

Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries

**Comment les distinguer des végétaux
observés dans nos lacs et nos rivières**

2^e édition



Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries

**Comment les distinguer des végétaux
observés dans nos lacs et nos rivières**

2^e édition

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec, 2007

ISBN : 978-2-550-449122-4 (version imprimée)

ISBN : 978-2-550-49123-1 (PDF)

Référence : BLAIS, S., 2007. *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières*, 2^e édition, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-49122-4 (version imprimée), 52 p. (incluant 3 ann.).

Équipe de production

- **Auteure** (conception , coordination et rédaction)
Sylvie Blais¹
- **Identification au microscope des algues microscopiques et des cyanobactéries composant les fleurs d'eau**
Richard Cardin²
Christian Bastien²
- **Révision scientifique**
Christian Bastien²
Nathalie Brault³
Marie Chagnon⁴
Jacques Labrecque⁵
Manon Paul⁶
Denyse Phaneuf⁷
Pierre J. H. Richard⁸
Caroline Robert⁹
Louis Roy¹
Mireille Sager⁹
Warwick Vincent¹⁰
- **Révision linguistique**
Catherine Roberge¹¹
- **Mise en page**
Lyne Martineau¹
Francine Matte-Savard¹
- **Page couverture et graphisme**
Francine Matte-Savard¹

¹ Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP)

² Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MDDEP

³ Direction de santé publique de la Montérégie

⁴ Direction de santé publique Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine

⁵ Direction du patrimoine écologique et des parcs, MDDEP

⁶ Direction de santé publique des Laurentides

⁷ Institut national de santé publique du Québec

⁸ Université de Montréal

⁹ Direction des politiques de l'eau, MDDEP

¹⁰ Université Laval

¹¹ Direction des communications, MDDEP

Remerciements de l'auteure

En plus des réviseurs scientifiques de l'équipe de production, d'autres personnes du ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) m'ont fourni des commentaires utiles. Ces commentaires m'ont notamment permis de mieux adapter le guide aux besoins des citoyens. J'ai apprécié grandement les idées judicieuses et constructives de Patricia Robitaille, de la Direction du suivi de l'état de l'environnement, et de Louise Hamel de la Direction des communications. Je tiens à remercier aussi Mohamed Aber, du Pôle d'expertise hydrique, et des collègues de plusieurs directions régionales : Pierre Bellefleur, Christine Boucher, Manon Brisson, Jean Campagna, Patrick Chevette, Frédéric Chouinard, Charles Faille, Louis Faucher, Liette Fontaine, Pierre Gauthier, Jean-Michel Gouin, Guylaine Lamarre, Martin Lamontagne, Céline Leblanc, Céline Lefebvre, Daniel Lessard, Sylvain Primeau, Hélène Robert, Pascal Sarrazin, Benoît Soucy et Micheline Thibeault.

Merci également à tous les collègues travaillant au MDDEP et à l'externe qui ont accepté de partager les belles photos qui complètent ce guide. Elles s'avèrent essentielles car elles illustrent bien les différents phénomènes en milieu aquatique.

Table des matières

Introduction	1
Questions courantes	2
• Est-ce que tous les végétaux en milieu aquatique sont des algues?	2
• Les cyanobactéries sont-elles des algues?	2
• Qu'est-ce qu'une fleur d'eau de cyanobactéries?	3
• Le phosphore favorise-t-il le développement de ce genre de fleur d'eau?	5
• Pourquoi les fleurs d'eau de cyanobactéries dans les lacs ne sont-elles pas toujours visibles de la surface?	6
• Pourquoi les fleurs d'eau de cyanobactéries présentent-elles un risque pour la santé des usagers du milieu aquatique?	6
• Quels sont les usages du milieu aquatique à éviter en présence de ce genre de fleur d'eau?	7
• Puis-je consommer l'eau du robinet?	8
Fiches d'identification des fleurs d'eau et d'autres phénomènes	9
• Que comportent les fiches d'identification?	9
• Comment utilise-t-on les fiches sur le terrain?	10
 Dépôts de pollen ou de spores	12
 Fleurs d'eau de diatomées	14
 Périphyton	16
 Algues filamenteuses	19
 Algues ressemblant à des plantes aquatiques	22
 Plantes aquatiques	24
 Fleurs d'eau de cyanobactéries	28
 Fleurs d'eau de cyanobactéries à dominance de pigments rouges	34
 Fleurs d'eau d'euglènes	36
Mesures à prendre	39
• Comment rapporter la présence d'une fleur d'eau au MDDEP?	39
• Que peuvent faire les collectivités du bassin versant pour éviter ou corriger les problèmes associés aux fleurs d'eau?	39

Conclusion	40
Liste des acronymes	40
Annexe 1 Classification des cyanobactéries et des autres micro-organismes ou organismes pour faciliter leur identification	41
Annexe 2 Coordonnées des bureaux des directions régionales du MDDEP	43
Annexe 3 Constat visuel de la présence d'une fleur d'eau (formulaire)	45
Glossaire	46
Références	50

Introduction

Les fleurs d'eau de cyanobactéries en milieu aquatique s'accroissent depuis quelques années. Ces fleurs d'eau sévissent à plusieurs endroits dans le monde. Le Québec ne fait pas exception, si l'on se fie à l'augmentation des cas qui ont été observés dans les lacs et les cours d'eau et qui ont été rapportés au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

Les fleurs d'eau de cyanobactéries ont plusieurs impacts négatifs. Elles perturbent l'équilibre écologique des milieux aquatiques et détériorent leur apparence. De plus, elles peuvent affecter les activités récréotouristiques et socioéconomiques. Enfin, ces fleurs d'eau présentent un risque pour la santé publique en raison de leur potentiel irritant, allergène ou toxique. La vigilance est de mise.

Le présent guide vise donc à sensibiliser les citoyens à la problématique des cyanobactéries. Il cherche aussi à expliquer ce qu'est une fleur d'eau, et surtout, à les reconnaître sur le terrain.

Le guide explique en termes simples la nature des phénomènes observés dans des cours d'eau, des lacs ou d'autres milieux d'eau douce. Pour ce faire, les notions importantes, surtout de nature biologique, sont d'abord présentées. Ensuite, des fiches d'identification décrivent et illustrent les principaux types de fleurs d'eau et les phénomènes avec lesquels elles sont parfois confondues. Ces phénomènes se manifestent sous la forme de dépôts de pollen ou de spores ainsi que différents groupes de végétaux aquatiques. À noter que tous les mots soulignés dans le texte figurent dans le glossaire qui comporte des définitions. Chaque mot est souligné la première fois qu'il apparaît dans le texte.

Par ailleurs, des solutions sont sommairement exposées, d'une part, pour prévenir ou corriger les problèmes de fleurs d'eau ou d'autres problèmes d'eutrophisation et, d'autre part, pour savoir comment rapporter les cas de fleurs d'eau au MDDEP.

En effet, le MDDEP est responsable du *Plan d'intervention sur la gestion des fleurs d'eau de cyanobactéries au Québec*. Sur le terrain, les actions du MDDEP relèvent des directions régionales. Celles-ci agissent en étroite collaboration avec les directions de santé publique (DSP).

Globalement, le MDDEP s'occupe de confirmer la présence de fleurs d'eau dans les milieux aquatiques concernés, d'y prélever des échantillons et de les analyser. S'il y a lieu, les DSP émettent des avis de santé publique. Ces avis visent à sensibiliser la population sur les usages de l'eau à éviter, lorsqu'il y a des fleurs d'eau, et sur les risques pour la santé associés aux cyanobactéries et à leurs toxines. Les DSP lèvent ces avis lorsque l'état du milieu aquatique est redevenu sécuritaire pour les usagers.

Questions courantes

Est-ce que tous les végétaux en milieu aquatique sont des algues?

Non pas tous. Certains végétaux sont des algues et d'autres sont des plantes aquatiques. Dans le langage courant, les deux groupes sont souvent confondus, à tort, sous le nom d'« algues » malgré leurs caractéristiques différentes.

Les algues d'eau douce sont en majorité microscopiques. Cela signifie qu'une seule de ces algues, soit un individu, ne se voit pas à l'œil nu. Les algues microscopiques qui vivent librement dans l'eau constituent le phytoplancton. Celles qui recouvrent des roches ou des objets peuvent former des amas apparents : le périphyton. D'autres algues sont macroscopiques. Il s'agit des algues filamenteuses et des algues qui ressemblent à des plantes aquatiques.

Quant aux plantes aquatiques, elles sont toutes macroscopiques. De plus, ces végétaux ont des tissus spécialisés formant des parties reconnaissables : des feuilles, des tiges et des racines qui renferment des vaisseaux. Ces vaisseaux servent à transporter l'eau et les sels minéraux pour nourrir la plante. Les plantes aquatiques sont donc plus complexes et plus évoluées que les algues.

Les cyanobactéries sont-elles des algues?

Oui et non! Non, car les cyanobactéries sont classées dans le même groupe que les bactéries, lesquelles sont reconnues comme étant plus primitives que les algues (tableau suivant et annexe 1). Oui dans le sens que les cyanobactéries possèdent d'importantes caractéristiques communes avec les algues, comme des pigments dans leur cellule, ce qui leur permet de faire de la photosynthèse (tableau suivant).

Pour cette raison, les cyanobactéries sont appelées également « algues bleu vert ». L'appellation « bleu-vert » est attribuable à leurs pigments bleus (phycocyanine) et verts (chlorophylle) qui dominent chez la plupart des espèces.

Caractéristiques des cyanobactéries	
Communes aux bactéries	Communes aux algues du phytoplancton
• Organismes microscopiques • Organismes les plus primitifs (annexe 1) : ▫ Absence de <u>noyau</u> dans leur cellule ▫ Reste de la plupart des structures cellulaires assez simples	• Organismes microscopiques • Chlorophylle <i>a</i> dans la cellule : pigment permettant de faire de la <u>photosynthèse</u> et de produire de l'oxygène • Organismes vivant dans la <u>colonne d'eau</u>

Qu'est-ce qu'une fleur d'eau de cyanobactéries?

Dans des conditions favorables, par exemple en présence d'une grande quantité de phosphore, les cyanobactéries peuvent se reproduire rapidement et en abondance. Les cyanobactéries forment alors une fleur d'eau aussi appelée dans certains pays francophones « floraison » ou « efflorescence ». Le mot anglais pour désigner une fleur d'eau est *bloom*.

Une fleur d'eau correspond à une densité si importante de cyanobactéries que le phénomène est généralement visible à l'œil nu. Cette densité peut alors atteindre des dizaines de milliers à plusieurs millions de cellules par millilitre dans un milieu aquatique. Lorsqu'une fleur d'eau de cyanobactéries s'entasse à la surface de l'eau, souvent près du rivage, elle est appelée « écume ».

Les photos suivantes illustrent des exemples de cyanobactéries vues au microscope ainsi que des fleurs d'eau observées sur le terrain. Certaines fleurs d'eau envahissent toute la superficie d'un milieu aquatique. D'autres affectent seulement certains secteurs d'un plan d'eau comme des baies.

Il existe des fleurs d'eau dominées par d'autres algues du phytoplancton. Par contre, celles qu'on observe le plus souvent sont les fleurs d'eau de cyanobactéries.

Exemples d'observations

Cyanobactéries au microscope



Photo : Richard Cardin, MDDEP



Photo : Richard Cardin, MDDEP



Photo : Richard Cardin, MDDEP

Quelques espèces parmi environ 300 retrouvées au Québec. Les couleurs des cellules ne sont pas réelles. Elles ont été modifiées par le produit utilisé pour conserver les échantillons. Échelle de 10 µm (10 micromètres) = 1/100 de millimètre.

Fleurs d'eau de cyanobactéries



Photo : DR-16, MDDEP

Fleur d'eau sous forme d'écumes de différentes teintes et textures. Baie Missisquoi, septembre 2001.



Photo : Martin Mimeaut, MDDEP

Fleur d'eau mélangée dans la colonne d'eau à la suite de vents importants. Baie Missisquoi, août 2001.

Le phosphore favorise-t-il le développement de ce genre de fleur d'eau?

Oui, il est le principal responsable. En effet, les fleurs d'eau de cyanobactéries sont observées particulièrement dans des milieux aquatiques enrichis par un surplus de phosphore. Lorsqu'un lac ou un cours d'eau verdit, c'est qu'il reçoit trop de ce nutriment. Ce résultat est comparable à une pelouse qui est devenue dense et verte grâce à une bonne fertilisation!

Ainsi, la présence d'une fleur d'eau de cyanobactérie est un signe d'enrichissement ou d'eutrophisation de l'eau, tout comme la surabondance de différents types de végétaux aquatiques.

Les apports de phosphore vers le milieu aquatique peuvent provenir de différentes sources : fumier, compost ou engrais épandus sur les sols ou les pelouses, installations septiques, rejets d'eaux usées municipales ou industrielles non traitées ou insuffisamment traitées, etc.

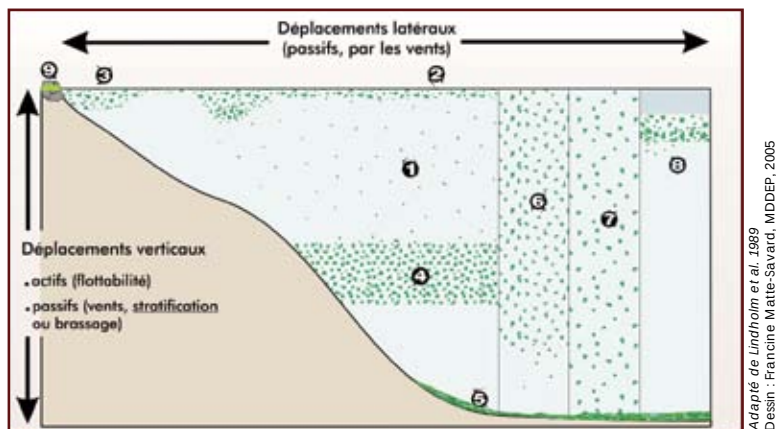
Pourquoi les fleurs d'eau de cyanobactéries dans les lacs ne sont-elles pas toujours visibles de la surface?

Certaines espèces de cyanobactéries ont la capacité de se déplacer verticalement dans la colonne d'eau. Cette capacité est appelée « flottabilité ». Elle permet aux cyanobactéries de se placer à la profondeur où des conditions telles que la quantité de phosphore ou l'intensité de la lumière sont optimales. Plus les eaux du milieu aquatique sont claires, plus les cyanobactéries sont susceptibles de migrer sur une plus grande épaisseur de la colonne d'eau à partir de la surface.

En fait, le matin, les eaux sont généralement très calmes ce qui favorise la flottabilité des cyanobactéries en surface. Lorsque les vents se lèvent suffisamment, ceux-ci brassent les eaux et dispersent verticalement les cyanobactéries dans la colonne d'eau. C'est ce déplacement vertical qui peut se produire lorsqu'une fleur d'eau tend à disparaître par exemple en après-midi et à réapparaître souvent le matin suivant. Bref, si vous ne voyez plus une fleur d'eau de la surface, cela ne signifie pas automatiquement qu'elle est absente du milieu.

La figure ci-dessous illustre neuf exemples de distribution de cyanobactéries dans un lac profond. Certaines distributions peuvent être visibles à l'œil nu à partir de la surface alors que d'autres ne le sont pas.

Exemples de localisation des cyanobactéries dans un lac profond



1 Dispersion dans la couche d'eau supérieure. 2 Fleur d'eau accumulée en surface sous la forme d'une écume lors d'une journée calme. 3 Écume de surface accumulée près du rivage ou dans une baie en raison du vent. 4 Fleur d'eau dans la couche d'eau intermédiaire (habitat préféré pour certaines espèces). 5 Accumulation de cyanobactéries sur les sédiments. 6 Dispersion sur toute la portion supérieure de la colonne d'eau durant le début du brassage automnal des eaux. 7 Dispersion sur toute la colonne d'eau durant le plein mélange des eaux au printemps (lorsque le lac « cale ») et à l'automne (lorsque les eaux refroidissent). 8 Concentration sous la couche de glace. 9 Dépôt d'écume sur le rivage pouvant résulter d'une baisse du niveau des eaux du plan d'eau ou bien pouvant avoir été apporté par les vagues.

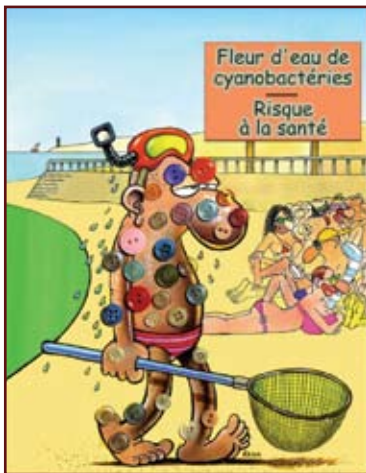
Pourquoi les fleurs d'eau de cyanobactéries présentent-elles un risque pour la santé des usagers du milieu aquatique?

Les cyanobactéries peuvent produire des toxines appelées cyanotoxines. Si les cyanobactéries ou les cyanotoxines sont trop abondantes, elles peuvent nuire à la santé des usagers.

Parmi les cyanotoxines, les endotoxines pourraient causer des irritations ou des effets allergiques. Les hépatotoxines affectent surtout le foie et les neurotoxines, le fonctionnement du système nerveux par l'intermédiaire de différents mécanismes.

Même après la mort de cyanobactéries, certaines cyanotoxines peuvent persister dans le milieu aquatique pendant quelques semaines. Par conséquent, il ne faut pas penser que la disparition de la fleur d'eau signifie

automatiquement l'élimination des risques pour la santé. Le prélèvement d'échantillons et leur analyse peuvent s'avérer nécessaires. Votre direction régionale du MDDEP et votre direction de santé publique (DSP) vérifient alors si les seuils maximums en cyanobactéries et en cyanotoxines, qui visent la protection des usages, sont dépassés ou respectés.



Adapté de l'illustration d'Edika publiée en page couverture de *Fluide Glacial* n° 278.
Modifications : Francine Motte-Savard, MDDEP, 2005

Quels sont les usages du milieu aquatique à éviter en présence de ce genre de fleur d'eau?

Vous courez des risques pour votre santé si vous **touchez ou ingérez** – volontairement ou accidentellement – de l'eau contenant trop de cyanobactéries ou de cyanotoxines. **Respirer** des vapeurs d'eau lors d'activités récréatives sur un plan d'eau contaminé de la sorte constitue aussi un risque. Pour ces raisons, vous devriez éviter :

- de pratiquer des activités comme la baignade, le ski nautique, la planche à voile, la plongée et le kayak;
- d'entrer en contact direct avec les eaux si vous vous adonnez à des activités aquatiques telles que le canot ou le pédalo. Le risque pour la santé serait moindre si le contact de la peau se limite à quelques éclaboussures d'une courte durée plutôt qu'à une baignade involontaire à la suite d'un chavirement;
- de consommer des poissons ou d'autres organismes aquatiques pêchés ou recueillis dans le milieu affecté.

De plus, il faut s'assurer qu'aucun enfant ne s'amuse dans une écume de cyanobactéries accumulée sur le bord d'un lac ou d'un cours d'eau. Les animaux domestiques ne doivent pas non plus s'y amuser ou s'y abreuver.

Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) a la responsabilité d'informer la population sur les problèmes de santé et les symptômes associés à l'exposition aux cyanobactéries. Il fournit aussi des renseignements sur les restrictions d'usage visant à prévenir de tels problèmes. Vous trouverez donc plus d'informations sur ces sujets dans le dépliant produit par ce

ministère et, le cas échéant, dans l'avis de santé publique diffusé par votre DSP. Les partenaires des DSP sont invités à distribuer et à afficher ces documents de sensibilisation. Ces partenaires sont, entre autres, les municipalités et les propriétaires de campings ou d'autres terrains riverains destinés à la population.

Puis-je consommer l'eau du robinet?

La réponse dépend du cheminement de l'eau, à partir de son lieu d'approvisionnement dans le milieu aquatique affecté par la fleur d'eau de cyanobactéries, jusqu'au robinet.

- **Prise d'eau individuelle ou privée avec ou sans traitement** : ne jamais boire cette eau même si elle est traitée. En effet, aucun système individuel de traitement n'est reconnu pour réduire suffisamment les cyanobactéries et les cyanotoxines. De plus, d'autres usages domestiques de cette eau (hygiène corporelle, cuisson d'aliments, etc.) peuvent poser un risque pour la santé et devraient donc être évités.
- **Prise d'eau municipale, station de traitement de l'eau et réseau d'aqueduc** : que l'eau soit potable ou non, cela dépend du type de traitement qu'elle a subi. Vous pouvez vous informer auprès de votre municipalité ou vérifier dans l'avis de santé publique diffusé, s'il y a lieu, par la DSP.

De plus, les puits de surface, lorsqu'ils sont situés très près d'un milieu aquatique, sont vulnérables aux infiltrations. Ils risquent alors d'être contaminés par les cyanobactéries. Dans un tel cas, il est conseillé d'appliquer les précautions énoncées précédemment pour une prise d'eau individuelle ou privée.

Fiches d'identification des fleurs d'eau et d'autres phénomènes

Pour identifier ces phénomènes sur le terrain, nous vous proposons d'utiliser les fiches d'identification (pages 10-11).

Observer ces phénomènes en se basant sur les principes de la classification du vivant peut être un atout pour vous aidez à les identifier. Si vous désirez le faire, sachez que plus un organisme est primitif, plus les structures dont il est constitué sont simples. C'est le cas des cyanobactéries. À l'opposé, plus un organisme est évolué, plus il comporte des structures complexes comme des tiges et des feuilles chez les plantes aquatiques. Le court texte et le tableau de l'annexe 1 comparent sommairement certaines caractéristiques évolutives des individus qui appartiennent à différents groupes d'organismes dont il est question dans ce guide.

Que comportent les fiches d'identification?

Certaines fiches décrivent des fleurs d'eau dont celles de cyanobactéries. D'autres se rapportent à des groupes de végétaux en milieu aquatique.

Aucune fiche ne traite spécifiquement de fleurs d'eau moins communes comme les fleurs d'eau d'algues vertes, appelées aussi chlorophycées, ou de fleurs d'eau mixtes, dominées par plus d'un groupe d'algues. Cependant, des photos de ces fleurs d'eau sont présentées dans les fiches « Fleurs d'eau de diatomées » et « Fleurs d'eau de cyanobactéries ».

Chacune des fiches est associée à au moins une gamme de couleurs du phénomène : il faut tenir compte en premier lieu de ce critère d'identification. Les fiches comportent aussi :

- d'autres caractéristiques qui constituent des critères d'identification du phénomène (apparences, profondeurs, etc.);
- des renseignements techniques comme des synonymes;
- et au besoin des renseignements pratiques (mise en garde, quoi faire, etc.).

Les photos, incluses dans les fiches, servent uniquement d'exemples pour montrer le phénomène. Pour vous aider à repérer les renseignements dans une fiche, recherchez les pictogrammes dont la signification apparaît à la page suivante.

Fiche d'identification – Format de présentation

Pictogrammes¹ et leur signification associée aux critères d'identification et aux autres renseignements techniques ou pratiques

Gamme(s) de couleurs	Nom du phénomène observé
	Synonymes vulgarisés ou scientifiques.
	Apparences dont les formes et les textures sont visibles à l'œil nu.
	Profondeurs plus probables d'observation dans le milieu aquatique (surface, colonne d'eau ou au fond).
	Vitesses de courant plus probables (lente, moyenne et rapide).
	Informations spécifiques aux saisons ² .
	Particularités écologiques ou faits surprenants.
	Caractéristiques particulières ou supplémentaires pour le distinguer des autres phénomènes.
	Risque pour la santé humaine ou la sécurité.
	Communiquez avec la direction régionale du MDDEP.
	Informations complémentaires.

¹ L'absence de certains pictogrammes dans une fiche signifie que ceux-ci ne sont pas pertinents.

² Ce pictogramme est présent lorsqu'il est nécessaire de nuancer ou de compléter le fait que les algues et les plantes aquatiques peuvent être observées du printemps jusqu'à l'automne.

Comment utilise-t-on les fiches sur le terrain?

1. Identifiez, dans le tableau suivant, la gamme de couleurs qui se rapproche le plus de la couleur du phénomène que vous regardez. Par exemple, la gamme de rouges ne se limite pas au rouge clair apparaissant dans l'encadré de la fiche. Elle comprend aussi toutes les autres teintes de rouge comme le rouge brique.

2. Observez de près le phénomène et vérifiez s'il comporte ou non des particules flottantes ou en suspension dans la colonne d'eau.
3. Repérez dans le même tableau le nom des fiches d'identification qui se rapportent à la fois à la gamme de couleurs en question et à la présence ou à l'absence de particules.
4. Consultez ces fiches. Identifiez le phénomène en comparant vos autres observations sur le terrain avec les informations incluses dans les fiches.

Critères de sélection		Nom des fiches d'identification	Page
Gamme de couleurs	Particules flottantes ou dans la colonne d'eau		
	Oui	Dépôts de <u>pollen</u> ou de <u>spores</u>	12
	Oui	Fleurs d'eau de diatomées ¹	14
	Non	Périphyton	16
	Non	Algues filamenteuses	19
	Non	Algues ressemblant à des plantes aquatiques	22
	Oui ² ou non	Plantes aquatiques	24
	Oui	Fleurs d'eau de cyanobactéries	28
	Oui	Fleurs d'eau d'euglènes ¹	36
	Oui	Fleurs d'eau de cyanobactéries	28
	Oui	Fleurs d'eau de cyanobactéries à dominance de pigments rouges ¹	34
	Oui	Fleurs d'eau d'euglènes ¹	36

¹ Les fleurs d'eau de diatomées, d'euglènes ou de cyanobactéries à dominance de pigments rouges sont des phénomènes moins souvent rapportés au Québec.

² De loin, les thalles peuvent ressembler à des particules flottantes. Si vous les observez de près, les thalles s'apparentent à des groupes de très petites feuilles. Les thalles mesurent au plus entre 0,2 à 1,3 cm.

Dépôts de pollen ou de spores



Il s'agit d'accumulations de fines particules flottantes jaunâtres d'apparence poudreuse.



Ces particules s'accumulent et flottent à la surface de l'eau. Plus tard, elles se mouillent et tombent au fond du milieu aquatique.



Les accumulations en surface sont évidentes dans les secteurs où il y a peu de courant, par exemple aux abords de lacs et d'étangs ainsi que dans les baies de ruisseaux et de rivières.



Les dépôts de *pollen* s'observent surtout au printemps, à l'orée de forêts de conifères ou de feuillus, mais aussi en été durant toute la période de floraison des autres espèces de plantes. Les dépôts de *spores* surviennent particulièrement en été et en automne.



Le pollen correspond à la semence mâle produite par les fleurs des végétaux supérieurs comme les herbacées, les arbustes et les arbres. Les spores sont produites par les plantes du groupe des ptéridophytes qui comprend, entre autres, les fougères. Les spores servent à leur reproduction.

Les grains de pollen et les spores sont naturellement enrobés de substances hydrofuges (huile, cire, etc.). Ce sont ces substances qui assurent leur flottaison pendant un certain temps.

Dépôts de pollen ou de spores



Photo : Pierre J. H. Richard, UdeM

Accumulation jaunâtre de pollen à la surface d'un étang. *Parc des Voyageurs en Outaouais ontarien (près du Québec), mai 2002*



Photo : Pierre Gauthier, MDDEP

Pollen à la surface d'un lac artificiel. *La Doré, juin 2004*



Photo : Daniel Gagnon, UQAM

Dépôt de pollen à la surface de l'eau. 2004

Fleurs d'eau de diatomées



Fleur d'eau : aussi appelée « efflorescence » ou « floraison » dans d'autres pays francophones et *bloom* en anglais.

Diatomées : bacillariophycées, algues brun doré.



Une fleur d'eau de diatomées ressemble à une suspension de particules brunâtres qui donne aux eaux une apparence turbide.



Les particules sont dispersées dans la colonne d'eau.



Une fleur d'eau de diatomées peut être observée dans un étang, un lac, une rivière à faible courant ou en aval de ces milieux.



Les diatomées sont susceptibles de proliférer assez pour former une fleur d'eau surtout au printemps, de même qu'à l'automne après le brassage des eaux dans des lacs assez profonds.



Les fleurs d'eau de diatomées ne présentent aucun risque pour la santé humaine. Toutefois, certaines fleurs d'eau mixtes incluant des diatomées peuvent contenir une densité de cyanobactéries suffisamment importante pour affecter certains usages.



Communiquez avec la direction régionale du MDDEP si vous soupçonnez la présence d'une fleur d'eau (page 39), surtout si des usages sont associés aux eaux récréatives ou à la consommation d'eau.



Le type de fleur d'eau peut être confirmé par une analyse microscopique. Au Québec, il est rare de trouver des diatomées en quantités assez importantes pour qu'elles forment des fleurs d'eau dominées seulement par ces algues. Dans ce cas, une telle fleur d'eau pourrait être confondue avec :

- les eaux naturellement brunes des milieux aquatiques de plusieurs régions du Québec. La couleur jaune-brunâtre provient alors de la matière organique dissoute dans l'eau.
- une fleur d'eau d'un autre groupe d'algues microscopiques (dinoflagellées) qui sont non toxiques en eau douce.



En quantité importante, les diatomées peuvent dégager une odeur de « poisson ».

Fleurs d'eau de diatomées



Photo : Patrick Chevrete, MDDEP

Fleur d'eau mixte composée presque essentiellement et à importance égale de diatomées et de cyanobactéries. L'abondance des cyanobactéries, mesurée en laboratoire, dépasse le seuil au-dessus duquel il existe un risque pour la santé des baigneurs et d'autres usagers du plan d'eau. *Baie Missisquoi, secteur de Venise-en-Québec, juillet 2003*

Note :

Le MDDEP ne possède aucune photo de fleur d'eau dominée par des diatomées au Québec.

Périphyton



Algues benthiques : appellation beaucoup plus rare.



Le périphyton ressemble à un amas souvent verdâtre et visqueux ayant une apparence mousseuse. Le périphyton recouvre en partie ou en totalité des plantes aquatiques, du bois, des roches ou d'autres surfaces inertes. Les algues du périphyton ne poussent pas en longueur contrairement aux algues filamenteuses.

Lorsque le périphyton est recouvert de fines matières organiques ou de sédiments, il peut être d'une couleur brunâtre. Lorsqu'il est mort et séché, il peut avoir l'aspect du papier.



Le périphyton peut être accroché à un substrat comme du ciment, des roches, des bouts de bois et parfois même sur des portions immergées de plantes aquatiques. Donc la profondeur du périphyton dépend notamment de la profondeur du substrat.



Il se trouve dans tous les milieux aquatiques principalement dans les secteurs où le courant est lent.



Le périphyton est très glissant : attention de ne pas tomber!



Lorsqu'elles sont très jeunes, les algues filamenteuses, fixées à un substrat, sont des filaments si courts qu'elles peuvent être confondues avec des algues du périphyton. Toutefois, certains auteurs considèrent que ces algues correspondent aussi à du périphyton.



« Péri » et « phyto » signifient respectivement « autour » et « plantes ». Autrement dit, ce sont des végétaux qui entourent quelque chose.

Le périphyton est essentiellement composé d'algues microscopiques et dans certains cas de cyanobactéries.

Périphyton



Photo : Sylvie Blais, MDDEP

Périphyton assez épais pour être facilement visible à l'œil nu. *Rivière Ouareau en aval de Rawdon, septembre 1993*



Photo : Antonella Cattaneo, UdeM

Périphyton, fixé sur des roches, mais recouvert de sédiments fins. *Lac Croche, Saint-Hyppolite*

Périphyton



Photo : Lise Richard, MDDEP

Périphyton ou jeunes algues filamenteuses? *Rivière Bécancour, Saint-Wenceslas, septembre 1993*

Note :

Sans information accompagnant une photo, il est parfois impossible d'identifier avec certitude le phénomène ou le type de végétaux en surabondance.



Macrophytes non vasculaires.



Ce sont des filaments minces, fragiles et verts. Certains d'entre eux ressemblent à des cheveux mêlés flottant à la surface de l'eau. D'autres, qui sont accrochés à un substrat, semblent s'étirer vers l'aval à cause du courant. Les filaments s'allongent au fur et à mesure que la saison estivale avance.



Certaines algues filamenteuses flottent à la surface. D'autres sont fixées sur un substrat dur comme des roches, du ciment ou une bûche de bois.



Les algues filamenteuses flottantes se voient surtout dans des milieux à courant nul ou faible. Cependant, celles qui sont fixées sur un substrat croissent aussi dans des milieux à courant assez rapide.



Un test simple et rapide peut être réalisé pour vérifier la présence d'algues flottantes. Plongez un bâton dans la « soupe verte » et ressortez-le ensuite de l'eau. Si de longs filaments pendent de chaque côté du bâton, il s'agit d'algues filamenteuses flottantes. Au contraire, si quelques particules restent collées sur le bâton, vous êtes peut-être en présence soit de plantes aquatiques flottantes minuscules (thalle), soit d'une fleur d'eau de cyanobactéries ou d'autres algues.

Le même test peut être réalisé en plongeant dans l'eau non pas un bâton, mais la main avec les doigts écartés. Vous devriez au préalable enfiler un gant plastifié pour vous prémunir contre les possibles effets irritants ou allergènes associés aux cyanobactéries.



Les longs filaments des algues vertes filamenteuses sont composés de milliers de cellules individuelles attachées l'une au bout de l'autre.

Algues filamenteuses



Photo : Francine Rochette, MDDEP

Algues filamenteuses dans une rivière et d'autres qui ont séché sur des pierres en bordure de l'eau.
Rivière Bonaventure (en aval de l'émissaire des étangs aérés dans la zone influencée par la marée), Bonaventure, juillet 2004



Photo : Yvon Richard, MDDEP

Algues filamenteuses fixées à des roches. 1998



Photo : MDDEP

Algues filamenteuses dont les filaments s'étirent vers l'aval avec le courant.
Rivière Boyer, 2002

Algues filamenteuses



Photo : Sylvie Blais, MDDEP

Algues filamenteuses flottant à la surface. Étang au parc des Hauts Fonds, Saint-Augustin-de-Desmaures, juillet 2004



Photo : Pierre Gauthier, MDDEP

Algues vertes filamenteuses en surface et dans la colonne d'eau. Lac Michel, Saint-David-de-Falardeau, juillet 2004

Algues ressemblant à des plantes aquatiques



Macro algues. Macrophytes non vasculaires.



Ces algues sont vertes ou gris-vert. Leur longueur peut atteindre de 4 centimètres à plus de 2 mètres.

Elles sont dépourvues de tiges, de branches ou de feuilles même si leur forme peut rappeler ces structures. Par conséquent, elles n'ont pas non plus de vaisseaux (nervures) contrairement aux plantes aquatiques.



Ces algues ont une « pseudo-tige » cylindrique sur laquelle sont fixées en verticilles des « pseudo-branches ». Pour comprendre de quoi a l'air une disposition en verticilles, il faut s'imaginer les baleines d'un parapluie comme si on le tenait à l'envers par l'extrémité de sa tige et non par le manche.

Certaines espèces peuvent s'attacher à un substrat ou à des sédiments, même si elles n'ont pas de vraies racines.

Ces algues sont visibles à de faibles profondeurs. Elles peuvent croître jusqu'à d'importantes profondeurs (de 20 à 30 mètres environ) dans des milieux aquatiques aux eaux claires. Certaines d'entre elles peuvent donc se retrouver plus en profondeur que les plantes aquatiques.



Les habitats varient selon les groupes d'espèces : eaux stagnantes (lacs, marais) ou ruisseaux aux eaux à faible courant.

Algues ressemblant à des plantes aquatiques



Photo : Nathalie La Violette, MRNF

Algues vertes macroscopiques qui forment un petit tapis sur une roche. Lac Saint-François (fleuve), 2004



Photo : Nathalie La Violette, MRNF

Exemple de fragments d'une algue verte macroscopique appelée *Chara* sp. En anglais, son nom, *stonewort*, évoque les dépôts de calcium qui peuvent recouvrir sa « pseudo-tige » et ses « pseudo-branches ». On l'appelle aussi *muskgrass*, *muskweed* ou *skunkweed*. En fait, cette algue peut dégager une odeur d'ail ou de mouffette surtout si elle est écrasée. Lac Saint-François (fleuve), 2004

Plantes aquatiques



Plantes aquatiques vasculaires, macrophytes vasculaires, macrophytes aquatiques, macrophytes et hydrophytes.



Une plante aquatique est composée d'organes comme des feuilles vertes, des tiges et des racines ayant des dimensions et des formes différentes selon les espèces.

D'autres espèces sont constituées de thalles et de racines. Les thalles ressemblent à un groupe, de minuscules feuilles vertes, sous lequel pendent de petites racines.

Les racines, tiges, feuilles et thalles incluent des vaisseaux pour la circulation de l'eau et des sels minéraux. Au niveau des feuilles ou de certains thalles, ces vaisseaux ressemblent à des nervures.

Vues de loin, les plantes aquatiques composées de thalles s'apparentent à des « particules flottantes ».

Lorsqu'elles sont regroupées dans un même secteur, les plantes aquatiques qui flottent créent des « tapis flottants » et celles qui sont enracinées forment des herbiers.



Certaines plantes vivent en surface (flottantes). D'autres sont enracinées dans le substrat. Parmi celles-ci, certaines occupent une portion de la colonne d'eau (enracinées et immergées) ou parviennent jusqu'à la surface (enracinées et flottantes). Les espèces enracinées poussent surtout en zone littorale peu profonde.

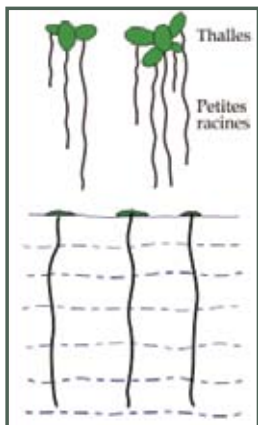


Les plantes aquatiques se trouvent naturellement dans des zones à courant nul ou faible.



Les botanistes amateurs, désireux d'identifier les espèces de plantes aquatiques, auront avantage à consulter des livres de références tels que Fleurbec (1987) et Marie-Victorin (1995).

Plantes aquatiques



Dessin : Francine Matte-Savard, MDDEP, 2005
Adapté de Marie-Victorin, 1995

Petites plantes aquatiques flottantes (lenticles d'eau). Selon les espèces, le thalle peut mesurer entre 0,3 cm par 0,2 cm à 1,3 cm par 0,3 cm. En haut : vues d'ensemble du dessus. En bas : vues de côté.



Photo : Suzanne Minville, MDDEP

Vue rapprochée et du dessus d'un amas de plusieurs petites plantes aquatiques flottantes (lenticles d'eau). *Bic, 2001*



Photo : Roger Audet, MDDEP

Vue de loin d'un « tapis flottant » de petites plantes aquatiques (lenticles d'eau). *Ruisseau Saint-Georges, 1998*

Plantes aquatiques



Photo : Patrick Chevette, MDDEP

Tapis flottant comportant de petites plantes aquatiques composées de thalles et de petites racines (lenticules). *Lac Saint-François, Sainte-Barbe, 2005*



Photo : Richard Carignan, UdeM

Type de plantes aquatiques immergées (myriophylles). *Lac Connely, Saint-Hyppolite, 20 juillet 2000*

Plantes aquatiques



Photo : Yvon Richard, MDDEP

Exemple de plantes aquatiques avec feuilles flottantes, tiges dans la colonne d'eau et racines dans le substrat (nymphées). *Lac Saint-Pierre, 1998*



Photo : Yvon Richard, MDDEP

Plantes aquatiques formant un herbier le long du littoral (sagittaires). *Lac Saint-Pierre, 1998*

Fleurs d'eau de cyanobactéries



Fleur d'eau : appelée « efflorescence » ou « floraison » dans d'autres pays francophones et *bloom* en anglais.

Cyanobactéries : algues bleu-vert, cyanophycées ou appelées erronément « algues bleues ».

BGA : abréviation anglaise qui signifie *blue-green algae*.



Les fleurs d'eau sont généralement vertes ou turquoise. Elles ressemblent souvent à :

- une « soupe » de particules comme des pois, du brocoli ou des filaments. Ces derniers peuvent rappeler des morceaux de gazon qui seraient extrêmement minces et courts. Les particules peuvent être à peine perceptibles de près. Si des particules sont collées les unes sur les autres, leur agglomération peut mesurer d'une fraction de millimètre à quelques millimètres;
- un déversement de peinture en surface ou bien à de l'écume qui s'est accumulée dans des zones plus fermées;
- un dépôt d'écume sur le rivage. De tels dépôts, qui peuvent être visqueux, ont souvent tendance à être plus bleuâtres que verdâtres.

Certaines fleurs d'eau s'étendent sur tout un plan d'eau, alors que d'autres n'affectent qu'un secteur précis, par exemple une baie dans un lac ou un tronçon de cours d'eau.



Certaines fleurs d'eau occupent uniquement la surface de l'eau. D'autres se trouvent aussi ou exclusivement dans la colonne d'eau ou dans une épaisseur de celle-ci (pages 5 et 6).



Ces fleurs d'eau se forment surtout dans des milieux aquatiques aux eaux stagnantes ou très calmes. Elles peuvent se retrouver ensuite en aval. Au Québec, on les observe principalement dans les lacs et les réservoirs, mais aussi dans certaines rivières parfois sur de longues distances.



La présence de ces fleurs d'eau nous est rapportée surtout en été et jusque tard à l'automne. Plus rarement, on les observe sous le couvert de glace lors du dégel printanier.

Fleurs d'eau de cyanobactéries



Certaines espèces de cyanobactéries ont la capacité d'ajuster leur profondeur dans la colonne d'eau. Une fleur d'eau qui flotte en surface se voit surtout le matin. Ainsi, la fleur d'eau peut sembler avoir disparu alors qu'elle se trouve simplement plus en profondeur pendant un certain temps (pages 5 et 6).

Malgré l'appellation « algues bleu-vert », certaines sont de couleur rouge (page 34).



Pour déterminer hors de tout doute qu'il s'agit d'une fleur d'eau de cyanobactéries ou d'un autre type, l'analyse d'un échantillon en laboratoire est presque toujours nécessaire.



Une fleur d'eau de cyanobactéries peut présenter des risques pour la santé des gens et des animaux. Les cyanotoxines ne sont pas visibles et certaines peuvent persister pendant des semaines dans le milieu, même après la disparition de la fleur d'eau (page 6).



Communiquez avec la direction régionale du MDDEP si vous soupçonnez la présence d'une fleur d'eau (page 39).



Des écumes ou des dépôts de couleur turquoise laissent présager fortement la présence de phycocyanine, un pigment typique des cyanobactéries.

Note pour les photos suivantes :

Une « jeune » fleur d'eau de cyanobactéries en formation est visible seulement de très près à partir de la surface. Les rayons du soleil, qui pénètrent la colonne d'eau, mettent en évidence de fines particules généralement verdâtres qui « flottent entre deux eaux ». Toutefois, elles sont trop discrètes pour que l'on réussisse à les photographier. De plus, l'apparence des fleurs d'eau - bien développées - varie grandement selon les espèces dominantes et leur abondance, l'absence ou la présence de vent, etc. Pour ces raisons, les **photos** présentées constituent seulement des **exemples** de fleurs d'eau ou d'écumes de cyanobactéries **très évidentes**.

Fleurs d'eau de cyanobactéries



Photo : Michèle Lacroix, Saint-Ferdinand

Écume en surface. Les plaques plus turquoise sont associées aux pigments bleus (phycocyanine) de cyanobactéries. *Lac William, septembre 2001*

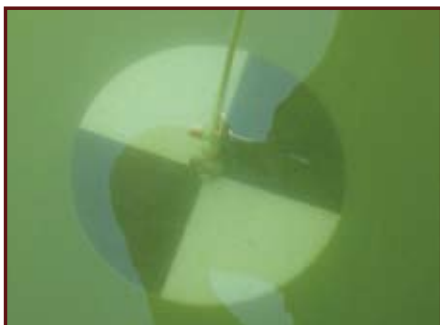


Photo : Patrick Chevrete, MDDEP

Fleur d'eau de cyanobactéries vue de près au lac Brome. *Lac Brome, septembre 2003*



Photo : Martin Guay, MDDEP

Écume de différentes espèces de cyanobactéries. *Lac à l'Anguille, Saint-Anaclet, 2004*

Fleurs d'eau de cyanobactéries



Photo : Manon Brisson, MDDEP

Fleur d'eau de cyanobactéries sous forme d'écume turquoise en surface. *Lac Victoria, Northfield, novembre 2004*



Photo : Alain Tanguay, MDDEP

Fleur d'eau, écume en surface de l'eau et dépôt d'écume de cyanobactéries sur les roches. La coloration turquoise correspond vraisemblablement à des pigments de phycocyanine de cyanobactéries. *Baie Missisquoi, novembre 2004*



Photo : Liette Fontaine, MDDEP

Fleur d'eau de cyanobactéries sous forme d'écume. *Lac Chalifoux, Bouchette, septembre 2004*

Fleurs d'eau de cyanobactéries



Photo : Jean-Louis Côté, Apeln

Fleur d'eau de cyanobactéries notamment sous forme d'écume. *Lac Nairne, Saint-Aimé-des-Lacs, septembre 2004*



Photo : Liette Fontaine, MDDEP

Fleur d'eau de cyanobactéries visible près du rivage. *Lac Chalifoux, Bouchette, 21 septembre 2004*

Note pour les photos suivantes :

Des fleurs d'eau dominées par d'autres algues que des cyanobactéries peuvent aussi être verdâtres. Les prochaines photos en montrent des exemples.



Photo : MDDEP

Fleur d'eau composée à 44 % de cyanobactéries et à 56 % de deux autres groupes d'algues du phytoplancton dont des diatomées. *Baie Missisquoi, septembre 2003*



Photo : Richard Carignan, UdeM

Fleur d'eau d'algues vertes c'est-à-dire des algues microscopiques du groupe des chlorophycées. *Rivière du Lièvre à la sortie du lac Forgeron, juillet 2000*



Photo : Patrick Chevrete, MDDEP

Exemple de fleur d'eau mixte comprenant 12 % de cyanobactéries, mais dominée à 88 % par trois autres groupes d'algues microscopiques du phytoplancton. *Baie Missisquoi, juillet 2003*

Fleurs d'eau de cyanobactéries à dominance de pigments rouges



Fleur d'eau : aussi appelée « efflorescence » ou « floraison » dans d'autres pays francophones et *bloom* en anglais. Dans la région Rhône-Alpes en France, une espèce de cyanobactéries a la couleur « lie de vin ». Sa fleur d'eau est surnommée « sang des bourguignons ». Cette espèce est aussi présente au Québec.

Cyanobactéries : algues bleu-vert, cyanophycées ou erronément appelées « algues bleues ».

BGA : abréviation anglaise qui signifie *blue-green algae*.



Ce type de fleur d'eau peut ressembler à une masse étendue et diffuse dans la glace, à des particules très fines dans l'eau ou encore à des eaux colorées ou ramagées. Elle peut être de différentes teintes de rouges, dont le rouge brique.



Dans un milieu peu profond, on peut en observer sous la glace au printemps près de la surface, ou en été sur toute la colonne d'eau. Ce genre de fleur d'eau peut aussi se développer dans la couche intermédiaire de la colonne d'eau d'un lac assez profond. À noter que certaines espèces de cyanobactéries « rouges » ont la capacité d'ajuster leur profondeur dans la colonne d'eau par flottabilité (pages 5 et 6).



La fleur d'eau se développe en l'absence de courant ou en présence d'un faible courant, comme dans un lac ou un fossé.



Peu de données sont disponibles au MDDEP. On nous a rapporté un seul cas sous la glace au printemps. La possibilité d'en observer en été ou en automne ne doit pas être exclue.



Malgré leur appellation « algues bleu-vert », ces cyanobactéries « rouges » ont plus de pigments rouges que de verts ou de bleus.



Une analyse en laboratoire est souvent nécessaire pour confirmer de quel type de fleur d'eau il s'agit.



Une fleur d'eau de cyanobactéries peut présenter des risques pour la santé des gens et des animaux. Les cyanotoxines ne sont pas visibles et certaines peuvent persister des semaines dans le milieu, même après la disparition de la fleur d'eau (page 6).



Communiquez avec la direction régionale du MDDEP si vous soupçonnez la présence d'une fleur d'eau (page 39).



Les fleurs d'eau de cyanobactéries « rouges » sont fréquentes en Europe, mais rares au Québec.

Fleurs d'eau de cyanobactéries à dominance de pigments rouges



Photo : Michel Roux, CSP

Fleur d'eau d'une espèce de cyanobactéries à pigments rouges. *Lac Bourget, France*



Photo : Michel Roux, CSP

Fleur d'eau d'une espèce de cyanobactéries à pigments rouges. *Lac Bourget, France*



Photo : Michel Roux, CSP

Fleur d'eau d'une espèce de cyanobactéries à pigments rouges. *Lac Bourget, France*



Photo : Marco Bossé, MDDEP

Fleur d'eau de cyanobactéries à pigments rouges lors du dégel printanier. *Lac Saint-Mathieu, Saint-Mathieu-de-Rioux, avril 2002*

Fleurs d'eau d'euglènes



Fleur d'eau : appelée « efflorescence » ou « floraison » dans d'autres pays francophones et *bloom* en anglais.

Euglenophyta et euglenophyceæ : noms scientifiques du groupe des euglènes.



Les fleurs d'eau d'euglènes peuvent se présenter sous la forme d'une « pellicule poudreuse » ou de particules en surface. Elles peuvent aussi ressembler à de l'antigel d'un vert vif, ou à une écume plissée. Certaines euglènes peuvent passer du vert au rouge sous l'effet d'une lumière intense. Selon l'espèce, l'euglène peut avoir une couleur rouge sang ou rouge brique.



Les euglènes vivent généralement dans des milieux peu profonds comme des étangs, mais aussi dans des lacs. Elles peuvent également occuper une mince couche d'eau au-dessus du substrat, dans un lac profond.



Les euglènes prolifèrent en milieu calme.



Le MDDEP dispose de peu de données à leur sujet. Les euglènes se développeraient probablement plus à l'été et tôt à l'automne, lorsque les conditions chimiques de l'eau leur sont favorables.



En Angleterre, certains étangs où abondent des euglènes sont appelés *traffic light ponds*. En effet, leur changement de couleur – du vert le matin au rouge en après-midi – rappelle les feux de circulation!



En plus des euglènes et de certaines cyanobactéries, quelques espèces microscopiques d'algues vertes sont curieusement rouges. (L'une d'elles peut être observée dans des bassins rocheux ou cimentés peu profonds, comme dans des baignoires d'oiseaux.) Des analyses en laboratoire peuvent s'avérer nécessaires pour s'assurer qu'il ne s'agit pas de cyanobactéries.



Les euglènes ne sont pas toxiques. Certaines fleurs d'eau d'euglènes pourraient présenter un risque pour la santé publique si elles comprenaient trop de cyanobactéries.



Communiquez avec la direction régionale du MDDEP si vous soupçonnez la présence d'une fleur d'eau (page 39).



Les euglènes se développent surtout dans des milieux très enrichis ou pollués par des concentrations élevées d'azote ammoniacal et de matières organiques.

Fleurs d'eau d'euglènes



Photo : Sylvie Blais, MDDEP

Fleur d'eau d'euglènes de couleur rouge brique.
Amas verts : algues vertes filamenteuses flottantes.
Étang au parc du Haut-Fond, Saint-Augustin-de-Desmaures, juillet 2004



Photo : Sylvie Blais, MDDEP

Échantillon de fleur d'eau d'euglènes. *Étang au parc du Haut-Fond, Saint-Augustin-de-Desmaures, juillet 2004*



Photo : Simon Mitrovic, DNR

Fleur d'eau d'euglènes en Australie

Fleurs d'eau d'euglènes



Photo : Alain Tanguay, MDDEP

Fleur d'eau dont le rouge est attribuable surtout aux euglènes mais aussi à des « algues vertes » de couleur rouge! Présence importante de cyanobactéries. *Étang de ferme en Montérégie, juillet 2004*



Photo : Alain Tanguay, MDDEP

Fleur d'eau dont le rouge vif est *probablement* causé par des euglènes et une espèce d'algue verte ayant beaucoup de pigments rouges. Sans échantillon et résultat d'analyse pour accompagner cette photo, il est impossible de déterminer avec certitude la nature de ce phénomène. *Étang de ferme en Montérégie, juillet 2004*

Mesures à prendre

Comment rapporter la présence d'une fleur d'eau au MDDEP?

Une fleur d'eau de cyanobactéries peut présenter des risques pour la santé des usagers du milieu aquatique (page 6). En vous aidant des fiches incluses dans ce guide (page 9), si vous suspectez la présence d'une fleur d'eau, nous vous invitons à rapporter cette situation sans délai à votre direction régionale du MDDEP. Les coordonnées de chacune des directions régionales se trouvent à l'annexe 2.

Rappelons que les fleurs d'eau peuvent changer d'apparence rapidement ou même disparaître temporairement. Dans ce contexte et pour intervenir, s'il y a lieu, de la façon la plus appropriée et le plus rapidement possible, nous aimerions connaître vos observations. Nous vous invitons à remplir le formulaire « Constat visuel de la présence d'une fleur d'eau » (annexe 3).

Des photos du phénomène nous seraient utiles. Si vous pouvez en prendre, ayez soin d'inclure à la prise de vue au moins un objet servant de point de repère comme un crayon, une rame ou un arbre sur la rive. De tels repères nous aideraient à mieux évaluer l'ampleur du phénomène et ses caractéristiques. Des renseignements accompagnant chacune des photos seraient aussi souhaitables (date, heure, nom du photographe, endroit précis, etc.).

Que peuvent faire les collectivités du bassin versant pour éviter ou corriger les problèmes associés aux fleurs d'eau?

Le phosphore est le principal facteur qui favorise la croissance des fleurs d'eau de cyanobactéries. Pour réussir à enrayer ces fleurs d'eau ou pour prévenir leur apparition, il faut contrôler les apports de phosphore qui parviennent jusqu'au milieu aquatique. Pour ce faire, les intervenants locaux devraient se regrouper et agir. Selon les problématiques du bassin versant, leurs actions pourraient viser à :

- réduire les apports ponctuels en phosphore qui proviennent des rejets d'eaux usées non traitées ou insuffisamment traitées et qui sont de nature domestique, piscicole ou industrielle;
- diminuer les charges diffuses en phosphore, notamment en préconisant de meilleures pratiques agricoles et forestières, une gestion plus efficace des installations septiques individuelles, l'élimination ou l'utilisation plus rationnelle de compost ou d'engrais, etc.;
- protéger, réhabiliter et revégéter les rives et les milieux humides pour minimiser le ruissellement des charges diffuses en phosphore. Les aspects à considérer pour de tels travaux sont expliqués dans des documents du MDDEP disponibles sur le Web (MDDEP, 2002b; 2002c et 2002d).

Toutes ces mesures permettront aussi de prévenir ou de réduire d'autres manifestations d'eutrophisation, notamment la prolifération d'autres algues ou de plantes aquatiques.

À noter que l'emploi d'algicides **ne doit jamais être retenu** pour contrôler les fleurs d'eau de cyanobactéries! Les algicides ont des impacts négatifs, dont celui de faire éclater les cellules de cyanobactéries. Sous l'effet de ces produits, les cyanotoxines au lieu d'être détruites sont au contraire libérées dans l'eau du milieu aquatique.

Conclusion

Avec ce guide, nous cherchons à aider toute personne qui veut distinguer les fleurs d'eau d'autres phénomènes. Il peut s'agir d'autres manifestations d'eutrophisation (surabondance d'algues filamenteuses, de périphyton, de macrophytes vasculaires) ou encore tout simplement de dépôts de pollen ou de spores.

Lorsqu'une fleur d'eau contient trop de cyanobactéries ou de cyanotoxines, elle présente un risque pour la santé humaine. Par conséquent si, après avoir consulté ce guide, vous suspectez la présence d'une fleur d'eau, veuillez rapporter sans délai la situation à votre direction régionale du MDDEP, comme on l'explique à la page 39.

Liste des acronymes

Apeln	Association pour la protection de l'environnement du lac Nairne
CSP	Conseil Supérieur de la Pêche (Brigade départementale de la Savoie, France)
DNR	Department of Natural Resources (New South Wales, Australie)
DR-16	Direction régionale du MDDEP en Montérégie
DSP	Direction de santé publique
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
UdeM	Université de Montréal
UQAM	Université du Québec à Montréal

Annexe 1

Classification des cyanobactéries et des autres micro-organismes ou organismes pour faciliter leur identification

La classification du vivant consiste à regrouper entre eux les micro-organismes ou les organismes ayant des caractéristiques similaires. Plus un organisme est primitif, plus les structures dont il est constitué sont simples. À l'opposé, plus un organisme est évolué, plus il est formé de structures complexes.

Plusieurs systèmes permettent une classification. Celle présentée dans le tableau suivant se limite aux notions générales expliquées précédemment (pages 2 à 6) et aux groupes de micro-organismes et organismes visés par ce guide. Les caractéristiques de l'individu que vous pouvez observer sur le terrain se rapportent, d'une part, à l'absence ou à la présence d'organes et, d'autre part, à sa taille. En comparant ces caractéristiques aux observations à l'œil nu, il est possible d'avoir une idée de la nature du phénomène observé. Vous pouvez vérifier ou renforcer votre constat en consultant les fiches d'identification.

Cependant, si une identification plus poussée était nécessaire, comme pour savoir s'il s'agit d'une fleur d'eau de cyanobactéries ou bien d'une fleur d'eau dominée par d'autres algues, de l'expérience dans le domaine et l'utilisation d'un microscope seraient requis.

À noter que le tableau de classification n'aborde pas la question du pollen ni celle des spores, car ce ne sont ni des organismes ni des micro-organismes. Le seul outil fourni pour identifier un dépôt de pollen ou de spores est sa fiche d'identification (page 12).

Classification des bactéries, cyanobactéries et groupes de végétaux aquatiques (algues, plantes) selon leurs caractéristiques à considérer lors d'observations au laboratoire ou sur le terrain

Classification des groupes d'individus		Caractéristiques de l'individu			
Micro-organismes primitifs	Bactéries	Au microscope		Sur le terrain	
	Cyanobactéries (algues bleu-vert)	Cellules bactériennes sans noyau	Cellules végétales avec noyau	Organes spécialisés (formés de cellules)	Taille
		✓	Non	Non	<i>Individu microscopique^c</i>
		✓ Avec caractéristiques végétales ^b	Non	Non	
		Non	✓	Non	
Organismes macroscopiques et plus évolués	Algues	Non	✓	Non, mais colonie pouvant ressembler à une mousse	<i>Colonie visible à l'œil nu^d</i>
		Non	✓	Non, mais très longs filaments	
		Non	✓	Non, mais structures d'apparence semblable à des tiges et feuilles	<i>Individu visible à l'œil nu</i>
		Non	✓		
	Plantes vasculaires ^a	Non	✓	✓ Feuilles, tiges et racines	

^a Vasculaires : vaisseaux.

^b Cellules ayant des pigments permettant de faire de la photosynthèse comme chez les végétaux.

^c Les cyanobactéries et les autres algues du phytoplancton sont des individus microscopiques. Cependant, une fleur d'eau de cyanobactéries ou d'algues, qui résulte de leur prolifération excessive, est généralement visible à l'œil nu.

^d Le périphyton est un terme qui décrit un regroupement d'algues, donc d'individus microscopiques. Le périphyton est visible à l'œil nu.

Annexe 2

Coordonnées des bureaux des directions régionales du MDDEP

Bas-Saint-Laurent et Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine

Rimouski

Téléphone : 418 727-3511

Télécopieur : 418 727-3849

Courriel : bas-saint-laurent@mddep.gouv.qc.ca

Sainte-Anne-des-Monts

Téléphone : 418 763-3301

Télécopieur : 418 763-7810

Courriel : gaspesie-iles-de-la-madeleine@mddep.gouv.qc.ca

Saguenay—Lac-Saint-Jean

Saguenay

Téléphone : 418 695-7883

Télécopieur : 418 695-7897

Courriel : saguenay-lac-saint-jean@mddep.gouv.qc.ca

Capitale-Nationale et Chaudière-Appalaches

Québec

Téléphone : 418 644-8844

Télécopieur : 418 646-1214

Courriel : capitale-nationale@mddep.gouv.qc.ca

Sainte-Marie

Téléphone : 418 386-8000

Télécopieur : 418 386-8080

Courriel : chaudiere-appalaches@mddep.gouv.qc.ca

Mauricie et Centre-du-Québec

Trois-Rivières

Téléphone : 819 371-6581

Télécopieur : 819 371-6987

Courriel : mauricie@mddep.gouv.qc.ca

Nicolet

Téléphone : 819 293-4122

Télécopieur : 819 293-8322

Courriel : centre-du-quebec@mddep.gouv.qc.ca

Estrie et Montérégie

Sherbrooke

Téléphone : 819 820-3882

Télécopieur : 819 820-3958

Courriel : estrie@mddep.gouv.qc.ca

Longueuil

Téléphone : 450 928-7607

Télécopieur : 450 928-7625

Courriel : monteregie@mddep.gouv.qc.ca

*Montréal, Laval, Lanaudière et Laurentides***Montréal**

Téléphone : 514 873-3636

Télécopieur : 514 873-5662

Courriel : montreal@mddep.gouv.qc.ca

Laval

Téléphone : 450 661-2008

Télécopieur : 450 661-2217

Courriel : laval@mddep.gouv.qc.ca

Repentigny

Téléphone : 450 654-4355

Télécopieur : 450 654-6131

Courriel : lanaudiere@mddep.gouv.qc.ca

Sainte-Thérèse

Téléphone : 450 433-2220

Télécopieur : 450 433-1315

Courriel : laurentides@mddep.gouv.qc.ca

*Outaouais***Gatineau**

Téléphone : 819 772-3434

Télécopieur : 819 772-3952

Courriel : outaouais@mddep.gouv.qc.ca

*Abitibi-Témiscamingue et Nord-du-Québec***Rouyn-Noranda**

Téléphone : 819 763-3333

Télécopieur : 819 763-3202

Courriel : abitibi-temiscamingue@mddep.gouv.qc.ca

*Côte-Nord***Sept-Îles**

Téléphone : 418 964-8888

Télécopieur : 418 964-8023

Courriel : cote-nord@mddep.gouv.qc.ca

Baie-Comeau

Téléphone : 418 294-8888

Télécopieur : 418 294-8018

Courriel : cote-nord@mddep.gouv.qc.ca

Annexe 3

Constat visuel de la présence d'une fleur d'eau (formulaire)

Date d'apparition de la fleur d'eau :			
Observations			
Date :			
Heure :			
Municipalité :			
Milieu aquatique :			
Lieu de la fleur d'eau : (adresses les plus proches ou localisation sur une carte)			
Caractéristiques de la fleur d'eau et ses impacts			
Taille approximative de la fleur d'eau :	Mètres		
Taille des particules :	Millimètres		
Couleur :			
Autres critères d'identification (exemples, page 10)			
Usages affectés (exemples, pages 9-10)			
Présence d'écume en bordure du rivage :	Oui ☐	Non ☐	
Photos :	Oui ☐	Nombre ^a :	Non ☐
Remarques personnelles :			
Identification de l'observateur			
Nom :			
Adresse :			
Téléphone :	Rés. :	Bur. :	Cell. :

Nous vous invitons à rapporter la présence d'une fleur d'eau selon une des trois façons suivantes^{b et c} :

- En tout temps** : transmettez une copie de ce formulaire par télécopieur ou par courriel à votre direction régionale du MDDEP^c.
- Durant les heures ouvrables** : téléphonez à votre direction régionale du MDDEP et demandez le responsable du dossier des cyanobactéries.
- Autres heures** : contactez Urgence-Environnement au 1 866 694-5454.

^a La description des photos serait souhaitable (lieu précis, date et nom du photographe).

^b Une version électronique de ce formulaire est disponible sur le site : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/florivlac/toxiques.htm>.

^c Les coordonnées des bureaux des directions régionales sont présentées à l'annexe 2.

Glossaire

Algues : végétal primitif non vasculaire retrouvé en milieu aquatique ou humide. Les algues sont plus évoluées que les cyanobactéries. La plupart des algues sont microscopiques. Certaines sont macroscopiques, donc visibles à l'œil nu.

Algues filamenteuses : macrophytes non vasculaires ressemblant à de longs filaments verts. Ceux-ci sont composés de milliers de cellules attachées l'une au bout de l'autre.

Bassin versant : ensemble du territoire dont les eaux se drainent vers un point donné d'un milieu aquatique, comme un lac ou l'embouchure d'un cours d'eau.

Benthique : micro-organisme ou organisme vivant au fond d'un milieu aquatique au niveau du substrat.

Chlorophycées : algues microscopiques appelées aussi algues vertes. Ces algues peuvent notamment faire partie du phytoplancton.

Colonne d'eau : masse d'eau qui se trouve entre la surface et le fond dans un milieu aquatique.

Cyanobactéries : micro-organismes classés avec les bactéries, mais ayant aussi des caractéristiques d'algues microscopiques, comme la présence de chlorophylle (pigment vert) qui leur permettent de faire de la photosynthèse.

Cyanotoxines : toxines produites par les cyanobactéries. Les trois principaux groupes de cyanotoxines sont les endotoxines, les hépatotoxines et les neurotoxines.

Diatomées : algues microscopiques appelées également bacillariophycées ou algues brun-doré. Des diatomées se retrouvent dans le phytoplancton et d'autres sont benthiques.

Endotoxine : toxine présente chez toutes les espèces de cyanobactéries. Les endotoxines pourraient être responsables d'irritations ou d'effets allergiques.

Euglènes : algues microscopiques se retrouvant dans le phytoplancton.

Eutrophisation : processus d'enrichissement et de « vieillissement » d'un milieu aquatique. Il est caractérisé par une diminution de la qualité des eaux (augmentation des nutriments comme le phosphore, baisse de la transparence et de l'oxygène dissous), une augmentation de la biomasse végétale ou algale, une modification de la communauté des poissons, etc. L'eutrophisation est un processus naturel très lent. Toutefois, il est grandement accéléré par des apports trop élevés de phosphore d'origine humaine (eaux usées sanitaires et industrielles, agriculture, ruissellement de surface accéléré par la diminution de la végétation riveraine, etc.).

Fleur d'eau : densité très importante d'algues microscopiques ou de cyanobactéries qui résulte d'une prolifération excessive de ces micro-organismes. Une fleur d'eau est généralement visible à l'œil nu alors que les algues ou les cyanobactéries qui la composent ne le sont pas. Une fleur d'eau est appelée aussi efflorescence ou floraison dans d'autres pays francophones et *bloom* en anglais.

Hépatotoxine : toxine pouvant affecter notamment le foie à différents degrés. Chez les cyanobactéries, seules certaines espèces peuvent produire des hépatotoxines.

Herbier : densité importante de plantes aquatiques dans un même secteur, souvent en zone littorale.

Macrophyte : végétal « macroscopique » donc visible à l'œil nu. Certains macrophytes sont vasculaires et d'autres pas. Le synonyme de macrophyte vasculaire est plante aquatique.

Macroscopique : individu ou organisme suffisamment gros pour être visible à l'œil nu.

Matières organiques : particules résultant de la décomposition de micro-organismes ou d'organismes morts (plantes et animaux).

Microscopique : individu ou organisme trop petit pour être visible à l'œil nu. Il est donc visible seulement au microscope (micro-organisme).

Neurotoxine : toxine pouvant affecter le fonctionnement du système nerveux par différents mécanismes. Chez les cyanobactéries, seules certaines espèces peuvent produire des neurotoxines.

Noyau : organite se trouvant environ au centre de la cellule. Le noyau comprend, entre autres, le matériel génétique comme l'ADN. Chez les algues et les organismes plus évolués, le contenu du noyau est circonscrit par une membrane. Les micro-organismes du groupe le plus primitif, soit les bactéries et les cyanobactéries, n'ont pas de noyau. Aucune membrane ne limite leur matériel génétique qui est donc plus diffus dans le centre de la cellule.

Nutriment : éléments chimiques servant de nourriture. Il s'agit notamment de l'azote (N) et du phosphore (P). Tout comme une pelouse verdit davantage en présence d'engrais contenant notamment du N et du P, les algues prolifèrent lors d'un apport supplémentaire de ces éléments dans le milieu aquatique.

Organe : chez une plante aquatique, il s'agit d'une partie distincte comme une racine, une tige ou une feuille. Un organe est formé de tissus, donc de cellules.

Périphyton : amas souvent verdâtre recouvrant partiellement ou totalement un substrat, comme des roches, du bois ou des plantes en milieu aquatique. Le périphyton est formé d'algues microscopiques et dans certains cas, de cyanobactéries.

Photosynthèse : processus par lequel du gaz carbonique plus de l'eau, en présence d'énergie lumineuse comme le soleil, donne du glucose soit un sucre. Ce processus est à la base de la vie et du développement des cyanobactéries, des algues et des végétaux supérieurs (plantes aquatiques, plantes terrestres comme des herbacées, des arbustes ou des arbres).

Phycocyanine : pigment bleu présent dans les cellules des cyanobactéries.

Phytoplancton : ensemble des algues microscopiques vivant dans l'épaisseur de la colonne d'eau, d'un milieu aquatique, où la lumière est suffisante pour faire de la photosynthèse. Des chlorophycées, des cyanobactéries et des diatomées sont des exemples d'algues pouvant composer le phytoplancton.

Plante aquatique : végétal très évolué composé de feuilles (ou de thalles), généralement de tiges ainsi que de racines. Ces structures comprennent des vaisseaux. Ces derniers ont l'apparence de nervures au niveau des feuilles. Ces vaisseaux servent à transporter l'eau et les sels minéraux nécessaires à la croissance de la plante. En raison de leurs vaisseaux, les plantes aquatiques sont des macrophytes vasculaires.

Pollen : ensemble de grains microscopiques produits par les étamines (éléments mâles des végétaux à fleurs). Ils sont transportés par le vent ou par les insectes. Les grains de pollen germent sur le stigmate du pistil (élément femelle des fleurs) pour assurer la fécondation des ovules et ensuite produire les fruits et donc les graines des végétaux supérieurs.

Ptéridophytes : groupe de plantes vasculaires terrestres se reproduisant par des spores. Ce groupe comprend entre autres les fougères.

Sédiments : l'équivalent du sol, mais dans le fond d'un milieu aquatique. Les sédiments peuvent comprendre des matières organiques, des cailloux, des roches, du limon, etc.

Spore : élément composé d'une seule cellule. Les spores sont produites par les bactéries, les champignons, les végétaux inférieurs (comme les mousses) et les ptéridophytes. Les spores permettent la dispersion des individus et aussi leur résistance aux conditions défavorables. La spore germe ensuite pour former un individu « adulte ». Les spores des ptéridophytes (fougères, prêles et lycopodes) sont semblables aux grains de pollen; ils produisent des dépôts jaunâtres sur les plans d'eau calmes.

Stratification (thermique) : processus, dans les lacs et réservoirs, se traduisant par une superposition de couches d'eau de températures et de densités différentes. Dans des milieux profonds, trois couches sont généralement présentes en été. La couche supérieure est la plus chaude et celle du fond est la plus froide. À l'automne, cette stratification se défait avec le refroidissement des eaux. La température devient uniforme sur toute la colonne d'eau. En hiver, une couche de glace recouvre une couche d'eau très froide. Au printemps, en langue populaire, on dit : le lac « cale ». Cela signifie que la glace fond, les eaux se réchauffent et se mélangent jusqu'à l'obtention d'une même température sur toute la colonne d'eau.

Substrat : surface, substance ou milieu sur lesquels croissent des organismes. Cette surface peut être vivante telle qu'une plante ou inerte comme une roche. Les sédiments peuvent aussi être associés à un substrat.

Thalle : corps végétal vert ne comprenant pas de différenciation ou distinction claire entre les feuilles, les tiges ou les racines. Les thalles sont présents chez de petites plantes aquatiques de la famille des lemnacées comme les lentilles d'eau. Chez ces dernières, les thalles ne présentent pas de différenciation claire entre les feuilles et la tige.

Usages : par ce mot on entend toutes les utilisations et les activités associées au milieu aquatique, ainsi que les lieux où ils se déroulent. Exemples : prise d'eau municipale, prise d'eau individuelle, activités récréatives comme la baignade, plage municipale, parc riverain avec accès au milieu aquatique, animal qui s'abreuve dans le milieu, etc.

Vasculaire : se rapporte à des vaisseaux. Les racines, tiges et feuilles des plantes vasculaires comprennent des vaisseaux ou conduits cylindriques pour faire circuler l'eau et les sels minéraux dont elles ont besoin pour vivre, croître et se reproduire. Au niveau des feuilles, ces vaisseaux ressemblent à des nervures.

Verticille : disposition de feuilles ou d'autres structures végétales partant de la même hauteur, autour d'un axe comme une tige. Pour comprendre de quoi a l'air une disposition en verticilles, il faut s'imaginer les baleines d'un parapluie comme si on le tenait à l'envers, par l'extrémité de sa tige et non par le manche.

Zone littorale : zone du milieu aquatique bordant la rive. Cette zone est peu profonde et généralement étroite. Elle est plus large lorsque les fortes profondeurs de la colonne d'eau débutent loin de la rive.

Références

AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA, 2003. « Les algues, les cyanobactéries et la qualité de l'eau », dans le site *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, [En ligne]. http://www.agr.gc.ca/pfra/water/algcyano_f.htm (page consultée le 17 mai 2004).

BIGGS, B. J. F., 2000. *New Zealand Periphyton Guideline: Detecting, Monitoring and Managing Enrichment of Streams*, Ministry for the Environment, NIWA, Christchurch, 122 p.

CHORUS, I et J. BARTRAM (éd.), 1999. *Toxic Cyanobacteria in Water; A guide to their public health consequences, monitoring and management*, World Health Organization, E & FN Spon, New York, 416 p. [En ligne]. [http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/toxiccyanbact/en/].

FLEURBEC, 1987. *Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières; Guide d'identification Fleurbec*, Saint-Augustin, Portneuf, Québec, 400 p.

GROUPE SCIENTIFIQUE SUR L'EAU, 2004. *Cyanobactéries et cyanotoxines (eau potable et eaux récréatives)*, Institut national de santé publique du Québec, 19 p. [<http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/198-CartableEau/>].

GROUPE SCIENTIFIQUE SUR L'EAU, 2005. *Propositions de critères d'intervention et de seuils d'alerte pour les cyanobactéries*, Unité santé et environnement, Direction risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique du Québec, 4 p. [<http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/348-CriteresInterventionCyanobacteries.pdf>].

JACQUET, S., J.-F. BRIAND, C. LEBOULANGER, C. AVOIS-JACQUET, L. OBERHAUS, B. TASSIN, B. VINÇON-LEITE, G., PAOLINI, J.-C. DRUART, O. ANNEVILLE, et J.-F. HUMBERT, 2005. "The proliferation of the toxic cyanobacterium *Planktothrix rubescens* following restoration of the largest natural French lake (Lac du Bourget)", *Harmful Algae*, vol. 4, p. 651-672.

LINDHOLM, T., J. E. ERIKSSON et J. A. O. MERILUOTO. 1989. "Toxic Cyanobacteria and Water Quality Problems – Examples from a Eutrophic Lake on Åland, south west Finland", *Wat. Res.*, vol. 23, n°4, p. 481-486.

MARIE-VICTORIN, Fr., 1995. *Flore laurentienne*, Troisième édition mise à jour et annotée par L. Brouillet et I. Goulet, Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 1 083 p.

MDDEP, 2002a. « Fleurs d'eau de cyanobactéries–Lacs, réservoirs et cours d'eau », dans le site du *ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du gouvernement du Québec*, [En ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/index.htm (page consultée en mars 2006).

MDDEP, 2002b. « Vos lacs et cours d'eau—Une richesse collective à préserver », dans le site du *ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du gouvernement du Québec*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/richeesse/index.htm> (page consultée en mars 2006).

MDDEP, 2002c. « Votre cours d'eau—Une valeur à préserver en milieu agricole », dans le site du *ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du gouvernement du Québec*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/agricole/index.htm> (page consultée en mars 2006).

MDDEP, 2002d. « Entrepreneurs, avant d'intervenir près d'un lac, d'un cours d'eau ou d'un milieu humide... renseignez-vous! », dans le site du *ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du gouvernement du Québec*, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/entrepreneur/index.htm> (page consultée en mars 2006).

MITROVIC, 1997. *What scum is that? Algal Blooms and Other Similar Prolific Plant Growth*, Department of Land and Water Conservation, Australia, 24 p.

MSSS, 2006. *Les cyanobactéries dans l'eau que faire?*, ministère de la Santé et des Services sociaux, [En ligne]. <http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnementale.html> (page consultée en avril 2006).

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE, 2005. « Le grand dictionnaire terminologique », dans le site de l'*Office québécois de la langue française*, [En ligne]. [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp]. (dernière mise à jour : 12 août 2005).

POULIN, M., P. B. HAMILTON et M. PROULX, 1995. « Catalogue des algues d'eau douce du Québec, Canada », *The Canadian Field-Naturalist*, vol. 109, n°1, p. 27-110.

PRESCOTT, G. W., 1976. *How To Know The Freshwater Algae*, Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, 348 p.

RICHARD, P. J. H., 15 mars 2005. (pierre.richard@UMontreal.ca), *Questions p/r à des dépôts de pollen*, [Courriel], (sylvie.blais@mddep.gouv.qc.ca).

RITEAU, 2005. « SACYTOX – Prototype de système d'alerte pour les proliférations de cyanobactéries toxiques dans les lacs : diagnostic et prévision », RITEAU : Réseau de Recherche et d'innovation technologique « Eau & technologie de l'environnement, Projet de recherche financé en partie par le ministère de l'Écologie et du Développement durable, dans le site SACYTOX, [En ligne]. www.sacytox.org (page consultée en août 2005).

SMITH, G. M., 1950. *The Fresh-water Algae of the United States*, McGraw-Hill Book Company, Second Edition, Toronto, 719 p.

VINCENT, W., 2005a. Professeur à l'Université Laval, Conversations téléphoniques avec Sylvie Blais, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 23 février 2005.

VINCENT, W., 2005b. Professeur à l'Université Laval, Conversations téléphoniques avec Sylvie Blais, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 21 décembre 2005 .

WETZEL, R. G., 2001. *Limnology; Lake and River Ecosystems*, Third Edition, Academic Press, An Elsevier Science Imprint, New York, 1 006 p.

WEHR, J. D. et R. G. SHEATH. Ed. 2003. *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*, A Volume in the Aquatic Ecology Series, Academic Press, New York, 918 p.

WHITTON, B. A. et M. POTTS (éd.), 2000. *The Ecology of Cyanobacteria; Their Diversity in Time and Space*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 669 p.

WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF ECOLOGY, 2005. "An On-line Version of an Aquatic Plant Identification Manual for Washington's Freshwater Plants", dans le site *Washington State Department of Ecology: Water Quality Program*, [En ligne]. <http://www.ecy.wa.gov/programs/wq/plants/plantid2/index.html> (page consultée le 7 septembre 2005).



Pour tout renseignement, vous pouvez communiquer avec le Centre d'information du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs :

Téléphone : (418) 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : (418) 646-5974

Courriel : info@mddep.gouv.qc.ca

Internet : www.mddep.gouv.qc.ca

**Développement durable,
Environnement
et Parcs**

Québec 

 Ce papier contient 30 % de fibres recyclées après consommation. 6746-06-07