une concentration de 1,5 fois sa concentration naturelle et ce, sans dépasser un taux de 10 µg/L;

Attendu que, à titre d'illustration, selon le MCS développé pour le lac St-Pierre (voir annexes 2 et 3 ci-jointes), i) la concentration naturelle en phosphore au lac St-Pierre est de 4,0 µg/l, ii) le seuil acceptable de concentration du lac serait de 6,0 µg/l; iii) selon les analyses effectuées sur les 16 échantillons prélevés au lac St-Pierre depuis 2001, la moyenne de la concentration en phosphore de ce lac est de 9,7 µg/l ; et iv) le seuil acceptable est dépassé, la sensibilité est moyenne, et le lac St-Pierre devrait conséquemment être considéré comme étant une priorité;

Attendu que la Municipalité de Val-des-Monts et la MRC des Collines de l'Outaouais pourraient être des pionniers au Québec dans l'utilisation de MCS puisqu'aucune municipalité ni MRC n'intègrent présentement les MCS dans leur planification de développement;

Compte tenu de ce qui précède, le conseil d'administration de la Fédération des lacs de Val-des-Monts, lors de sa séance du 10 avril 2006, a adopté à l'unanimité une résolution visant à demander à la Municipalité de Val-des-Monts, en collaboration avec la MRC des Collines, d'intégrer l'approche des MCS dans ses plans d'urbanisme, de zonage et de lotissement affectant les lacs de Val-des-Monts;

Modèle de capacité de support des lacs de Val-des-Monts

Par conséquent, en ma capacité de Président de la Fédération des lacs de Val-des-Monts, je demande par la présente à la Municipalité de Val-des-Monts, en collaboration avec la MRC des Collines, d'intégrer l'approche des MCS décrite ci-dessus dans ses plans d'urbanisme, de zonage et de lotissement affectant les lacs de Val-des-Monts;

Je vous remercie de l'attention que vous porterez à la présente et vous invite à communiquer avec M. Michel Francoeur, au (819) 457-1683, pour tout suivi à la présente.

Je vous prie d'accepter, Messieurs, mes salutations les plus sincères.

Tom Barber
Président

p.j.

Modèle de capacité de support des lacs de Val-des-Monts

Annexe 1

i) Modèles de capacité de support du Québec

Labelle et Fournier, 2001, *Prédiction de la concentration de phosphore total dans l'eau du lac St-Pierre en fonction des apports de son bassin versant*

Fournier, 2003, *Prédiction de la concentration de phosphore total dans l'eau du Lac Pémichangan en fonction des apports de son bassin versant*

Le Groupe Hémisphère, 2006, *Évaluation de la capacité de support du lac Blanc*

Carignan, À venir (2007), *Développement d'un outil de prévention de l'eutrophisation des lacs des Laurentides et de l'Estrie*

ii) Modèles de capacité de support de l'Ontario

Dillon et Rigler, 1975, *A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status*

Dillon et al., 1986, *Lakeshore capacity study : Trophic status model*

Hutchinson, Neary et Dillon, 1991, *Validation and Use of Ontario's Trophic Status Model*

Fresh Water Research, 1998, *Complete Revision of the Water Quality Model in Muskoka*

Paterson, Dillon, Hutchinson et al., 2004, *A review of the component, coefficients and technical assumptions of Ontario's Lakeshore Capacity Model*

Hutchinson, 2005, *Recreational Water quality management in Muskoka*

Modèle de capacité de support des lacs de Val-des-Monts

Annexe 2

MCS -- Lac St-Pierre

Données hydrologiques

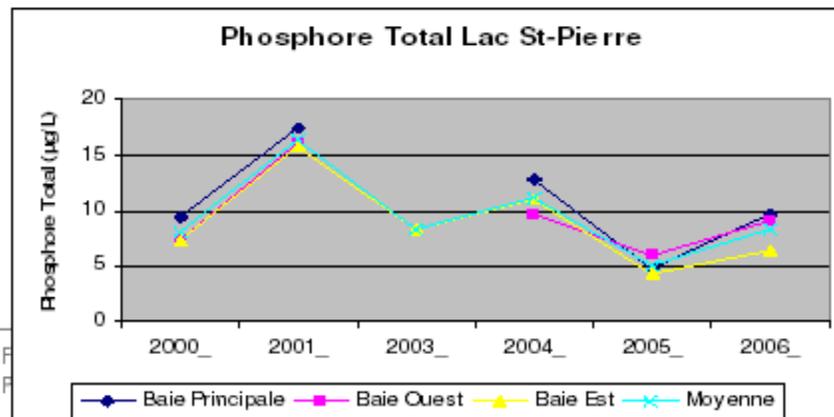
Superficie du lac	3 860 000 m ²
Profondeur moyenne	14,07 m
Volume	54 310 200 m ³
Temps de renouvellement	1,35 années
Lacs en amonts	> 24
Apport eau des lacs en amont	25 785 000 m ³
Superficie du bassin versant	32 320 000 m ²

Développement immobilier 2001 au Lac St-Pierre

Type de développement	Nombre
Résidences permanentes	143
Résidences secondaires	323
Résidences commerciales	2
Total	468

Tests de Phosphore Total

Station	Baie Principale µg/L	Baie Ouest µg/L	Baie Est µg/L	Moyenne µg/L
Année				
2000	9.3	7.3	7.3	8
2001	17.3	16	15.7	16.3
2003	N/A	N/A	8.3	8.3
2004	12.7	9.7	11	11.1
2005	4.7	6	4.3	5
2006	9.7	9	6.3	8.3
Moyenne	10.7	9.6	8.8	9.7



Modèle de capacité de support des lacs de Val-des-Monts

Modélisation du taux de Phosphore Total

Concentration naturelle	4.0 µg/L
Seuil acceptable	6.0 µg/L
Concentration anthropique	12.4 µg/L
Temps de réponse (87.5%)	2.8 années

Cote de sensibilité

Réponse	Moyenne
Mobilité	Faible
Sensibilité	Moyenne
Dépassement du seuil acceptable	OUI
Priorité	1 ^{ère}

Source : Fédération des lacs de Val-des-Monts
www.federationdeslacs.ca

Annexe 9

Dispositions particulières du projet de zonage de la *Ville de Mont-Tremblant*, applicables aux zones incluses dans le bassin versant du lac Desmarais (*Ville de Mont- Tremblant, 2008c - Chapitre 11*)

**SECTION 31 DISPOSITIONS PARTICULIÈRES APPLICABLES AUX ZONES V-910,
V-912, V-914, V-915, V-916, V-917, V-918, V-919, V-920, V-922 ET
V-923 (G-7)**

1491. Dispositions générales

Les dispositions de la présente section s'appliquent à tout terrain ou partie de terrain compris dans une zone située à l'intérieur des sous-bassins versants des lacs Desmarais, Bessette et de la Barbotte, tels que délimités sur le plan de l'annexe J.

- 471 -



Ville de Mont-Tremblant
Projet de règlement (2008)-102
concernant le zonage

Aux fins d'application de la présente section, les éléments suivants du plan font partie intégrante du présent règlement :

- 1° la délimitation des sous-bassins versants;
- 2° la délimitation du secteur identifié par la nomination DC 704;
- 3° la localisation des lacs, des cours d'eau et des milieux humides identifiés par une nomination tel MH X-X;
- 4° la localisation des terrains C-15 et C-22.

Les autres éléments du plan tels la configuration des terrains et la localisation des chemins par exemple, sont illustrés à titre indicatifs.

Les zones pouvant être affectées par l'une ou l'autre des dispositions de la présente section sont les suivantes : V-910, V-912, V-914, V-915, V-916, V-917, V-918, V-919, V-920, V-922 et V-923. Les dispositions suivantes ont préséance sur toute autre disposition incompatible ou moins sévère.

1492. Traitement des eaux usées

Tout nouveau système de traitement des eaux usées ou tout système de traitement des eaux usées existant auquel une modification est apportée ne doit pas rejeter plus de 1 mg/l de phosphore après traitement.

1493. Profondeur de la rive et aire d'isolement par rapport à un milieu humide ou un cours d'eau

À l'intérieur des sous-bassins versants des lacs Desmarais, Bessette et de la Barbotte et à l'intérieur du secteur délimité par la nomination « DC-704 », tel qu'illustré au plan de l'annexe J, la rive des cours d'eau à débit régulier ou intermittent (à l'exclusion des fossés) a une profondeur de 15 mètres.

De plus, une aire d'isolement de 5 mètres de profondeur est exigée entre la rive et tout bâtiment.

À l'intérieur des sous-bassins versants des lacs Desmarais, Bessette et de la Barbotte et à l'intérieur du secteur délimité par la nomination « DC-704 », tel qu'illustré au plan de l'annexe J, une bande de terrain de quinze (15) mètres de profondeur entourant les milieux humides (identifiés par la nomination « MH X-X ») doit être préservée suivant les dispositions prévues au chapitre 14 du règlement de zonage.

Pour le milieu humide MH-6-8, l'application des dispositions prévues au chapitre 14 du règlement de zonage vise le milieu humide en soi ainsi qu'une bande de terrain de 10 mètres de profondeur qui l'entoure.

Par rapport aux bandes de terrain ceinturant ces milieux humides, une aire d'isolement de 5 mètres de profondeur est exigée entre celles-ci et tout bâtiment.

1494. Dispositions relatives à la profondeur de la rive et à une aire d'isolement par rapport aux lacs Desmarais et de la Barbotte dans les zones V-915 et V-917

La rive a une profondeur de 20 mètres autour des lacs Desmarais et de la Barbotte.

Pour les terrains C15 et C22 illustrés au plan de l'annexe J, la rive du lac Desmarais a une profondeur de 15 mètres.



Ville de Mont-Tremblant
Projet de règlement (2008)-102
concernant le zonage

Une aire d'isolement de 5 mètres est exigée entre la rive et tout bâtiment.

1495. Préservation des espaces naturels dans les sous-bassins versants des lacs Desmarais, Bessette et de la Barbotte

À l'intérieur des sous-bassins versants des lacs Desmarais, Bessette et de la Barbotte, tels qu'illustrés au plan de l'annexe J, chaque terrain doit maintenir une proportion minimale d'espace naturel correspondant à 85 %.

De plus, la strate herbacée doit être conservée pour toute ouverture aménagée pour fins d'accès à un plan d'eau, autorisée en vertu des dispositions du présent règlement prévues à cet égard.

