

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

### Avertissement

- ▶ Le tableau qui constitue la présente annexe contient une synthèse des méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues qui ont été proposées sur le marché au moment de rédiger cette synthèse. Une mise à jour aura lieu périodiquement. Les méthodes de contrôle répertoriées ne sont pas classées selon un ordre de priorité.
- ▶ Le Ministère n'entérine pas les différentes méthodes qui sont présentées dans le présent tableau. Celui-ci constitue une aide à l'analyse des projets soumis au MDDEP, dans le cadre d'une demande de certificat d'autorisation en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE).
- ▶ Les informations contenues dans ce tableau indiquent quelles sont les méthodes acceptables sous certaines conditions, celles qui sont inacceptables en tout temps ainsi que celles qui nécessitent des informations et des recherches supplémentaires.
- ▶ Le choix de la méthode de contrôle de la végétation ou des cyanobactéries repose sur l'analyse particulière d'une situation, sur les objectifs visés par le contrôle et sur les limites de chaque technique. Une méthode jugée acceptable pourra être refusée, à la suite de l'analyse d'une demande de certificat d'autorisation en vertu de la LQE par le MDDEP.
- ▶ Toute méthode curative est insuffisante pour régler de façon permanente un problème d'eutrophisation d'un plan d'eau et ne peut constituer qu'une action d'accompagnement en parallèle ou dans l'attente de l'effet d'actions préventives visant le contrôle des sources de phosphore.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

TABLE DES MATIÈRES DU TABLEAU DES MÉTHODES

Type de contrôle	Méthode de contrôle	Page
MANUEL	Arrachage, coupe ou raclage manuel	3
MÉCANIQUE	Coupe ou fauchage mécanique	4
	Moissonneur	5
	Arrachage	6
	Scarifiage ou fraises rotatives	7
	Agitateur à sédiments	8
	Dragage mécanique ou par aspiration du fond (hydraulique)	9
	Aspirateur de fond avec plongeur	10
	Aération de l'hypolimnion en activant la circulation de l'eau (éolienne)	11
PHYSIQUE	Aération de l'hypolimnion par apport d'oxygène	12
	Recouvrement temporaire ou permanent des sédiments (membrane)	13
	Colorant et opacifiant	14
	Écrans de surface, barrières flottantes	14
	Baisse du niveau d'eau et assèchement	15
	Évacuation sélective des eaux hypolimniques	16
	Hausse du niveau d'eau	16
	Filtration	16
	Sonication (procédé employant des ultrasons)	17
	Augmentation de l'écoulement (effet « chasse d'eau »)	18
	Travaux de récréation du lit d'un cours d'eau	18
Farine de quartz et tube biocatalyseur (technologie « Plocher »)	19	
CHIMIQUE	Paille d'orge	19
	Ozonation	20
	Herbicides (dont les algicides)	21
	Adsorbant de nutriments (sels de fer ou d'alun)	22
	Craie (chaux) et autres éléments minéraux à base de carbonate de calcium	23
BIOLOGIQUE	Manipulation de la chaîne trophique – zooplancton consommateurs de phytoplancton	24
	Manipulation de la chaîne trophique – poissons herbivores consommateurs de macrophytes	25
	Manipulation de la chaîne trophique – poissons herbivores consommateurs de phytoplancton	26
	Manipulation de la chaîne trophique – macro-invertébrés aquatiques consommateurs de macrophytes	27
	Agents pathogènes des algues ou des plantes aquatiques (virus, bactérie, champignon)	28
	Bio-augmentation (injection de bactéries aérobies)	29
	Introduction de plantes allopathiques	30
	Introduction de plantes indigènes compétitrices	30
	Îles flottantes artificielles	31

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/assujettissement	Inacceptable	
MANUELLE	<b>Arrachage, coupe ou raclage manuel</b>	Arrachage, coupe ou raclage manuel des plantes aquatiques	✓	✓	✓		✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est efficace en particulier sur les herbiers nouvellement établis et sur les herbiers de faible densité dont la dynamique d'extension de l'espèce est bien connue;</li> <li>- est sélective;</li> <li>- augmente la durée d'efficacité d'autres interventions;</li> <li>- permet d'éliminer les plantes et leurs racines (arrachage).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dérange la faune aquatique;</li> <li>- peut remettre en suspension les sédiments;</li> <li>- peut contribuer à la multiplication des espèces se reproduisant par fragmentation (mais le risque est moindre comparativement à d'autres techniques);</li> <li>- implique un travail intensif et fastidieux;</li> <li>- en eau profonde, méthode qui nécessite des plongeurs, ce qui entraîne des coûts non négligeables de logistique, des difficultés de travaux sub-aquatiques et une spécialisation des participants.</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ projets non assujettis<sup>7</sup> (exclusion administrative)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à utiliser pour des sites de petite superficie, aux prises avec des difficultés d'accès et de déplacements;</li> <li>- l'efficacité de la méthode dépend du type de substrat, du degré de visibilité et de la minutie du travail effectué;</li> <li>- réaliser la coupe au moment de la floraison ou de la germination des plants, de manière à affaiblir ces derniers pour les années suivantes;</li> <li>- s'assurer de retirer toute la plante ainsi que tous ses fragments;</li> <li>- répéter l'opération plus d'une saison.</li> </ul>

<sup>1</sup> On vise soit à rendre la prise d'eau accessible et dégagée des plantes aquatiques, soit à préserver la qualité de l'eau pour la consommation (cyanobactéries et autres).

<sup>2</sup> Il s'agit d'améliorer ou de maintenir la qualité visuelle du plan d'eau.

<sup>3</sup> On vise à prévenir les risques pour la santé liés au contact direct avec l'eau et à assurer la pratique de l'activité. Les activités dites *de contact direct* comprennent la baignade, la planche à voile et le kayak de rivière.

<sup>4</sup> On vise à prévenir les risques pour la santé liés à la consommation de poissons, de mollusques ou de crustacés contaminés.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer					Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation			Vie aquatique <sup>6</sup>	Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	

<sup>5</sup> On vise à maintenir ou à rétablir l'accès et la circulation nautique à l'aide d'une embarcation à moteur et à préserver les activités dites *de contact indirect* comme la pêche, le canotage et la navigation de plaisance.

<sup>6</sup> On vise à protéger les communautés naturelles ou à les rétablir. La vie aquatique inclut les communautés de poissons, d'invertébrés, de zooplancton, d'algues et de macrophytes indigènes.

<sup>7</sup> Projets non assujettis en vertu de l'instruction 94-29 relative aux exclusions administratives à l'application de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE).

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	<b>Coupe ou fauchage avec faucardeur</b>	Coupe ou fauchage de plantes aquatiques à l'aide d'appareils mécaniques	✓	✓	✓		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- assure une ouverture immédiate du plan d'eau;</li> <li>- élimine seulement la partie supérieure de la plante, préservant ainsi partiellement l'habitat de la faune aquatique;</li> <li>- est une méthode financièrement plus avantageuse que le moissonnage;</li> <li>- est adaptée pour les hydrophytes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non sélective;</li> <li>- détruit souvent les petits poissons, les invertébrés benthiques et les autres espèces vivant dans les parties supérieures des plantes;</li> <li>- requiert une profondeur d'eau minimale;</li> <li>- remet les sédiments en suspension;</li> <li>- contribue à la multiplication des espèces qui se reproduisent par fragmentation (ex. : myriophylle, élodée);</li> <li>- a une efficacité limitée lorsque les plantes ont commencé à dépérir.</li> </ul>			✓	a. 22 LQE		<ul style="list-style-type: none"> <li>- éviter les périodes de fraie et d'alevinage des poissons;</li> <li>- en présence d'espèces se reproduisant par fragmentation, n'est acceptable que lorsque le plan d'eau est totalement envahi (dans ce cas, réaliser la coupe lors de la floraison ou de la germination des plants afin de les affaiblir pour les années suivantes);</li> <li>- ne pas réaliser le fauchage sans s'assurer de pouvoir retirer les plantes du plan d'eau;</li> <li>- dans les milieux aquatiques de grande dimension, indiquer précisément l'emplacement des sites par marquage de bouées afin d'optimiser les travaux;</li> <li>- aménager adéquatement l'accès au site en fonction des risques de dégradation des rives lors des travaux.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	Moissonneur	Utilisation d'une machinerie permettant de couper un plant à une profondeur de 0,5 m à 3 m	✓	✓	✓		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- assure une ouverture immédiate du plan d'eau;</li> <li>- élimine seulement la partie supérieure de la plante, préservant ainsi partiellement l'habitat de la faune aquatique;</li> <li>- utilise une machinerie aisément maîtrisable;</li> <li>- diminue substantiellement la densité de plantes aquatiques lorsqu'elle est appliquée de manière répétitive et à des intervalles de temps appropriés;</li> <li>- est adaptée principalement pour les hydrophytes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non sélective;</li> <li>- détruit souvent les petits poissons et les invertébrés benthiques vivant dans les parties supérieures de plantes;</li> <li>- remet les sédiments en suspension;</li> <li>- comporte un risque de propagation pour les espèces se reproduisant par fragmentation (ex. : myriophylle, élodée);</li> <li>- implique des coûts plus élevés que le fauchage mécanique.</li> </ul>			✓	a. 22 LQE		<ul style="list-style-type: none"> <li>- éviter les périodes de fraie et d'éclosion des œufs de poissons;</li> <li>- en présence d'espèces se reproduisant par fragmentation, n'est acceptable que lorsque le plan d'eau est totalement envahi (dans ce cas, réaliser la coupe lors de la floraison ou de la germination des plants afin de les affaiblir pour les années suivantes);</li> <li>- dans les milieux aquatiques de grande dimension, indiquer précisément l'emplacement des sites par marquage de bouées afin d'optimiser les travaux;</li> <li>- aménager adéquatement l'accès au site en fonction des risques de dégradation des rives.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	<b>Arrachage</b>	Arrachage des plantes aquatiques à l'aide de machinerie	✓	✓	✓		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- assure une ouverture immédiate du plan d'eau;</li> <li>- élimine en partie la plante et ses racines;</li> <li>- peut être utilisée en eau plus profonde que l'arrachage manuel;</li> <li>- la machinerie est facile à maîtriser lorsque son tirant d'eau à vide est faible;</li> <li>- diminue substantiellement la densité des plantes si elle est appliquée de manière répétitive et à des intervalles de temps appropriés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- remet les sédiments en suspension;</li> <li>- perturbe fortement la faune aquatique;</li> <li>- comporte un risque de propagation pour les espèces qui se reproduisent par fragmentation (ex. : myriophylle).</li> </ul>			✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 22 LQE</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- éviter les périodes de fraie et d'alevinage des poissons;</li> <li>- aménager adéquatement l'accès au site en fonction des risques de dégradation des rives par la machinerie;</li> <li>- adapter la machinerie à la nature des plantes à arracher en ajoutant, au besoin, des griffes.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	Scarifiage ou fraises rotatives	Broyage des plantes aquatiques et mélange des résidus aux sédiments, à l'aide de machinerie		▼			▼		- assure une ouverture immédiate du plan d'eau; - élimine en partie la plante et ses racines.	- est non sélective; - remet des sédiments en suspension; - perturbe fortement la faune aquatique; - est déconseillée pour les espèces qui se reproduisent par fragmentation (ex. : myriophylle); - a une efficacité limitée si la longueur du couteau n'atteint pas la vase ou si les sédiments sont trop fermes.			▼	a. 22 LQE	- éviter les périodes de fraie et de stade juvénile des poissons; - à utiliser pour contrôler des espèces possédant des racines développées mais occupant une faible superficie du plan d'eau; - en présence d'espèces se reproduisant par fragmentation, n'est acceptable que lorsque le plan d'eau est totalement envahi (dans ce cas, réaliser la coupe lors de la floraison ou de la germination des plants afin de les affaiblir pour les années suivantes); - lors des travaux, aménager adéquatement l'accès au site pour éviter de dégrader les rives avec la machinerie utilisée.	

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	Agitateur à sédiments	La machine brasse les sédiments et provoque l'inhibition de la croissance des plantes.					▼		<ul style="list-style-type: none"> <li>- inhibe la croissance des plantes en agitant, de manière répétitive, les sédiments;</li> <li>- est adaptée en particulier pour contrôler le développement des plantes aquatiques autour des quais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non sélective;</li> <li>- perturbe l'habitat du benthos et peut interférer avec la fraie de certains poissons;</li> <li>- requiert une profondeur d'eau minimale;</li> <li>- remet en suspension les sédiments;</li> <li>- peut causer la fragmentation des plantes présentes, ce qui augmente le risque de propagation de l'espèce;</li> <li>- requiert de retirer les structures des plans d'eau en hiver afin de préserver leur intégrité.</li> </ul>			▼		▼	N/A

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	<b>Dragage mécanique ou par aspiration du fond (hydraulique)</b>	Extraction des sédiments à l'aide d'une pelle ou d'un aspirateur		▼	▼		▼		<ul style="list-style-type: none"> <li>- enlève les sédiments riches en substances nutritives et propices à la croissance des plantes;</li> <li>- extrait les plantes et leurs racines;</li> <li>- diminue fortement la densité des herbiers aquatiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non sélective;</li> <li>- perturbe fortement la qualité de l'eau, les sédiments (le dragage mécanique surtout), la faune et ses habitats;</li> <li>- a une durée d'action parfois fortement limitée par des apports de plantes ou de fragments provenant du milieu environnant ou de graines enfouies dans les sédiments et remises dans des conditions favorables de germination;</li> <li>- comporte un risque de propagation des espèces se reproduisant par fragmentation;</li> <li>- engendre des problèmes de traitement et/ou d'élimination en raison des grandes quantités d'eau et de sédiments extraites.</li> </ul>	▼	▼		<ul style="list-style-type: none"> <li>▼</li> </ul> <p>a. 22 LQE ou a. 31.1 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à utiliser dans les secteurs sédimentaires les plus riches en nutriments et en plantes;</li> <li>- lors des travaux, aménager adéquatement l'accès au site pour éviter de dégrader les rives avec la machinerie;</li> <li>- éliminer les sédiments et les plantes dragués et aspirés dans un lieu de dépôt approuvé par le MDDEP;</li> <li>- éviter les périodes de fraie et d'alevinage des poissons.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	<b>Aspirateur de fond avec plongeur</b>	Utilisation, par un plongeur, d'une pompe qui aspire les plantes, leurs racines et les sédiments	✓	✓	✓		✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est relativement sélective et adaptée pour éliminer les colonies pionnières;</li> <li>- extrait les plantes et leurs racines;</li> <li>- enlève les sédiments riches en substances nutritives et propices à la croissance des plantes;</li> <li>- diminue fortement la densité des herbiers aquatiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perturbe, localement, les sédiments, la faune et ses habitats;</li> <li>- comporte un risque de propagation pour les espèces se reproduisant par fragmentation (ex. : myriophylle);</li> <li>- implique un travail intensif et long.</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à utiliser sur de petites surfaces (coûts et temps requis élevés) pour éliminer des communautés végétales ciblées;</li> <li>- s'assurer de retirer toute la plante et tous ses fragments;</li> <li>- établir un plan de gestion des sédiments et des plantes aspirées;</li> <li>- éviter les périodes de fraie et d'éclosion des œufs.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
MÉCANIQUE	<b>Aération de l'hypolimnion en activant la circulation de l'eau (éolienne)</b>	Utilisation d'une hélice activée par le vent pour mélanger et aérer l'eau du lac	✓			✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- contrôle la libération du phosphore et d'autres éléments à partir des sédiments;</li> <li>- favorise la croissance des diatomées et des algues vertes au détriment des algues bleu-vert (cyanobactéries).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- comporte un risque que seules les eaux de surface soient brassées;</li> <li>- a une efficacité théorique souvent surestimée;</li> <li>- peut entraîner une hausse des matières en suspension, du phosphore total, du pH et de la distribution algale;</li> <li>- peut réduire la sédimentation algale et le broutage par le zooplancton;</li> <li>- la déstratification thermique du lac résultant du traitement peut entraîner des mortalités piscicoles;</li> <li>- peut créer, en hiver, une couche de glace fragile (danger de noyade).</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- est efficace si une stratification thermique est présente dans le plan d'eau et si l'appareil est suffisamment puissant pour la briser;</li> <li>- pourrait être acceptable si le nombre d'éoliennes requis pour traiter le lac ne nuit pas à la sécurité nautique ou à la qualité visuelle du plan d'eau;</li> <li>- prévoir l'entretien des éoliennes et leur retrait à la fin du traitement.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
<b>PHYSIQUE</b>	<b>Aération de l'hypolimnion par apport d'oxygène</b>	Injection d'oxygène dans l'hypolimnion pour former une barrière contrôlant la libération du phosphore	✓	✓		✓	✓		- contrôle la libération du phosphore et d'autres éléments à partir des sédiments grâce à l'apport d'oxygène.	- a une efficacité souvent localisée; - la déstratification thermique du lac résultant du traitement peut entraîner des mortalités piscicoles; - peut créer, en hiver, une couche de glace fragile (danger de noyade).		✓		✓	a. 22 LQE	- à utiliser seulement pour les lacs de petite superficie et profonds (diffuseurs efficaces au-delà de 5 m); - pourrait être permise si la stratification est maintenue et si des tests démontrent que les communautés biologiques ne sont pas trop touchées.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
PHYSIQUE	<b>Recouvrement temporaire ou permanent des sédiments</b>	Recouvrement des sédiments lacustres à l'aide d'une membrane perméable	✓	✓	✓		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- assure une ouverture immédiate du plan d'eau;</li> <li>- limite les échanges nutritifs entre les sédiments et la colonne d'eau;</li> <li>- diminue le développement des macrophytes;</li> <li>- permet de récupérer des usages à des fins récréatives (aires de baignade publiques, corridors d'accès à des quais).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non sélective;</li> <li>- n'est pas adaptée pour les cours d'eau;</li> <li>- perturbe temporairement l'habitat du benthos et peut interférer avec la fraie de certains poissons;</li> <li>- requiert un nettoyage et une inspection régulière, pour des raisons de sécurité et pour éviter la colonisation du substrat par les plantes aquatiques.</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à utiliser pour de petites superficies (ex. : plages) en raison de l'impact sur les habitats fauniques aquatiques ou dans des plans d'eau comprenant des communautés benthiques très dégradées;</li> <li>- à ne pas utiliser pour les cours d'eau;</li> <li>- implanter les matériaux avant une trop forte croissance des végétaux (efficacité);</li> <li>- s'assurer de la stabilité des ancrages, de la qualité et de la porosité du matériel employé (doit favoriser les échanges gazeux et le passage des microorganismes);</li> <li>- nettoyer et inspecter régulièrement les membranes et prévoir leur entretien ou leur retrait si elles ne sont plus utiles.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
PHYSIQUE	<b>Colorant et opacifiant</b>	Utilisation d'encre ou de teinture non toxique limitant la pénétration de lumière		✓			✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- restreint la profondeur d'enracinement des plantes aquatiques et le développement des algues en limitant la pénétration de lumière dans le plan d'eau;</li> <li>- est non toxique pour les espèces fauniques et floristiques;</li> <li>- préserve la qualité de l'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non spécifique;</li> <li>- est peu ou pas efficace contre les plantes flottantes et les plantes vivant à de faibles profondeurs (0,6 m et moins) - les plantes aquatiques tolérantes à la lumière survivent à plus de 0,6 m de profondeur.</li> </ul>			✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul>	a. 22 LQE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réservée à de petites surfaces où il n'existe aucune circulation d'eau;</li> <li>- réservée à des milieux à usage esthétique exclusif;</li> <li>- s'assurer qu'il n'y pas de captage d'eau potable dans le plan d'eau ou en aval;</li> <li>- à appliquer avant la croissance des plantes aquatiques ciblées, et ce, de manière répétée.</li> </ul>
PHYSIQUE	<b>Écrans de surface, barrières flottantes</b>	Disposition d'une couverture opaque à la surface de l'eau	✓	✓					<ul style="list-style-type: none"> <li>- restreint la profondeur d'enracinement des plantes aquatiques et le développement des algues en limitant la pénétration de la lumière dans le plan d'eau;</li> <li>- n'augmente pas la turbidité de l'eau;</li> <li>- les matériaux étant généralement inertes, ils ne sont pas toxiques pour la faune.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non spécifique;</li> <li>- est peu ou pas efficace contre les plantes flottantes et les plantes vivant à des faibles profondeurs (0,6 m et moins) – les plantes aquatiques tolérantes à la lumière survivent à plus de 0,6 m de profondeur;</li> <li>- restreint l'accès au plan d'eau à hauteur de la surface traitée.</li> </ul>			✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul>	a. 22 LQE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réservée pour de petites surfaces (ex. : entre les quais);</li> <li>- ne pas installer dans des secteurs du lac où l'accès est requis.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/assujettissement	Inacceptable	
PHYSIQUE	<b>Baisse du niveau d'eau et assèchement</b>	Baisse temporaire des niveaux d'eau du lac et assèchement des plantes exondées	✓	✓	✓	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- permet la dessiccation des plantes, voire leur gel en hiver;</li> <li>- réduit la densité des communautés aquatiques et modifie leur composition;</li> <li>- permet de réparer les quais et les autres structures;</li> <li>- favorise l'oxydation des sédiments;</li> <li>- peut être combinée à l'enlèvement des sédiments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est inefficace contre les espèces végétales à reproduction sexuée;</li> <li>- efficacité limitée si la nappe phréatique atteint des niveaux d'eau élevés dans le lac durant le traitement;</li> <li>- peut être moins efficace en présence d'une densité importante de plantes aquatiques (déshydratation ralentie);</li> <li>- remet les contaminants en circulation lors du brassage des sédiments;</li> <li>- comporte des contraintes pour des plans d'eau à usages multiples;</li> <li>- peut détruire les plantes riveraines et présente ainsi un risque de déstabilisation des rives;</li> <li>- peut détruire la faune aquatique et les autres organismes sensibles et perturber la chaîne alimentaire;</li> <li>- peut modifier la composition du substrat et activer la résistance de certaines espèces (effet des baisses répétées du niveau d'eau).</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul>	a. 22 LQE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pourrait être acceptable pour les lacs artificiels;</li> <li>- à utiliser contre des espèces sensibles à la dessiccation et au gel ainsi que les espèces pérennes à multiplication végétative;</li> <li>- à utiliser en présence d'une structure de contrôle du niveau d'eau (moins coûteux);</li> <li>- s'assurer que les sédiments et la pente de la zone exposée facilitent le drainage et le gel;</li> <li>- méthode efficace si les variations du niveau d'eau sont importantes et si la méthode est appliquée au moins pendant un mois, durant plusieurs années consécutives;</li> <li>- vérifier au préalable la stabilité des rives et assurer un suivi par la suite;</li> <li>- tenir compte des conditions climatiques lors du traitement pour en assurer l'efficacité.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
PHYSIQUE	<b>Évacuation sélective des eaux hypolimniques</b>	Évacuation des eaux hypolimniques chargées et riches en nutriments par vidange ou pompage	✓	✓	✓	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduit la couche sédimentaire en favorisant la décomposition des matières organiques;</li> <li>- permet de réduire les concentrations en phosphore et d'éliminer un excès de biomasse algale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- entraîne une diminution du volume de l'hypolimnion et un appauvrissement global du plan d'eau;</li> <li>- comporte un risque d'impact thermique pour le cours d'eau récepteur;</li> <li>- peut perturber la stratification du plan d'eau.</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à appliquer uniquement à des petits lacs profonds, au temps de renouvellement rapide et à des réservoirs munis de vannes pour évacuer les eaux;</li> <li>- s'assurer que l'eau « de remplacement » soit moins riche en nutriments que l'eau éliminée.</li> </ul>
PHYSIQUE	<b>Hausse du niveau d'eau</b>	Élévation du niveau d'eau pour diminuer la quantité de lumière disponible pour la flore	✓	✓	✓		✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduit la transparence des eaux et limite le développement des plantes aquatiques;</li> <li>- augmente le taux de dilution des nutriments et, conséquemment, diminue le développement des algues.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- est non sélective;</li> <li>- comporte des contraintes pour des plans d'eau à usages multiples;</li> <li>- comporte des contraintes d'aménagement et de gestion des ouvrages;</li> <li>- a des effets généralement faibles.</li> </ul>			✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 ou a. 31.1 de la LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- considérer les caractéristiques des rives (stabilité, sensibilité à l'érosion) pour établir l'acceptabilité;</li> <li>- établir quelles sont les contraintes pour les riverains et les usagers;</li> <li>- est moins coûteuse en présence d'une structure de contrôle du niveau d'eau.</li> </ul>
PHYSIQUE	<b>Filtration</b>	Pompage, filtration et retour de l'eau traitée vers le plan d'eau	✓	✓	✓		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduit la biomasse algale et les concentrations en phosphore dissous dans la colonne d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- coûts très prohibitifs;</li> <li>- ne réduit pas directement le phosphore accumulé dans les sédiments.</li> </ul>	✓			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à considérer seulement pour de petits plans d'eau.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
PHYSIQUE	<b>Sonication</b>	Irradiations ultrasoniques entraînant un éclatement des cellules de cyanobactéries	✓	✓	✓	✓			<ul style="list-style-type: none"> <li>- détruit les algues bleues qui précipitent au fond du plan d'eau;</li> <li>- est applicable pour de petites surfaces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manque d'informations concernant les impacts sur la faune aquatique;</li> <li>- a une efficacité sélective et limitée à quelques jours;</li> <li>- selon l'information obtenue du fabricant, la sonication est inefficace contre 5 espèces d'algues, soit <i>Oscillatoria sp.</i> (cyanobactérie), <i>Chara sp.</i>, <i>Nitella sp.</i> et <i>Pediastrum sp.</i> (algues vertes) ainsi que <i>Euglena sp.</i> en plus de n'être efficace que de 75 % à 95 % contre 3 autres espèces, soit <i>Mycrocystis sp.</i> coloniale (cyanobactérie), <i>Pithophora sp.</i> et <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>;</li> <li>- il n'est pas démontré que les toxines sont aussi détruites lors du traitement.</li> </ul>			?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> a. 22 LQE		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à considérer uniquement dans le cadre de projets de démonstration;</li> <li>- technique initialement utilisée en laboratoire et testée depuis peu sur des plans d'eau (la littérature est peu abondante sur ce sujet);</li> <li>- peut être envisageable pour de petites surfaces.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
PHYSIQUE	<b>Augmentation de l'écoulement (effet « chasse d'eau »)</b>	Apport d'eau pour augmenter le taux de renouvellement de l'eau du lac et diluer sa concentration en nutriments	✓	✓	✓	✓		✓	- diminue l'accumulation de la biomasse et les concentrations en nutriments.	- nécessite une grande quantité d'eau peu chargée en éléments nutritifs.		?		✓ a. 22 LQE		- à considérer uniquement dans le cadre d'un projet de démonstration; - à utiliser pour des petits plans d'eau.
PHYSIQUE	<b>Travaux de récréation du lit d'un cours d'eau</b>	Reprofilage d'un cours d'eau artificialisé pour lui redonner son caractère naturel		✓	✓	✓		✓	- permet de rétablir l'écoulement et de retirer les sédiments riches en nutriments, ce qui permettra de diminuer éventuellement la croissance des plantes aquatiques et des algues.	- remet des sédiments en suspension; - requiert d'éliminer les sédiments dragués sur un site autorisé (MDDEP).	✓			✓ a. 22 ou a. 31.1 de la LQE		- pourrait être acceptable pour les cours d'eau ayant subi des travaux d'aménagement et d'entretien; - nécessite une analyse des impacts hydrologiques et hydrauliques; - exige de compléter éventuellement les travaux avec des plantations arborescentes et arbustives en rive.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
PHYSIQUE	<b>Farine de quartz et tube biocatalyseur (technologie « Plocher »)</b>	Simule la présence d'oxygène dans un milieu au moyen des oscillations vibratoires transmises par la farine de quartz		✓	✓	✓			- provoque, par la simulation de la présence d'oxygène, l'activation des organismes qui digèrent la vase ainsi que les autres éléments nutritifs souvent responsables du développement des algues (selon les inventeurs).	- ne reposent pas sur des effets connus. Aucune étude ne permet de confirmer ou d'infirmer les affirmations des inventeurs			?	✓ a. 22 LQE		- à considérer uniquement dans le cadre d'un projet de démonstration.
CHIMIQUE	<b>Paille d'orge</b>	Épandage de paille d'orge à la surface du plan d'eau ou dans des filets submergés. La paille se décompose en présence d'oxygène dissous; le peroxyde ainsi formé permet l'oxydation des acides humiques et autres éléments.	✓	✓	✓	✓			- aide à réduire le niveau d'algues (cyanobactéries) si le niveau d'oxygène du plan d'eau est élevé (production de peroxyde si l'oxygène et la lumière sont abondants).	- n'a pas fait ses preuves en Amérique du Nord (deux études à ce jour en Floride et en Angleterre : seule l'étude anglaise a donné des résultats positifs); - peut entraîner une augmentation de la biomasse et des nutriments (paille) et, par conséquent, une demande accrue en oxygène dissous; - engendre des problèmes esthétiques.			?	✓ a. 22 LQE		- à considérer uniquement dans le cadre d'un projet de démonstration; - s'assurer d'un niveau d'oxygène dissous élevé.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer					Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation	
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation			Vie aquatique <sup>6</sup>	Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement		Inacceptable
CHIMIQUE	Ozonation	Pompage et circulation de l'eau du lac dans un bateau (chambre d'ozonation), puis retour de l'eau dans le lac; l'ozone est produit par arc électrique ou par des générateurs d'ultraviolets.	✓	✓	✓	✓			<ul style="list-style-type: none"> <li>- oxyde la matière organique et brise les cellules bactériennes, d'où son potentiel pour la lutte contre l'eutrophisation et les cyanobactéries;</li> <li>- vise le contrôle des cyanobactéries, la réduction des odeurs et l'augmentation de la transparence de l'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- les impacts sur la faune et la flore de cette méthode sont mal documentés;</li> <li>- nécessite des équipements complexes à entretenir;</li> <li>- est généralement utilisée pour désinfecter les eaux usées domestiques et industrielles et n'a que peu ou pas été testée en lac.</li> </ul>		?		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à considérer uniquement dans le cadre d'un projet de démonstration.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
CHIMIQUE	<b>Herbicides (dont les algicides)</b>	Application d'herbicides minéraux ou de synthèse dans l'eau du lac		▼			▼		- dans quelques cas, permet le contrôle spécifique de certaines plantes aquatiques sans impacts significatifs sur d'autres plantes.	- la grande majorité des herbicides ont une très faible sélectivité; - comporte des risques toxiques pour les autres organismes; - entraîne un risque de désoxygénation du milieu reliée à la dégradation bactérienne des plantes; - comporte un risque d'accumulation de sédiments; - peut entraîner la colonisation de certains biotopes par les plantes les plus résistantes; - nécessite d'intervenir plusieurs fois durant la saison selon l'herbicide appliqué; - crée parfois des modifications esthétiques à la suite de la décoloration des plantes touchées.			▼		▼	N/A  <b>Utilisation interdite en vertu du Code de gestion des pesticides</b>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
CHIMIQUE	Adsorbant de nutriments	Application de sels de fer ou d'alun qui adsorbent les nutriments		✓	✓	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- provoque l'immobilisation du phosphore qui n'est ainsi plus disponible pour les organismes;</li> <li>- permet de traiter de grandes surfaces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- comporte des risques toxiques pour les autres organismes;</li> <li>- comporte des risques de modifications physicochimiques des eaux (baisse de pH notamment);</li> <li>- ne permet pas de retirer les plantes aquatiques du plan d'eau;</li> <li>- provoque une accumulation de particules sédimentaires riches en phosphore.</li> </ul>			✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul> <p>a. 22 LQE</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- peut être acceptable pour les plans d'eau alcalins (plus de 30mg/l CaCO<sub>3</sub> et pH &gt; 6,5), lorsque les sources de phosphore ont été réduites;</li> <li>- s'assurer qu'il n'y pas de captage d'eau potable dans le plan d'eau ou en aval durant le traitement.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
CHIMIQUE	<b>Craie (chaux) et autres éléments minéraux à base de carbonate de calcium</b>	Ajout d'agents flocculants à base de carbonate de calcium qui piègent le phosphore et le précipitent au fond du plan d'eau	✓	✓	✓	✓	✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- provoque l'immobilisation du phosphore qui n'est ainsi plus disponible pour les organismes;</li> <li>- permet de traiter de grandes surfaces;</li> <li>- favorise la déstabilisation du substrat et le décrochage des plantes aquatiques qui y sont enracinées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- remet en circulation des sédiments, perturbe le poisson en colmatant ses branchies et ses frayères;</li> <li>- comporte des risques de modifications physicochimiques des eaux par l'ajout de carbonates;</li> <li>- ne permet pas de retirer les plantes aquatiques du plan d'eau;</li> <li>- provoque une accumulation de particules sédimentaires riches en phosphore qui peuvent être remises en circulation dans certaines conditions.</li> </ul>			✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 22 LQE</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ne pas utiliser pour les plans d'eau riches en matières organiques et pour les lacs dont le temps de renouvellement des eaux est de moins de six mois;</li> <li>- éviter les périodes de fraie et d'alevinage.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer					Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation	
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation			Vie aquatique <sup>6</sup>	Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement		Inacceptable
BIOLOGIQUE	<b>Manipulation de la chaîne trophique – zooplancton</b>	Technique qui favorise l'augmentation de la population zooplanctonique, qui broute le phytoplancton	✓	✓	✓	✓			- contrôle le phytoplancton (algues microscopiques) et, par conséquent, le développement algal.	- est complexe et peut perturber l'équilibre naturel de la chaîne trophique à long terme; - n'agit pas sur les macrophytes, qui peuvent se multiplier à la suite de diminution de la compétition avec les algues; - n'est pas efficace contre certaines cyanobactéries qui sont peu broutées par le zooplancton.	?			✓  a. 22 LQE		- à considérer uniquement dans le cadre d'un projet de démonstration; - à considérer pour les plans d'eau de petite superficie, sans lien avec un cours d'eau.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/assujettissement	Inacceptable	
BIOLOGIQUE	<b>Manipulation de la chaîne trophique – poissons herbivores consommateurs de macrophytes</b>	Introduction de poissons herbivores, <b>comme les carpes triploïdes</b> , afin de contrôler les macrophytes		✓	✓		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>- peut réduire la biomasse végétale en une seule saison;</li> <li>- utilise une espèce faunique tolérante à de larges variations de la qualité des eaux;</li> <li>- utilise des individus infertiles (carpes triploïdes), réduisant ainsi les risques environnementaux, du moins en principe.</li> </ul>	(la carpe :) <ul style="list-style-type: none"> <li>- peut s'attaquer à des plantes non visées par le contrôle;</li> <li>- est peu efficace contre certaines espèces (ex. : le myriophylle à épis);</li> <li>- est une espèce longévive, qui migre facilement et est difficile à retirer d'un plan d'eau par la suite;</li> <li>- est souvent porteuse de maladies ou de parasites pouvant être transmis à d'autres espèces piscicoles;</li> <li>- peut entraîner la régression des autres populations de poissons en nuisant aux végétaux supportant la ponte ou les populations de macro-invertébrés et en diminuant la diversité des habitats benthiques.</li> </ul>	✓			✓ a. 22 LQE et Permis SEG <sup>8</sup> en vertu de la LCMVF		<ul style="list-style-type: none"> <li>- consulter le Comité avisier provincial sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques en vertu du Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques (septembre 2003)<sup>9</sup>;</li> <li>- réserver cette méthode aux plans d'eau sans lien avec un cours d'eau et à des milieux comportant des objectifs uniques ou peu diversifiés (étangs ornementaux);</li> <li>- méthode non adaptée pour des plans d'eau à multi usages;</li> <li>- s'assurer par des tests que les individus qui serviront d'agents sont infertiles et qu'ils ne portent pas de parasites ou de maladies.</li> </ul>

<sup>8</sup> Permis scientifique, éducatif ou de gestion de la faune, émis en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la Faune (LCMVF), administrée par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

<sup>9</sup> Le comité avisier provincial est présidé par un représentant du MRNF-Faune et est composé de représentants de plusieurs ministères et de la communauté scientifique. Il donne un avis scientifique à l'organe décisionnel (Directeur régional du MDDEP ou du MRNF-Faune) sur les risques associés aux enjeux écologiques, génétiques et sanitaires (pour les poissons) pour chaque introduction ou transfert d'organismes aquatiques proposé. Un registre national des introductions et des transferts au Canada est tenu par le ministère des Pêches et Océans, à Ottawa.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
BIOLOGIQUE	<b>Manipulation de la chaîne trophique – poissons planctonivores (algues)</b>	Introduction de poissons herbivores qui agiront sur les populations d'algues (phytoplancton)	✓	✓	✓	✓			- contrôle le phytoplancton et, par conséquent, le développement algal.	- méthode jugée peu efficace d'après la littérature; - entraîne des rejets de matières organiques dans l'eau (excréments) qui contribuent à enrichir le plan d'eau; - n'agit pas sur les macrophytes, qui peuvent profiter du déclin des populations d'algues.	✓			✓ a. 22 LQE  et Permis SEG <sup>8</sup> en vertu de la LCMVF		- consulter le Comité avisur provincial sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques en vertu du Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques (septembre 2003) <sup>9</sup> ; - réserver ce traitement aux plans d'eau sans lien avec un cours d'eau et à des milieux comportant des objectifs uniques ou peu diversifiés (étangs ornementaux); - s'assurer par des tests que les individus qui serviront d'agents sont infertiles et qu'ils ne portent pas de parasites ou de maladies.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/assujettissement	Inacceptable	
BIOLOGIQUE	<b>Manipulation de la chaîne trophique – macro invertébrés aquatiques (coléoptères)</b>	Introduction de macro-invertébrés consommateurs de plantes aquatiques dont l'action (broutage) a pour effet d'éliminer la croissance des plantes et de réduire leur flottabilité	✓	✓	✓		✓	✓	- a une sélectivité plus ou moins importante, dépendamment de l'espèce végétale visée.	- peut entraîner un changement dans les préférences alimentaires des agents introduits, qui pourraient attaquer des plantes indigènes d'intérêt; - risque d'introduction de parasites avec l'agent; - nécessite des agents dont la disponibilité est réduite au Canada; - présente un risque d'alternance entre un cycle de contrôle par les macro-invertébrés et un cycle de développement des plantes aquatiques indésirables.	✓			✓ a. 22 LQE		- consulter le Comité aviseur provincial sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques en vertu du Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques (septembre 2003) <sup>9</sup> ; - évaluer les caractéristiques du plan d'eau afin de minimiser les impacts et estimer les possibilités de succès de cette technique; - employer préférentiellement des macro-invertébrés aquatiques indigènes de la région ou du plan d'eau visé par le contrôle; - effectuer des tests pour s'assurer de la spécificité de l'agent et vérifier que les individus introduits ne contiennent pas de parasites; - les résultats obtenus à l'aide de cette méthode sont encore très variables, toutefois, un projet de recherche est en cours dans les Laurentides.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/assujettissement	Inacceptable	
BIOLOGIQUE	<b>Agents pathogènes (virus, bactérie, champignon)</b>	Ajout d'agents pathogènes dont l'action est dirigée contre un hôte spécifique et qui favorise la diminution des populations d'algues ou de plantes aquatiques visées		✓	✓		✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- limite le développement des populations de plantes aquatiques et d'algues visées sans les éliminer;</li> <li>- utilise des organismes (agents pathogènes) abondants et diversifiés;</li> <li>- vise un hôte spécifique;</li> <li>- utilise des organismes non pathogènes pour les espèces non visés;</li> <li>- facilité de dissémination et de contrôle des populations pathogènes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sont peu efficaces au Québec en raison des températures moyennes ne dépassant pas 20 °C à 23 °C.</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ a. 22 LQE</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- consulter le Comité avisur sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques en vertu du Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques (septembre 2003)<sup>9</sup>;</li> <li>- efficace sur les plans d'eau de petite superficie;</li> <li>- s'assurer de la spécificité des agents pathogènes sélectionnés;</li> <li>- vérifier les conditions d'efficacité des organismes retenus - certains organismes nécessitent une forte alcalinité de l'eau et une température supérieure à 12 °C (procédé optimal à 30 °C) pour être efficaces.</li> </ul>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/assujettissement	Inacceptable	
BIOLOGIQUE	Bio-augmentation	Injection de bactéries aérobies qui digèrent et dégradent la matière organique et modifient la forme des nutriments		✓	✓		✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduit la prolifération d'algues, augmente la transparence, élimine les odeurs et dégrade la matière organique au fond de l'eau;</li> <li>- agit de diverses façons : le phosphore est absorbé dans la paroi des cellules bactériennes, l'azote entre dans le cycle de nitrification, les nitrites et l'ammoniac sont oxydés par l'oxygène dissous.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- doit être combinée à une méthode d'aération par jet ou fontaine car les bactéries ont besoin d'oxygène;</li> <li>- nécessite des pH élevés (entre 7,5 et 9), une forte alcalinité ainsi qu'une température d'eau supérieure à 12 °C pour être efficace (procédé optimal à 30 °C);</li> <li>- a un coût d'opération élevé;</li> <li>- est peu efficace au Québec compte tenu de la température moyenne;</li> <li>- est difficile d'application sur de grandes surfaces ou de grands lacs.</li> </ul>		✓		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ a. 22 LQE</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- à considérer pour le traitement de petits plans d'eau seulement;</li> <li>- vérifier que les conditions de pH, alcalinité et température de l'eau nécessaires à l'efficacité du traitement peuvent être satisfaites.</li> </ul> <p>Note : technique mise au point pour traiter les eaux usées domestiques ainsi que les eaux de pisciculture</p>

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de poissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/assujettissement	Inacceptable	
BIOLOGIQUE	<b>Introduction de plantes allopathiques</b>	Introduction de plantes qui excrètent des substances chimiques (toxines, hormones, etc.) inhibant la croissance et la reproduction des plantes visées par le contrôle	✓	✓				✓	- peut permettre de restaurer les assemblages originels de populations.	- les facteurs d'établissement des plantes indigènes sont nombreux et pas toujours connus; - l'introduction d'espèces peut entraîner une nuisance.	✓			✓ a. 22 LQE		- consulter le Comité aviseur sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques en vertu du Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques (septembre 2003) <sup>9</sup> ; - employer des espèces indigènes; - effectuer les plantations avant la saison de croissance des plantes visées par le contrôle.
	<b>Introduction de plantes indigènes compétitrices</b>	Introduction de plantes qui entrent en compétition avec des plantes indésirables pour l'habitat et les nutriments	✓	✓				✓	- peut permettre de restaurer les assemblages originels de populations.	- les facteurs d'établissement des plantes indigènes sont nombreux et pas toujours connus; - l'introduction d'espèces peut entraîner une nuisance.	✓			✓ a. 22 LQE		- consulter le Comité aviseur sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques en vertu du Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques (septembre 2003) <sup>9</sup> ; - effectuer les plantations avant la saison de croissance des plantes visées par le contrôle.

## Annexe 2 Méthodes de contrôle des plantes aquatiques et des algues

Méthode de contrôle			Usage de l'eau à protéger ou à récupérer						Avantages	Inconvénients	Durée de l'effet de la méthode			Classement de la méthode		Conditions d'acceptation/ mesures d'atténuation
Type	Nom	Description	Prise d'eau <sup>1</sup>	Esthétique <sup>2</sup>	Baignade <sup>3</sup>	Consommation de moissons <sup>4</sup>	Accès et circulation	Vie aquatique <sup>6</sup>			Long terme	Moyen terme	Court terme	Acceptable à certaines conditions/ assujettissement	Inacceptable	
BIOLOGIQUE	Îles flottantes artificielles	Structure flottante munie d'ancrages, composée d'une matrice de polymère remplie de terreau et de plantes aquatiques dont les racines flottent dans l'eau et supportent des microorganismes qui fixent les nutriments et certains contaminants	✓	✓	✓	✓		✓	- pourrait permettre le retrait d'une certaine quantité de phosphore ou d'autres nutriments ainsi que certains métaux lourds ou d'autres contaminants.	- introduction de biomasse supplémentaire dans le plan d'eau; - si les plantes ne sont pas récoltées et les îles, retirées, elles retourneront les nutriments et les contaminants fixés dans le plan d'eau; - introduit un élément artificiel dans un plan d'eau naturel; - peut constituer un obstacle à la navigation.			?	✓ a. 22 LQE		- à considérer uniquement dans le cadre d'un projet de démonstration.

Date de mise à jour : août 2007