

1

Lac Memphrémagog et son bassin versant

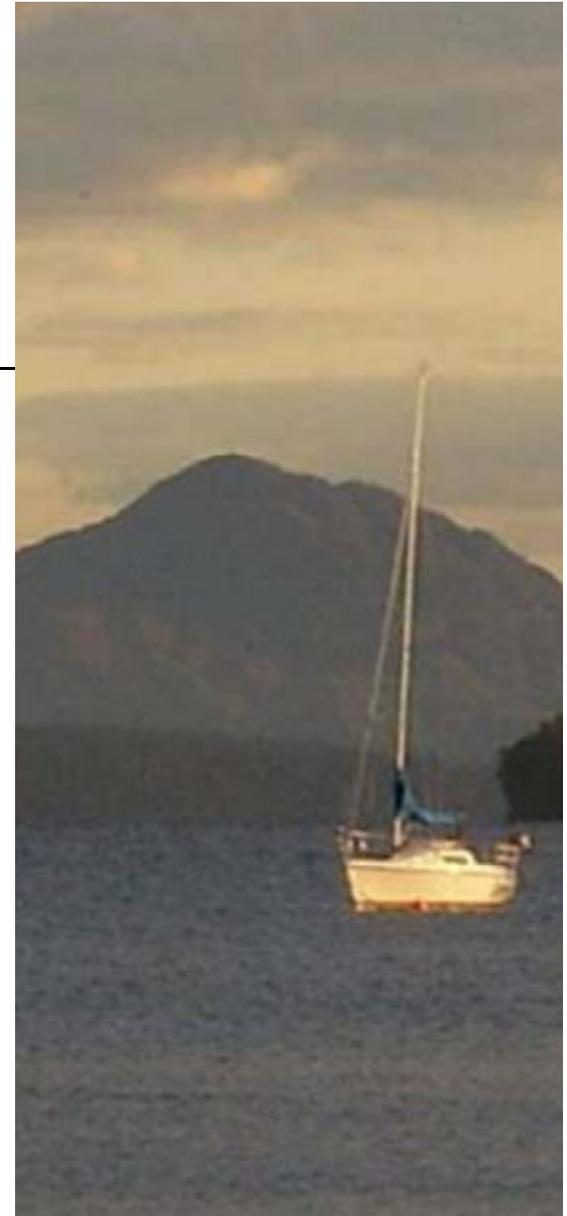
POUR UNE EAU CLAIRE

OBJECTIFS DE RÉDUCTION
DU PHOSPHORE

*Propositions du
Memphrémagog Conservation inc.*

Par
François Bélanger, ing., M. Ing. Env.
Conseiller auprès du MCI

14 octobre 2008
79 diapositives



Lac Memphrémagog

OBJECTIF CLAIR POUR UNE EAU CLAIRE

Les manifestations nuisibles

- Des cyanobactéries en trop grands nombres
- Des excès de plantes aquatiques

Des activités et des milieux affectés

- L'alimentation en eau potable
- Les activités récréatives de contact
- Les écosystèmes aquatiques

Une des causes, des apports excessifs au lac de phosphore

- Concentration élevée de phosphore dans la colonne d'eau favorisant l'éclosion de fleurs de cyanobactéries
- Quantités de sédiments chargés de phosphore s'accumulant année après année depuis des décennies dans le fond du lac

Réduction des apports de phosphore

- Externe : venant des tributaires et de la bande riveraine du lac
- Interne : venant de la bio disponibilité du phosphore des sédiments

Objectifs de concentration de phosphore dans la colonne d'eau

- Vermont : Critères définis dans les Water Quality Standards
- Québec : Critères proposés et justifiés par le MCI

Lac Memphrémagog

OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE

PROBLÈME # 1

- Cyanobactéries en excès dans la partie centrale du lac
 - Avis de non consommation de deux prises en 2007
 - Potton du 5 au 24 juillet
 - Saint-Benoît-du-Lac du 5 au 6 août





Communiqué

POUR PUBLICATION IMMÉDIATE

PRÉSENCE D'ALGUES BLEU-VERT AU LAC MEMPHRÉMAGOG : AVIS DE NON-CONSOMMATION D'EAU POTABLE DE DEUX RÉSEAUX D'AQUEDUC ET MISE EN GARDE POUR LES RIVERAINS

Sherbrooke, le 5 juillet 2007 — Des fleurs d'eau d'algues bleu-vert (cyanobactéries) ont été observées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) dans le **Lac Memphrémagog**, touchant les municipalités de Ogden, Potton, Canton de Stanstead, Austin et Magog. Les algues bleu-vert et les toxines qu'elles produisent peuvent affecter la santé.

AVIS DE NON-CONSOMMATION D'EAU POTABLE

Pour les personnes dont l'eau potable provient des réseaux d'aqueduc de Potton, secteur Owl's Head ou de St-Benoît-du Lac :

- Ne pas utiliser cette eau pour boire ou faire des glaçons, ni pour laver, préparer ou cuire les aliments, car le système de traitement d'eau en place n'est pas suffisant pour éliminer les toxines qui pourraient être présentes dans l'eau. Faire bouillir l'eau n'est pas efficace pour éliminer les toxines.

**Avis de non
consommation
de l'eau potable
à Potton et
St-Benoît-du Lac**

Lac Memphrémagog OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE

PROBLÈME # 2

- Plantes aquatiques en excès en plusieurs secteur riverains
 - Nuisances pour la baignade, la plaisance et autres activités récréatives



QUALITÉ DES EAUX DU LAC MEMPHRÉMAGOG, 1996-2002



OPÉRATION SANTÉ DU LAC MEMPHRÉMAGOG (PHASE 1)



RAPPORT FINAL AVRIL 2005



OPERATION HEALTHY LAKE



LAKE MEMPHRÉMAGOG VERMONT



FINAL REPORT APRIL 2006



DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL GLOBAL DU BASSIN VERSANT IMMÉDIAT DE LA BAIE FITCH (MUNICIPALITÉ DU CANTON DE STANSTEAD ET D'OGDEN)



RÉALISÉ PAR: LE RAPPEL ET LE MEMPHRÉMAGOG CONSERVATION INC.

FÉVRIER 2006



Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et cours d'eau de l'état et de tout bassin de la Baie-France



Plusieurs études ont été réalisées sur la situation



The Water Quality of Lake Memphremagog

Results of the Joint Quebec-Vermont Water Quality Monitoring Initiative

and

Recommendations for Strategy Development

Approved by the Quebec/Vermont Steering Committee on Lake Memphremagog

May 8, 2008

Prepared by the Monitoring and Assessment Work Group of the
Quebec/Vermont Steering Committee on Lake Memphremagog

Whose members represent:

Memphremagog Conservation, Inc.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

MRC de Memphremagog

Northwoods Stewardship Center

Vermont Agency of Natural Resources

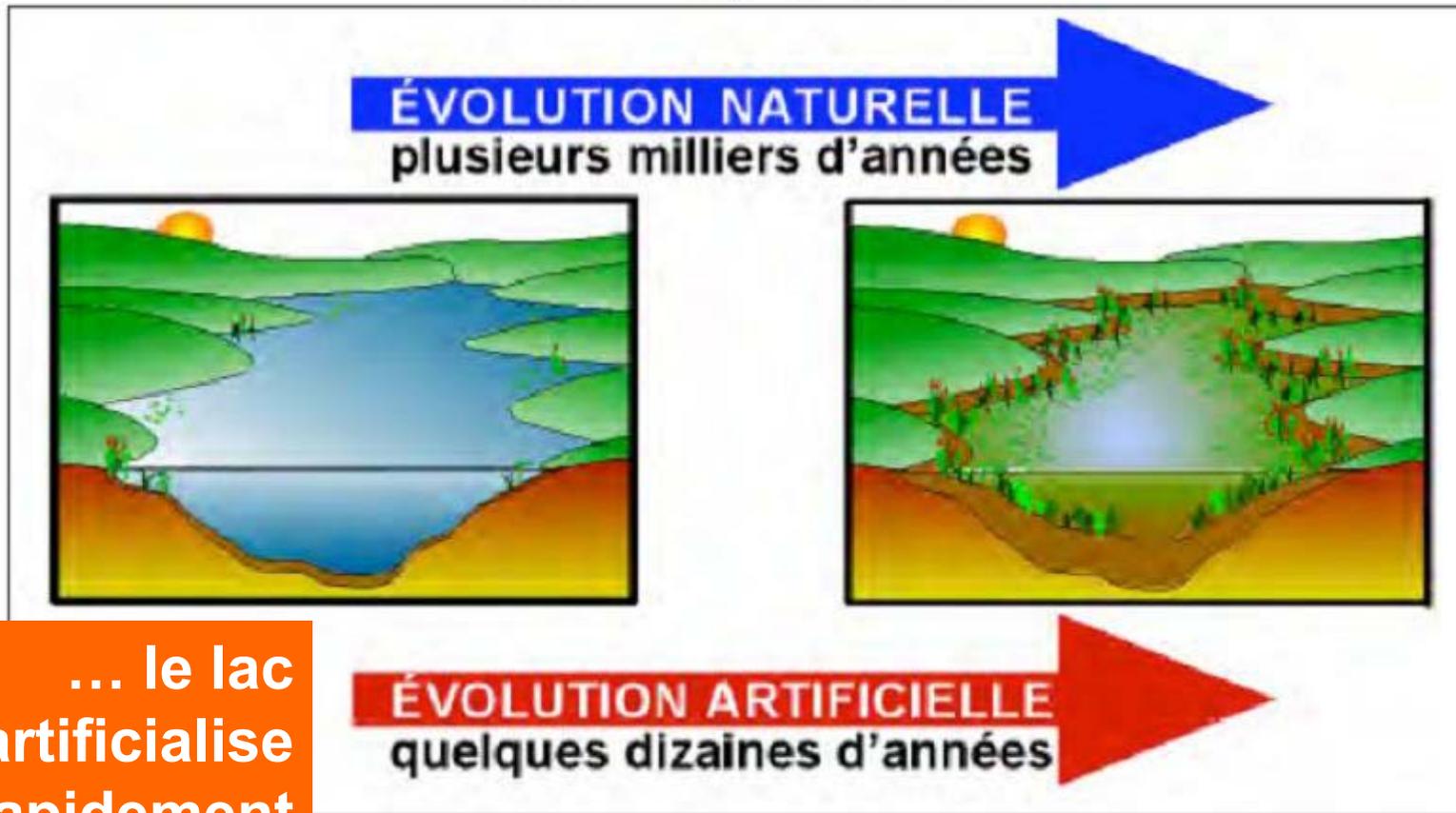
City of Newport, Vermont

Ville de Magog, Quebec

Ville de Sherbrooke, Quebec

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Figure 1 : Eutrophisation d'un lac



**... le lac
s'artificialise
rapidement**



IMPORTATION DE PHOSPHORE DANS LE BASSIN DONT UNE PART SE RETROUVE DANS LE LAC MEMPHRÉMAGOG

Les importations de phosphore

- Engrais et fertilisant
- Savons à linge à vaisselle, détergents
- Nourriture et produits d'hygiène
- Produits industriels

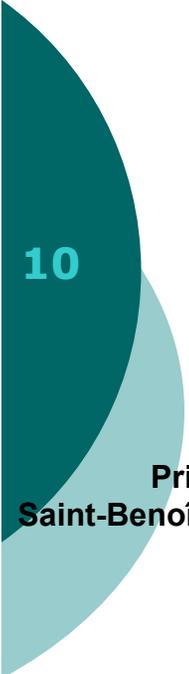
pour les activités

- domestiques et institutionnelles
- commerciales et industrielles
- de culture et d'élevage
- de terrain de golf

Un autre apport au lac est l'érosion des sols du bassin par les activités humaines qui transporte le phosphore naturel dans le lac.

Seulement, une fraction de ce qui arrive au lac sort du lac. La majorité à l'exutoire dans la rivière Magog et très peu sous forme de poissons pêchés.

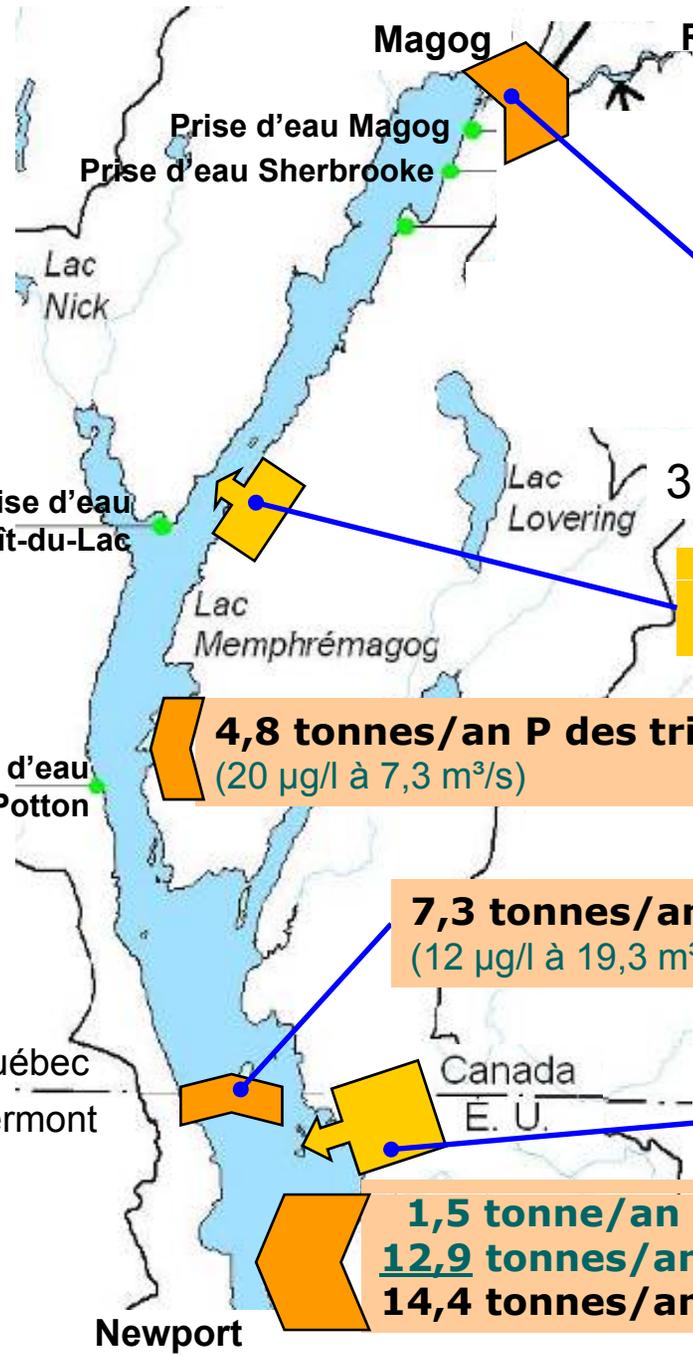
Année après année, il y a accumulation nette de phosphore dans le lac.



10

PRÉLIMINAIRE 20 mai 2008

LAC MEMPHRÉMAGOG BILAN DU PHOSPHORE



8,3 tonnes/an P à l'exutoire du lac
(10 µg/l à 27,6 m³/s)

31% du P entrant au lac au Québec sédimente

3,8 tonnes/an P sédimentation au Québec
(7,3 du Vermont + 4,8 du Québec – 8,3 à l'exutoire)

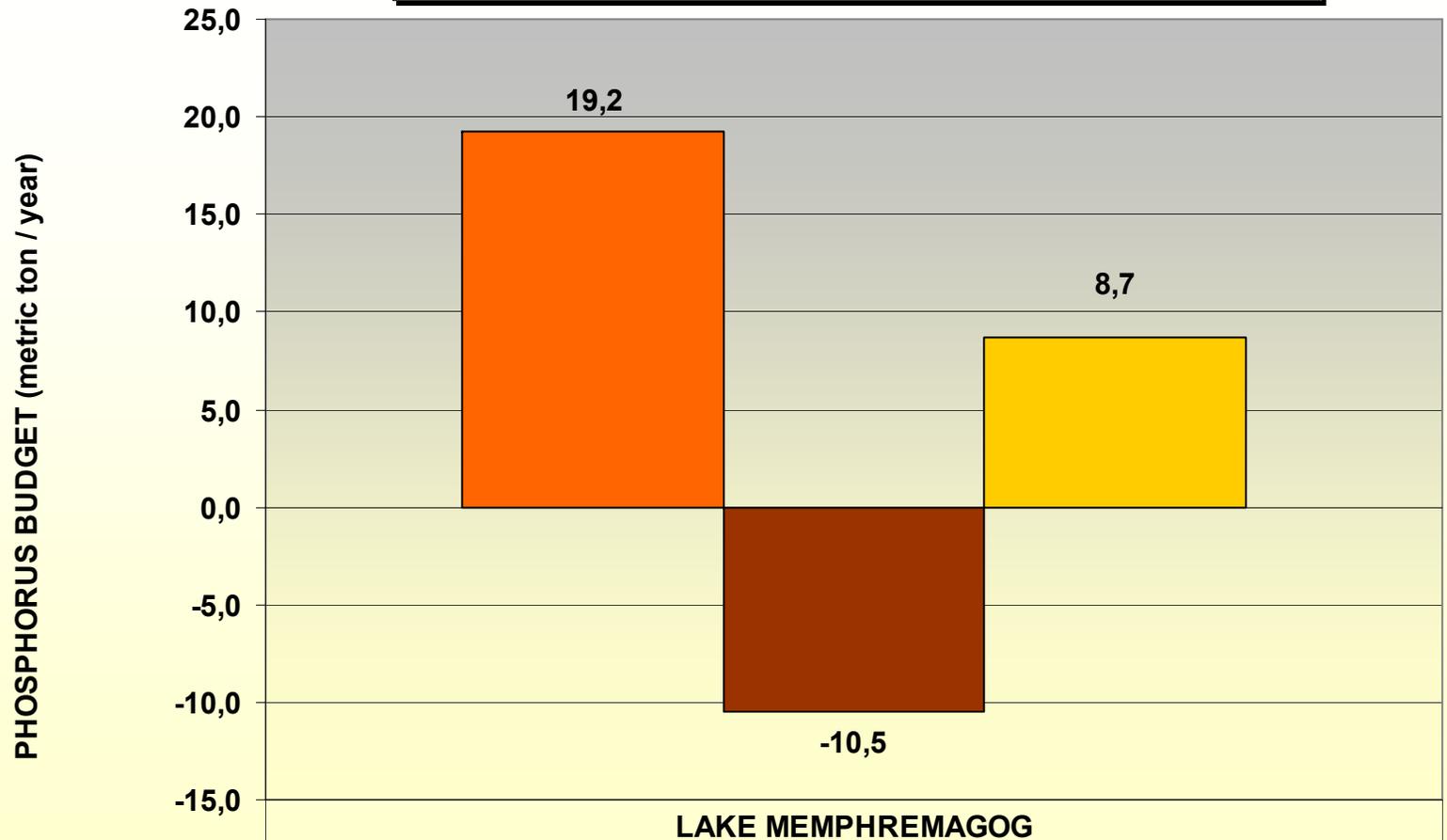
4,8 tonnes/an P des tributaires au Québec 40%
(20 µg/l à 7,3 m³/s)

7,3 tonnes/an P du Vermont au Québec 60%
(12 µg/l à 19,3 m³/s)

7,1 tonnes/an P sédimentation au Vermont
(14,4 entrant au Vermont – 7,3 passant au Québec)

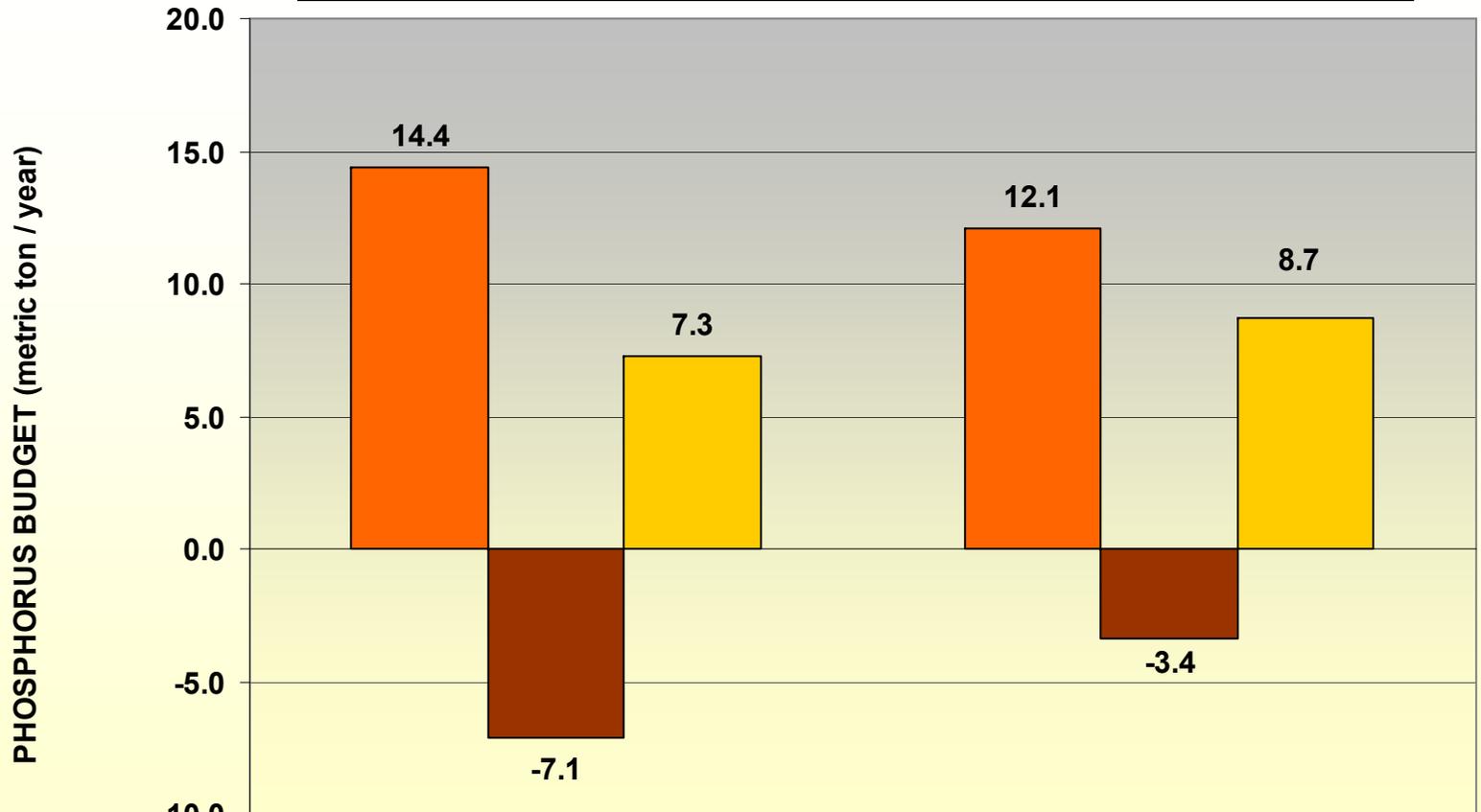
1,5 tonne/an P tributaires bassin South
12,9 tonnes/an P bassins Clyde Black Barton + Newport
14,4 tonnes/an P Vermont

LAKE MEMPHREMAGOG - PHOSPHORUS BUDGET - GLOBAL
(metric ton per year total P)



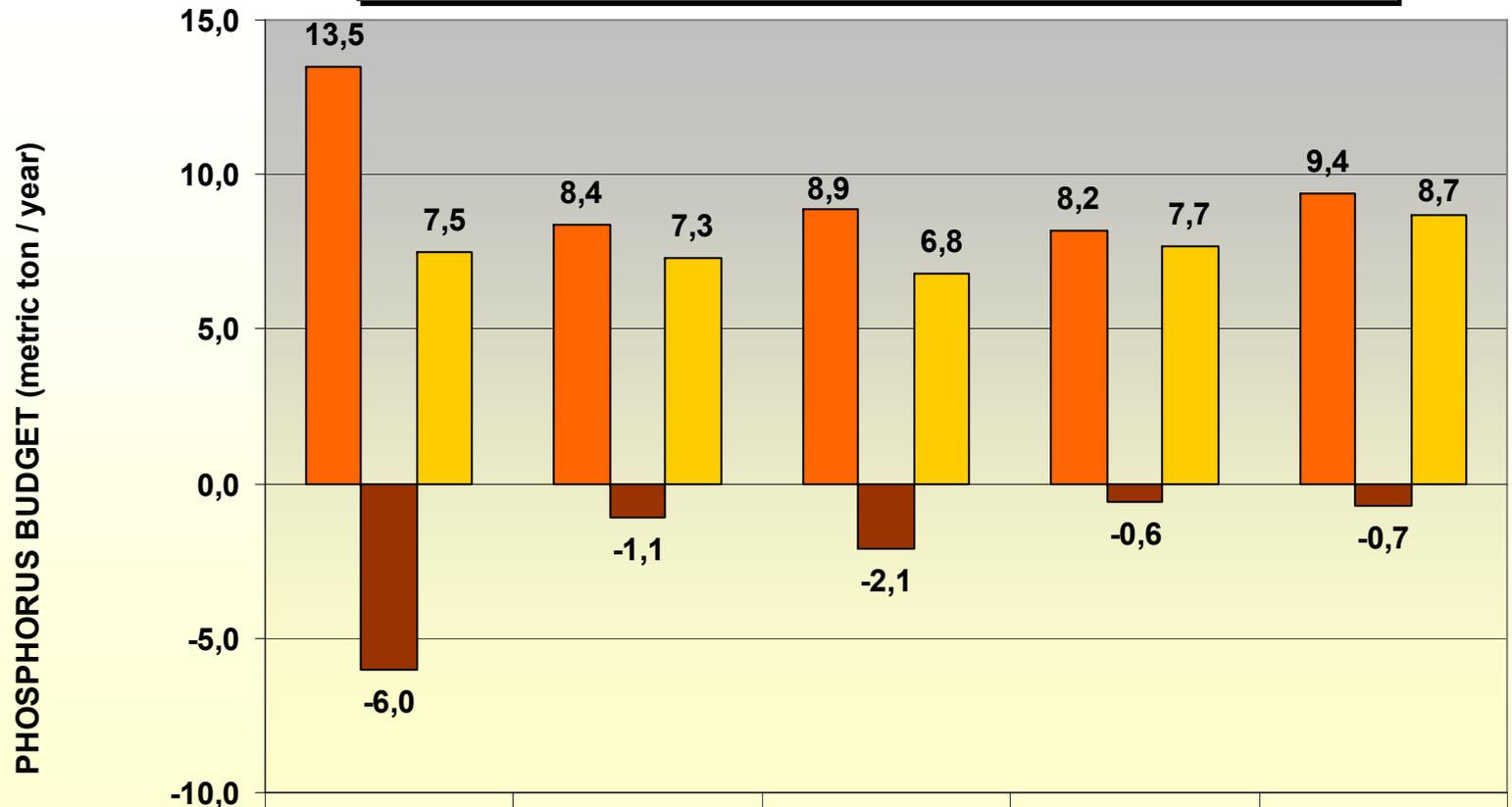
■ INPUT IN LAKE	19,2
■ SEDIMENTATION	-10,5
■ OUTPUT MAGOG RIVER	8,7

LAKE MEMPHREMAGOG - PHOSPHORUS BUDGET - VERMONT QUÉBEC
 (metric ton per year total P)



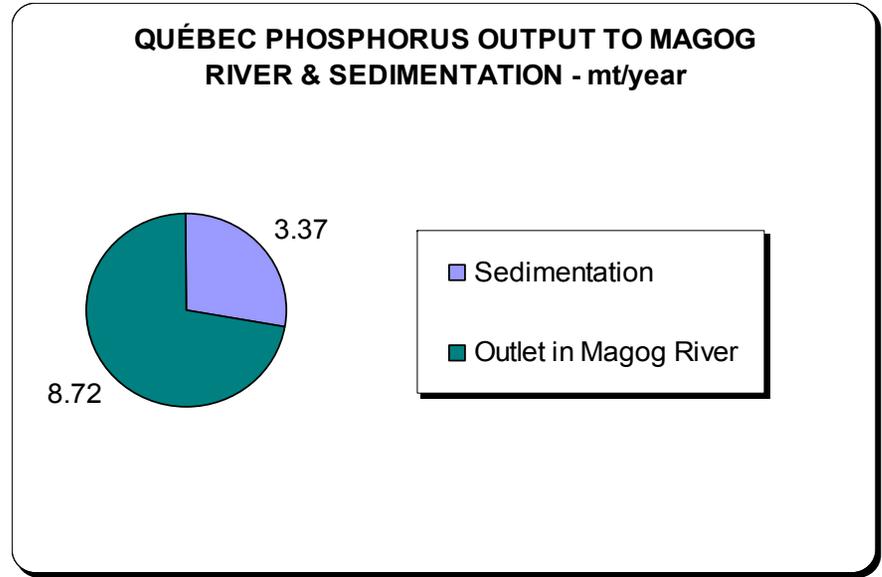
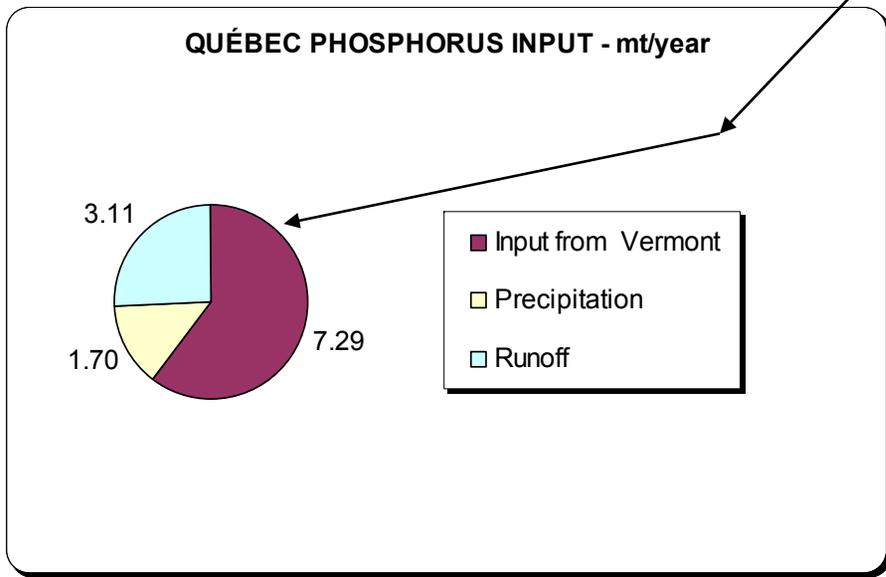
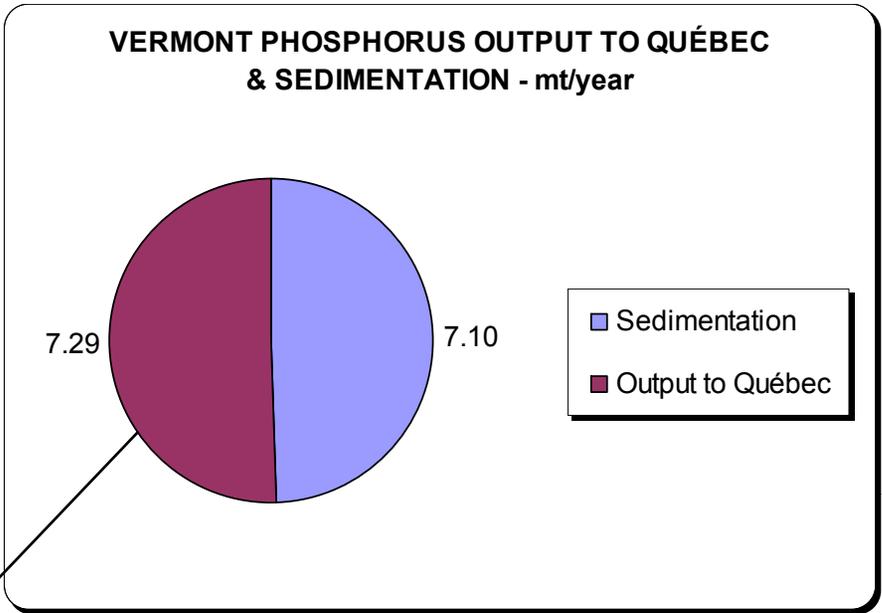
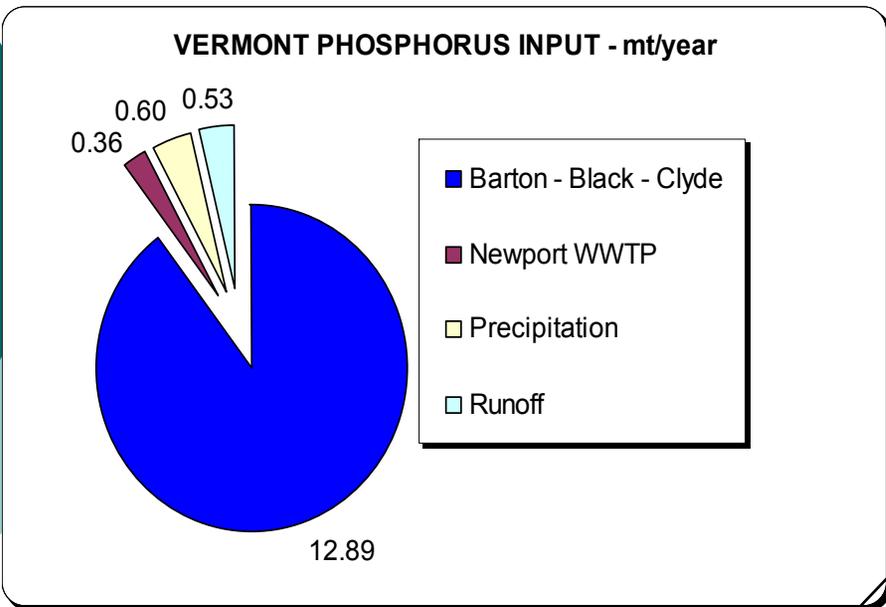
	VERMONT	QUÉBEC
INPUT IN SEGMENT	14.4	12.1
SEDIMENTATION	-7.1	-3.4
OUTPUT OF SEGMENT	7.3	8.7

LAKE MEMPHREMAGOG - PHOSPHORUS BUDGET - 5 SEGMENTS
 (metric ton per yeay total P)



	NEWPORT BAY	SOUTH BASIN VT	SOUTH BASIN QC	CENTRAL BASIN	NORTH BASIN
INPUT IN SEGMENT	13,5	8,4	8,9	8,2	9,4
SEDIMENTATION	-6,0	-1,1	-2,1	-0,6	-0,7
OUTPUT OF SEGMENT	7,5	7,3	6,8	7,7	8,7

INPUT IN VERMONT AND QUÉBEC : 19.19 mt/year P (75% VT – 25% QC)



SEDIMENTATION : 10.47 mt/year P (68% VT – 32% QC)

OUTLET MAGOG RIVER : 8.72 mt/year P

Le phosphore qui élit domicile au lac Memphrémagog

Perspective globale des apports en phosphore au lac Memphrémagog

Dans l'ensemble du lac Memphrémagog incluant South Bay, il y a une accumulation nette de phosphore année après année.

• Apport en phosphore	19,5 tonnes métriques de Pt/an	100%
• S'accumulant dans tout le lac	10,5 tonnes métriques de Pt/an	54%
• Sortant à l'exutoire	8,7 tonnes métriques de Pt/an	46%

La majorité du phosphore va demeurer dans la portion américaine du lac Memphrémagog et de South Bay s'accumulant dans les sédiments et dans la biomasse

• Vermont	7,1 tonnes métriques de Pt/an	68%
• Québec	3,4 tonnes métriques de Pt/an	32%

Perspective en regard de la portion canadienne

Dans la section canadienne, les apports de phosphore sont estimés à 12,1 tonnes métriques par année

• Venant du Vermont	7,3 tonnes métriques de Pt/an	60%
• Venant du Québec	4,8 tonnes métriques de Pt/an	40%

Une portion du phosphore va s'accumuler dans le lac dans les sédiments et dans la biomasse

• Apport en phosphore	12,1 tonnes métriques de Pt/an	100%
• S'accumulant dans le lac au Québec	3,4 tonnes métriques de Pt/an	28%
• Sortant à l'exutoire	8,7 tonnes métriques de Pt/an	72%

Note : Ces données sont préliminaires et seront à préciser lors de l'étude de modélisation.

C'est donc un ordre de grandeur de l'accumulation de phosphore dans le lac Memphrémagog.

Le phosphore qui élit domicile au lac Memphrémagog est-il le bienvenu ?

Quelle est la nature du phosphore au lac Memphrémagog et quel est son devenir ?

Sous quel état se trouve-t-il ?

- sous forme organique ou inorganique
- sous forme soluble et non soluble
- ce qui est sous forme non soluble, peut être décantable et sous forme de matières en suspension
- le phosphore qui décante est associé aux sédiments

Quel est son degré de biodisponibilité ?

- disponible pour les plantes aquatiques dont les racines extraient le phosphore tout comme la végétation terrestre puise à même le sol ses besoins en éléments nutritifs
- disponible aussi pour les bactéries qui décomposent la matière organique provenant des excréments des organismes supérieurs et des matières organiques en décomposition déposés sur les sédiments
- nécessaires aux phytoplanctons et aux plantes aquatiques qui alimentent le zooplancton et ces trois nourrissent les organismes supérieurs tels les mollusques, les poissons, les batraciens, les oiseaux

Quel sont les impacts de cette accumulation de phosphore ?

- accroissement de la biomasse dont les plantes aquatiques dans les zones éclairées et moins profondes qui constitue la rive
- disponibilité pour une croissance excessive constituant donc des nuisances pour l'alimentation en eau (fleurs de cyanobactéries) et les activités récréatives de contact (fleurs de cyanobactéries et excès de plantes aquatique)

Le phosphore qui élit domicile au lac Memphrémagog est-il le bienvenu ? (suite)

L'opération Santé du lac réalisé par le MCI en collaboration avec RAPPEL a démontré par ses deux études, celle de 2004 pour le Québec et celle de 2005 pour le Vermont, pour d'importants tronçons des quantités excessives de sédiments et de plantes aquatiques.

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

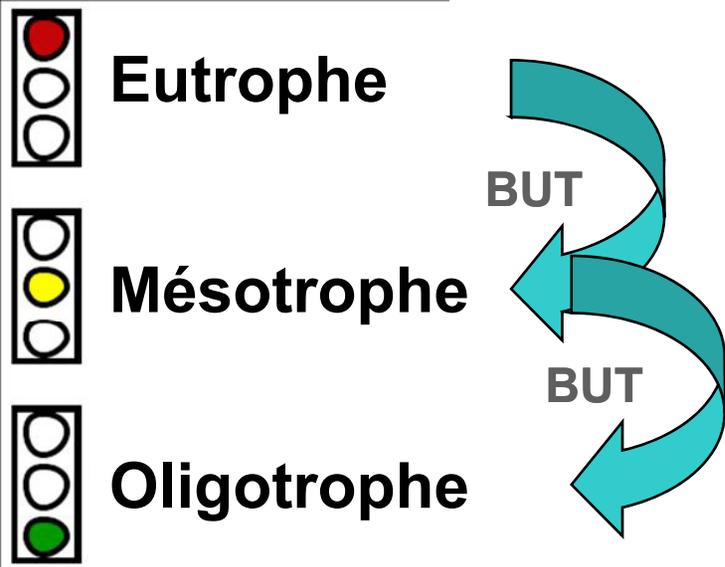
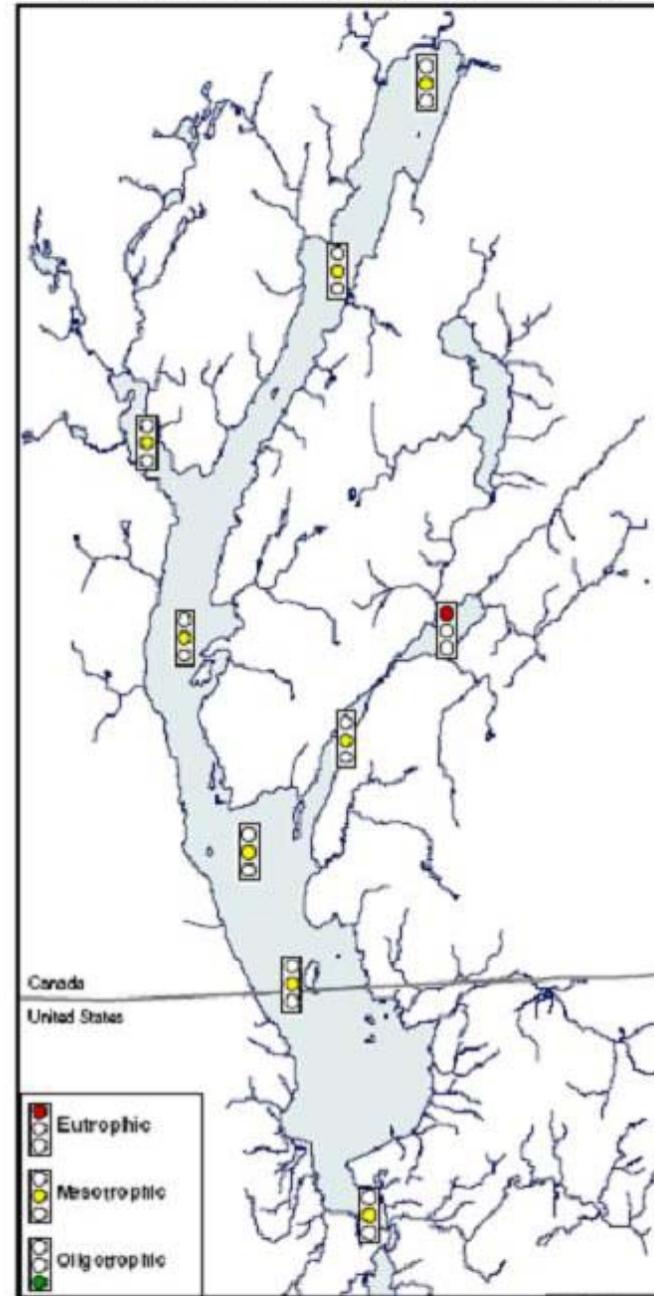
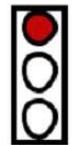


Figure 23: Water quality of Lake Memphrémagog at the MDDEP stations
(Adapted from Simoneau, 2004 ; MENV, 2005 ; MDDEP, 2006)



Lac Memphrémagog Principaux tributaires

Figure 24: Water quality of the main tributaries of Lake Memphrémagog
(Adapted from NWSC, 2006 and annual reports of the MRC de Memphrémagog)



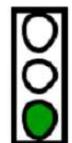
Qualité mauvaise

BUT



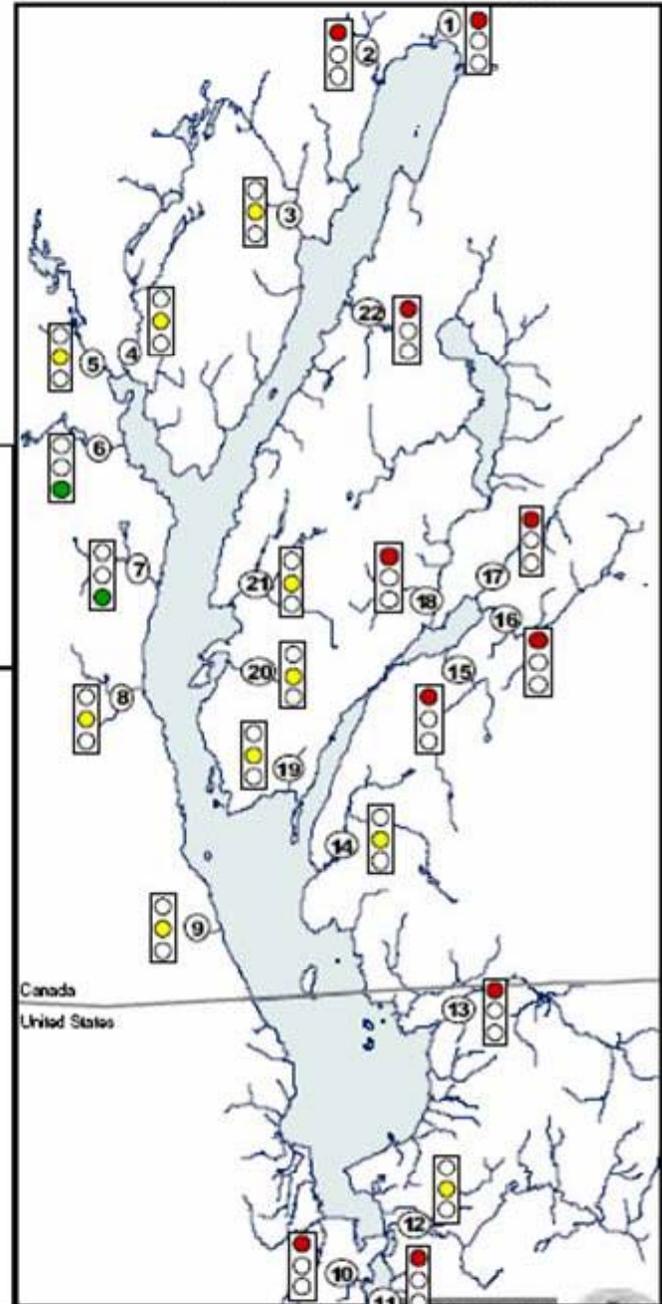
Qualité douteuse

BUT



Qualité bonne

- | | |
|--|----------------------|
| | Poor quality |
| | Questionable quality |
| | Good quality |
- Rivière-aux-Cerises
 - Castle Brook
 - Machtoish Brook
 - Powell Brook
 - West Brook
 - Glen Brook
 - Château Brook
 - Vale Brook
 - Bear Brook
 - Black River
 - Barton River
 - Clyde River
 - John's River
 - Tomplin Brook
 - McCutcheon Brook
 - Gale Brook
 - Bunker Brook
 - Fitch Brook
 - Liméklin Brook
 - Boyton Brook
 - Taylor Brook
 - Oliver Brook



OPERATION HEALTHY LAKE
(VERMONT)



Lac Memphrémagog Principaux tributaires



Qualité mauvaise



Qualité douteuse



Qualité bonne

BUT

BUT

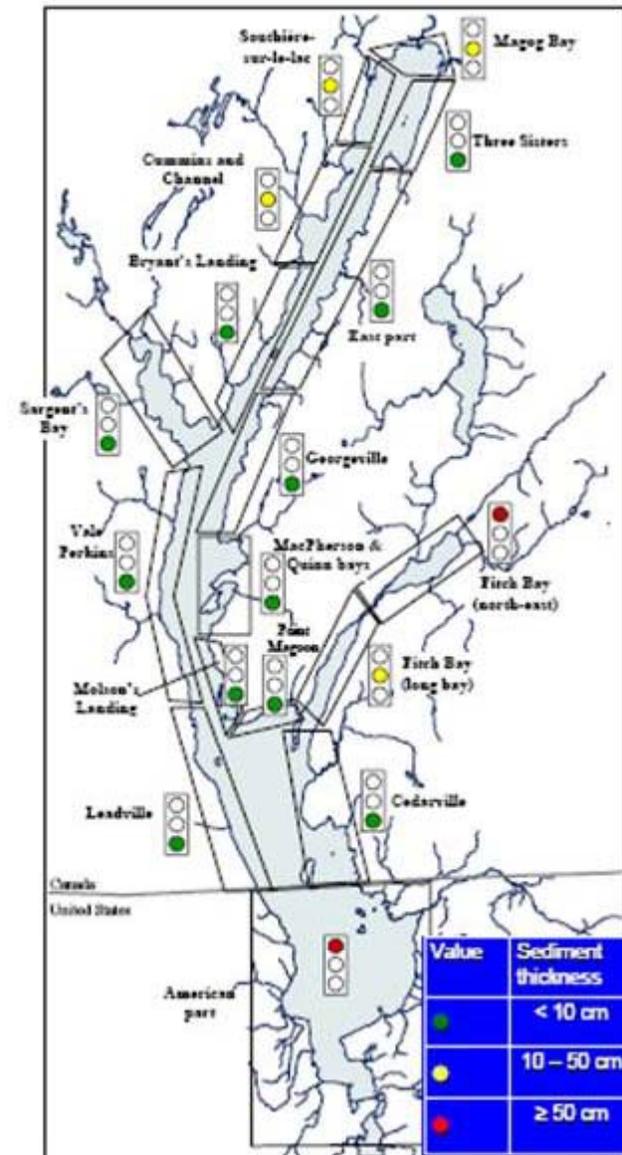
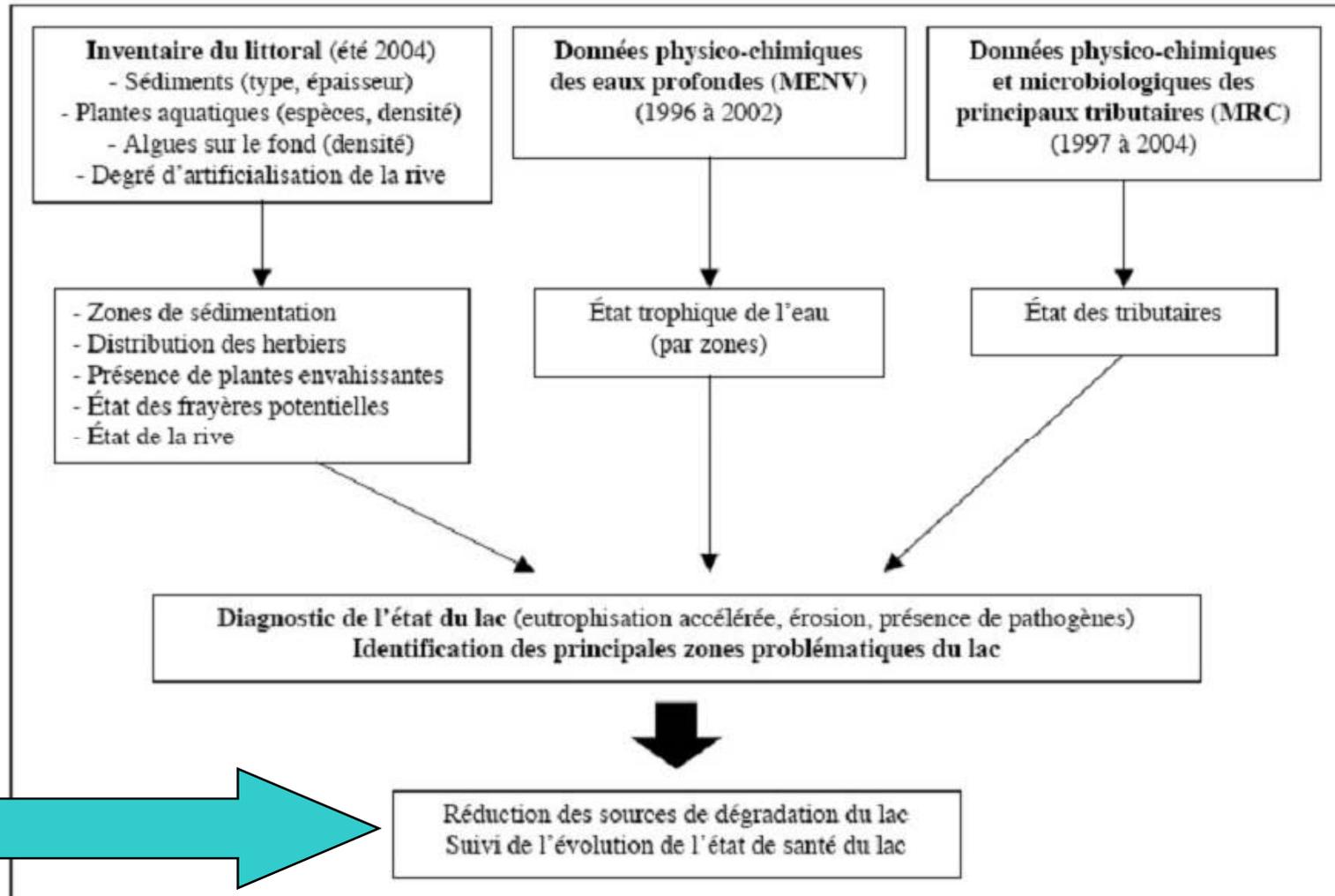


Figure 16. Sediments in the littoral zone of Lake Memphrémagog

Figure 2 : Méthodologie utilisée dans le cadre de l'Opération santé du lac (phase 1)



STATE OF VERMONT DRAFT FOR PUBLIC COMMENT 2008

Use(s) Impaired -

AES - aesthetics

ALS or AH - aquatic life (biota and/or habitat) support

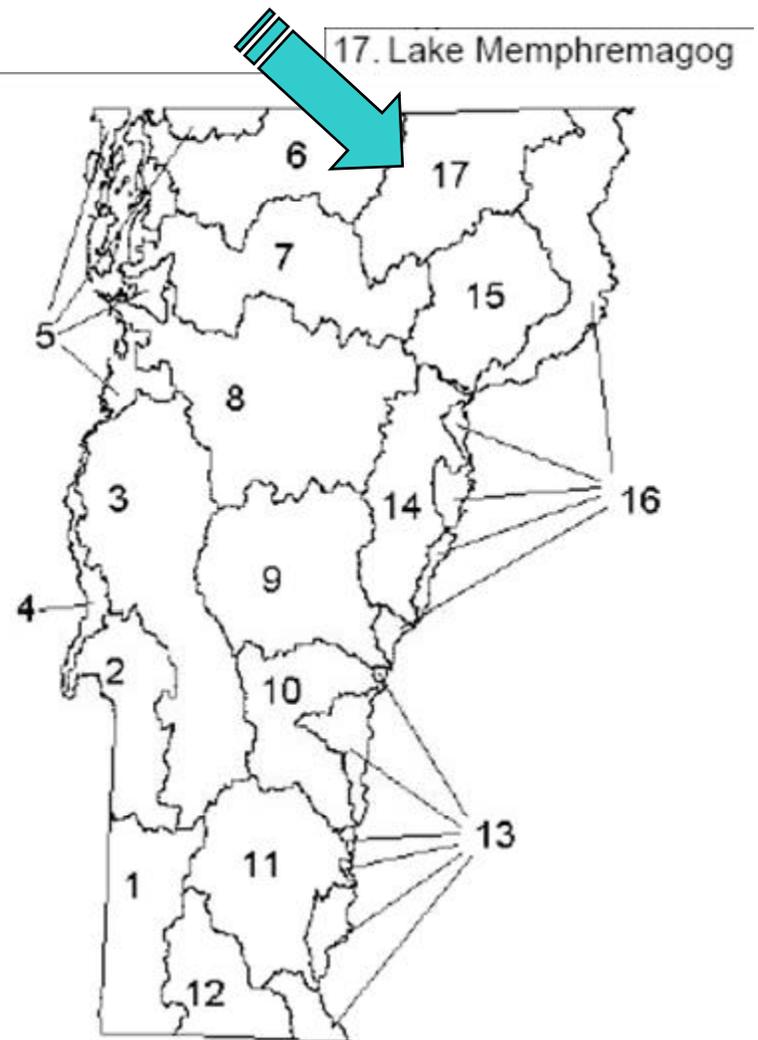
AWS - agricultural water supply

2CR - secondary contact recreation (fishing, boating)

FC - fish consumption

DWS - drinking water supply

CR - contact recreation (i.e. swimming)



STATE OF VERMONT DRAFT FOR PUBLIC COMMENT

2008

303(d) LIST OF WATERS

PART A - IMPAIRED SURFACE WATERS IN NEED OF TMDL

Part A. Waters appearing below have documentation and data indicating impairment and do not meet VT Water Quality Standards according to the methodology described in the Vermont Surface Water Assessment and Listing Methodology. Required or needed pollution controls have yet to be fully implemented and further pollutant loading determinations (i.e. TMDLs) are necessary - unless remediation will be completed prior to the scheduled TMDL.

Waterbody ID	Segment Name/ Description	Pollutant(s)	Use(s) Impaired	Surface Water Quality Problem(s)	TMDL Completion Priority
VT17-01L01	LAKE MEMPHREMAGOG (Newport)	PHOSPHORUS	AES, CR	EXCESSIVE ALGAE GROWTH, NUTRIENT ENRICHMENT	L

Sub-part ID. Waters in this section have completed and EPA-approved TMDLs. Following EPA approval of the 303(d) List, these waters will be listed on Part D of the Vermont Priority Waters List.

<i>WaterbodyID</i>	<i>Name</i>	<i>Pollutant</i>	<i>Previously Identified Problem</i>	<i>Rationale for de-listing to Part D</i>
VT17-04L04	LAKE SALEM (Derby)	MERCURY	ELEVATED LEVELS OF MERCURY IN WALLEYE	EPA APPROVED REGIONAL MERCURY TMDL ON DECEMBER 20, 2007

**STATE OF VERMONT
DRAFT FOR PUBLIC COMMENT
2008
LIST OF PRIORITY SURFACE WATERS
OUTSIDE THE SCOPE OF CLEAN WATER ACT SECTION 303(d)**

Part C. Waters appearing below are in need of further assessment. If future assessment results indicate impairment, the waterbody will be included in the next 303(d) list (Part A).

Waterbody ID	Segment Name/ Description	Possible Pollutant(s)	Possible Use(s) Impaired	Possible Surface Water Quality Problem Needing Assessment
VT17-01	JOHNS RIVER	NITROGEN	ALS	ELEVATED NITROGEN LEVELS IN 2006; FISH COMMUNITY IMPACTS
VT17-01L01	LAKE MEMPHREMAGOG (Newport)	MERCURY	FC	ELEVATED LEVELS OF MERCURY IN WALLEYE
VT17-01L02	SOUTH BAY (Newport)	MERCURY	FC	ELEVATED LEVELS OF MERCURY IN WALLEYE
VT17-04	CLYDE RIVER, MOUTH TO NEWPORT 1,2,3 HYDRO DAM	MERCURY	FC	ELEVATED LEVELS OF Hg IN WALLEYE
	CLYDE RIVER, WEST CHARLESTON DOWN TO LAKE SALEM	MERCURY	FC	ELEVATED LEVELS OF Hg IN WALLEYE
	TRIB TO CLYDE RIVER	UNDEFINED	ALS, DWS	UNNAMED TRIB. IN NEWPORT HAD 28K GAL SOLVENT DUMPED IN PIT (FILLED) AS THREAT
VT17-04L04	LAKE SALEM (Derby)	E. COLI	CR	UNKNOWN SOURCE OF BACTERIA CONTAMINATION IN INLET STREAMS AND LAKE
VT17-04L06	CLYDE POND (Derby)	MERCURY	FC	ELEVATED LEVELS OF MERCURY IN WALLEYE
VT17-07	BARTON RIVER, FROM MOUTH TO WILLOUGHBY RIVER CONFLUENCE	SEDIMENT, NUTRIENTS, E. COLI	AES, ALS, CR	ERODING STREAMBANKS, LOSS OF BUFFERS, AGRICULTURAL RUNOFF
VT17-08	BARTON RIVER, BELOW ETHAN ALLEN WETLANDS	TOXICS	ALS	NEED FISH COMMUNITY AND SEDIMENT MONITORING
VT17-09	BLACK RIVER, MOUTH UPSTREAM TO COVENTRY FALLS (6 MILES)	MERCURY	FC	ELEVATED LEVELS OF Hg IN WALLEYE
VT17-10	LORDS CREEK (10 MILES)	SEDIMENT, E. COLI, NUTRIENTS, TEMP	AES, CR, 2CR	AGRICULTURAL RUNOFF; MORPHOLOGICAL INSTABILITY (VT 14 TO BEAVER BROOK)

**STATE OF VERMONT
DRAFT FOR PUBLIC COMMENT
2008
LIST OF PRIORITY SURFACE WATERS
OUTSIDE THE SCOPE OF CLEAN WATER ACT SECTION 303(d)**

Part E. Waters appearing below are altered by exotic species. These are priority waters for management action.

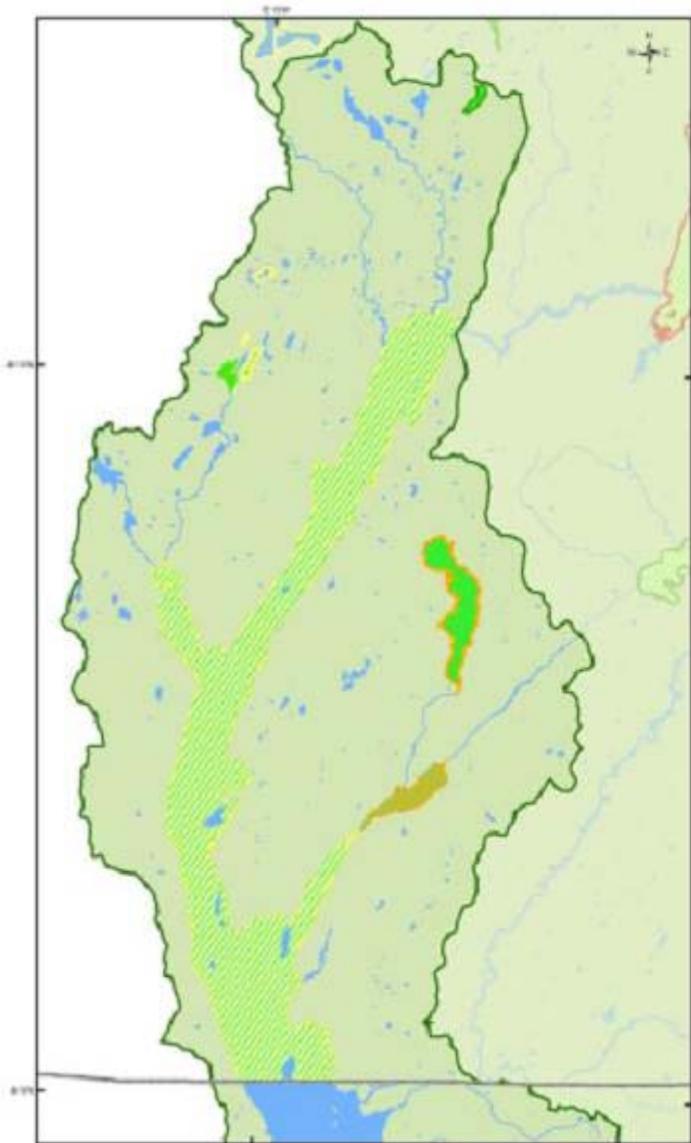
Waterbody ID	Segment Name/ Description	Use(s) Impacted	Surface Water Quality Problem	Current Status/Management or Control Activity
VT17-04L05	LAKE DERBY (Derby)	AES, ALS, CR, 2CR	LOCALLY ABUNDANT EURASIAN WATERMILFOIL GROWTH	ONGOING LOCAL NON-CHEMICAL CONTROL PROGRAM
VT17-07L01	BROWNINGTON POND (Brownington)	AES, ALS, CR, 2CR	LOCALLY ABUNDANT EURASIAN WATERMILFOIL GROWTH	WEEVIL PRESENT; NOTED NATURAL DECLINE (1989) - LINKED TO WEEVIL POPULATION; MILFOIL POPULATION VARIES WITH WEEVIL POPULATION
VT17-10L01	LAKE ELLIGO (ELIGO POND) (Craftsbury)	AES, ALS, CR, 2CR	LOCALLY ABUNDANT EURASIAN WATERMILFOIL GROWTH	WEEVIL PRESENT; AGGRESSIVE LOCAL NON-CHEMICAL CONTROL PROGRAM; WEEVIL AUGMENTATION 2005 AND 2006

Part F. Waters appearing below are altered by flow regulation. These are priority waters for management action.

Waterbody ID	Segment Name/ Description	Use(s) Impacted	Surface Water Quality Problem	Current Status/Management or Control Activity	Projected WQS Compliance Year
VT17-03	AVERILL CREEK DOWNSTREAM FROM DAM ON GREAT AVERILL LAKE (5.4 MILES)	ALS	ARTIFICIAL FLOW CONDITION BY HYDRO CREATES POOR FLOW REGIME	UNLICENSED FACILITY	2014

Partial list : page 10 of the draft for more in Part F

http://www.vtwaterquality.org/planning/docs/pl_2008.statelistings_draft.pdf



Qualité des écosystèmes aquatiques

État de santé des lacs

Mésotrophe

- Memphrémagog (baie Fitch = eutrophe)

Oligotrophe-mésotrophe

- Lovering
- Des Sittelles
- À la truite

Cyanobactéries (2004-2007)

- Memphrémagog
- Lovering

Présentation du 20
février 2008

cogesaf

Problèmes rencontrés (analyse, 2006)

- Érosion, présence de MES, sédimentation
- Présence de cyanobactéries
- Présence de microorganismes
- Surplus d'éléments nutritifs
- Vieillesse prématurée des lacs
- Accès publics au plan d'eau

Présentation du 20 février 2008

**ACTIVITÉS
AGRICOLES - URBAINES - FORESTIÈRES**

**Ruissellement et érosion
du bassin et
des bandes riveraines**

**Installations insuffisantes
d'épuration**

**Prolifération excessive
de cyanobactéries et
de plantes aquatiques**

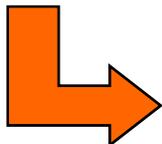
**Envasement
des rivages**

**Dégradation nuisant
aux usages**

**Apport
d'éléments nutritifs
en trop grandes quantités**

**Apport
de sédiments et
de matières en suspension**

**Apport
de contaminants
bactériologiques
et autres**



RÉDUCTION DU PHOSPHORE (Pt) POUR CONTRÔLE

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

La cause :

Trop d'éléments
nutritifs comme le

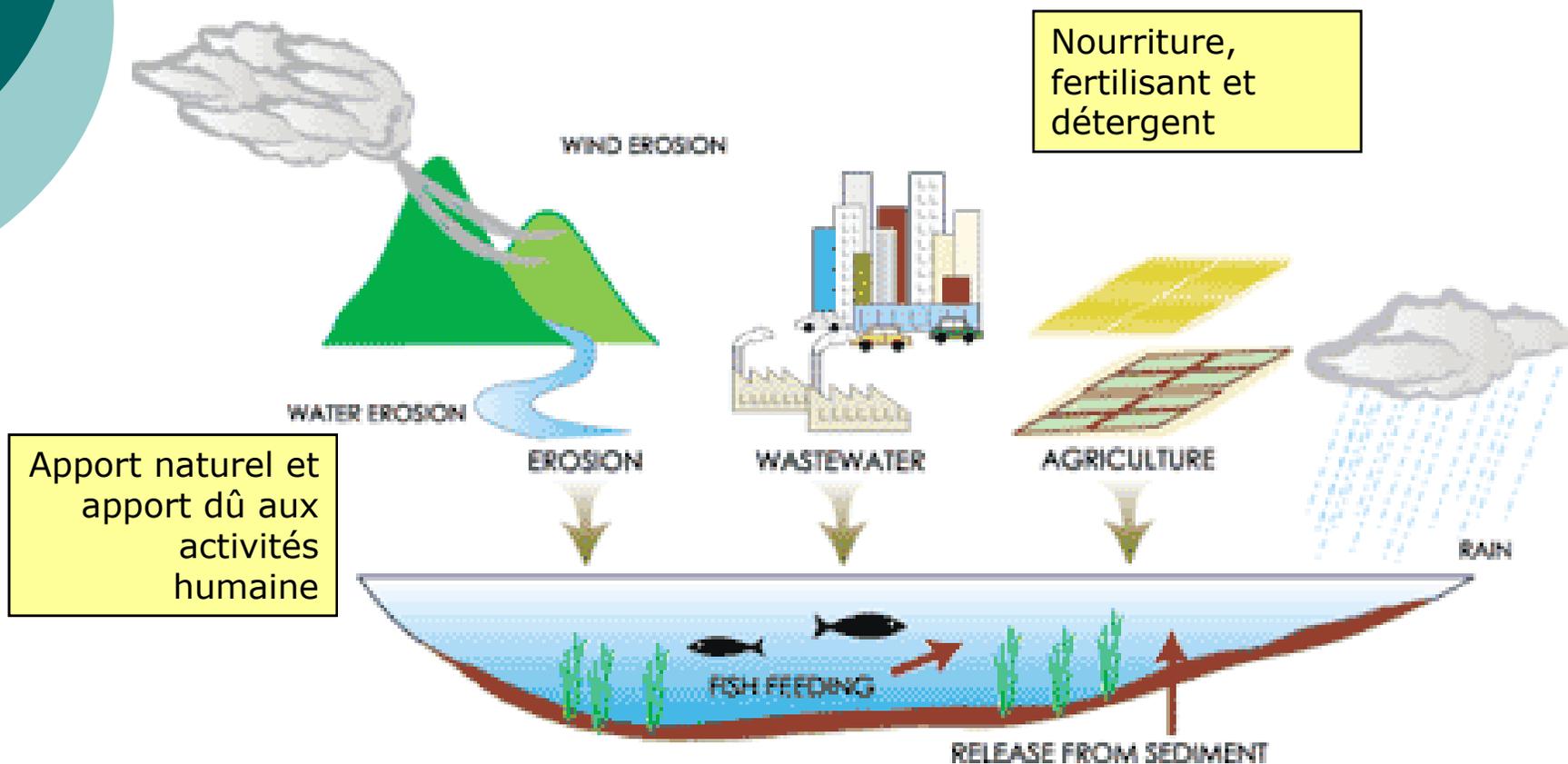
Phosphore

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Le **P**hosphore
est l'élément qui
peut être contrôlé

Phosphore et l'eutrophisation

31

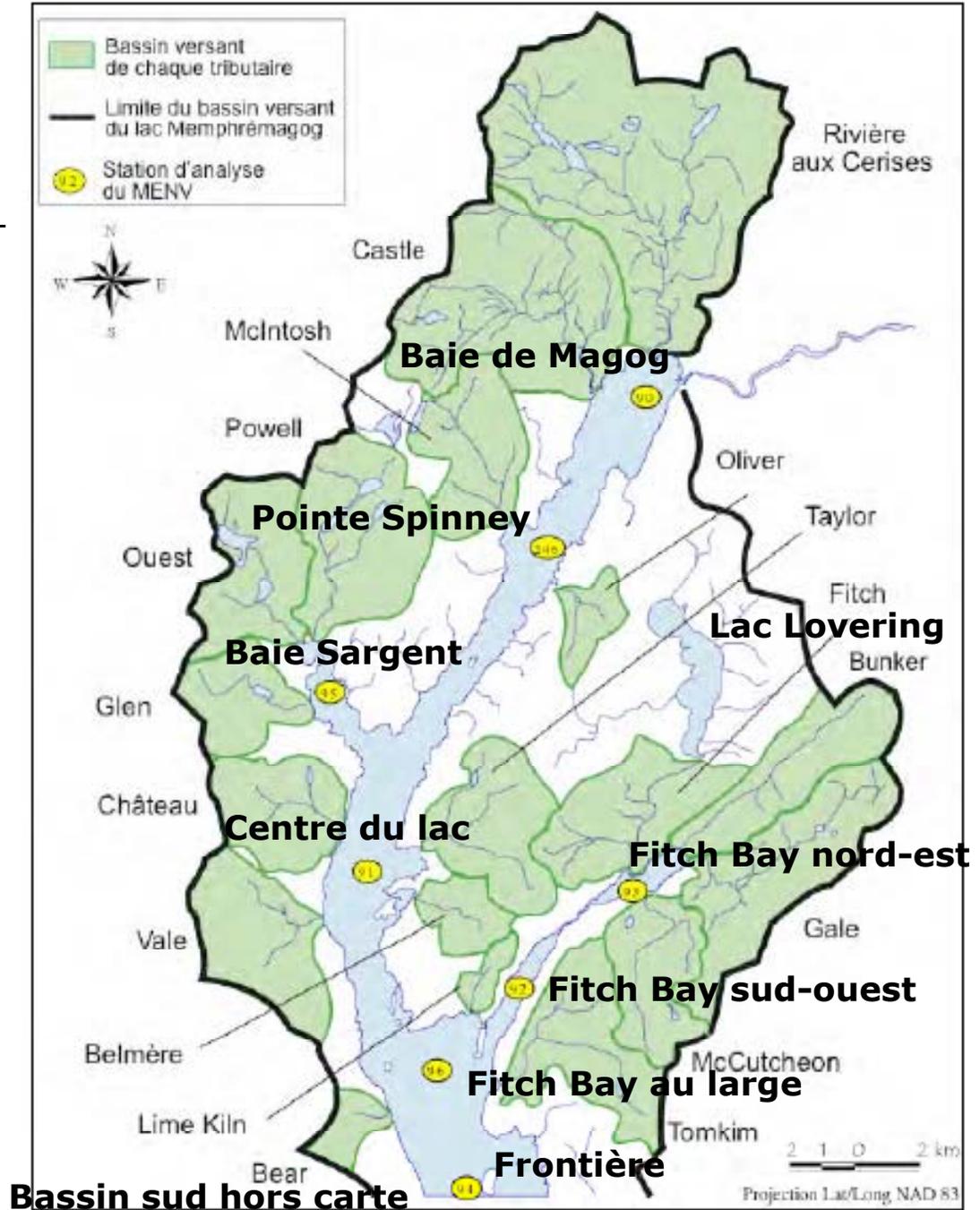


Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Relation entre
la concentration
de phosphore,
la transparence,
la chlorophylle
et les cyanobactéries

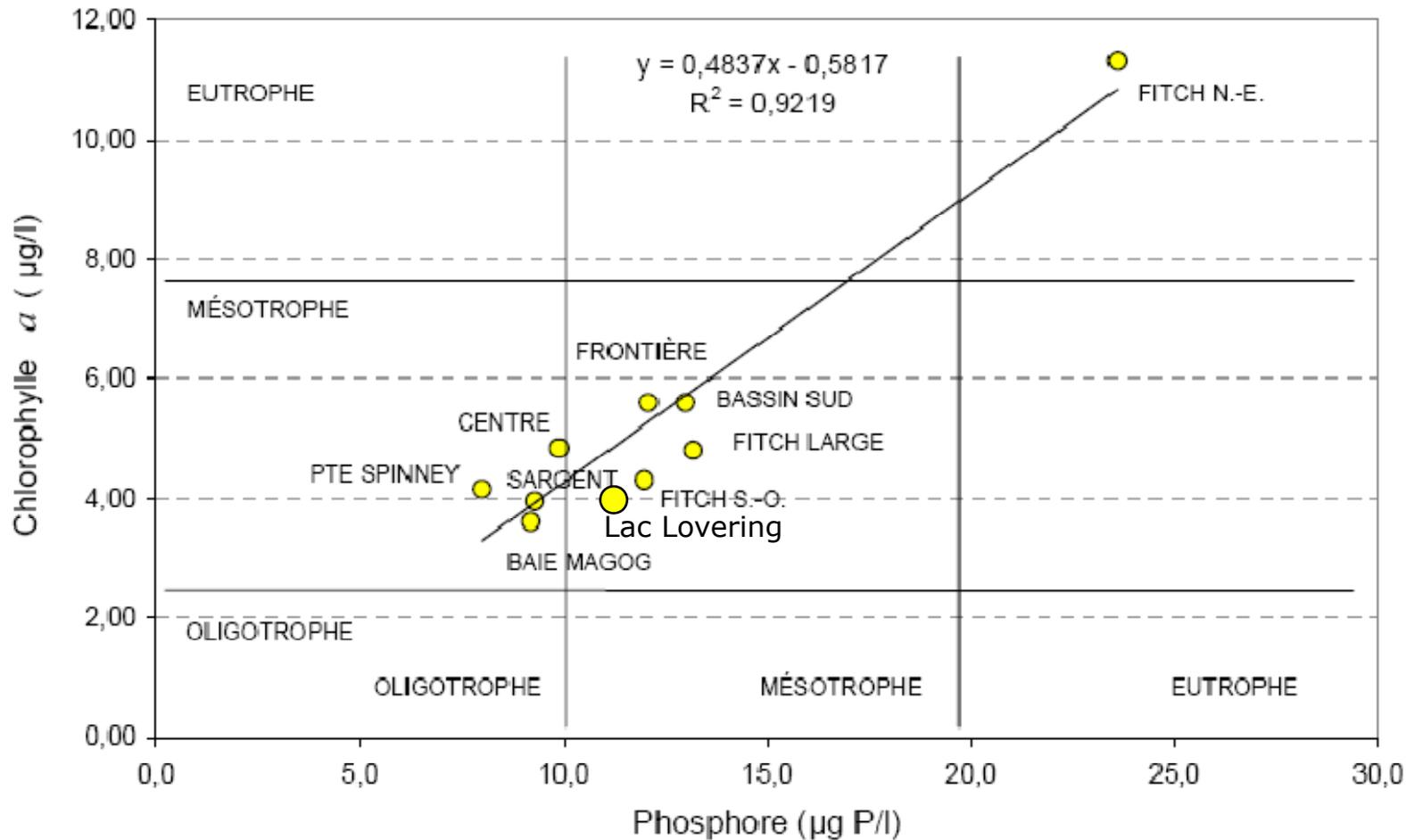
Localisation des stations d'analyses du MENV (MDDEP)

Figure 16 : Localisation des stations du MENV et des différents tributaires étudiés (adapté de Simoneau, 2004)



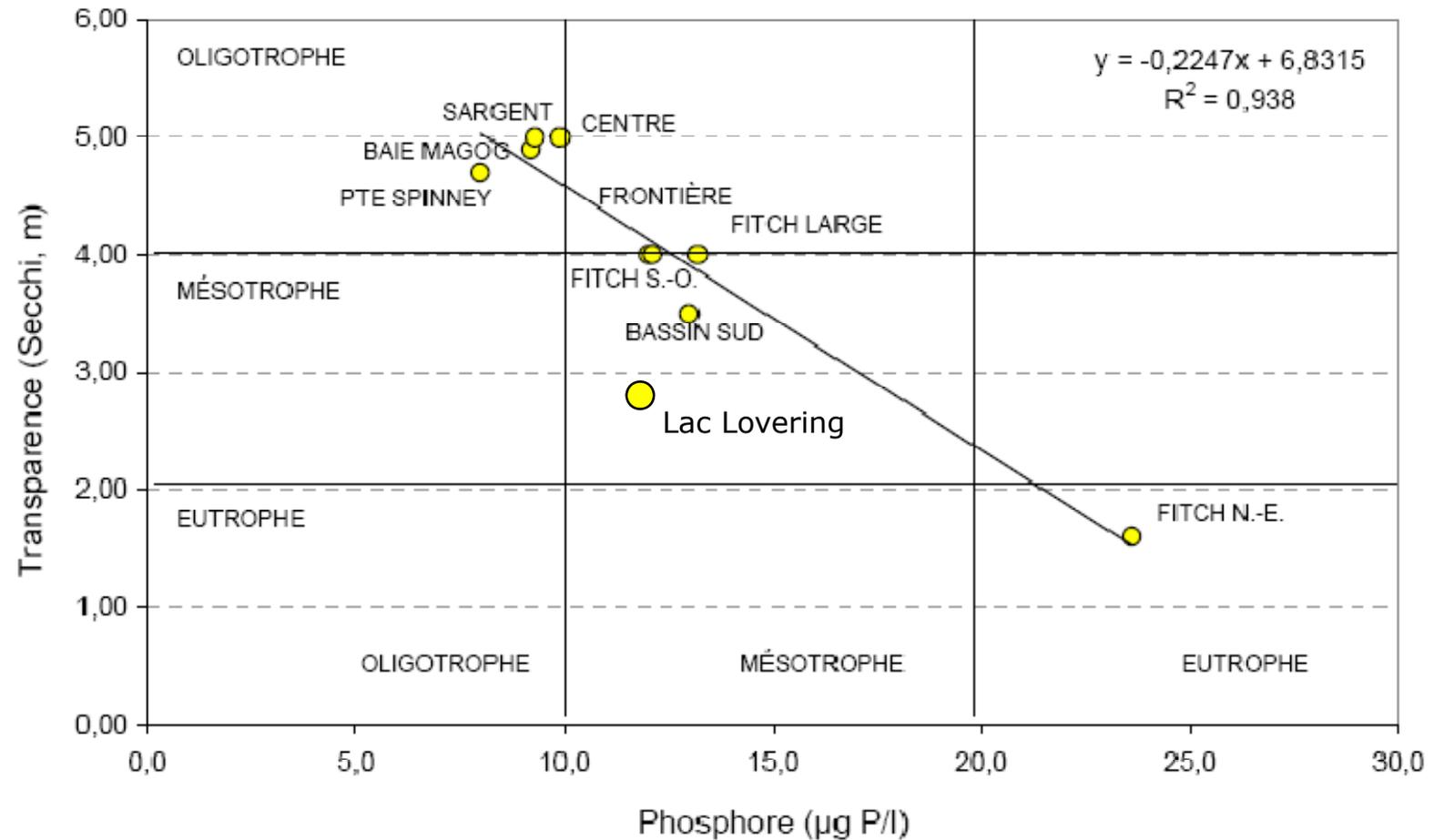
Source : OPÉRATION SANTÉ DU LAC MEMPHRÉMAGOG (PHASE 1) p88
http://www.memphremagog.org/sante_dulac/MCI-OSL-rapport-fr-2005.pdf

Lac Memphrémagog Relation chlorophylle *a* - phosphore



Source :Qualité des eaux du lac Memphrémagog, 1996-2002. Environnement Québec
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/memphremagog/memphremagog.pdf

Lac Memphrémagog Relation transparence - phosphore



Source :Qualité des eaux du lac Memphrémagog, 1996-2002. Environnement Québec
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/memphremagog/memphremagog.pdf



Trophic state of Lake Memphremagog
 (based on median total phosphorus for 2005 to 2006, in parts-per-billion)

2005-2006

- Oligotrophic (<=10 ppb)
- Mesotrophic (10-20 ppb)
- Eutrophic (>20 ppb)

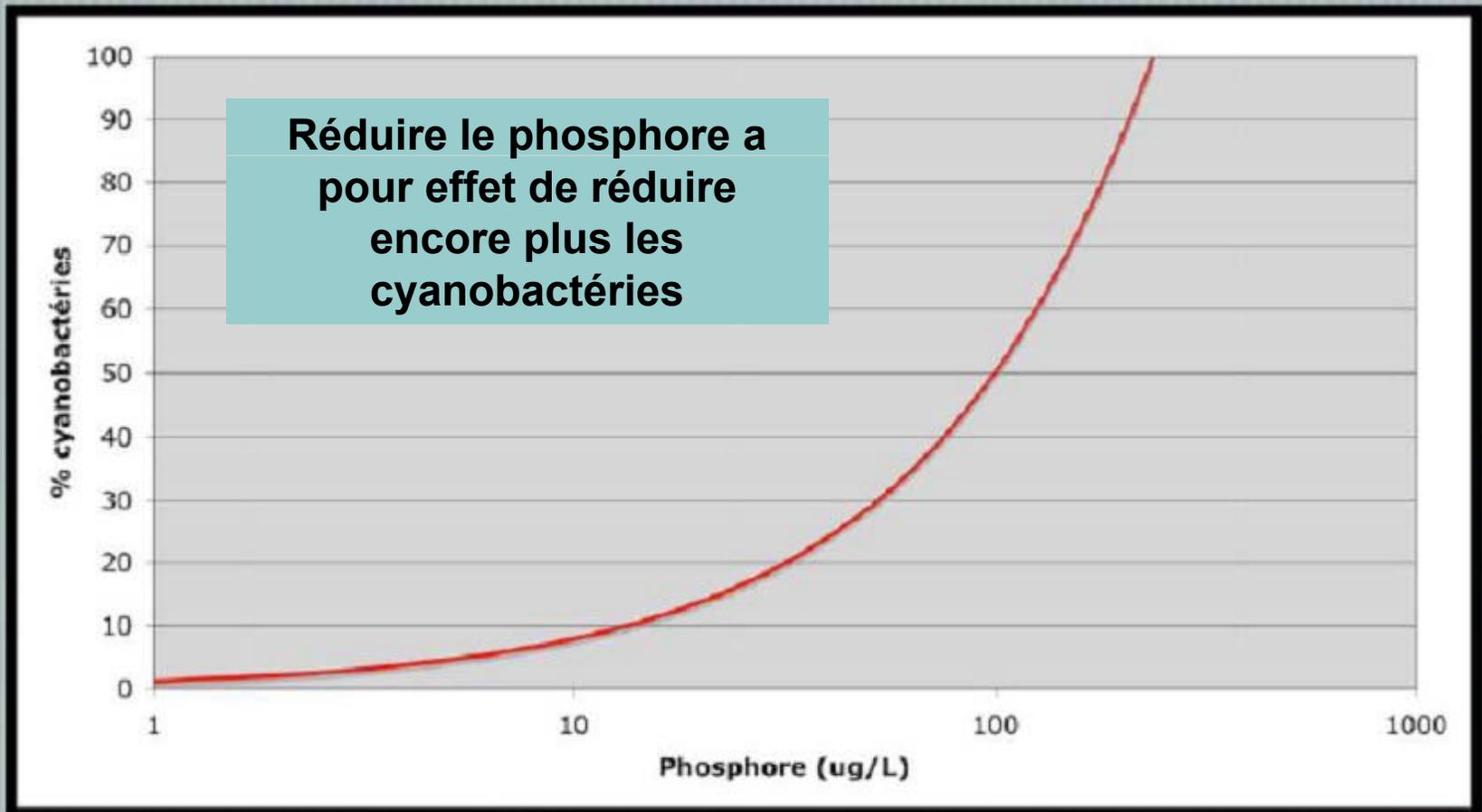


% de cyanobactéries dans le plancton

Source : Forum national sur les lacs 2008

Extrait de la présentation d'Yves Prairie, chercheur au GRIL

<http://www.forumsurleslacs.org/Document2008/pdf/4-%20Yves%20Prairie.pdf>



↓ Réduire le phosphore

↓ Réduira les plantes, les algues et les cyanobactéries ce qui

↑ Accroîtra la transparence de l'eau

Tableau 5 : Critères utilisés pour évaluer le niveau trophique selon chaque paramètre
(Source : MDDEP, 2004)

		Chlorophylle a (µg/l)	Phosphore total (µg/l)	Transparence de l'eau (m)
Peu nourri	Oligotrophe	< 3	< 10	> 5
Moyennement nourri	Oligo-mésotrophe	2,5 - 3,5	7 - 13	4 - 6
	Mésotrophe	3 - 8	10 - 30	2,5 - 5
Bien nourri	Mésotrophe-eutrophe	6,5 - 10	20 - 35	2 - 3
	Eutrophe	> 8	> 30	< 2,5



Lac Memphrémagog

Une qualité d'eau à améliorer

Commentaires d'une étude du MDDEP
sur la situation du lac Memphrémagog pour la période 1996-2002 :

Sur la base des concentrations médianes de phosphore observées, quatre stations du lac Memphrémagog se positionnent à la limite supérieure des lacs oligotrophes (peu productifs) et quatre autres au niveau mésotrophe (moyennement productif), tandis que la station de la baie Fitch nord-est atteint le niveau eutrophe (très productif). Selon le système de classification employé par l'état du Vermont, le niveau trophique du lac se situerait dans son ensemble au stade mésotrophe. Ce niveau de productivité dénote une augmentation significative de l'enrichissement d'un plan d'eau puisque un lac de cette profondeur devrait théoriquement être au stade oligotrophe.

Référence : Simoneau, M., 2004. *Qualité des eaux du lac Memphrémagog, 1996-2002*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2004/0265, rapport n° QE/149, 17 p.

http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/memphremagog/memphremagog.pdf

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Pourquoi ne pas excéder 10 µg/l
de phosphore total dans le lac ?

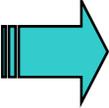
Des références :

- Québec
- Colombie-Britannique
- États-Unis
- Richard Carignan

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Concentration de phosphore

Des références



- Québec

- Ministère du Développement durable, de l' Environnement et des Parcs

- Colombie-Britannique

- Ministry of Environment, Government of British Columbia

- États-Unis

- United States Environmental Protection Agency

- Richard Carignan

- biologiste, professeur et chercheur à l'Université de Montréal et au GRIL

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau



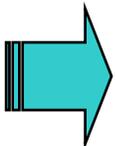
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/criteres.pdf

Critères de qualité de l'eau de surface

*Développement durable,
Environnement
et Parcs*

Québec 

Juin 2008



Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a pour mission d'« assurer la protection de l'environnement et des écosystèmes naturels pour contribuer au bien-être des générations actuelles et futures ».

Lac Memphrémagog

Qualité de l'eau

Critères pour protéger les usages

ACTIVITÉS HUMAINES

- Critères de qualité pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques (Consommation)
 - Pour l'eau potable
 - Règlement sur la qualité de l'eau potable du MDDEP
 - Règlement pour la qualité de l'eau potable au Canada de Santé Canada
- Critères de qualité pour la protection des activités récréatives et d'esthétique

ÉCOSYSTÈMES NATURELS

- Critères de qualité pour la protection de la vie aquatique
- Critères de qualité pour la protection de la faune terrestre piscivore

http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/criteres.pdf

Lac Memphrémagog

Qualité de l'eau

Critères pour protéger les usages

ACTIVITÉS HUMAINES

- Pour l'eau potable

Lorsque le CPC est basé sur un aspect organoleptique ou esthétique, le seuil inventorié le plus bas a été retenu. Un critère bactériologique d'eau de surface a aussi été retenu pour réduire la possibilité de retrouver d'autres types de pathogènes (ex. : virus), pour diminuer la quantité de substances désinfectantes utilisées lors du traitement de l'eau potable (ex. : chlore résiduel) et, de ce fait, atténuer les effets nuisibles possibles de ces substances et de leurs dérivés. En protégeant la qualité esthétique et bactériologique de l'eau de surface, on évite des coûts de traitement supplémentaires nécessaires pour satisfaire les exigences des consommateurs.

Lac Memphrémagog

Qualité de l'eau

Critères pour protéger les usages

Phosphore total (en P)
mg/L C.A.S. : 007723-14-0

Protection de la vie aquatique (effet chronique)

0,03 (OMOEE, 1994) Ontario Ministry of Environment and Energy

Ce critère de qualité vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.

Certains facteurs influencent l'effet potentiel du phosphore. Les principaux facteurs physiques généralement mentionnés sont : le type de substrat, la profondeur, la transparence et la température de l'eau, la vitesse du courant et l'ombrage (Environnement Canada, 2003).

Ces caractéristiques ne sont pas prises en compte par les critères de qualité. C'est pourquoi il faut utiliser judicieusement les critères de qualité du phosphore selon le milieu évalué.

0,02 (SEMAT, 1998) ???

Ce critère de qualité s'applique aux cours d'eau s'écoulant vers des lacs dont le contexte environnemental n'est pas problématique. Il vise à éviter la modification d'habitats dans ces lacs, notamment en y limitant la croissance d'algues et de plantes aquatiques.

Lac
Mem.

http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/criteres.pdf

Lac Memphrémagog

Qualité de l'eau

Critères pour protéger les usages

Phosphore total (en P)
mg/L C.A.S. : 007723-14-0

Protection de la vie aquatique (effet chronique)

50 % (DEA, DFH et DR-07, 1998)

Ce critère de qualité s'applique en période sans glace pour des lacs dont la concentration naturelle est ou était inférieure à 0,01 mg/L. Il est défini par une augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration naturelle, sans dépasser un maximum de 0,01 mg/L. Il vise à éviter l'eutrophisation des lacs oligotrophes. Pour la protection d'habitats sensibles (ex : lacs à touladis), ce critère de qualité doit être validé par des modèles associés au comportement d'oxygène dans l'hypolimnion.

50 % (DEA, DFH et DR-07, 1998)

Ce critère de qualité s'applique en période sans glace pour des lacs dont la concentration naturelle se trouve ou se trouvait entre 0,01 et 0,02 mg/L. Il est défini par une augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration naturelle, sans dépasser un maximum de 0,02 mg/L. Il vise à limiter l'eutrophisation. Pour la protection d'habitats sensibles (ex : lacs à touladis), ce critère de qualité doit être validé par des modèles associés au comportement d'oxygène dans l'hypolimnion.

http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/criteres.pdf

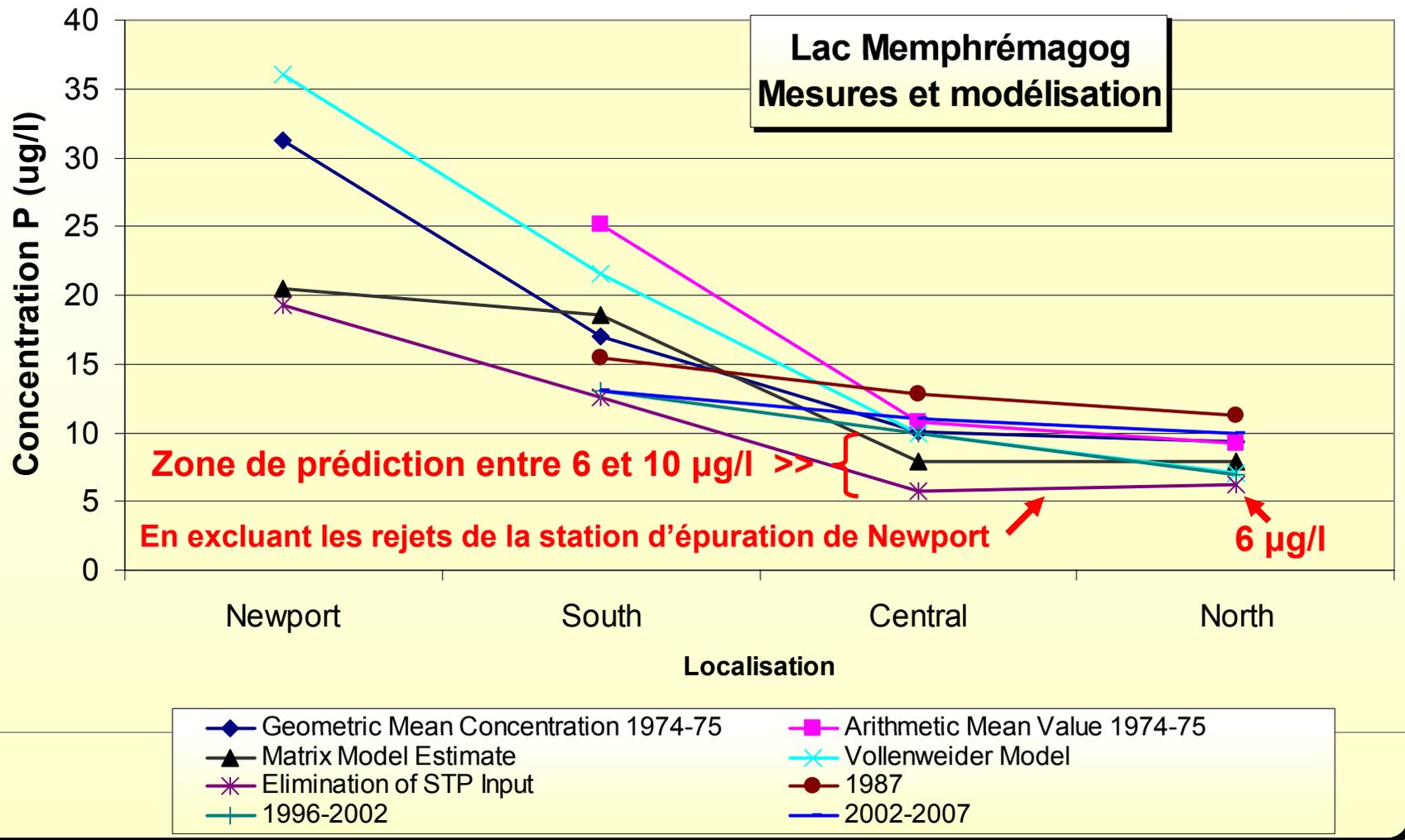
Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Critères pour protéger les usages

Quelle est la concentration naturelle du lac Memphrémagog ?

- Cette concentration devrait être inférieure à 10 µg/l de Pt ?
- Des segments du lac dans la zone québécoise selon les relevés du MDDEP de la période 1996-2002 sont égal ou en deçà de 10 µg/l
 - Baie de Magog : 10 µg/l
 - Pointe Spinney : 8 µg/l
 - Baie Sargent : 9 µg/l
- Le Dr Jacob Kalff de l'université McGill dans son étude du lac de la décennie 1970, avait prédit avec le modèle Vollenweider qu'une fois une station d'épuration implantée à Newport, la concentration dans la baie de Magog serait de 6 µg/l

Lac Memphrémagog OBJECTIF CLAIR POUR UNE EAU CLAIRE



Lac Memphrémagog

Qualité de l'eau

Critères pour protéger les usages

Quelle est la concentration naturelle de phosphore total au lac Memphrémagog ?

- Une fourchette probable de la concentration naturelle serait entre 4 et 8 µg/l pour la partie centrale et nord du lac ?
- Pour une concentration naturelle inférieure à 10 µg/l, les critères pour l'eau de surface du MDDEP indique que pour la protection de la vie aquatique ainsi que la protection des activités récréatives et de l'esthétique la concentration ne devrait pas dépasser 10 µg/l
- En considérant une hypothèse à 6 µg/l comme valeur de concentration naturelle, la valeur cible de phosphore acceptable serait selon deux approches :
 - de ± 7 µg/l avec l'approche du biologiste Richard Carignan
 - Valeur naturelle + 10 % : $6 \mu\text{g/l} + 0,6 \mu\text{g/l} = 6,6 \mu\text{g/l}$
 - de 9 µg/l avec l'approche des Critères de qualité de l'eau de surface du MDDEP
 - Valeur naturelle + 50 % : $6 \mu\text{g/l} + 3 \mu\text{g/l} = 9 \mu\text{g/l}$

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Critères pour protéger les usages

Qui peut le mieux déterminer la concentration naturelle de phosphore total au lac Memphrémagog ?

Les chercheurs du GRIL (Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique), de part leur expertise sur les lacs du Québec, sont très bien placés pour étudier le lac Memphrémagog et donner une évaluation de la valeur de concentration naturelle de phosphore de ce lac.

Deux comités consultatifs du GRIL soit le Comité Cyanobactéries et le Comité Eutrophisation seraient susceptibles de nous assister dans cette démarche.

Le Comité technique sur la modélisation devrait adresser une demande au directeur du GRIL, M. Pierre Magnan.



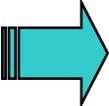
Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Concentration de phosphore

Des références

- Québec

- Ministère du Développement durable, de l' Environnement et des Parcs



- **Colombie-Britannique**

- Ministry of Environment, Government of British Columbia

- États-Unis

- United States Environmental Protection Agency

- Richard Carignan

- biologiste, professeur et chercheur à l'Université de Montréal et au GRIL

Environmental Protection Division**Ministry of
Environment**

The Minister

News

Search

Reports & Publications

Contacts

Water Quality

Water Quality Criteria for Nutrients and Algae

Overview Report

Prepared pursuant to Section 2(e) of the
Environment Management Act, 1981

Updated: August 7, 2001

Application of the Guidelines

Criteria are proposed to protect water resources in British Columbia from degradation caused by excessive amounts of algae which may impair human use of lakes and streams. Where problem concentrations of algae occur, over-supply of nutrients (generally phosphorous) is the cause. A general goal in dealing with the eutrophication problem is to quantify the amounts of algae which cause problems, and the concentrations of phosphorous which may be associated with algal problems, in order to set limits which would protect specific uses.

<http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/nutrients/nutrients.html>

Le phosphore et l'eutrophisation

Les modèles d'inspiration?

La Colombie-Britannique

Les critères de la Colombie-Britannique pour le phosphore et la chlorophylle a.

**Pour les usages d'approvisionnement en eau potable et les activités récréatives, la valeur maximale est de 10 µg/l en phosphore total.
Pour la vie aquatique, la plage est de 5 à 15 µg/l en phosphore total.**

Table 1. Summary of Water Quality Criteria for Nutrients and Algae

Water Use	Phosphorous µg/L (total)	Chlorophyll a mg/m ²
Drinking Water - lakes	10 µg/L (maximum)	None proposed
Aquatic Life - streams	None proposed	100 mg/m ² (maximum)
Aquatic Life - lakes (salmonids are the predominant fish species)	5 to 15 µg/L (inclusive)	None proposed
Recreation - streams	None proposed	50 mg/m ² (maximum)
Recreation -lakes	10 µg/L (maximum)	None proposed

Water Quality Criteria for
Nutrients and Algae.
Overview Report.
R.N. Nordin Ph.D.
Resource Quality Section
Water Management
Branch.
Ministry of Environment.
Government of British
Columbia.
1985. Updated 2001.

<http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/nutrients/nutrients.html>

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Concentration de phosphore

Des références

- Québec

 - Ministère du Développement durable, de l' Environnement et des Parcs

- Colombie-Britannique

 - Ministry of Environment, Government of British Columbia



- États-Unis

 - United States Environmental Protection Agency

- Richard Carignan

 - biologiste, professeur et chercheur à l'Université de Montréal et au GRIL

United States
Environmental Protection
Agency

Office of Water
Office of Science and Technology
Washington, DC 20460

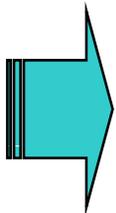
EPA-822-B00-001
April 2000
www.epa.gov



Nutrient Criteria Technical Guidance Manual

Lakes and Reservoirs

First Edition



All waters shall meet generally accepted aesthetic qualifications, shall be capable of supporting desirable aquatic life, and shall be free from substances, conditions, or combinations thereof attributable to human activities that produce objectionable color, odor, or taste or induce the growth of undesirable aquatic life.

<http://www.epa.gov/waterscience/criteria/nutrient/guidance/lakes/lakes.pdf>

Phosphore et l'eutrophisation

S'inspirer de l'agence américaine de protection de l'environnement (US EPA)

Le phosphore en excès de **10 µg/l (0,01 mg/l)** peut causer **des problèmes de cyanobactéries** durant leur saison de croissance selon un guide de l'US EPA

Nitrogen and phosphorus are the primary causes of overenrichment and are obvious nutrient criteria variables, but biological response variables are also important in addressing the consequences of overenrichment.

Limnologists and lake managers have developed a general consensus about freshwater lake responses to nutrient additions, that essentially an ambient total phosphorus (TP) concentration of greater than about 0.01 mg/L and or a total nitrogen (TN) of about 0.15 mg/L is likely to predict blue-green algal bloom problems during the growing season. Similarly, chronic overenrichment leads to lake quality degradation manifested in low dissolved oxygen, fish kills, algal blooms, expanded macrophytes, likely increased sediment accumulation rates, and species shifts of both flora and fauna.

United States Office of Water EPA Environmental Protection. Office of Science and Technology. April 2000. Nutrient Criteria - Technical Guidance Manual Lakes and Reservoirs. Executive Summary. P8

<http://www.epa.gov/waterscience/criteria/nutrient/guidance/lakes/lakes.pdf>

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Concentration de phosphore

Des références

- Québec

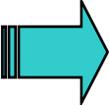
- Ministère du Développement durable, de l' Environnement et des Parcs

- Colombie-Britannique

- Ministry of Environment, Government of British Columbia

- États-Unis

- United States Environmental Protection Agency



- Richard Carignan

- biologiste, professeur et chercheur à l'Université de Montréal et au GRIL

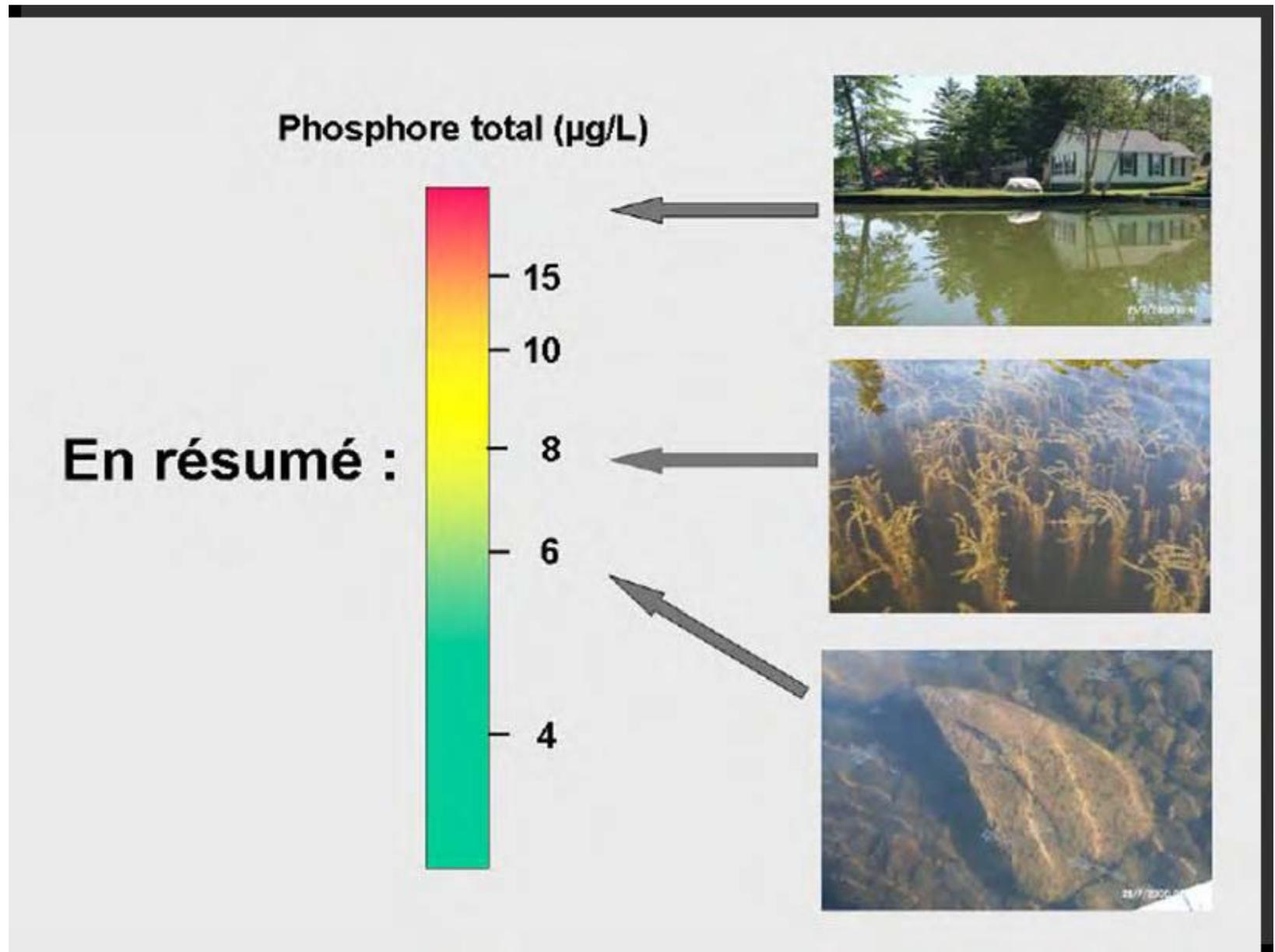
Extraits de la présentation au Forum national sur les lacs



<http://www.forumsurleslacs.org/powerpoints/Carignan.pdf>

Forum national sur les lacs – Mai 2006

73 diapositives



<http://www.forumsurleslacs.org/powerpoints/Carignan.pdf>

Forum national sur les lacs – Mai 2006

73 diapositives

Comparaison de deux lacs semblables (superficie, profondeur) mais très différents quant à leur développement



Question :

Le développement (villégiature/résidentiel) a-t-il un impact sur l'intégrité des lacs des Laurentides?

Approche :

Comparer les propriétés chimiques et biologiques de lacs semblables, soumis à des pressions humaines très différentes.



Résultats :

Les indicateurs de qualité de l'eau comme celui du phosphore ($10 \mu\text{g/L}$, MDDEP) ne protègent pas l'intégrité des lacs!

Conclusion :

Le critère de qualité du MDDEP pour le phosphore ($10 \mu\text{g/L}$) ne protège pas adéquatement les lacs

- Lorsqu'un passe de $4 \mu\text{g/L}$ à $8 \mu\text{g/L}$, tout change dans le lac
- l'abondance des algues et les plantes aquatiques augmente
 - les espèces de poisson changent
 - le déficit en oxygène augmente



<http://www.forumsurleslacs.org/powerpoints/Carignan.pdf>

Forum national sur les lacs – Mai 2006

73 diapositives

Critère alternatif suggéré :

Concentration naturelle de phosphore + 10%

- protège mieux les lacs
- permet un certain développement dans les lacs dont la concentration naturelle en P est voisine de $10 \mu\text{g L}^{-1}$

La concentration naturelle en phosphore et l'impact du développement peuvent être estimés maintenant par les modèles issus de cette étude

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Les apports de phosphore

- Apports externes
 - Provenant des tributaires, de la bande riveraine et des précipitations atmosphériques
 - Les sources sont naturelles mais surtout dues aux activités humaines
- Apports internes
 - La mise en disponibilité du phosphore dans les sédiments pour la croissance des plantes aquatiques et son relargage dans la colonne d'eau favorisant les algues et les cyanobactéries

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Les apports de phosphore

- Apports externes
 - Provenant des tributaires, de la bande riveraine et des précipitations atmosphériques
 - Les sources sont naturelles mais surtout dues aux activités humaines
- Apports internes
 - La mise en disponibilité du phosphore dans les sédiments pour la croissance des plantes aquatiques et son relargage dans la colonne d'eau favorisant les algues et les cyanobactéries

Lac Memphrémagog

OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE **Activités**

FORÊT



AGRICOLE



URBAIN



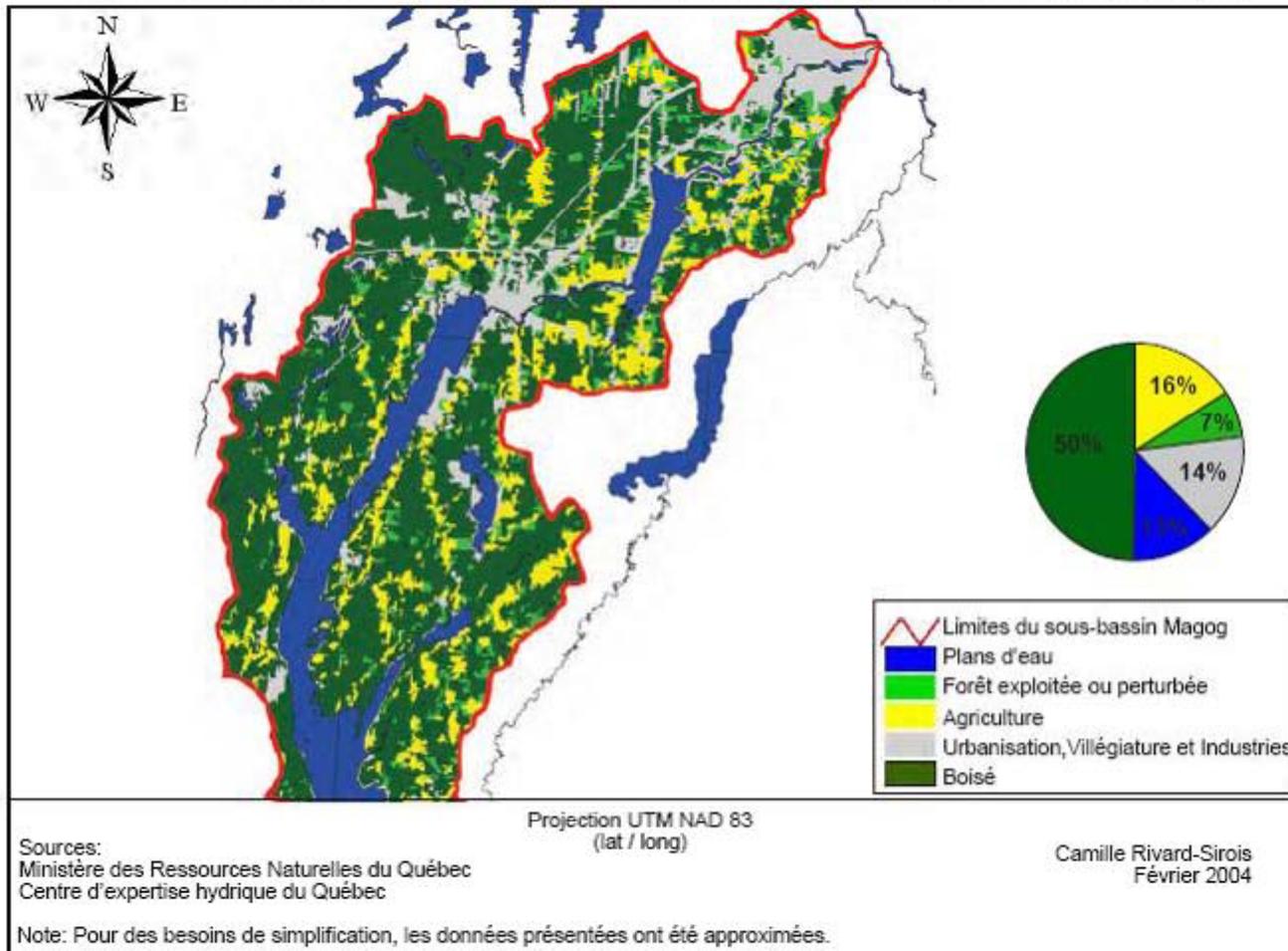
CHEMIN



GOLF

Lac Memphrémagog OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE

Occupation du territoire de la partie québécoise du sous-bassin de la Rivière Magog



Lac Memphrémagog

OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE

Occupation du territoire de la partie américaine du lac Memphrémagog

Table 1. Land Use and Land Cover for the Lake Memphremagog watershed¹

Land Use	Acres	% of Total
Forested	247,662.3	65.7
Agriculture	56,363.6	15.0
Surface Water	29,131.6	7.7
Wetlands	21,614.5	5.7
Transportation	15,984.0	4.2
Developed Land ²	5,017.9	1.3
Old Field & Barren	1,231.2	0.3
Total:	377,005.1	99.9

1) Vermont Land Cover Classification Project, 1997 (based on satellite photographs from 1991 - 1993).

2) Developed land = residential, commercial, industrial but not transportation, which is listed separately

Lac Memphrémagog

OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE

Occupation du territoire de la partie américaine et canadienne du bassin du lac Memphrémagog avec répartition très préliminaire des charges de pollution annuelle pour le phosphore total basée sur des charges unitaires générales – À préciser

	Vermont			
	For	Agr	Urb	Total
Superficie	1004	227	85	1315 km ²
	76%	17%	6%	100%
Charges unitaires	3	100	200	32 kg P/y-km ²
Charges annuelles	3011	22663	16997	42672 kg P/y
	7%	53%	40%	100%

	Québec lac Memphrémagog			
	For	Agr	Urb	Total
Superficie	324	98	31	452 km ²
	72%	22%	7%	100%
Charges unitaires	3	100	200	37 kg P/y-km ²
Charges annuelles	971	9773	6108	16852 kg P/y
	6%	58%	36%	100%

	Global			
	For	Agr	Urb	Total
Superficie	1328	325	116	1767 km ²
	75%	18%	7%	100%
Charges unitaires	3	100	200	34 kg/y-km ²
Charges annuelles	3982	32436	23105	59524 kg/y
	7%	54%	39%	100%

Répartition préliminaire des apports de phosphore	Forêt (apport naturel)	7%
	Agricole	54%
	Urbain	39%
	Vermont	72%
	Québec	28%

Note : Calcul très préliminaire des charges d'apports aux cours d'eau de phosphore avec les charges unitaires suivantes :

- For Forêt : 3 kg Pt/y-km²
- Agr Agricole : 100 kg Pt/y-km²
- Urb Urbain : 200 kg Pt/y-km²

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

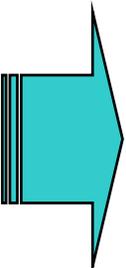
Les apports de phosphore

- Apports externes
 - Provenant des tributaires, de la bande riveraine et des précipitations atmosphériques
 - Les sources sont naturelles mais surtout dues aux activités humaines
- Apports internes
 - La mise en disponibilité du phosphore dans les sédiments pour la croissance des plantes aquatiques et son relargage dans la colonne d'eau favorisant les algues et les cyanobactéries

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Les sédiments du lac (Extrait du site du GRIL)

Les lacs influencés par l'activité humaine possèdent de grandes quantités de phosphore accumulées dans leurs sédiments de fond. Le phosphore qui atteint les lacs peut s'accrocher à des particules et descendre vers le fond. Le phosphore demeurera emprisonné dans les sédiments, à moins que des conditions particulières favorisent sa libération. Dans un lac dépourvu d'oxygène en profondeur, le phosphore peut être remobilisé vers la colonne d'eau. Sous nos latitudes, dans les lacs peu profonds, ce phénomène se produit naturellement tous les étés depuis des milliers d'années. Par contre, d'autres lacs qui avaient l'habitude d'être bien oxygénés toute l'année, commencent à vivre ce phénomène plus souvent : le lac devient de plus en plus productif à cause des apports d'éléments nutritifs, de matières organiques et de sédiments, et les organismes utilisent tout l'oxygène disponible. L'être humain est habituellement le principal responsable de ce changement.



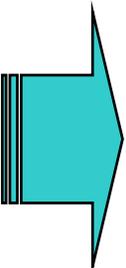
Cela signifie que, même une fois les sources de phosphore contrôlées, il demeure possible que le lac se fournisse lui-même du phosphore pour plusieurs années ! À l'automne, les eaux profondes se mélangent naturellement aux eaux de surface et rendent le phosphore des couches d'eaux inférieures disponible pour toutes les algues et cyanobactéries. Ce phénomène pourrait contribuer à l'apparition fréquente de fleurs d'eau de cyanobactéries à cette époque de l'année.

http://www.gril-limnologie.ca/pages.php?main_id=137&cat_id=252&pd_id=158&action=

Lac Memphrémagog Qualité de l'eau

Les sédiments du lac (Extrait du site du GRIL)

Les lacs influencés par l'activité humaine possèdent de grandes quantités de phosphore accumulées dans leurs sédiments de fond. Le phosphore qui atteint les lacs peut s'accrocher à des particules et descendre vers le fond. Le phosphore demeurera emprisonné dans les sédiments, à moins que des conditions particulières favorisent sa libération. Dans un lac dépourvu d'oxygène en profondeur, le phosphore peut être remobilisé vers la colonne d'eau. Sous nos latitudes, dans les lacs peu profonds, ce phénomène se produit naturellement tous les étés depuis des milliers d'années. Par contre, d'autres lacs qui avaient l'habitude d'être bien oxygénés toute l'année, commencent à vivre ce phénomène plus souvent : le lac devient de plus en plus productif à cause des apports d'éléments nutritifs, de matières organiques et de sédiments, et les organismes utilisent tout l'oxygène disponible. L'être humain est habituellement le principal responsable de ce changement.



Cela signifie que, même une fois les sources de phosphore contrôlées, il demeure possible que le lac se fournisse lui-même du phosphore pour plusieurs années ! À l'automne, les eaux profondes se mélangent naturellement aux eaux de surface et rendent le phosphore des couches d'eaux inférieures disponible pour toutes les algues et cyanobactéries. Ce phénomène pourrait contribuer à l'apparition fréquente de fleurs d'eau de cyanobactéries à cette époque de l'année.

http://www.gril-limnologie.ca/pages.php?main_id=137&cat_id=252&pd_id=158&action=

Lac Memphrémagog

Qualité de l'eau

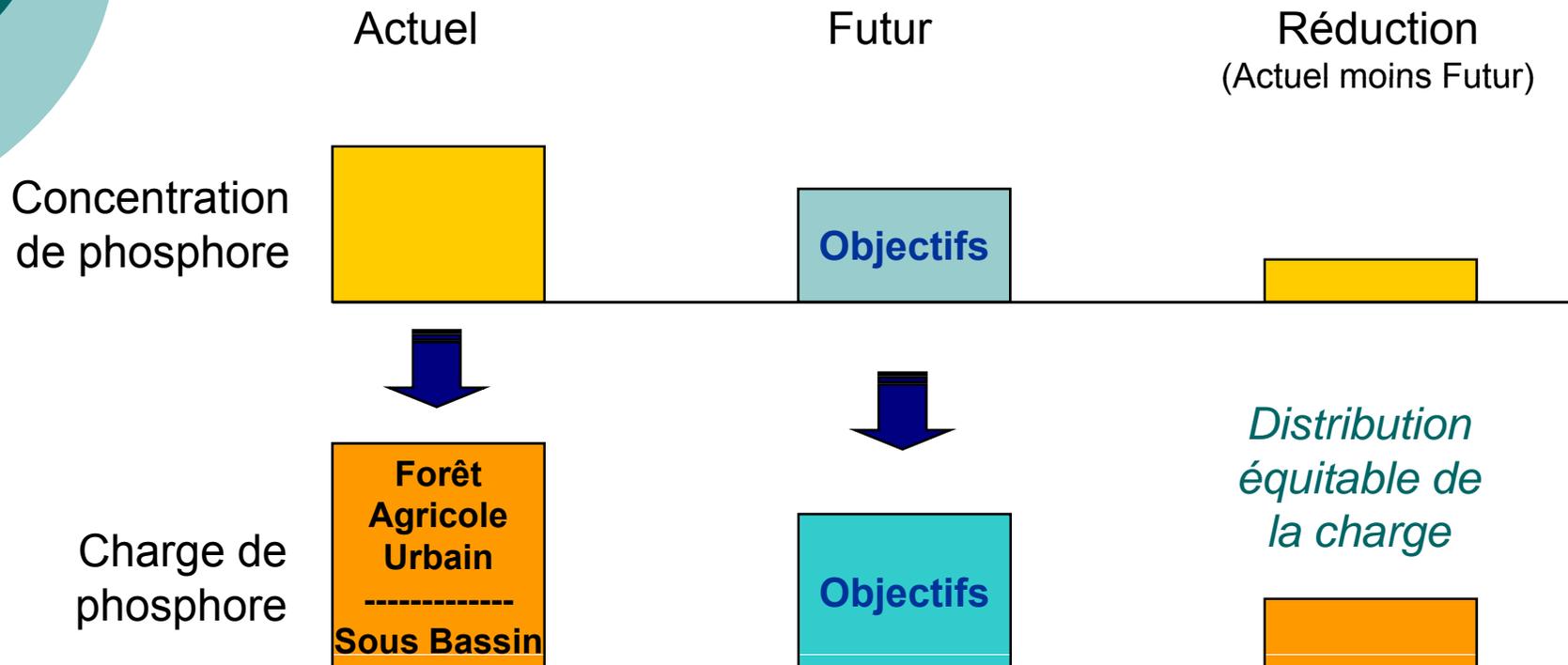
Comment réduire les apports ?

- 1- Connaître l'actuelle concentration de phosphore pour les différents segments du lac
- 2- **Déterminer quelle est la concentration objectif en phosphore pour les segments du lac**
- 3- Déterminer la charge de phosphore selon les différentes sources (forêt, agricole, urbain et les apports internes) et la répartition par sous-bassins qui génère l'actuelle concentration de phosphore
- 4- **Calculer la charge à ne pas dépasser pour obtenir la concentration objectif afin de trouver la charge à enlever**
- 5- Assigner aux différentes sources sur une base équitable la charge à réduire et fixer un échéancier pour rencontrer les objectifs
- 6- Mettre en place une structure qui assurera l'assistance technique, financière et administrative, et fera un suivi efficace

Lac Memphrémagog

OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE

ACTIONS DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE



Lac Memphrémagog

OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE



MISE EN ŒUVRE DE LA RÉDUCTION DU PHOSPHORE

- **Sans mesures correctives appliquées pour réduire les charges de phosphore existantes, les nouveaux développements et projets générant du phosphore vont venir aggraver la situation**
- **Pour chaque hectare de forêt déboisé pour un développement urbain, la charge de phosphore est multipliée par près de 100 fois et constitue donc une charge importante**
- **L'approche américaine dans le bassin versant des plans d'eau qui alimente la ville de New York dans l'état de New York est de ne pas autoriser de nouveaux points de rejets ponctuels avec phosphore sans que pour chaque unité de nouveau phosphore, trois unités de phosphore existants ailleurs soient éliminées du bassin**

Lac Memphrémagog
OBJECTIF DE RÉDUCTION DU PHOSPHORE



Bien balancer les interventions entre

PRÉVENTION ET **CORRECTION**

Ne pas ajouter ou limiter
l'apport de nouvelles
sources de phosphore

Réduire le phosphore
Restauration des milieux
terrestres et aquatiques
pour rencontrer l'objectif
EAU CLAIRE

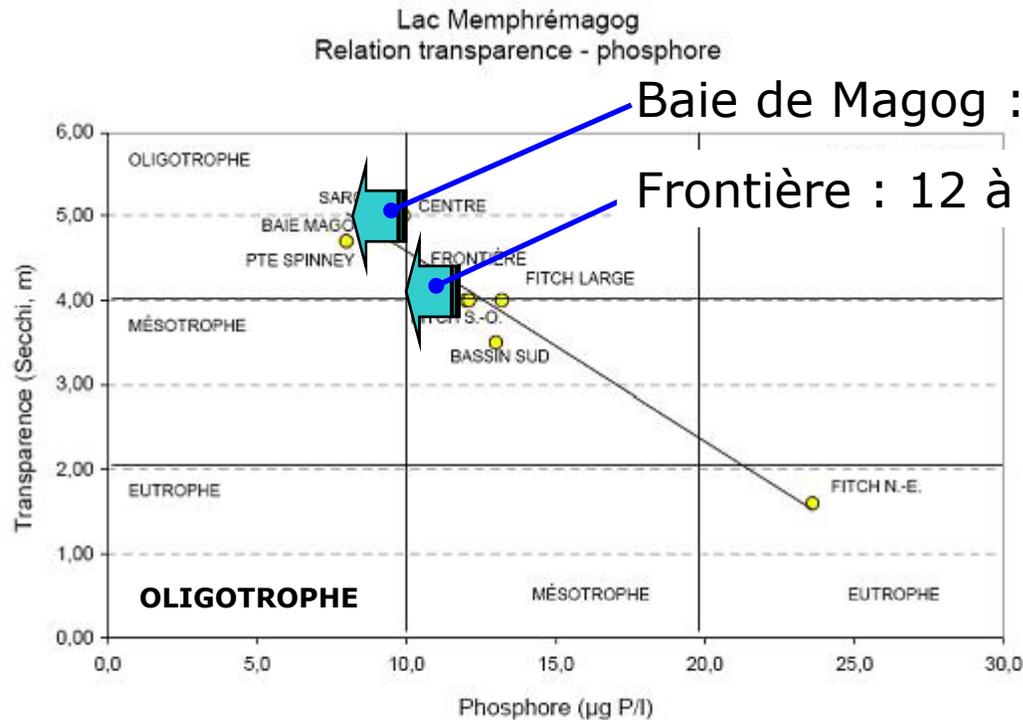
Lac Memphrémagog

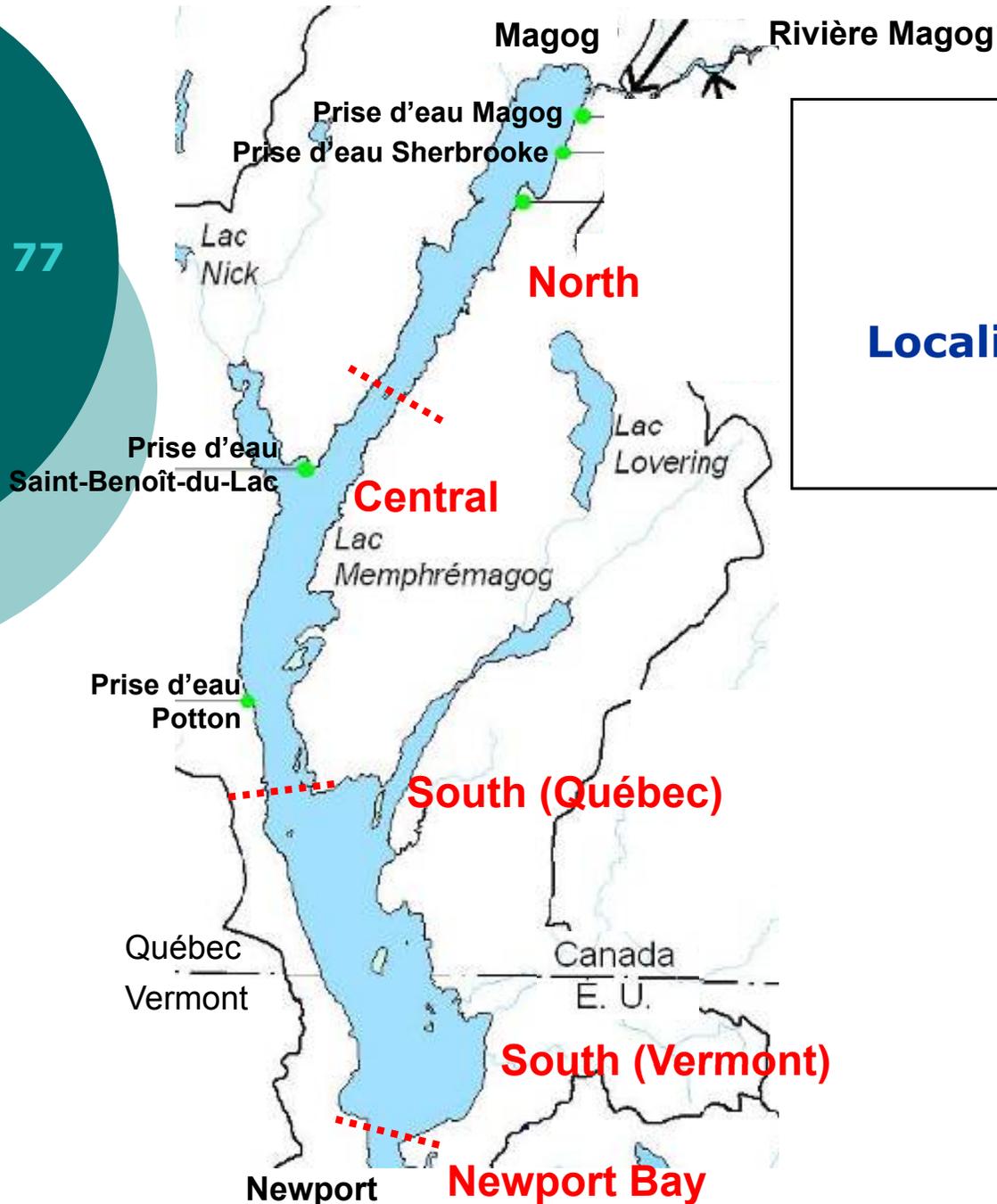
Une qualité d'eau à améliorer

Dans la baie de Magog, que la qualité de l'eau soit **2 µg/l** et plus en deçà de la limite de **10 µg/l** qui définit la limite entre un lac oligotrophe et un lac mésotrophe, pour la ramener à **8 µg/l** et moins.

À la frontière canado-américaine, que la qualité de l'eau soit ramenée à moins de la limite de **10 µg/l** qui définit la limite entre un lac oligotrophe et un lac mésotrophe.

**OBJECTIFS
MINIMALS
À OBTENIR
??? >>>**





Segmentation du lac Memphrémagog

Localisation des 4 prises d'eau municipales

Les zones « centrale »
et « nord » du lac
à considérer
en priorité
pour l'eau potable

En rouge, division du
Dr. Kalf de McGill
La section « Central » correspond
à la zone profonde du lac

Bassin du lac Memphrémagog

Objectif d'une eau claire pour deux problématiques

Étapes d'une démarche pour passer de la vision à la réalisation



**DEUX
PROBLÉMATIQUES**

**CYANOBACTÉRIES
PLANTES AQUATIQUES
EN EXCÈS**



COMPRÉHENSION

- Information
- Littérature
- Recherche
- Études

INTÉGRATION

- Analyse
- Synthèse
- Solutions
- Présentation

DÉCISION

- Priorisation
- Environnement
- Économique
 - Politique
 - Social

ACTION

- Stratégie
- Organisation
- Ressources
- Échéancier
- Suivi



**OBJECTIF
LAC MEMPHRÉMAGOG
EAU CLAIRE**



Lac Memphrémagog

Une qualité d'eau à améliorer

