



**HAL**  
open science

# Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes

Christophe Laplace-Treyture, M.C. Peltre, E. Lambert, S. Rodriguez, J.P.  
Vergon, Christian Chauvin

## ► To cite this version:

M.C. Peltre, E. Lambert, S. Rodriguez, J.P. Vergon, Christian Chauvin (Dir.). Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes : Guide pratique de détermination générique des algues macroscopiques d'eau douce. Irstea, pp.204, 2014, 978-2-9551251-0-6. hal-02600764

**HAL Id: hal-02600764**

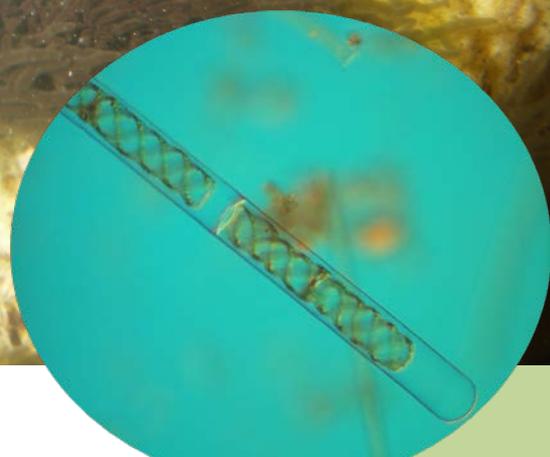
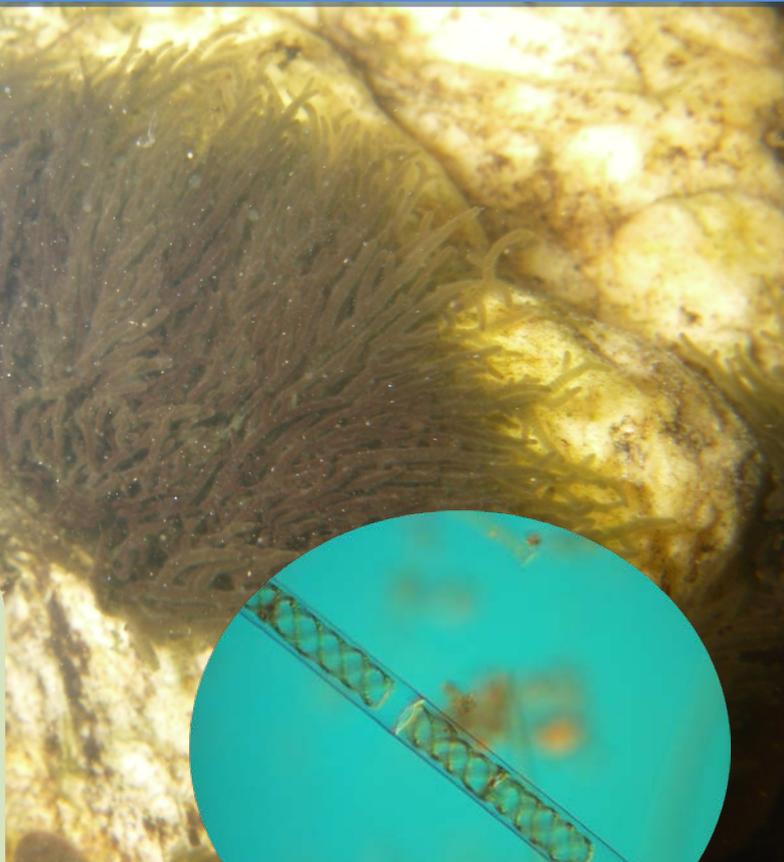
**<https://hal.inrae.fr/hal-02600764>**

Submitted on 16 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes



Christophe Laplace-Treytore  
Marie-Christine Peltre  
Élisabeth Lambert  
Sylvaine Rodriguez  
Jean-Paul Vergon  
Christian Chauvin





avec

le soutien financier de l'ONEMA

# Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes

Ouvrage réalisé par

Christophe LAPLACE-TREYTURE

Marie-Christine PELTRE

Élisabeth LAMBERT

Sylvaine RODRIGUEZ

Jean-Paul VERGON

Christian CHAUVIN

Cestas

décembre 2014

Cet ouvrage doit être référencé comme suit :

Laplace-Treyture C., Peltre M.C., Lambert E., Rodriguez S., Vergon J.P., Chauvin C., 2014. *Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes*. Version électronique (pdf). Les Éditions d'Irstea Bordeaux, Cestas, 204 p.



Christophe Laplace-Treyture<sup>1</sup>, Marie-Christine Peltre<sup>2</sup>, Élisabeth Lambert<sup>3</sup>, Sylvaine Rodriguez<sup>4</sup>, Jean-Paul Vergon<sup>5</sup>, Christian Chauvin<sup>1</sup>

*Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes*

Maquettage et mise en forme

Christophe Laplace-Treyture

Version électronique - *pdf*

Les Éditions d'Irstea Bordeaux

ISBN : 978-2-9551251-1-6

Dépôt légal Février 2015

© Christophe Laplace-Treyture, Marie-Christine Peltre, Élisabeth Lambert, Sylvaine Rodriguez, Jean-Paul Vergon, Christian Chauvin, 2014.

*Édition révisée et enrichie du « Guide pratique de détermination générique des algues macroscopiques d'eau douce », Sylvaine Rodriguez et Jean-Paul Vergon, Ministère de l'Environnement, 1996.*

Photos de la couverture : *Stigeoclonium* et détail de *Spirogyra*, C. Laplace-Treyture ; *Batrachospermum*, C. Chauvin. Cours d'eau avec *Vaucheria*, Jean-Luc Matte ; *Chara globularis*, Bruno Lambert.

---

Affiliations des auteurs :

<sup>1</sup>- Irstea, UR REBX, Unité de Recherche Réseaux, Épuración et Qualité des Eaux, 50, avenue de Verdun, F-33612 CESTAS Cedex, France.

<sup>2</sup>- Université de Lorraine / CNRS UMR 7360, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC), Campus Bridoux, UFR Sci Fa, 8 rue du Général Delestraint, F-57070 METZ Cedex, France.

<sup>3</sup>- Université Catholique de l'Ouest (UCO), Pôle de Recherche, Département Sciences et Technologies, 3, Place A. Leroy, BP 10808, F-49008 ANGERS cedex 01, France.

<sup>4</sup>- Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Franche-Comté. TEMIS - Technopole Microtechnique et Scientifique, 17E rue Alain Savary - BP 1269 25005 BESANÇON Cedex, France.

<sup>5</sup>- 2, rue des Tilleuls 25170 CHAUCENNE, France.

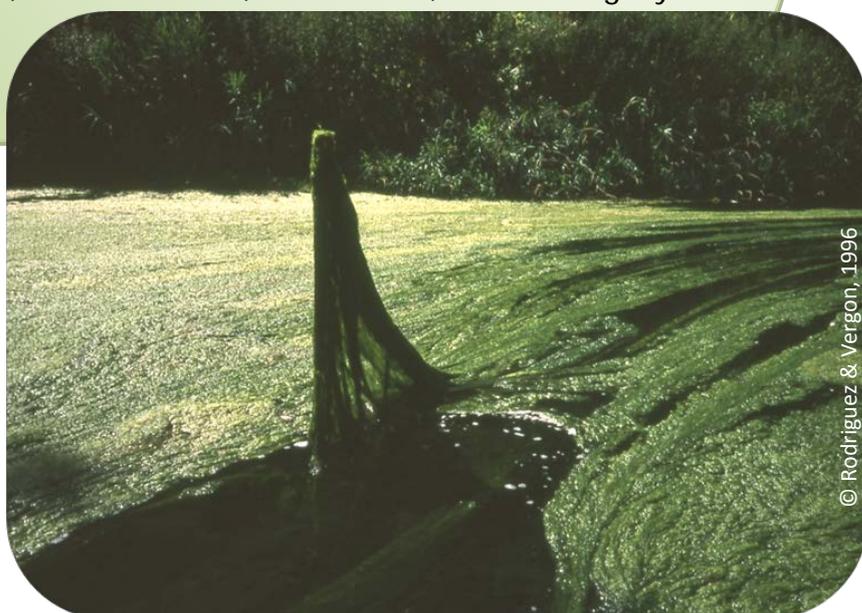
## REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet ouvrage tiennent à remercier la DREAL Franche-Comté pour avoir permis l'accès à la version originale du « *Guide de détermination des algues macroscopiques d'eau douce* » (1996) et autorisé sa réédition avec mise à jour et compléments. Il a été possible, grâce à cela, de bénéficier des nombreux documents iconographiques de la première édition.

Ils remercient également Karine Ancrenaz, Gwilherm Jan et Laurence Masson pour l'aide apportée dans la réalisation du contenu des fiches génériques et Philippe Camoin et Bruno Lambert pour la création de certaines illustrations et dessins de cet ouvrage.

De même ils remercient Vincent Bertrin, Henri Beuffe, Vincent Bouchareychas, Laurent Bourgoïn, Michel Coste, Alain Couté, Nathalie Dubost, Aline Fare, David Heudre, Nicolas Pipet, Marie Pons pour avoir fourni, pour certains genres, des photos complémentaires très illustratives.

Enfin que soient remerciées les personnes du comité de relecture qui ont apporté leur regard extérieur et leurs conseils judicieux sur le document : Gilles Bailly, Odile Cortial, Alban Gerbault, Marie Guiot, Laurent Legeay et Jean-Luc Matte.



© Rodriguez & Vergon, 1996

## SOMMAIRE

PRÉAMBULE.....	6
1. INTRODUCTION .....	9
2. ORGANISATION ET CLASSIFICATION .....	11
3. ÉLÉMENTS DE BIOLOGIE GÉNÉRALE.....	12
3.1. MODE DE NUTRITION.....	12
3.2. REPRODUCTION ET CYCLES DE DÉVELOPPEMENT .....	13
3.2.1. Reproduction asexuée.....	13
3.2.2. Reproduction sexuée .....	13
3.2.3. Cycles de développement ou alternance de générations.....	14
3.3. ÉLÉMENTS DE MORPHOLOGIE .....	15
4. ÉLÉMENTS D'ÉCOLOGIE.....	15
4.1. FACTEURS CLIMATIQUES.....	16
4.1.1. Éclairement .....	16
4.1.2. Température.....	16
4.1.3. Influence saisonnière et interannuelle .....	17
4.2. TYPE ET QUALITÉ D'EAU .....	17
4.3. CONDITIONS HABITATIONNELLES .....	18
4.3.1. Substrat .....	18
4.3.2. Vitesse de courant.....	19
4.3.3. Hauteur d'eau.....	19
4.4. SITUATION AU SEIN DE L'ÉDIFICE BIOLOGIQUE .....	19
5. RÉCOLTE, CONSERVATION ET TECHNIQUES D'OBSERVATION.....	20
5.1. RÉCOLTE DES ÉCHANTILLONS.....	20
5.2. SUBSTRATS ÉCHANTILLONNÉS .....	21
5.3. RÉFÉRENCIEMENT DES ÉCHANTILLONS .....	21
5.4. TRANSPORT ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS .....	22
5.5. EXAMEN DE L'ÉCHANTILLON.....	22

6. CLÉ DE DÉTERMINATION .....	24
6.1. CLÉ GÉNÉRALE .....	26
6.2. ALGUES VERTES : ORDRE DES CHARALES (= CHAROPHYTES s.s.), UNE FAMILLE : CHARACEAE .....	27
6.3. ALGUES VERTES : EMBRANCHEMENTS DES CHLOROPHYTA ET CHAROPHYTA .....	29
6.4. ALGUES ROUGES : EMBRANCHEMENT DES RHODOPHYTA .....	35
6.5. ALGUES BRUNES ET JAUNES : EMBRANCHEMENT DES HETEROKONTOPHYTA.....	37
6.6. ALGUES BLEUES : EMBRANCHEMENT DES CYANOBACTERIA .....	40
6.7. BACTÉRIES ET CHAMPIGNONS FILAMENTEUX : EMBRANCHEMENTS DES PROTEOBACTERIA ET OOMYCOTA .....	43
7. FICHES GÉNÉRIQUES.....	44
GLOSSAIRE .....	158
GLOSSAIRE ILLUSTRÉ .....	168
ANNEXES.....	176
Annexe 1 : modes de reproduction et cycles de développement .....	176
Annexe 2 : répartition du nombre de taxons d'algues dans les différents embranchements d'après De Reviere (2002, 2003) et Guiry <i>et al.</i> (2013). Seules les familles concernées par ce guide sont détaillées.....	178
Annexe 3 : conservateurs, colorants et traitement employés en algologie .....	180
BIBLIOGRAPHIE.....	185

## PRÉAMBULE

En 1996, la Direction régionale de l'environnement de Franche-Comté publiait le « *Guide pratique de détermination générique des algues macroscopiques d'eau douce* », réalisé par Sylvaine Rodriguez et Jean-Paul Vergon (Rodriguez et al., 1996). Cet ouvrage, conçu dans un esprit opérationnel, était principalement destiné aux agents confrontés aux problèmes de prolifération algale dans les cours d'eau. Répondant à un besoin qui n'était alors couvert par aucun document accessible à vocation pratique, il a immédiatement constitué la référence pour des usages d'identification des genres d'algues macroscopiques sur des critères accessibles aux non spécialistes.

Depuis, le succès de ce guide a fait apparaître d'autres besoins. En premier lieu celui de sa réédition, puisque l'édition initiale a été épuisée en quelques années. Ensuite celui de poursuivre ce travail en l'adaptant au nouveau contexte d'utilisation des macrophytes comme un « élément de qualité biologique » que la DCE (Directive cadre européenne sur l'eau, 2000), mise en œuvre à partir de 2004 dans la législation française, a rendu obligatoire dans les programmes de surveillance de l'état écologique des cours d'eau<sup>1</sup>.

La mise en œuvre des protocoles hydrobiologiques dans les réseaux de surveillance nationaux nécessite des documents techniques d'accompagnement. Ces derniers doivent répondre à la fois à un besoin d'accessibilité et à celui d'un cadrage méthodologique, pour une application en routine du protocole standardisé de l'Indice Biologique Macrophyte en Rivière - IBMR (2003).

L'objectif de la mise à jour du guide de détermination des algues d'eau douce s'inscrit principalement dans ce contexte désormais plus large : portée biogéographique couvrant l'ensemble du territoire national, mise à jour des appellations taxinomiques, prise en compte des procédures de qualification des données recueillies dans les réseaux de mesure, support à la formation professionnelle des opérateurs, constitution d'un référentiel opérationnel sur un des groupes biologiques utilisés en routine comme bioindicateurs.

Bien que les besoins actuels en matière de détermination pratique des algues macroscopiques d'eau douce soient fortement conditionnés par la mise en œuvre des programmes de surveillance DCE, un tel ouvrage reste bien entendu utile à toutes les autres utilisations qui étaient envisagées initialement, par les agents des organismes publics ou privés qui ont à s'intéresser aux algues macroscopiques des cours d'eau : gestionnaires de milieux aquatiques, instances de la pêche, enseignants et formateurs en écologie aquatique, gestionnaires d'installations confrontés aux aléas du fonctionnement ou du

---

<sup>1</sup> Arrêtés ministériels « surveillance » et « évaluation » de janvier 2010 et leurs textes modificatifs ultérieurs

dysfonctionnement biologique des cours d'eau.

La conception efficiente du guide de 1996 et le travail important réalisé cette année là pour réaliser cet ouvrage ont naturellement incité, 18 ans plus tard, à se baser sur ce document pour élaborer un guide actualisé et adapté.

Cette actualisation, qui reprend de nombreux éléments de l'ouvrage initial, porte donc principalement sur le complément des taxons présentés et des clés d'identification, afin de couvrir l'ensemble des genres potentiellement rencontrés en France métropolitaine lors de l'application du protocole standardisé de relevé macrophytique, tel qu'il est décrit dans la norme française d'octobre 2003.

Ce document intègre également la mise à jour taxinomique pour un certain nombre de groupes dont la classification a évolué, des compléments d'informations sur des aspects mieux connus de leur écologie, ainsi que le lien avec les ouvrages, documents ou publications scientifiques parus ces dernières années.

Ce travail de révision a été initié dans le cadre du programme d'Aquaref<sup>2</sup> coordonné par Irstea, visant à élaborer les outils d'application des méthodes hydrobiologiques préconisées dans les programmes DCE.

Il a été réalisé en partenariat avec la DREAL de Franche-Comté afin d'assurer la continuité avec la première édition du guide.

Les auteurs qui ont réalisé ce travail de révision collaborent depuis plusieurs années au sein du GIS (Groupement d'Intérêt Scientifique) *Macrophytes des eaux continentales*, réseau regroupant la plupart des scientifiques français travaillant sur des thèmes concernant les macrophytes aquatiques.

---

<sup>2</sup> AQUAREF, laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques, est un consortium de cinq établissements publics, créé pour assurer l'appui aux pouvoirs publics en matière de mise en œuvre méthodologique des programmes de surveillance DCE.

## A l'origine, une chronique franc-comtoise...

Dès la fin des années 80, l'eutrophisation était devenue une priorité sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse (Poussard et al., 1988), dans lequel les cours d'eau du karst jurassien et de la plaine de Saône étaient tout particulièrement atteints (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 1996, 2000). Comme le justifiaient Sylvaine Rodriguez et Jean-Paul Vergon, la vocation géographique du guide, circonscrite aux cours d'eau de Franche-Comté, était motivée par l'ancienneté du syndrome de prolifération algale dans les eaux de surface franc-comtoises, d'autant plus visible dans cette région de moyenne montagne que les lacs et cours d'eau y sont généralement clairs et frais. Même sans remonter à l'épisode du *sang des Bourguignons* du lac de Morat en 1825, qui fit passer un phénomène de bloom cyanobactérien à la légende, l'histoire régionale est riche en événements liés à ces proliférations :

*« La première description du phénomène remonte au printemps de 1967, pour une fleur d'eau à spirogyre dans le lac de Saint-Point. Cette situation est relayée depuis en rivière, dans les lacs et les étangs, par des épisodes exubérants, d'intensité variable selon les conditions hydroclimatiques. Elle est régulièrement amplifiée dans le temps et l'espace depuis 1980 ; la chronologie des événements les plus marquants témoigne de la permanence du phénomène dans une province aquatique où la fertilité de l'eau est une chance, mais également un risque.*

*En Franche-Comté, ce risque, analysé depuis plus de vingt ans, fut à l'origine de la mise en place de l'opération « Sauvetage du Doubs » en 1975. L'effort d'assainissement (collecte et traitement) consenti dès cette époque, s'est traduit par un abattement des charges carbonées et toxiques à l'aval des plus importants foyers de pollution.*

*Les énormes tonnages d'algues filamenteuses produits sur certaines portions du réseau hydrographique franc-comtois témoignent des nouvelles cibles que doivent impérativement viser les programmes de lutte contre la pollution des eaux de surface par les nitrates et les phosphates. L'étude des macro-invertébrés benthiques a accompagné la reconquête de systèmes aquatiques de surface, qui ne se poursuivra pas sans l'étude des algues. »*

Bien que, depuis l'écriture de ces lignes, l'amélioration du traitement des rejets domestiques et la mise aux normes des installations d'élevage et des pratiques agricoles aient conduit à une amélioration de la situation des cours d'eau, l'eutrophisation a encore, à plusieurs reprises, défrayé les chroniques. Citons en particulier les crises trophiques qu'a connues la Loue, rivière emblématique de ces cours d'eau salmonicoles à fort enjeu patrimonial et sociétal, relayées par la voix des associations d'usagers et des médias régionaux et nationaux.



© Rodriguez & Vergon, 1996

## 1. INTRODUCTION

Bien que, dans l'imaginaire collectif, l'image des algues soit principalement attachée à la mer, ce terme d'« algues » désigne souvent les plantes aquatiques en général, dans le langage courant des usagers des cours d'eau et des plans d'eau. Il a d'ailleurs souvent une acception négative, synonyme de nuisance aux activités, ou une déconsidération des milieux en question : la prolifération d'« algues » gêne les pêcheurs, colmate les crépines et les prises d'eau, empêche de se baigner, limite la navigation des petites embarcations de loisir, forme des tapis qui dérivent et s'accumulent en amas peu engageants sur les seuils et les blocs. Cette méconnaissance des milieux aquatiques, traduite par cette perception négative, est entretenue par la confusion née du langage des pêcheurs qui qualifient de « mousse » les touffes d'algues vertes et d'« algues » les plantes supérieures hydrophytes. Il est vrai que la nature même de l'appareil végétatif - thalle de forme peu définie, colonies filamenteuses portées par l'eau ou discrétion des pellicules du biofilm benthique - maintient le monde des algues éloigné de la connaissance du plus grand nombre.

Ces végétaux sont pourtant les éléments premiers de l'édifice biologique, maillon trophique indispensable au fonctionnement et à l'équilibre des systèmes aquatiques. D'abord considérés sous l'angle de végétaux proliférants, résultat de l'eutrophisation accélérée des cours d'eau, l'intérêt qu'ils ont suscité de la part des hydroécologues portait surtout sur la nécessité d'identifier les composantes de la biomasse végétale produite par ces mécanismes témoins de dysfonctionnements trophiques (Peltre et al., 1997).

En raison de l'évolution des méthodes de bioindication et des connaissances de l'écologie de ces végétaux, les algues sont aujourd'hui vues comme de bons bioindicateurs de l'état écologique des cours d'eau. En effet ces organismes à cycle biologique court ont une capacité de réponse rapide et graduée aux variations de leur environnement et ce, en raison de leur importante diversité, de leur présence dans tous les types d'habitats aquatiques et de certaines de leurs caractéristiques physiologiques.

La difficulté d'identification de nombreux groupes algaux, les techniques et compétences à mettre en œuvre pour la détermination spécifique et les connaissances encore très incomplètes sur leur autoécologie rendent toutefois leur utilisation délicate.

Dans le but d'utiliser ces groupes végétaux pour développer les méthodes de bioindication basées sur les peuplements, les obstacles taxinomiques et les difficultés de l'approche autoécologique ont conduit les chercheurs à définir, pour les algues macroscopiques, des groupements génériques à forte signification typologique et de polluosensibilité variable. Le niveau taxinomique est généralement limité au genre, car l'identification spécifique requiert des techniques plus lourdes (mise en culture par exemple) et les connaissances taxinomiques et écologiques ne sont pas suffisantes ni stabilisées pour bon nombre de groupes. L'utilisation en routine des groupes algaux au niveau spécifique dans des méthodes de bioindication n'est donc pas encore possible.

De même, la distinction entre les algues « macroscopiques » et les autres (phytobenthos, périphyton, phytoplancton) est exclusivement fonctionnelle, résultant d'un choix parfois un peu arbitraire dans la sélection des genres d'algues pris en considération dans les méthodes basées sur les « macrophytes » aquatiques. La terminologie d' « algues » elle-même, pour ces usages, englobe également des taxons parfois classés dans des embranchements distincts, tels que les diatomées (bacillariophycées) et les cyanobactéries, organismes procaryotes autrefois appelés cyanophycées.

Certains de ces genres sont bien connus et se rencontrent très fréquemment, parfois en forte abondance, caractérisant alors des situations d'enrichissement en nutriments ou une déstructuration morphologique des cours d'eau : *Cladophora* et *Rhizoclonium* en aval de rejets urbains, *Vaucheria* en conditions de perturbations plus légères, *Spirogyra* en faciès ralenti. D'autres genres plus discrets, comme *Batrachospermum* ou *Lemanea*, traduisent des conditions de milieu particulières (température fraîche, vitesse d'eau élevée, stabilité du substrat, ombrage).

Dans cette édition révisée et enrichie du Guide de détermination générique des algues d'eau douce, l'hydrobiologiste trouvera 55 fiches descriptives des genres d'algues susceptibles d'être rencontrés en eaux douces, principalement en cours d'eau, sous la forme de colonies macroscopiques filamenteuses, thalloïdes ou encroûtantes, de dimensions millimétriques à métriques, ainsi que sous forme rameuse (characées).

Deux organismes hétérotrophes (les colonies bactériennes de *Sphaerotilus* et les filaments mycéliens du champignon *Leptomitum*) ont également été ajoutés, car ils peuvent facilement être confondus avec des algues et sont indicateurs de fortes charges organiques.

D'autres organismes rencontrés dans les cours d'eau peuvent également être confondus avec des algues. Citons en particulier des lichens. Deux genres se trouvent sur les rochers granitiques en têtes de bassins, au-dessus ou en-dessous du niveau d'eau d'étiage (*Collema* et *Dermatocarpon*). Ces lichens ne sont pas présentés dans le présent ouvrage.

De même, certains spongiaires, bryozoaires ou pontes d'invertébrés peuvent également poser des problèmes d'identification à l'hydrobiologiste peu spécialiste, qui pourra parfois les confondre avec des colonies algales. L'examen de critères simples expliqués dans les ouvrages généraux de détermination permettra de les distinguer.

Ce guide actualisé devrait permettre une première approche suffisante dans la plupart des cas pour identifier les genres d'algues macroscopiques rencontrés en cours d'eau ou en plans d'eau. Il sera bien évidemment nécessaire de le compléter, pour assurer la fiabilité des déterminations, pour préciser certaines identifications ou pour descendre à un niveau taxinomique plus précis, par des ouvrages plus spécialisés, dont les références sont données dans chaque fiche.

## 2. ORGANISATION ET CLASSIFICATION

Dans le monde vivant, on distingue deux types d'organisation cellulaire :

- les cellules ne possédant pas de véritable noyau. Elles caractérisent les organismes **procaryotes**<sup>3</sup> ;
- les cellules pourvues d'un noyau délimité par une membrane. Elles sont propres aux organismes **eucaryotes**.

Les algues sont divisées, d'après la nature de leurs pigments, en **embranchement** ou **phylum** (terminaison : - PHYTES en français ou – PHYTA en latin), par exemple les Chlorophyta ou les Charophyta.

Les données de systématique divisent ensuite ces embranchements, selon le code international de nomenclature botanique<sup>4</sup> (Greuter et al., 2000), comme cité ci-dessous :

- suivant les critères cytologiques (structure du noyau, mode de reproduction, complexité structurale, présence et structure des flagelles), ces embranchements sont divisés en **classes** (terminaison : - PHYCÉES ou – PHYCEAE), exemple les Rhodophyceae ;
- ces classes sont à leur tour composées **d'ordres** (terminaison : - ALES) dont la différenciation est basée sur les types structuraux, exemple les Charales ;
- viennent ensuite les **familles** (terminaison : - ACÉES ou – ACEAE) qui regroupent les genres subdivisés eux-mêmes en espèces, exemple les Cladophoraceae.

Des travaux récents de phylogénétique ont fait évoluer les connaissances en matière de systématique (De Reviere, 2002, 2003). En effet l'obtention de séquences génétiques et les méthodes de reconstructions phylogénétiques assistées par ordinateur ont fait progresser de manière spectaculaire nos connaissances sur les liens de parenté entre organismes, permettant ainsi de reconstruire leurs relations évolutives. La classification actuelle des algues, proposée dans la Figure 1, est la résultante de ces avancées scientifiques et se base sur les travaux de T. Cavalier-Smith (2004), repris par Guiry *et al.* (2013). Cependant, cette vision n'est pas figée dans le temps et dépendra des prochaines découvertes scientifiques dans le domaine.

---

<sup>3</sup> Voir les illustrations dans le glossaire illustré

<sup>4</sup> Actuellement (depuis décembre 2012) : code de l'ICN (International Botanical Congress), dit "code de Melbourne". Ce code est révisé périodiquement lors de l'International Botanical Congress.

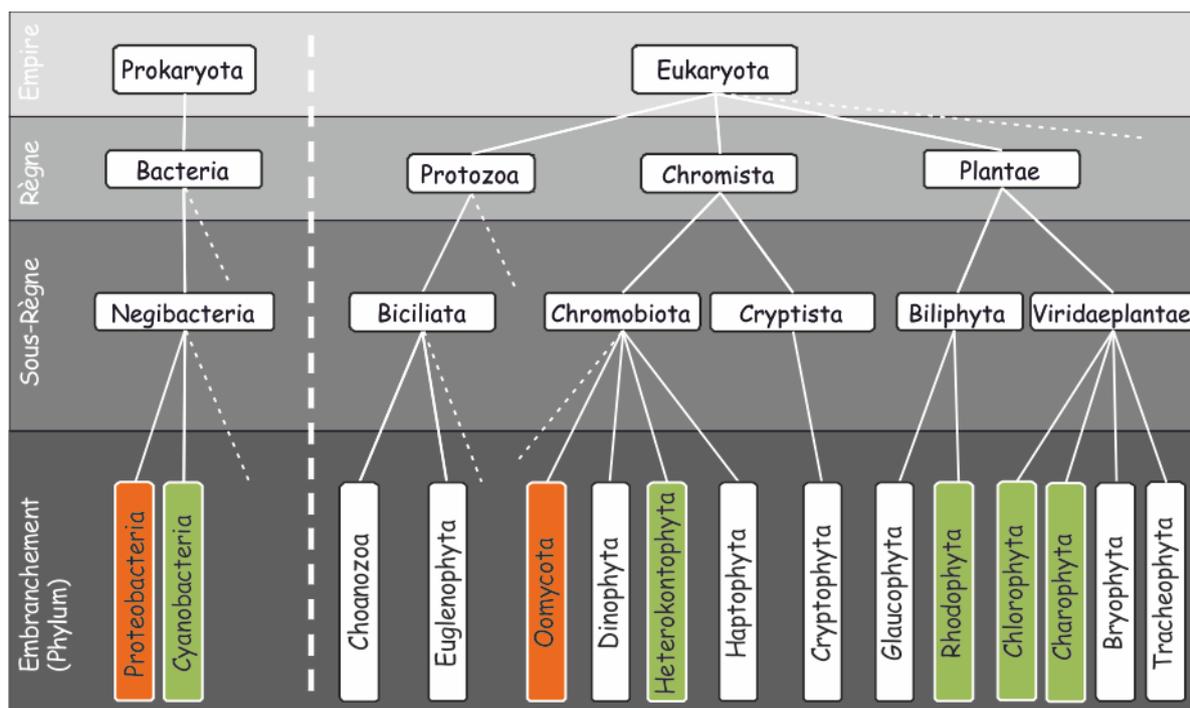


Figure 1 : vision actuelle de la classification des algues d'après (Cavalier-Smith, 2004; Guiry et al., 2013). Les embranchements colorés en vert contiennent les algues comprises dans ce guide et ceux en orange contiennent les deux organismes hétérotrophes également cités.

Les algues d'eau douce sont représentées par environ 13 500 espèces appartenant à 1 100 genres (Bourrelly, 1990) comprises, si l'on tient compte de l'ensemble des milieux de vie (terrestre, marin et eau douce), dans un total de près de 2 750 genres et 40 000 espèces (De Reviers, 2003), (Guiry et al., 2013). La distribution du nombre de taxons d'algues dans les différents embranchements est synthétisée dans l'annexe 2.

### 3. ÉLÉMENTS DE BIOLOGIE GÉNÉRALE

#### 3.1. MODE DE NUTRITION

Grâce aux pigments (chlorophylliens et autres) localisés au niveau des plastes pour les eucaryotes ou dispersés dans le hyaloplasme chez les procaryotes (cyanobactéries), les algues, comme la quasi-totalité des végétaux, captent **l'énergie lumineuse** qui, par l'intermédiaire de la **chlorophylle a**, est convertie en énergie chimique ; c'est la **photosynthèse**. Celle-ci est utilisée pour l'élaboration de **composés carbonés organiques** à partir des composés minéraux (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) puisés dans le milieu, ainsi les algues sont des organismes **autotrophes**. Cette succession de réactions aboutit à un dégagement **d'oxygène**.

Les échanges gazeux chlorophylliens (absorption de CO<sub>2</sub>, rejet d'O<sub>2</sub>) coexistent avec des échanges gazeux respiratoires (absorption d'O<sub>2</sub>, rejet de CO<sub>2</sub>). Le dégagement nocturne de

CO<sub>2</sub> correspond au phénomène de respiration ; dans la journée, l'activité respiratoire est masquée par l'activité photosynthétique qui est quantitativement plus importante et qui se manifeste par un dégagement d'O<sub>2</sub>.

### 3.2. REPRODUCTION ET CYCLES DE DÉVELOPPEMENT

Deux modalités de reproduction existent chez les algues : la **reproduction asexuée** (ou multiplication végétative) et la **reproduction sexuée** qui met en jeu l'union ou gamie, d'un gamète mâle et d'un gamète femelle. Chez certains taxons (cyanobactéries ou algues bleues), le mode asexué est le seul connu ; chez d'autres, il coexiste avec la reproduction sexuée, notamment chez les characées pour lesquelles ce dernier mode est prépondérant.

#### 3.2.1. Reproduction asexuée

La reproduction asexuée ou multiplication végétative regroupe tous les phénomènes aboutissant à la production de nouveaux individus, sans processus sexué (fusion des gamètes) selon deux types.

par le biais de divisions :

- division cellulaire par scission (scissiparité) chez les procaryotes et par mitose chez les eucaryotes. Les cellules filles obtenues sont morphologiquement et cytologiquement identiques à la cellule mère ;
- simple fragmentation du thalle, comparable à un bouturage chez les cyanobactéries (hormogonies).

Par le biais de cellules ou organes spécialisés :

- les akinètes présents chez certaines cyanobactéries (*Nostoc*, *Cylindrospermum*) et chez les chlorophycées (*Oedogonium*, *Cladophora*) ;
- les bulbilles de certaines characées (exemple : *Nitellopsis*) ;
- les spores.

Dans des conditions favorables, ces organes (et cellules) germent pour donner un nouvel individu.

#### 3.2.2. Reproduction sexuée

Cette modalité de reproduction rencontrée exclusivement chez les eucaryotes permet un brassage chromosomique. Elle est caractérisée par la fusion (ou gamie) de deux cellules spécialisées appelées gamètes.

On parle de planogamie si les gamètes sont mobiles, d'isogamie si les gamètes sont de structure identique (exemple : *Ulothrix zonata*) ou d'anisogamie dans le cas contraire (exemple : *Ulva*).

L'oogamie, rencontrée entre autres dans les genres *Vaucheria* ou *Oedogonium*, caractérise l'union d'une grosse oosphère (gamète femelle) immobile, engendrée et contenue dans un oocyste et d'un petit spermatozoïde mobile (gamète mâle) produit par un spermatocyste.

L'aplanogamie correspond à la fusion de deux gamètes immobiles et met en jeu une grosse oosphère qui a le pouvoir de capter un gamète mâle inerte : la spermatie.

Chez certaines rhodophycées (*Batrachospermum*), l'oosphère capte la spermatie, par trichogamie, au moyen d'un prolongement spécial, le trichogyne.

La cystogamie des Zygnématales caractérise la conjugaison de gamètes dépourvus de flagelles. Le gamète mâle est véhiculé dans un siphon ou tube de conjugaison, jusqu'au gamète femelle (exemple : *Spirogyra*).

La fécondation donne naissance à un zygote qui peut immédiatement former un nouvel individu par germination. Si les conditions du milieu sont défavorables, le zygote entre en vie ralentie, accumule des réserves et s'entoure d'une coque épaisse.

La fusion de deux gamètes double le stock chromosomique du matériel nucléaire (Figure 2).

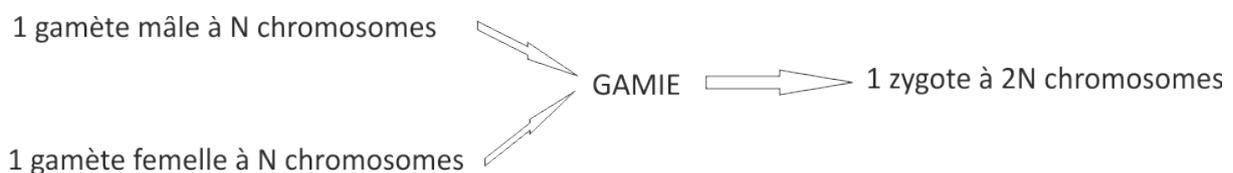


Figure 2 : vision schématique de la reproduction sexuée

Les cellules contenant N chromosomes sont dites haploïdes et les cellules à 2 N chromosomes sont dites diploïdes. La gamie est compensée par une réduction chromatique ou (méiose) ramenant le stock chromosomique à N chromosomes.

### 3.2.3. Cycles de développement ou alternance de générations

Chez les algues, la méiose intervient à différents moments du cycle et le zygote donne naissance à un organisme semblable ou différent des organismes sexués dont il est issu. Au cours d'un cycle, deux types d'organismes isomorphes (taille et aspect identiques) ou hétéromorphes (morphologie différente) peuvent être rencontrés : le gamétophyte (N chromosomes), producteur de gamètes et le sporophyte (2N chromosomes), producteur de spores.

Les différents types d'organismes mis en jeu (gamétophyte ou sporophyte) et les différents cycles de développement, mono, di ou tri-génétiques, sont détaillés et illustrés en Annexe 1.

Ainsi le développement des charophytes se déroule-t-il selon un cycle où la phase haploïde est dominante et la phase diploïde très réduite, limitée à l'oospore (Bailly et al., 2010). Leur cycle est monogénétique haploïde.

### 3.3. ÉLÉMENTS DE MORPHOLOGIE

Un certain nombre de termes sont spécifiques à la description morphologique de la structure algale, tant au niveau du thalle qu'au niveau cellulaire. Ils sont illustrés par des schémas dans le glossaire illustré (p. 168), permettant de visualiser ces termes et d'en comprendre la signification lors de leur emploi dans les fiches descriptives des genres.

## 4. ÉLÉMENTS D'ÉCOLOGIE

Les algues sont des **organismes chlorophylliens**, à **cycle biologique court** parfois même **fugace**, de l'ordre de quelques jours à quelques semaines, tel que *Ulothrix* au début du printemps. Ce n'est toutefois pas vrai pour certaines espèces de characées qui, selon les contextes régionaux, poursuivent leur développement sur de longues périodes et subsistent en période hivernale à l'état végétatif. Donc hormis pour ces dernières et contrairement aux bryophytes et aux phanérogames, les chances d'observation de développements algaux peuvent être réduites lors d'inventaires ponctuels.

Toutefois le cycle des thalles (ou appareils végétatifs) benthiques est sous la dépendance de jeux de facteurs relatifs à la **qualité de l'eau** et de **l'habitat aquatique**. Les changements saisonniers, sous l'influence d'épisodes hydroclimatiques singuliers, conditionnent le développement, parfois très rapide, de ces thalles, montrant leur capacité à réagir rapidement aux **changements de conditions du milieu**.

En rivière, ce mode de vie, leur permet d'envahir les fonds et la lame d'eau de façon spectaculaire, sur des stations où se conjuguent pollution organique ou minérale et monotonie du substrat. Ces proliférations, communes à de nombreux cours d'eau, surtout calcaires ou marno-calcaires, masquent leur richesse taxinomique et leur intérêt écologique habituels.

Ce type de situation de prolifération ne doit pas faire oublier que les algues, objet de ce guide, sont indispensables au fonctionnement des édifices biologiques et forment, en situation normale, des peuplements diversifiés, hôtes des meilleures qualités d'eau et de tous les habitats aquatiques.

## 4.1. FACTEURS CLIMATIQUES

La photopériode et la température ont une influence prépondérante sur les successions algales et le cycle de développement des différentes espèces.

### 4.1.1. Éclairement

De nombreuses chlorophycées et une algue brune, *Hydrurus foetidus*, préfèrent les fortes intensités lumineuses et fréquentent les sites les plus exposés au soleil. En revanche, le genre *Batrachospermum* préfère l'ombre et certaines cyanobactéries vivent dans les habitats faiblement éclairés des exurgences du karst. Pour une même espèce et sur un même site, les biomasses produites peuvent être décuplées en fonction de l'orientation du lit et de la rareté du couvert végétal de la berge, toutes conditions habitationnelles et trophiques égales par ailleurs (ex. *Cladophora* et *Vaucheria*).

Les characées sont généralement présentes dans des milieux à fort ensoleillement. Toutefois, les incrustations qui peuvent les recouvrir, les sédiments qui les entourent, la clarté variable de l'eau, montrent que de nombreuses espèces peuvent être adaptées aux faibles luminosités, ce qui permet d'ailleurs à certaines de coloniser de grandes profondeurs. L'intensité lumineuse est l'un des facteurs du polymorphisme de leur appareil végétatif.

### 4.1.2. Température

À l'image d'un grand nombre d'organismes aquatiques, les algues sont très sensibles aux variations saisonnières et spatiales de la température de l'eau. Ce facteur écologique, associé aux conditions de débit et d'éclairement, est largement déterminant pour la succession des peuplements ou l'apparition des pics de développement des différentes cohortes d'une même espèce.

L'évolution des populations de *Cladophora glomerata* par exemple, est, à ce titre, très démonstrative. Selon les années, les valeurs maximales de biomasse stationnelle peuvent se situer en début et en fin d'été, avec deux épisodes séparés par de faibles valeurs pondérales correspondant aux jeunes cladophores de la cohorte la plus tardive, mais les variations inter-annuelles sont importantes.

Les diatomées constituent l'essentiel des peuplements hivernaux en compagnie d'*Hydrurus foetidus*, moins fréquent cependant et qui disparaît pour des températures supérieures à 13 °C.

De nombreux taxons sont associés aux conditions thermiques fraîches du printemps, dont les genres *Draparnaldia*, *Tetraspora*, *Monostroma*, *Hildenbrandia* ou *Nostoc*. On observe qu'*Ulothrix zonata*, également précoce, est remplacé par les cladophores à partir de 10 °C.

Au sein de ces peuplements, certaines espèces « d'eau fraîche » peuvent persister au cours

de l'été dans les habitats d'eau vive bien oxygénée.

À l'opposé, *Hydrodictyon reticulatum*, connu pour son caractère thermophile, apparaît aux périodes les plus chaudes.

Les réponses des characées face au régime thermique des masses d'eau permettent la distinction entre des espèces précoces (vernales), estivales ou plus tardives, certaines poursuivant leur végétation durant une grande partie de l'année, parfois même en vie ralentie lors des hivers peu rigoureux. Les unes vivent dans des biotopes froids (profondeurs, eaux courantes) alors que d'autres débutent leur développement dans des eaux froides mais ont besoin de biotopes de surface surchauffés pour fructifier. Plusieurs espèces colonisent les bordures soumises à de grands écarts de températures, d'autres sont indifférentes et présentes dans de nombreux biotopes.

#### 4.1.3. Influence saisonnière et interannuelle

Compte tenu de sa biologie et de son écologie, la flore algale d'un site peut subir des **modifications saisonnières et interannuelles** remarquables : les genres *Hydrurus* et *Lemanea*, à large répartition hivernale, sont cantonnés en été dans les eaux fraîches des têtes de bassins. *Draparnaldia*, *Tetraspora*, *Monostroma* apparaissent au printemps et cèdent la place à des populations souvent proliférantes de *Cladophora* et à des espèces thermophiles, comme *Hydrodictyon reticulatum*, aux mois les plus chauds. Des cohortes d'espèces apparues au printemps peuvent réapparaître en automne.

La croissance des characées varie au cours du temps en lien avec leur phénologie et les modifications climatiques et stationnelles. Mais elle est aussi dépendante de la succession des associations végétales dans le temps. Espèces souvent pionnières, les characées constituent fréquemment des populations ouvertes. Dans certains cas ces dernières vont se fermer progressivement et/ou entrer en compétition avec les associations de phanérogames sous les strates desquelles elles pourront se maintenir ou qui contribueront à les faire peu à peu disparaître.

## 4.2. TYPE ET QUALITÉ D'EAU

La situation des différents bassins du réseau hydrographique français souligne l'importance du calcium, facteur de croissance très favorable à l'activité algale et place les cours d'eau des massifs calcaires dans le « peloton de tête » de la production d'algues filamenteuses fixées.

L'évidence du lien trophique entre composés du **phosphore** et de **l'azote** et biomasses algales masque très souvent l'importance d'autres paramètres insuffisamment mesurés.

En ce domaine, les données de la littérature sont très nombreuses, parfois contradictoires et soulignent la complexité de la relation « algues - éléments nutritifs » dans le milieu naturel.

Ces difficultés d'appréciation de la qualité de l'eau sont, pour partie, dues à la variabilité de

tolérance des espèces au sein d'un même genre, par exemple *Vaucheria* et *Stigeoclonium*. Certaines espèces comme *Oscillatoria limosa*, *O. tenuis*, *Schizomeris* sp., *Stigeoclonium tenue* sont connues pour être **tolérantes à la pollution organique ou chimique** (métaux lourds...).

Les habitats à characées sont liés à la minéralisation et à la trophie des eaux, entraînant l'installation de genres de charophycées différents. La plupart des characées européennes ont besoin de la présence de calcium et sont regroupées dans les « communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques » (Lambert et al., 2002a). D'autres préfèrent les eaux pauvres en calcaire et appartiennent aux « communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes faiblement acides à faiblement alcalines » (Lambert, 2002). La concentration en chlorures peut aussi avoir une influence sur leur répartition continentale ou littorale.

Eutrophisation des milieux, diminution de la transparence de l'eau, envasement et développement des hélrophytes ont fait considérablement régresser ces communautés végétales.

### 4.3. CONDITIONS HABITATIONNELLES

Les algues filamenteuses sont très souvent fixées, certaines uniquement dans leur jeune âge (*Cladophora*, *Ulothrix*). Trois paramètres sont retenus pour caractériser l'habitat des organismes benthiques : substrat, vitesse de courant, hauteur d'eau.

#### 4.3.1. Substrat

Tous les types de substrats peuvent être colonisés par les algues, selon leur mode de croissance et le système de fixation qu'elles développent. Certaines possèdent des organes spécifiques (rhizoïdes des characées, disque basal des *Rhizoclonium*) qui leur permettent un ancrage, au moins en début de croissance, sur des substrats très variés, même sur ceux soumis à un très fort courant (*Lemanea*, *Cladophora*). D'autres colonisent les substrats meubles, minéraux ou organiques, en étendant leurs colonies directement sur le matériau déposé ou la marne (*Phormidium*, *Lyngbya*). Quelques genres contribuent à la stabilisation de substrats mobiles (lits sableux et graveleux), en recouvrant totalement le fond dès que la vitesse de l'eau ne met plus en mouvement les éléments minéraux (*Vaucheria*). Un certain nombre de genres, principalement chez les chlorophycées, se développent indifféremment dans la masse d'eau si elle est stagnante, ou passivement accrochés aux éléments fixes, tels les pierres, racines, branches immergées ou macrodéchets (*Cladophora*, *Spirogyra*, *Microspora*, etc.).

Cette grande plasticité, liée à la non-différenciation d'organes, à la vitesse de croissance et à la structure en filaments linéaires ou ramifiés de nombreuses formes, permet aux algues de coloniser potentiellement tous les types de substrats, naturels comme artificiels.

### 4.3.2. Vitesse de courant

Conditionnant la distribution des substrats d'eau courante, la vitesse agit mécaniquement sur la forme des filaments et la densité des masses algales (thalle lâche ou en coussinet ramassé des *Vaucheria*). Certaines formes sont étroitement inféodées aux fortes vitesses de courant (*Lemanea*), d'autres entrent en dérive sous l'action des mouvements d'eau (*Hydrodictyon*, *Spirogyra*). Certains groupes (ex. characées) préfèrent des vitesses de courant faibles ou les milieux lenticules, ce qui restreint notamment le développement de ces dernières principalement aux plans d'eau, l'action mécanique de l'eau (courant, vent) étant un facteur limitant et entraînant la présence de végétation errante.

Dans la plupart des groupes, cette sensibilité au courant s'accroît avec la taille et l'âge de l'algue, des masses énormes de *Cladophora* et de *Vaucheria* pouvant ainsi se décrocher en fin de croissance ou à la suite de violents épisodes orageux.

### 4.3.3. Hauteur d'eau

Les hauteurs d'eau les plus favorables dépendent notamment de la transparence des eaux. Elles se situent entre quelques centimètres et 1 m s'il s'agit de biomasses importantes, car au-delà, les masses algales font obstacle à la pénétration de la lumière et la partie inférieure des filaments se décompose très rapidement. Certains peuplements de characées peuvent se développer jusqu'à 10 m de profondeur, voire au-delà ; d'autres sont par contre adaptés aux faibles profondeurs (< 1 m).

## 4.4. SITUATION AU SEIN DE L'ÉDIFICE BIOLOGIQUE

Les algues filamenteuses benthiques abritent de nombreux micro-organismes, animaux ou végétaux et peuvent également leur servir de nourriture bien qu'elles soient **très peu consommées** par les macro-invertébrés et les poissons. Les herbiers à characées, abritent également divers invertébrés, constituent des frayères pour les poissons et sont une ressource alimentaire pour certains oiseaux.

Les parties végétatives érigées des algues servent aussi de **support** à une riche florule diatomique qui masque dans certains cas la couleur du filament hôte (*Cocconeis*, *Gomphonema* sur *Cladophora*). Diverses diatomées, chlorophycées ou cyanobactéries contribuent à l'épiphytisme sur les characées.

Dans les secteurs enrichis par la matière organique, l'azote ou le phosphore, les algues entrent en **compétition** avec les bryophytes (*Fontinalis antipyretica*) ou les phanérogames (*Ranunculus* sp.) des zones à truite et à ombre.

Les désordres qui résultent de ces excès, concomitants dans les situations extrêmes, peuvent être très sévères : occupation de l'espace vital des poissons et des macro-invertébrés, épisodes asphyxiques nocturnes, libération de substances toxiques ou génératrices de

mauvais goût dans l'eau d'alimentation, apparition d'ammoniac gazeux en phase diurne de photosynthèse maximum.

Ces manifestations étant identifiées, l'analyse de leur mécanisme doit conduire à la mise en place d'actions maintenant bien connues, indispensables à la sauvegarde des milieux aquatiques.

## 5. RÉCOLTE, CONSERVATION ET TECHNIQUES D'OBSERVATION

Les algues sont des organismes photosynthétiques dont le développement nécessite de la lumière, de l'air, des sels minéraux et de l'eau ou, du moins, un fort degré d'humidité. Elles sont largement distribuées dans les milieux où règnent ces conditions.

La prospection des formes d'eau douce et leur collecte peut donc concerner **tous les milieux dulçaquicoles** : eaux courantes, lacs, étangs, mares, fossés, fontaines, bassins, canaux, sources thermales, rochers suintants, marais, tourbières,...

« L'équilibre de la végétation algale n'étant jamais définitif » (Corillion, 1975) et compte tenu des variations saisonnières et interannuelles précédemment décrites, il est donc nécessaire, lorsqu'on vise un inventaire, d'effectuer des récoltes en toutes saisons sur un site donné.

### 5.1. RÉCOLTE DES ÉCHANTILLONS

L'échantillon doit être bien **nettoyé** (pas de vase, débris de bois ou d'autres plantes) ; plus spécifiquement pour les characées, l'importance de la cortication dans la détermination de ces espèces nécessite de récolter et conserver des échantillons étant peu recouverts de sédiments ou d'algues filamenteuses.

Chaque conditionnement ne devra contenir, dans la mesure du possible, qu'un seul taxon macroscopique (exception faite des algues filamenteuses, souvent présentes en mélange) et un peu d'eau.

Il est essentiel de récolter les **échantillons les plus complets** : ensemble de l'appareil végétatif, organes de reproduction, éléments semblant différents, etc. afin de permettre une identification précise (certains taxons ne sont identifiables à l'espèce que fructifiés). Un critère fondamental de détermination pour les characées étant lié aux organes reproducteurs, il est important d'essayer de récolter dans la mesure du possible, des pieds fructifiés (anthéridies, oogones, oospores). Pour les espèces monoïques, les anthéridies peuvent disparaître en premier ; il est intéressant d'essayer de ne pas récolter seulement des pieds avec des organes femelles (oogones, oospores) car il sera alors difficile de savoir si l'on est face à un pied monoïque qui a perdu ses anthéridies ou à un pied femelle d'une espèce dioïque.

## 5.2. SUBSTRATS ÉCHANTILLONNÉS

Les substrats submergés (blocs, pierres, galets, bryophytes, végétaux supérieurs, fragments de bois ou de verre, coquilles) doivent être soigneusement prospectés et échantillonnés :

- à la **main** pour les formes filamenteuses ou par grattage au scalpel pour les algues fixées, afin de conserver intactes les cellules basales ;
- au **râteau** pour un certain nombre d'algues filamenteuses dans le cas de relevés de macrophytes par points contacts ;
- au **grappin** pour les populations de characées pouvant se développer en zone profonde des étangs et des lacs ;
- au **scalpel** ou à la brosse à dents pour les diatomées qui forment des enduits colorés sur les galets ;
- pour les genres incrustants, difficilement dissociables de leur substrat, il conviendra de récolter **l'algue et son support** (néanmoins dans certains cas le grattage avec une lame de rasoir peut suffire).

## 5.3. RÉFÉRENCIEMENT DES ÉCHANTILLONS

Le référencement de l'échantillon devra se faire de manière indélébile et explicite. Chaque échantillon devra porter au minimum : la référence de la station (cours d'eau, nom de la station, code station), la date du prélèvement, la référence de l'échantillon (ou un identifiant unique permettant de retrouver ces éléments).

Une fiche de terrain associée pourra comporter les données précédentes, ainsi que :

- l'identification du **récolteur** ;
- les caractéristiques **physico-chimiques** du support aqueux (aspect de l'eau, conductivité, pH, oxygène dissous...). Elles peuvent provenir de données de réseau de surveillance ;
- les **caractères physiques de l'algue** (aspect, extension et épaisseur de la colonie, longueur des filaments, couleur, toucher, statut fixé ou libre, état sanitaire...) ;
- les caractères de **l'habitat** (hauteur d'eau, estimation de la vitesse du courant, type de substrat) ;
- Les références des photographies prises.

La précision de ces relevés doit être adaptée à l'objectif poursuivi, d'une simple estimation à des mesures précises.

## 5.4. TRANSPORT ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons sont placés dans des contenants adaptés à leur taille permettant de ne pas les tasser : piluliers ou petits bocaux étanches, en plastique (polypropylène, PP) résistant au conservateur ou en verre. Ils peuvent être opaques mais des piluliers transparents permettent de contrôler l'état de l'échantillon et parfois de voir son aspect macroscopique.

Les échantillons soigneusement **étiquetés** sont conservés au **frais ou fixés** sur place.

Lorsque les characées peuvent être observées à l'état frais ou envoyées pour expertise assez rapidement, les échantillons bien étalés et propres sont placés entre des feuilles d'essuie-tout bien humides (ou directement) dans une pochette plastique zippée (style congélation). L'ensemble est conservé au frais jusqu'à l'observation ou envoyé dans une enveloppe épaisse. Ceci permet de conserver plusieurs jours à l'état frais.

Un certain nombre de techniques et de produits (Annexe 3) permettent de fixer et de conserver les échantillons s'il n'est pas possible de les examiner à l'état frais et/ou si le choix de la conservation doit être fait pour des raisons diverses : collection, envoi pour expertises, etc. Quoiqu'il en soit, l'usage du formol est **vivement déconseillé** en raison de son caractère cancérogène.

De plus, pour la traçabilité des déterminations réalisées, des photos pertinentes (critères bien visibles) sont souvent suffisantes et évitent les problèmes de conservation à long terme et de toxicité des échantillons à conserver.

## 5.5. EXAMEN DE L'ÉCHANTILLON

Au laboratoire, les spécimens d'algues macroscopiques sont initialement triés, sous un **film d'eau**, dans une coupelle ou une boîte de Pétri, sous la loupe binoculaire. Les caractéristiques morphologiques du thalle sont observées et notées. Par ailleurs, la démarche de réaliser des **clichés photographiques** à toutes les étapes (terrain, aspects macroscopique et microscopique, détails caractéristiques), est d'une grande utilité et de plus en plus employée depuis l'essor des photographies numériques. Ce sont des compléments très utiles à la démarche d'identification et de pérennisation des informations taxinomiques.

L'algue, ou un fragment du thalle, est ensuite montée extemporanément<sup>5</sup> entre lame et lamelle dans une goutte d'eau et observée au microscope optique à des grossissements appropriés. Il est conseillé de parcourir tout d'abord la lame à un faible grossissement (x 10) pour obtenir rapidement une vue d'ensemble. Le passage aux grossissements supérieurs permettra la mise en évidence des caractères cytologiques nécessaires à la détermination générique. Il est important de procéder à **plusieurs observations par échantillon**, car les algues sont fréquemment en mélange au sein d'un même échantillon.

---

<sup>5</sup> De façon extemporanée. Se dit de toute préparation qui doit être faite juste avant son utilisation

Pour les characées, un premier examen à l'œil nu permet d'observer la structure générale et de vérifier la présence éventuelle d'organes reproducteurs, nécessaires à la détermination. Le passage sous la binoculaire (observation en boîte de Pétri), permet d'observer les autres éléments déterminants au niveau des genres et des espèces. Lorsque les échantillons sont fortement incrustés de carbonates, un traitement préalable avec un acide doux (acide acétique) peut s'imposer avant l'observation à la binoculaire pour arriver à percevoir la cortication, les acicules et les stipulodes. Pour certains taxons difficiles, un examen des membranes des oospores peut être requis et dans ce cas ce sont surtout des méthodes de microscopie à balayage qui sont pertinentes, les ornements des membranes, entre les spires, restant difficiles à bien percevoir en microscopie optique.

L'examen rapide du matériel frais non fixé, transporté au laboratoire en enceinte réfrigérée, facilite la détermination et permet de pallier divers inconvénients des conservateurs :

- la couleur des plastes fixés au formol et plus encore à l'alcool, s'estompe rapidement par solubilisation des chlorophylles, ce qui nuit à la détermination ultérieure;
- le formol, au-delà des problèmes d'utilisation liés à son effet cancérigène, provoque une rétraction des plastes et lèse particulièrement ceux des rhodophycées en donnant une teinte homogène aux cellules, qu'il devient alors difficile de distinguer microscopiquement des cyanobactéries, caractérisées par l'absence de plastes ;
- dans le cas d'un échantillon fixé au Lugol, on peut ralentir le phénomène de dégradation en le conservant à l'obscurité et au froid ;
- en cas de fixation au glutaraldéhyde, au formol ou à l'alcool, **le rinçage à l'eau** avant observation à la binoculaire ou montage entre lame et lamelle est impératif.

Un certain nombre de techniques et de produits (Annexe 3) permettent de colorer et de préparer l'échantillon afin de mettre en évidence des structures (nombre et position des plastes, pseudoflagelle...) qui servent à préciser la détermination.

## 6. CLÉ DE DÉTERMINATION

La clé de détermination qui suit a été réalisée sur la base de celle proposée dans la première édition de ce guide (Rodriguez et al., 1996). Elle est complétée et amendée d'après plusieurs ouvrages et notamment ceux de Komarek *et al.* (2005), Kumano (2002), John *et al.* (2011), Wehr *et al.* (2003b), Corillion (1975) et Krause (1997).

Cette clé est conçue pour permettre d'identifier les taxons les plus fréquemment rencontrés jusqu'au **niveau générique**. Elle est construite sur la base de critères observables à la loupe binoculaire et au microscope optique.

Les principaux critères d'identification sont des **critères de morphologie** au niveau de **l'échantillon** et/ou au niveau **cellulaire** : taille (longueur, largeur), couleur, forme (colonie, structure pariétale, plastes...). L'emploi de préparations simples (colorants...) ne sera nécessaire qu'occasionnellement pour confirmer le diagnostic.

Avant d'utiliser la clé, il est fortement conseillé de se familiariser avec les différents groupes d'algues existants en lisant les chapitres précédents s'y rapportant (chapitres 2 à 4).

## Comment utiliser la clé ?

Cette clé permet à l'utilisateur de franchir un certain nombre d'étapes dichotomiques le guidant vers un nom de genre d'algue ou d'hétérotrophe.

Pour ce faire, **3 étapes** sont nécessaires :

- **Observation initiale** à la loupe binoculaire et au microscope optique, si possible sur du matériel frais, en commençant par les grossissements les plus faibles pour avoir une idée précise de l'aspect général de l'échantillon. Noter les détails de taille, forme, présence d'organes reproducteurs, etc. et cela sur plusieurs sous-échantillons (3 minimum) pour être sûr d'observer les critères intéressants ou pour être certain que l'échantillon est complet (characées). Cette démarche est également nécessaire dans le cas où l'échantillon présente un mélange de plusieurs taxons différents, situation qui se produit fréquemment.

- **Utilisation de la clé.** À chaque étape, deux alternatives se présentent et demandent un choix. L'utilisateur doit examiner avec soin les critères décrits, car de ce choix découlent d'autres choix binaires. Le choix ultime aboutit à un nom de genre, dont on nommera de façon provisoire l'échantillon examiné.

- La **confirmation du nom de genre** de l'échantillon étudié se fera en consultant la fiche descriptive du taxon supposé, au numéro de page indiqué entre parenthèses.

**Remarque :** Les photos illustrant les fiches descriptives sont généralement prises à la loupe binoculaire ou au microscope optique avec un champ clair et parfois en contraste interférentiel (DIC).

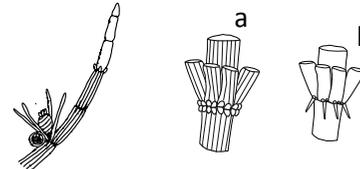
**Important :** Jusqu'à ce que l'utilisateur soit bien familiarisé avec la clé, il arrive que le choix d'une ou de plusieurs étapes ne soit pas aisé et ait mené à une fausse route avec erreur de détermination. Il est donc conseillé de **noter les différentes étapes** du cheminement, de façon à pouvoir revenir de façon plus précise sur les alternatives qui le mèneront jusqu'au nom adéquat pour l'échantillon examiné. De plus ce guide ne peut prétendre être exhaustif et il ne faut pas omettre d'envisager le cas de la présence d'une algue qui n'y est pas décrite (notamment dans les cyanobactéries...).

## 6.1. CLÉ GÉNÉRALE

- 1a.** Organisme chlorophyllien, de couleur variable, dépourvu de fleurs, de feuilles et de racines ..... **2** (algues)
- 1b.** Organisme non chlorophyllien, incolore, jaunâtre sous forme de masse floconneuse visible à l'œil nu .....  
 ..... **6.7** (bactéries et champignons filamenteux : Proteobacteria, Oomycota)
- 2a.** Algues de grande taille (5 à  $\geq$  100 cm), nettement dressées sur le substrat, organisation visible macroscopiquement : axe principal portant des axes secondaires verticillés..... **6.2** (algues vertes : Charales)
- 2b.** Organisation visible seulement au microscope, taille inférieure ..... **3**
- 3a.** Pigments (chlorophylliens,...) portés par un ou plusieurs plastes ..... **4**
- 3b.** Absence de plaste, pigments bleu-vert, bruns ou violacés, diffus dans le cytoplasme ; formations coloniales de faible hauteur souvent gazonnantes en plaque ou mèches dressées..... **6.6** (algues bleues : Cyanobacteria)
- 4a.** Plaste(s) de couleur vert herbe, colorable(s) en bleu noir par le Lugol (réserves constitués par de l'amidon situé à l'intérieur des plastes) ..... **6.3** (algues vertes : Chlorophyta, Charophyta)
- 4b.** Plastés d'une couleur autre que vert herbe (sauf fréquemment pour *Vaucheria*), pas de coloration en bleu-noir en présence de Lugol (absence d'amidon à l'intérieur des plastes) ..... **5**
- 5a.** Coloration en rouge acajou en présence de Lugol (présence d'amidon floridéen), plastes roses, violet-vert, gris-vert, bleu-vert ou bleu vif..... **6.4** (algues rouges : Rhodophyta)
- 5b.** Pas de coloration rouge acajou (absence d'amidon), plaste(s) jaune vert, brun(s) ..... **6.5** (algues brunes et jaunes : Heterokontophyta)

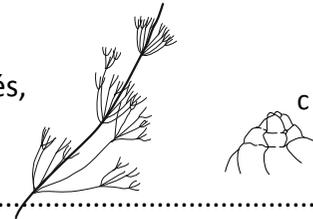
**6.2. ALGUES VERTES : ORDRE DES CHARALES (= CHAROPHYTES s.s.), UNE FAMILLE : CHARACEAE**

**1a.** Axe principal et phylloïdes cortiqués ou non, phylloïdes non ramifiés mais plurisegmentés, nœuds des phylloïdes portant des cellules-bractées, gamétanges à l'aisselle des cellules-bractées, présence de stipulodes (a, b), coronule de l'oogone composée d'une couronne unique de 5 cellules .....



**2** (tribu des *Chareae*)

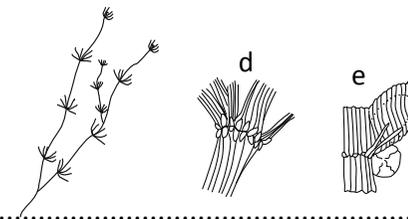
**1b.** Axe principal et phylloïdes totalement acortiqués, phylloïdes (au moins les fertiles) ramifiés, plurisegmentés ou non (voir **3a** et **3b**), nœuds des phylloïdes sans cellules-bractées, absence de stipulodes, coronule de l'oogone formée de 10 cellules sur 2 étages (c) .....



**3** (tribu des *Nitelleae*)

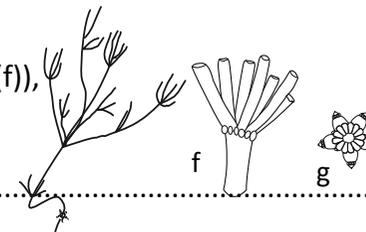
**2. Tribu des *Chareae* :** 4 genres (*Chara*, *Nitellopsis*, *Lamprothamnium* et *Lychnothamnus*)<sup>6</sup>

**2a.** Axe principal cortiqué (hormis quelques rares espèces), stipulodes toujours présents (d) même si réduits pour certaines espèces, anthéridie située sous l'oogone (pour les espèces monoïques (e)) .....



***Chara*** (p. 90)

**2b.** Axe principal acortiqué, stipulodes absents (cellules nodales parfois un peu protubérantes (f)), espèce dioïque, bulbilles étoilées (g) à la base des axes et sur les rhizoïdes .....

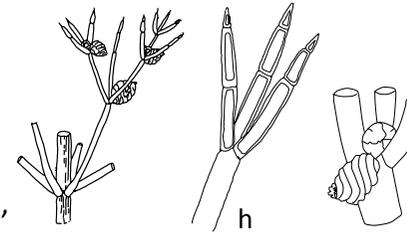


***Nitellopsis*** (p. 94)

<sup>6</sup> Seuls les genres *Chara* et *Nitellopsis* présentent des espèces en cours d'eau

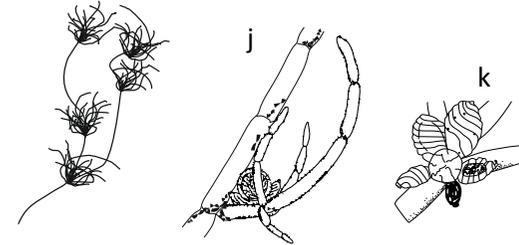
### 3 . Tribu des *Nitelleae* : 2 genres (*Nitella* et *Tolypella*)<sup>7</sup>

**3a.** Phylloïdes fertiles une à plusieurs fois ramifiés, non plurisegmentés, mais dactyle (dernière subdivision des phylloïdes) uni à tricellulaire (h), anthéridie terminale à l'aisselle de la ramification du phylloïde, gamétanges non pédicellés, oogone inséré latéralement, anthéridie au-dessus de l'oogone (pour les espèces monoïques (i)), oospore comprimée latéralement .....



.....***Nitella*** (p. 92)

**3b.** Phylloïdes plurisegmentés (j), phylloïdes stériles souvent simples, phylloïdes fertiles ramifiés (un rachis médian, des rayons secondaires latéraux), en têtes denses, donnant un aspect « touffu » à la plante, gamétanges ordinairement pédicellés, anthéridie centrale et adaxiale avec oogones associés latéralement (k), oospore non aplatie latéralement .....



.....***Tolypella*** (p. 96)

<sup>7</sup> les 2 genres présentent des espèces en cours d'eau

### 6.3. ALGUES VERTES : EMBRANCHEMENTS DES CHLOROPHYTA ET CHAROPHYTA

1a. Thalle parenchymateux ayant une structure en tube ou en membrane de taille macroscopique ..... 2

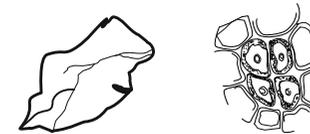
1b. Thalle micro ou macroscopique pas comme au-dessus ..... 4

2a. Thalle tubulaire en doigts de gant simples ou ramifiés, cellules sans ordre, arrondies ou polygonales de 12-15 µm × 15-20 µm, chloroplastes nettement en forme de capuchon placés sur un côté de la cellule ..... *Ulva* (p. 86)

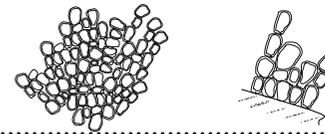


2b. Thalle d'apparence plate..... 3

3a. Thalle plat, formant une seule couche de cellules resserrées avec 1 à plusieurs pyrénoides ..... *Monostroma* (p. 66)

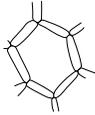
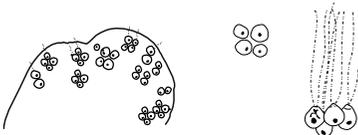
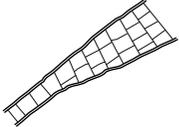
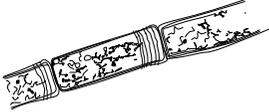
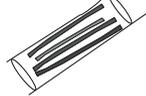


3b. Pseudoparenchyme avec plusieurs couches de cellules, composé de filaments très resserrés (système rampant), présentant quelques filaments érigés..... *Gongrosira* (p. 58) (en partie)



4a. Algue coloniale ..... 5

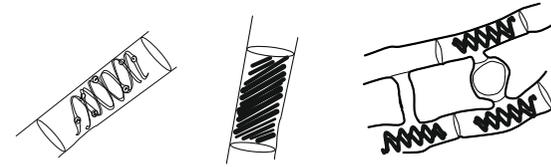
4b. Algue filamenteuse, habituellement simples files de cellules ..... 6

- 5a.** Colonies macroscopiques de cellules cylindriques associées de façon répétitive, sous forme d'un maillage (cénobe).....  ..... **Hydrodictyon** (p. 60)
- 5b.** Colonies d'un nombre non fixe de cellules, fréquemment incluses dans une enveloppe mucilagineuse de forme irrégulière, parfois groupées par 2 ou 4 .....  ..... **Tetraspora** (p. 82)
- 6a.** Filaments non ramifiés, occasionnellement très courtes ramifications ..... **7**
- 6b.** Filaments ramifiés ..... **18**
- 7a.** Filaments composés dans les parties bien développées de plusieurs séries de cellules (multisériés), étranglés par endroit, chloroplastes pariétaux, cellules quadrangulaires.....  ..... **Schizomeris** (p. 74)
- 7b.** Filaments composés exclusivement d'une seule série de cellules (unisériés) sur toute leur longueur .....  ..... **8**
- 8a.** Cellules présentant des stries d'accroissement (zone de croissance) .....  ..... **Oedogonium** (p. 70)
- 8b.** Cellules sans stries d'accroissement ..... **9**
- 9a.** Chloroplastes plats ou en ruban, pariétaux, souvent spiralés ou vrillés .....   ..... **10**
- 9b.** Chloroplastes d'une autre forme ..... **11**

**10a.** Chloroplastes spiralés dans la plupart des espèces

(parfois contractés sur eux-mêmes),

reproduction à l'aide de tube de conjugaison .....

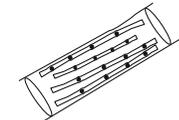


.....***Spirogyra*** (p. 78)

**10b.** Chloroplastes allongés, presque droits ou légèrement vrillés,

reproduction par conjugaison directe entre les filaments

(absence de tubes de conjugaison).....



.....***Sirogonium*** (p. 76)

**11a.** 2 Chloroplastes par cellule,

position centrale (axiale), en étoile.....



.....***Zygnema*** (p. 88)

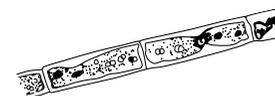
**11b.** Chloroplastes d'une autre forme .....

**12**

**12a.** 1 ou 2 chloroplastes axiaux en ruban

(pivotant, quand non fixé, sous l'effet de la lumière/chaueur),

contenant des pyrénoides.....



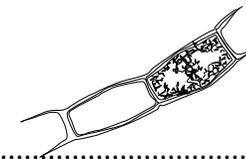
.....***Mougeotia*** (p. 68)

**12b.** Chloroplastes ayant une autre forme .....

**13**

**13a.** Parois des cellules composées de 2 pièces en H imbriquées,

plastés pariétaux, pyrénoides absents.....

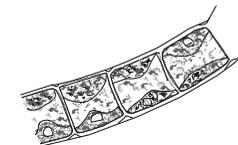
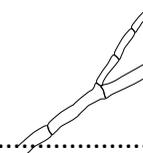
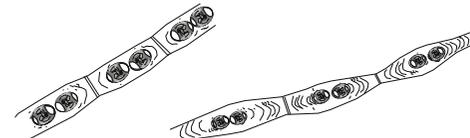


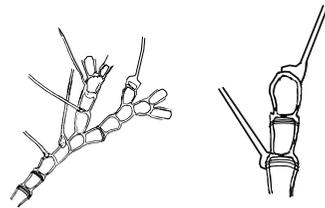
.....***Microspora*** (p. 64)

**13b.** Parois non construites comme au-dessus .....

**14**

- 14a.** Filaments souvent divisés en unités  
par de larges parois transversales contenant souvent 2 protoplastes sub-sphériques ..... *Binuclearia* (p. 48)
- 14b.** Filaments de structure différente ..... **15**
- 15a.** Cellules longues,  
chloroplastes réticulés (réseau) avec pyrénoides ..... **16**
- 15b.** Cellules cylindriques ou en tonneau,  
chloroplastes en manchons pariétaux, taille des cellules variable ..... **17**
- 16a.** Diamètre des axes principaux < 40-50  $\mu\text{m}$ ,  
parfois de courtes ramifications de type rhizoïdal  
(1 à 3 cellules de taille semblable à celle de l'axe principal) insérées à angle droit ..... *Rhizoclonium* (p. 72)
- 16b.** Diamètre des axes principaux généralement > 40-50  $\mu\text{m}$ ,  
parfois des ramifications éparses  
dont la taille des cellules est nettement < axe principal ..... *Cladophora* (p. 54) (en partie)
- 17a.** Chloroplastes entourant plus de 80 % du pourtour des cellules de taille variable  
(longueur de la cellule inférieure à supérieure à la largeur) ..... *Ulothrix* (p. 84)
- 17b.** Chloroplastes entourant moins de 80 % du pourtour des cellules ..... *Klebsormidium* (p. 62)

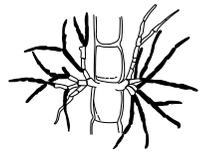


**18a.** Cellules présentant des stries d'accroissement (zone de croissance) ;  
ramifications se prolongeant généralement par de longs poils bulbeux incolores .....  **Bulbochaete** (p. 50)

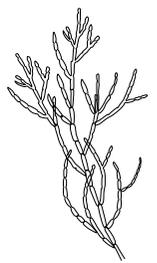
**18b.** Cellules sans stries d'accroissement ..... **19**

**19a.** Thalle macroscopique de forme définie sphérique ou lobée,  
fins filaments ramifiés et rayonnants pris dans un mucilage .....  **Chaetophora** (p. 52)

**19b.** Thalle d'une autre forme ..... **20**

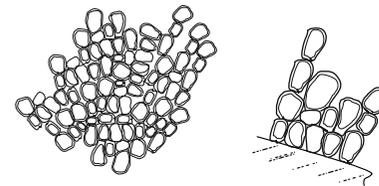
**20a.** Filaments pris dans un fin mucilage,  
axes principaux épais différant nettement des ramifications,  
ramifications verticillées et très subdivisées .....  **Draparnaldia** (p. 56)

**20b.** Filaments non pris dans un mucilage, ramifications d'une autre forme ..... **21**

**21a.** Thalle sans différenciation d'une partie érigée et rampante. Filaments grossiers,  
chloroplastes réticulés, ramifications plus ou moins nombreuses,  
composées d'un grand nombre de cellules, diamètre de l'axe principal > 50 µm,  
cellule terminale arrondie .....  **Cladophora** (p. 54) (en partie)

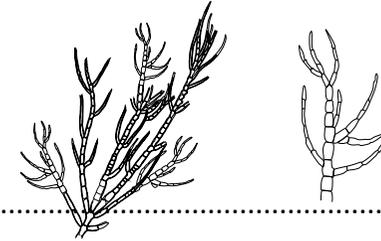
**21b.** Thalle présentant une partie érigée et une partie rampante ..... **22**

**22a.** Thalle rampant développé en pseudoparenchyme de plusieurs couches de cellules, souvent incrusté de calcaire ; thalle érigé peu visible, filaments dressés à courtes ramifications.....



..... ***Gongrosira*** (p. 58) (en partie)

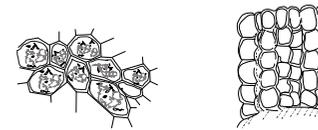
**22b.** Thalle érigé bien développé, constitué de filaments plus fins, vert vif, axe principal < 50 µm de diamètre, ramifications alternes et/ou opposées-verticillées s'effilant vers l'apex en pointe, en aiguillon ou flagelliforme.....



..... ***Stigeoclonium*** (p. 80)

## 6.4. ALGUES ROUGES : EMBRANCHEMENT DES RHODOPHYTA

**1a.** Algue encroûtante formant des croûtes orangées à rouges sur le substrat,  
thalle parenchymateux de plusieurs couches de cellules

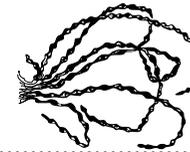


de 4 à 12  $\mu\text{m}$  de diamètre ..... *Hildenbrandia* (p. 106)

**1b.** Thalle non encroûtant, filamenteux ou pseudoparenchymateux ..... 2

**2a.** Thalle filamenteux ..... 3

**2b.** Thalle pseudoparenchymateux macroscopique,  
axes rigides bambusiformes, plus ou moins ramifiés,



de diamètre > 0,3 mm, gardant leur forme hors de l'eau ..... *Lemanea* (p. 108)

**3a.** Filaments non ramifiés,

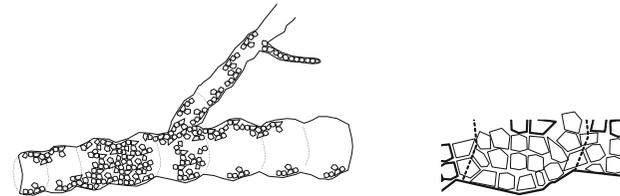
unisériés à la base et plurisériés vers l'apex



..... *Bangia* (p. 100)

**3b.** Filaments ramifiés ..... 4

**4a.** Gros filaments aux axes juvéniles unisériés,  
axes matures plurisériés et cortiqués



..... *Compsopogon* (p. 104)

**4b.** Filaments unisériés sur toute la longueur ..... 5

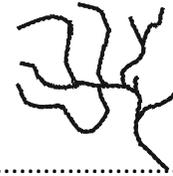
**5a.** Filaments moniliformes (aspect de ponte de grenouille),  
ramifications verticillées plus ou moins développées .....



.....*Batrachospermum* (p. 102)

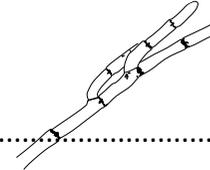
**5b.** Filaments à ramifications irrégulières non verticillées ..... **6**

**6a.** Axe principal d'aspect chevelu (filaments enchevêtrés),  
ramifications très développées .....



.....*Thorea* (p. 110)

**6b.** Axe principal unisérié,  
ramifications plus courtes accolées à l'axe principal et aux extrémités arrondies,  
plusieurs plastes pariétaux (rouge-violacé, violet-brun<sup>8</sup>) par cellule .....



.....*Audouinella* (p. 98)

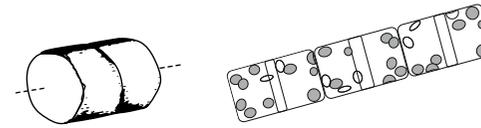
<sup>8</sup> À distinguer du stade chantransia des *Batrachospermum*, *Lemanea* et *Thorea*. Voir confusion possible de la fiche *Audouinella*.

## 6.5. ALGUES BRUNES ET JAUNES : EMBRANCHEMENT DES HETEROKONTOPHYTA

1a. Présence d'un frustule siliceux, bivalve ..... 2 (diatomées coloniales)

1b. Absence de frustule siliceux..... 7

2a. Cellules cylindriques (ressemblant à des boîtes de Pétri) à symétrie axiale, sans ornementation visible et associées en filaments.....

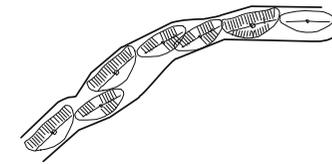


..... *Melosira* (p. 128)

2b. Cellules le plus souvent allongées et polymorphes (cigare, cercueil, navette, croissant,...),

avec ornementations visibles, symétriques par rapport à un plan, formant parfois des filaments ..... 3

3a. File de cellules de forme semi-circulaire (forme de croissant) en vue valvaire, accolées par leurs extrémités (cellule isopolaire dans l'axe apical), contenues dans une gaine commune .....



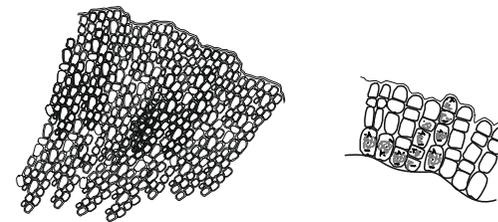
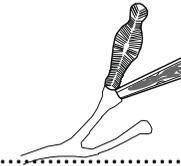
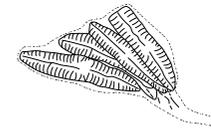
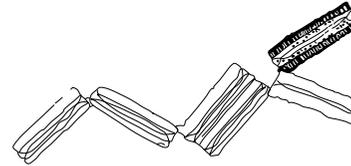
..... *Encyonema* (p. 124)

3b. Cellules organisées différemment, ne formant pas de filaments..... 4

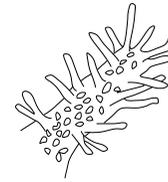
4a. Cellules isopolaires, disposées en lignes brisées (colonie en forme de zig-zag)..... 5

4b. Cellules hétéropolaires, fixées par des pédoncules (styles) gélatineux ..... 6

- 5a.** En vue connective, cellules sans renflement médian  
et sans septum dans la bande intercalaire, en forme de cigare en vue valvaire..... *Diatoma* (p. 120)
- 5b.** En vue connective, cellules avec un renflement médian  
et avec septums dans la bande intercalaire,  
vue valvaire avec renflement médian  
et extrémités de forme spatulée..... *Tabellaria* (p. 130)
- 6a.** En vue valvaire, cellule en forme de massue aux extrémités arrondies,  
mais pas nettement enflées, capitées, parfois une extrémité capitée..... *Gomphonema / Gomphoneis* (p. 126)
- 6b.** En vue valvaire, cellule aux 2 extrémités capitées  
et à la partie centrale arrondie et nettement enflée,  
longueur > 60  $\mu\text{m}$ , largeur de 25 à 43  $\mu\text{m}$ ..... *Didymosphenia* (p. 122)
- 7a.** Algue encroûtante formant des croûtes brun-olive à brun-noir  
aux contours irréguliers sur le substrat (essentiellement pierre),  
aspect microscopique de 2 types :  
filaments ramifiés en partie horizontale (basale),  
paquets denses de filaments érigés de 8 à 15 cellules de long ..... *Heribaudiella* (p. 112)
- 7b.** Algue d'une autre forme ..... 8

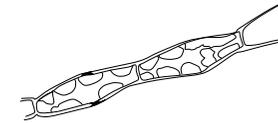


**8a.** Cellules disposées sans ordre dans une gelée compacte formant un thalle macroscopique plus ou moins arbusculeux, lobé..... *Hydrurus* (p. 114)

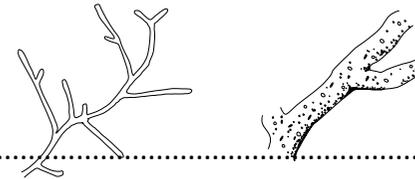


**8b.** Cellules formant un thalle filamenteux..... **9**

**9a.** Filaments cloisonnés non ramifiés, cellules en tonneau ou cylindriques avec plastes discoïdes et présence de pièce en H ..... *Tribonema* (p. 116)

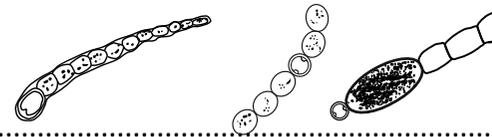


**9b.** Filaments siphonnés plus ou moins ramifiés ..... *Vaucheria* (p. 118)



## 6.6. ALGUES BLEUES : EMBRANCHEMENT DES CYANOBACTERIA

1a. Filaments ne formant ni hétérocystes ni akinètes..... 2

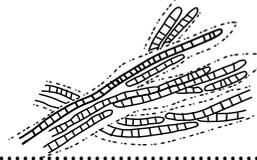


1b. Filaments avec hétérocystes et/ou akinètes ..... 7

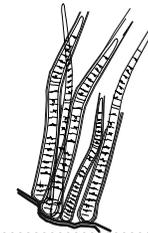
2a. Trichomes jusqu'à 4 µm de large, rarement au-delà (exceptionnellement jusqu'à 8 µm) ..... 3

2b. Trichomes de largeur habituellement supérieure à 4 µm ..... 4

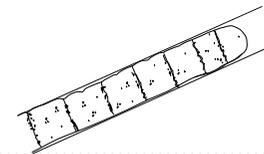
3a. Gains communes resserrées et fermées à l'apex,  
contenant plusieurs trichomes (isopolaires) fasciculés possédant souvent une gaine individuelle ..... *Schizothrix* (p. 148)



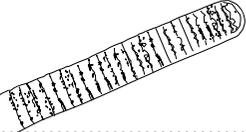
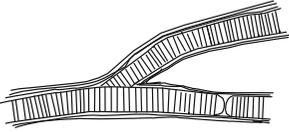
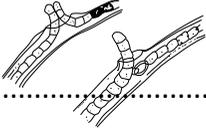
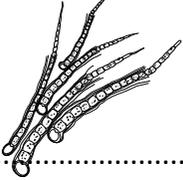
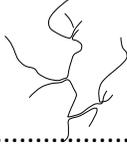
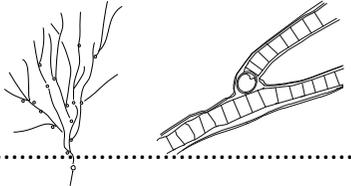
3b. Gains communes absentes,  
trichomes hétéropolaires toujours fixés au substrat,  
possédant une gaine individuelle (parfois absente dans certaines conditions particulières),  
apex se rétrécissant avec parfois des cellules nettement allongées,  
largeur basale pouvant exceptionnellement atteindre 7 µm ..... *Homoeothrix* (p. 134)



4a. Trichomes de 4 à 12 µm de large (rarement en dehors de cette plage),  
cellules plus ou moins isodiamétriques,  
présence facultative d'une gaine fine non colorée..... *Phormidium* (p. 142)



4b. Trichomes de 6 à 20 µm de large (jusqu'à 80), cellules toujours nettement plus courtes que larges..... 5

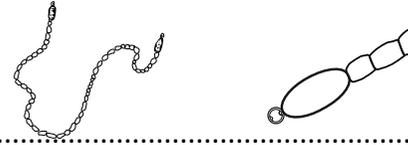
<p><b>5a.</b> Gaines absentes (apparaissent seulement dans des conditions particulières de stress), trichomes regroupés en tapis .....</p>		<p><b><i>Oscillatoria</i></b> (p. 140)</p>
<p><b>5b.</b> Gaines présentes souvent lamelleuses, plus ou moins épaisses ..... <b>6</b></p>		
<p><b>6a.</b> Filaments non ramifiés (certains trichomes peuvent parfois ne pas présenter de gaine) .....</p>		<p><b><i>Lyngbya</i></b> (p. 136)</p>
<p><b>6b.</b> Filaments habituellement avec de fausses ramifications (parfois de type <i>Scytonema</i>), possédant toujours une gaine .....</p>		<p><b><i>Plectonema</i></b> (p. 144)</p>
<p><b>7a.</b> Présence de fausses ramifications .....</p>		<p><b>8</b></p>
<p><b>7b.</b> Absence de fausses ramifications .....</p>		<p><b>10</b></p>
<p><b>8a.</b> Trichomes s'atténuant distinctement à l'extrémité sous forme de poil, sans akinètes, contenus dans une colonie sphérique ou hémisphérique .....</p>		<p><b><i>Rivularia</i></b> (p. 146)</p>
<p><b>8b.</b> Trichomes non atténués à l'extrémité sous forme de poil, cellules terminales arrondies .....</p>		<p><b>9</b></p>
<p><b>9a.</b> Filaments isopolaires, fausses ramifications latérales simples en V, trichomes cylindriques jusqu'au bout avec hétérocystes intercalaires à 2 pores .....</p>		<p><b><i>Scytonema</i></b> (p. 150)</p>
<p><b>9b.</b> Filaments hétéropolaires, fausses ramifications divergentes de l'axe principal avec le plus souvent un hétérocyste à un pore à la base, cellules isodiamétriques à plus longues que larges .....</p>		<p><b><i>Tolypothrix</i></b> (p. 152)</p>

**10a.** Colonies de forme définie, sphérique ou membraneuse,  
contenant des filaments moniliformes enchevêtrés  
avec hétérocystes intercalaires.....



..... ***Nostoc*** (p. 138)

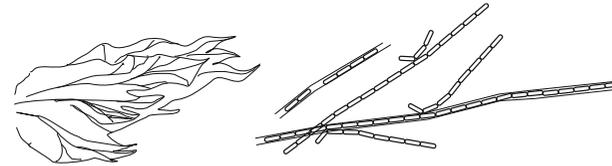
**10b.** Colonies informes formant des tapis,  
akinètes toujours adjacents aux hétérocystes terminaux .....



..... ***Cyndrospermum*** (p. 132)

## 6.7. BACTÉRIES ET CHAMPIGNONS FILAMENTEUX : EMBRANCHEMENTS DES PROTEOBACTERIA ET OOMYCOTA

**1a.** Masse floconneuse d'allure « plumeuse »,  
filaments avec ou sans gaine, présentant de fausses ramifications,  
cellules de largeur < 3 µm .....



.....**Sphaerotilus** (p. 154)

**1b.** Masse floconneuse d'allure « cotonneuse »,  
filaments de largeur > 15 µm, ramifiés avec constrictions  
et granules réfringents (celluline) situés au niveau des constrictions.....



.....**Leptomitium** (p. 156)

## 7. FICHES GÉNÉRIQUES

Les 35 fiches génériques de la première édition du guide (1996) ont été révisées et amendées. Elles sont complétées par un ensemble de **18 fiches de genres d'algues complémentaires**, également rencontrés régulièrement en eau douce. **Deux genres d'organismes d'hétérotrophes** font aussi l'objet de fiches descriptives car ils sont rencontrés en eau douce et souvent confondus avec des algues macroscopiques.

Ce guide comprend donc **55 fiches génériques**. L'ensemble est réparti dans différents groupes taxinomiques, voir la liste ci-dessous. Afin d'être cohérent avec les derniers ouvrages de taxinomie, nous suivons ici la classification établie par Cavalier-Smith (2004) reprise par Guiry *et al.* (2013), disponible sur le site internet AlgaeBase et illustrée dans la Figure 1. Les dénominations ainsi que le nombre d'espèces reconnues dans chacun des genres suivent aussi les évolutions de la taxinomie ; ils correspondent alors à ceux définis au moment de la réalisation de cet ouvrage.

Sur chaque fiche générique apparaît une série de renseignements relatifs au genre considéré. Ces indications répondent à une démarche d'examen progressif de l'algue, depuis les observations et relevés de terrain jusqu'à l'examen microscopique. Cette démarche associe des caractères physionomiques de l'algue *in situ* (aspect de l'algue en bon état sanitaire, nature, couleur, toucher et odeur) et des images du thalle à des grossissements croissants, sous la **loupe binoculaire** et le **microscope optique**.

taxinomie retenue d'après Cavalier-Smith (2004) et Guiry *et al.* (2013) et nombre de taxons valides dans le genre

description microscopique du genre à différents grossissements : faible (organisation du thalle), fort (détails cellulaires, dimensions)

confusions possibles avec d'autres genres

Genre : *MOUGEOTIA*  
 Auteur, année : Agardh, 1824.  
 Embranchement : Chromophyta.  
 Ordre : Zygnematales.  
 Famille : Zygnemataceae.  
 Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines : 166 ; dont nombreuses espèces d'eau douce.

**MORPHOLOGIE**  
 Caractères généraux  
 Aspect : masse floconneuse.  
 Couleur : vert à vert-clair.  
 Longueur : 10 à 25 cm.  
 Odeur : non caractéristique.  
 Toucher : visqueux.  
 Remarques : fixé ou libre flottant, parfois en masse.

**Aspect à la loupe binoculaire**  
 Longs filaments cylindriques (se désintégrant parfois en petits morceaux), unisériés, non ramifiés à cellules relativement longues, aux extrémités arrondies.

**Aspect microscopique**  
 Cellules comportant un noyau central opposé

sur un ou deux plastes verts, en bande axiale, occupant la majorité de la cellule, portés par des travées cytoplasmiques ; avec des pyrénoïdes alignés ou non.  
 Paroi mince et lisse.

Dimensions : cellules de 3 à 40 µm de large ; 3 à 20 fois plus longues que larges.

Coloration : au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

Remarques : en présence d'une source lumineuse, à l'état frais, le plaste effectue une rotation de 90°. Il est donc visible sur la bande.  
 On rencontre parfois dans les préparations des formes en phase de reproduction dites scaliformes par la disposition de deux filaments (mâle et femelle) et du tube de jonction, qui donnent à l'ensemble un aspect en échelle.

**Confusions possibles**  
 Formes végétatives identiques à celles de *Catena* (diam. < 16 µm), genre rarement signalé (une seule espèce) en Europe, en eau stagnante légèrement acide.  
 Se différencie de *Mougeotopsis* (taxon rare trouvé en milieu acide, uniquement par la forme des chloroplastes. Ce dernier possède des cellules plus courtes à plaste unique, axial et sans pyrénoïde.

**Références bibliographiques**

(Baffoe, 2010)	(Oulawale <i>et al.</i> , 2009)	(Prasad, 1978)	(Vohr <i>et al.</i> , 2008)
(Bowdler, 1930)	(Orrison <i>et al.</i> , 2004)	(Rodrigues <i>et al.</i> , 1996)	(Vohr <i>et al.</i> , 2008)
(Collins, 1958)	(John <i>et al.</i> , 2002)	(Schneider <i>et al.</i> , 2011)	(Stern <i>et al.</i> , 1990)
(Guiry <i>et al.</i> , 2013), consulté le 25/09/2015.	(Klug <i>et al.</i> , 2000)	(Stern <i>et al.</i> , 1990)	(Szymanski <i>et al.</i> , 1999)
	(Lundström <i>et al.</i> , 2004)		

description macroscopique de l'algue en place (observations de terrain et données bibliographiques)

colorations : résultats obtenus (pour le protocole se référer à l'annexe 3)

bibliographie : références ayant servi pour la fiche. Se référer à la liste complète en fin d'ouvrage

photos de l'algue à différents grossissements

écologie de l'algue comprenant :  
 - les habitats préférentiels ;  
 - les substrats usuels ;  
 - la qualité des milieux



**ÉCOLOGIE**  
 Habitat : Préfère les eaux froides et printanières, en particulier dans des environnements exposés à la lumière. Eaux courantes mais surtout stagnantes (fociés lenticulaires, zones littorales, baies, plans d'eau petits cours d'eau, fossés). Milieux acides (lacs, tourbières, zones de montagne...), parfois alcalins.  
 Substrat : pierres, galets, végétaux.  
 Qualité : milieu oligo à mésotrophes, pollution saprobie moyenne.  
 Remarque : possibilité de développement de masse, notamment au milieu des macrophytes.  
 Répartition  
 Genre cosmopolite, commun à nombreux habitats, répandu en Europe centrale. Nombreuses espèces, principalement en eau douce, certaines espèces dans les eaux saumâtres, d'autres en milieu acidifié ou dystrophe.  
 En France, occurrences régulières en cours d'eau froids, plutôt sur roches acides.

couleur correspondant au groupe algal

quelques données de répartition du genre au niveau mondial et français

## Les algues vertes : CHLOROPHYTA, CHAROPHYTA (embranchements)

<i>Binuclearia</i> .....	48
<i>Bulbochaete</i> .....	50
<i>Chaetophora</i> .....	52
<i>Cladophora</i> .....	54
<i>Draparnaldia</i> .....	56
<i>Gongrosira</i> .....	58
<i>Hydrodictyon</i> .....	60
<i>Klebsormidium</i> .....	62
<i>Microspora</i> .....	64
<i>Monostroma</i> .....	66
<i>Mougeotia</i> .....	68
<i>Oedogonium</i> .....	70
<i>Rhizoclonium</i> .....	72
<i>Schizomeris</i> .....	74
<i>Sirogonium</i> .....	76
<i>Spirogyra</i> .....	78
<i>Stigeoclonium</i> .....	80
<i>Tetraspora</i> .....	82
<i>Ulothrix</i> .....	84
<i>Ulva</i> .....	86
<i>Zygnema</i> .....	88

## Les characées : CHARALES (ordre)

<i>Chara</i> .....	90
<i>Nitella</i> .....	92
<i>Nitellopsis (obtus)</i> .....	94
<i>Tolypella</i> .....	96

## Les algues rouges : RHODOPHYTA (embranchement)

<i>Audouinella</i> .....	98
<i>Bangia</i> .....	100
<i>Batrachospermum</i> .....	102
<i>Compsopogon</i> .....	104
<i>Hildenbrandia</i> .....	106

<i>Lemanea</i> .....	108
<i>Thorea</i> .....	110

### **Les algues brunes : HETEROKONTOPHYTA (embranchement)**

<i>Heribaudiella</i> .....	112
<i>Hydrurus</i> .....	114
<i>Tribonema</i> .....	116
<i>Vaucheria</i> .....	118

### **Les diatomées : DIATOMEAE (sous-embranchement)**

<i>Diatoma</i> .....	120
<i>Didymosphenia</i> .....	122
<i>Encyonema</i> .....	124
<i>Gomphonema / Gomphoneis</i> .....	126
<i>Melosira</i> .....	128
<i>Tabellaria</i> .....	130

### **Les algues bleues : CYANOBACTERIA (embranchement)**

<i>Cylindrospermum</i> .....	132
<i>Homoeothrix</i> .....	134
<i>Lyngbya</i> .....	136
<i>Nostoc</i> .....	138
<i>Oscillatoria</i> .....	140
<i>Phormidium</i> .....	142
<i>Plectonema</i> .....	144
<i>Rivularia</i> .....	146
<i>Schizothrix</i> .....	148
<i>Scytonema</i> .....	150
<i>Tolypothrix</i> .....	152

### **Bactéries filamenteuses : PROTEOBACTERIA (embranchement)**

<i>Sphaerotilus</i> .....	154
---------------------------	-----

### **Champignons filamenteux : OOMYCOTA (embranchement)**

<i>Leptomitus</i> .....	156
-------------------------	-----

**Genre :** *BINUCLEARIA*

**Auteur, année :** Wittrock, 1896.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Ulothricales.

**Famille :** Gloeotilaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 3 uniquement d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** filaments fins.

**Couleur :** vert clair.

**Longueur :** quelques millimètres.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** non caractéristique.

**Remarques :** filaments fixés dans leur jeune âge par une cellule basale, puis librement flottants.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments cylindriques unisériés. Une cellule basale attache le filament sur un disque basal.

### Aspect microscopique

Cellules cylindriques à ellipsoïdes, souvent par paires, aux apex arrondis, entourées d'une gaine gélatineuse épaisse, à stratification polaire bien marquée.

Cellule apicale parfois couverte d'une coiffe en forme de cloche.

Lors de la division, les cellules filles restent le plus souvent contenues dans le même article

(d'où le nom de *Binuclearia*). L'ancienne paroi transverse devient épaisse et stratifiée avec apparition de pièce en H.

Plaste pariétal rubané, couvrant du tiers au  $\frac{3}{4}$  de la circonférence, avec un pyrénioïde plus ou moins visible. Variabilité morphologique selon les milieux : pièce en H plus ou moins importante, chloroplaste en bon état ou dégradé, pyrénioïde plus ou moins visible.

**Dimensions :** pour *Binuclearia tectorum*, largeur 5 à 10  $\mu\text{m}$  sans la gaine, longueur (3) 5 à 20  $\mu\text{m}$ .

**Coloration :** au Lugol coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec *Microspora* (pièces en H), mais *Binuclearia* présente une gaine gélatineuse très épaisse, surtout visible au niveau des parois transversales.

Avec *Tribonema* (pièce en H), mais pour ce dernier absence de gaine gélatineuse, avec plusieurs plastes discoïdes jaune brun et absence d'amidon.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1990)  
(Dillard, 1989a)

(Guiry et al., 2013),  
consulté le 23/09/2013.

(John et al., 2003)  
(Lukavsky, 1970)

(Prescott, 1978)  
(Wehr et al., 2003b)



### ÉCOLOGIE

**Habitat** : genre lentique d'eaux froides, surtout peu minéralisées et acides, notamment en marais, landes, tourbières et lacs de montagne.

**Substrat** : bois et végétation immergés.

**Qualité** : milieux non pollués, parfois dystrophes (riches en acides humiques).

Parfois associé avec d'autres algues (*Microspora*, *Oedogonium*,...), notamment en tourbières.

### Répartition

Genre probablement cosmopolite mais peu fréquent. *Binuclearia tectorum*, espèce la plus répandue en Europe. Rare en France.

**Genre :** *BULBOCHAETE*

**Auteur, année :** Agardh, 1817.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Oedogoniales.

**Famille :** Oedogoniaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 110.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** thalle souvent fixé à la base.

**Couleur :** vert brillant.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux ou légèrement visqueux.

**Remarques :** Normalement épiphytique et fixé à la végétation aquatique par une cellule basale; occasionnellement ou plus tardivement planctonique.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments unisériés, ramifiés latéralement, se terminant par de longs poils incolores.

### Aspect microscopique

Cellule montrant des stries d'accroissement à l'apex.

Cellule terminale portant un long poil à base bulbeuse, incolore, ancré de façon latérale.

Cellules isodiamétriques, légèrement en forme

de tonneau, un peu plus larges en haut qu'à la base. Les cellules terminales, souvent plus larges à l'extrémité antérieure, portent parfois deux longs poils.

Chloroplaste pariétal, vert, réticulé, à plusieurs pyrénoides.

**Dimensions :** cellules de 10 à 40 µm de large, 2 à 4 fois plus longues que larges.

**Coloration :** au Lugol coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

De jeunes filaments d'*Oedogonium* montrant une courte pointe apicale peuvent se confondre avec *Bulbochaete*, mais ils ne présentent jamais d'aussi longs poils et surtout ne sont jamais ramifiés.

## Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)

(Bourrelly, 1990)

(Cambra et al., 1992)

(Dillard, 1989a)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

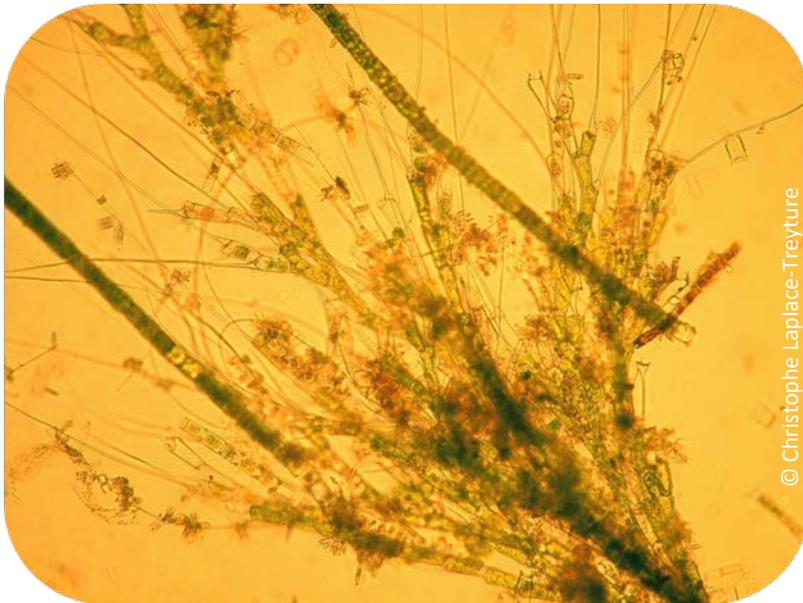
(John et al., 2003)

(Lindstrøm et al., 2004)

(Mrozinska, 1993)

(Prescott, 1978)

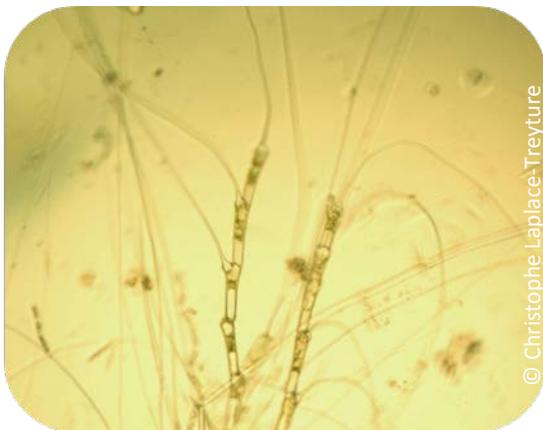
(Wehr et al., 2003b)



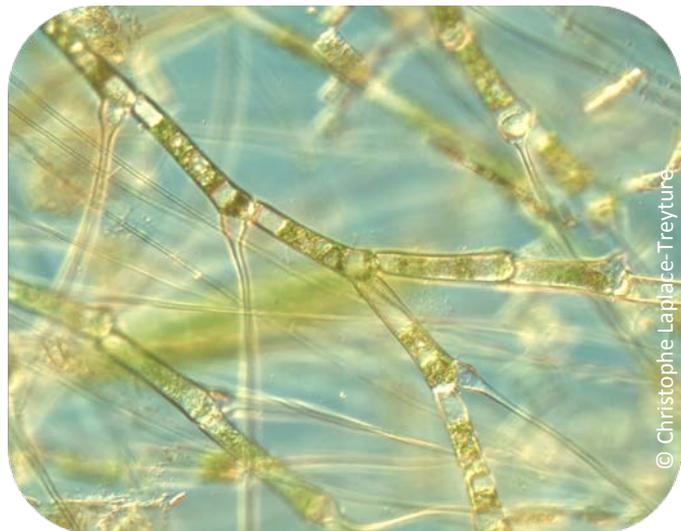
© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

Reproduction du printemps à l'été.

**Habitat** : principalement en faciès lentique peu profond, lacs, mares et étangs, marais. Large gamme de pH, mais plus de diversité d'espèces en milieu acide.

**Substrat** : le plus souvent fixé sur des plantes ou algues immergées, parfois sur les pierres de bordure. Se détachant fréquemment et flottant librement sur les rives exposées.

**Qualité** : écologie variable selon les espèces, gamme d'eaux oligotrophes à eutrophes.

## Répartition

Genre probablement cosmopolite, surtout d'eau douce, lentique. De nombreuses espèces en régions tempérées et subtropicales. Assez peu rencontré en France.

**Genre :** *CHAETOPHORA*

**Auteur, année :** Schrank, 1783.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Chaetophorales.

**Famille :** Chaetophoraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 7.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** thalle sphérique, hémisphérique ou lobé.

**Couleur :** vert, vert-clair.

**Longueur :** de quelques mm à 15 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** consistance ferme.

**Remarques :** colonies souvent grégaires (masses macroscopiques attachées entre elles). Thalle de forme définie, généralement fixé, incrusté en eau calcaire.

### Aspect à la loupe binoculaire

Enveloppe mucilagineuse ferme ou molle, globulaire ou allongée.

Système prostré peu développé.

Filaments contenus dans une abondante gelée compacte, unisériés, ramifiés, enlacés et rayonnants, pouvant se projeter au-delà du mucilage.

Filaments issus des ramifications, de 4 à 14 cm de longueur; plus densément ramifiés vers les sommets.

Ramifications terminales pointues ou s'effilant en un long poil hyalin.

### Aspect microscopique

Cellules uninucléées, renfermant un plaste pariétal parfois vert, avec un ou plusieurs pyrénoides. Plastides bien colorés seulement au niveau des filaments terminaux.

Poils hyalins pluricellulaires.

Akinètes bruns fréquemment produits dans les cellules terminales.

**Dimensions :** cellules de 4 à 15 µm de largeur, jusqu'à 10 fois plus longues que larges.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec le genre *Stigeoclonium*, mais ce dernier n'est pas inclus dans un mucilage compact.

Avec *Draparnaldia*, mais dont les cellules de l'axe principal sont de taille significativement supérieure à celles des ramifications.

## Références bibliographiques

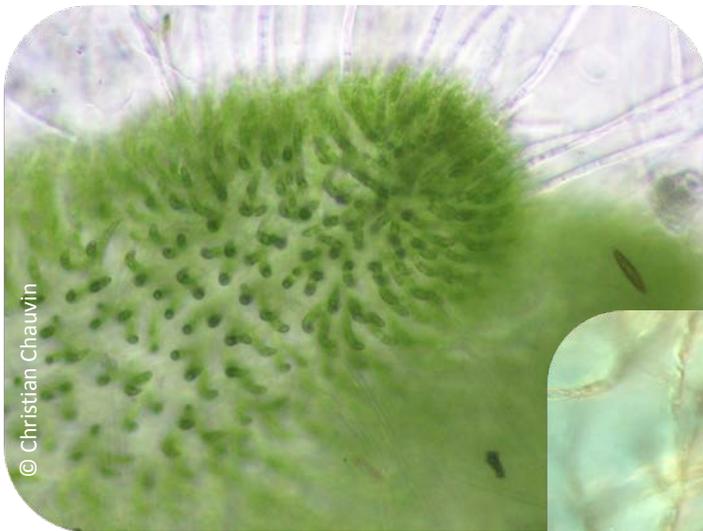
(Bellinger, 1992)	consulté le 23/09/2013.	(Pascher et al., 1914)	(Sarma, 1986)
(Bourrelly, 1990)	(Gibson et al., 1987a, b)	(Prescott, 1978)	(Starmach, 1972)
(Dillard, 1989a)	(Gutowski et al., 2009)	(Printz, 1964)	(Wehr et al., 2003b)
(Guiry et al., 2013),	(John et al., 2003)	(Rodriguez et al., 1996)	



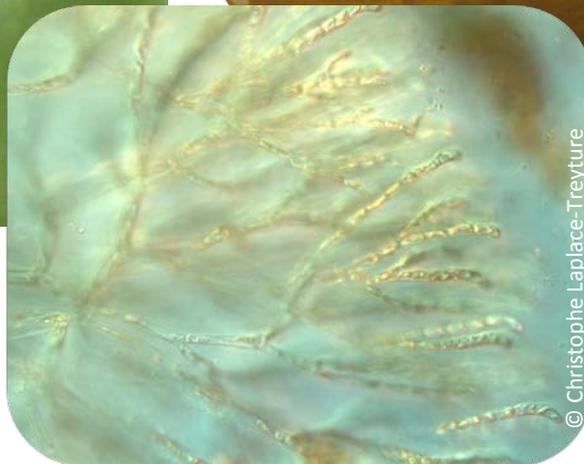
© Christophe Laplace-Treyture



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christian Chauvin



© Christophe Laplace-Treyture

## ÉCOLOGIE

Rencontré le plus souvent en hiver ou au printemps.

**Habitat** : eaux stagnantes et courantes, plutôt de faible débit. Préférence de la plupart des espèces pour les eaux calcaires et froides.

**Substrat** : végétaux aquatiques, racines, face inférieure des feuilles de nénuphars, pierres, feuilles mortes, bois, surfaces cimentées,...

**Qualité** : niveau trophique variable selon les espèces (oligo-mésotrophe à eutrophe).

**Remarques** : certains facteurs environnementaux peuvent influencer la formation des poils. La limitation en phosphates induit leur croissance, une addition induit une formation de zoospores.

## Répartition

Probablement cosmopolite.

En France, assez largement répandu dans les ruisseaux et petits cours d'eau frais, souvent bien développé au printemps.

**Genre : CLADOPHORA**

**Auteur, année :** Kützing, 1843.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Cladophorales.

**Famille :** Cladophoraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 188 dont 10 d'eau douce présentes en Europe, van den Hoek (1963).

#### MORPHOLOGIE

##### Caractères généraux

**Aspect :** variable, de gazonnant à longs filaments en quenouille.

**Couleur :** vert.

**Longueur :** pouvant atteindre plusieurs mètres.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** rêche, renforcé par l'essorage.

**Remarques :** filament fixé par des rhizoïdes dans son jeune âge puis pouvant flotter librement. Thalle souvent peuplé d'une macrofaune riche.

##### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle buissonnant (arbuscule) plus ou moins ramifié, rarement sphérique (balle).

Filaments unisériés, cylindriques, uniquement dressés.

Croissance apicale et/ou intercalaire.

Ramification souvent dichotomique, de rare à profuse.

**Remarques :** richesse de la ramification variant en fonction des espèces, de la saison et des conditions écologiques. En milieu stagnant ramifications pouvant être intermittentes ou difficiles à trouver.

Filaments souvent colonisés par des épiphytes

(diatomées, cyanobactéries...), surtout en vieillissant.

##### Aspect microscopique

Articles allongés comportant de nombreux noyaux et caractérisés par la présence d'un plaste vert, réticulé, avec de nombreux pyrénoides.

Paroi cellulaire robuste.

**Dimensions :** articles de l'axe principal de 15 à 250 µm de large, jusqu'à 15 (30) fois plus longs que larges. Largeur des ramifications nettement plus étroite.

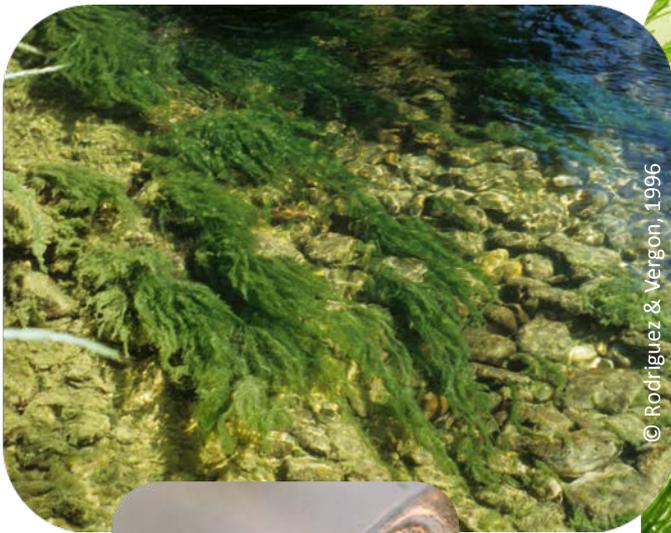
**Coloration :** au carmin acétique à chaud, mise en évidence de nombreux noyaux dans chaque article. Au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

##### Confusions possibles

Avec *Rhizoclonium* pour des *Cladophora* très peu ramifiés. Caractères distinctifs : pour *Rhizoclonium* l'article est habituellement plus de deux fois plus long que large ; taille des articles plus importante pour *Cladophora* (largeur, ratio longueur/largeur) et largeur des ramifications très inférieure à celle de l'axe principal, nombreux noyaux par cellule (coloration au carmin acétique).

#### Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)	(Ensminger et al., 2000,	(Parr et al., 2002)	l'aménagement des
(Boedeker, 2010)	2001)	(Peltre et al., 1997)	eaux (SRAE) Franche-
(Bourrelly, 1990)	(Guiry et al., 2013),	(Peltre et al., 1993)	Comté, 1989)
(Caffrey et al., 2006)	consulté le 23/09/2013.	(Pierre, 1971)	(Simpson et al., 1986)
(Cambra et al., 1992)	(Gutowski et al., 2004)	(Pitcairn et al., 1973a;	(Stevenson et al., 2006)
(Descy, 1973)	(Gutowski et al., 2009)	Pitcairn et al., 1973b)	(van den Hoek, 1963)
(Dillard, 1989a)	(Higgins et al., 2008)	(Prescott, 1978)	(Wehr et al., 2003b)
(Dodds et al., 1992)	(John et al., 2003)	(Rodriguez et al., 1996)	(Whitton et al., 1998)
(Dodds, 1991)	(Parker et al., 2000)	(Service régional de	(Whitton, 1970)



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christian Chauvin



© Christophe Laplace-Treytore



© David Heudre

## ÉCOLOGIE

Saisonnalité marquée avec des maxima de développement à la fin du printemps et en automne.

**Habitat** : eaux douces à saumâtres, calcaires, dures et alcalines ( $7 < \text{pH} < 10$ ). Milieux lotiques (ruisseaux, rivières, zones de battement des eaux) et lentiques (fossés, mares, lacs, canaux,...). Aussi bien en courant rapide (fortement ramifié) qu'en courant plus lent (peu ramifié). Développement favorisé par de fortes intensités lumineuses. Température de croissance de 10 à 30 °C – Température optimale de 20 à 25 °C.

**Substrat** : pierres, galets, blocs, dalles. Peut se développer en pleine eau dans les milieux stagnants.

**Qualité** : eaux méso à eutrophes, voire hypereutrophes, tolérance à une charge organique notable. Des teneurs élevées en nutriments (phosphore) favorisent la production de fortes biomasses.

Sensible à la pollution métallique (charge en cuivre tolérée), il est remplacé dans les habitats riches en nutriments avec des concentrations élevées de métaux lourds, par des algues vertes filamenteuses plus résistantes (par exemple *Stigeoclonium tenue*).

**Remarques** : dans des conditions climatiques, nutritionnelles et habitationnelles optimales (radiers de faible profondeur, à granulométrie grossière, bien éclairés, à courant modéré régulier ou éventuellement rapide, où la température de l'eau peut croître rapidement), les cladophores peuvent produire des biomasses très élevées, notamment en milieu eutrophe, pouvant atteindre 1 à 2 kg de poids frais/m<sup>2</sup> (100-200 g poids sec/m<sup>2</sup>), jusqu'à 3 kg de poids frais/m<sup>2</sup> observés en fin d'été 1989 sur le bassin du Doubs soit > 100 Tonnes matières fraîches/km. Ces développements excessifs sont à l'origine de nuisances importantes.

## Répartition

Genre ubiquiste, le plus fréquent des régions tempérées de l'hémisphère Nord, distribué dans le monde entier depuis les zones arctiques aux tempérées, en eaux douces à saumâtres (une trentaine d'espèces en eau douce et de très nombreuses espèces marines). Largement réparti, il domine nettement les peuplements d'algues filamenteuses fixées.

*Cladophora glomerata* est l'espèce la plus répandue.

En France, il est très fréquemment rencontré dans toutes les gammes de cours d'eau et réparti uniformément sur tout le territoire, principalement sur cours d'eau calcaires, marneux et marno-calcaires, associé ou en alternance avec *Vaucheria*.

**Genre :** *DRAPARNALDIA*

**Auteur, année :** Bory de St. Vincent, 1808.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Chaetophorales.

**Famille :** Chaetophoraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 8 ; genre d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** cordon frêle.

**Couleur :** vert pâle à vert vif.

**Longueur :** 5 à 20 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** très gélatineux.

**Remarques :** algue enrobée dans une enveloppe mucilagineuse (visible lorsque l'algue est hors de l'eau) qui la rend difficilement saisissable. Grande plasticité morphologique, fonction des paramètres environnementaux. Filaments fixés par des rhizoïdes.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle filamenteux unisériel érigé avec un axe principal épais (cellules à plastes peu colorés), portant des verticilles de rameaux de même structure, richement ramifiés (cellules de couleur vert vif) de façon opposée, alterne ou en bouquets.

Caractérisé par la nette différence de taille entre les cellules de l'axe primaire et celles des ramifications (moindre en milieu eutrophe).

### Aspect microscopique

Cellules de l'axe principal toutes identiques, généralement en forme de tonneau, contenant

un plaste pariétal en bande, entier ou réticulé formant le plus souvent une ceinture équatoriale avec digitations et portant de nombreux pyrénoides.

Cellules des rameaux entièrement occupées par un plaste pariétal laminé couvrant presque entièrement la paroi de la cellule avec 1 à 3 pyrénoides. La cellule terminale s'effile souvent en un long poil hyalin.

**Dimensions :** cellules de l'axe primaire de 40 à 100 µm de large. Cellules des ramifications de 5 à 10 µm de large.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Grande plasticité morphologique, pouvant engendrer le doute.

Avec certains *Stigeoclonium*, capables de montrer des traits « draparnaldioïde » en milieu enrichi en nutriments, mais ne pouvant être confondus avec *Draparnaldia*, du fait d'une forme de thalle non définie, de l'absence de gelée compacte, de différence distincte entre axe et rameaux et de la présence d'un diamètre plus petit des axes principaux (< 30 µm).

## Références bibliographiques

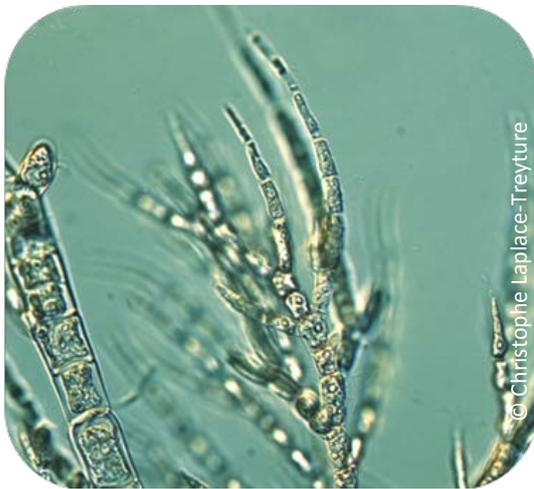
(Bourrelly, 1990)	(Guiry et al., 2013),	(Simons et al., 1986)	(van Beem et al., 1988)
(Bellinger, 1992)	consulté le 23/09/2013.	(Johnstone, 1978)	(Wehr et al., 2003b)
(Dillard, 1989a)	(Gutowski et al., 2009)	(Prescott, 1978)	
(Gibson et al., 1987b)	(John et al., 2003)	(Rodriguez et al., 1996)	



© Christian Chauvin



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

Bien développé en eau froide et au début du printemps.

**Habitat** : large gamme, eaux claires et propres des secteurs amont ; sources et fontaines, ruisseaux, cours d'eau lents, canaux, fossés, lacs peu profonds et tourbeux. Aussi bien en eau dure que douce.

**Substrat** : galets, pierres, phanérogames, litières.

**Qualité** : genre plutôt oligotrophe (sensible à l'eutrophisation).

**Remarques** : variations morphologiques sous l'influence de facteurs physiques (intensité lumineuse, durée du jour, température) et chimiques (teneur en nutriments dont phosphore, nitrate). La formation des poils est causée par une carence en phosphates.

## Répartition

Probablement cosmopolite, zone géographique étendue, mais genre peu fréquent. En France, quelques observations en cours d'eau oligotrophes carbonatés ou non.

**Genre :** *GONGROSIRA*

**Auteur, année :** Kützing, 1843.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Chaetophorales.

**Famille :** Chaetophoraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 24 ; environ 9 espèces d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** coussin mince ou un peu épais, plus ou moins lâche. Couche ou croûte fixée sur le substrat.

**Couleur :** vert ou gris-vert, verdâtre.

**Longueur :** jusqu'à 5 mm de diamètre.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** souvent incrusté de calcaire.

**Remarques :** thalle rampant et érigé.

### Aspect à la loupe binoculaire

Base du thalle sous forme de filaments rampants, enchevêtrés, formant un pseudoparenchyme à une ou plusieurs couches.

Filaments dressés unisériés ramifiés avec de courtes ramifications.

### Aspect microscopique

Cellules cylindriques ou parfois gonflées, à paroi souvent épaisses, lamelleuse, à un plaste pariétal, avec un ou plusieurs pyrénoides.

Cellules terminales aux apex émoussés, sans poils, portant parfois des sporocystes terminaux renflés, globuleux ou en massues.

**Dimensions :** cellules de 5-25 µm de large.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

**Remarques :** Le traitement à l'EDTA ou au complexon 3 afin de se « débarrasser du carbonate de calcium » facilite l'observation des thalles.

### Confusions possibles

Avec *Stigeoclonium*, parfois très difficile à différencier, mais le thalle de ce dernier n'est jamais incrusté de calcaire. En principe, le système prostré de *Gongrosira* est particulièrement bien développé et le système érigé peu visible, alors que c'est l'inverse chez *Stigeoclonium*. Au microscope, *Gongrosira* est caractérisé par des rangées denses de cellules adjacentes, tandis que les filaments du système prostré de *Stigeoclonium* ont un rayonnement plus radial. En outre la plupart des espèces de *Gongrosira* ont des cellules plus larges.

Avec *Chlorotylum*, souvent incrusté de calcaire, mais plutôt rhéophile ; à thalle incrustant ramifié mais ramifications que d'un seul côté, et à cellules de 2 types dont les plus longues presque incolores.

Les jeunes stades de *Gongrosira* peuvent être confondus avec *Protoderma*, qui forme seulement des disques à couche simple pseudoparenchymateuse.

## Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)

(Bourrelly, 1990)

(Guiry et al., 2013),

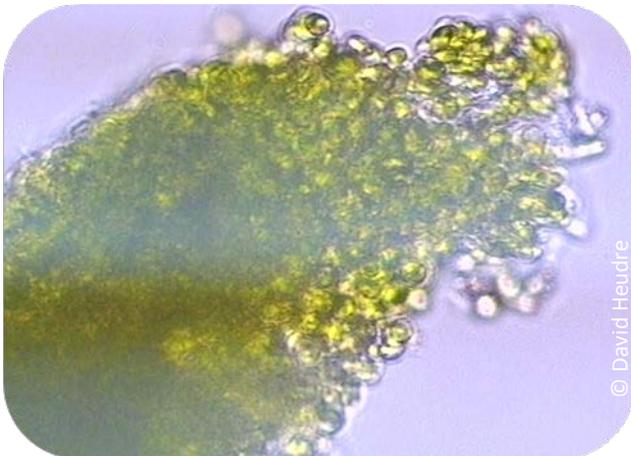
consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(John et al., 2003)



© Aline Fare



© David Heudre



© Laurent Bourgoïn



© David Heudre



© David Heudre

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : eaux douces et saumâtres, stagnantes et courantes, zones peu profondes marginales des étangs, lacs et rivières (rarement sur le sol).

**Substrat** : fixé sur les pierres, coquilles, bois submergés, macrophytes, surfaces dures.

**Qualité** : eaux dures, calcaires. Variabilité trophique selon les espèces, de mésotrophe à eutrophe.

## Répartition

Genre aquatique ou terrestre, probablement cosmopolite, répandu en Europe centrale.

**Genre :** *HYDRODICTYON*

**Auteur, année :** Roth, 1797.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Sphaeropleales.

**Famille :** Hydrodictyaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 5 surtout d'eau douce ; seul *Hydrodictyon reticulatum* (Linnaeus) Bory de Saint-Vincent 1824 est connu en Europe.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** filet cylindrique ou masse flottante à maille généralement hexagonale visible à l'œil nu dans de bonnes conditions.

**Couleur :** vert.

**Longueur :** jusqu'à 30 (50) cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** rêche.

**Remarques :** non fixé. Se développe d'abord sur le fond, puis décrochage suite à une flottabilité importante (activité O<sub>2</sub>) et dérive. Formation de petits sacs cylindriques fermés chez les formes juvéniles, déchirés ensuite. Colonies pouvant former des tapis denses. Dérive importante des colonies sous l'action du courant, accumulation de gros amas possible en bordure.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle cénobial formant un filet à maille hexagonale ou pentagonale. Cellules adjacentes en contact par leurs côtés pour former des mailles à 5, 6 angles.

réseau, à paroi mince, multinucléées.

Plaste jaune-vert, pariétal, réticulé, renfermant de nombreux pyrénoides.

Présence d'une vacuole centrale.

### Aspect microscopique

Cellules allongées, cylindriques, assemblées en

**Dimensions :** taille variable selon l'âge, mailles et cellules jusqu'à 10 (15) mm.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

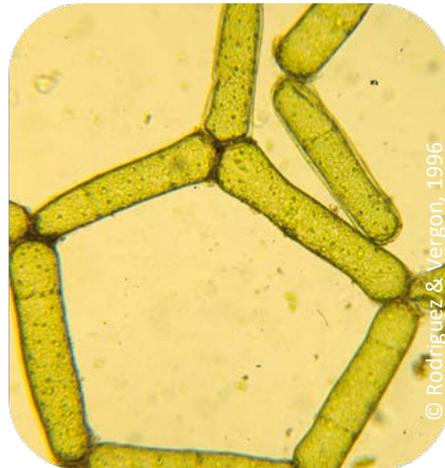
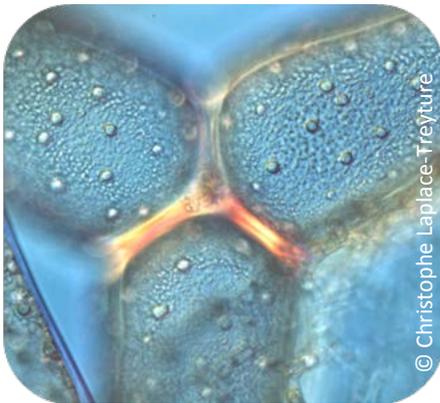
**Remarques :** capacité à se développer de façon spectaculaire par multiplication végétative en conditions favorables (températures élevées et ensoleillement). Aspect très couvrant des colonies (en surface et dans la tranche d'eau) et production possible de fortes biomasses (capacité de croissance rapide). Parfois très abondant en eau stagnante peu exposée au vent. En rivière, il entre massivement en dérive, envahit les végétaux hélophytes ou s'accumule derrière les obstacles et dans les zones d'eau calme.

### Confusions possibles

Pas de confusion possible.

## Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)	(Guiry et al., 2013),	(John et al., 1998)	(Rodriguez et al., 1996)
(Bourrelly, 1990)	consulté le 23/09/2013.	(John et al., 2003)	(Ten Cate et al., 1991)
(Dillard, 1989a)	(Gutowski et al., 2009)	(Mathey, 1993)	(Whitton et al., 1998)
(Flory et al., 1994)	(Hall et al., 1997)	(Peltre et al., 1997)	
(Gaudillat et al., 2002)	(Hawes et al., 1993)	(Prescott, 1978)	



## ÉCOLOGIE

Développement tardif, apparaissant aux mois les plus chauds (juillet-août) et pouvant subsister assez tard dans la saison.

**Habitat** : eaux douces à légèrement saumâtres, alcalines, dures ; un niveau élevé de minéralisation est lié à son développement. Faciès lentique, en plan d'eau (lacs, étangs), dans les anses calmes de certains cours d'eau, fossés et marais, eaux peu profondes, lagunes d'assainissement. Tolérance à des températures élevées.

Caractéristique des habitats (Cahiers d'habitats Natura 2000) 3290-1 : têtes de rivières et ruisseaux méditerranéens s'asséchant régulièrement ou cours médian en substrat géologique perméable ; 3290 – 2 : aval des rivières méditerranéennes intermittentes ; 3260- 5 : rivières eutrophes (d'aval), neutres à basiques, dominées par des renoncules et des potamots ; 3260-6 : ruisseaux et petites rivières eutrophes neutres à basiques.

**Substrat** : pas d'affinité particulière avec un substrat donné, cette algue n'étant pas fixée. Développement dans la tranche d'eau et en surface.

**Qualité** : eaux eutrophes (azote, parfois sulfates).

## Répartition

Probablement cosmopolite, caractère ubiquiste marqué, caractérisé par une large distribution géographique.

En France, espèce observée ponctuellement sur le territoire, sur de moyens (Doubs, Saône..) à grands cours d'eau (Rhône, Garonne, Loire), notamment à l'étiage et également sur plusieurs plans d'eau et dans le marais Poitevin.

Cette algue est mentionnée régulièrement depuis les années 1990 (en France et en Europe), comme pouvant causer des nuisances lors de proliférations massives.

**Genre : KLEBSORMIDIUM**

**Auteur, année :** Silva, Mattox & Blackwell, 1972.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Klebsormidiales.

**Famille :** Klebsormidiaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 18 ; genre essentiellement d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** en revêtement mucilagineux fixé ou planctonique (librement flottant).

**Couleur :** vert clair à vert brillant.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** souvent en mélange avec d'autres algues filamenteuses.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments unisériés non ramifiés, généralement droits.

Forme occasionnellement tordue ou coudée à angle brusque caractéristique, avec un disque de matériau transparent entourant le coude.

### Aspect microscopique

Cellules cylindriques, parfois enflées en tonneau (constrictions au niveau des parois transversales).

Parois minces ou épaisses et stratifiées, rugueuses, dentées et/ou verruqueuses.

Les parois transverses sont parfois entourées

de pièces en H.

Chloroplaste pariétal unique, elliptique discoïde ou en forme de manchon, enroulé sur plus de la moitié de la cellule (moins de 80 %), avec un seul pyrénioïde.

**Remarques :** critères taxonomiques pouvant être influencés par les conditions environnementales.

**Dimensions :** cellules le plus souvent de petite taille (largeur de quelques  $\mu\text{m}$  à 14  $\mu\text{m}$ ), une à deux fois plus longues que larges.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec *Ulothrix*, mais dont le chloroplaste entoure presque toute la cellule. À l'inverse de ce dernier, *Klebsormidium* présente des filaments toujours libres et se dissociant facilement, sans cellule basale, un plaste occupant moins de 80 % du pourtour de la cellule avec 1 seul pyrénioïde et sans gaine gélatineuse.

Avec *Microspora* qui présente des pièces en H et des plastes de forme différente d'un manchon.

Avec *Pearsoniella variabilis* dont la cellule possède un plaste pariétal cylindrique l'entourant complètement.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1966, 1988)	(John et al., 2003)	(Rindi et al., 2008)	(Stevens et al., 2001)
(Dillard, 1989a)	(Kinross, 2011)	(Prescott, 1978)	(Urrea-Clos et al., 2009)
(Guiry et al., 2013), consulté le 23/09/2013.	(Lindstrøm et al., 2004)	(Ramanathan, 1964)	(Vivier et al., 1943)
(Gutowski et al., 2009)	(Lokhorst, 1996)	(Schaumburg et al., 2004)	(Wehr et al., 2003b)
	(Novis, 2006)	(Škaloud, 2006)	



© Christophe Laplace-Treytore



© Vincent Boucharéychas



© Vincent Boucharéychas

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : large gamme d'habitats ; aquatique, subaérien, sur sol humide et rochers détremés, parfois rencontré à haute altitude en eaux froides et ultra oligotrophes. Genre crénophile (sources, bassins des fontaines, cuvettes de chutes d'eau et de cascades), courant modéré à faible ou en milieu lentique (mares, fossés). Large gamme de pH, bien que plusieurs espèces préfèrent les milieux acides.

**Substrat** : rochers, pierres.

**Qualité** : une espèce indicatrice de très bonne qualité écologique (*K. rivulare*), l'autre (*K. flaccidum*) tolérante à des niveaux élevés de trophie et saprobie et à des teneurs élevées en métaux lourds, notamment dans les rejets acides des mines.

## Répartition

Cosmopolite, habitats terrestres et d'eau douce.

En France, peu d'observations notées à ce jour.

**Genre :** *MICROSPORA*

**Auteur, année :** Thuret, 1850.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Sphaeropleales.

**Famille :** Microsporaceae (monogénérique).

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 22 ; genre surtout d'eau douce (~9 à 10 espèces).

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** filaments fins.

**Couleur :** vert vif à vert-clair.

**Longueur :** jusqu'à 50 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** filament fixé dans son jeune âge, puis flottant librement. Variabilité morphologique importante en fonction des conditions environnementales.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments entrelacés, cylindriques, unisériés, non ramifiés avec ou sans constriction entre les cellules, à croissance intercalaire.

### Aspect microscopique

Cellule carrée à rectangulaire, cylindrique ou légèrement gonflée, parfois comprimée à l'intersection de la paroi.

Paroi cellulaire (mince ou épaisse selon les

espèces) formée de 2 fragments identiques emboîtés, ayant la forme d'une pièce en H clairement visible en section optique.

Cellules renfermant un noyau unique et un épais plaste vert pariétal, réticulé, sans pyrénolide.

**Dimensions :** cellule de 5 à 28 (33)  $\mu\text{m}$  de large et de 0,6 à 4 fois plus longue. Épaisseur de la paroi cellulaire de 2 à 3 (5)  $\mu\text{m}$ .

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon (abondant).

Au bleu de méthylène mise en évidence des structures pariétales et de la membrane stratifiée.

### Confusions possibles

Avec *Tribonema* (structure similaire de pièce en H), mais chez ce dernier, cellule plus allongée souvent en tonneau, avec 2 ou plusieurs chloroplastes discoïdes vert pâle ou jaune, absence d'amidon.

Avec *Zygonium* (genre essentiellement terrestre ; Zygnematales), sans pièces en H, dont les cellules sont cylindriques carrées, avec une paroi souvent épaisse et lamelleuse, et n'ayant qu'un seul chloroplaste massif en 2 globules irréguliers.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1990)

(Dillard, 1989a)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(John et al., 2003)

(Lindstrøm et al., 2004)

(Necchi et al., 2002)

(Pascher et al., 1914)

(Prescott, 1978)

(Printz, 1964)

(Simons et al., 1990)

(Starmach, 1972)



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore



© David Heudre



© David Heudre

## ÉCOLOGIE

Souvent en mélange avec d'autres algues filamenteuses.

**Habitat** : étangs, mares, zones de rives ou eaux peu profondes et cours d'eau, eaux vives (cours d'eau rapides d'altitude). Surtout en période fraîche de l'année (plus abondant en hiver). En milieu peu ou bien minéralisé ; quelques espèces fréquentes à pH acide, notamment tourbières, marais, eaux acides de drainage des mines. À pH < 5, il remplace *Spirogyra*.

**Substrat** : héliophytes, bryophytes, pierres, dalles, graviers, vases.

**Qualité** : exigences écologiques différentes pour la saprobie et la trophie selon les espèces ; tolérance à des teneurs élevées en nitrates mais sensibilité à des concentrations fortes en phosphore et matière organique ; dominant dans les associations caractéristiques des sites contaminés par de fortes concentrations en métaux lourds.

## Répartition

Seul genre d'eau douce de la famille, probablement cosmopolite, largement distribué.

En France, nombreuses occurrences en cours d'eau oligotrophes des régions collinaires et montagneuses acides.

**Genre :** *MONOSTROMA*

**Auteur, année :** Thuret, 1854.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Ulotrichales.

**Famille :** Gomontiaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 27 ; 2 à 3 d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** forme juvénile en vésicule fixée. Forme adulte en ruban ou lambeau membraneux libre, fronde foliacée.

**Couleur :** vert.

**Longueur :** 5 à 6 cm (jusqu'à 10 cm).

**Odeur :** chou de Bruxelles.

**Toucher :** doux, légèrement gélatineux.

**Remarques :** fissurations du thalle au cours du développement.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle en forme de membrane plate fine ou épaisse.

### Aspect microscopique

Thalle constitué d'une seule assise (lame monostromatique) de cellules arrondies ou polygonales, groupées ou non par deux ou par quatre et séparées par un ciment mucilagineux

plus ou moins dense.

Allongement des cellules au niveau de la base avec de longues projections de rhizoïdes dans la zone de fixation.

Cellules uninucléées contenant un seul plaste vert, pariétal, urcéolé, renfermant le plus souvent un pyrénnoïde (plusieurs possibles).

**Dimensions :** cellules de 6 à 20 µm de large.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Des stades jeunes d'*Ulva*, peuvent se confondre avec *Monostroma* qui se présente en lame et non en tube creux, d'où l'importance de l'observation à la loupe binoculaire. D'autre part ce dernier ne présente pas de possibles ramifications, contrairement à *Ulva*.

Avec *Prasiola*, au thalle rubané ou foliacé, mais aux cellules arrangées régulièrement par 4, et au plaste pariétal étoilé.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1990)

consulté le 23/09/2013.

(Prescott, 1978)

(Gayral, 1975)

(John et al., 2003)

(Printz, 1964)

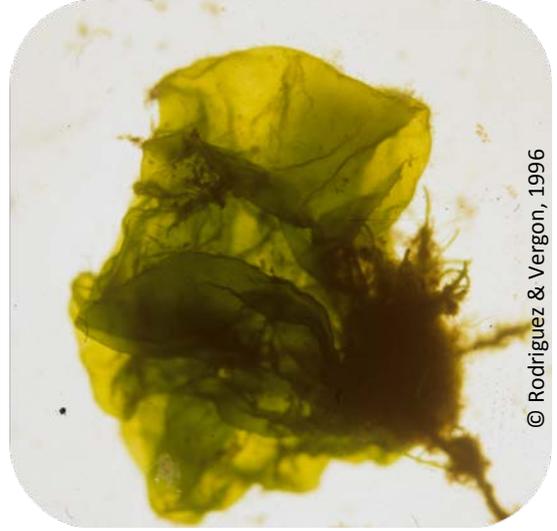
(Guiry et al., 2013),

(Pascher et al., 1914)

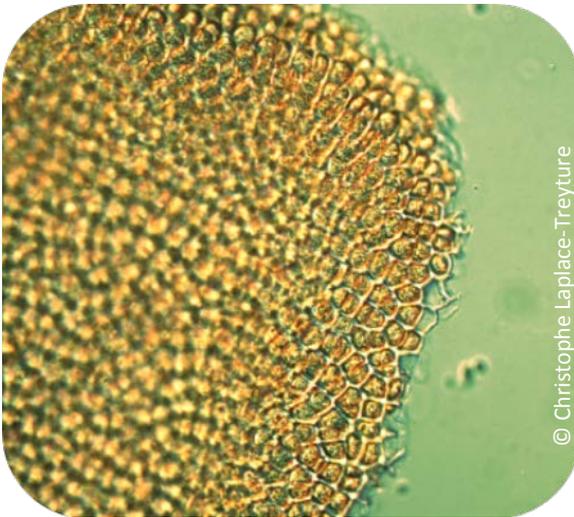
(Rodriguez et al., 1996)



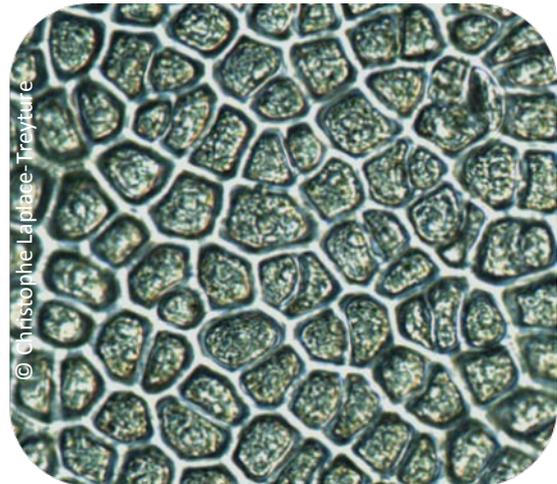
© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : eaux douces froides acides ou calcaires (ruisseaux subalpins) et eaux saumâtres. Milieux courants.

**Substrat** : pierres, végétaux, racines (préfère les substrats riches en fer).

**Qualité** : plutôt en milieu oligotrophe.

## Répartition

Genre surtout représenté par des espèces marines, certaines espèces d'eau saumâtre pouvant s'adapter à de faibles concentrations en sel. Probablement cosmopolite, mais peu fréquent. La plupart des espèces d'eau douce sont rencontrées en eau froide montagnarde.

En France, quelques observations en cours d'eau acides ou calcaires, oligotrophes de régions froides et montagneuses ainsi qu'en plaine.

**Genre :** *MOUGEOTIA*

**Auteur, année :** Agardh, 1824.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Zygnematales.

**Famille :** Zygnemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 166 ; dont nombreuses espèces d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse floconneuse.

**Couleur :** vert à vert-clair.

**Longueur :** 10 à 25 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** visqueux.

**Remarques :** fixé ou libre flottant, parfois en masse.

### Aspect à la loupe binoculaire

Longs filaments cylindriques (se désintégrant parfois en petits morceaux), unisériés, non ramifiés à cellules relativement longues, aux extrémités arrondies.

sur un ou deux plastes verts, en bande uniaxiale, occupant la majorité de la cellule, portés par des travées cytoplasmiques ; avec des pyrénoides alignés ou non.

Paroi mince et lisse.

### Aspect microscopique

Cellules comportant un noyau central apposé

**Dimensions :** cellules de 3 à 40 µm de large ; 5 à 20 fois plus longues que larges.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

**Remarques :** en présence d'une source lumineuse, à l'état frais, le plaste effectue une rotation de 90°. Il est donc visible sur la tranche.

On rencontre parfois dans les préparations des formes en phase de reproduction dite scalariforme par la disposition de deux filaments (mâle et femelle) et du tube de jonction, qui donnent à l'ensemble un aspect en échelle.

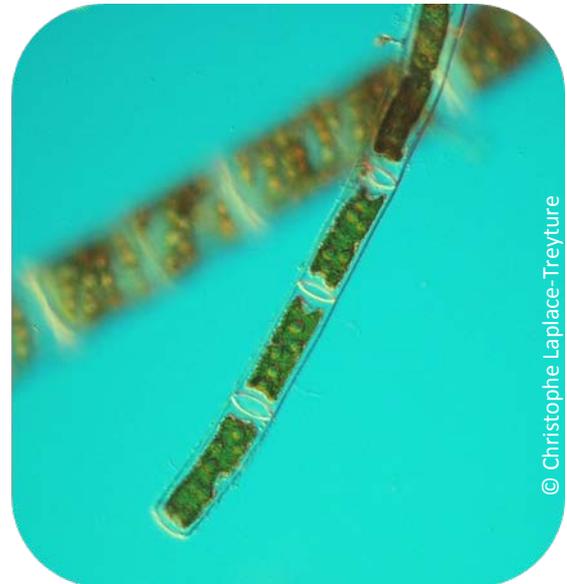
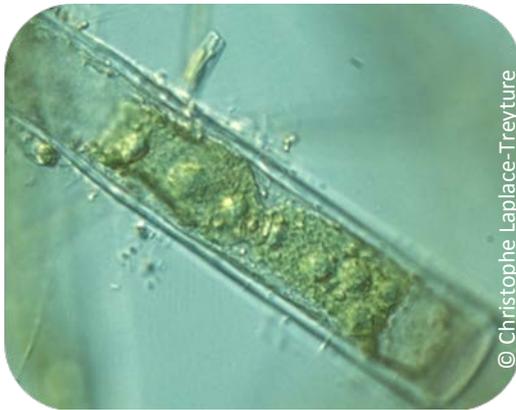
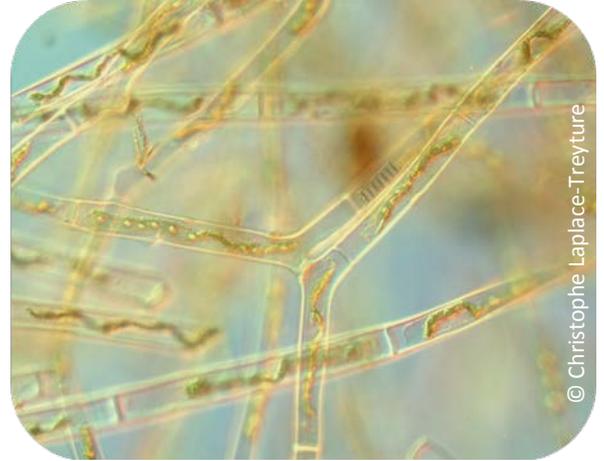
### Confusions possibles

Formes végétatives identiques à celles de *Debarya* (diam. < 16 µm), genre rarement signalé (une seule espèce) en Europe, en eau stagnante légèrement acide.

Se différencie de *Mougeotiopsis*, taxon rare trouvé en milieu acide, uniquement par la forme des chloroplastes. Ce dernier possède des cellules plus courtes à plaste unique, axial et sans pyrénoides.

## Références bibliographiques

(Baffico, 2010)	(Gutowski et al., 2009)	(Prescott, 1978)	(Verb et al., 2005)
(Bourrelly, 1990)	(Greenwood et al., 2006)	(Rodriguez et al., 1996)	(Wehr et al., 2003b)
(Dillard, 1989a)	(John et al., 2003)	(Schneider et al., 2011)	
(Guiry et al., 2013), consulté le 23/09/2013.	(Klug et al., 2000)	(Simons et al., 1990)	
	(Lindstrøm et al., 2004)	(Szymanska et al., 1999)	



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : Préfère les eaux froides et printanières, en particulier dans des environnements exposés à la lumière. Eaux courantes mais surtout stagnantes (faciès lenticules, zones littorales, baies, plans d'eau, petits cours d'eau, fossés). Milieux acides (lacs, tourbières, zones de montagne..), parfois alcalins.

**Substrat** : pierres, galets, végétaux.

**Qualité** : milieu oligo à mésotrophes, pollution saprobique moyenne.

**Remarque** : possibilité de développement de masse, notamment au milieu des macrophytes.

## Répartition

Genre cosmopolite, commun à nombreux habitats, répandu en Europe centrale. Nombreuses espèces, principalement en eau douce, certaines espèces dans les eaux saumâtres, d'autres en milieu acidifié ou dystrophe.

En France, occurrences régulières en cours d'eau froids, plutôt sur roches acides.

**Genre : *OEDOGONIUM***

**Auteur, année :** Link, 1820.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Oedogoniales.

**Famille :** Oedogoniaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 498 ; nombreuses espèces d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** duvet fixé (jeune) et masse floconneuse flottante (adulte).

**Couleur :** jaune, vert-jaune, brun-vert.

**Longueur :** jusqu'à 30 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux ou légèrement visqueux.

**Remarques :** filament fixé dans le jeune âge par des rhizoïdes émis par la cellule basale (dont la forme varie suivant les espèces), puis flottant parfois librement en zone littorale (excepté en faciès lotique où le système de fixation persiste).

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments unisériés, non ramifiés.

### Aspect microscopique

Cellules terminales arrondies, rarement effilées en poil hyalin. Cellules basales hémisphériques ou globuleuses, parfois coniques.

Cellules de taille et forme très variables selon les espèces, cylindriques, tronconiques,

légèrement renflées ou à paroi ondulée, portant des stries d'accroissement (bourrelet interne épaissi) à l'apex de la cellule, pas toujours bien visibles, ni sur toutes les cellules. Plaste pariétal, vert, réticulé, occupant tout le cytoplasme et portant de nombreux pyrénoides.

**Dimensions :** cellules de 5 à 50 µm de large selon les espèces.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec *Bulbochaete*, rencontré surtout en milieu lentique, mais ce dernier est ramifié. Les ramifications se prolongent avec de longs poils à base bulbeuse.

## Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)

(Cambra et al., 1992)

(Ferreira et al., 1999)

(Guiry et al., 2013),

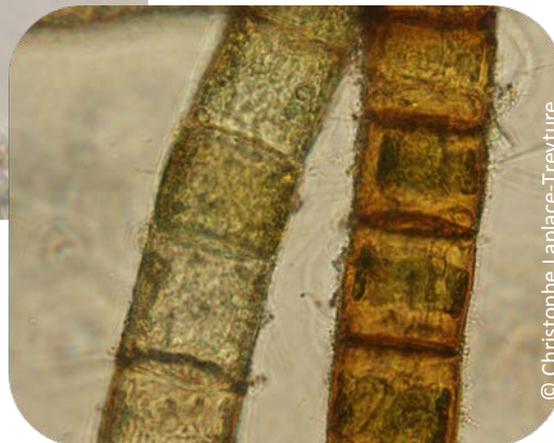
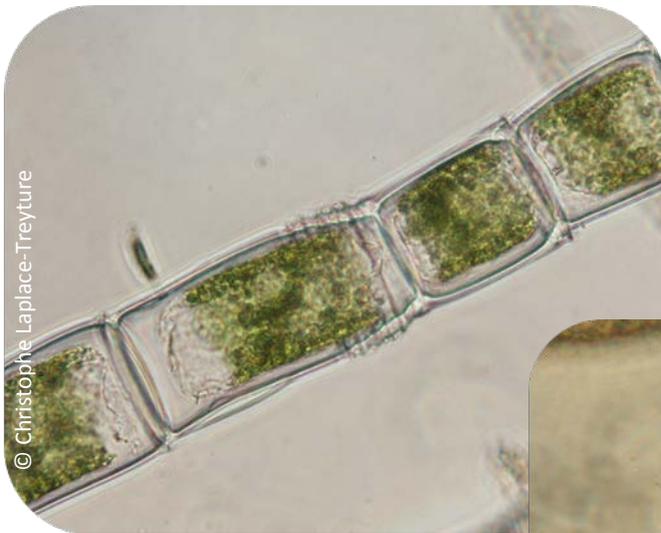
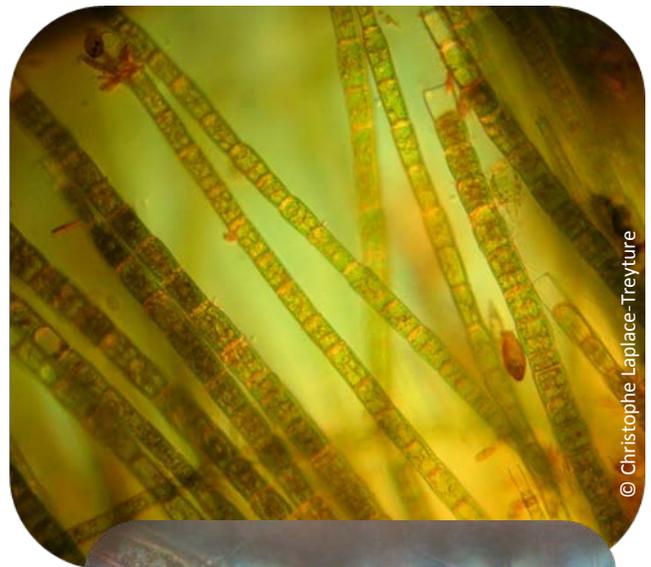
consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(John et al., 2003)

(Mrozińska, 1991)

(Rodríguez et al., 1996)



## ÉCOLOGIE

Développement maximal au printemps. Reproduction le plus souvent du printemps à l'automne. Souvent épiphyte ou en mélange avec d'autres algues.

**Habitat** : majorité d'espèces lénitophiles ; zones littorales, milieux temporaires. Peut former parfois en faciès lentique, des grosses masses flottantes où il peut être confondu avec *Cladophora*. Large gamme de pH selon les espèces ; caractéristique de la communauté d'algues dominant les rivières siliceuses ; moins de diversité d'espèces en eaux alcalines. Taux de croissance maximale des Oedogoniales pour des températures supérieures à 15 °C.

**Substrat** : pierres, galets, dalles de ciment, végétaux.

**Qualité** : large gamme de niveau trophique selon les espèces, eaux oligotrophes à eutrophes. Une forte abondance est souvent liée à une perturbation trophique ou saprobique.

## Répartition

Genre commun et fréquent en Europe centrale. Nombreuses espèces d'eau douce, peu en eaux saumâtre ou salée.

En France, nombreuses observations assez bien réparties sur le territoire.

**Genre :** *RHIZOCLONIUM*

**Auteur, année :** Kützing, 1843.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Cladophorales.

**Famille :** Cladophoraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 27 principalement marines ; *R. hieroglyphicum* la plus commune en eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** longs et fins filaments d'allure courbe, souvent en quenouille.

**Couleur :** vert clair à vert foncé.

**Longueur :** jusqu'à 80 cm (10 à 20 cm pour *R. hieroglyphicum*).

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** légèrement rêche à rêche.

**Remarques :** filament fixé par un rhizoïde (d'où le nom générique) dans son jeune âge puis flottant librement. Parfois en masses importantes.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments d'allure souvent courbe dans des directions différentes, parfois coudée.

Filaments unisériés, cloisonnés, essentiellement non ramifiés, comportant parfois de rares ramifications rhizoïdales à angle droit, composées d'un nombre réduit de cellules (1 à 3).

### Aspect microscopique

Articles allongés cylindriques et caractérisés par la présence d'un chloroplaste pariétal réticulé avec de nombreux pyrénoides. Faible nombre de noyaux (2 à 4).

Paroi cellulaire généralement mince, parfois épaisse et bien stratifiée.

**Dimensions :** articles de 10 à 40 (50) µm de large, habituellement 2 à 5 fois plus longs que larges.

**Coloration :** au carmin acétique à chaud, mise en évidence de noyaux peu nombreux par cellule. Au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec certaines espèces de *Cladophora* peu ou pas ramifiées, notamment en milieu lentique.

On distingue *Rhizoclonium* par la présence de courbes et/ou coudes sur les filaments, la rareté des ramifications et leur courte longueur (3 cellules maximum), la taille des cellules (largeur plus étroite et ratio longueur/largeur plus petit), et le faible nombre de noyaux dans les cellules (coloration au carmin acétique).

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1990)

consulté le 23/09/2013.

Prescott, 1978)

(John et al., 2003)

(Descy, 1973)

(Parodi et al., 1993)

(Schaumburg et al., 2004)

(Rodriguez et al., 1996)

(Dillard, 1989b)

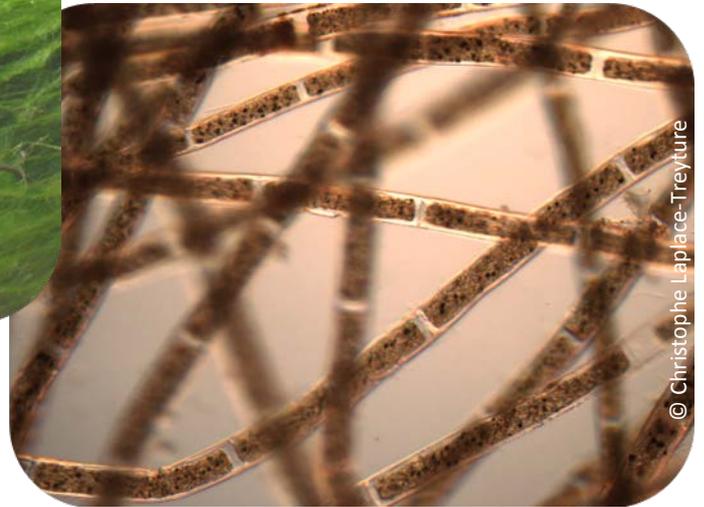
(Pierre, 1994, 1997)

(Bellinger, 1992)

(Guiry et al., 2013),

(Prescott, 1962;

(Gutowski et al., 2009)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : eaux courantes vives et stagnantes, zones de bordure, de battement des eaux. En eaux douce et légèrement saumâtre ; eaux alcalines, riches en calcaire.

**Substrat** : substrats durs type pierres et dalles, bryophytes.

**Qualité** : indicateur de trophie élevée et de charge organique importante.

## Répartition

Probablement cosmopolite, genre principalement marin, présent en eaux douce et saumâtre, plus fréquent en eau courante. Répandu et fréquent en Europe centrale, surtout dans les eaux à fortes teneurs en nutriments. *R. hieroglyphicum* est l'espèce la plus commune en eau douce (parois cellulaires fines), *R. riparium* étant en zone marine et estuarienne et dans les mares saumâtres.

En France, beaucoup d'observations en cours d'eau de régions collinaires et de plaines plus ou moins calcaires ; souvent associé à *Cladophora* et autres algues filamenteuses.

**Genre :** *SCHIZOMERIS*

**Auteur, année :** Kützing, 1843.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Chaetophorales.

**Famille :** Schizomeridaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 1 seule d'eau douce, *S. leibleinii* Kützing.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** touffes grossières et compactes.

**Couleur :** vert sombre.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** soyeux.

**Remarques :** aspect macroscopique de *Spirogyra*, ou d'un gros *Ulothrix*.

### Aspect à la loupe binoculaire

Cylindre plein, parenchymateux, non ramifié, atténué à ses deux extrémités et fixé par sa base. Constrictions annulaires à intervalles réguliers.

Cellules prismatiques disposées en anneaux réguliers : longues et cylindriques à la base, quadrangulaires avec parois épaisses lorsque le filament devient plurisériel ; cellules près de la base contenant plusieurs pyrénoides.

### Aspect microscopique

Filament non ramifié, d'abord unisériel puis plurisériel.

**Dimensions :** cellule de 2 à 24 µm de large dans la partie basale unisériée et jusqu'à 54 µm quand le thalle est multisériel.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec *Ulva* qui présente un thalle sous forme de tube creux et non un cylindre plein.

Les filaments jeunes, peuvent être confondus avec *Ulothrix* ou *Spirogyra*. Contrairement à ces 2 taxons, les filaments de *Schizomeris* peuvent être facilement séparés dans l'échantillon.

## Références bibliographiques

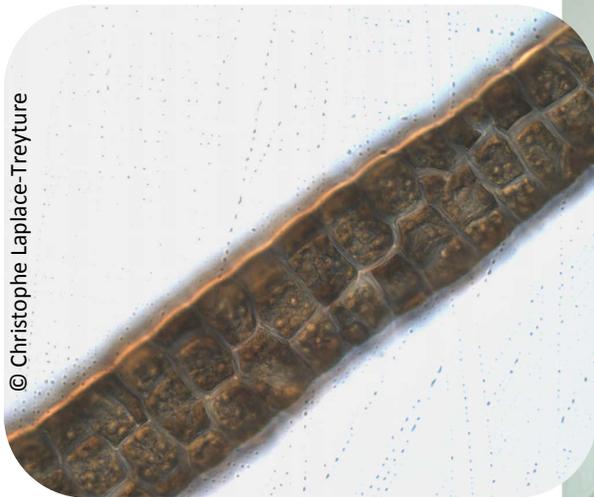
- |                       |                         |                        |                       |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| (Bourrelly, 1990)     | consulté le 23/09/2013. | (Pereira et al., 2005, | (Wehr et al., 2003b)  |
| (Branco et al., 2002) | (Jafari et al., 2006)   | 2007)                  | (Zanini et al., 2002) |
| (Descy, 1973)         | (John et al., 2003)     | (Prescott, 1978)       |                       |
| (Dillard, 1989a)      | (Keshri, 2010)          | (Reddy et al., 1985)   |                       |
| (Guiry et al., 2013), | (Necchi, 2004)          | (Tiwari, 1994)         |                       |



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : Eaux calmes et stagnantes et proximité de chute d'eau, déversoir d'écluse. Secteurs peu profonds.

**Substrat** : galets, pierres, dalles et blocs, végétaux.

**Qualité** : communément trouvé en milieux eutrophes et indicateur de forte pollution organique. Fort développement pour des concentrations élevées de nitrates, dont les rejets d'eaux usées. Tolérance à certains métaux lourds comme le plomb.

## Répartition

Cosmopolite (largement distribué sous les Tropiques et subtropiques) mais peu commun. En France, rarement rencontré.

**Genre :** *SIROGONIUM*

**Auteur, année :** Kützing, 1843.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Zygnematales.

**Famille :** Zygnemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 23 toutes d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse floconneuse.

**Couleur :** verte.

**Longueur :** quelques centimètres.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** non visqueux ni glissant comme les spirogyres.

**Remarques :** flottant librement, parfois associé à *Zygnema* ou *Spirogyra*.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments simples unisériés.

### Aspect microscopique

Cellules cylindriques semblables à celles de *Spirogyra* mais avec des plastes nombreux (2 à 10 par cellule), pariétaux en rubans droits, parallèles à l'axe de la cellule, ou légèrement tordus ou torsadés, montrant rarement plus

que la moitié d'un tour de spirale du début à la fin de la cellule.

Cloison plane entre les cellules.

Gaine mucilagineuse absente, d'où un contact non glissant ni visqueux au toucher.

**Dimensions :** cellules de 32 à 115 µm de diamètre, 2 à 4 (7) fois plus longues que larges (*S. sticticum*).

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec *Spirogyra* mais toucher non visqueux ni glissant comme la spirogyre, plastes nombreux, en rubans droits ou à peine tordus et conjugaison sans formation de tube ; les 2 filaments se rapprochent, se coudent et entrent en contact.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1990)

(Drummond et al., 2005)

(Dillard, 1990)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Hoshaw, 1986)

(Jha, 2010)

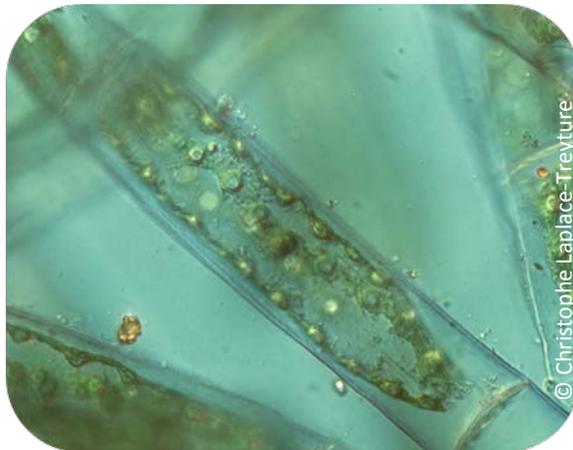
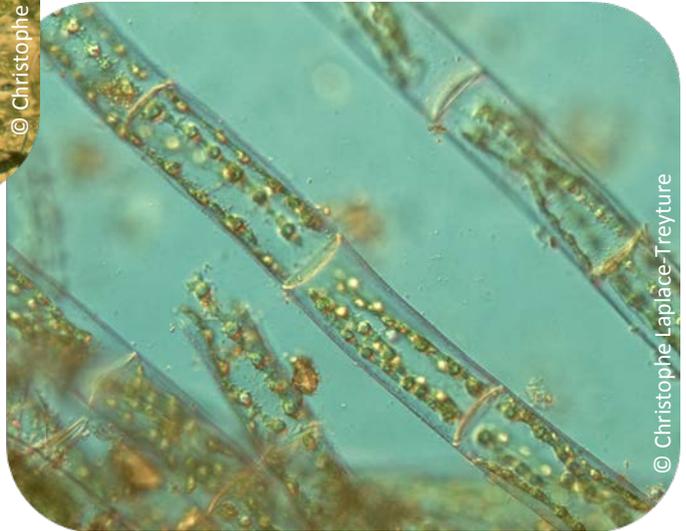
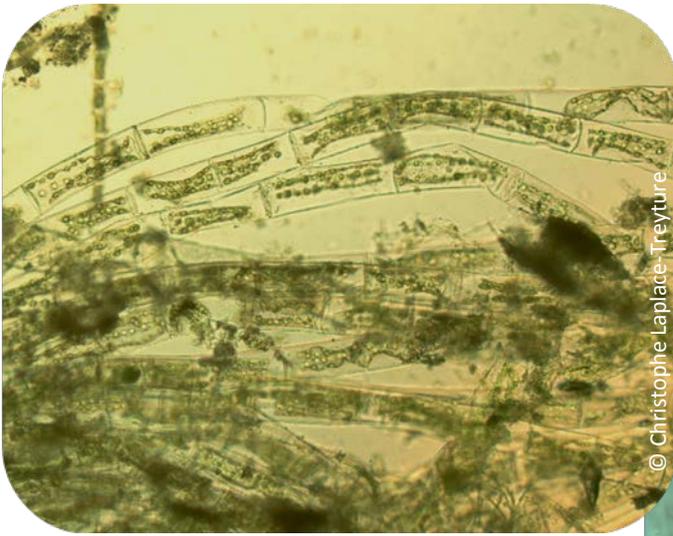
(John et al., 2003)

(Khanum, 1982)

(Prescott, 1978)

(Simons et al., 1990)

(Wehr et al., 2003b)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : dans tous les habitats d'eau douce, plans d'eau et cours d'eau mais assez rarement rencontré.

**Substrat** : librement flottant.

**Qualité** : *Sirogonium* semble être un genre d'eau plutôt propre, qui évite les secteurs pollués.

## Répartition

Cosmopolite sur tous les continents en eau douce, mais beaucoup moins répandu que *Spirogyra*, *Mougeotia*, ou *Zygnema*. Une espèce commune (*S. sticticum*).

En France, rarement rencontré.

**Genre : SPIROGYRA**

**Auteur, année :** Link, 1820.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Zygnematales.

**Famille :** Zygnemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 509.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse floconneuse.

**Couleur :** vert brillant à brun-jaunâtre (en fin de cycle).

**Longueur :** 5 à 20 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** visqueux.

**Remarques :** selon les espèces, posé sur le fond, dans la tranche d'eau, ou fixé par des rhizoïdes (*S. fluviatilis*). Filaments difficiles à saisir, glissant entre les doigts à leur sortie de l'eau. Monte et flotte en surface quand mature et en stade reproductif.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments cylindriques, unisériés, non ramifiés, contenant des plastes verts en hélice reconnaissables.

### Aspect microscopique

Gaine mucilagineuse (toucher visqueux).

Cellules allongées cylindriques.

1 à 16 plastes verts en rubans pariétaux spiralés allant d'un bout à l'autre de la cellule et portant de nombreux pyrénoides.

Noyau central suspendu par des travées cytoplasmiques.

Cloison entre les cellules, simple plane (la plupart des espèces), ou à replis.

Observation possible de conjugaison scalariforme ou plus rarement latérale.

**Dimensions :** taille très variable selon les espèces, cellules de 10 à 200 µm de large, 1 à 6 (30) fois plus longues que larges.

**Colorations :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon. Au violet de méthyle coloration de l'enveloppe mucilagineuse.

Difficulté taxinomique : lorsque l'échantillon est en voie de dégradation, ou que la fixation a été forte, il est possible que les hélices des plastes soient peu visibles, ceux-ci se compactant (cf. photo).

### Confusions possibles

Avec *Sirogonium*, caractères distinctifs de *Spirogyra* : toucher visqueux, plastes en hélice.

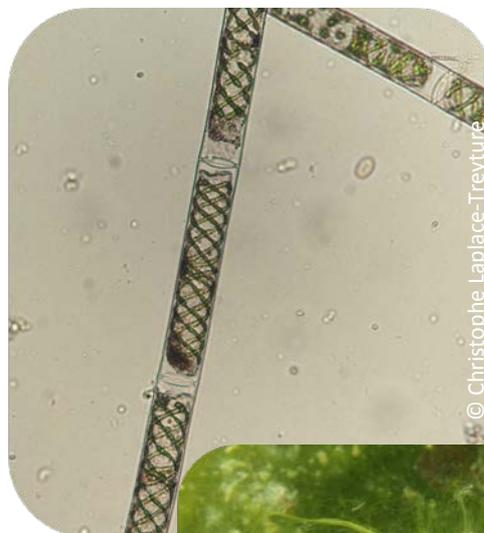
Avec *Rhizoclonium hieroglyphicum*, si le chloroplaste des cellules est stocké de façon dense. Examiner les cellules de plusieurs filaments pour déterminer la forme des chloroplastes avec certitude.

## Références bibliographiques

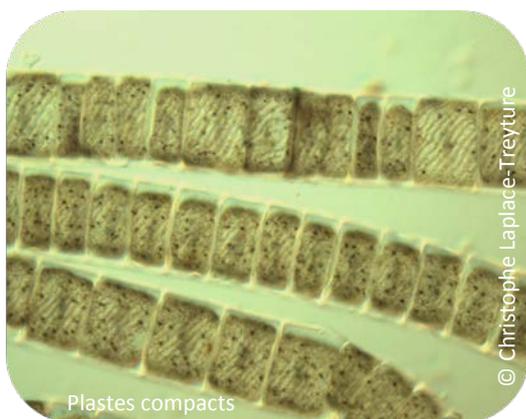
(Bourrelly, 1990)	(Drummond et al., 2005)	(John et al., 2003)	(Rodriguez et al., 1996)
(Berry et al., 2000)	(Guiry et al., 2013),	(Hainz et al., 2009)	(Simons et al., 1990)
(Cambra et al., 1992)	consulté le 23/09/2013.	(Mathey, 1993)	(Simpson et al., 1986)
(Çelekli et al., 2007)	(Gutowski et al., 2009)	(Peltre et al., 1997)	(Wehr et al., 2003b)
(Dillard, 1990)	(Irfanullah et al., 2005)	(Prescott, 1978)	



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



Plastes compacts

© Christophe Laplace-Treytoure



Reproduction sexuée

© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure

## ÉCOLOGIE

Développement précoce printanier (affinité ou tolérance à de fortes irradiances et températures fraîches) et disparition dès la mi-juin pour certaines espèces avec une réapparition possible à l'automne. Certaines espèces plus grosses perdurent l'été avec des températures plus élevées.

**Habitat** : eaux stagnantes, faciès lénitique (espèces non fixées) – eaux courantes (espèces fixées). Fossés, étangs, anses calmes, zones littorales. Préférence pour les eaux douces, mais certaines espèces sont saumâtres. Secteurs ombragés à très éclairés. Gamme de minéralisation et de dureté moyenne à forte, pH de faiblement acide à alcalin (pas à  $\text{pH} < 5$ ), la plupart des espèces étant liées aux milieux neutres à acides. Achève son développement en conditions d'éclairement et de température élevés (20 à 25 °C).

**Substrat** : relative indépendance par rapport au substrat (pas ou peu fixé, dans la tranche d'eau), vases, graviers, pierres, galets.

**Qualité** : gamme de trophie assez large selon les espèces, de méso à eutrophe (relation entre le niveau trophique et la largeur des filaments : trophie élevée, grande largeur du filament).

**Remarques** : les spirogyres sont les formes les plus reconnaissables de la flore algale par leur couleur, leur toucher, la forme des colonies et les caractéristiques du chloroplaste, parfois visible à l'œil sur fond blanc. Du fait de leur structure « mousseuse », ces algues semblent gêner la production du poisson dans les étangs de pisciculture (piège à alevins) lors de forts développements et être considérées comme indésirables sur les plans d'eau d'agrément.

## Répartition

Genre cosmopolite fréquemment rencontré. La plupart des espèces sont cosmopolites, mais un grand nombre d'entre elles ont une distribution réduite.

En France, observations nombreuses en cours d'eau, bien réparties sur le territoire.

**Genre : *STIGEOCLONIUM***

**Auteur, année :** Kützing, 1843.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Chaetophorales.

**Famille :** Chaetophoraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 35 ; genre essentiellement d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** coussin, gazon ou touffe, arbuscules très fins.

**Couleur :** vert vif.

**Longueur :** quelques cm à plusieurs dm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** fixé, absence de mucilage.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle comportant une base prostrée et un appareil dressé souvent richement ramifié.

Base prostrée souvent discrète faite de filaments rampants ou rhizoïdaux ; forme occasionnellement un disque pseudo-parenchymateux. Appareil érigé bien développé, à ramifications alternes, opposées ou dichotomes, occasionnellement verticillées ou irrégulièrement arrangées.

### Aspect microscopique

Filaments unisériés très fins.

Cellules de la base prostrée cylindriques étroites et allongées. Présence d'une ou

plusieurs cellules crampon basales.

Cellules de la partie érigée cylindriques ou renflées (constriction au niveau de la paroi), à paroi fine ou épaisse ; apex pointu ou étroitement obtus, portant parfois un long poil hyalin multicellulaire.

Chloroplaste pariétal vert, occupant toute la lumière cellulaire (petites cellules) ou en bande transversale. Un ou plusieurs pyrénoides.

**Dimensions :** cellules de la base prostrée de 4-9  $\mu\text{m}$  de large ; cellules de la partie érigée de 5-15 (25)  $\mu\text{m}$  de large ; (0,5) 2 à 3 (10) fois plus longues que larges.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

**Remarques :** polymorphisme important de l'appareil érigé. Révision récente du genre, intégrant, pour définir les espèces, des critères descriptifs plus stables de la base prostrée (réduction à 3 ou 4 types de formes) mais peu aisés à observer (sauf matériel en culture ou substrats artificiels).

Ramifications parfois partiellement multisériées, suite à la formation de zoospores dans des cellules gonflées. Présence possible de poils incolores terminaux, favorisée par des teneurs faibles du milieu en phosphore.

### Confusions possibles

À la binoculaire, avec *Chaetophora* ou *Draparnaldia* ; *Stigeoclonium* est caractérisé par une forme de thalle non définie, l'absence de gelée compacte et d'axe principal nettement différencié des rameaux.

*Gongrosira* possède aussi une base prostrée mais toujours bien développée et une partie érigée beaucoup plus courte que celle de *Stigeoclonium*. Il présente souvent des incrustations calcaires contrairement à *Stigeoclonium*.

## Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)

(Bourrelly, 1990)

(de Vries et al., 1985)

(Descy, 1973)

(Francke et al., 1984)

(Gaudillat et al., 2002)

(Gibson et al., 1987b)

(Gibson et al., 1987a)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2004)

(Gutowski et al., 2009)

(Islam, 1963)

(John et al., 2003)

(Michetti et al., 2010)

(Prescott, 1978)

(Rodriguez et al., 1996)

(Simons et al., 1986)

(Starmach, 1972)



© Christian Chauvin



© Christian Chauvin

*Stigeoclonium tenue*

© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

#### **Comment différencier *Stigeoclonium tenue* :**

*Stigeoclonium tenue* présente une base prostrée discrète de filaments, arrangés de façon extensive lâche, divisés de façon irrégulière et attachés par des rhizoïdes. La partie érigée émerge de façon irrégulière, avec des cellules de l'axe principal de 2 types différents : cellules longues cylindriques et légèrement renflées, ne produisant pas de ramifications (de 6 à 15 µm de diamètre et 2 à 5 fois plus longues que larges) et cellules petites, courtes (angulaires ou rectangulaires) portant des ramifications, aussi bien alternes qu'opposées, à extrémité atténuée ou effilée en pointe, mais rarement en forme d'aiguillon ni flagelliforme.

Les autres espèces de *Stigeoclonium* ont des cellules de l'axe principal toutes semblables ou non, avec un type de ramification différente et/ou sont de taille différente de *S. tenue*. Base prostrée semblable ou non.

#### **ÉCOLOGIE**

Particulièrement bien développé au printemps et en été.

**Habitat** : faciès lotique et lentique, mais surtout en eau courante; le plus souvent en eau calcaire. Caractéristique des habitats 3260-5 (Cahiers d'habitats Natura 2000) : rivières eutrophes (d'aval), neutres à basiques, dominées par des renoncules et des potamots ; 3260-6 : ruisseaux et petites rivières eutrophes neutres à basiques.

**Substrat** : pierres, blocs, dalles en ciment. Le plus souvent benthique, parfois flottant (fossés et mares) ou épiphyte sur les macrophytes et les autres algues filamenteuses.

**Qualité** : genre à large spectre écologique selon les espèces.

*S. tenue* plus abondant dans les eaux riches en nutriments, voire hypereutrophes et à charge organique élevée (ex. immédiatement en aval de station d'épuration) et pouvant tolérer un niveau élevé de métaux lourds (Cu...). Lors de teneurs élevées de zinc, disparition possible du système érigé.

#### **Répartition**

Probablement cosmopolite ; genre très commun et largement distribué uniquement en eau douce.

En France, de nombreuses observations dans de très petits à grands cours d'eau ; *S. tenue* est observé en cours d'eau eutrophes, parfois petits s'ils sont soumis à des rejets organiques.

**Genre :** *TETRASPORA*

**Auteur, année :** Link, 1809.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Chlamydomonadales.

**Famille :** Tetrasporaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 8 ; genre d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** en cordon ou masse sphérique gélatineuse.

**Couleur :** vert très clair.

**Longueur :** pouvant atteindre plusieurs dm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** gélatineux mais non compact, diffluent.

**Remarques :** thalle fixé dans son jeune âge puis flottant librement.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle renfermant des cellules sphériques dispersées au sein d'une gelée.

pseudoflagelles (pseudo cils), souvent difficiles à observer, pouvant sortir du mucilage.

### Aspect microscopique

Cellules souvent groupées par deux ou quatre et renfermant un plaste pariétal vert, urcéolé avec un pyrénioïde ; pourvues de deux

**Dimensions :** cellules de 6 à 12 µm de diamètre. Pseudoflagelles de longueur nettement supérieure au diamètre de la cellule.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.  
Au bleu de méthylène mise en évidence des pseudoflagelles (cf. photo).

### Confusions possibles

Avec *Gloeocystis* qui a des cellules plus grandes et moins nombreuses, sans pseudo cils.

## Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)

(Bourrelly, 1990)

(Dillard, 1989b)

(Ettl et al., 1987)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

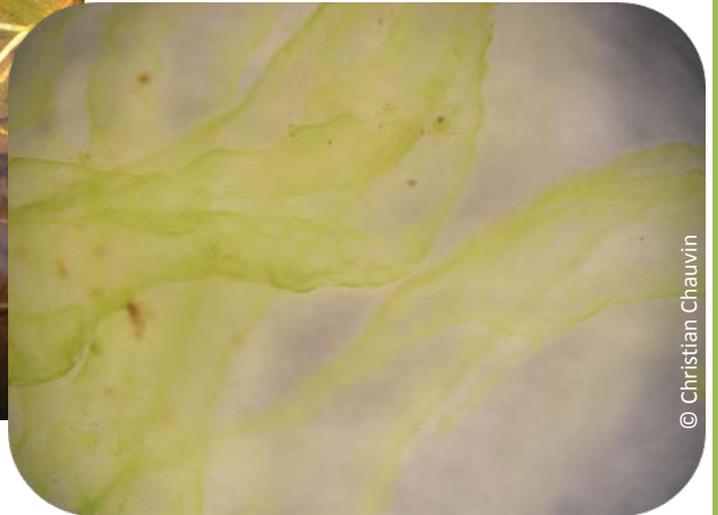
(John et al., 2003)

(Prescott, 1978)

(Rodriguez et al., 1996)



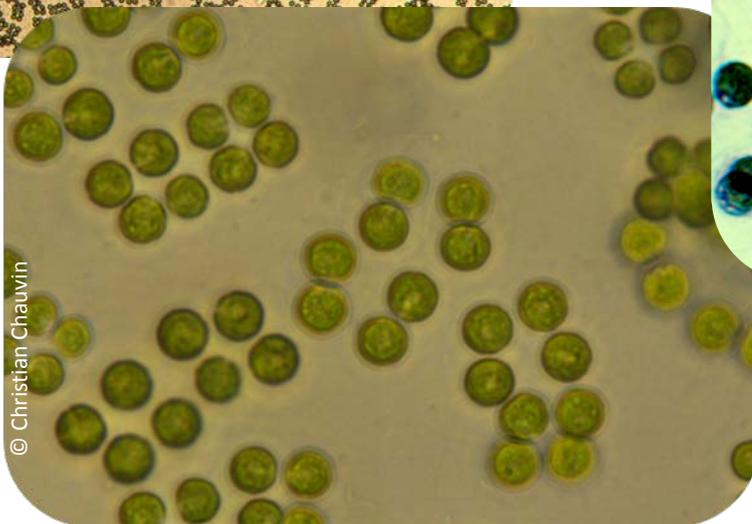
© Christian Chauvin



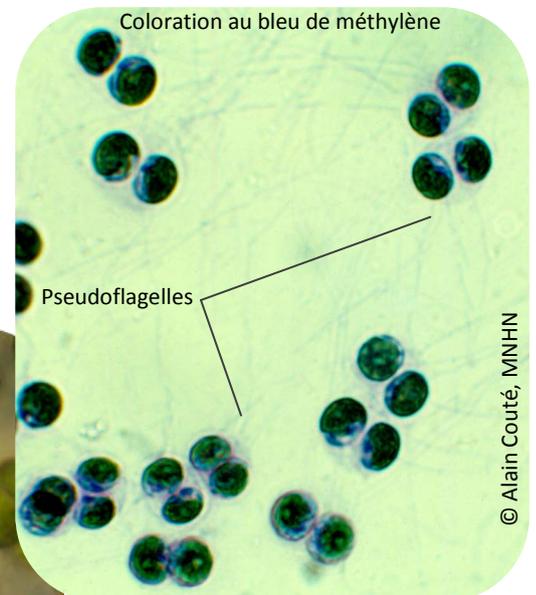
© Christian Chauvin



© Christian Chauvin



© Christian Chauvin



Coloration au bleu de méthylène

Pseudoflagelles

© Alain Couté, MNHN

## ÉCOLOGIE

Développement au printemps ou fin d'hiver, disparition en été.

**Habitat** : eaux froides parfois courantes, fossés, mares peu profondes, zones littorales de plans d'eau, souvent sous les arbres.

**Substrat** : galets, pierres, blocs, végétaux quand il est jeune, librement flottant ensuite.

**Qualité** : en cours d'eau plutôt eutrophes.

## Répartition

Cosmopolite.

En France, occurrences régulières sur petits cours d'eau faiblement minéralisés (roches cristallines, sables siliceux).

**Genre : ULOTHRIX**

**Auteur, année :** Kützing, 1836.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Ulothricales.

**Famille :** Ulothricaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 42 dont de nombreuses d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** touffes ou mèches de petits filaments.

**Couleur :** vert clair, vert, vert brillant.

**Longueur :** (1) 5 à 10 (15) cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux à visqueux.

**Remarques :** filament fixé dans son jeune âge chez certaines espèces par une cellule basale rhizoïdale incolore lui donnant un aspect caractéristique, puis flottant librement.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments simples, unisériés, cylindriques ou moniliformes.

### Aspect microscopique

Cellules cylindriques, parfois en tonneau, de taille très variable selon les espèces (plus courtes à aussi longues, voire plus longues que larges), uninucléées.

Cellule apicale habituellement acuminée ou parfois obtuse arrondie. Parfois cellule basale rhizoïdale incolore.

Plaste pariétal vert en manchon annulaire fermé ou presque fermé encerclant totalement ou au moins les  $\frac{3}{4}$  de la cellule ; un

ou plusieurs pyrénoides.

Membrane mince ou épaisse. Chez quelques espèces (le plus souvent planctoniques), gaine muqueuse striée longitudinalement entourant le filament, donnant un aspect de pièce en H.

**Remarques :** la forme du plaste et l'arrangement des cellules confèrent à l'ensemble une disposition en pile d'assiettes.

**Dimensions :** largeur des cellules < ou > 15  $\mu\text{m}$  (jusqu'à 70  $\mu\text{m}$ ), plus courtes ou aussi longues que larges (ex. *Ulothrix zonata* : 15 à 70  $\mu\text{m}$  de large et 20 à 77  $\mu\text{m}$  de long), rarement plus longues.

**Coloration :** au lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Avec *Klebsormidium*, caractères distinctifs d'*Ulothrix* : cellule basale ou rhizoïde, chloroplaste pariétal volumineux (> 80 %), un ou plusieurs pyrénoides.

Avec *Pearsoniella variabilis* dont la cellule possède un plaste pariétal cylindrique l'entourant complètement.

## Références bibliographiques

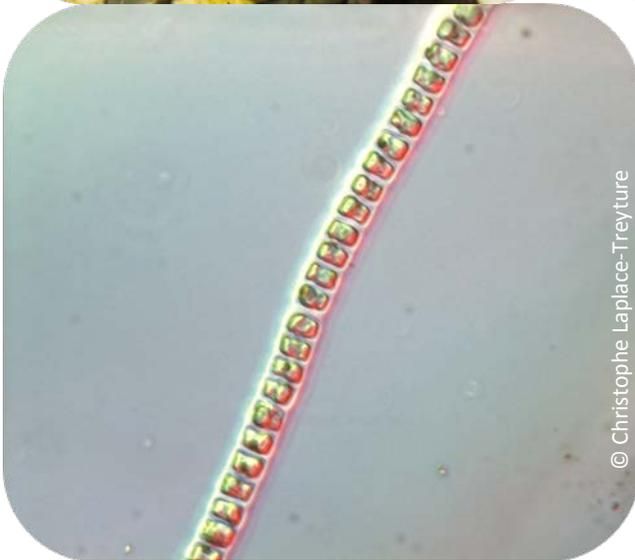
(Bellinger, 1992)	(Fjordingstad, 1965)	(Gutowski et al., 2009)	(Rodriguez et al., 1996)
(Bourrelly, 1990)	(Graham et al., 1985)	(John et al., 2003)	(Wehr et al., 2003b)
(Cambra et al., 1992)	(Guiry et al., 2013),	(Kjeldsen et al., 1996)	
(Dillard, 1989a)	consulté le 23/09/2013.	(Lindstrøm et al., 2004)	



© Rodriguez & Vergon, 1996



© Rodriguez & Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure

## ÉCOLOGIE

Occurrence souvent printanière ou automnale.

**Habitat** : eaux plutôt calmes, parfois courantes ; sites aérés (rives de lacs, berges de cours d'eau, canaux et rivières) ; moins abondant en fossés et mares, absent des marécages. Températures fraîches inférieures à 15 °C. Variabilité vis-à-vis du pH, absent des eaux très acides et fréquent en eaux calcaires ; gamme de conductivité faible à élevée.

**Substrat** : graviers, pierres, galets, blocs, végétaux.

**Qualité** : selon les espèces, tolérance à une charge organique (saprobie) faible à élevée ; en eaux oligomésotrophes à eutrophes.

**Remarques** : *Ulothrix zonata*, espèce fréquente, peut présenter des types physiologiques liés à des conditions de saprobie très différentes. Des populations sont parfois rencontrées en tapis vert foncé dans les zones de battement des eaux à l'aval des rejets de matière organique.

## Répartition

Genre probablement cosmopolite en Europe centrale, répandu dans les régions tempérées et froides. Plusieurs espèces d'eau douce, saumâtre et marine ; *Ulothrix zonata*, espèce la plus répandue.

En France, fréquentes observations en cours d'eau oligotrophes calcaires.

**Genre :** *ULVA* (= *ENTEROMORPHA* Link)

**Auteur, année :** Linnaeus, 1753.

**Embranchement :** Chlorophyta.

**Ordre :** Ulvales.

**Famille :** Ulvaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 98, nombreuses espèces marines.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** thalle en doigt de gant ou en long ruban.

**Couleur :** vert franc, vert-olive pâle, vert-jaune en vieillissant.

**Longueur :** quelques cm jusqu'à 150 cm (2 m max).

**Odeur :** choux de Bruxelles, marée.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** thalle initialement benthique, fixé par un disque formé de rhizoïdes réunis ; devenant fréquemment librement flottant, gonflé, parfois en forme d'intestin.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle creux tubulaire ou en forme de sac, simple ou ramifié, constitué d'une seule assise cellulaire épaisse (paroi monostromatique), présentant parfois des ramifications.

quadratiques disposées sans ordre ou alignées longitudinalement. Chaque cellule contient un plaste pariétal vert en forme d'urne ou de bande pariétale, renfermant un ou plusieurs pyrénoides.

### Aspect microscopique

Cellules arrondies, polygonales ou

**Dimensions :** cellules de 10 à 15 µm de large par 10 à 20 µm de long.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

### Confusions possibles

Les stades jeunes d'*Ulva* peuvent se confondre avec *Monostroma* qui se présente en lame et non en tube creux.

*Schizomeris* se présente aussi sous forme de tube mais plein (thalle plein).

## Références bibliographiques

(Bellinger, 1992)

(Bourrelly, 1990)

(Descy, 1973)

(Gayral, 1975)

(John et al., 2003)

(Guiry et al., 2013),  
consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(Mareš et al., 2011)

(Pierre, 1970, 2001,  
2005)

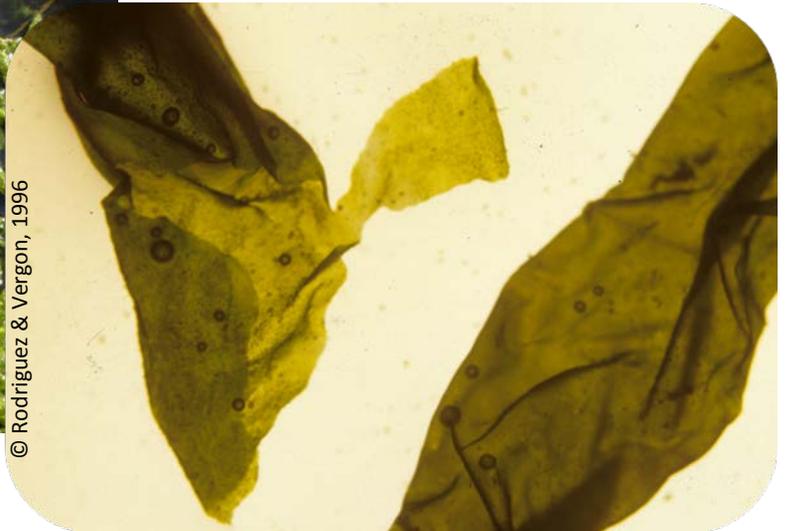
(Prescott, 1978)

(Printz, 1964)

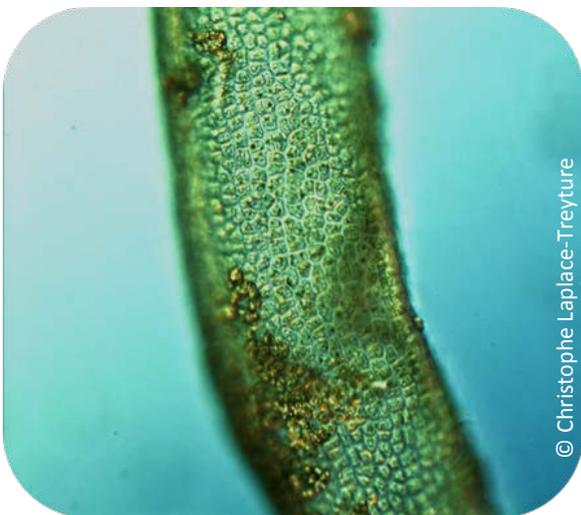
(Rodriguez et al., 1996)



© Nicolas Pipet



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

Développement maximum en été.

**Habitat** : caractéristique des eaux salées et saumâtres, milieu lenticules ou lotiques ; cours d'eau, fossés, étangs, mares, bordure de plans d'eau. Plus fréquent en eaux peu profondes, parfois à la limite de battement des eaux des grands cours d'eau, à l'étiage. Eaux douces calcaires très minéralisées.

**Substrat** : attaché sur substrat dur (pierres), bois ou végétaux, ou librement flottant.

**Qualité** : eaux souvent eutrophes.

## Répartition

Genre rencontré surtout en milieu marin. Des études récentes montrent que la plupart des ulves d'eaux douces continentales européennes correspondent à l'espèce *U. flexuosa*, longtemps confondue avec *U. intestinalis*, espèce surtout marine et estuarienne, de zone tidale.

Répandu en Europe centrale.

En France, genre observé dans les zones à cours d'eau très minéralisés, voire saumâtres, le plus souvent eutrophes, ou en aval de rejets salins.

Caractéristique d'eaux saumâtres, notamment en Lorraine (marais salés, Seille...), sur certains sites en Franche-Comté, associés à de très fortes teneurs de l'eau en chlorures (niveaux salins du Keuper), rejets de site hydrothermal, etc.

**Genre : ZYGNEMA**

**Auteur, année :** Agardh C., 1824.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Zygnematales.

**Famille :** Zygnemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 181.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse filamenteuse.

**Couleur :** vert vif à vert clair.

**Longueur :** 10 à 20 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** visqueux.

**Remarques :** filaments fixés ou flottants librement, souvent au milieu des macrophytes. Forme parfois des masses unialgales ou en mélange avec *Mougeotia* et/ou *Spirogyra*.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filament cylindrique, unisérié, non ramifié avec occasionnellement une légère constriction entre les cellules, aux extrémités arrondies.

allongées, contenant de part et d'autre du noyau central situé dans un pont cytoplasmique, deux plastes étoilés portant chacun un large pyrénioïde.

Paroi cellulaire mince et lisse.

### Aspect microscopique

Cellules cylindriques isodiamétriques à

**Dimensions :** cellules de 10 à 50 µm de large et de 1 à 5 fois plus longues que larges.

**Coloration :** au Lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

**Remarques :** on rencontre parfois dans les préparations des formes en phase de reproduction dite scalariforme par la disposition de deux filaments (mâle et femelle) et du tube de jonction, qui donnent à l'ensemble un aspect en échelle.

### Confusions possibles

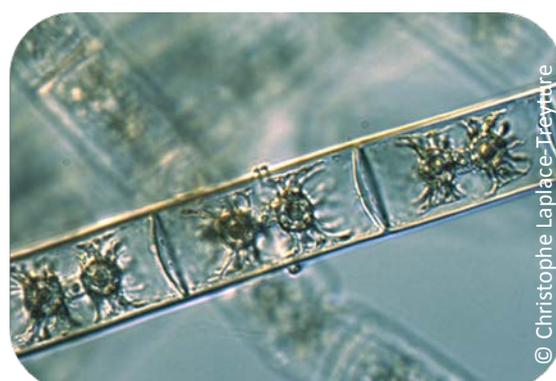
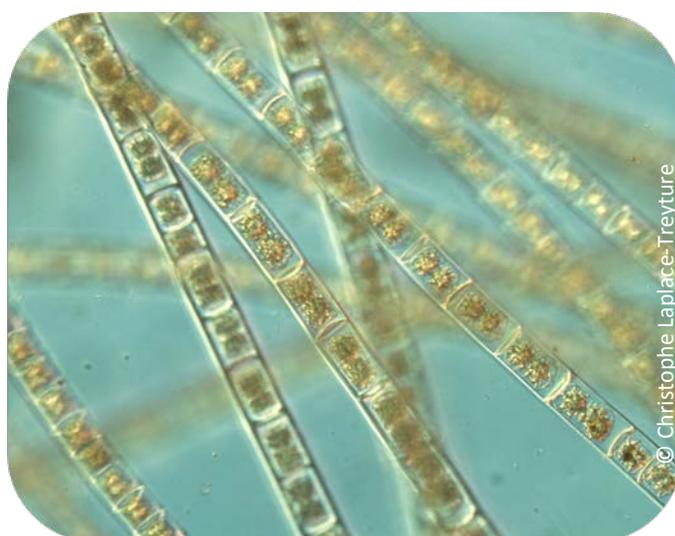
Avec les genres rarement rencontrés, *Zygnemopsis* et *Zygogonium* (genre essentiellement terrestre).

Cellules de *Zygogonium* cylindriques carrées, avec une paroi souvent épaisse (comme *Microspora*) et généralement un seul chloroplaste massif en 2 globules irréguliers.

Plastes de *Zygnemopsis* étoilés ; différenciation possible que s'il y a des zygospores matures (gamétocystes gélatineux).

## Références bibliographiques

(Aboal, 1992)	(Guiry et al., 2013),	(Kinross, 2011),	(Rodriguez et al., 1996)
(Bourrelly, 1990)	consulté le 23/09/2013.	consulté le 26/05/2011.	(Sabater et al., 1998)
(Dillard, 1990)	(Gutowski et al., 2009)	(Pascher et al., 1914)	(Schaumburg et al., 2004)
(Gayral, 1975)	(John et al., 2003)	(Prescott, 1978)	(Wehr et al., 2003b)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : En particulier dans les milieux exposés à la lumière, notamment au printemps, souvent avec *Mougeotia* et *Spirogyra*. Surtout lénitophile (mares, fossés, bassin, ruisseaux, petits plans d'eau, anses calmes). Eaux légèrement acides ou alcalines.

**Substrat** : pierres, galets, bois, hélophytes.

**Qualité** : dans les eaux oligo à mésotrophes, de faible saprobie et dans les eaux dystrophes ; bon indicateur de qualité en milieu siliceux.

## Répartition

Cosmopolite sur tous les continents, aux climats tropicaux à arctiques, du niveau de la mer aux régions montagneuses ; répandu en Europe centrale. Principalement en eau douce, certaines espèces en eau saumâtre.

En France, quelques observations en cours d'eau oligotrophes des régions collinaires et montagneuses acides.

**Genre :** *CHARA*

**Auteur, année :** Linné ex Vaillant, 1719.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Charales = Charophytes au sens strict.

**Famille :** Characeae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et littorales :** 256 dont 26 décrites par Corillion – 29 par Krause.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** algue macroscopique, régulièrement verticillée, en végétation éparses ou dense, présentant des organes reproducteurs anthéridies (arrondis, orange) et/ou oogones (ovales, verdâtres, parfois oranges), oospores (marron à noir).

**Couleur :** vert, vert foncé.

**Longueur :** quelques cm à environ 1 m.

**Odeur :** caractéristique un peu soufrée.

**Toucher :** plus ou moins rugueux.

**Remarques :** fixé faiblement par des rhizoïdes. Présente fréquemment des incrustations de calcaire. Parfois production de bulbilles nodales sur les rhizoïdes ou à la base des axes.

### Aspect à la loupe binoculaire

Axe principal portant des verticilles de phylloïdes simples plurisegmentés. Cellules-bractées aux nœuds.

Stipulodes, plus ou moins développés, à la base des verticilles.

Axe et phylloïdes présentant une cortication (sauf *C. braunii* et partiellement *C. denudata*) qui, selon les espèces, est haplostique, diplostique ou triplostique. En fonction des espèces cette cortication de l'axe est isostique, tylacanthée ou aulacanthée.

Présence, en général, d'acicules simples ou fasciculées, plus ou moins proéminentes sur les filaments corticants primaires.

### Phylloïdes fertiles

Genre comportant des espèces monoïques ou dioïques. Chez les espèces monoïques, l'anthéridie est insérée sous l'oogone.

Présence de cellules-bractées.

Coronule de l'oogone composée d'une couronne de 5 cellules disposées sur un seul niveau.

**Remarques :** la morphologie dépend de certains paramètres physiques (profondeur, luminosité, granulométrie, etc.). L'importance de la cortication dans la détermination des espèces, nécessite de récolter des échantillons étant peu recouverts de sédiments ou d'algues filamenteuses.

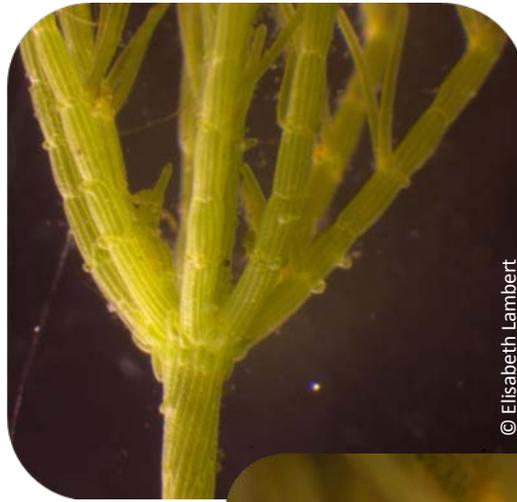
Un autre critère fondamental de détermination étant lié aux organes reproducteurs, il est important d'essayer de récolter, des pieds fructifiés (anthéridies, oogones, oospores). Rechercher les bulbilles.

### Confusions possibles

Ces algues sont parfois confondues avec des phanérogames aquatiques appartenant aux genres *Myriophyllum*, se différenciant par des feuilles verticillées pennées à divisions filiformes, ou *Ceratophyllum* qui présente des feuilles verticillées sessiles, composées de segments linéaires plus ou moins denticulés, dichotomes.

## Références bibliographiques

(Bailly et al., 2010)	reprint 1971)	(Lambert et al., 2002a)	(Sellier et al., 2012)
(Corillion, 1975)	(Guiry et al., 2013),	(Lambert et al., 2002b)	(Wood et al., 1962a, b)
(Dambaska, 1964)	consulté le 18/11/2013.	(Mouronval et al., 2010)	
(Felzines et al., 2012)	(Krause, 1997)	(Moore, 1986)	
(Groves et al., 1920,	(Lambert, 2002)	(Schubert et al., 2004)	



## ÉCOLOGIE

Espèces pionnières, vernales ou estivales, en peuplements monospécifiques ou composés d'espèces appartenant à un ou plusieurs genres de characées ; peu à peu concurrencées par les associations végétales des bordures aquatiques.

**Habitat** : eaux stagnantes (lacs, mares, carrières, réservoirs, ornières de chemin) ou faiblement courantes (anses calmes ou bras morts de cours d'eau, etc.), douces ou saumâtres, permanentes ou temporaires. Profondeurs de quelques cm à parfois plus de 10 m. La répartition dépend de la profondeur, de la luminosité, du substrat, etc.

Le genre est présent dans l'ensemble des communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes (Habitat Natura 2000 : 3140) avec de nombreuses espèces, plus particulièrement indicatrices de l'Habitat 3140-1 : Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques.

**Substrat** : limons sableux (même de faible épaisseur), vases, graviers, parfois surfaces en ciment de canaux ou réservoirs.

**Qualité** : genre très dépendant de la trophie, sensible aux phénomènes de pollution.

## Répartition

Plusieurs espèces de *Chara* sont cosmopolites.

Si dans l'ensemble, les characées sont surtout des espèces vivant dans les milieux lenticques, certaines espèces du genre *Chara* peuvent être rencontrées dans divers milieux lotiques : par ex. *Chara globularis* Thuill. (canaux, eaux faiblement courantes) ; *Chara vulgaris* L. (parfois dans les bras morts ou les dépendances phréatiques de cours d'eau) ; *Chara vulgaris* var. *longibracteata* (Kütz.) Groves & Bullock-Webster. (ruisselets) ; *Chara contraria* Braun ex Kütz. (dépendances phréatiques de cours d'eau). Se reporter aux synthèses de Lambert (2002), Lambert *et al.* (2002a, b), Bailly *et al.* (2010) et Felzines *et al.* (2012).

**Genre :** *NITELLA*

**Auteur, année :** C. Agardh, 1824.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Charales = Charophytes au sens strict.

**Famille :** Characeae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et littorales :** 319 dont environ 12 en eau douce décrites par Corillion et Krause.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** algue macroscopique, régulièrement verticillée, souvent peu rigide ; végétation éparsse ou dense plus ou moins recouverte de sédiments ; faiblement fixée par des rhizoïdes.

**Couleur :** vert clair, vert foncé, brunâtre.

**Longueur :** 5 – 80 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux

**Remarques :** plante non incrustée de calcaire ou incrustation de faible épaisseur formant des manchons espacés.

### Aspect à la loupe binoculaire

Axe et verticilles de phylloïdes non cortiqués ; phylloïdes une à plusieurs fois ramifiés non plurisegmentés. Absence de stipulode.

Rayon terminal du phylloïde ou dactyle, uni ou pluricellulaire.

l'anthéridie souvent rouge-orangé est insérée au-dessus de l'oogone.

Anthéridie terminale par rapport à la ramification qui la porte.

Oogone inséré latéralement, comportant une coronule composée d'une couronne de dix cellules disposées sur deux niveaux (2 x 5 cellules).

### Phylloïdes fertiles

Genre possédant des espèces monoïques ou dioïques. Pour les espèces monoïques,

Gamétanges (surtout jeunes) parfois enveloppés par un mucilage.

**Remarques :** pour faciliter la détermination de ces espèces, il est important de récolter des échantillons n'étant pas trop recouverts de sédiments ou d'algues filamenteuses.

Un autre critère fondamental de détermination étant lié aux organes reproducteurs, il est important d'essayer de récolter, des pieds fructifiés (anthéridies, oogones, oospores).

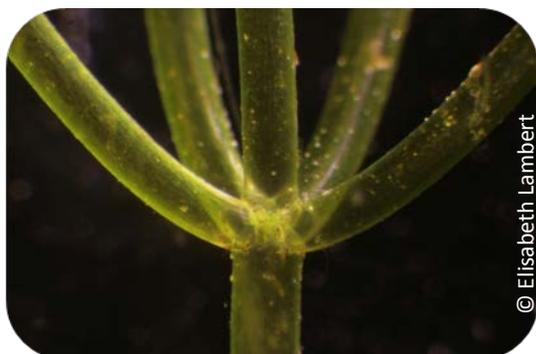
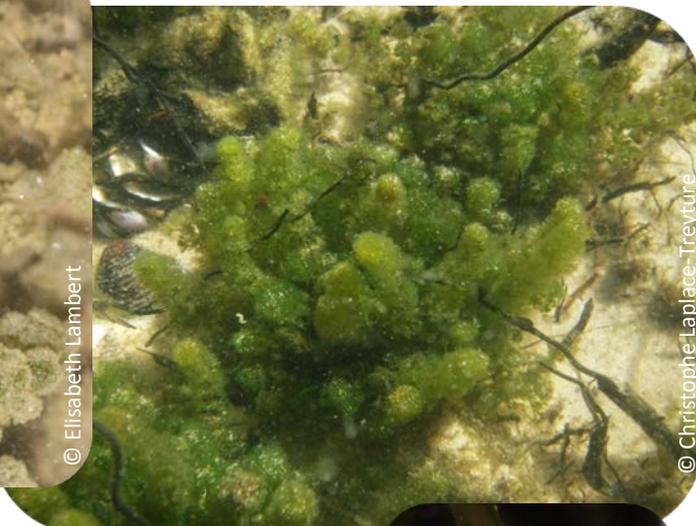
### Confusions possibles

Avec *Nitellopsis* se différenciant par les phylloïdes plurisegmentés avec de grandes bractées aux nœuds des phylloïdes fertiles, ainsi que des cellules nodales parfois bien visibles à la base des verticilles de phylloïdes. Les nitelles présentent des phylloïdes ramifiés, non plurisegmentés.

Ces algues sont parfois confondues avec des phanérogames aquatiques appartenant aux genres *Myriophyllum*, se différenciant par des feuilles verticillées pennées à divisions filiformes, ou *Ceratophyllum* qui présente des feuilles verticillées sessiles, composées de segments linéaires plus ou moins denticulés, dichotomes.

## Références bibliographiques

(Bailly et al., 2010)	reprint 1971)	(Lambert et al., 2002a)	(Sellier et al., 2012)
(Corillion, 1975)	(Guiry et al., 2013),	(Lambert et al., 2002b)	(Wood et al., 1962a, b)
(Dambaska, 1964)	consulté le 18/11/2013.	(Mouronval et al., 2010)	
(Felzines et al., 2012)	(Krause, 1997)	(Moore, 1986)	
(Groves et al., 1920,	(Lambert, 2002)	(Schubert et al., 2004)	



## ÉCOLOGIE

Espèces pionnières, vernales à automnales, en peuplements assez ouverts à parfois plus denses, monospécifiques puis pouvant être peu à peu concurrencées par d'autres hydrophytes (characées, Phanérogames).

**Habitat** : eaux stagnantes ou faiblement courantes (espèces acortiquées, les nitelles résistent moins à l'action mécanique de l'eau) ; douces, claires, légèrement acides, neutres à faiblement alcalines (pH 6,3 à 7,5). La répartition des espèces est fonction de la profondeur ; de quelques cm (ex. : *N. gracilis*) à parfois plus de 10 m (ex. *N. flexilis*, *N. opaca*).

Ce genre est présent dans de nombreuses communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes (Habitat Natura 2000 : 3140) mais plusieurs espèces, sont plus particulièrement indicatrices de l'Habitat 3140-2 : Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes faiblement acides à faiblement alcalines. Ainsi quelques rares espèces du genre sont calciphiles (ex. *N. tenuissima*), d'autres sont calcifuges (ex. *N. gracilis*).

**Substrat** : surtout limoneux à limono-sableux (même de faible épaisseur), enrobant parfois l'espèce ; parfois graviers, plus rarement tourbeux.

**Qualité** : genre très dépendant de la trophie, sensible aux phénomènes de pollution.

## Répartition

Largement distribué, cosmopolite. Si les espèces du genre *Nitella* vivent dans les milieux lenticques, certaines peuvent toutefois être aussi observées sur les bordures calmes des cours d'eau ou dans des ruisseaux à courants modérés : *N. syncarpa* (Thuill.) Chev. ; dans les eaux faiblement courantes, plus ou moins profondes : *N. opaca* (Bruzelius) Agardh ; les fossés, canaux, eaux courantes : *N. flexilis* (L.) Agardh. ; *N. mucronata* (Br.) Miq. ; et beaucoup plus exceptionnellement, dans des petits ruisseaux plus ou moins tourbeux acides : *N. gracilis* (Sm.) Agardh.

Se reporter aux synthèses de Lambert (2002), Lambert *et al.* (2002a, b), Bailly *et al.* (2010) et Felzines *et al.* (2012).

**Genre :** *NITELLOPSIS*

**Auteur, année :** Hy, 1889.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Charales = Charophytes au sens strict.

**Famille :** Characeae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et littorales :** 2 dont une en eau douce à saumâtre décrite par Corillion et Krause., *N. obtusa* (Desvaux) Groves.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** algue macroscopique, régulièrement verticillée, assez rigide, translucide, plus ou moins incrustée ; herbier souvent dense et exubérant.

**Couleur :** vert vif à vert plus sombre.

**Longueur :** 20 – 60 cm (jusqu'à 2 m).

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux à rugueux (lorsque la plante est plus ou moins incrustée).

### Aspect à la loupe binoculaire

Appareil végétatif assez épais (axe et phylloïdes) dépourvu de cortication, d'aspect nitelloïde, translucide.

Phylloïdes segmentés, le segment terminal est acuminé. À chaque nœud des phylloïdes, présence de (0) 1 à 2 (3) cellules-bractées très grandes (jusqu'à 2 cm) et absence de bractéole.

Stipulodes absents mais présence de cellules

nodales à la base des verticilles de phylloïdes, 3 fois plus nombreuses que ces derniers. Présence de bulbilles étoilées blanchâtres, aux nœuds inférieurs et sur les rhizoïdes.

### Phylloïdes fertiles

*N. obtusa* est dioïque, un pied porte alors soit des organes reproducteurs mâles (anthéridies arrondies) soit femelles (oogones ovales), solitaires ou géminés.

**Remarques :** la propagation de l'herbier est plus souvent végétative (bulbilles) dans les grandes profondeurs ; elle est plus fréquemment de type sexuée dans les eaux moins profondes. Les organes reproducteurs ne sont donc pas toujours observés. La présence des grandes cellules-bractées et celle des bulbilles facilitent la détermination de cette espèce.

Pour aider à la détermination, il est important de récolter des échantillons fructifiés, peu recouverts de sédiments ou d'algues filamenteuses et de rechercher la présence de bulbilles étoilées.

### Confusions possibles

Pour les jeunes individus, possibilité de confusion avec certaines nitelles. Cependant *Nitellopsis* présente des phylloïdes plurisegmentés avec de grandes bractées aux nœuds des phylloïdes fertiles, des cellules nodales parfois bien visibles à la base des verticilles de phylloïdes ainsi que des bulbilles caractéristiques. Les Nitelles possèdent des phylloïdes ramifiés, non plurisegmentés.

## Références bibliographiques

- |                         |                         |                          |                         |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| (Bailly et al., 2010)   | reprint 1971)           | (Lambert et al., 2002a)  | (Sellier et al., 2012)  |
| (Corillion, 1975)       | (Guiry et al., 2013),   | (Lambert et al., 2002b)  | (Winter et al., 1999)   |
| (Dambaska, 1964)        | consulté le 18/11/2013. | (Mouronval et al., 2010) | (Wood et al., 1962a, b) |
| (Felzines et al., 2012) | (Krause, 1997)          | (Moore, 1986)            |                         |
| (Groves et al., 1920,   | (Lambert, 2002)         | (Schubert et al., 2004)  |                         |



© Vincent Bertrin



© Christophe Laplace-Treyture



© Elisabeth Lambert



© Elisabeth Lambert

## ÉCOLOGIE

*N. obtusa* constitue des herbiers denses souvent monospécifiques en profondeur. En végétations plus éparses, il peut être associé à d'autres characées en strate inférieure des groupements de phanérogames.

**Habitat** : principalement lacustre (parties profondes des étangs, lacs) mais aussi rivières, fleuves (à l'écart des courants, ou dans certaines annexes fluviales). Characée des eaux claires, relativement profondes (5 à 10 m ; signalée à plus de 25 m), mais que l'on retrouve dans des eaux de plus faibles profondeurs (0,5 à 6 m), lorsque la luminosité diminue en lien avec l'eutrophisation. Eaux neutres à basiques (pH 6,9 - 8,3), douces à moyennement saumâtres.

**Substrat** : assez meuble (sablonneux, limoneux) permettant le développement de ses bulbilles.

**Qualité** : eaux oligo-mésotrophes à méso-eutrophes.

## Répartition

*N. obtusa* est citée dans diverses régions de France : Bretagne, Pays-de-la-Loire, Centre, Picardie, Champagne-Ardenne, Alsace, Franche-Comté, Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, etc. Se reporter aux synthèses de Lambert (2002), Lambert *et al.* (2002a, b), Bailly *et al.* (2010) et Felzines *et al.* (2012).

**Genre :** *TOLYPELLA*

**Auteur, année :** A. Braun, 1850.

**Embranchement :** Charophyta.

**Ordre :** Charales = Charophytes au sens strict.

**Famille :** Characeae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et littorales :** 25 dont 7 en eau douce à salée décrites par Corillion – 8 par Krause.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** algue macroscopique, régulièrement verticillée, le plus souvent robuste, en végétations éparpillées à parfois plus denses, à l'aspect caractéristiques avec des extrémités fertiles en têtes denses.

**Couleur :** vert brillant, vert-gris ou vert-jaunâtre et vert foncé à brunâtre-noirâtre.

**Longueur :** 3 - 50 cm de haut.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux à rugueux (présence d'incrustations).

### Aspect à la loupe binoculaire

Axe et phylloïdes sans cortication, parfois incrustés. Axe souvent assez épais (excepté *T. hispanica* et *T. salina*, grêles) et entre-nœuds parfois très longs (7 - 10 cm).

Absence de stipulodes.

Phylloïdes plurisegmentés, dimorphes : les stériles, plus ou moins longs, simples ou ramifiés avec 1 rayon central et 2 rayons latéraux ; les fertiles, courts, ramifiés avec 1 rayon central (ou rachis médian) et 3 ou 4 rayons secondaires (2 latéraux, 1 adaxial, parfois 1 abaxial).

Cellules terminales des phylloïdes fertiles ou stériles distinguant 2 groupes d'espèces : extrémités des phylloïdes arrondies ou peu aiguës ; extrémités des phylloïdes

coniques et aiguës.

### Phylloïdes fertiles

Réunis en têtes denses.

Coronule de l'oogone composée d'une couronne de dix cellules disposées sur deux niveaux (2 x 5 cellules), persistante ou caduque suivant les espèces.

Oogones et anthéridies généralement pédicellés.

Anthéridie rouge-orangé insérée latéralement sur la ramification qui la porte et entourée par les oogones.

Membrane des oospores lisse ou granuleuse.

Espèces européennes monoïques (sauf *T. hispanica*, espèce dioïque).

**Remarque :** pour faciliter la détermination de ces espèces, il est important de récolter des échantillons étant peu recouverts de sédiments ou d'algues filamenteuses. Ceci facilitera l'observation des phylloïdes plurisegmentés et des rayons primaires et secondaires.

Un autre critère important de détermination étant lié aux organes reproducteurs, il est important d'essayer de récolter, des pieds fructifiés (anthéridies, oogones, oospores).

### Confusions possibles

En raison d'habitats quelquefois communs ou de morphologies parfois un peu similaires, ce genre est à bien distinguer des autres characées, par exemple de *Chara* si présence importante d'incrustations ou de sédiments.

### Références bibliographiques

(Bailly et al., 2010)	reprint 1971)	(Lambert et al., 2002a)	(Schubert et al., 2004)
(Corillion, 1975)	(Guiry et al., 2013),	(Lambert et al., 2002b)	(Sellier et al., 2012)
(Dambaska, 1964)	consulté le 18/11/2013.	(Lambert et al., 2013)	(Wood et al., 1962a, b)
(Felzines et al., 2012)	(Krause, 1997)	(Mouronval et al., 2010)	
(Groves et al., 1920,	(Lambert, 2002)	(Moore, 1986)	



## ÉCOLOGIE

Végétation monospécifique ou parfois transgressée par d'autres hydrophytes. Espèces précoces, vernales, fructifications de janvier à mars - avril, parfois un peu plus tardives (mai - juin).

**Habitat** : eaux stagnantes, principalement dans les milieux temporaires pouvant être soumis à un assèchement estival (fossés, vasques, mares, marais) ou parfois dans des bras morts et dépressions inondées de vallées fluviales. Importance de l'assec pour certaines espèces.

Profondeur faible (0,02 - 0,30 m) à moyenne (1 - 3 m) ; conditions de fort éclaircissement (espèces héliophiles). Le genre *Tolypella* est présent dans les communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes (Habitat Natura 2000 : 3140) et sa présence est plus spécifiquement indicatrice de l'Habitat 3140-1 : Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques. Il est aussi cité dans les mares dunaires (Habitat : 2190-1).

**Substrat** : sablo- argileux, sablonneux-calcarifère ou vaseux-calcarifère.

**Qualité** : eaux douces à oligohalines (salinité de 0,5 à 5 g/l), ou pour certaines espèces polyhalines -*T. salina*- (salinité de 18 à >> 30 g/l) ; neutres à basiques, pH 6,7 - 8,2 (10).

## Répartition

Genre subcosmopolite, dont les 2 espèces d'eaux carbonatées les plus fréquemment rencontrées, présentent une répartition nationale un peu différente : *T. glomerata* (Ouest et Nord-Ouest de la France, Ile de France, région méditerranéenne,...) ; *T. prolifera* (grandes vallées fluviales, Alsace, Lorraine, Pays de la Loire, Var, ...). *T. salina* : première characée protégée au niveau national depuis l'arrêté du 23 mai 2013 (J.O. 7 juin 2013).

Se reporter aux synthèses de Lambert (2002), Lambert *et al.* (2002a, b, 2013), Bailly *et al.* (2010) et Felzines *et al.* (2012).

**Genre : AUDOUINELLA**

**Auteur, année :** Bory de St. Vincent, 1823.

**Embranchement :** Rhodophyta.

**Ordre :** Acrochaetiales.

**Famille :** Acrochaetiaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 54 dont ~16 en eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** touffe ou duvet.

**Couleur :** lie de vin, rougeâtre, violet, gris-violacé, brun, bleu-vert à vert-grisâtre.

**Longueur :** 0,5 – 1 (3) cm ; diamètre < 1 cm (parfois jusqu'à 2 à 3 cm).

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** fixé par des rhizoïdes. Croissance typique en touffes denses.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle cylindrique, ramifié, cloisonné.

Partie prostrée peu développée et système érigé souvent ramifié.

### Aspect microscopique

Filaments prostrés irrégulièrement ramifiés.

Filaments dressés relativement courts, ramifiés, à rameaux disposés de façon

régulière, surtout alterne, parfois opposée ou unilatérale, beaucoup plus courts que l'axe principal et accolés à celui-ci se terminant parfois par des poils cellulaires incolores.

Cellules cylindriques renfermant un noyau central, quelques plastes pariétaux discoïdes, oblongs (laminés) ou rubanés, de couleur violette, rouge-violacé, rose pourpre pâle ou violet-brunâtre avec ou sans pyrénoides.

**Dimensions :** cellules de 7 à (12) 15 µm de large, 2,5 à 6 fois plus longues que larges (*A. hermannii*).

**Coloration :** au Lugol, coloration acajou montrant la présence d'amidon floridéen.

### Confusions possibles

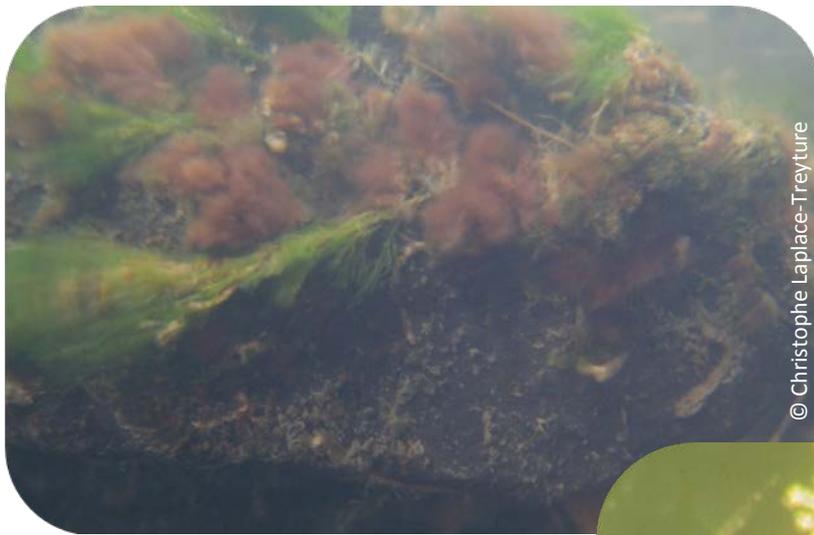
Peut se confondre avec les stades chantransia des *Batrachospermum*, *Lemanea* et *Thorea*.

Critères de distinction : *Audouinella* a généralement des cellules plus allongées, l'axe principal souvent bien reconnaissable, et des branches latérales plus courtes accolées à l'axe principal.

Des travaux récents montrent que seules les espèces d'*Audouinella* de couleur rouge (*A. hermannii*) appartiennent à ce genre. La valeur taxinomique des espèces de couleur bleu ou bleu-vert est controversée ; elles ne seraient que des stades chantransia des espèces de l'ordre des Batrachospermales, dont *Batrachospermum*. Pour d'autres auteurs, les *Audouinella* de couleur bleu-vert sont encore gérés comme des espèces distinctes (Gutowski et al., 2009).

## Références bibliographiques

- |                         |                         |                          |                           |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| (Bourrelly, 1970)       | consulté le 23/09/2013. | (Necchi et al., 1993)    | (Schaumburg et al., 2004) |
| (Compère, 1991b)        | (Gutowski et al., 2009) | (Necchi et al., 1997)    | (Wehr et al., 2003b)      |
| (Descy, 1973)           | (John et al., 2003)     | (Necchi et al., 2011)    | (Zucchi et al., 2001)     |
| (Eloranta et al., 2011) | (Kumano, 2002)          | (Prescott, 1978)         | (Zucchi et al., 2003)     |
| (Guiry et al., 2013),   | (Leclercq, 1977)        | (Rodriguez et al., 1996) |                           |



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : eaux courantes plutôt fraîches, faciès lotique dans des secteurs ombragés, tolérance à une certaine luminosité. Selon les espèces, plutôt faible conductivité et pH neutre, *A. hermannii* donnée pour indifférente, *A. pygmaea* alcaliphile.

**Substrat** : genre benthique, épilitique et épiphytique (bryophytes, *Lemanea*), racines submergées, pierres, bois.

**Qualité** : eaux de faible niveau trophique et saprobique (éléments nutritifs et charges organiques) ; *A. hermannii* et *A. pygmaea* se rencontrent aussi en milieu méso-eutrophe. Genre lié à une très bonne qualité écologique dans les eaux carbonatées.

## Répartition

Genre cosmopolite, largement répandu et fréquemment observé en Europe centrale. *A. hermannii* (à plastes rouges) commune.

En France, occurrences fréquentes en cours d'eau petits à moyens (Massifs armoricain, central et vosgien). Quelques observations en grands cours eau du Massif central (eaux plutôt fraîches).

**Genre :** *BANGIA*

**Auteur, année :** Lyngbye, 1819.

**Embranchement :** Rhodophyta.

**Ordre :** Bangiales.

**Famille :** Bangiaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 12 dont une espèce d'eau douce *B. atropurpurea* (Roth) C.A. Agardh 1824.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** en touffe floconneuse, parfois dense.

**Couleur :** violacé dans les stades jeunes, puis noirâtre, vert olive sombre ou brun-rougeâtre.

**Longueur :** de quelques cm à 35 cm long.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** lisse, soyeux.

**Remarques :** fixé à sa base par des rhizoïdes issus de cellules basales.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle érigé filamenteux non ramifié, mou, bien coloré.

Unisérié à la base, puis plurisérié par division longitudinale des cellules.

Cellules cylindriques isodiamétriques dans la partie unisériée. Parties plurisériées devenant larges et de forme irrégulière, avec des cellules discoïdes nettement plus courtes que larges.

Cellules à gros plaste axial lobulé étoilé, avec un pyrénioïde central.

### Aspect microscopique

Filament cylindrique, à aspect de tube fin avec petite lumière centrale et une seule couche de cellules.

Gaine mucilagineuse ferme entourant les cellules, séparées les unes des autres.

**Dimensions :** taille des cellules variant selon les stades. Pour les filaments unisériés, de 10 à 30 µm de large, pour les filaments plurisériés de 60 à 100 µm de large (voire plus) ; 8 à 20 µm de long.

**Coloration :** au Lugol, coloration acajou montrant la présence d'amidon floridéen.

### Confusions possibles

Pas de confusion possible en eau douce.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Compère, 1991b)

(Descy, 1973)

(Fjerdingstad, 1965)

(Graham et al., 1987)

(Guiry et al., 2013) ;  
consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(John et al., 2003)

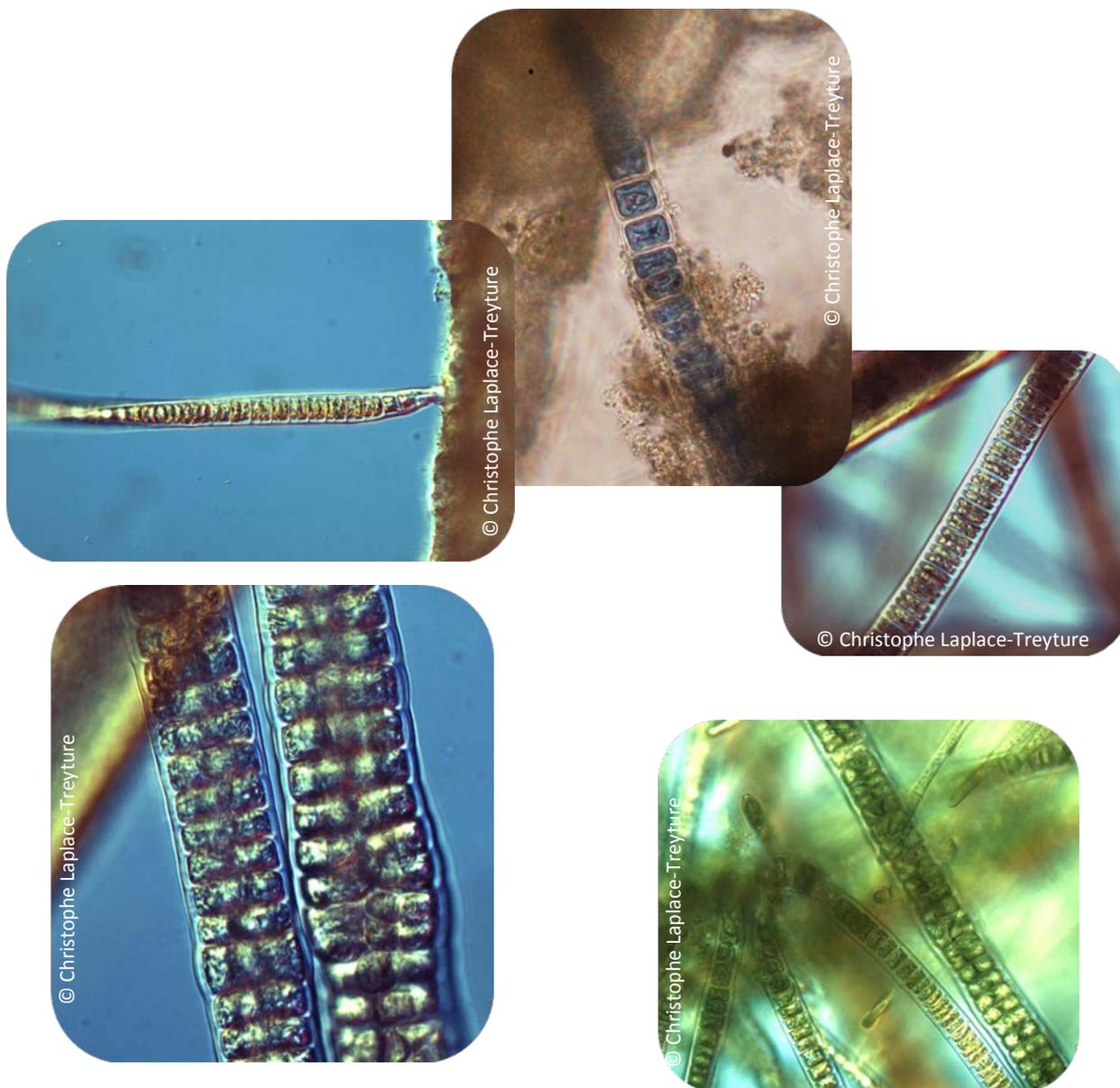
(Kumano, 2002)

(Kwandrans et al., 2010)

(Prescott, 1978)

(Sheath et al., 1984)

(Simić, 2008)



## ÉCOLOGIE

Espèce présente toute l'année, mais plus développée de l'automne au printemps.

**Habitat** : rhéophile (eaux courantes et ruisseaux), cours d'eau navigables, zones turbulentes des déversoirs, zone littorale de lacs, dans la zone de battements des eaux. Températures fraîches (< 14 °C), en milieu plutôt ombragé. Les températures élevées et la longueur des jours favorisent la production de monospores et sont défavorables à la production de biomasse. Alcaliphile, minéralisation moyenne à forte, parfois en milieu saumâtre.

**Substrat** : genre benthique, épilithique (galets, pierres, dalles et blocs, bois). Pas sur substrat meuble.

**Qualité** : oligo à mésoeutrophe, tolère une augmentation de trophie, mais sensible à la charge saprobique.

## Répartition

Cosmopolite, largement répartie en Europe centrale, mais peu répandue, *B. atropurpurea* est sur la liste des espèces menacées (Liste rouge) dans certains pays européens (Slovaquie), ou éteinte (Pologne).

En France, quelques occurrences en eaux fraîches et oligotrophes des très petits à moyens cours d'eau des Alpes et du Massif central.

**Genre :** *BATRACHOSPERMUM*

**Auteur, année :** Roth, 1797.

**Embranchement :** Rhodophyta.

**Ordre :** Batrachospermales.

**Famille :** Batrachospermaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 84 dont 12 en Europe.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** arbuscules moniliformes rappelant une ponte de grenouille.

**Couleur :** vert-olive, vert-jaune, bleu-vert, violet, marron ou gris-noirâtre.

**Longueur :** quelques cm à 10 (40) cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** gélatineux, très gluant.

**Remarques :** algue fixée enrobée d'un mucilage abondant (visible lorsque l'algue est hors de l'eau). L'aspect semblable à une ponte de grenouille a valu à l'algue son nom générique.

### Aspect à la loupe binoculaire

Aspect global de collier ou de chapelet, en grains.

Axe central unisériel portant des verticilles denses de rameaux ramifiés plus ou moins développés.

À la base on retrouve le stade chantransia (stade juvénile) plus ou moins bien conservé.

**Remarques :** caractère du stade chantransia de *Batrachospermum* : thalle ramifié, unisériel, composé de cellules comportant plusieurs plastes pariétaux, rubanés de couleur bleu-verdâtre (en aucun cas de couleur rouge). Le stade chantransia peut se multiplier par monospores sans passer par le stade *Batrachospermum*.

### Aspect microscopique

Cellules contenant plusieurs plastes pariétaux très colorés, rubanés et sans pyrénoides.

**Dimensions :** cellules de 5 à 14 (20) µm de large et 9 à 18 µm de long. Elles peuvent être de 4 à 10 fois plus longues que larges.

**Coloration :** au Lugol, coloration acajou montrant la présence d'amidon floridéen.

### Confusions possibles

Pas de confusion possible avec le stade adulte. Les stades chantransia de *Batrachospermum* peuvent être confondus avec *Audouinella*, mais leurs plastes sont en lame et occupent toute la cellule. *Audouinella* a généralement des cellules plus allongées, l'axe principal souvent bien reconnaissable, et des branches latérales plus courtes accolées à l'axe principal.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)	(Gaudillat et al., 2002)	(John et al., 2003)	(Sheath et al., 1992)
(Compère, 1991b)	(Guiry et al., 2013),	(Necchi, 2005)	(Sheath et al., 1993b)
(Eloranta et al., 2007)	consulté le 23/09/2013.	(Necchi et al., 1997)	(Wehr et al., 2003b)
(Eloranta et al., 2011)	(Gutowski et al., 2009)	(Necchi et al., 2011)	(Zucchi et al., 2001)
(Entwisle, 1998)	(Hambrook et al., 1991)	(Prescott, 1978)	



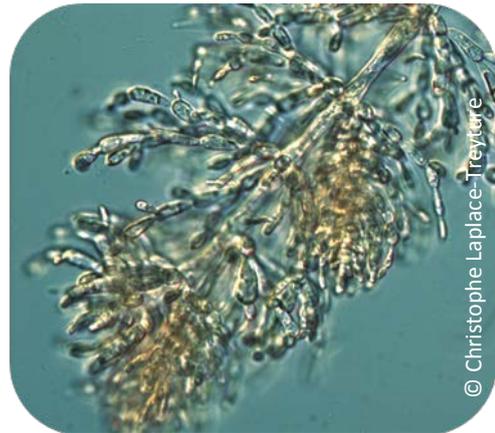
© Christian Chauvin



© Rodriguez & Vergon, 1996



© David Heudre



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : eaux courantes (ruisseaux, fontaines) à courant modéré, parfois en eaux stagnantes (étangs, mares, tourbières). Genre indicateur de l'habitat 3260-1 (cahiers d'habitat Natura 2000) : rivières (à renoncules) oligotrophes acides. Sciaphile (néanmoins tolérant à de fortes intensités lumineuses intermittentes). Rarement rencontré à des températures > 20 °C.

**Substrat** : galets, pierres, sables, bois, bryophytes.

**Qualité** : dans les eaux peu polluées à niveau trophique et saprobique faible à moyen (excepté quelques espèces).

## Répartition

Genre cosmopolite d'eau douce, répandu en Europe.

En France, nombreuses occurrences, surtout en eaux fraîches et courantes plus ou moins carbonatées. Assez régulièrement réparti sur le territoire.

**Genre :** *COMPSOPOGON*

**Auteur, année :** Montagne *in* Bory de St Vincent, 1846.

**Embranchement :** Rhodophyta.

**Ordre :** Compsopogonales.

**Famille :** Compsopogonaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 5 dont 2 en Europe.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** en touffe ou buissonnant, richement ramifié, en queue de cheval.

**Couleur :** du vert au violet bleuté.

**Longueur :** 20 à 50 cm long.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** non mucilagineux.

**Remarques :** disque adhésif basal ou rhizoïdes à la base et occasionnellement aux points de ramification.

### Aspect à la loupe binoculaire

Algue filamenteuse cylindrique, souvent très ramifiée.

Filament monoaxial, entouré d'un cortex (sauf à la partie apicale non cortiquée), à 1 à 5 couches de cellules polygonales compressées, à croissance apicale.

Axes juvéniles unisériés, axes matures plurisériés et cortiqués.

Diamètre de l'axe jusqu'à 3 mm, ramifications de 12 à 50 µm de large.

### Aspect microscopique

Cellules axiales larges linéaires incolores, parfois détériorées à maturité.

Cellules corticales petites, sphériques ou cuboïdes, contenant plusieurs chloroplastes pariétaux, discoïdes ou rubanés.

**Dimensions :** cellules corticales de 7 à 26 (55) µm.

**Coloration :** au Lugol, coloration acajou montrant la présence d'amidon floridéen.

### Confusions possibles

Aucune confusion possible.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Breton, 2014)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(John et al., 2003)

(Krishnamurthy, 1962)

(Kumano, 2002)

(Leghari et al., 1997)

(Kwandrans et al., 2010)

(Necchi, 2005)

(Necchi et al., 1999)

(Prescott, 1978)

(Stoyneva et al., 2006)

(Vis et al., 1992b)

(Zucchi et al., 2001)



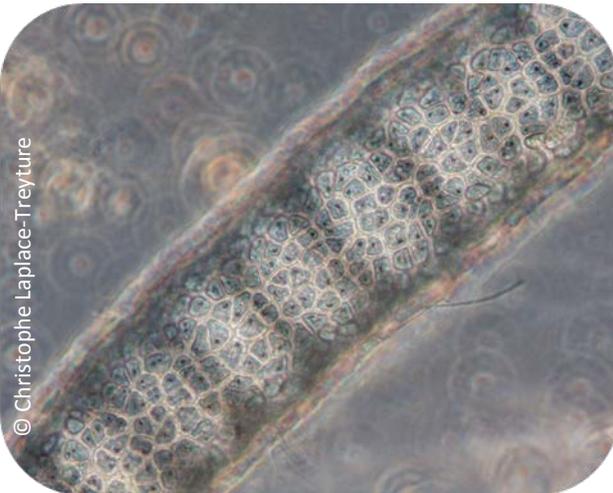
© Christophe Laplace-Treytoure



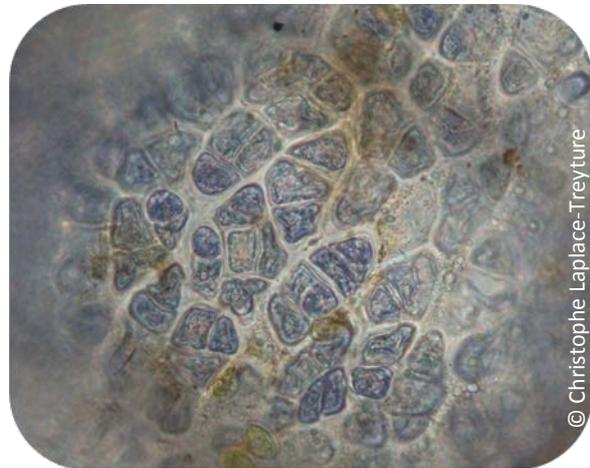
© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : eau douce courante, avec une préférence pour le courant fort (ruisseaux, petits cours d'eau), mais aussi stagnante, canaux d'irrigation, grands cours d'eau lents (Seine, Yonne, Saône, Seille,...). Préférence pour les températures élevées (13-27 °C) ; pH plutôt alcalin ; eaux dures, large gamme de conductivité (50 à 1900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). *C. coeruleus* trouvé en eaux dures à saumâtres. Préférence pour les habitats ombragés, tolérance à une large gamme de paramètres physiques.

**Substrat** : généralement épilithique (pierres), parfois épiphytique (végétaux, algues). Benthique ou flottant librement lors de développements massifs.

**Qualité** : observé dans les rejets d'eaux réchauffées et eaux eutrophes.

**Remarques** : variabilité morphométrique fonction des paramètres physiques, dont la vitesse du courant (taille, diamètre, ramification,..). Pourcentage de recouvrement plus important quand le substrat est un macrophyte.

## Répartition

Genre largement distribué dans les cours d'eau tropicaux, subtropicaux et tempérés chauds.

Algue des aquariums tropicaux et des mares de jardins botaniques (d'où il a pu être introduit dans le milieu naturel), il est peu fréquent en France et en Europe, hormis par temps chaud et dans les rejets d'eaux échauffées, mais est observé cependant sur plusieurs grands cours d'eau lents et eutrophes et très grands fleuves alpins, ainsi que quelques très petits cours d'eau. En Europe c'est l'espèce *C. coeruleus* qui est principalement rencontrée.

**Genre :** *HILDENBRANDIA*

**Auteur, année :** Nardo, 1834.

**Embranchement :** Rhodophyta.

**Ordre :** Hildenbrandiales.

**Famille :** Hildenbrandiaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 16 dont 3 d'eau douce, une seule espèce européenne *H. rivularis* (Liebmann) Agardh.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** croûte vernissée arrondie ou irrégulière.

**Couleur :** orange, rose fuchsia, rouge sang.

**Diamètre :** plusieurs cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** coriace.

**Remarques :** thalle incrustant fixé au substrat par toute sa face inférieure. Se détache difficilement.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle formant des croûtes vernissées et bosselées ou d'aspect verruqueux sur le substrat.

perpendiculairement au substrat.

Files verticales constituées d'une série (5 à 16) de petites cellules cubiques renfermant plusieurs plastes pariétaux rose-pâle et des pyrénoides.

### Aspect microscopique

Thalle composé d'une couche basale prostrée sans rhizoïdes et de filaments parallèles, accolés les uns aux autres, disposés

**Dimensions :** épaisseur du thalle de 40 à 100 µm, diamètre des cellules de 4 à 10 µm.

**Coloration :** au Lugol, coloration acajou montrant la présence d'amidon floridéen.

### Confusions possibles

Le genre *Heribaudiella*, également encroûtant, présente une couleur brune et on le distingue d'*Hildenbrandia* par ses filaments en éventail bien caractéristiques.

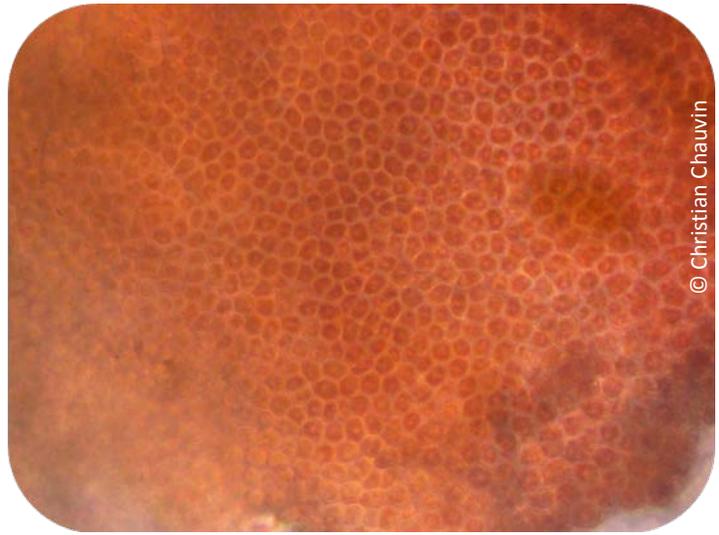
Les taches d'oxydation des minéraux contenus dans certaines roches peuvent présenter un aspect très semblable aux colonies d'*Hildenbrandia*. Ces colonies ont généralement un contour bien net et légèrement lobé par rapport aux taches minérales. L'observation microscopique est déterminante (cellules pour *Hildenbrandia*, cristaux pour les taches d'oxydation)

## Références bibliographiques

- |                         |                         |                          |                           |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| (Bellinger, 1992)       | (Fjordingstad, 1965)    | (Hoffmann, 1987)         | (Schaumburg et al., 2004) |
| (Bourrelly, 1970)       | (Guiry et al., 2013),   | (John et al., 2003)      | (Sheath et al., 1993a)    |
| (Cazaubon et al., 1985) | consulté le 23/09/2013. | (Krasznai et al., 2009)  | (Wehr et al., 2003b)      |
| (Compère, 1991a)        | (Gutowski et al., 2004) | (Kumano, 2002)           |                           |
| (Descy, 1973)           | (Gutowski et al., 2009) | (Rodriguez et al., 1996) |                           |



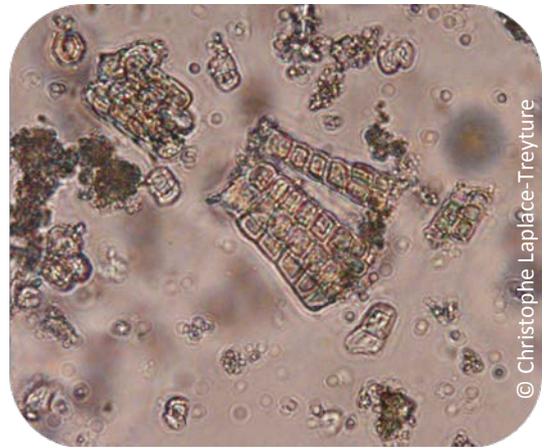
© Christian Chauvin



© Christian Chauvin



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

Présent toute l'année.

**Habitat** : eaux courantes, sources, ruisseaux – rarement lacs. Biotopes de faible altitude, eaux pas trop froides (absent des eaux froides montagnardes à *Hydrurus*), tendance polytherme. Crénophile, rhéophile, oxyphile, neutrophile à alcaliphile (pH de 7 à 8), souvent sciaphile (habitat plus ou moins ombragé), large gamme de minéralisation de l'eau mais préfère des eaux riches en calcium.

**Substrat** : benthique, plus fréquemment trouvés sur les bords de rochers, galets acides (marges et face inférieure), s'étend également à d'autres substrats solides (bois, coquillages, tessons de poterie, etc.), en particulier dans les eaux carbonatées. Il peut occuper toute la surface du substrat (face inférieure comprise) en eau profonde ou lorsque le courant > 60 cm/s.

**Qualité** : large gamme trophique (eaux oligotrophes à eutrophes), tolérance à une charge saprobique modérée.

## Répartition

Genre également représenté par des espèces marines. *Hildenbrandia rivularis* est restreint à l'Europe, classé comme vulnérable sur la liste rouge en Allemagne ; peut être accompagné de lichens crustacés du genre *Verrucaria*.

En France, nombreuses occurrences sur tout le territoire et sur tous types de cours d'eau, à la condition qu'au moins certains éléments du substrat soient cristallins ou acides (galets de granite, rognons de silex, etc.).

**Genre :** *LEMANEA*

**Auteur, année :** Bory de St Vincent, 1808.

**Embranchement :** Rhodophyta.

**Ordre :** Batrachospermales.

**Famille :** Lemaneaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 14 dont 6 en Europe ; genre d'eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** touffe fixée de filaments tubulaires, bambusifformes.

**Couleur :** bleu vert-olive, brun-rouge, violet, noir.

**Longueur :** 5 à 40 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** raide et cartilagineux.

**Remarques :** filaments gros et plantureux (lumière vive), fins à renflements peu prononcés (lumière diffuse). Longueur des filaments dépendant de la vitesse du courant.

Bleu-vert/olive quand jeune ; marron/noir à maturité. *L. fluviatilis* noircit au séchage.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments simples ou ramifiés, unisériés, d'aspect bambusifforme : section portant des nodosités (au niveau desquelles se situent les spermatocystes répartis en taches discontinues) alternant avec des sections lisses et rétrécies.

Filament creux (coupe transversale), pas de filaments corticaux autour de l'axe central unisérié.

**Remarque :** à la base du stade *Lemanea*, le

stade *chantransia* peut être présent (consulter la fiche *Batrachospermum*).

**Dimensions :** filament de 0.2-2 mm de diamètre.

### Aspect microscopique

Plusieurs plastes pariétaux, discoïdes ou rubanés, de couleur bleue-verdâtre (en aucun cas de couleur rouge), situés uniquement sur les cellules externes.

**Coloration :** au Lugol, coloration acajou montrant la présence d'amidon floridéen.

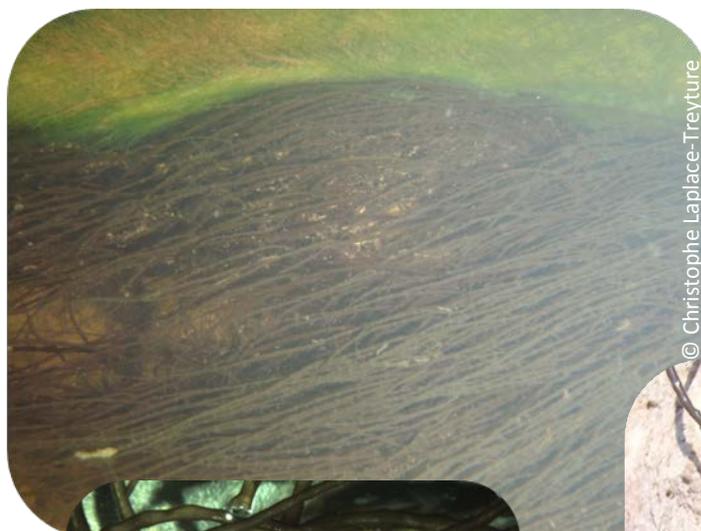
### Confusions possibles

Avec le genre *Paralemanea*, qui se présente aussi sous forme d'un thalle cartilagineux, très rarement ramifié, tubulaire, et pseudoparenchymateux. Les 2 différences principales avec *Lemanea* sont un axe principal cortiqué (avec des filaments corticaux entourant un axe central unisérié), et des spermatocystes situés en anneaux nodaux continus sur les nodosités de l'axe ; tandis que *Lemanea* possède un axe principal non cortiqué et des spermatocystes répartis en taches nodales discontinues.

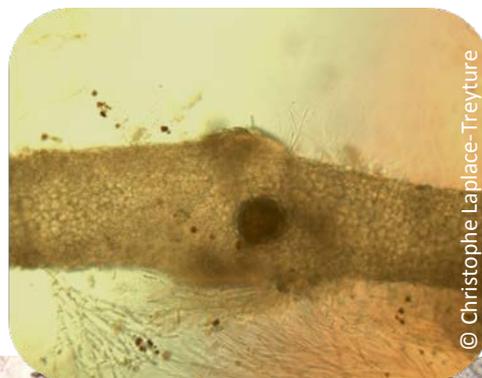
De plus le stade *chantransia* de *Lemanea* est fugace et peu ramifié, tandis que celui de *Paralemanea* est plus durable et très ramifié (une section transversale du thalle doit être faite pour observer la différence).

## Références bibliographiques

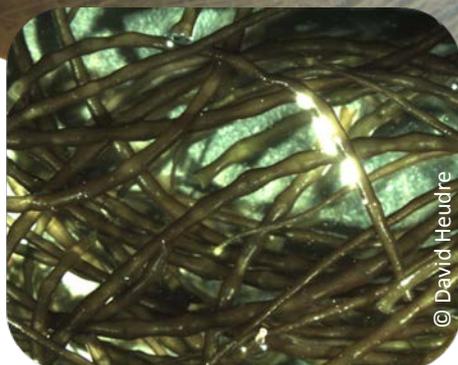
- |                         |                          |                          |                      |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| (Bellinger, 1992)       | (Fjordingstad, 1965)     | Kučera et al., 2008)     | (Vis et al., 1992a)  |
| (Bourrelly, 1970)       | (Gaudillat et al., 2002) | (Kumano, 2002)           | (Wehr et al., 2003b) |
| (Compère, 1991a)        | (Guiry et al., 2013),    | (Prescott, 1978)         |                      |
| (Descy, 1973)           | consulté le 23/09/2013.  | (Rodriguez et al., 1996) |                      |
| (Eloranta et al., 2004, | (Gutowski et al., 2009)  | (Simić, 2007)            |                      |
| 2007)                   | (John et al., 2003)      | (Thirb et al., 1983,     |                      |
| (Filkin et al., 2004)   | (Kučera et al., 2004;    | 1985)                    |                      |



© Christophe Laplace-Treyture



© Christophe Laplace-Treyture



© David Heudre



© Christophe Laplace-Treyture

## ÉCOLOGIE

Populations plutôt printanières, régressant fréquemment au cours des mois d'été (relation avec l'élévation de température).

**Habitat** : genre strictement rhéophile, de même que *Paralemanea* ; faciès lotique des rivières, torrents, chutes d'eau, courant modéré à rapide ; parfois > 2 m/s. Genre indicateur du type d'habitat 3260 – 3 (cahiers d'habitat Natura 2000) : rivières à renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres.

Eaux fraîches (4 à 25 °C) et bien oxygénées, siliceuses ou calcaires, plutôt de têtes de bassins, pH neutre à alcalin, très large gamme de conductivité. En secteurs ombragés mais tolérant de forts éclaircissements.

**Substrat** : solides, roches calcaires et grès, dalles, blocs, fonds cimentés, déversoirs d'écluse, seuils de ponts. Benthique, épilithique. Peut coloniser massivement les radiers de barrages, en cordons réguliers ou des aires d'éléments pierreux très nettement associées aux vitesses de courant maximum.

**Qualité** : trophie faible à moyenne, charge organique faible. Des développements importants de *Lemanea*, en particulier au printemps, sont souvent indicateurs de milieu oligotrophe à faible charge organique et exempt de métaux (exception faite de résistance observée au zinc).

**Remarques** : *Paralemanea* montrerait une grande tolérance par rapport à la température de l'eau, le débit, le pH et la conductivité, en particulier dans les eaux polluées et oligotrophes.

## Répartition

Genre cosmopolite d'eau douce répandu en cours d'eau tempérés de l'hémisphère nord, large gradient altitudinal jusqu'à 2000 m d'altitude.

*Lemanea fluviatilis*, espèce la plus fréquente. Cette espèce et ses habitats pourraient nécessiter des mesures de protection.

En France, nombreuses occurrences réparties sur les cours d'eau rapides très petits à moyens.

Remarque : *Paralemanea* est un genre répandu en Europe centrale, uniquement en eau douce.

**Genre : THOREA**

**Auteur, année :** Bory de St Vincent, 1808.

**Embranchement :** Rhodophyta.

**Ordre :** Thoreaales.

**Famille :** Thoreaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** genre d'eau douce avec 12 espèces, 1 seule en Europe *T. hispida* (Thore) Desvaux (synonyme *T. ramossissima*).

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** plumeux.

**Couleur :** vert olive, brun-rouge, noir.

**Longueur :** de grande taille, quelques cm à 50 (100) cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** soyeux, visqueux.

**Remarques :** colore l'eau en rouge. Algue fixée enrobée dans un mucus hyalin. Filaments ramifiés, flexueux et robustes, recouverts d'un fin duvet.

Il existe un stade chantransia (voir fiche de *Batrachospermum*) uniaxial parfois visible à la base du thalle.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle fortement et irrégulièrement ramifié.

Variabilité morphologique importante.

Axe et rameaux de même diamètre, filiformes et flexueux, hirsutes, hérissés de filaments (poils) assimilateurs bien visibles perpendiculaires à l'axe.

jet d'eau, incolores ou peu colorés et à cellules à membrane assez épaisse.

Ramifications latérales (poils assimilateurs) réalisant l'activité photosynthétique dans plusieurs plastes pariétaux rubanés, rouge/violet ou verdâtres.

### Aspect microscopique

Filaments multiaxiaux fasciculés, à structure en

**Dimensions :** filaments de 0,5 à 3 mm de diamètre. Axe principal de 88 à plus de 2 000 µm de diamètre.

**Coloration :** au Lugol, coloration acajou montrant la présence d'amidon floridéen.

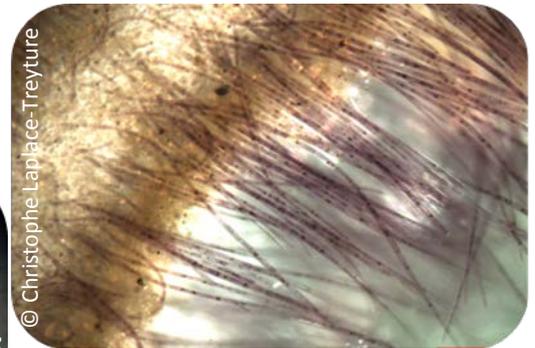
À l'encre de Chine, mise en évidence de la gelée enrobant poils et axe.

### Confusions possibles

En cas de doute et de peu d'échantillons, *Batrachospermum* se différencie de *Thorea* par sa structure uniaxiale et une répartition nette en verticilles.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)	(Eloranta et al., 2011)	(Leghari et al., 1997)	(John et al., 2003)
(Compère, 1991a)	(Guiry et al., 2013),	(Kumano, 2002)	(Prescott, 1978)
(Descy, 1973)	consulté le 23/09/2013.	(Kwandrans et al., 2010)	(Swale, 1962, 1963)
(Eloranta et al., 2007)	(Gutowski et al., 2009)	(John et al., 1989)	(Wehr et al., 2003b)



## ÉCOLOGIE

Algue se développant en fin d'été.

**Habitat** : eaux vives courantes. Eaux alcalines, légèrement carbonatées, minéralisées (500 à 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**Substrat** : benthique; épilithique, galets, pierres, dalles et blocs, déversoirs, vanne d'écluse.

**Qualité** : informations variables sur sa relation au niveau de saprobie.

## Répartition

Répartition mondiale dans des eaux douces tropicales à tempérées chaudes, pas à peu polluées. Peu fréquent dans de nombreux pays d'Europe centrale et absent du nord de l'Europe. Il peut être abondant dans les habitats où il apparaît.

En France, quelques occurrences, essentiellement en milieu calcaire, surtout en grands à très grands cours d'eau.

*T. hispida* était autrefois abondant dans la Seine à Paris et environs. Disparu avec la pollution des eaux, cette espèce réapparaît dans ces grands cours d'eau depuis quelques années.

**Genre :** *HERIBAUDIELLA*

**Auteur, année :** Gomont, 1896.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Heribaudiellales (Incertae sedis).

**Famille :** Phaeostrophaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** genre monospécifique d'eau douce (*H. fluvatilis*).

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** colonies sous forme de croûtes aux bords irréguliers ou arrondis. Sur le côté de pierres.

**Couleur :** brun foncé, parfois vert olive, noirâtre ou brun-rouge.

**Longueur :** de 1 à 5 cm de diamètre (jusqu'à 20).

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** lisse.

**Remarques :** colonies individuelles en plaques ou fusionnant pour couvrir l'ensemble des roches ou blocs.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalles formant des croûtes orbiculaires, avec un contour irrégulier mais des marges distinctes.

Colonie d'abord formée par une couche monostromatique de filaments rampants, rayonnants, groupés en pseudoparenchyme, puis par des filaments unisériés d'égale longueur se dressant sur cette sole prostrée.

### Aspect microscopique

Morphologie en deux composantes : un système horizontal (basal) de filaments souvent ramifiés, organisés en éventail caractéristique et un système de filaments érigés (long de 5 à 15 cellules), très serrés.

Filaments dressés occasionnellement ramifiés de façon dichotomique.

4 à 10 chloroplastes par cellule, ovales ou discoïdes.

Ces filaments dressés, pressés les uns contre les autres mais dissociables en coupe ou par écrasement, se terminent parfois par des sporocystes uniloculaires en massue. Les cellules ont des physodes et plusieurs plastes pariétaux bruns, discoïdaux.

**Dimensions :** cellules végétatives de 8 à 15 µm de diamètre. Sporange uniloculaire de 10 à 20 µm de large et 15 à 35 µm de long. Zoospores de 6 à 8 µm.

**Coloration :** au Lugol, pas de coloration en bleu-noir donc absence d'amidon.

### Confusions possibles

L'aspect macroscopique sur les rochers peut entraîner une confusion avec le genre *Chamaesiphon*, mais l'analyse microscopique permet de les différencier, les marges de ce dernier apparaissant comme des marges indistinctes.

Le genre *Hildenbrandia*, également encroûtant, présente une couleur rouge et on distingue *Heribaudiella* par ses filaments bien caractéristiques en éventail. La différence avec *Hildenbrandia* peut également être confirmée par la mise en évidence d'amidon floridéen chez cette dernière après coloration au lugol.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)  
(John et al., 2003)

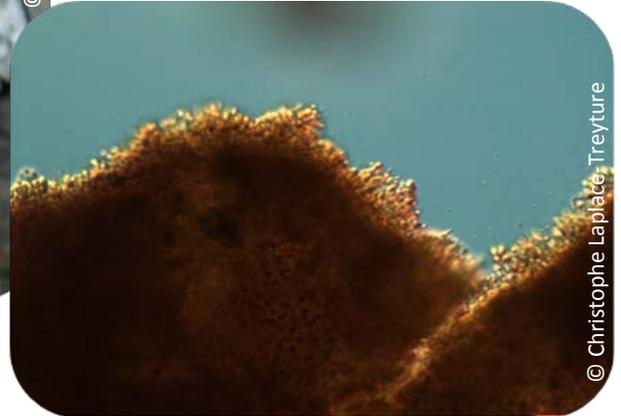
(Guiry et al., 2013),  
consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)  
(Wehr et al., 2003a)

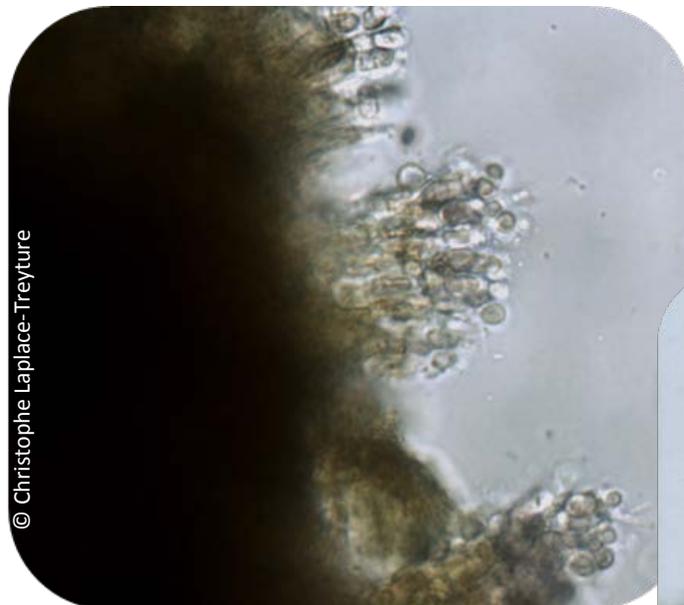
(Wehr et al., 2003b)



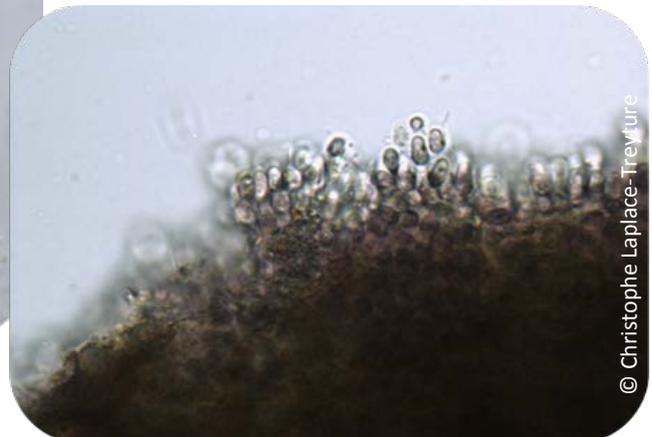
© Aline Fare



© Christophe Laplace-Treyture



© Christophe Laplace-Treyture



© Christophe Laplace-Treyture

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : genre benthique rencontré en milieu lotique dans le lit des ruisseaux et des lacs. Large tolérance, mais préfère les eaux alcalines ( $\text{pH} \geq 7$ ). Souvent en association, du moins fixé sur la même pierre, avec *Hildenbrandia rivularis* et parfois dans des communautés de *Chamaesiphon*, *Homoeothrix*, *Schizothrix*, *Nostoc*, *Bangia*, *Audouinella*, *Lemanea*, *Gongrosira* et *Cladophora*. Surtout en secteurs ombragés.

**Substrat** : roches, blocs et cailloux (grès, granite, roches métamorphiques) dans le lit des ruisseaux ou des torrents et parfois épiphyte.

**Qualité** : genre indicateur de saprobie modérée à forte et rencontré dans des conditions oligo- à eutrophes, évitant les eaux dystrophes.

## Répartition

Hémisphère nord, il est fréquent en Europe et aux USA, mais assez rarement signalé car souvent confondu ou en association.

**Genre :** *HYDRURUS*

**Auteur, année :** C. Agardh, 1824.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Hydrurales.

**Famille :** Hydruraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 1 seule d'eau douce, *H. foetidus* (Villars) Trevisan Agardh.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** touffes gélatineuses ramifiées.

**Couleur :** brun foncé à vert-olive.

**Longueur :** jusqu'à 30 cm (voire 100).

**Odeur :** fétide.

**Toucher :** gélose compacte.

**Remarques :** thalle fixé qui rend le substrat glissant.

Cette algue, une fois conditionnée en pilulier ou quand on la frotte entre ses doigts, dégage très rapidement une odeur âcre qui lui a valu son nom spécifique.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle cylindrique, brun foncé, gélatineux, de grande taille, irrégulièrement ramifié, buissonnant ou plumeux et à croissance limitée à la partie apicale des filaments et des rameaux.

ellipsoïdales, piriformes ou fusiformes, sans membrane définie, disposées sans ordre à l'intérieur d'une gelée compacte.

Cellules contenant un plaste pariétal, distal, brun doré avec un pyrénoïde parfois peu visible et plusieurs vacuoles contractiles.

### Aspect microscopique

Cellules de formes variées, sphériques à

**Dimensions :** cellules de 8 à 12 µm de long.

**Coloration :** au Lugol, pas de coloration en bleu-noir donc absence d'amidon.

### Confusions possibles

On peut confondre les thalles peu développés d'*Hydrurus* avec *Phaeodermatium rivulare*. En revanche, *P. rivulare* est encroûtant et présente des cellules regroupées densément, un peu plus petites et souvent polygonales.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)

(Çevik et al., 2007)

(Graham et al., 2000)

(Guiry et al., 2013),  
consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

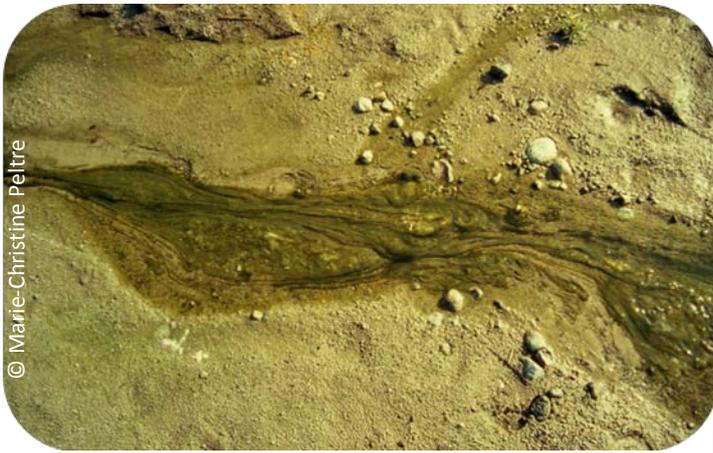
(John et al., 2003)

(Krizmanić et al., 2008)

(Reymond et al., 1998)

(Rodriguez et al., 1996)

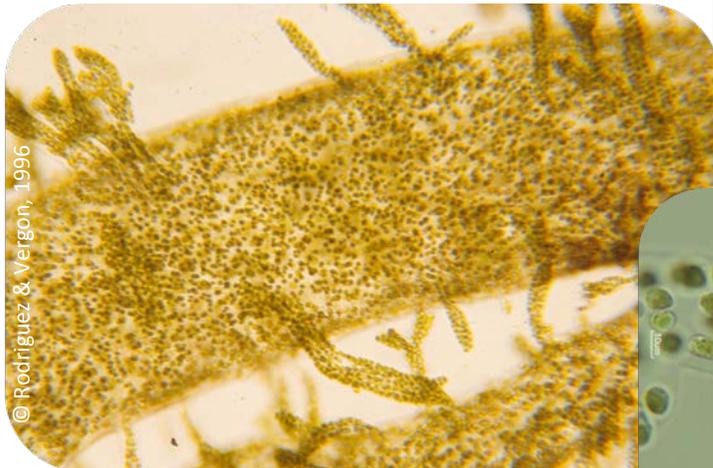
(Wehr et al., 2003b)



© Marie-Christine Peltre



© Rodríguez &amp; Vergon, 1996



© Rodríguez &amp; Vergon, 1996



© David Heudre

## ÉCOLOGIE

**Habitat :** faciès lotique. Espèce sténotherme d'eau froide (proches de 0 °C, < 13 °C), pH 5 à 8, caractéristique des ruisseaux de montagne. On trouve *Hydrurus* aussi bien dans les milieux peu calcaires que très calcaires. Son développement est favorisé par de fortes intensités lumineuses. Il est notamment à l'origine d'un colmatage accru des frayères à salmonidés en période hivernale et témoigne de la surcharge annuelle permanente de nombreux cours d'eau en composés azotés et phosphorés. Lorsque la température atteint les 13 °C, la colonie commence à se disloquer et disparaître ; les cellules se détachent, beaucoup d'entre elles meurent.

Le recul des colonies d'*Hydrurus* avec l'apparition de températures supérieures à 13 °C et leur cantonnement dans les sites amont du réseau hydrographique constituent un des phénomènes les plus nettement observés dans la répartition des algues benthiques d'eaux courantes de moyennes montagnes.

**Substrat :** pierres, galets. En conditions optimales, *Hydrurus* ne laisse aucun espace libre sur le substrat.

**Qualité :** *Hydrurus* a une très bonne tolérance vis-à-vis de la saprobie et de la trophie ; des milieux purs et riches en oxygène aux milieux très pauvres ; et des milieux modérément à très chargés en matières organiques et en phosphore.

## Répartition

Le genre est connu des régions montagneuses du monde entier. Il est largement distribué dans les cours d'eau rapides et froids des montagnes européennes et des États-Unis.

En France il se rencontre en régions montagneuses dans des très petits à petits cours d'eau calcaires ou non.

**Genre : *TRIBONEMA***

**Auteur, année :** Derbès et Solier, 1851.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Tribonematales.

**Famille :** Tribonemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 28.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** filaments ou masse compacte, presque toujours fixés.

**Couleur :** vert-grisâtre, brun vert.

**Longueur :** jusqu'à 20 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** s'ils se détachent du substrat, les filaments forment des petits flocons flottants, atteignant souvent des masses très importantes, de couleur vert-jaune à jaune.

### Aspect à la loupe binoculaire

Les filaments sont fins, lisses ou frisés, plus ou moins transparents, unisériés, non ramifiés et présentent le plus souvent une constriction entre les cellules.

### Aspect microscopique

Cellules allongées, cylindriques ou en forme de tonneau (divisées en deux sections égales), renfermant au minimum deux voire plus fréquemment de nombreux plastes vert-jaune, pariétaux, généralement discoïdes, le plus souvent sans pyrénioïde.

Parois cellulaires formées de pièces en H qui se chevauchent légèrement dans la région centrale, pas toujours clairement visibles mais plus faciles à voir lors de la rupture de filaments ou dans les cellules vides (un filament cassé se termine alors sous la forme de 2 cornes).

**Dimensions :** filaments de 5 à 16  $\mu\text{m}$  de diamètre (pouvant aller jusqu'à 30  $\mu\text{m}$  pour certaines espèces) ; cellules de 7 à 17  $\mu\text{m}$  de long.

**Coloration :** au Lugol, pas de coloration bleu-noir donc absence d'amidon.

### Confusions possibles

Confusion possible avec *Microspora* qui a aussi des pièces en H mais qui a souvent des cellules plus courtes et des chloroplastes pariétaux d'un vert brillant, non discoïdes qui contiennent de l'amidon.

Confusion possible avec *Melosira* pour les espèces présentant des cellules étroites et une extrémité pouvant faire penser à des pièces en H.

Remarques : les pièces en H ne sont pas des caractères particuliers à *Tribonema*. On les retrouve chez *Microspora* et aussi chez *Bumilleria* (chlorophycées) toutes les deux ou quatre cellules.

Les critères spécifiques principaux sont le nombre et la forme des plastes, l'absence ou la présence de pyrénioïdes, le diamètre du filament, le rapport longueur-largeur des cellules et la forme des cellules.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)

(Ettl, 1978)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(John et al., 2003)

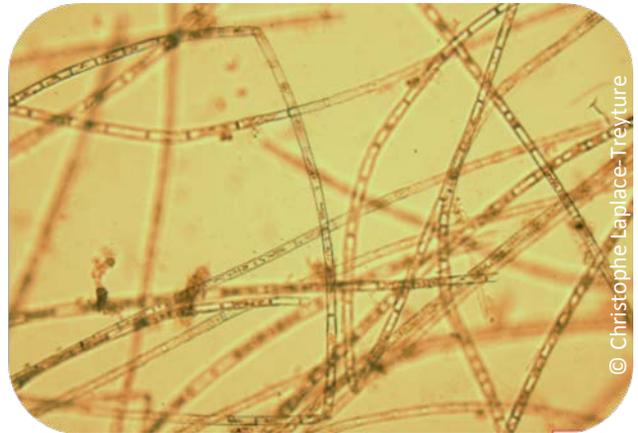
(Prescott, 1962)

(Rodriguez et al., 1996)

(Wehr et al., 2003b)



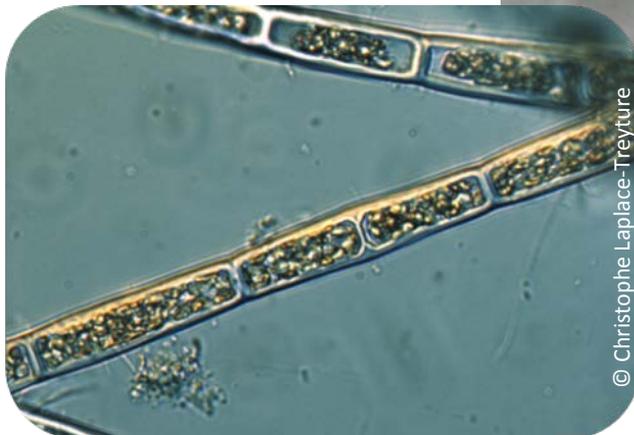
© Rodriguez & Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : genre commun dans les milieux lenticques ou temporaires, en eau calcaire ou légèrement acide selon les espèces, se développant particulièrement pendant les périodes froides de l'année (10 °C à 25 °C en hiver ou au printemps). Tychoplantonique, métaphytique dans des mares, lacs, rivières, suintements.

**Substrat** : galets, bryophytes et plantes vasculaires de fossés, vases.

**Qualité** : en cours d'eau méso à eutrophes des régions collinaires et montagneuses.

## Répartition

Genre probablement cosmopolite (depuis l'Arctique jusqu'aux tropiques).

Bien distribué dans les types de cours d'eau français (très petits à grands cours d'eau) en zone montagneuse (Massif central, Alpes, Jura, Vosges), méditerranéenne mais aussi en plaine.

**Genre : VAUCHERIA**

**Auteur, année :** A.P. de Candolle, 1801.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Vaucheriales.

**Famille :** Vaucheriaceae (famille monogénérique).

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 75.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** coussinet ou natte (en fort courant), fixé par des crampons.

**Couleur :** vert-jaune au centre – vert foncé à la périphérie.

**Longueur :** 10 à (30) cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** soyeux, feutré. Sensation de pétitement à l'écrasement sur les colonies bien développées.

**Remarques :** thalle piégeant les sédiments à la base de la colonie.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle subaérien ou aquatique vert-jaune, composé de filaments cylindriques, siphonnés (absence de cloisons transversales), plus ou moins ramifiés.

Cloisons uniquement lors de la formation d'organes reproducteurs sexués (anthéridies ou oogones) dont l'observation n'est pas rare.

Pas de différence de taille marquée entre l'axe principal et les rameaux.

Les espèces vivant sur la terre humide ont souvent des rhizoïdes incolores et ramifiés qui s'enfoncent dans le sol.

### Aspect microscopique

Filaments équipés d'une couche pariétale de cytoplasme renfermant de nombreux noyaux et plastes discoïdes, ovales, ou ellipsoïdes pourvus ou non de pyrénoides.

Apex arrondi.

Réserves constituées par des globules gras (gouttelettes lipidiques), mais pas d'amidon.

**Dimensions :** filaments de 10 à 200 µm de diamètre. Gamètes mâles, longueur de 10 à 700 µm, oogones de 30 à 400 µm de diamètre.

**Coloration :** au Lugol, pas de coloration en bleu-noir, donc absence d'amidon.

**Remarques :** les *Vaucheria* stériles ne peuvent être déterminés à l'espèce car la détermination est essentiellement basée sur des critères de forme et de position des organes reproducteurs (n°26 du glossaire illustré).

Certaines espèces de vauchéries montrent une croissance végétative très rapide (l'extension du thalle siphonné serait sans doute plus rapide que la division cellulaire des autres algues).

### Confusions possibles

L'aspect macroscopique des colonies peut parfois être confondu avec *Cladophora*, surtout dans les courants forts, mais l'observation au microscope de la structure siphonnée du thalle permet de faire la différence.

*Vaucheria* ressemble à des mousses lorsqu'il grandit sur des surfaces humides comme les rives d'une rivière ou un sol humide ou qu'il est attaché sur des surfaces immergées dans des rivières, des courants d'eau ou des chutes d'eau.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)

consulté le 23/09/2013.

(Peltre et al., 1997)

(Rodriguez et al., 1996)

(Gaudillat et al., 2002)

(Gutowski et al., 2009)

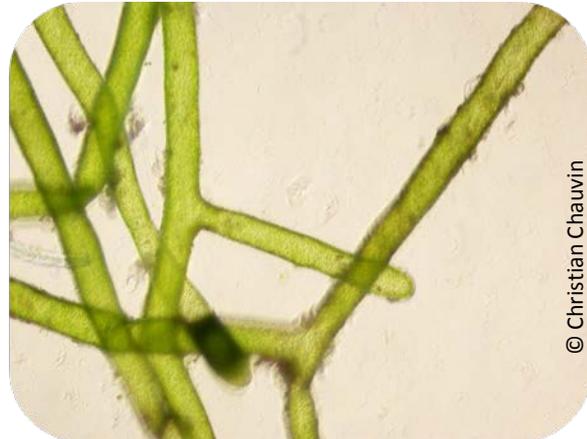
(Prescott, 1962)

(Wehr et al., 2003b)

(Guiry et al., 2013),

(John et al., 2003)

(Rieth, 1980)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : dans tous les types de cours d'eau, y compris les rivières intermittentes méditerranéennes (habitats 3290-1 et 2 des Cahiers d'habitats), notamment en cours d'eau calcaires ou marnocalcaires. Fréquent dans les eaux phréatiques peu profondes à courant lent, sur certains seuils et milieux exondés périodiquement ; quelques espèces à habitat particulier : eaux superficielles des lacs et des mares, boues et tourbières, plans d'eau eutrophes (habitats 3150-2, Cahiers d'habitats). Se développe principalement en début et en fin de saison, avec des températures modérées ( $t^{\circ}$  optimale de 15 à 20  $^{\circ}$ C), ou peut supporter des températures faibles (2 à 3  $^{\circ}$ C). *Vaucheria* paraît plus sensible aux fortes intensités lumineuses que *Cladophora*.

Rencontré selon les espèces dans toutes les gammes de pH et de minéralisation, mais souvent plus abondant dans les milieux à conductivité > 1 000  $\mu$ S/cm. Préférence pour des concentrations en calcium > 200 mg/l  $Ca^{2+}$  (absent des sites à teneurs < 70 mg/l).

Il existe au sein de ce genre une variabilité écologique importante selon les espèces.

**Substrat** : pierres, galets, sable, vases, macrophytes voire sur des cladophores. Coussinets très denses et de coloration zonée se décollant facilement du substrat pierreux et laissant apparaître à leur face inférieure un film limoneux plus ou moins dense.

**Qualité** : dans toutes les gammes de teneurs en nitrates mais abondantes quand > 0,5 mg N/l. Par contre, recouvrement important et régulier quelles que soient les teneurs ammoniacales (assimilées plus vite que les nitrates). Ce genre remplace fréquemment les cladophores en aval des piscicultures (milieux chargés en matières organiques). Cependant certaines espèces sont observées dans des résurgences karstiques de bonne qualité.

## Répartition

Le genre *Vaucheria* est cosmopolite. Il renferme des espèces aquatiques ou terrestres dont une dizaine se rencontre en eaux saumâtres et marines.

En France il s'observe dans toutes les gammes de cours d'eau, réparties uniformément sur le territoire métropolitain.

Il apparaît comme taxon présent dans les associations phytosociologiques à *Cinclidotus fontinaloides* (bryophyte), à *Ranunculus fluitans*, *Oedocladium* et à *Cladophora*.

**Genre :** *DIATOMA*

**Auteur, année :** Bory de St Vincent, 1824.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Fragilariales.

**Famille :** Fragilariaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 23.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse floconneuse fragile souvent épiphyte de macro-algues comme *Cladophora*.

**Couleur :** brun.

**Longueur :** variable, fortement dépendante de la hauteur d'eau et du courant.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux et fragile.

**Remarques :** à sa sortie de l'eau, la colonie, difficilement saisissable à la main, se réduit en un très mince filament, inconsistant et fragile.

### Aspect à la loupe binoculaire

Genre caractérisé par des colonies en zigzag habituellement fixées.

### Aspect microscopique

En vue valvaire : cellule de forme elliptique à allongée, quelques fois capitée avec de fortes côtes transversales siliceuses.

En vue connective : forme rectangulaire (sans renflement médian mais laissant apparaître des ceintures secondaires plus ou moins nombreuses et montrant la marge des valves avec stries et côtes plus épaisses que ces stries).

Cellules reliées les unes aux autres et au substrat en zigzag, par un coussinet gélatineux situé à l'angle du frustule ou parfois en ruban,

les cellules sont alors contiguës, valve contre valve.

Cellules isopolaires, toujours symétriques le long des deux axes (transversal et longitudinal).

Renfermant de nombreux plastes pariétaux (12 à 15 par cellule) brun-jaune plus ou moins discoïdes, de petite taille.

Surface de la valve portant des stries unisériées, parallèles, perpendiculaires à l'axe apical et formées de petits pores très rapprochés.

**Dimensions :** de 10 à 30 µm de long (jusqu'à 60 µm pour *D. elongatum*) et de 3 à 12 µm de large.

**Coloration :** au Lugol pas de coloration en bleu-noir, donc absence d'amidon.

### Confusions possibles

Le genre *Tabellaria* se rencontre avec la même organisation coloniale en zigzag mais présente un renflement médian en vue connective.

*Meridion circulare* s'en rapproche, mais avec des stries plus marquées, et des cellules hétéropolaires en forme de massue et nettement capitées. En vue connective les colonies forment un éventail.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)

(Cox, 1996)

(Germain, 1981)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Kelly, 2000)

(Kelly et al., 2005),

consulté le 3/02/2011.

(Krammer et al., 2004)

(Rodriguez et al., 1996)

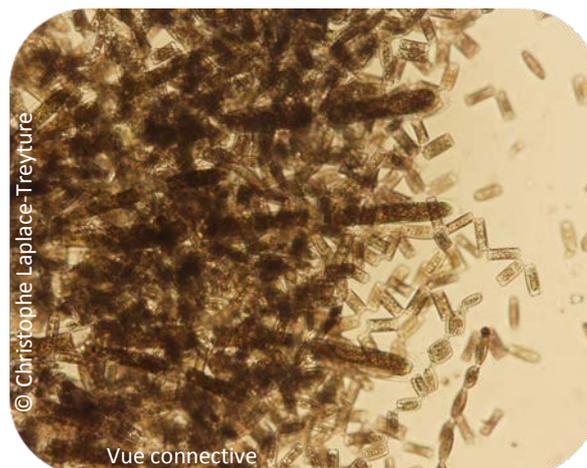
(Spaulding et al., 2010),

consulté le 3/02/2011.

(Williams, 1990)

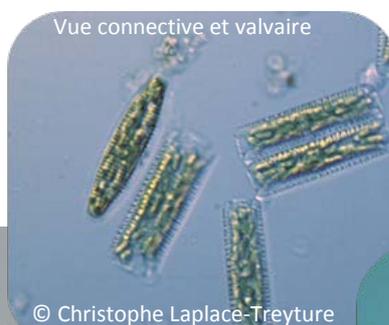


© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



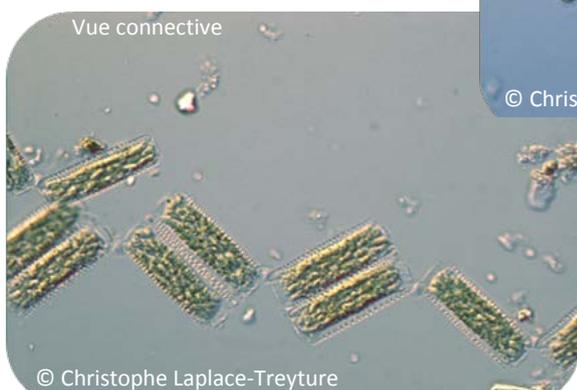
© Christophe Laplace-Treytore

Vue connective



Vue connective et valvaire

© Christophe Laplace-Treytore



Vue connective

© Christophe Laplace-Treytore



Vue connective et valvaire

© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : ce genre fréquente les eaux courantes, essentiellement douces et généralement à pH voisin de 7 ou un peu alcalines. Quelques espèces tolèrent les eaux saumâtres (*D. tenue*, *D. vulgaris*, *D. ehrenbergii*).

Genre essentiellement benthique (abondant dans les cours d'eau et les étangs) ; accidentellement planctonique. Certaines diatomées se retrouvent dans des eaux drainant des bassins versants calcaires (*D. moniliforme*).

**Substrat** : macrophytes, algues (*Cladophora*, *Monostroma*), objets flottants, pierres, galets.

**Qualité** : beaucoup d'espèces sont sensibles aux pollutions organiques, mais quelques-unes (*D. vulgaris*, *D. ehrenbergii*, *D. hyemalis*) tolèrent de fortes pollutions.

**Remarques** : en fonction de la vitesse du courant et la nature du support, elles forment des colonies plus ou moins denses en voile floconneux.

*Diatoma vulgaris*, largement répandu, est plutôt printanier et est souvent rencontré dans des assemblages épilithiques ou épiphytiques.

## Répartition

Large répartition uniforme sur le territoire métropolitain de très petit à grand cours d'eau.

**Genre :** *DIDYMOSPHENIA*

**Auteur, année :** M. Schmidt, 1899.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Cymbellales.

**Famille :** Gomphonemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 6 dont la principale *D. geminata*.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse fibreuse épaisse, parfois très abondante, résistante à la manipulation en main.

**Couleur :** brun-blanchâtre à jaune, variant suivant les sédiments inclus parfois rosâtre (jamais verte).

**Longueur :** 3 à plus de 20 cm.

**Odeur :** non caractéristique, mais donne une mauvaise odeur et un mauvais goût à l'eau.

**Toucher :** bien que d'aspect gluant, le toucher est plutôt spongieux ou rêche comme de la laine mouillée ou de la cellulose du fait de la présence de pédoncules épais, longs et ramifiés.

### Aspect à la loupe binoculaire

Colonie de cellules solitaires ou associées en groupe par un pédoncule ou entre elles.

Présence de pédoncules ramifiés lui conférant l'aspect d'un palmier microscopique.

### Aspect microscopique

Frustule de grande taille ; l'une des plus grandes diatomées d'eau douce.

Valve hétéropolaire, large et robuste, symétrique selon l'axe apical, zone centrale renflée et 2 extrémités capitées dont une est bien plus large que l'autre. La plus étroite présente une zone sans ornementation.

En vue valvaire, en forme de larve de méduse ou de bouteille bombée. En vue connective,

cunéiforme, non courbé.

Fixée au substrat par un long pédoncule mucilagineux.

Pas de pseudosepta, au moins 2 (le plus souvent 3 ou 4 voire 5) stigmas au centre de la cellule, en ligne droite, sur un seul côté (ventral). Stries radiales fortement ponctuées. Parties extrêmes du raphé (2 fissures polaires) identiques et nettement coudées en arrière.

Chloroplaste unique en forme de H installé sur un côté de la cellule et s'étendant dans les 2 valves, avec un pyrénoïde central.

**Dimensions :** cellule de 60 à 150 µm de long et 30 à 45 µm de large.

**Coloration :** au Lugol pas de coloration en bleu-noir, donc absence d'amidon.

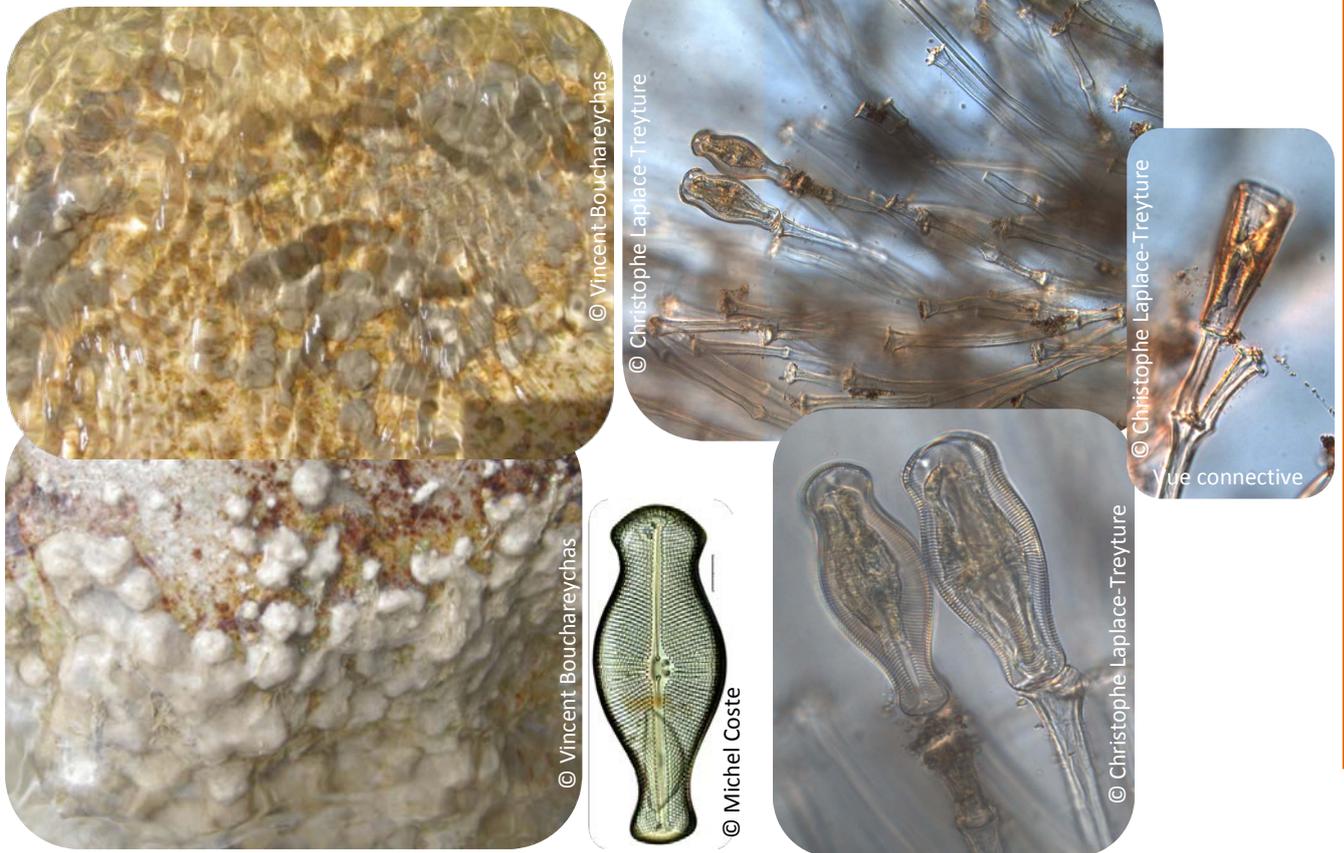
Au bleu de méthylène mise en évidence des pédoncules muqueux.

### Confusions possibles

Forme similaire à *Gomphoneis* et *Gomphonema* mais *D. geminata* est plus solidement attaché à son substrat ; diffère aussi par sa grande taille, la forme des fissures polaires, son long et épais pédoncule en comparaison à la taille de la cellule, qui lui confère un toucher moins gluant que pour ces autres diatomées.

## Références bibliographiques

(Bhatt et al., 2008)	(Gillis et al., 2010)	consulté le 7/03/2011.	(United States
(Beltrami et al., 2008)	Global Invasive Species	(Kilroy, 2004)	Environment Agency,
(Blanco et al., 2009)	Database (2011),	(Kilroy et al., 2011)	2011), consulté le
(Branson, 2006)	consulté le 4/03/ 2011.	(Krammer et al., 1999)	7/03/2011.
(British Columbia	(Guiry et al., 2013),	(Metzeltin et al., 1995)	(Wehr et al., 2003b)
Ministry of	consulté le 23/09/2013.	(Pentecost, 1984)	(Whitton et al., 2009)
Environment, 2011),	(Kelly, 2000)	(Rost et al., 2011)	
consulté le 7/03/2011.	(Kelly, 2003)	(Stoermer et al., 1986)	
(Cox, 1996)	(Kelly et al., 2005),	(Tomás et al., 2010)	



## ÉCOLOGIE

Fixation initiale favorisée par des eaux froides, pauvres, bien éclairées et des substrats stables. La croissance de ce genre est favorisée par l'augmentation des proportions en calcium et sulfates des eaux. Le développement des pédoncules mucilagineux augmente sous des éclairagements forts et avec des conditions limitantes en nutriments.

**Habitat :** essentiellement benthique en lacs et cours d'eau, eaux stagnantes à modérément rapides (0,5 à 2,8 m/s) riches en bicarbonates et bien oxygénées, avec un pH de 7 à 9 et des températures de 9 °C à 24 °C. Occasionnellement planctonique en grand cours d'eau. Les masses gélatineuses se formeraient surtout dans les eaux stagnantes ou lentes. *D. geminata* semble préférer les cours d'eau calcaires de montagne.

**Substrat :** épiphyte, roche mère, galets gros ou fins, sables ou sédiments fins, roches métamorphiques.

**Qualité :** genre indicateur de milieux froids oligotrophes, mais tolérant l'augmentation de niveau trophique. Connu (particulièrement *D. geminata*), depuis sa découverte, pour former des proliférations dans le nord de l'Europe. Ce phénomène tend à se généraliser sur les zones qu'il colonise, occasionnant des perturbations des communautés aquatiques (autres algues, phytoplancton, invertébrés, poissons, macrophytes) pouvant aller jusqu'à des mortalités piscicoles.

## Répartition

À l'origine, *Didymosphenia geminata* est décrit dans les îles Féroé en 1819 ; distribution originale couvrant uniquement l'Hémisphère Nord, toujours à des latitudes inférieures à 30 °N. Extension progressive de son aire de répartition et depuis quelques décennies, fréquent dans tous les écosystèmes mondiaux d'eau douce oligotrophe. Aujourd'hui, cette espèce est considérée comme invasive dans plus de 50 pays.

En France, elle a été identifiée dans plusieurs sites dont le lac d'Ôo et le Gave d'Ossau (Pyrénées), le Verdon et la Durance (Alpes du sud).

**Genre :** *ENCYONEMA*

**Auteur, année :** C. Agardh, 1830.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Cymbellales.

**Famille :** Cymbellaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 168.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse gélatineuse ferme, non friable.

**Couleur :** brun, blanc-jaunâtre.

**Longueur :** quelques centimètres.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** soyeux à gluant.

### Aspect à la loupe binoculaire

Cellules vivant en colonie dans des tubes muqueux gélatineux, parfois solitaires, libres voire fixées par un style apical gélatineux.

Le tube muqueux contient une chaîne de cellules disposées les unes à la suite des autres qui présentent un raphé (fissure) marginal.

### Aspect microscopique

En vue valvaire les cellules sont courbes, en forme de croissant plus ou moins accentué.

Cellules asymétriques, bord dorsal fortement bombé et bord ventral plus ou moins droit, ou légèrement convexe (valve à symétrie dorso-ventrale).

Partie apicale des valves franchement arrondie, voire capitée.

Stigma absent ou, s'il est présent, seulement sur le côté dorsal du secteur central.

Le raphé est droit et excentré et ses parties extrêmes sont dirigées vers le bord ventral (côté le moins bombé) et plus ou moins allongées selon les espèces.

Un seul chloroplaste en forme de H, avec pyrénioïde central sur le côté ventral de la cellule.

Valves ornées par des stries rayonnantes, unisériées apparaissant généralement ponctuées lorsque leurs ornements sont visibles en observation optique (en réalité souvent lignées en observation électronique).

**Dimensions :** cellule de 7 à 150 µm de long et de 3 à 30 µm de large.

**Coloration :** au Lugol pas de coloration en bleu-noir, donc absence d'amidon.

Au bleu de méthylène mise en évidence des pédoncules ou des tubes muqueux.

### Confusions possibles

En vue valvaire *Encyonema* a l'aspect d'une *Cymbella*. Cette dernière a un raphé courbe aux extrémités extérieures du raphé orientées vers le bord dorsal, celles d'*Encyonema* étant orientées vers le bord ventral (côté le moins bombé).

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)	consulté le 23/09/2013.	(Krammer et al., 1999)	(Wehr et al., 2003b)
(Cox, 1996)	(Kelly, 2000)	(Krammer, 1997)	
(Germain, 1981)	(Kelly et al., 2005),	(Spaulding et al., 2010),	
(Guiry et al., 2013),	consulté le 3/02/2011.	consulté le 3/02/2011.	



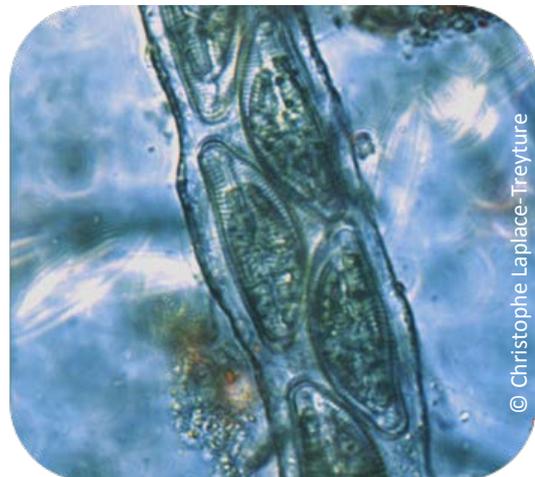
© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : dans des eaux à pH plus ou moins neutre, bien minéralisées. Il tend à occuper l'amont ou la partie médiane des rivières.

**Substrat** : *Encyonema* se trouve la plupart du temps sur les macrophytes ou divers supports flottants, quelquefois aussi à l'état benthique sur les pierres ou la vase des cours d'eau ou des étangs. Certaines formes sont aussi fréquentes sur les rochers suintants.

**Qualité** : milieux oligotrophes à eutrophes. Certaines espèces sont modérément tolérantes aux pollutions aux métaux lourds.

## Répartition

Genre cosmopolite.

**Genre :** *GOMPHONEMA*

**Auteur, année :** Ehrenberg, 1832.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Cymbellales.

**Famille :** Gomphonemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 279.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** plaque, enduit gélatineux.

**Couleur :** brun.

**Longueur :** quelques mm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** gélatineux, doux.

**Remarques :** algues fixées au substrat. Certaines espèces sont solitaires, d'autres forment des colonies en étoile, ou encore des masses gélatineuses.

### Aspect à la loupe binoculaire

Éléments fixés à un support quelconque, souvent à des macrophytes ou à des filaments d'algues par un pédoncule muqueux (aussi appelé style gélatineux).

Pédoncule plus ou moins long, souvent très ramifié, qui se rattache à la partie étroite du frustule (extrémité inférieure ou postérieure).

### Aspect microscopique

Frustules présentant une symétrie bilatérale, selon l'axe longitudinal.

Cellule droite mais hétéropolaire, cunéiforme aussi bien en vue valvaire qu'en vue connective, sans cloison ni ceinture secondaire.

Vue valvaire présentant un raphé médian rectiligne, qui coïncide avec l'axe de symétrie et des stries fines transversales, parallèles ou

légèrement radiantes, souvent bien ponctuées. En général, un seul plaste par cellule, en forme de H, avec un pyrénioïde central.

Dans l'aire centrale plus ou moins élargie, présence ou non d'un point ou stigma isolé (ou parfois 2), situé latéralement en dehors de la ligne médiane.

La valve a un pôle de fixation étroit tandis que le pôle apical est élargi. De ce fait, le contour est toujours plus ou moins piriforme ou en forme de cercueil. Très souvent, les pôles sont capités et la valve prend l'aspect d'un sarcophage égyptien.

Deux écussons lisses à la naissance du style de fixation, à la base de la valve.

**Dimensions :** de 12 à 60 µm de long et de 3 à 13 µm de large.

**Coloration :** au Lugol pas de coloration en bleu-noir, donc absence d'amidon.

Au bleu de méthylène mise en évidence des pédoncules muqueux.

### Confusions possibles

*Gomphoneis* par la structure générale, quoique de plus grande taille. Le seul caractère distinctif est donné par une ligne longitudinale qui accompagne les marges de la valve des *Gomphoneis*. La présence de cette chambre marginale permet une distinction facile entre ces deux genres.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)

(Cox, 1996)

(Germain, 1981)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Kelly et al., 2005),

consulté le 3/02/2011.

(Kociolek et al., 1991)

(Kociolek et al., 1999)

(Krammer et al., 1999)

(Pentecost, 1984)

(Wehr et al., 2003b)



Rodríguez &amp; Vergon, 1996



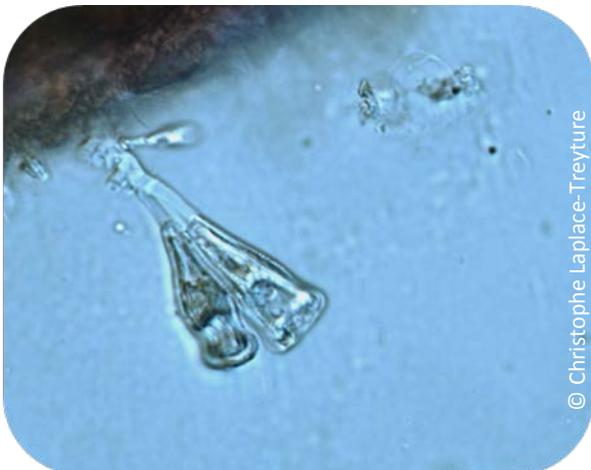
© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



Gomphoneis

© David Heudre

## ÉCOLOGIE

**Habitat :** certaines espèces sont rhéophiles, d'autres préfèrent des milieux plus calmes. Principalement en milieux neutres. Certaines sont ainsi fréquentes en tourbières acides (*G. acuminatum*, *G. angustatum*, *G. abbreviatum* ou *G. gracile*) alors que d'autres se rencontrent dans des étangs à fond calcaire (*G. intricatum* ou *G. tergestinum*).

**Substrat :** pierres des ruisseaux ou sur des rochers suintants, souvent épiphytes sur des plantes.

**Qualité :** bonne tolérance à la pollution pour certaines espèces alors que d'autres sont indicatrices d'eaux oligotrophes (*G. subtile*, *G. gracile*).

## Répartition

Genre essentiellement cosmopolite. Peu d'espèces sont restreintes à une région particulière.

**Genre :** *MELOSIRA*

**Auteur, année :** C. Agardh, 1824.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Melosirales.

**Famille :** Melosiraceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 56. La plus commune en eau douce est *Melosira varians*.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** feutrage, chevelure fine ou épaisse relativement fragile.

**Couleur :** brun.

**Longueur :** jusqu'à 20 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux, « impalpable ».

**Remarques :** majoritairement fixé et difficile à collecter car les colonies ont une structure fragile, difficilement saisissable qui se fractionne au sortir de l'eau.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filament cylindrique, unisérié et non ramifié, rarement très long car fragile.

### Aspect microscopique

Filament composé d'un empilement de cellules en forme de « boîte », cylindriques et lisses, légèrement plus longues que larges.

Cellules adhérant les unes aux autres par leur surface valvaire et renfermant de nombreux petits plastes pariétaux, brun-jaune et

discoïdes.

Filaments se présentant toujours en vue connective.

Vue valvaire circulaire, plate et lisse à légèrement ornementée.

**Dimensions :** cellules de 6 à 80 µm de diamètre et 7 à 30 µm de hauteur. Pour *M. varians*, diamètre de 8 à 35 µm et hauteur de 4 à 14 (17) µm.

**Coloration :** au Lugol pas de coloration en bleu-noir, donc absence d'amidon.

### Confusions possibles

*Microspora* peut présenter des caractéristiques comparables mais se distingue par ses pièces en H et des plastes pariétaux, verts, non discoïdes.

Certaines espèces d'*Oedogonium* à petites cellules carrées peuvent parfois se confondre avec *Melosira*. L'absence de stries d'accroissement chez cette dernière permet de faire la distinction.

*Tribonema* présente une allure comparable mais se distingue par la présence de pièces en H et de cellules plus allongées.

*Aulacoseira*, anciennement classé sous *Melosira*, se distingue, en vue connective, par la présence d'ornementation, ponctuations sur les frustules et par l'existence d'épines plus ou moins bien développées entre les cellules (ces épines de séparation ou de jonction sont bien visibles à l'extrémité des filaments).

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)

(Cox, 1996)

(Crawford, 1978)

(Gaudillat et al., 2002)

(Germain, 1981)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Houk et al., 2007)

(Kelly et al., 2005),

consulté le 3/02/2011.

(Kelly, 2000)

(Krammer et al., 2004)

(Pentecost, 1984)

(Rodriguez et al., 1996)

(Wehr et al., 2003b)



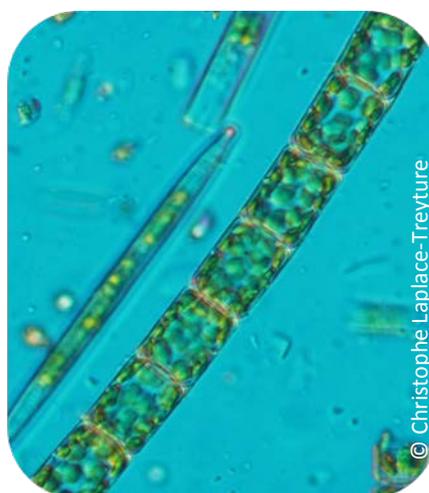
© Christian Chauvin



© Christophe Laplace-Treytore



© David Heudre



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

Colonies en voiles floconneux plus ou moins denses selon la vitesse du courant et la nature du support.

**Habitat** : essentiellement benthique en milieu lentique. Caractérise les rivières à renoncules acides à neutres (habitat 3260-3 des Cahiers d'habitats), mais peut se trouver dans tous les types chimiques d'eau.

**Substrat** : pierres, galets, macrophytes immergés, bois, objets flottants, bords cimentés ou rochers suintants. Plus rarement planctonique.

**Qualité** : en cours d'eau oligo-mésotrophe à méso-eutrophes, peu carbonatés.

**Remarques** : l'espèce la plus commune en cours d'eau, *Melosira varians*, est très abondante dans des milieux alcalins naturellement eutrophes. Elle se rencontre dans les tourbières dystrophes, en milieux oligotrophes et aussi en milieux légèrement saumâtres. Généralement benthique, elle peut également être entraînée dans le phytoplancton. Elle se développe surtout quand la température est fraîche (début de saison).

## Répartition

Large distribution sur l'ensemble du territoire métropolitain, essentiellement l'espèce *M. varians*.

**Genre :** *TABELLARIA*

**Auteur, année :** Ehrenberg ex F.T. Kützing, 1844.

**Embranchement :** Heterokontophyta.

**Ordre :** Tabellariales.

**Famille :** Tabellariaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 7 dont 4 fréquentes en eau douce.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** masse floconneuse fragile.

**Couleur :** brun.

**Longueur :** variable.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux et fragile.

**Remarques :** aussi bien fixé au substrat que planctonique, souvent épiphyte.

### Aspect à la loupe binoculaire

Genre caractérisé par des colonies en zigzag, en ligne brisée ou en étoile plate.

Fixé aux divers éléments du rivage, aux objets flottants ou aux macrophytes.

À sa sortie de l'eau, la colonie, difficilement saisissable à la main, se réduit en un très mince filament, inconsistant et fragile.

### Aspect microscopique

En vue valvaire : cellules isopolaires de forme allongées et généralement renflées au centre et aux extrémités. Finement, mais irrégulièrement striées et présentant en leur axe un pseudoraphé lisse (=sternum) et étroit ;

elles sont dépourvues de crêtes internes.

En vue connective : forme rectangulaire avec un renflement médian plus ou moins marqué.

Cellules reliées les unes aux autres en zigzag, par un coussinet gélatineux situé à l'angle du frustule ou parfois en étoile plate.

Chaque cellule a de nombreux plastes discoïdes et montre en vue connective des cloisons perforées en leur centre, cloisons parallèles aux deux valves.

En plus des cloisons, on observe des ceintures intercalaires plus ou moins nombreuses.

**Dimensions :** cellules de 6 à 130 µm de long et de 4 à 10 µm de large.

**Coloration :** au Lugol pas de coloration en bleu-noir, donc absence d'amidon.

### Confusions possibles

Le genre *Diatoma* se rencontre avec la même organisation coloniale en zigzag mais ne présente pas de renflement médian en vue connective.

*Meridion circulare* s'en rapproche, mais avec des stries plus marquées, et des cellules hétéropolaires nettement capitées. Les colonies en vue connective forment un éventail.

Quelques formes en étoile de *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* peuvent être confondues avec *Asterionella* mais ce dernier ne présente pas de renflement médian en vue valvaire.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1968)

(Germain, 1981)

(Germain, 1987)

(Guiry et al., 2013),

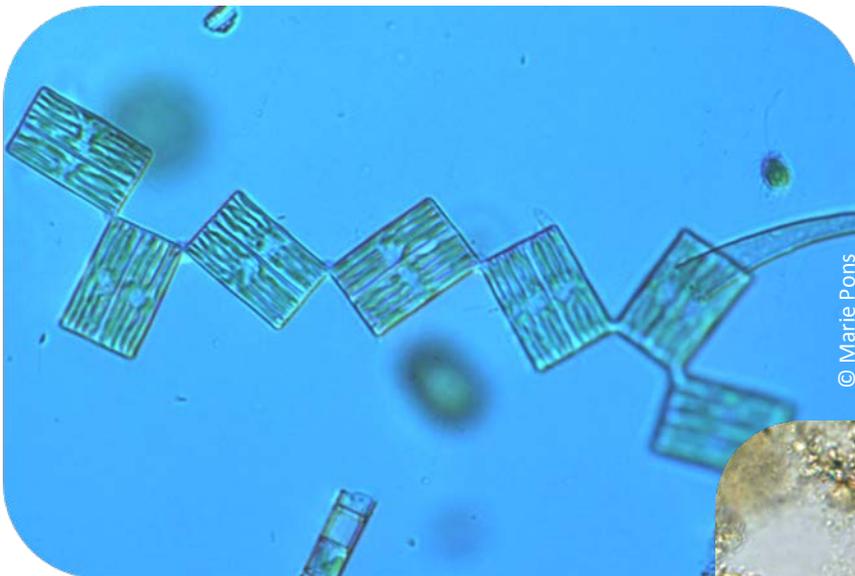
consulté le 23/09/2013.

(Krammer et al., 2004)

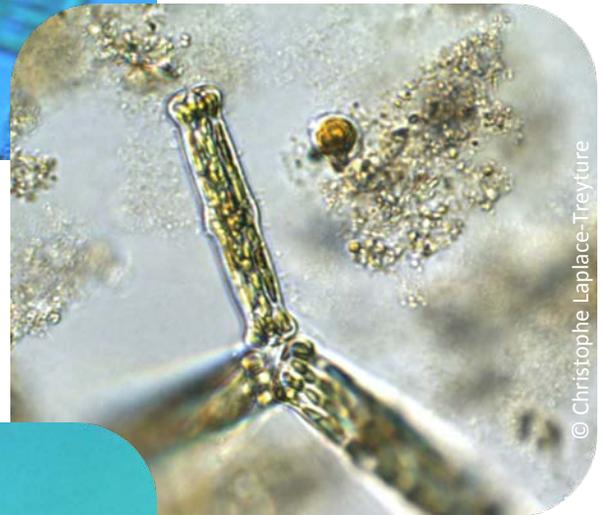
(Lange-Bertalot, 1988)

(Pentecost, 1984)

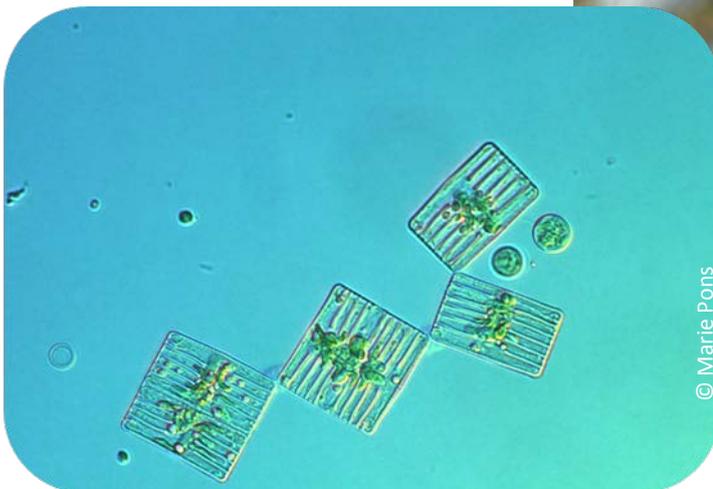
(Wehr et al., 2003b)



© Marie Pons



© Christophe Laplace-Treytoure



© Marie Pons

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : benthique ou pélagique en eaux peu minéralisées. Ce genre présente de grandes divergences d'une espèce à l'autre en termes de tolérance au pH. Ainsi, *T. fenestrata* est un organisme d'eaux acides (fréquente les tourbières et marais tourbeux). Quant à *T. flocculosa*, il supporte bien les pH plus élevés des milieux calcaires.

**Substrat** : macrophytes, algues, objets flottants, pierres, galets.

**Qualité** : dans les milieux oligo à mésotrophes (voire faiblement eutrophes pour *T. flocculosa*).

**Remarques** : des blooms de *Tabellaria* planctoniques peuvent obstruer les filtres à sables utilisés pour l'épuration des eaux usées.

## Répartition

Genre cosmopolite, bien représenté en France.

**Genre :** *CYLINDROSPERMUM*

**Auteur, année :** Kützing ex Bornet et Flahault, 1886.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Nostocales.

**Famille :** Nostocaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 30.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** strate glaireuse informe.

**Couleur :** bleu-vert pâle à très foncé, voire gris.

**Longueur :** plusieurs mm.

**Odeur :** très forte de salpêtre.

**Toucher :** très gélatineux, glaireux.

### Aspect à la loupe binoculaire

Colonie mucilagineuse à des degrés divers.

Nombreux trichomes cylindriques de largeur uniforme, unisériés, sans gaine ferme, non ramifiés, enchevêtrés et inclus dans une gelée claire, incolore, homogène et diffuse.

### Aspect microscopique

Cellules végétatives cylindriques, plus ou moins isodiamétriques et légèrement rétrécies aux articulations (en forme de tonneau).

Hétérocystes placés à chaque extrémité du filament.

Trichomes adultes présentant de larges akinètes (solitaires ou disposés en courtes chaînes jusqu'à 8 chez *C. catenatum*), adjacents aux hétérocystes.

Le plus souvent le trichome est brisé et n'offre

alors qu'un hétérocyste suivi d'un ou plusieurs akinètes précédant la partie végétative.

Pas de gaine visible ni d'hétérocyste intercalaire.

**Dimensions :** trichomes généralement assez étroits et courts (souvent environ 4 µm de large). Cellules de 3 à 5 µm de large et 4 à 5 µm (jusqu'à 10 µm) de long.

Hétérocyste de 6 à 8 µm de large, de 9 à 17 µm de long.

Akinète 15 à 18 µm de large, de 23 à 40 µm de long. La forme de l'akinète est très caractéristique pour beaucoup d'espèces, le plus souvent en ellipse ou ovale, rarement sphérique. Sa paroi est rugueuse ou ponctuée chez certaines espèces.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

On distingue *Cylindrospermum* d'*Anabaenopsis* uniquement par l'emplacement des akinètes, subterminaux et toujours adjacents à l'hétérocyste basal chez *Cylindrospermum* ; au contraire, placés dans le corps du filament, loin de l'hétérocyste chez *Anabaenopsis*.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(John et al., 2003)

(Ling et al., 2000)

(Prescott, 1962)

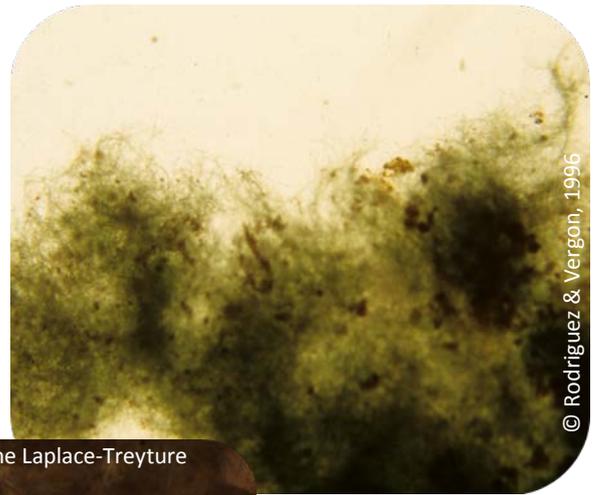
(Pentecost, 1984)

(Rodríguez et al., 1996)

(Wehr et al., 2003b)



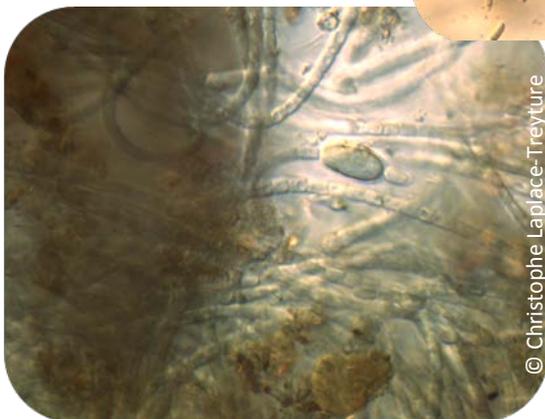
© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : la plupart des 26 espèces de ce genre sont benthiques, épiphytiques, ou tychoplanctoniques.

Eaux stagnantes douces et saumâtres, sols mouillés. De nombreuses espèces sont typiques des sols humides et apparaissent souvent comme des tapis vert brillant.

**Substrat** : rochers, bryophytes, *Vaucheria*, certaines espèces sont incrustées dans le sédiment.

**Qualité** : dans des eaux non polluées ou légèrement eutrophes.

**Remarques** : les espèces typiques des sols humides apparaissent avec des akinètes possédant une marge très distincte, ce qui permet généralement de distinguer *Cylindrospermum* d'*Anabaena* lorsque la croissance se fait sur le sol.

De grandes bactéries en forme de bâtonnets sont souvent attachées à la paroi de l'hétérocyste.

## Répartition

Plutôt dispersé dans la moitié nord de la France, dans de très petits à moyens cours d'eau. Ce genre se trouve aussi bien sur les roches calcaires que sur les roches dures des Vosges, en basse ou moyenne altitude.

**Genre :** *HOMOEOTHRIX* (= *TAPINOTHRIX* Sauvageau)

**Auteur, année :** (Thuret ex Bornet & Flahault) Kirchner, 1898.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Oscillatoriales.

**Famille :** Ammatoideaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 25.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** filaments solitaires ou souvent en groupes fixés par la base et fréquemment non ramifiés sous forme de touffe ou de coussinet.

**Couleur :** bleu-vert pâle, vert olive, ou grisâtre.

**Longueur :** jusqu'à 600 µm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

### Aspect à la loupe binoculaire

Colonies légèrement aplaties au niveau des hémisphères contenant des filaments hétéropolaires fixés au substrat.

### Aspect microscopique

Trichomes fins hétéropolaires, droits ou enroulés, cylindriques, dont les cellules se rétrécissent vers le sommet, ramifiés ou avec un aspect faussement ramifié.

Trichomes présentant généralement une gaine mince bien visible, ferme, incolore ou colorée

(brun-jaune ou violet) et ouverte à l'apex, rarement légèrement épaissie et lamelleuse.

Pas d'hétérocyste, ni basal, ni intercalaire.

Cellules plus courtes que larges ou plus ou moins isodiamétriques, cylindriques ou en tonneau, parfois rétrécies aux articulations.

Contenu cellulaire homogène, le plus souvent incolore, parfois avec une fine granulation.

**Dimensions :** trichomes de 3 à 5 µm de large (exceptionnellement 7 voire 12 µm à la base du trichome pour certaines espèces).

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

L'aspect microscopique peut être confondu avec le genre *Calothrix* si les hétérocystes de ce dernier sont difficiles à discerner.

La confusion peut également se faire avec *Lyngbya* qui présente également une gaine individuelle mais dont les cellules sont généralement supérieures à 4 µm de diamètre.

Les filaments d'*Heteroleibleinia* sont similaires à *Homoeothrix*, hétéropolaires et sous forme de petites touffes, mais ils ne se rétrécissent pas à l'apex.

Au contraire de *Homoeothrix*, *Leibleinia* est toujours épiphyte, et présente de temps en temps des filaments libres.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Gutowski et al., 2009)

(Komarek et al., 2013),

(Guiry et al., 2013),

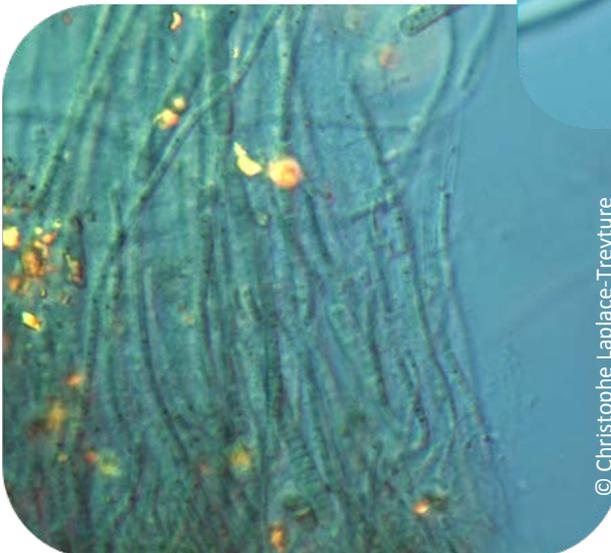
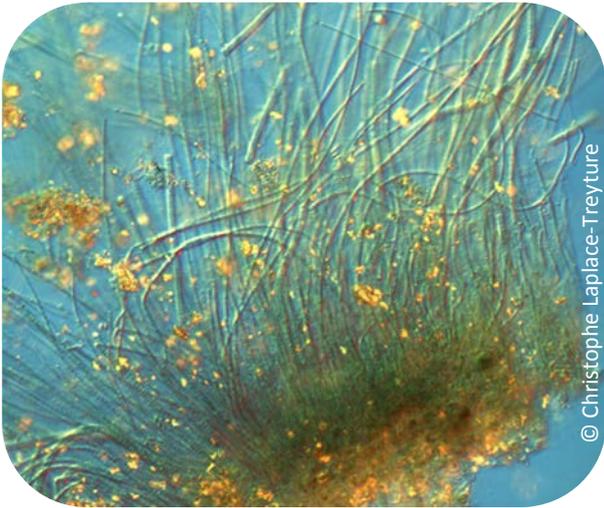
(John et al., 2003)

consulté le 6/09/2013.

consulté le 23/09/2013.

(Komarek et al., 2005)

(Wehr et al., 2003b)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : surtout en cours d'eau de montagne, parfois en eaux stagnantes.

**Substrat** : la majorité des espèces vit sur les rochers (granites) ou sur les macrophytes en cours d'eau (surtout montagnards). On trouve certaines d'entre elles sur différents substrats en eaux stagnantes.

**Qualité** : en cours d'eau méso à eutrophes.

## Répartition

Aire géographique limitée. En France, ce genre se rencontre en moyens et grands cours d'eau, surtout dans des eaux à faible charge ionique sur roches dures, dans des milieux de moyenne à haute altitude.

**Genre :** *LYNGBYA*

**Auteur, année :** C. Agardh ex Gomont, 1892.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Oscillatoriales.

**Famille :** Oscillatoriaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 99 ; beaucoup d'espèces anciennement attribuées à ce genre ont été redistribuées dans d'autres genres : *Leibleinia*, *Heteroleibleinia*, *Leptolyngbya*, *Porphyrosiphon*, *Phormidium*, etc.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** rarement solitaire (peu d'espèces de ce genre flottent librement).

Sous forme de tapis faiblement dressés et en général en plaques visqueuses adhérant au substrat, ou en amas mousseux flottant à la surface.

**Couleur :** noir, bleu-vert foncé, vert olive, jaunâtre, brunâtre ou rougeâtre.

**Longueur :** souvent de grande taille (couvrant jusqu'à plusieurs dm<sup>2</sup>).

**Odeur :** salpêtre.

**Toucher :** visqueux.

**Remarques :** fixé ou planctonique.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments cylindriques, unisériés, non ramifiés, droits ou irrégulièrement contournés, parfois hélicoïdaux et de quelques millimètres de long. Filaments toujours entourés d'une gaine ferme ou diffluite, incolore ou colorée (jaune-brun pâle ou rougeâtre, rarement bleutée).

Gaine gélatineuse parfois un peu lamellée et contenant un trichome mobile.

vacuole, mais avec une fine granulation.

Un petit nombre d'espèces planctoniques peuvent cependant présenter des vacuoles.

Apex atténué ou non (arrondi ou parfois conique) et présentant un épaissement membranaire ou un calypstre.

Jamais d'hétérocystes ou d'akinètes.

Sur le vivant, on peut observer une oscillation des filaments.

### Aspect microscopique

Trichomes, gainés, composés de cellules en forme de disques, nettement plus courtes que larges (jusqu'à 1/15).

Chez la plupart des espèces, cellules sans

**Dimensions :** largeur des trichomes variable selon les espèces mais habituellement supérieure à 6 µm. Longueur des cellules comprise entre 1,5 et 7 µm.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

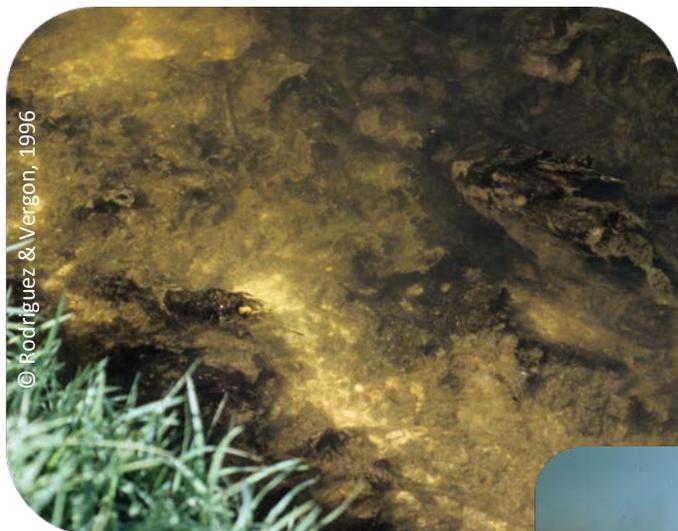
### Confusions possibles

Lorsque les gaines sont très peu visibles, diffluentes et incolores, on peut confondre *Lyngbya* avec *Oscillatoria* qui ne possède pas de gaine.

Sur certaines espèces sont observées très rarement de fausses ramifications, d'où une confusion possible avec *Plectonema*.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)	consulté le 23/09/2013.	(Komarek et al., 2013),	(Rodriguez et al., 1996)
(Compère, 1986)	(Gutowski et al., 2009)	consulté le 6/09/2013.	(Wehr et al., 2003b)
(Dillard, 1999)	(John et al., 2003)	(Ling et al., 2000)	
(Guiry et al., 2013),	(Komarek et al., 2005)	(Prescott, 1962)	



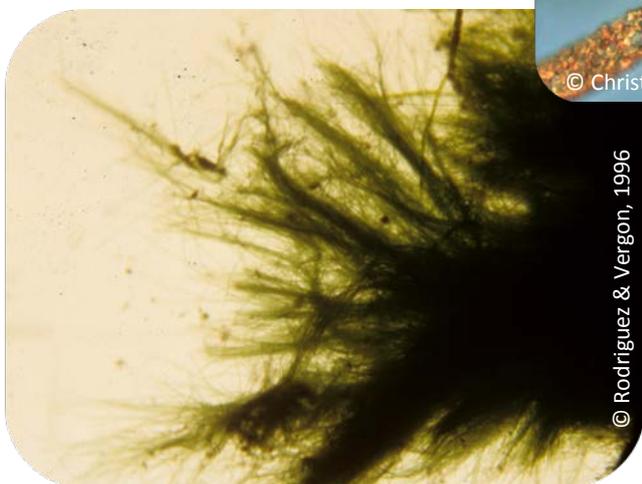
© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



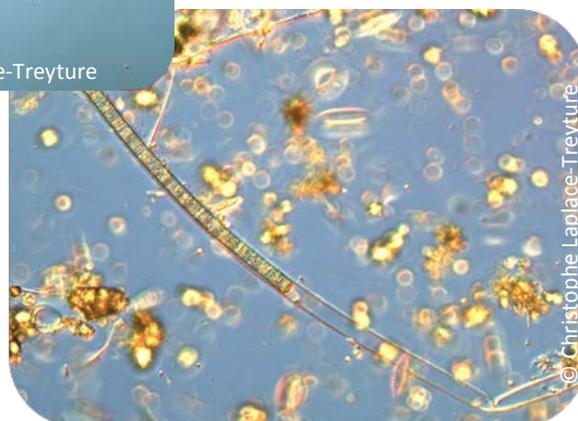
© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat :** eaux douces et saumâtres, courantes et stagnantes, peu profondes (métaphyton et périphyton des marais, mares temporaires, zones humides et tourbières). Ces espèces peuvent supporter des températures extrêmes (35-36 °C) et un pH de 7,8 à 8,0 et dans les eaux saumâtres, une salinité de 500 à 2 000 mg/l.

**Substrat :** sables, galets, pierres, sol humides, *Vaucheria*, bois. Également tychoplanctonique ou flottant librement en surface.

**Qualité :** eaux riches en nutriments.

**Remarques :** lors d'insolations maximales, les colonies peuvent contenir de nombreuses bulles d'oxygène qui les entraînent vers la surface où elles flottent en petits amas mousseux.

Émergées (rives exondées, crêtes de barrages, ...), elles se dessèchent en croûtes fibreuses, fragiles au toucher et dont le pourtour se décolle du support.

Certaines espèces de *Lyngbya* (*L. majuscula*, *L. wollei*) peuvent produire des toxines.

## Répartition

Genre très cosmopolite. On trouve *Lyngbya* sur tous les continents, en eau douce. En France *Lyngbya* se rencontre dans de très petits à de très grands cours d'eau, dans la plupart des régions métropolitaines, montrant sa capacité à coloniser des milieux plus ou moins chargés ou carbonatés, sur tous les types de roches.

**Genre :** *NOSTOC*

**Auteur, année :** Vaucher ex Bornet et Flahault, 1886.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Nostocales.

**Famille :** Nostocaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 68.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** boule gélatineuse, masse informe ou plaque membraneuse selon le degré d'humidité.

**Couleur :** le plus souvent noirâtre, parfois jaune-brun, bleuté.

**Longueur :** les thalles gélatineux sont souvent de grande taille, jusqu'à 10 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** mucilagineux ou gélose compacte.

**Remarques :** variabilité du thalle selon les espèces ; globuleux réguliers ou irréguliers, verruqueux ou lobé, plein ou creux, sans forme définie, pelliculaire ou foliacé, ou même dilacéré, filiforme.

En milieu terrestre, les espèces subaériennes de *Nostoc* apparaissent sur le sol humide sous forme de lames ou d'amas gélatineux vert-ocre appelés « crachat de lune » ou encore « crachat de sorcière ou du diable ».

### Aspect à la loupe binoculaire

Colonies subsphériques ou allongées en début de croissance, puis sphériques. Le plus souvent la forme se maintient hors de l'eau.

Nombreux trichomes enchevêtrés, flexueux, en boudin, formant des grappes irrégulières, plus ou moins denses, intégrés dans un mucilage commun parfois brun-jaunâtre.

Dans les vieilles colonies, les trichomes sont le plus souvent localisés vers l'extérieur.

### Aspect microscopique

Trichomes isopolaires, unisériés, de la même largeur sur toute la longueur du filament.

Cellules cylindriques, en forme de tonneau, ou presque sphériques y compris les apicales. De tailles très différentes pour une même espèce.

Hétérocystes solitaires intercalaires en forme

de tonneaux ou sphériques.

Gaine parfois visible pour chaque trichome, mais le plus souvent diffuse et indistincte. À la périphérie du thalle, elle est souvent colorée en jaune et redevient observable.

Chez quelques espèces, trichomes disposés sans ordre vers le centre, devenant plus ou moins rayonnants à la périphérie.

Akinètes présents chez beaucoup d'espèces, chacun d'eux provenant d'une cellule végétative qui s'accroît et développe une véritable paroi. Leur forme est un critère d'identification des différentes espèces.

**Dimensions :** cellules presque sphériques à dimensions très variables, 3,2 à 6,4 µm de large et 2,2 à 7,2 µm de long.

Akinète autour de 7 µm de diamètre.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

Ce genre peut être confondu au microscope avec *Anabaena* pour lequel quelques espèces ont des trichomes similairement intégrés dans un mucilage mais sans réelle forme distincte. La masse coloniale chez *Anabaena* est moelleuse, diffuse, et ne conserve pas sa forme lorsqu'elle est sortie de l'eau.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(Hoffmann, 2008)

(John et al., 2003)

(Komarek et al., 2013),

consulté le 6/09/2013.

(Pentecost, 1984)

(Prescott, 1962)

(Rodriguez et al., 1996)

(Skulberg et al., 1993)

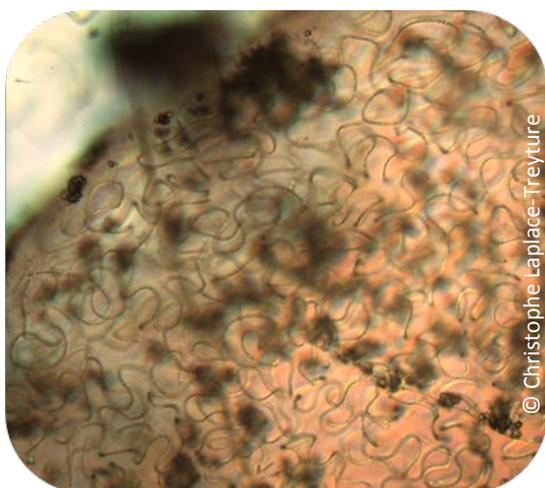
(Wehr et al., 2003b)



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : genre majoritairement benthique dans les eaux stagnantes ou courantes, douces et saumâtres, faiblement courantes et dans des eaux à pH acide (pouvant être inférieur à pH 4), contrairement à la majorité des cyanobactéries. Se rencontre dans des lacs, des bassins, des mares, des cours d'eau ou même sur des sols (y compris des sols désertiques) non pollués.

**Substrat** : pierres, rochers humides, sols mouillés, murs, bryophytes.

**Qualité** : espèces communes des zones humides pauvres en éléments nutritifs. Dans certaines situations, les populations épilithiques de *Nostoc* sont fortement limitées par la teneur en azote du milieu.

**Remarques** : *Nostoc* est parfois étroitement associé à d'autres organismes (endosymbiotique dans les *Gunnera* et les hépatiques, ou phycobionte de la majorité des lichens qui vivent en association avec des cyanobactéries). Colonie pouvant développer des formes variées souvent caractéristiques des espèces. La fréquence voire l'absence d'hétérocystes sont dépendantes du métabolisme de l'azote. Il a été démontré que *Nostoc* produit des substances toxiques (9 hépatotoxines).

## Répartition

D'après la littérature, distribution géographique étendue, notamment en Europe centrale, voire généralisée.

**Genre :** *OSCILLATORIA*

**Auteur, année :** Vaucher ex Gomont, 1892.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Oscillatoriales.

**Famille :** Oscillatoriaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 60 dont 23 décrites en eau douce par Komarek et Anagnostidis.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** flottant librement ou accroché sur une surface, formant des flocs amorphes ou des tapis benthiques sous forme de croûtes ou de plaques.

**Couleur :** diverses, le plus souvent bleu-vert, mais aussi vert olive, vert-jaune, rougeâtre ou violet, voire noir ou brun-rouge.

**Longueur :** quelques centimètres.

**Odeur :** forte et âcre (salpêtre).

**Toucher :** visqueux.

### Aspect à la loupe binoculaire

Trichome cylindrique, unisériel, non ramifié et sans gaine mucilagineuse.

Trichome isopolaire composé exclusivement de cellules végétatives, généralement droit mais capable de mouvements d'ondulation irréguliers. Mobilité caractéristique (variant considérablement d'un trichome à l'autre), visible seulement à l'état frais, plus évidente lorsque les trichomes sont dans un milieu riche en nutriments.

Extrémité des filaments généralement arrondie, quelquefois atténuée ou renflée, avec parfois un étroit calypstre.

Dans certaines conditions (stress), quelques filaments peuvent s'entourer d'une fine gaine incolore, ferme et ouverte à l'apex.

### Aspect microscopique

Cellules discoïdes à cylindriques sans pseudovacule, très courtes dans la plupart des espèces. Hétérocystes et akinètes absents. Constriction marquée chez certaines espèces au niveau des cloisons.

Parfois présence de fins granules bleu-vert, brunâtres ou rosés (avec des thylakoïdes enroulés) positionnés précisément (de part et d'autre des cloisons, par exemple) ou dispersés dans le cytoplasme.

**Dimensions :** trichomes de 6,8 à 70 µm de large. Cellules beaucoup plus courtes que larges, longueur 3 à 11 fois plus petite que la largeur.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

Dans certaines conditions défavorables, quelques filaments d'*Oscillatoria* peuvent présenter de très fines gaines. Dans ce cas, ne pas confondre avec *Lyngbya* qui présente systématiquement une gaine plus ou moins rigide et lamelleuse.

Confusion avec *Phormidium*, mais ce genre présente des trichomes plus étroits (4 à 12 µm de large) avec des cellules le plus souvent isodiamétriques (presque aussi longues que larges).

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Gaudillat et al., 2002)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(John et al., 2003)

(Komarek et al., 2005)

(Komarek et al., 2013),

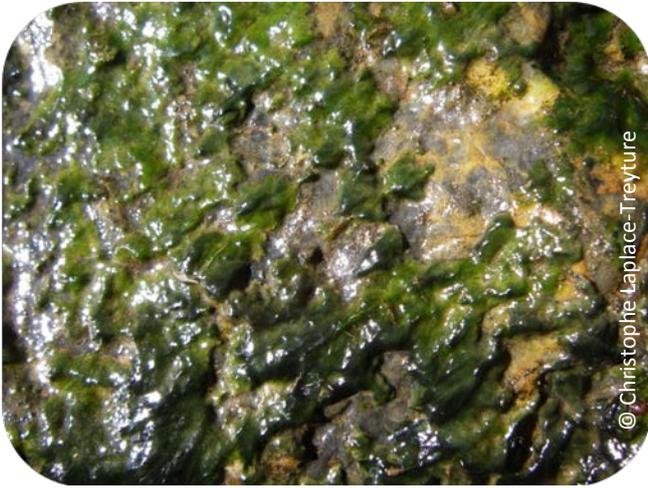
consulté le 6/09/2013.

(Leitao et al., 2005)

(Prescott, 1962)

(Skulberg et al., 1993)

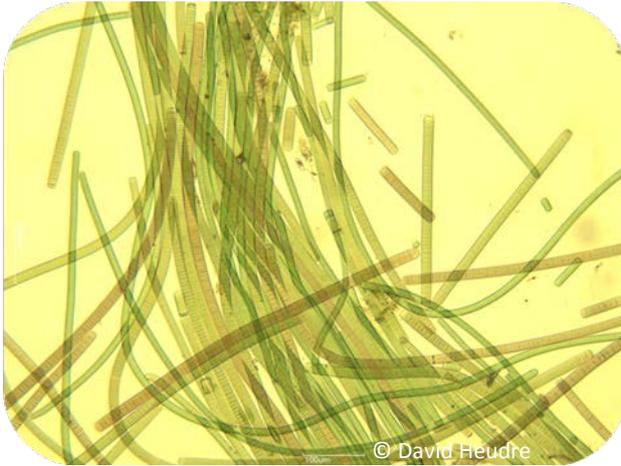
(Wehr et al., 2003b)



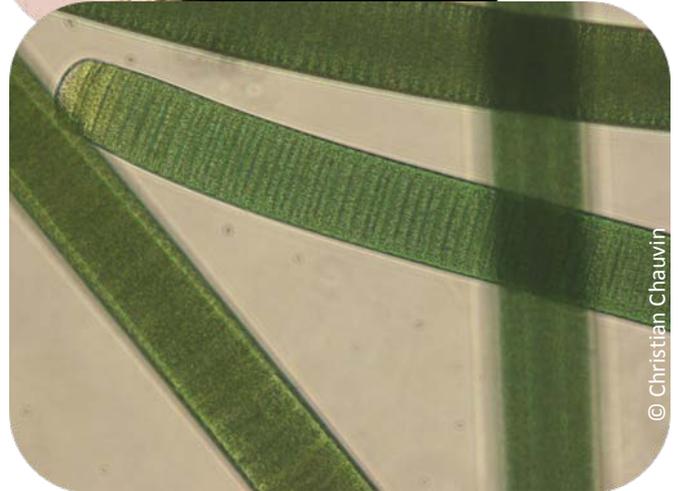
© Christophe Laplace-Treytore



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© David Heudre



© Christian Chauvin

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : très variable selon les espèces. Quelques-unes sont parfaitement planctoniques (en générales plus fines, formant parfois des efflorescences), d'autres épiphytes, ou encore benthiques, pouvant tapisser les substrats immergés. En eaux stagnantes et courantes, douces et saumâtres. Principalement en milieux aquatiques peu profonds, eaux thermales, réservoirs d'eau douce des régions littorales et milieux marins (salinité entre 0,5 et 2 g/l voire de 2 à 20 g/l pour certaines espèces), mares, rarement sur sols mouillés. Caractéristique des ruisseaux et cours d'eau neutres à basiques, eutrophes, habitats 3260-5 et 6 (cahiers d'habitats).

Colonise les zones les plus ombragées des cours d'eau (sous-berges,...).

**Substrat** : plantes, vases, litières, sable, galets, pierres, blocs.

**Qualité** : caractéristique des milieux riches en matières organiques, présent dans une large gamme de niveau trophique (également dans des eaux polluées ou non). Forte tolérance au cuivre (EC50 = 290 µg/l) pour certaines espèces.

**Remarques** : certaines espèces, formant des populations benthiques sur les sédiments, peuvent par la suite flotter à la surface, généralement par piégeage de bulles de gaz produites. Une fois à la surface, certaines populations peuvent continuer à flotter pendant quelques jours, tandis que d'autres peuvent alterner entre un état fixé (la nuit) et un état flottant (le jour).

Certaines espèces sont potentiellement très toxiques car elles peuvent produire des neurotoxines ainsi que des hépatotoxines.

## Répartition

Genre très cosmopolite, en eau douce et saumâtre, uniformément réparti sur le territoire métropolitain, dans toutes les gammes de cours d'eau.

**Genre :** *PHORMIDIUM*

**Auteur, année :** Kützing ex Gomont, 1892.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Oscillatoriales.

**Famille :** Phormidiaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 173.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** habituellement en fin tapis ou amas de filaments dressés, bien fixés au substrat, ressemblant à du cuir, rarement en masses flottantes ou en filaments solitaires. Couvrant une surface souvent importante.

**Couleur :** bleu-noir, bleu-vert.

**Longueur :** quelques centimètres.

**Odeur :** non caractéristique, terre humide.

**Toucher :** duveteux, gélatineux.

### Aspect à la loupe binoculaire

Trichomes, non ramifiés, enchevêtrés, plus ou moins flexueux au sein de la colonie.

### Aspect microscopique

Trichomes cylindriques, unisériés, non ramifiés, isopolaires et d'égal diamètre sur toute la longueur.

Hétérocystes et akinètes absents.

Cellules plus ou moins isodiamétriques (aussi longues que larges) ou légèrement plus courtes ou plus longues que larges.

Chez certaines espèces, constriction marquée au niveau des cloisons.

Cellules sans vacuoles ou exceptionnellement

en conditions défavorables.

Parfois, présence d'un contenu cellulaire granuleux ou strié bleu-vert, rarement brunâtre, rose ou violet, avec des granules de différentes formes, dispersés dans toute la cellule ou agglomérés près des cloisons.

Chez certaines espèces, gaine (avec un seul trichome), fine non colorée et non lamelleuse, facultative (essentiellement en conditions environnementales défavorables), plus ou moins distincte, souvent diffluyente et toujours ouverte à l'extrémité.

**Dimensions :** filaments majoritairement de 4 à 12 µm de large.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

Peut être confondu avec *Lyngbya* dont les gaines sont lamelleuses et plus épaisses et présente des cellules nettement plus courtes que larges.

*Oscillatoria* peut former un tapis similaire à *Phormidium*, mais trichomes généralement sans gaine et cellules nettement plus courtes que larges, de largeur 6,8 à 70 µm.

*Schizothrix* présente un développement macroscopique comparable à *Phormidium* mais les filaments sont généralement de largeur nettement inférieure et regroupés dans une gaine commune.

Un filament simple, non ramifié de *Symploca* peut être confondu avec un trichome de *Phormidium*. À l'échelle macroscopique, *Symploca*, qui est plutôt subaérien ou terrestre en milieu humide, présente des trichomes fasciculés en petites touffes.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Gaudillat et al., 2002)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(Gutowski et al., 2009)

(John et al., 2003)

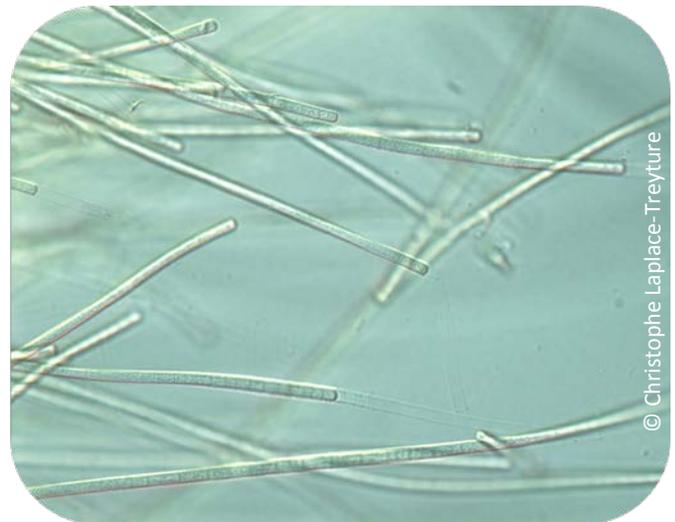
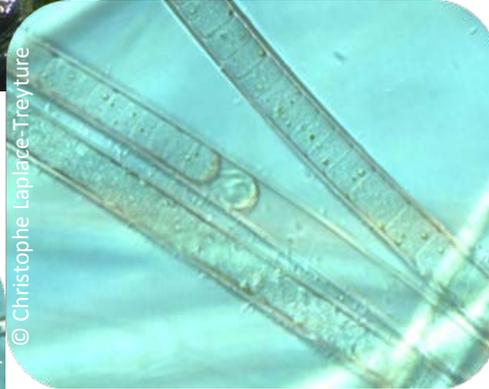
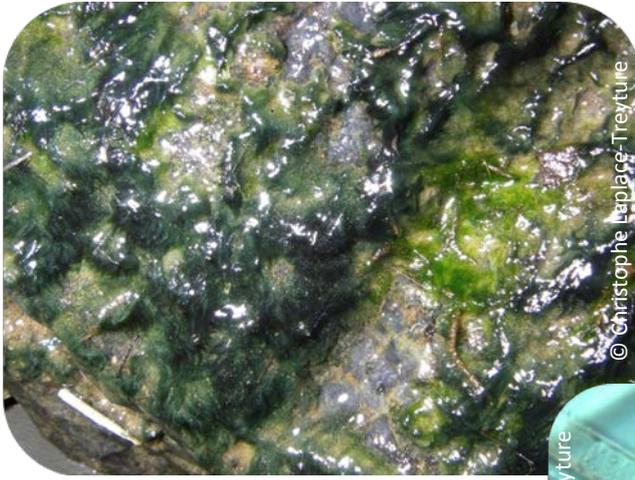
(Komarek et al., 2005)

(Komarek et al., 2013),

consulté le 6/09/2013.

(Skulberg et al., 1993)

(Wehr et al., 2003b)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : essentiellement benthique en eaux courantes ou stagnantes, parfois en suspension dans les milieux lotiques. Eaux douces ou saumâtres. Caractéristique des ruisseaux et cours d'eau neutres à basiques eutrophes, habitats 3260-5 et 6 (cahiers d'habitats). Développement plutôt en fin de saison estivale.

**Substrat** : pierres, dalles et blocs mais aussi sur sols mouillés, boues et macrophytes. Fixée au départ, la colonie peut se détacher sous l'effet du courant lorsqu'elle est bien développée et se retrouver flottant en surface.

**Qualité** : milieux pollués ou non.

**Remarques** : certaines espèces peuvent produire des toxines (hépatotoxines : *P. formosum*).

## Répartition

Bien distribué mondialement et en Europe centrale, mais sur des types de substrats particuliers (milieux alcalins entre autres). En France ce genre se rencontre fréquemment, dans les grands fleuves et les très petits cours d'eau, sur des substrats calcaires comme non carbonatés, voire acides.

**Genre :** *PLECTONEMA*

**Auteur, année :** Thuret ex Gomont, 1892.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Oscillatoriales.

**Famille :** Oscillatoriaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 15.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** colonie compacte sous forme de touffe fixée aux substrats (de différentes natures) ou flottant sous forme d'un amas de filaments.

**Couleur :** brun olive, vert-olive à vert sombre.

**Longueur :** jusqu'à 2 cm.

**Odeur :** terre humide.

**Toucher :** non caractéristique.

### Aspect à la loupe binoculaire

Filaments libres, plus ou moins ondulés, avec une gaine fermée plus ou moins épaisse contenant un seul trichome.

Fausse ramification, souvent rares mais parfois très fréquentes chez certaines espèces, simples ou géminées et se libérant ou s'écartant mollement du filament principal.

### Aspect microscopique

Trichomes isopolaires.

Cellules discoïdes, cylindriques, toujours plus courtes que larges resserrées ou non au niveau des cloisons.

Cellules dépourvues de vacuoles et parfois avec un contenu granuleux bleu-vert, vert olive, ou gris-bleu.

Extrémité des trichomes arrondie ou présentant un renflement mais jamais de calypstre.

Hétérocystes et akinètes absents.

Gaines initialement sans couleur puis devenant jaune-brun, homogènes ou clairement lamelleuses.

**Dimensions :** trichomes de 8 à 25 µm de large avec une gaine pouvant aller jusqu'à 4 µm d'épaisseur.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

Il est souvent difficile de discerner *Plectonema* de *Lyngbya* (surtout lorsque les filaments sont étroits). La découverte de fausses ramifications résout le problème (bien visibles pour les formes les plus grandes).

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(John et al., 2003)

(Komarek et al., 2005)

(Komarek et al., 2013),

consulté le 6/09/2013.

(North American Lake

Management Society,

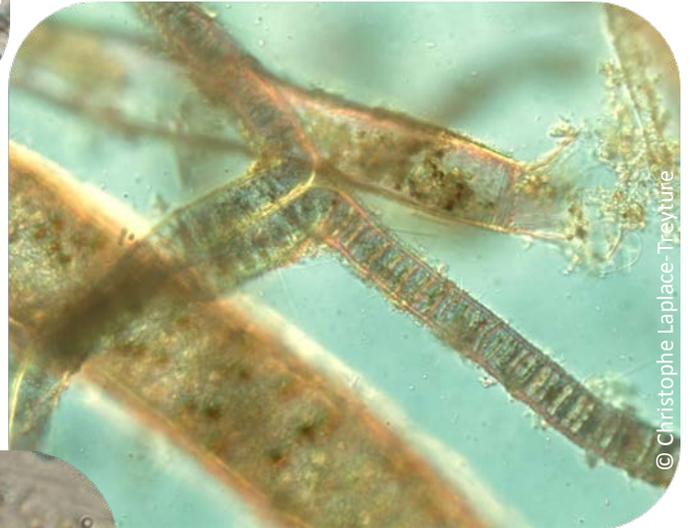
2008-2009)

(Prescott, 1962)

(Wehr et al., 2003b)



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

### ÉCOLOGIE

**Habitat** : milieux subaériens et aquatiques (eaux courantes et stagnantes). Eaux plutôt claires et fraîches, fortement oxygénées. Présent dans les bassins, les ruisseaux ou les mares.

**Substrat** : pierre, bois, mousses, plantes aquatiques.

**Qualité** : eaux contenant peu ou pas de matières organiques.

**Remarques** : une espèce (*P. wollei*) contient des toxines.

### Répartition

Très peu observé en France.

**Genre :** *RIVULARIA*

**Auteur, année :** C. Agardh ex Bornet et Flahault, 1886.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Nostocales.

**Famille :** Rivulariaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 41.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** grosse colonie incrustante fixée gélatineuse ou cartilagineuse, plus rarement calcifiée.

**Couleur :** brun vert à brun

**Longueur :** de 2 à 20 mm de diamètre.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** gélose compacte parfois rugueuse.

**Remarques :** des colonies peuvent persister plusieurs années et sont alors souvent calcifiées.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle globuleux incrustant, hémisphérique, fixé.

Thalle formé par l'association de filaments rameux disposés radialement, plus ou moins ramifiés, parfois parallèles entre eux dans une partie de la colonie.

Filaments réunis entre eux par une gelée commune.

### Aspect microscopique

Chaque filament possède une gaine, ferme et mucilagineuse, se prolongeant au-delà de l'extrémité du trichome en s'effilant, contenant un trichome hétéropolaire à hétérocyste basal.

Trichome s'effilant en un long poil multicellulaire.

Cellules toujours plus longues que larges (entre 2 et 4 fois), en forme de tonneaux, ou cylindriques et sans vacuoles.

Cellules de la zone apicale allongées et étroites.

La surface extérieure de la gaine a tendance à se confondre avec le mucilage commun qui réunit les filaments.

Il arrive que la gaine fille reste à l'intérieure de la gaine parente, formant ainsi de fausses ramifications. Chez certaines espèces, présence occasionnelle d'hétérocystes intercalaires ainsi que de zones occupées par du méristème.

Akinètes absents.

**Dimensions :** cellules de 4 à 12,5 µm de diamètre.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

**Remarque :** le traitement à l'EDTA ou au Complexon III permet de dissoudre les agrégats carbonatés facilitant l'observation de la morphologie des trichomes.

### Confusions possibles

Se distingue de *Gloeotrichia* par l'absence d'akinètes et par le fait que les colonies ne sont jamais librement flottantes.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

consulté le 23/09/2013.

consulté le 6/09/2013.

(Wehr et al., 2003b)

(Compère, 1986)

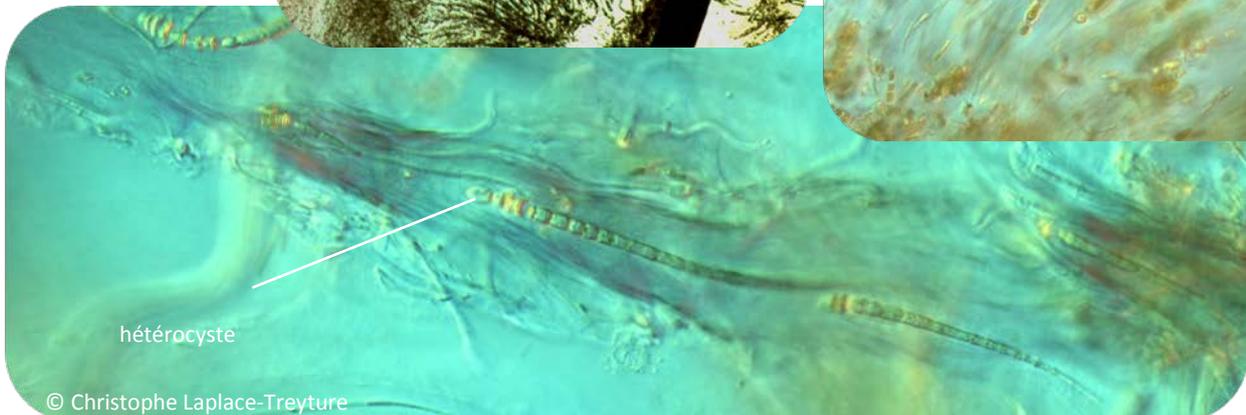
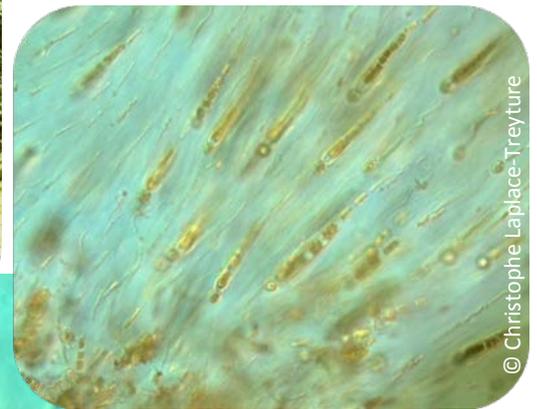
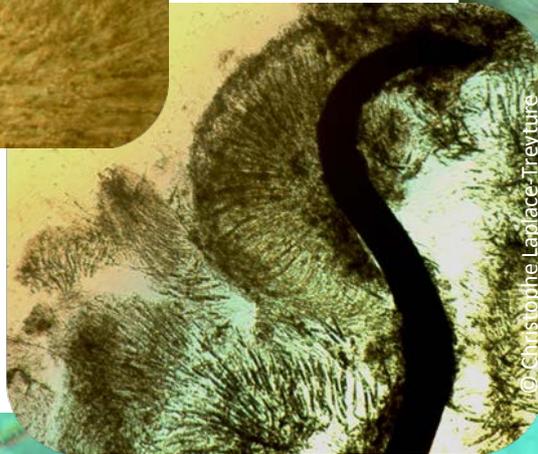
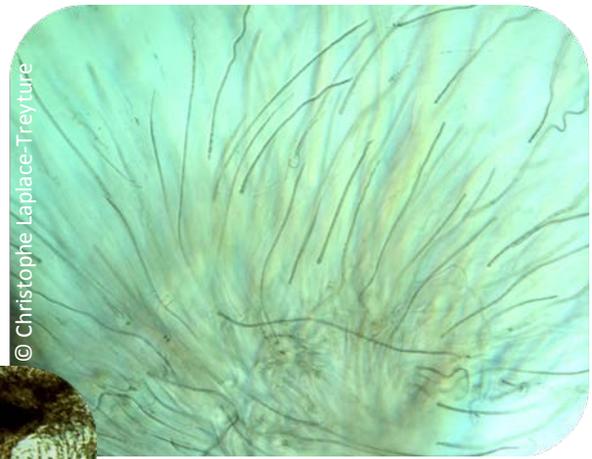
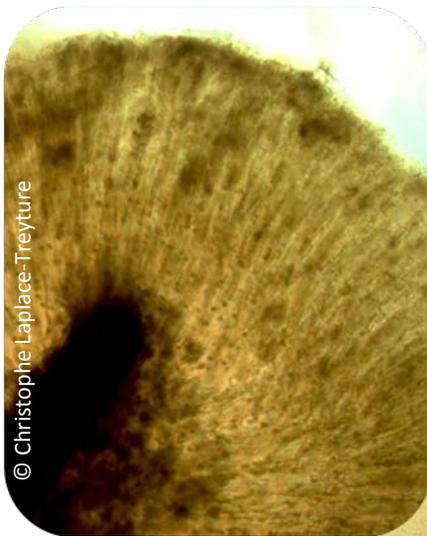
(John et al., 2003)

(Pentecost, 1984)

(Guiry et al., 2013),

(Komarek et al., 2013),

(Prescott, 1962)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : dans des eaux claires, courantes ou stagnantes. De nombreuses espèces sur le littoral marin rocheux, plus ou moins saumâtres.

**Substrat** : espèces périphytiques souvent sur substrat calcaire, épiphytiques (macrophytes).

**Qualité** : milieux non pollués, de préférence dans des eaux très calcaires. Développement favorisé par de brèves élévations de concentration en phosphates (au printemps).

**Remarques** : certaines espèces sont fortement incrustées de cristaux de carbonate de calcium (sur substrat calcaire), d'autres ne le sont pas.

La libération des hormogonies, des parties apicales des trichomes, est favorisée par l'enrichissement en phosphate. La formation de colonies se produit en général (mais pas toujours) par agrégation d'hormogonies libérées. Ainsi une colonie en particulier n'est pas nécessairement génétiquement homogène.

## Répartition

Très vaste répartition (depuis l'Arctique jusqu'aux zones tropicales ou subtropicales et tempérées) sur les zones littorales. En France, genre observé notamment en cours d'eau calcaires (Franche-Comté) en encroûtant les pierres / galets et bryophytes, voire cimentant le fond de certaines stations.

**Genre :** *SCHIZOTHRIX*

**Auteur, année :** Kützing ex Gomont, 1892.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Pseudanabaenales.

**Famille :** Schizotrichaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 86.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** plaque pelliculaire (ressemblant à du cuir), revêtement soyeux, ou petites touffes, coussins, mèches dressées.

**Couleur :** gris, brun-gris, vert olive, vert foncé, brun rouille, rouge-violacé.

**Longueur :** quelques centimètres.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** visqueux ou rêche selon le degré d'humidité.

**Remarques :** le plus souvent fixé, assez rarement libre.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalle composé de nombreux trichomes enfermés dans une gaine commune.

Gaine plus ou moins épaisse, incolore ou diversement colorée, parfois incrustée de calcaire se refermant à l'apex de manière conique.

### Aspect microscopique

Trichomes cylindriques, unisériés, isopolaires, non ramifiés.

Trichomes droits ou légèrement ondulés, parfois avec de fausses ramifications aux extrémités, souvent entourés d'une gaine

individuelle fine ou solide et entourés par la gaine commune, qui n'est très souvent que la somme des gaines particulières de chaque trichome soudées entre elles.

Cellules le plus souvent isodiamétriques à plus longues que larges.

Épaississement membranaire ou calypstre au niveau de la cellule terminale chez certaines espèces.

Absence d'hétérocystes et d'akinètes.

**Dimensions :** cellules généralement de 1,4 à 3 µm de diamètre (jusqu'à 6 voire 13 µm pour certaines espèces) et de 1,2 à 9 µm de long.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

Peut être confondu avec le genre *Trichocoleus* qui présente une gaine commune cylindrique ne se rétrécissant pas nettement vers l'apex et ouverte à l'extrémité. Les trichomes sont fasciculés mais sans gaine individuelle.

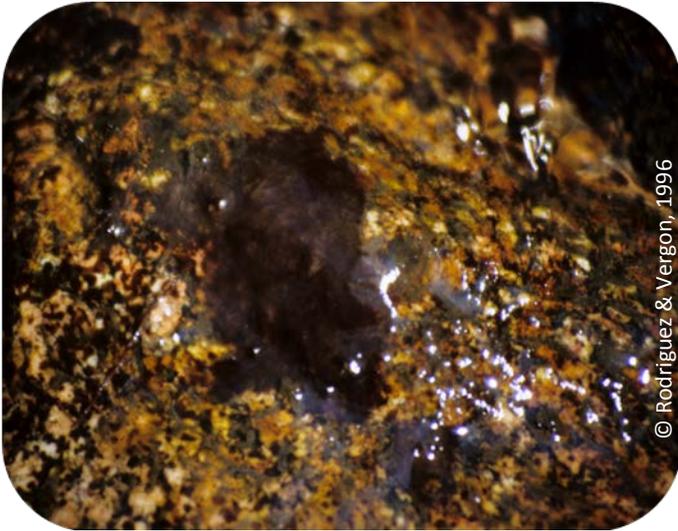
Les espèces des genres *Hydrocoleus* et *Microcoleus* montrent également plusieurs trichomes par gaine. Leurs trichomes sont cependant plus larges (3,5 à 11 µm).

Le trichome de *Schizothrix* est également comparable à celui des espèces du genre *Homoeothrix*. La distinction se fait grâce à la gaine d'*Homoeothrix*, plus ferme, qui ne comprend qu'un seul trichome.

*Schizothrix* peut être comparé à certaines espèces du genre *Phormidium* dont les gaines individuelles sont agglutinées et diffluentes. Néanmoins *Phormidium* ne présente pas de gaine commune et les cellules sont habituellement nettement plus larges.

## Références bibliographiques

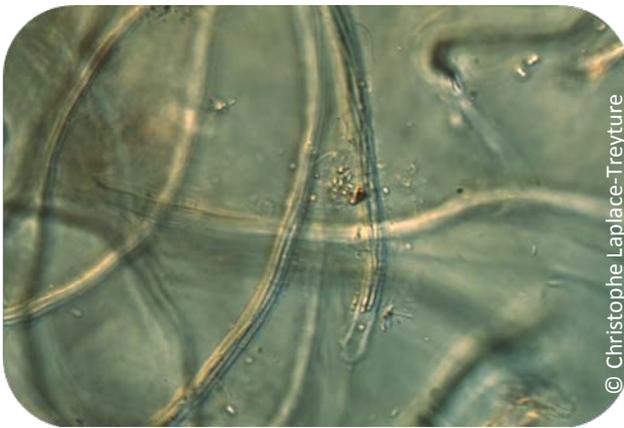
(Bourrelly, 1970)	consulté le 23/09/2013.	(Komarek et al., 2013),	(Rodriguez et al., 1996)
(Compère, 1986)	(Gutowski et al., 2009)	consulté le 6/09/2013.	(Skulberg et al., 1993)
(Guiry et al., 2013),	(John et al., 2003)	(Prescott, 1962)	(Wehr et al., 2003b)



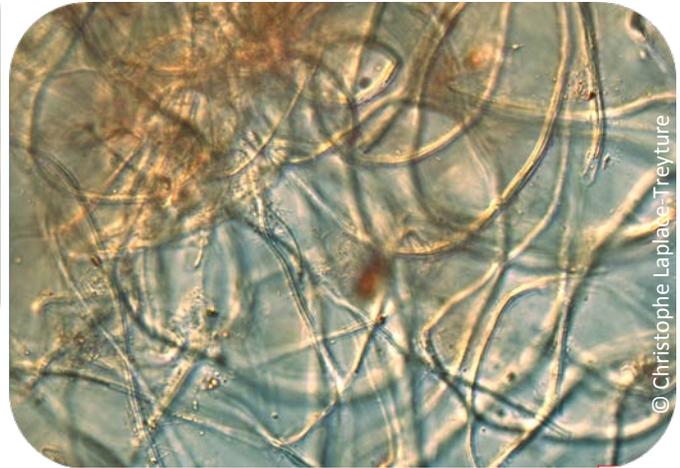
© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure



© Christophe Laplace-Treytoure

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : espèces toutes benthiques mais sur substrats différents. Eau douce, saumâtre ou salée selon les espèces. Eaux courantes (parfois à forts débits) et stagnantes ; et en milieu subaérien et terrestre sur les rochers.

Genre parfois très abondant sur les zones bien éclairées. Thalle parfois incrusté de calcaire.

**Substrat** : blocs, pierres, bois mouillés, épiphyte, endophyte dans la gelée des algues, endolithe perforant.

**Qualité** : en cours d'eau essentiellement oligotrophes (très petits à moyens).

**Remarques** : *Schizothrix* est parfois très abondant sur les bords des lacs où il croît en ceinture sur les pierres littorales avec des formes calcifiées ou au contraire perforantes.

Certaines espèces du genre peuvent produire des toxines lipo- et hydrosolubles (*S. calcicola* par exemple).

## Répartition

Bien réparti au niveau mondial et en Europe centrale, mais occupant des habitats précis (en milieux alcalins, par exemple), parfois sur les sols de forêts non pollués.

En France quelques observations essentiellement en cours d'eau très petits à moyens sur roches dures. Observé aussi en grands cours d'eau des régions cévenole et méditerranéenne.

**Genre :** *SCYTONEMA*

**Auteur, année :** C. Agardh ex Bornet et Flahault, 1887.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Nostocales.

**Famille :** Scytonemataceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 109.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** coussinets ou mèches dressées cespiteuses.

**Couleur :** noir, brun-olive foncé, brun-gris, jaunâtre, bleu-vert pâle, rarement violet.

**Longueur :** jusqu'à 3 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** fixé ou flottant librement pour quelques espèces.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalles constitués de filaments cylindriques, ramifiés, enchevêtrés, parfois groupés en gazon, en touffe, ou en faisceaux agglutinés formant des mèches dressées.

### Aspect microscopique

Trichomes, cylindriques et unisériés contenu dans une gaine plus ou moins épaisse, le plus souvent stratifiée (parfois homogène), incolore ou colorée en jaune ou brun.

Lorsqu'elle est stratifiée, la gaine peut montrer des couches parallèles et des couches divergentes en entonnoirs emboîtés (caractère bien visible surtout à l'apex où la croissance rapide permet de mieux distinguer les couches divergentes de la gaine).

Fausse ramifications simples ou géminées, naissant en dessous d'un hétérocyste.

Cellules cubiques ou en courts cylindres.

Trichomes avec des hétérocystes globuleux incolores, ocre ou brun-olive intercalaires qui possèdent deux pores.

Chez certaines espèces, présence d'akinètes sphériques ou ovoïdes, avec une surface fine et lisse.

**Dimensions :** cellule de 6 à 18  $\mu\text{m}$  (voire jusqu'à 30  $\mu\text{m}$ ) de large et 8 à 15  $\mu\text{m}$  (jusqu'à 20  $\mu\text{m}$ ) de long.

Hétérocystes de forme sphérique à cylindrique (diamètre de 15 à 19  $\mu\text{m}$  ; longueur jusqu'à 19  $\mu\text{m}$ ).

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

Peut être confondu avec *Tolypothrix* qui ne présente que de fausses ramifications simples avec à la base un hétérocyste à un seul pore. De plus, *Tolypothrix* est plus commun en milieu aquatique.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(Guiry et al., 2013),

consulté le 23/09/2013.

(John et al., 2003)

(Komarek et al., 2013),

consulté le 6/09/2013.

(Pentecost, 1984)

(Prescott, 1962)

(Rodriguez et al., 1996)



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996



© Christophe Laplace-Treytore

hétérocyste



© Rodriguez &amp; Vergon, 1996

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : en eau douce, faciès lotique et lentique, ou milieu subaérien. Dans les milieux alcalins (rarement dans les landes ou en eaux acides), *Scytonema* se charge en carbonates de calcium. Genre préférant les milieux terrestres, il représente l'algue dominante dans les sources sur tuf calcaire. Ruisseaux, fontaines, tourbières, roches humides, mares, bords de lacs. Quelques espèces marines se rencontrent sur les récifs coralliens ou en eaux saumâtres. Quelques espèces sont connues en habitat atmosphérique, près des eaux thermales.

**Substrat** : bryophytes, roches dures carbonatées ou non (pierres, dalles mouillées), bois, roues des moulins.

**Qualité** : essentiellement en eaux oligotrophes.

## Répartition

Abondant en régions tropicales. Présent en France en cours d'eau très petits à moyens.

**Genre :** *TOLYPOTHRIX*

**Auteur, année :** Kützing ex Bornet et Flahault, 1886.

**Embranchement :** Cyanobacteria.

**Ordre :** Nostocales.

**Famille :** Microchaetaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infrasécifiques) continentales et marines :** 72.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** gazon, coussinets ou mèches dressées.

**Couleur :** bleu-vert grisâtre, bleu très foncé, vert-olive à jaune, voire marron foncé.

**Longueur :** 0,5 cm.

**Odeur :** non caractéristique.

**Toucher :** doux.

**Remarques :** fixé (filaments prostrés ou dressés) ou planctonique.

### Aspect à la loupe binoculaire

Thalles constitués de filaments cylindriques, ramifiés, enchevêtrés, parfois groupés en touffe ou en faisceaux agglutinés.

### Aspect microscopique

Chaque trichome unisériel est contenu dans une gaine solide, fine ou épaisse.

Trichomes comportant de fausses ramifications simples, longues et souples à la base desquelles se trouve généralement un hétérocyste (dit basal).

Hétérocystes sphériques, cylindriques, ou discoïdes, solitaires ou en séries de 2 à 4, avec le plus souvent un pore (rarement 2).

Gaine incolore ou souvent jaune à brun foncé,

parfois lamelleuse et ouverte à son extrémité.

Cellules cylindriques, en forme de tonneau resserré au niveau des parois intercellulaires, isodiamétriques à plus ou moins longues que larges selon les espèces.

Cellules sans vacuoles mais pouvant présenter de nombreux granules bleu-vert, vert olive, jaunâtres, grisâtres ou rougeâtres.

Extrémité des trichomes étroite ou élargie et arrondie voire sphérique, mais ne formant jamais un calypstre.

Akinètes signalés seulement chez quelques espèces.

**Dimensions :** Filaments de 13 à 16 µm de large. Trichomes de 5,5 à 12 µm de large.

**Coloration :** au Lugol, coloration en brun plus ou moins visible de grains cytoplasmiques.

### Confusions possibles

Peut-être confondu avec *Scytonema* qui présente des hétérocystes à deux pores mais aussi des ramifications géminées ou simples ne commençant pas par un hétérocyste.

## Références bibliographiques

(Bourrelly, 1970)

(John et al., 2003)

(Ling et al., 2000)

(Rodriguez et al., 1996)

(Guiry et al., 2013),

(Komarek et al., 2013),

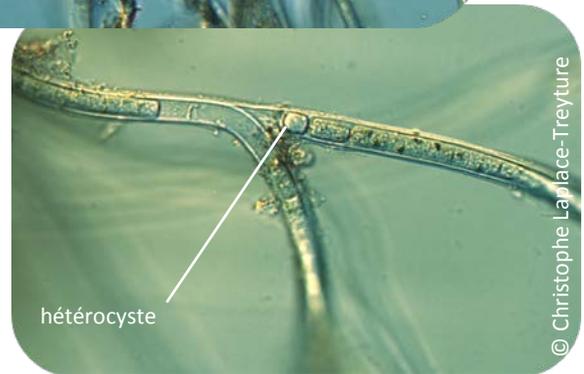
(Pentecost, 1984)

(Wehr et al., 2003b)

consulté le 23/09/2013.

consulté le 6/09/2013.

(Prescott, 1962)



## ÉCOLOGIE

**Habitat** : beaucoup d'espèces se trouvent communément dans des habitats submergés des zones littorales en faciès lotique et lentique ; dans les sources, les ruisseaux, les mares, les réservoirs, etc. De nombreuses espèces sont spécifiques à certains milieux sur des substrats acides ou neutres (tourbières, marais alcalins ou en régions calcaires).

**Substrat** : rochers, pierres, plantes aquatiques, sur d'autres algues, bois.

**Qualité** : dans les eaux non polluées.

## Répartition

Observé en France dans des eaux carbonatées de très petits à grands cours d'eau, en Bretagne, dans le Massif central (notamment les Cévennes), les Vosges et les Ardennes.

**Genre : SPHAEROTILUS**

**Auteur, année :** Kützing, 1833.

**Embranchement :** Proteobacteria.

**Ordre :** Burkholderiales.

**Famille :** Comamonadaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** une seule, *Sphaerotilus natans* Kütz. (= *S. dichotomus*).

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** touffe plumeuse (« queue de mouton »), axe principal formé d'une chevelure de fins filaments réunis s'incrétant souvent de cristaux de carbonate de calcium.

**Couleur :** blanchâtre, jaune ou brunâtre (brun foncé lorsque l'incrétation par l'hydroxyde de fer est forte).

**Longueur :** de quelques cm à 1 m ou plus.

**Odeur :** douçâtre plutôt répugnante.

**Toucher :** soyeux.

**Remarques :** fixé en couches gluantes au fond, pouvant se détacher au gré du courant (d'où le nom de *S. natans*).

### Aspect à la loupe binoculaire

Colonie bactérienne sous forme de filaments très fins, fortement enchevêtrés donnant une allure générale de plume.

Taille des cellules et épaisseur des gaines variables, ainsi que présence ou non de fausses ramifications, dépendant des conditions nutritives.

### Aspect microscopique

Chapelets de petites cellules bactériennes, disposés en filaments unisériés incolores, parfois fixés à des macro-algues (*Cladophora*).

**Dimensions :** cellules de tailles très variables de 0,7 à 2,5 µm de large par 3 à 10 (16) µm de long. Gaine de 6 à 10 µm de diamètre, épaisseur de 1 à 2 (4) µm.

**Coloration :** de Gram, filament coloré en rose (Gram négatif). Coloration de Neisser, filament non coloré en violet, noir (Neisser négatif).

### Confusions possibles

Dans son aspect microscopique, *Sphaerotilus* peut être confondu avec *Leptomitus*. Il se différencie néanmoins par son aspect macroscopique plumeux alors que *Leptomitus* a un aspect floconneux, et par l'aspect microscopique très différent. Les filaments de *Leptomitus* présentent de plus des cellules bien plus larges (15 à 20 voir 80 µm de large).

## Références bibliographiques

(Aubert, 2009)

(Gray, 1985)

(Wurtz, 1957)

(Häusler et al., 2009)

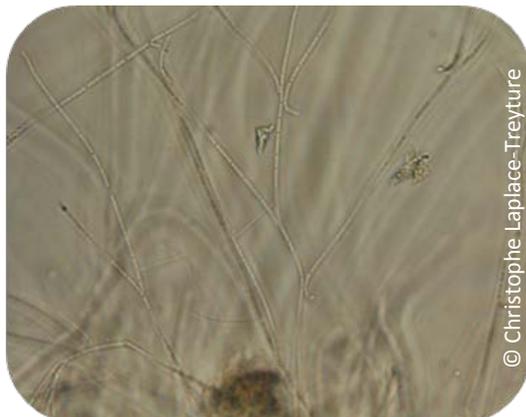
(van Veen et al., 1978)



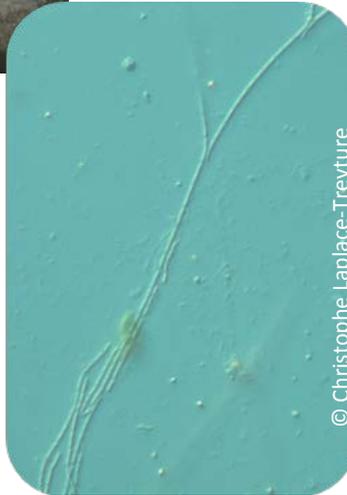
© Christian Chauvin



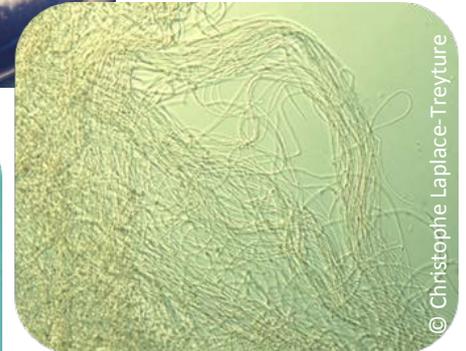
© Henri Beuffe



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : genre hétérotrophe rencontré en eaux courantes et ruisseaux, légèrement acides à alcalins (pH 5,5 à 8 ; optimum vers 7,5), particulièrement au printemps et en automne. Aval de rejets organiques importants, papeteries, industries alimentaires et boues activées de stations d'épuration. Plage de croissance s'étendant de 15 à 40 °C avec un optimum entre 25 et 30 °C.

**Substrat** : pieux, branchages, digues, pierres, barrages, dalles et blocs.

**Qualité** : milieux eutrophes à hypereutrophes, voire dystrophes, très riches en matières organiques oxydables. Développement parfois important, pouvant être gênant, dans des eaux polluées (riches en acides organiques et sucres). Taxon capable de vivre dans des milieux très faiblement oxygénés (en dessous de 0,1 mg/l d'oxygène dissous).

**Remarques** : adaptation morphologique de la gaine aux conditions environnementales selon les variations de température et la disponibilité en cellulose et en amidon.

À des niveaux élevés de nutriments (5 g de glucose et de peptone) les filaments, moins ramifiés, se réunissent en plusieurs rangées de cellules, les gaines sont peu fréquentes et plus épaisses (forme d'abondance).

À l'opposé, quand la quantité de nutriments (composés organiques) est plus faible, les colonies sont filamenteuses, très ramifiées (avec de fausses ramifications) et les cellules apparaissent à l'intérieur de gaines plus fréquentes et fines (forme de famine).

Lors de la phase de sénescence de la colonie, risque de production d'hydrogène sulfuré.

Peut être observé lors de forts développements en association avec *Leptomitus*.

## Répartition

Genre rencontré de moins en moins souvent en France depuis la réduction des rejets organiques et l'installation régulière de stations d'épuration sur les cours d'eau. Présent en milieux calcaires de Franche-Comté, dans le Massif central et la région méditerranéenne dans tous types de cours d'eau (très petits à très grands).

**Genre :** *LEPTOMITUS*

**Auteur, année :** C. Agardh, 1826.

**Embranchement :** Oomycota.

**Ordre :** Leptomitales.

**Famille :** Leptomitaceae.

**Nombre d'espèces (et taxons infraspécifiques) continentales et marines :** 21 ; la plus courante *L. lacteus* C. Agardh.

## MORPHOLOGIE

### Caractères généraux

**Aspect :** touffe sous forme de gros flocons (« queue de mouton »), conservant une certaine consistance comparable à du coton hydrophile mouillé ou tapis continu fixé au substrat.

**Couleur :** blanc pur, gris sale (rétention de vase ou détritux), brun.

**Longueur :** jusqu'à 30 cm.

**Odeur :** nauséabonde, de vase en décomposition.

**Toucher :** cotonneux, peu gluant.

**Remarques :** fixé, pouvant se détacher en gros flocons sous l'effet du courant. Lors de forts courants (moulins, radiers, barrages) allure de croûte plus ou moins épaisse, un peu élastique avec des flocons moins gros et qui peut s'étaler sur plus de 500 mètres.

### Aspect à la loupe binoculaire

Allure de gros flocons allant jusqu'à 15 à 30 cm, composés de filaments cylindriques ramifiés (hyphes mycéliens) relativement incolores.

Ramifications se développant au niveau de constrictions.

À proximité des constrictions, présence d'un granule discoïde fortement réfringent constitué de celluline et d'hydrate de carbone.

### Aspect microscopique

Thalle plus robuste à la base puis ramifié, siphonné, c'est-à-dire avec absence de membrane transversale et présentant des constrictions.

**Dimensions :** filament de 15 à 20 µm de large pouvant atteindre 48 µm à la base. Ramifications de 8 à 16 µm de large. Segment (entre deux constrictions) jusqu'à 400 µm de long.

**Coloration :** en bleu au chloroiodure de zinc marquant la présence de la membrane cellulosique (comme chez la plupart des champignons).

### Confusions possibles

Dans son aspect macroscopique, ce champignon *Leptomit* peut être confondu avec les colonies bactériennes de *Sphaerotilus*. Il se différencie néanmoins par son aspect macroscopique floconneux, cotonneux alors que *Sphaerotilus* a un aspect plumeux, et par l'aspect microscopique très différent. Les filaments de *Leptomit* sont de largeur bien supérieure puisque les filaments de *Sphaerotilus* ne dépassent pas 2,5 µm de large. *Leptomit* se développe en milieu plus acide que *Sphaerotilus*.

## Références bibliographiques

(Anonymous, 1966)

(Hendry et al., 1982)

(Rheinheimer, 1974)

(Cooke, 1963)

(Kiziewicz, 2004)

(Riethmüller et al., 2006)

(Frey, 2012)

(Sparrow, 1960)

(Taylor et al., 2009)

(Gray, 1985)

(Ranković, 2004)

(Wurtz, 1957)



© Henri Beuffe



© Henri Beuffe



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore



© Christophe Laplace-Treytore

## ÉCOLOGIE

**Habitat** : genre hétérotrophe rencontré essentiellement en eaux douces, courantes bien oxygénées, plutôt froides (voisine de 0 °C voire couverte de glace, entre novembre et avril) et parfois en eaux stagnantes (zone littorale de plan d'eau). *L. lacteus* est une espèce nitrophile. Aval de papeteries, rejets domestiques. Développement en eau acide (pH de 2,5 à 7,5), optimum entre 3 et 5,5.

**Substrat** : pieux, branchages, digues, pierres, sables grossiers, barrages, dalles et blocs.

**Qualité** : Taxon typique des eaux polluées (croissance favorisée par de fortes teneurs en sulfites), milieux eutrophes, riches en matières organiques. Parfois en milieu non pollué. Taxon plus sensible aux pollutions que *Sphaerotilus*.

**Remarques** : peut générer une prolifération en aval de rejets organiques (papeteries en particulier) qui vient en remplacement de *Sphaerotilus natans* en périodes hivernales. Les biomasses fraîches peuvent atteindre 2,5 Kg/m<sup>2</sup> en petit cours d'eau froid.

Peut être rencontré lors de forts développements, en association avec *Sphaerotilus*.

## Répartition

Largement distribué en Amérique du nord, Afrique et Europe.

Se rencontre dans divers grands et très grands cours d'eau européens, peu fréquent.

## GLOSSAIRE

**ABAXIAL\***<sup>9</sup>, adj. (ab = loin de) Se dit d'un organe ou d'une surface qui est éloigné(e) de l'axe ; face dorsale ou externe ou inférieure. Antonyme : adaxial.

**ACICULE\***, n.f. Dans le genre *Chara*, sorte d'excroissance du cortex d'origine nodale (à partir des nœuds des filaments corticants primaires). Les acicules sont de dimensions variables, peu distinctes, ou en forme de petits aiguillons spinescents et raides. Elles peuvent être simples ou fasciculées, dressées ou appliquées.

**ACIDOPHILE**, adj. Se dit des êtres vivants préférant les milieux acides.

**ADAXIAL**, adj. (ad = près de) Se dit d'un organe ou d'une surface qui est du côté de l'axe ; face ventrale ou antérieure ou supérieure. Antonyme : abaxial.

**AKINÈTE\***, n.m. Spore de conservation, toujours unicellulaire, chargée de réserves et entourée d'une épaisse enveloppe pluristratifiée. Elle se détache du thalle et germe en un nouveau thalle lorsque les conditions du milieu sont favorables à son développement. Surtout rencontré chez les cyanobactéries.

**ALGUES**, n.f.pl. Cryptogames thallophytes chlorophylliens caractérisés par l'absence de tiges, de feuilles, de racines, de vaisseaux et de pièces voyantes entourant les organes reproducteurs.

**ALTERNE\***, adj. Disposition des ramifications insérées des deux côtés de l'axe principal et non l'une en face de l'autre. Antonyme : opposé.

**AMIDON FLORIDÉEN**, n.m. Polyoside proche du glycogène, synthétisé par certaines algues (rhodophycées). Il est extraplastidial (jamais localisé dans les plastes) et se colore en acajou en présence d'une solution de Lugol. Synonyme : rhodamylon.

**AMIDON**, n.m. Glucide de réserve synthétisé par certaines algues au cours de la photosynthèse et se colorant en bleu-noir en présence d'une solution de Lugol. Il peut être mis en réserve dans les plastes (chlorophycées), on le qualifie alors d'amidon intraplastidial.

**ANAÉROBIE**, adj. Se dit d'un être vivant capable de vivre en absence d'oxygène.

**ANTHÉRIDIE\***, n.f. Cellule ou structure produisant des gamètes mâles : les anthérozoïdes. Synonymes : globule, gamétocyste mâle, spermatocyste. Chez les characées l'anthéridie est très complexe et correspond au gamétange avec de nombreux spermatocystes filamenteux contenus dans les écussons des anthéridies.

**ANTHÉROZOÏDE**, n.m. Gamète mâle mobile, pourvu de flagelle(s). Synonyme : spermatozoïde.

**APLANOGAMÈTE**, n.m. Gamète immobile, dépourvu de flagelle.

**APLANOSPORE**, n.f. Spore immobile dépourvue de flagelle.

**ARCHÉTHALLE**, n.m. Colonie peu structurée, composée de cellules se multipliant par reproduction binaire et pouvant sporuler lorsque les conditions deviennent favorables (*Hydrurus*).

**ARTICLE**, n.m. Segment plurinucléé (deux à dix noyaux) des algues ayant perdu l'aptitude à faire suivre leur mitose de divisions cellulaires. Leur appareil végétatif se compose de siphons plurinucléés non cloisonnés en cellules typiques. Exemples : *Cladophora*, *Rhizoclonium*.

---

<sup>9</sup> si astérisque, voir aussi le glossaire illustré.

**AULACANTHÉ\***, adj. Caractérise une des cortications (voir ce mot) de l'axe dans le genre *Chara*. L'axe principal présente des cortications primaires qui ont un calibre inférieur à celui des cortications secondaires. Dans ce cas, les acicules produites par les filaments primaires et donc portées par ces derniers, paraissent insérées au fond d'un sillon longitudinal. Exemple : *Chara vulgaris*.

**AUTOTROPHE**, adj. Qualifie un végétal capable de faire la synthèse de composés organiques exclusivement à partir de substances minérales. Cette synthèse résulte de phénomènes de photosynthèse ou de chimiosynthèse.

**AXIAL\***, adj. Positionné dans l'axe longitudinale d'une cellule, éloigné des parois. Employé fréquemment pour un plaste.

**BASOPHILE** (basiphile), adj. Se dit des êtres vivants préférant les milieux alcalins.

**BRACTÉOLE\***, n.f. Organe en forme d'épine plus ou moins allongée, de même nature que les cellules-bractées mais d'origine anthéridiale. Présentes sur les phylloïdes fertiles, les bractéoles sont au nombre de deux, insérées sur l'axe de l'anthéridie et semblent sous-tendre l'oogone (surtout dans le genre *Chara*).

**BENTHOS**, n.m. Ensemble des organismes vivant sur le fond de la mer ou des milieux d'eaux douces. Synonymes : benthon, organismes benthiques.

**BIOFILM**, n.m. Terme utilisé pour décrire la couverture biologique (bioderme) formée d'organismes microscopiques, qui recouvre le substrat immergé d'une pellicule plus ou moins épaisse.

**BLOOM**, n.m. Voir efflorescence.

**BULBILLE\***, n.f. Organe chargé de réserves, assurant, par germination, la multiplication végétative de certaines characées. Il prend naissance sur les rhizoïdes ou sur les parties inférieures de l'axe principal. Ses formes et couleurs varient suivant les espèces (sphérique, étoilée ou en amas verruqueux - blanc pur à verdâtre).

**CALYPTRE\***, n.m. Épaississement membranaire situé au sommet du trichome de certaines Oscillatoriales (cf. chapitre Organisation et classification).

**CAPITÉ**, adj. Se dit d'un organe végétal renflé au sommet, terminé en tête arrondie.

**CARPOGONE**, n.f. Appareil fertile femelle de certaines rhodophycées se composant d'un oogone surmonté par un appendice filiforme (trichogyne) récepteur de la spermatie. Exemple : *Batrachospermum*. Synonyme : gamétocyste femelle.

**CÉNOBE**, n.m. Colonie de structure régulière en réseau, formée de cellules (au nombre de 2, 4, 8, 16,...) accolées les unes aux autres. Exemple : *Hydrodictyon*.

**CELLULE-BRACTÉE\***, n.f. Organe en forme d'épine plus ou moins allongée, d'origine nodale, présent au niveau des nœuds stériles ou fertiles des phylloïdes dans la tribu des Chareae (Famille des *Characeae*). Avec les bractéoles, les cellules-bractées forment une collerette autour des organes reproducteurs. Les cellules-bractées antérieures (face adaxiale ou ventrale) sont souvent bien développées. Les cellules-bractées postérieures (face abaxiale ou dorsale) peuvent être souvent très rudimentaires.

**CELLULE-NODALE\***, n.f. Faible protubérance au niveau des nœuds de l'axe principal, plus ou moins marquée, visible dans le genre *Nitellopsis* (Famille des *Characeae*).

**CENTRIQUE\***, adj. Se dit des diatomées qui ont habituellement une forme de cylindre plus ou moins allongé. La valve est souvent circulaire et présente une symétrie radiale. Exemple : *Melosira* (voir aussi pennée).

**CESPITEUX**, adj. Qualifie un végétal croissant en touffes compactes.

**CHANTRANSIA**, n. Désigne un stade juvénile, ramifié unisériel, commun à trois genres de rhodophycées lors du cycle de développement (*Batrachospermum*, *Lemanea*, parfois *Thorea*). C'est une formation intermédiaire lors de la multiplication sexuée, qui peut porter des monospores et produire un gamétophyte. On peut le confondre avec le genre *Audouinella*, mais le stade *chantransia* est de couleur bleu-verdâtre, *Audouinella* rouge-violet.

**CHARACÉES**, n.f.pl. Famille de la classe des Charophyceae (embranchement : Charophyta). Elle regroupe les algues dulçaquicoles ou d'eau saumâtre ayant un degré de différenciation élevé : thalle ramifié de type cladomien (axe principal garni de phylloïdes), reproduction sexuée par oogamie grâce à des organes de reproduction évolués (gamétocystes mâles : spermatocystes filamenteux contenus dans les écussons des anthéridies ou gamétocyste femelle : oocyste différencié à partir de l'oogone). Nom vernaculaire : charagne (lustre d'eau).

**CHIMIOSYNTHÈSE**, n.f. Synthèse de composés organiques à partir de substances minérales, réalisée par certaines bactéries et champignons grâce à l'utilisation de l'énergie fournie par le biais de réactions chimiques exothermiques. Exemple : ferrobactéries capables d'oxyder le fer en produisant de l'énergie.

**CHLOROPHYCÉES**, n.f.pl. Classe d'algues eucaryotes pourvues de chlorophylle a et b, de  $\beta$ -carotène, d' $\alpha$ -carotène, de lutéine et diverses xanthines ; ce complexe pigmentaire confère au(x) plaste(s) une couleur franchement verte. L'amidon élaboré est intraplastidial et colorable en bleu-noir par une solution de Lugol. Synonyme : algues vertes.

**CHLOROPHYLLES**, n.f.pl. Pigments tétrapyrroliques ferromagnésiens de couleur verte, essentiels pour la photosynthèse. Toutes les algues photosynthétiques possèdent de la chlorophylle a et, selon les groupes, de la chlorophylle b ou c.

**CHLOROPLASTE\***, n.m. Plaste de couleur verte présent chez les algues des embranchements des Chlorophyta et Charophyta. (Voir plaste).

**CHROMATOPHORE**, n.m. Ancien terme employé comme synonyme de plaste.

**CHROMOSOMES**, n.m.pl. Supports de l'hérédité dont le nombre, la forme et la longueur sont parfaitement définis pour chaque espèce.

**CLADOME\***, n.m. Structure algale comprenant un axe à croissance indéfinie et des ramifications latérales à croissance définie (pleuridies, ou phylloïdes des characées). Synonyme : cladothalle.

**CONJUGAISON**, n.f. Mode de reproduction sexuée des Conjugatophyceae. Les gamètes s'unissent pour former des zygotes dans le gamétocyste du filament femelle ou dans le tube de conjugaison qui relie les deux filaments. Si la gamie (union des gamètes) a lieu dans le tube de conjugaison, on parle de conjugaison scalariforme. Synonyme : cystogamie.

**CONJUGATOPHYCEAE**, n.f.pl. Classe algale regroupant les algues vertes d'eau douce, unicellulaires ou filamenteuses simples, dépourvues de gamètes et de spores flagellées et dont la reproduction sexuée se fait par conjugaison.

**CONSTRICTION**, n.f. Resserrement, étranglement de la paroi cellulaire au niveau de la cloison entre deux cellules.

**CORONULE\***, n.f. Couronne de cellules recouvrant le sommet de l'oogone des characées ; 5 cellules sur un étage (*Chara*) ou dix cellules sur 2 étages (*Nitella*).

**CORTICATION\***, n.f. Ensemble des files de cellules corticantes (ou filaments) enveloppant partiellement ou totalement les axes et les phylloïdes chez la majorité des espèces du genre *Chara*. Sur les axes, il existe des filaments primaires qui sont des files de cellules corticantes provenant d'un nœud de l'axe. Ces filaments primaires présentent des nœuds et entre-nœuds. À partir de ces nœuds les filaments primaires peuvent produire des filaments secondaires et des acicules. Voir aussi haplostique, diplostique et triplostique et aulacanthé ou tylacanthé.

**CRAMPONS**, n.m.pl. Organes fixateurs assurant l'accrochage du thalle au substrat. Synonyme : haptères.

**CRÉNOPHILE**, adj. Relatif à un organisme vivant de préférence dans les eaux de source.

**CRYPTOGAMES**, n.m.pl. Végétaux dépourvus de fleurs (organes de reproduction sexuée visibles). Leur reproduction, faute de différencier des formations visibles, est dite cachée.

**CUNÉIFORME**, adj. Se dit de l'extrémité d'une diatomée pennée ayant la forme d'un coin.

**CYANOBACTÉRIES**, n.f.pl. Embranchement des « algues » procaryotes autotrophes, possédant de la chlorophylle a, de la phycocyanine et de la phycoérythrine ainsi que plusieurs caroténoïdes ( $\beta$ -carotène, myxoxanthine; myxoxanthophylle). La combinaison de ces pigments confère aux cyanobactéries une teinte vert-bleu, rouge ou violette. Les quatre caractères de cet embranchement sont : l'absence de noyau, de plastes, de cellules nageuses pourvues de flagelles et de reproduction sexuée. Synonymes : algues bleues, Cyanobacteria, Oxyphotobacteria, cyanophytes, cyanophycées.

**CYANOPHYCÉES**, n.f.pl. Ancienne dénomination des Cyanobacteria (cf. chapitre Organisation et classification).

**CYSTOGAMIE**, n.f. Synonyme de conjugaison.

**CYTOPLASME\***, n.m. Matrice aqueuse de la cellule dans laquelle les composants cellulaires s'organisent.

**DACTYLE\***, n.m. Rayon (ou subdivision) ultime des phylloïdes, dans le genre *Nitella*. Il peut être unicellulaire, bi ou tricellulaire, selon les espèces.

**DIATOMÉES**, n.f.pl. Algues unicellulaires microscopiques de couleur brune (classe : diatomophycées) dont la paroi est formée d'un frustule siliceux bivalve ornementé.

**DIOÏQUE**, adj. Se dit des espèces végétales chez lesquelles les organes mâles et femelles sont portés par des individus séparés.

**DIPLOÏDE**, adj. Etat d'une espèce végétale possédant un lot double de chromosomes dans le noyau.

**DIPLOSTIQUE\***, adj. Le cortex d'une characée est diplostique lorsqu'à chaque phylloïde correspondent deux files de cellules corticantes. Exemple : *Chara vulgaris*.

**DISCOÏDE\***, adj. Qualifie un organe aplati et rond.

**DULÇAQUICOLE**, adj. Se dit d'une espèce vivant en eau douce. Synonyme : dulcicole.

**ÉCOLOGIE**, n.f. Terme créé par Haeckel en 1866. L'écologie est la science qui étudie « les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toutes natures qui existent entre ces êtres vivants et leur milieu ».

**EFFLORESCENCE** ou **FLEUR D'EAU**, n.f. Reproduction binaire rapide d'algues le plus souvent planctoniques, qui montrent un développement tel qu'elles arrivent à envahir toute la masse d'eau et à couvrir la surface d'un étang ou d'un lac d'un grand nombre d'individus colorés visibles à l'œil nu (exemples : *Planktothrix rubescens* colorant en rouge le lac de Narlay et de Nantua, *Peridinium* colorant en brun-rouge la retenue de Vouglans). Synonyme anglo-saxon : bloom.

**ENCROÛTANTE**, adj. Qualifie une algue attachée au substrat par toute sa face inférieure. Synonyme : incrustante. Exemple : *Hildenbrandia*.

**ENTRE-NOEUD**, n.m. Partie de la tige comprise entre deux nœuds. Chez les characées, il est formé par une cellule unique pouvant atteindre vingt centimètres.

**ÉPILITHIQUE**, adj. Qualifie un organisme qui se développe sur un substrat rocheux (cailloux, rocher, dalle rocheuse).

**ÉPIPHYTE**, n.m. Organisme se développant sur un végétal sans qu'aucune relation trophique n'existe entre eux.

**ENDOSYMBIOSE**, n.f. Coopération mutuellement bénéfique entre deux organismes vivants (donc une forme de symbiose) où l'un est contenu par l'autre, entraînant une modification des organes.

**EUCARYOTES**, n.m.pl. Végétaux et animaux à reproduction sexuée dont la cellule est caractérisée par un appareil nucléaire (noyau) délimité par une membrane et par la présence de mitochondries et de plastes (chez les végétaux) bien différenciés.

**EUTROPHE**, adj. Désigne l'état d'un milieu aquatique dans lequel la disponibilité des éléments nutritifs (azote, phosphore, calcium, oligoéléments) et de l'énergie (température, lumière) entraîne une forte production de matière organique. Quand l'enrichissement est plus important, le milieu est qualifié d'hyper-eutrophe (voir aussi oligotrophe et mésotrophe).

**EURYHALINE**, adj. Se dit des espèces aquatiques tolérant de grandes variations de la teneur en sel du milieu. Antonyme : sténohaline.

**FAUSSE RAMIFICATION\***. Les trichomes se divisent à l'intérieur de la paroi et l'une ou les deux branches du trichome cassent la paroi. Le filament qui en résulte est un filament unique ou en paire inclus dans la même paroi, leur donnant l'apparence de branches.

**FILAMENT**, n.m. Empilement de cellules selon un axe (non ramifié) ou selon plusieurs axes (ramifié).

**FRUSTULE\***, n.m. Paroi cellulaire imprégnée de silice formant deux valves s'adaptant comme le fond et le couvercle d'une boîte. Les algues pourvues de frustules sont les diatomées.

**GAINE\***, n.f. Enveloppe plus ou moins épaisse, lamelleuse, colorée ou non qui entoure un ou plusieurs trichomes chez certaines cyanobactéries.

**GAMÉTANGE\***, n.m. Terme général qui désigne, chez les characées, l'oogone et l'anthéridie.

**GAMÈTE**, n.m. Cellule sexuelle vouée à s'unir avec un gamète du sexe opposé.

**GAMÉTOCYSTE**, n.m. Cellule gamétogène dont la totalité du contenu évolue en gamètes. Pour les characées, il y a un gamétocyste femelle ou oocyste dans l'oogone et de nombreux gamétocystes mâles ou spermatocystes dans l'anthéridie.

**GÉMINÉ**, adj. Qualifie le fait d'être groupé par deux. S'emploie par exemple pour les ramifications doubles de certaines cyanobactéries (*Scytonema*, *Plectonema*).

**GONIMOBLASTE**, n.m. Stade carposporophyte (cf. chapitre Reproduction et cycles de développement) de certaines rhodophycées.

**HAPLOÏDE**, adj. Etat d'une espèce végétale possédant un lot simple de chromosomes dans le noyau.

**HAPLOSTIQUE**, adj. Disposition présentée par le cortex d'une characée lorsque le nombre de files de cellules corticantes correspond au nombre de phylloïdes de chaque verticille. Cette structure peut être accidentelle chez certaines espèces normalement diplostiques, lorsque les nœuds des filaments primaires n'engendrent pas de files secondaires.

**HÉLOPHYTE**, n.f. Plante dont l'appareil racinaire se trouve en permanence dans un milieu gorgé d'eau et dont l'appareil végétatif émerge en saison végétative.

**HÉTÉROCYSTE\***, n.m. Cellule spécialisée, trouvée uniquement chez les cyanobactéries, permettant la fixation en aérobiose de l'azote libre et contribuant à la formation des akinètes. Cellule souvent sphérique, à contenu clair entourée d'une paroi épaisse, en microscopie photonique.

**HÉTÉROPOLAIRE**, adj. Se dit d'une cellule ou d'un filament présentant une forme différente de chaque côté de l'axe transversal. Deux extrémités différentes (filament hétéropolaire de *Homoeothrix*).

**HORMOGONIE** n.f. Article pluricellulaire détaché du thalle, mobile par reptation et susceptible de régénérer un filament entier par multiplication cellulaire. Elle caractérise certaines cyanobactéries (Hormogonophycidées - Oscillatoriales, Nostocales).

**HYALIN\***, adj. Transparent (poil hyalin qui prolonge les ramifications de certaines espèces de *Stigeoclonium*).

**HYPHE**, n.m. Filament de l'appareil végétatif (mycélium) de nombreux champignons.

**ISODIAMÉTRIQUE**, adj. Précise une forme dont tous les diamètres principaux sont égaux ; on dit équant dans un plan, soit à peu près aussi long que large, y compris carré, circulaire, hexagonal. Exemple : les cellules ayant le même diamètre (longueur, largeur, hauteur) dans toutes les directions sont isodiamétriques, cas de *Phormidium*.

**ISOPOLAIRE**, adj. Se dit d'une cellule ou d'un filament présentant une forme identique de chaque côté de l'axe transversal. Deux extrémités ou pôles identiques.

**ISOSTIQUE**, adj. Qualifie une cortication dans laquelle les filaments corticants primaires et secondaires ont un calibre identique (cf. par ex. *Chara globularis*).

**LÉNITOPHILE**, adj. Qualifie un taxon qui affectionne les eaux calmes, lentes ou faiblement courantes.

**LENTIQUE**, adj. Qualifie les eaux calmes, stagnantes ou faiblement courantes. On parle souvent de faciès lentique. Synonyme : lénitique. Antonyme : lotique.

**LOTIQUE**, adj. Qualifie les eaux courantes, agitées. On parle souvent de faciès lotique. Antonyme : lentique, lénitique.

**MACROSCOPIQUE**, adj. Qualifie ce que l'on peut observer à l'œil nu.

**MÉIOSE**, n.f. Double division de la cellule aboutissant à la réduction de moitié du nombre des chromosomes et qui se produit au moment de la formation des cellules reproductrices, ou gamètes. À l'issue de la méiose, chaque cellule diploïde forme ainsi quatre gamètes haploïdes.

**MÉSOTROPHE**, adj. Désigne un milieu aquatique dont les teneurs en éléments nutritifs sont de valeur moyenne ; se situe entre oligotrophe et eutrophe.

**MÉTAPHYTON**, n.m. Algues faiblement fixées au substrat mais qui se détachent facilement et se retrouvent alors dans le plancton.

**MITOSE**, n.f. Mode général de division de la cellule, caractérisé par la duplication de tous ses éléments et par leur répartition égale dans les deux cellules filles.

**MONILIFORME**, adj. Qualifie une structure qui, du fait de la succession d'éléments renflés séparés par des étranglements, a l'aspect d'un collier ou d'un chapelet. Exemple : *Batrachospermum*.

**MONOÏQUE**, adj. Qualifie un organisme dont les organes mâles et femelles sont portés par le même individu.

**MONOSTROMATIQUE**, adj. Qualifie un thalle qui ne comporte qu'une couche de cellules. Exemple : *Monostroma*.

**NEUTROPHILE**, adj. Se dit des êtres vivants préférant les milieux au pH voisin de la neutralité.

**NŒUD**, n.m. Partie de la tige où sont insérés les feuilles et les rameaux. Pour les characées : l'axe est formé de nœuds très courts et d'entre-nœuds plus ou moins allongés. C'est au niveau des nœuds que se trouvent les verticilles de phylloïdes. Ces derniers présentent aussi des nœuds et entre-nœuds.

**OLIGOTROPHE**, adj. Désigne un milieu aquatique pauvre en éléments nutritifs (voir aussi mésotrophe et eutrophe).

**OOGONE\***, n.m. Gamétocyste femelle produisant un gamète femelle. Synonyme : gamétocyste femelle, oocyste. Chez les characées, l'oogone est le gamétange femelle. Il contient une cellule centrale qui évolue en oocyste contenant l'oosphère. L'oosphère ovoïde, subglobuleuse est entourée par 5 longs filaments enroulés en hélice et se terminant par une cellule (*Chara*) ou deux cellules (*Nitella*). L'ensemble des 5 ou 10 cellules terminales de ces filaments constitue la coronule.

**OOSPORE\***, n.f. Organe obtenu chez les characées après fécondation de l'oosphère. De forme variable, sphérique à subcylindrique, l'oospore est, au départ, encore entourée par plusieurs membranes issues de la transformation du cortex filamenteux de l'oogone. Ces transformations lors de la maturation de l'oospore donnent à cette dernière une ornementation spiralée avec des crêtes plus ou moins saillantes.

**OPPOSÉ\***, adj. Inséré par deux, face à face, sur un même niveau de l'axe principal. Se dit ainsi d'une disposition opposée des ramifications. Antonyme : alterne.

**PARIÉTAL\***, adj. Appliqué contre la paroi cellulaire. Employé fréquemment pour un plaste.

**PENNÉE\***, adj. Se dit des diatomées dont les valves ont une symétrie longitudinale. Exemple : *Gomphonema*. (voir aussi centrique).

**PHÉOPHYCÉES**, n.f.pl. Classes renfermant les algues pourvues de chlorophylles a et c, masquées par la présence de  $\beta$ -carotène, fucoxanthine, flavoxanthine, violaxanthine, lutéine, laminarine. Ces algues, également appelées algues brunes, ne sont représentées, d'après Bourrelly (1968), que par 5 ou 6 genres en eau douce.

**PHOTOSYNTÈSE**, n.f. Synthèse de composés organiques à partir de substances minérales que les végétaux réalisent grâce à l'apport d'énergie lumineuse captée par la chlorophylle. Elle se caractérise par une absorption de  $\text{CO}_2$  et un rejet d' $\text{O}_2$ .

**PHYLLOÏDE\***, n.m. Synonyme de pleuridie. Chez les characées, les phylloïdes sont réunis en verticilles. Ils présentent une alternance de nœuds et d'entre-nœuds et sont plus ou moins cortiqués. Certains phylloïdes sont fertiles, d'autres stériles.

**PHYSODE**, n.m. Petite vacuole réfringente présente dans les algues de la classe des Pheophyceae (embranchement des Heterokontophyta). Exemple : *Heribaudiella*.

**PIRIFORME**, adj. Qui a la forme d'une poire.

**PLASTE**, n.m. Organite intracellulaire, de forme définie, support de la chlorophylle, des pigments qui lui sont associés et de substances de réserve. Qualifié, en fonction de la nature des pigments, de chloroplaste, phaéoplaste ou rhodoplaste.

**PLEURIDIE\***, n.f. Ramification latérale à croissance longitudinale strictement définie, s'insérant au niveau d'un nœud sur l'axe. Synonyme chez les characées : phylloïde.

**PLURISÉRIÉ**, adj. Se dit d'un filament de cellules lorsque celles-ci sont organisées sur plusieurs rangs dans l'axe transversal. Plusieurs séries de cellules mises bout à bout selon l'axe longitudinal.

**POLYOSIDE**, n.m. Glucide composé d'un grand nombre d'oses. Exemples : amidon, glycogène, cellulose. Synonyme : polysaccharide.

**PROCARYOTES**, n.m.pl. Organismes caractérisés par l'absence d'un véritable noyau, de plastes, d'appareil de Golgi et de mitochondries au sein des cellules. Exemples : cyanobactéries et bactéries.

**PSEUDOFLAGELLE\***, n.m. Flagelle gélatineux non locomoteur, de forme similaire à celle des vrais flagelles et caractéristique de la famille des Tetrasporaceae. Mise en évidence par mordantage au bleu de méthylène.

**PSEUDOVACUOLE**, n.f. Synonyme de vacuole à gaz. Inclusion cellulaire des cyanobactéries ayant un rôle dans la flottabilité. Lorsqu'elles sont regroupées en un lieu déterminé au sein des cellules on parle d'aérotome.

**PYRÉNOÏDE\***, n.m. Inclusion de nature protidique élaborée par les plastes. Il peut être intraplastidial (Chlorophytes) ou extraplastidial accolé à la surface externe du plaste (algues brunes). Chez les Chlorophytes, son écorce, réfringente en microscopie photonique, est constituée par des grains d'amidon issus de la photosynthèse.

**RAPHÉ**, n.m. Fente plus ou moins complexe, le long de l'axe longitudinal ou positionnée sur le pourtour de la cellule, présente chez certaines diatomées pennées sur une ou deux valves. Elle est en général en deux parties séparées dans la zone centrale.

**RÉFRINGENT**, adj. Qualifie des structures qui apparaissent très brillantes au microscope optique, grâce à leur pouvoir de réfraction de la lumière.

**RESPIRATION**, n.f. Echanges gazeux se caractérisant par une absorption d'O<sub>2</sub> et un rejet de CO<sub>2</sub>.

**RÉTICULÉ\***, adj. Qualifie un organe dont la surface a l'apparence d'un réseau, en mailles de filet.

**RHIZOÏDE\***, n.m. Poil assurant l'accrochage du thalle au substrat.

**RHODOPHYCÉES**, n.f.pl. Classe regroupant les algues caractérisées : par l'abondance de phycoérythrine (pigment de couleur rouge) ou de phycocyanine (pigment de couleur bleue) dans les plastes et masquant la chlorophylle a ainsi que la lutéine (oxycarotène jaune), par l'absence de formes mobiles, par la présence d'amidon floridéen intraplastidial. Synonymes : Rhodophycophytes, rhodophytes et algues rouges.

**SAXICOLE**, adj. Se dit d'une espèce qui se développe sur les rochers.

**SCIAPHILE**, adj. Se dit des végétaux préférant les milieux ombragés. Antonyme : héliophile.

**SEPTUM**, n.m. Partie de paroi cellulaire, habituellement formée durant la division cellulaire pour séparer deux cellules filles. Se rencontre notamment chez *Tabellaria* sous forme de cloison intercalaire.

**SIPHONÉ\***, adj. Qualifie une structure filamenteuse dépourvue de cloison. Exemples : *Vaucheria*, *Leptomitus*.

**SPERMATIE**, n.f. Gamète mâle des rhodophycées et de certains champignons dépourvu de flagelles.

**SPERMATOCYSTE**, n.m. Nom donné au gamétocyste mâle qui produit les spermaties (gamètes mâles). Synonyme de spermatange d'origine anglo-saxonne.

**STÉNOTHERME**, adj. Se dit des êtres vivants ne tolérant que d'étroites fluctuations de température. Antonyme : eurytherme.

**STIGMA**, n.m. Ponctuation présente dans la zone centrale de la face valvaire de certaines diatomées pennées. Le nombre de points varie de un à plusieurs en fonction des espèces.

**STIPULODE\***, n.m. Appendice unicellulaire, de forme et de taille variable suivant les espèces, se développant à l'aisselle des verticilles de phylloïdes de certaines characées (exemple : *Chara*).

**SUBSTRAT**, n.m. Ce qui sert de support.

**SYNAPSE**, n.f. Communication établie entre le cytoplasme de deux cellules par le biais d'un pore au niveau de la cloison transversale intercalaire. On peut aisément l'observer au microscope photonique après coloration au Lugol (réactif iodo-ioduré).

**SYSTÉMATIQUE**, n.f. Science qui classe les organismes vivants.

**TAXINOMIE**, n.f. Terme défini primitivement par De Candolle (1813) comme traitant des théories de la classification des êtres vivants. Synonyme d'origine anglo-saxonne : taxonomie.

**THALLE\***, n.m. Appareil végétatif de certains végétaux chlorophylliens ou non chlorophylliens. Il se caractérise par l'absence de racines, de feuilles et de fleurs.

**THALLOPHYTES**, n.f.pl. Ensemble des végétaux inférieurs caractérisés par l'absence de tige, de feuilles, de racines et de vaisseaux et qui ont pour appareil végétatif un thalle. On regroupe sous cette appellation les algues, les champignons et les lichens.

**THYLAKOÏDE**, n.m. Ensemble de membranes (« sacs ») présent, dans la cellule chez les cyanobactéries et dans le chloroplaste chez les eucaryotes, où se déroule la phase photochimique de la photosynthèse. S'écrit parfois thylacoïde.

**TRICHOME\***, n.m. Constitué par une file de cellules, il peut être logé à l'intérieur d'une gaine ; l'ensemble porte alors le nom de filament. Terme uniquement employé chez les cyanobactéries. Exemple : *Lyngbya*.

**TRIPLOSTIQUE**, adj. Structure de la cortication d'une characée où, à chaque phylloïde, correspondent 3 files de cellules corticantes. Deux files secondaires s'intercalent entre les files primaires aciculées.

**TYCHOPLANCTON**, n.m. Ensemble des organismes accidentellement planctoniques, comme les formes arrachées au littoral, au substrat et entraînées dans la pleine eau par les courants.

**TYLACANTHÉ**, adj. Caractérise une des cortications (voir ce mot) de l'axe dans le genre *Chara*. L'axe principal présente des cortications primaires qui ont un calibre supérieur à celui des cortications secondaires. Les acicules produites par les filaments primaires et donc portées par ces derniers, paraissent insérées au sommet de crêtes longitudinales. Exemple : *Chara contraria*.

**UNISÉRIÉ**, adj. Se dit d'un filament de cellules lorsque celles-ci sont organisées sur un seul rang dans l'axe transversal. Une seule série de cellules mises bout à bout selon l'axe longitudinal.

**URCÉOLÉ**, adj. Qui est renflé comme une petite outre et rétréci vers l'orifice.

**VACUOLE**, n.f. Synonyme de pseudovacuoole.

**VAISSEAU**, n.m. Élément servant à la conduction de la sève brute et de la sève élaborée.

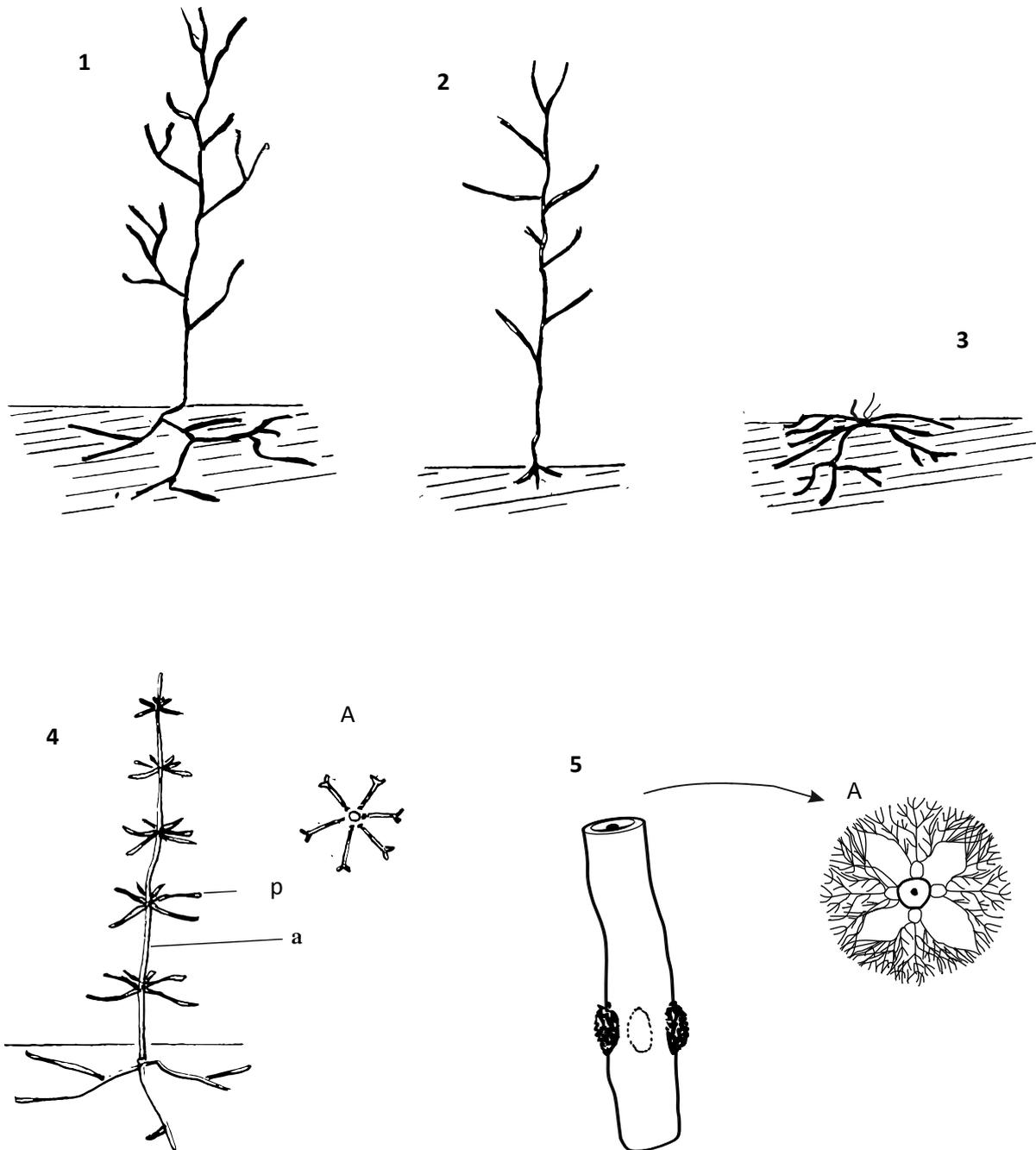
**VALVE\***, n.f. Partie du frustule d'une diatomée correspondant au couvercle ou au fond de la « boîte ». Une diatomée comporte alors 2 valves.

**VERTICILLE\***, n.m. Groupe de ramifications toutes insérées au même niveau sur un axe.

**VUE CONNECTIVE\***. Vue de profil du frustule des diatomées.

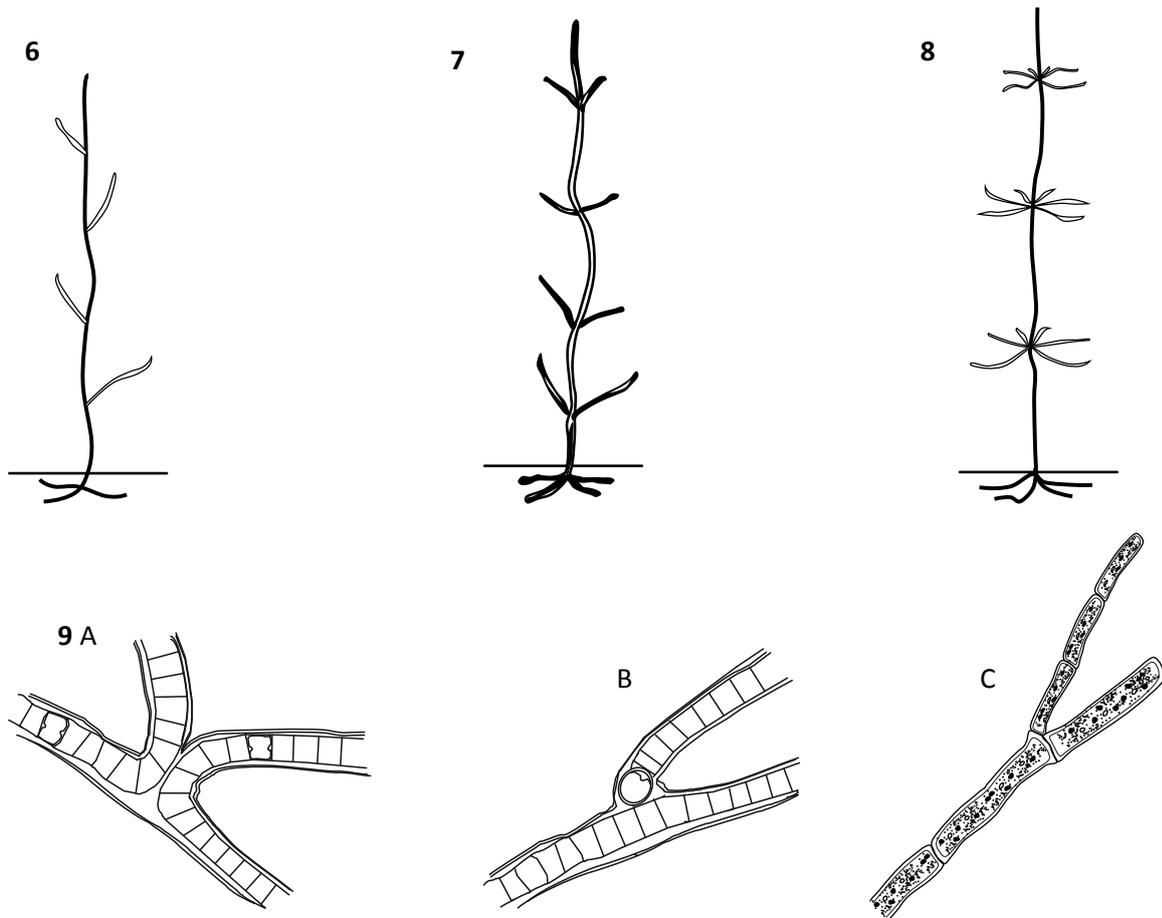
**VUE VALVAIRE\***. Vue de face du frustule des diatomées.

## GLOSSAIRE ILLUSTRÉ

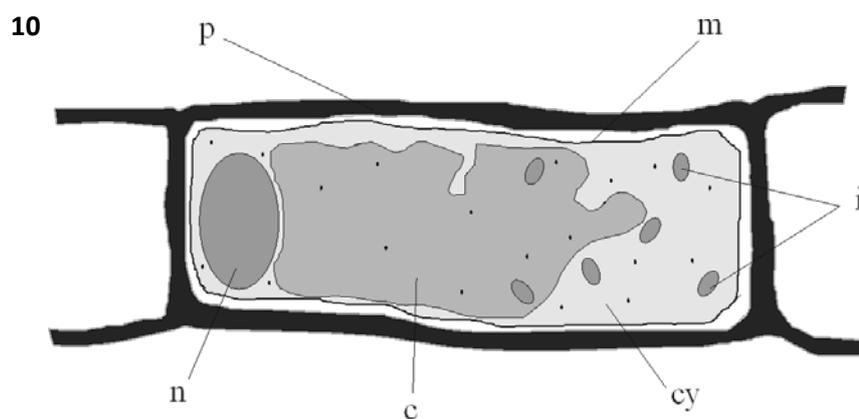


**Nématohalle** : **1.** nématohalle complet comportant une partie rampante et une partie dressée - ex. *Stigeoclonium* ; **2.** nématohalle uniquement dressé, partie rampante réduite à des rhizoïdes - ex. *Oedogonium*, *Ulothrix* ; **3.** nématohalle essentiellement rampant, partie dressée réduite - ex. *Hildenbrandia*, *Gongrosira*.

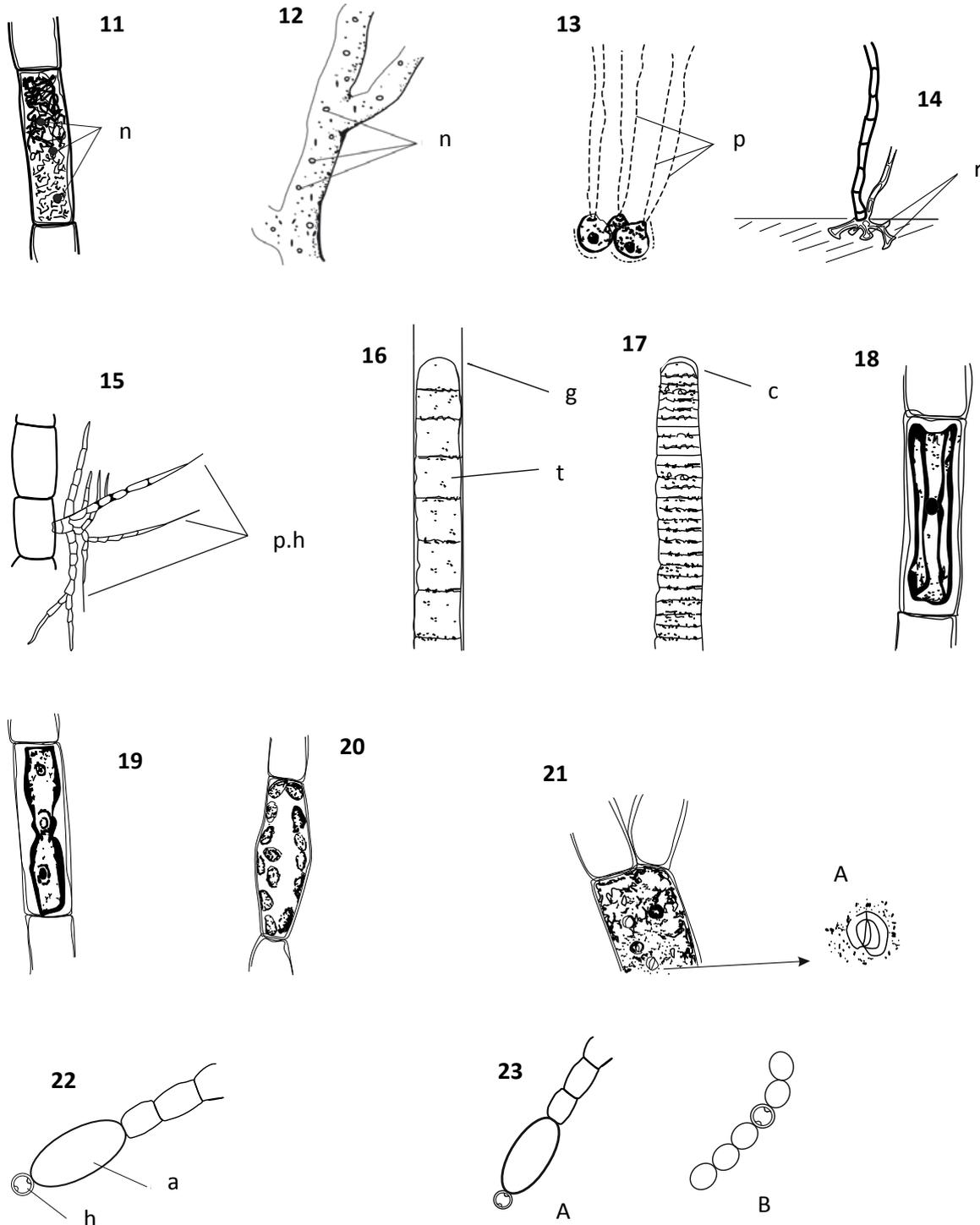
**Cladohalle** : **4.** cladohalle uniaxial à pleuridies indépendantes (synonyme : cladome), axe (a), pleuridies (p), **A** : aspect en coupe transversale - ex. *Batrachospermum* ; **5.** cladohalle uniaxial à pleuridies réunies en cortex, **A** : aspect en coupe transversale (d'après Chadefaud, 1960 in Rodriguez *et al.*, 1996) - ex. *Lemanea*.



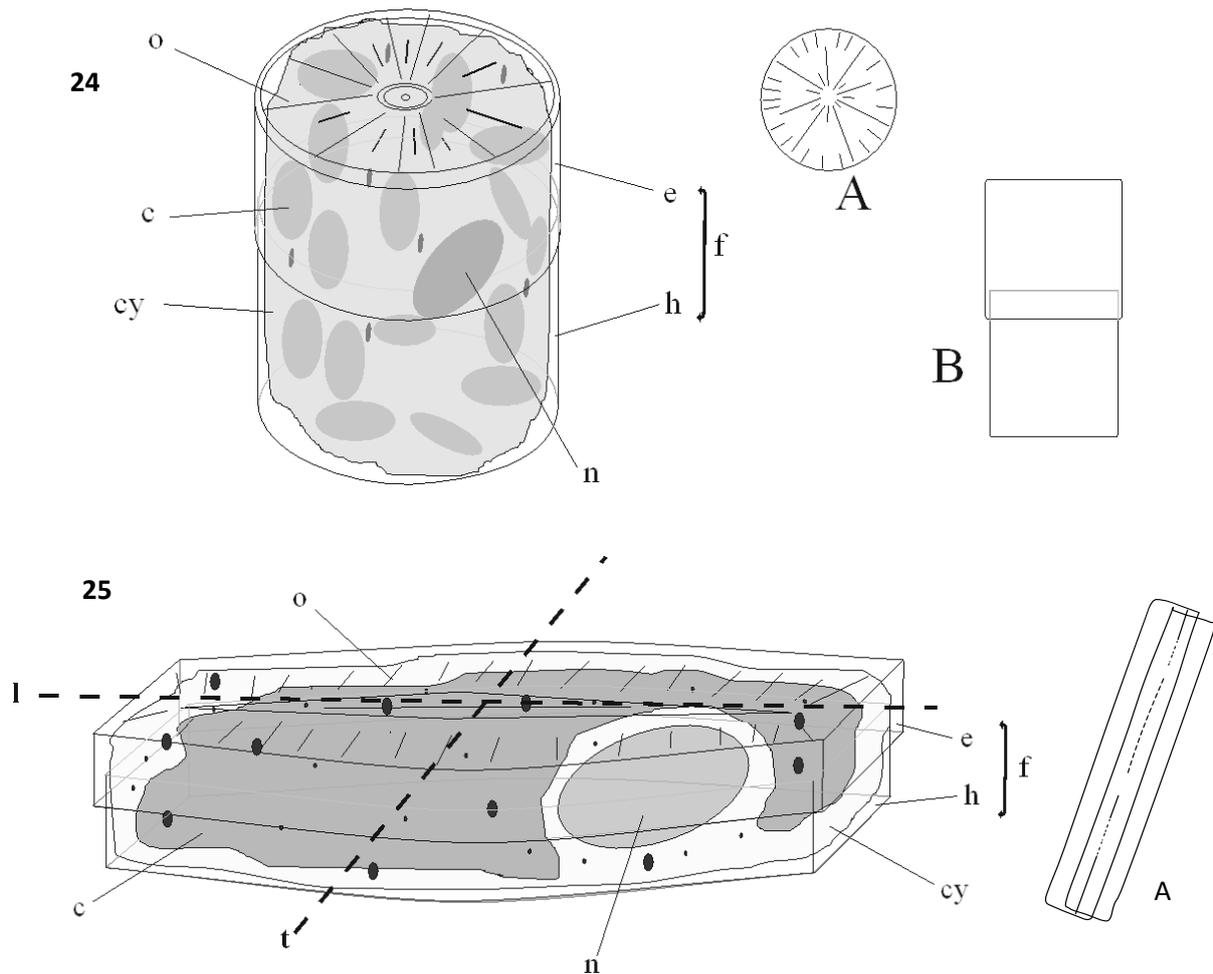
**Ramifications :** 6. alternes ; 7. opposées ; 8. verticillées ; 9. A : fausse ramification simple en V - ex. *Scytonema*, B : fausse ramification divergente de l'axe – ex. *Tolypothrix*, C : vraie ramification - ex. *Cladophora*.



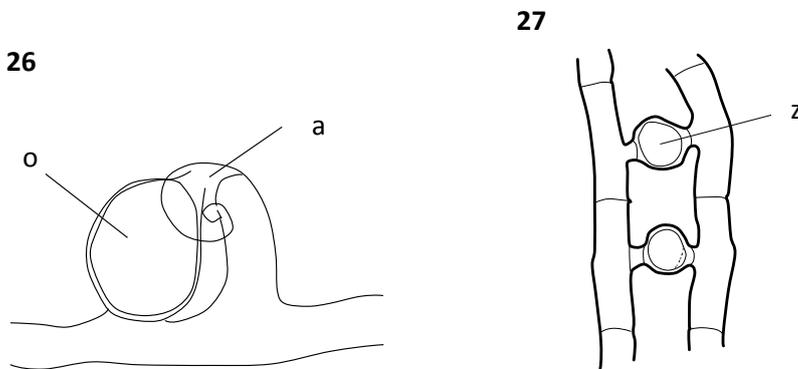
**Organisation cellulaire :** 10. cellule type algue verte, noyau (n), chloroplaste (c), cytoplasme (cy), inclusions cytoplasmiques (i), paroi cellulosique (p), membrane cellulaire (m).



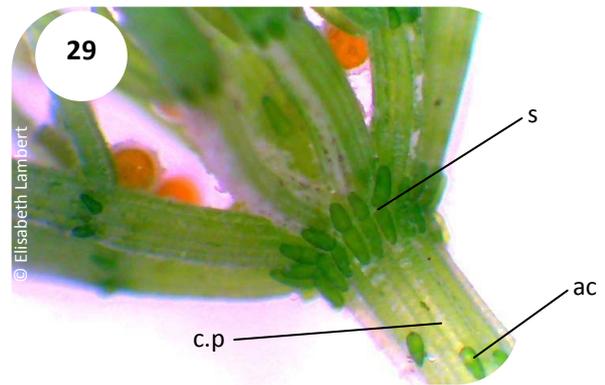
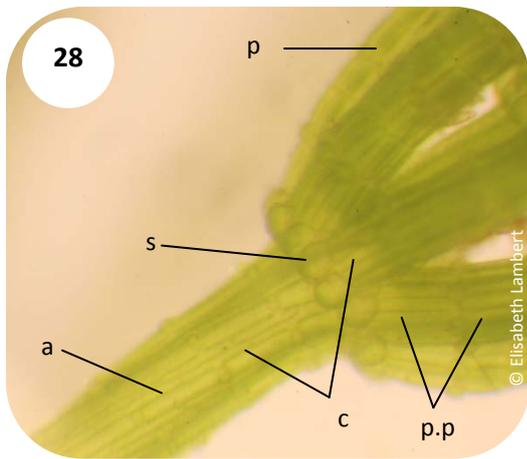
**Organisation cellulaire :** **11.** article plurinucléé (2 à 10 noyaux) (n) - ex. *Cladophora* ; **12.** thalle siphonné avec plusieurs noyaux (n) - ex. *Vaucheria* ; **13.** cellule avec pseudoflagelles (p) - ex. *Tetraspora* ; **14.** rhizoïdes (r) ; **15.** cellules terminales des ramifications effilées en poils hyalins (p.h) - ex. *Draparnaldia*, *Stigeoclonium*, *Chaetophora* ; **16.** filament de *Phormidium* composé d'un trichome (t) avec cellules isodiamétriques et d'une gaine (g) ; **17.** trichome d'*Oscillatoria* avec une calyptra (c) ; **18.** plaque pariétale ; **19.** plaque axiale - ex. *Mougeotia* ; **20.** plaques discoïdes - ex. *Tribonema* ; **21.** plaque réticulée - ex. *Cladophora*, **A** : pyrénocyste ; **22.** cellules différenciées chez les cyanobactéries, akinète (a) et hétérocyste (h) ; **23.** position de l'hétérocyste, **A** : terminal – ex. *Cylindrospermum*, **B** : intercalaire – ex. *Nostoc*.



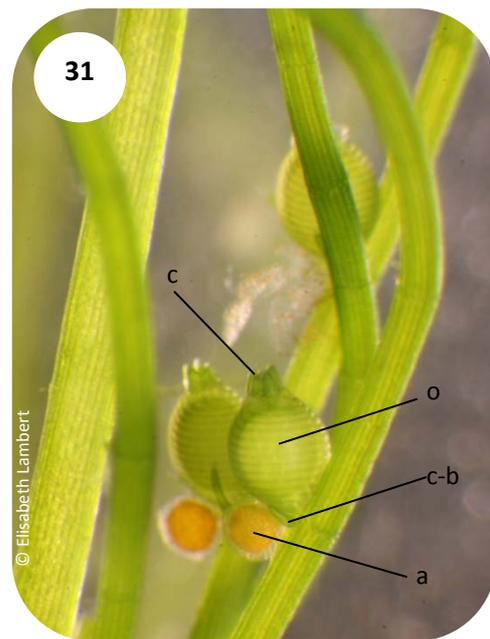
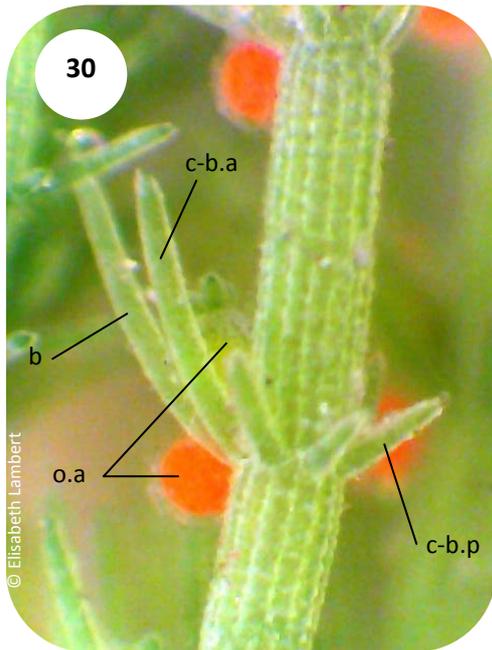
**Frustules de diatomées :** **24.** diatomée Centrophycidée (centrique), ornementation (o), chloroplaste (c), cytoplasme (cy), noyau (n), épithème (e), hypothème (h), frustule (f), **A** : vue valvaire, **B** : vue connective ; **25.** diatomée Pennatophycidée (pennée), axe longitudinal ou apical (l) et axe transversal ou transapical (t), **A** : vue connective.



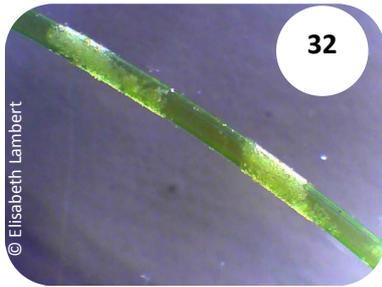
**Reproduction :** **26.** par oogamie, oogone (o), anthéridie (a) - ex. *Vaucheria* ; **27.** par conjugaison, zygote (z) - ex. *Spirogyra*.



**Organisation du genre *Chara* :** 28. axe principal et verticille de phylloïdes de characée cortiquée, axe principal (a), phylloïdes (p), stipulodes (s), cortications (c), phylloïde plurisegmenté (p.p) ; 29. *Chara* à cortication diplostique aulacanthée, acicule simple (ac), cortication primaire non proéminente (c.p), stipulodes sur 2 rangs (s).



**Organes reproducteurs du genre *Chara* :** 30. cellules bractées et bractéoles au nœud d'un phylloïde fertile du genre *Chara*, bractéole (b), cellule-bractée antérieure (c-b.a), cellule-bractée postérieure (c-b.p), oogone et anthéridie côté axe principal (o.a) ; 31. phylloïdes fertiles de *C. globularis*, coronule (c), oogone (o), cellule-bractée (c-b), anthéridie (a).



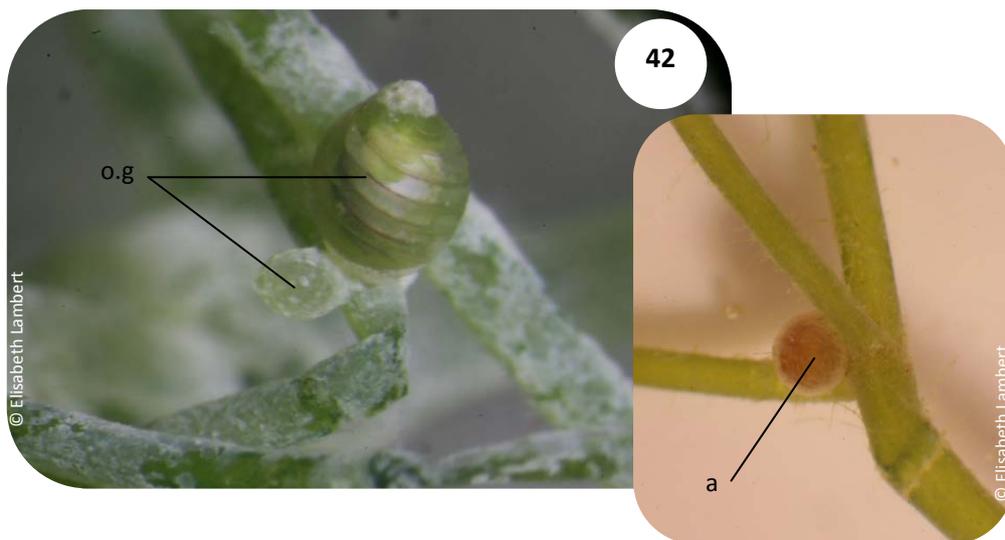
**Organisation du genre *Nitella* :** 32. Axe avec manchons de calcaire ; 33. absence de cortication et de stipulode ; 34. dactyle unicellulaire ; 35. phylloïdes, une à plusieurs fois ramifiés, non plurisegmentés ; 36. dactyle bicellulaire.



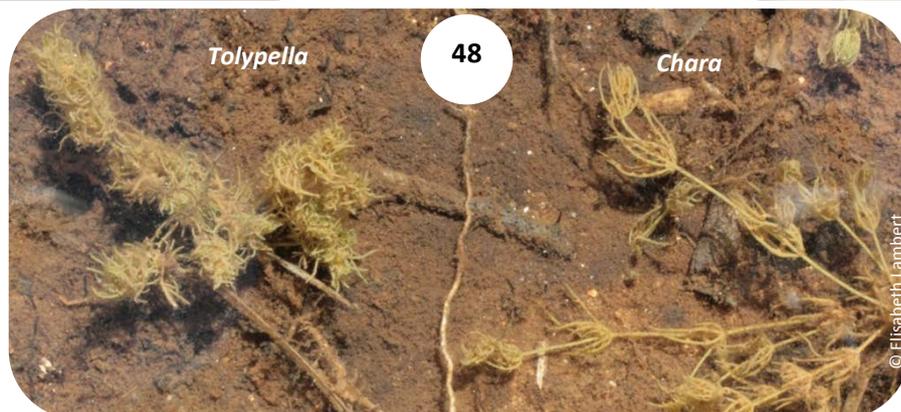
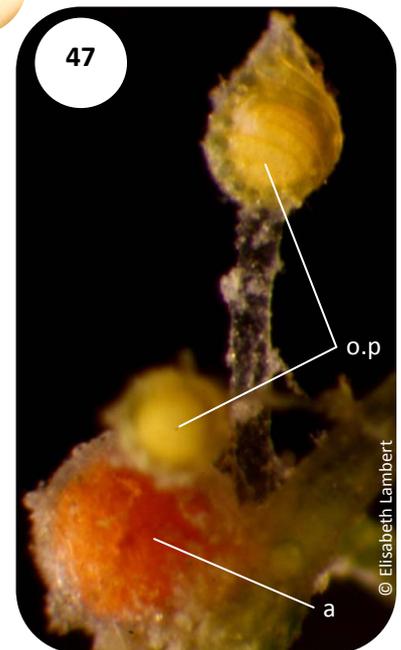
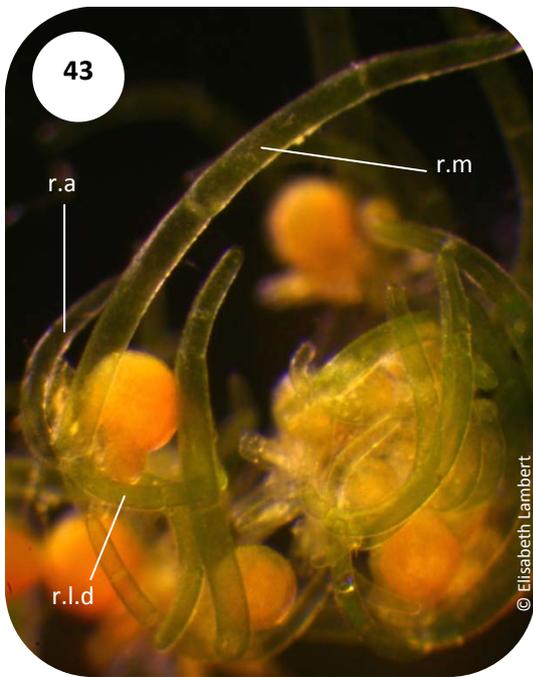
**Organes reproducteurs du genre *Nitella* :** 37. anthéridie et oogone de *N. mucronata* ; 38. pied femelle, oogones et futures oospores, avec mucilage autour des jeunes oogones (*N. syncarpa*) ; 39. pied mâle avec mucilage autour des jeunes anthéridies (*N. syncarpa*).



**Organisation de *Nitellopsis obtusa* :** 40a et b. phylloïdes et cellules-bractées, phylloïde plurisegmenté (p.p), cellule-bractée (c-b), cellules nodales (c.n) ; 41. bulbilles étoilés.



**Organes reproducteurs de *Nitellopsis obtusa* :** 42. organes reproducteurs, anthéridie (a), oogones géminés (o.g).



**Organisation de *Tolypella*** : **43.** phylloïde fertile plurisegmenté de *T. salina*, rayon primaire ou rachis médian (r.m), rayons secondaires : latéral droit (r.l.d) - abaxial (r.a), anthéridie en position latérale au nœud des rayons ; **44.** extrémité de phylloïde arrondie ; **45.** extrémité de phylloïde conique-aigüe ; **46.** observation de phylloïdes fertiles, tête dense portant oogones (o) et anthéridies (a) aux nœuds des rayons primaires et secondaires ; **47.** jeunes oogones pédicellés (o.p) et anthéridie (a) ; **48.** comparaison entre *Tolypella* et *Chara* en milieu naturel.

## ANNEXES

### Annexe 1 : modes de reproduction et cycles de développement

Quatre types de cellules reproductrices (sexuées ou non) sont mis en jeu :

- **les gamètes équationnels**, produits sans méiose par des individus haploïdes, engendrent 1 individu diploïde (Figure 3).

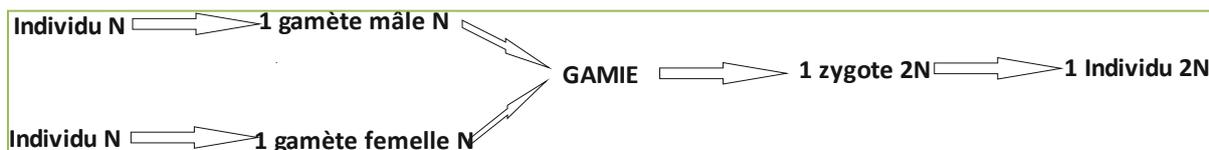


Figure 3 : cycle de développement à gamètes équationnels

- **les gamètes réductionnels**, produits après réduction chromatique d'individus diploïdes, donnent naissance en fusionnant à un nouvel individu diploïde (Figure 4).

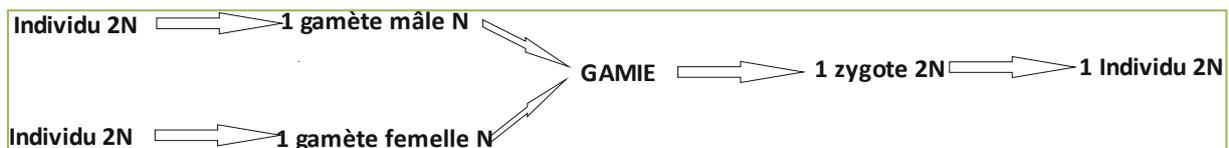


Figure 4 : cycle de développement à gamètes réductionnels

- **les spores équationnelles** (spores directes), produites sans méiose (Figure 5). Elles permettent aux individus diploïdes et haploïdes de se reproduire et de se multiplier sans fécondation. Les nouveaux individus sont alors identiques à ceux qui les ont engendrés.

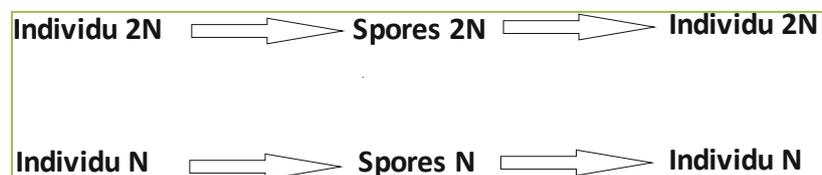


Figure 5 : cycle de développement à spores équationnelles

- **les spores réductionnelles** (spores méiotiques ou spores de passage), produites par un individu diploïde, avec réduction chromatique (méiose) sont haploïdes et engendrent un nouvel individu haploïde (Figure 6) ; elles assurent le passage par voie asexuée, de la phase diploïde à la phase haploïde.



Figure 6 : cycle de développement à spores réductionnelles

Sachant que chez les végétaux, une génération commence lorsque **le zygote ou la spore** germe et prend fin après l'apparition d'une nouvelle spore ou d'un nouveau zygote, les algues présentent, selon les espèces, des cycles de développement **monogénétiques**, **digénétiques** ou **trigénétiques** (Figure 7) comme chez certaines algues rouges floridées.

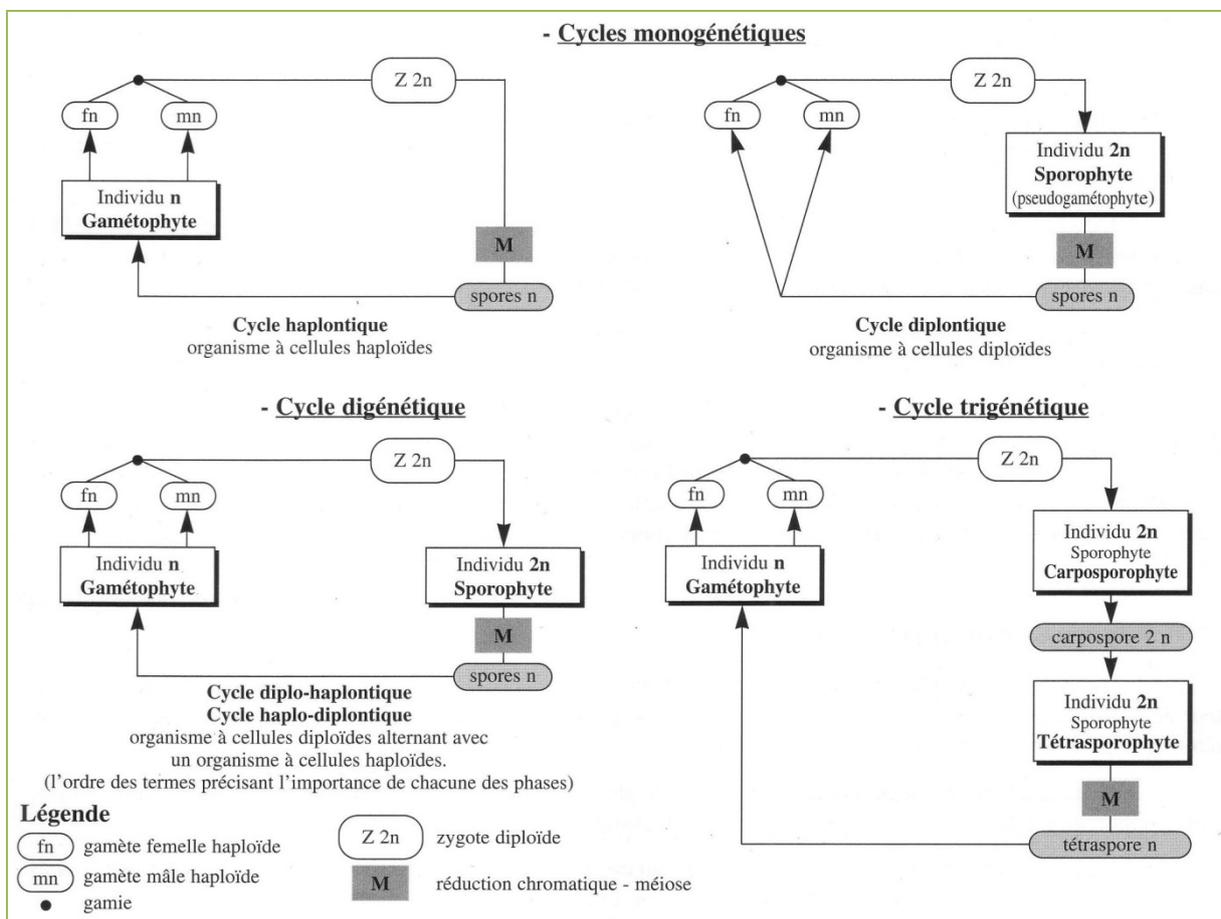


Figure 7 : schéma des différents cycles de développement présents chez les végétaux d'après Chadeffaud, 1960 in Rodriguez *et al.*, (1996)

**Annexe 2 : répartition du nombre de taxons d'algues dans les différents embranchements d'après De Reviere (2002, 2003) et Guiry *et al.* (2013). Seules les familles concernées par ce guide sont détaillées**

Embranchement	Classes	Ordres	Familles	Nombre de genres	Nombre d'espèces et taxons infraspécifiques
<b>CHAROPHYTA</b>	<b>6<sup>1</sup></b>				<b>4 190</b>
	Charophyceae	Charales	Characeae	6	613
			...		
	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	33	1 032
		....	....		
Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Klebsormidiaceae	3	23	
		...			
...	...	...			
<b>CHLOROPHYTA</b>	<b>8 ( 1)</b>				<b>5 405</b>
	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	68	172
			Schizomeridaceae	1	1
			...		
		Chlamydomonadales	Tetrasporaceae	17	35
			...		
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	4	623
		Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	14	83
			Microsporaceae	1	22
			...		
		....	....	....	
	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	17 (3)	287
			...		
		Ulothricales	Gloeotilaceae	2	4
			Gomontiaceae	6	40
			Ulothricaceae	31	121
		...			
Ulvales	Ulvaceae	17	137		
...	...				
...	...	....			
<b>CYANOBACTERIA</b>	<b>1</b>				<b>3 660</b>
	Cyanophyceae	Nostocales	Microchaetaceae	15	165
			Nostocaceae	31	434
			Rivulariaceae	23	244
			Scytonemataceae	13	136
		...			
Oscillatoriales	Ammatoideaceae	5	51		

			Oscillatoriaceae	33	237
			Phormidiaceae	28	423
			...		
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	19	346
			Schizothricaceae	3	102
	...	...			
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>	<b>20 (1)</b>				<b>12 598</b>
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	15	748
			Gomphonemateaceae	6	326
			...		
	...	...	...		
	Chrysophyceae	Hydrurales	Hydruraceae	5	5
		...	...		
	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	5	60
			...		
		....	....		
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	52	400
		Tabellariales	Tabellariaceae	3	25
		...	...		
	Phaeophyceae	Heribaudiellales (Incertae sedis)	Phaeostrophiacea	3	3
			...		
....		....			
Xanthophyceae	Tribonematales	Tribonemataceae	5	35	
		....			
	Vaucheriales	Vaucheriaceae	3	76	
...	...	...			
...	...	...			
<b>RHODOPHYTA</b>	<b>11 (1)</b>				<b>6 407</b>
	Bangiophyceae	Bangiiales	Bangiaceae	25	155
		....	...		
	Compsopogonophyceae	Compsopogonales	Compsopogonaceae	5	6
			...		
	....	....			
	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	10	256
		Batrachospermales	Batrachospermaceae	9	144
			Lemaneaceae	29	6
			....		
Hildenbrandiales		Hildenbrandiaceae		18	
Thorealess		Thoreaceae	4	14	
....	...				
...	...	...			

<sup>1</sup>nombre de classes dans l'embranchement (nombre de classes incertaines)

## CONSERVATEURS

Les produits conservateurs présentent tous une **grande toxicité**, notamment le **formol** dont l'utilisation devrait être bannie des protocoles. Dans le cas où ce produit est néanmoins utilisé ponctuellement, le choix de son emploi doit être fait à bon escient. C'est ainsi qu'il est tout à fait suffisant et conseillé de conserver les characées dans l'alcool à 60 °. D'autre part une méthode de conservation de courte durée est proposée ci-dessous pour les autres algues, compromis entre l'observation sur le frais, idéale et la longue conservation.

Il est dans tous les cas recommandé **de ne pas transporter d'échantillons formolés**, notamment par envoi postal. Le transfert *a posteriori* des échantillons dans l'alcool à 60 ° permet de pallier cet inconvénient.

*En parallèle ne pas omettre la réalisation complémentaire de clichés photographiques.*

### 1- Fixation de courte durée d'algues coloniales (max 1 mois)

- Solution iodo-iodurée de Lugol alcalin

- Iode cristallisée (I <sub>2</sub> )	10 g ;
- Iodure de potassium (IK)	20 g ;
- Eau distillée	200 ml ;
- Acétate de sodium (CH <sub>3</sub> COO-Na)	20 g.

Broyer au mortier I<sub>2</sub> et IK avec un peu d'eau. Compléter en eau distillée. Agiter jusqu'à complète dissolution. Puis ajouter l'acétate de sodium. Lorsque la solution est proche de la saturation, il convient d'éliminer tout précipité éventuel en faisant décanter la solution avant utilisation.

**Utilisation** : ajouter à l'eau de l'échantillon pour **une concentration finale de 0,5 %** soit environ **8 gouttes pour 100 ml**, obtention d'une couleur brun clair (whisky) et **agiter doucement** en retournant le flacon plusieurs fois. Si perte de cette couleur dans le temps alors ajouter quelques gouttes de plus.

Conserver l'échantillon à **l'abri de la lumière** et au frais, au maximum 1 mois, éventuellement ajouter 1 ou 2 gouttes si la couleur pâlit.

## 2- Fixation de longue durée (plusieurs mois, années)

### 2.1- Algues coloniales

- Solution de glutaraldéhyde

- Glutaraldéhyde à 50 % ;
- cacodylate de sodium.

Tamponner au cacodylate de sodium le glutaraldéhyde pour obtenir un pH neutre. À *préparer sous hotte avec protections adaptées (gants, lunettes...)*.

**Utilisation** : ajouter à l'eau de l'échantillon pour **une concentration finale de 0,5 %** et **agiter doucement** en retournant le flacon plusieurs fois.

- Solution de formol

- Solution de formol du commerce à 37 % de formaldéhyde.

Diluer la solution de formol à l'eau distillée pour **une concentration finale de 4 %**. À *préparer sous hotte avec protections adaptées (gants, lunettes...)*.

**Remarque** : Les solutions de formol du commerce sont toujours trop acides. Il est conseillé de les neutraliser de la manière suivante :

Ajouter quelques gouttes de rouge neutre jusqu'à l'obtention d'une teinte légèrement violacée.

Neutraliser ensuite avec une solution de borate de sodium (ou de carbonate de sodium), jusqu'au virage de l'indicateur à l'orangé.

**Utilisation** : ajouter à l'échantillon et **agiter doucement** en retournant le flacon plusieurs fois.

Après fixation (quelques semaines), l'échantillon peut être **transféré dans une solution alcoolique à 60 ° pour transport éventuel**. Ceci permet de minimiser les risques dus au transport de **produits toxiques**, lors d'envois postaux d'échantillons pour expertise par exemple. La mention de la fixation préalable au formol ou au glutaraldéhyde doit clairement être indiquée sur l'échantillon compte-tenu de la teneur résiduelle toujours présente.

## 2.2- Characées

- Solution alcoolique

Préparer une solution alcoolique de méthanol ou éthanol du commerce possédant une concentration finale de 60 %.

**Utilisation** : Prendre le flacon dans lequel il y a l'échantillon de characée, préalablement nettoyé (pas de vase, débris de bois ou d'autres plantes) avec un peu d'eau de l'échantillon et **ajouter la solution alcoolique à 60 %**.

## 3- Autre moyen de fixation

Une conservation de longue durée (plusieurs mois, années) peut être assurée par préparation de lames de microscopie, dans un milieu de montage adéquat, permettant à la fois la conservation et l'observation.

- Glycérol gélatiné

- flacon de glycérol gélatiné selon Kaiser pour la microscopie (100 ml).

**Utilisation** : Faire fondre le glycérol gélatiné au bain-marie à 60 °C ou à l'étuve à 40 °C jusqu'à l'obtention d'un liquide légèrement visqueux.

Le montage s'effectue en plaçant **une à deux gouttes de glycérol** avec une baguette de verre sur une lame portant l'échantillon bien étalé et sans eau.

On pose alors, avec précaution, une lamelle propre **sans emprisonner de bulles d'air** que l'on presse légèrement sur l'échantillon pour bien répartir le produit. Puis on laisse la préparation posée à plat jusqu'à solidification du glycérol pendant env. 20 à 30 min.

La lame peut être observée au microscope et conservée en boîte à lames (consultation ultérieure par un expert, constitution d'une collection de référence).

La conservation de photographies peut s'avérer suffisante pour certains types d'utilisation (traçabilité d'essais de routine par exemple). Il est toutefois nécessaire de s'assurer que ces photographies permettent d'identifier clairement les critères déterminants du taxon et l'on n'hésitera donc pas à multiplier les clichés pour un même échantillon. Elles devront être soigneusement référencées (site d'échantillonnage, échantillon prélevé, date).

#### 4- Consignes de sécurité

La plupart des produits utilisés dans les solutions de conservation sont **toxiques** ou **carcinogènes**.

Le **formol** est **toxique** par **inhalation**, par **ingestion** et par **contact** avec la peau. Il est classé depuis 2004 dans les **substances cancérigènes** (toxique de catégorie C).

Le **glutaraldéhyde** est **toxique** par **inhalation** et par **ingestion** et provoque des **brûlures**.

Leur manipulation doit donc suivre les **prescriptions de sécurité** correspondant à la **classe de ces substances**. On évitera bien entendu absolument l'ingestion, l'inhalation et le contact direct avec ces produits, leur épanchement dans la salle de travail ou dans le milieu naturel, tant lors de la préparation des solutions que de leur utilisation sur le terrain ou au laboratoire.

Les **fiches toxicologiques** des produits peuvent être téléchargées sur le site de l'INERIS à l'adresse <http://www.ineris.fr>.

### COLORANTS ET TRAITEMENT

#### 1- Solution de Lugol

Pour la préparation cf. ci-dessus.

**Action** : mise en évidence de l'**amidon**.

Coloration en **bleu noir** = amidon contenu dans les plastes des algues vertes.

Coloration **acajou** = amidon floridéen contenu dans les plastes des algues rouges.

**Utilisation** : ajouter **une à deux gouttes** de la solution sur une lame portant l'échantillon bien étalé sans eau. Laisser agir quelques minutes puis rincer.

Monter l'échantillon avec un peu d'eau entre lame et lamelle.

#### 2- Solution de bleu de méthylène

Dissoudre 0,5 à 1 g de poudre de bleu de méthylène dans 100 ml d'eau distillée jusqu'à l'obtention d'une solution bleu indigo.

**Action** : mise en évidence des **structures pariétales** (par exemple plastes pariétaux).  
Mordançage des **flagelles**.

**Utilisation** : ajouter **une à deux gouttes** de la solution sur une lame portant l'échantillon bien étalé sans eau. Laisser agir quelques minutes puis rincer.

Monter l'échantillon avec un peu d'eau entre lame et lamelle.

Remarque, la solution ne se conserve pas plus de trois mois.

### 3- Solution de carmin acétique de Sémichon<sup>10</sup>

- 4 g de carmin ;

- 100 ml d'eau acétique (45 % acide acétique).

Dans un récipient porter à ébullition l'eau acétique. Verser le carmin et faire mijoter la solution pendant 5 minutes. Après refroidissement, décantier et éventuellement filtrer. Conserver la solution dans un flacon en verre fumé.

**Action** : mise en évidence des **noyaux** qui apparaissent en rouge.

**Utilisation** : on effectue la coloration par **chauffage** modéré d'une lame portant l'échantillon bien étalé sans eau et une à deux gouttes de la solution. Rincer puis monter l'échantillon avec un peu d'eau entre lame et lamelle.

### 4- Traitement des algues incrustantes

Utiliser une solution commerciale d'EDTA ou de complexe III

**Action** : dissolution des agrégats carbonatés.

**Utilisation** : Laisser plusieurs heures, voire une nuit, les colonies dans une solution d'EDTA ou de complexe III. Rincer à l'eau distillée.

---

<sup>10</sup> Ne pas confondre avec le liquide de Sémichon contenant de l'acétate de cuivre et du formol qui sert à la fixation des macrophytes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aboal M., 1992. A new species of *Zygnema* (Zygnematales, Chlorophyceae) from Southeastern Spain. *Algological Studies 65 / Archiv für Hydrobiologie, Supplement Volumes*, 93, 23-28.
- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 1996. *Eutrophisation des milieux aquatiques : bilan des connaissances et stratégies de lutte*, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 31 p.
- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2000. *Les rivières eutrophisées prioritaires du SDAGE - stratégies d'actions*, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 56 p.
- Anonyme, 2003, Qualité de l'eau - Eau d'origine naturelle, In: Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR), AFNOR, 28.
- Anonyme, 2011. Global Invasive Species Database. <http://www.issg.org/database>, <<http://www.issg.org/database>>.
- Anonymous, 1966. Observations on an occurrence of *Leptomitus lacteus* in Wisconsin. *Mycologia*, 58 (6), 976-978.
- Aubert M., 2009. *Développement de bactéries filamenteuses (Sphaerotilus natans) dans le canal de rejet du site industriel de Pardies. Partie N°1: compréhension du phénomène*, Bureau d'études en écologie & hydrobiologie, Saint-Sulpice-de-Faleyrens, 31 p.
- Baffico G.D., 2010. Epilithic Algae Distribution Along a Chemical Gradient in a Naturally Acidic River, Río Agrio (Patagonia, Argentina). *Microbial ecology*, 59, 533-545.
- Bailly G., Schaefer O., 2010. *Guide illustré des characées du nord-est de la France*, Conservatoire botanique national de Franche-Comté, Besançon, 96 p.
- Bellinger E.G., 1992. *A key to common algae : freshwater, estuarine and some coastal species*, Institution of Water and Environmental Management, 138 p.
- Beltrami M.E., Blanco S., Ciutti F., Cappelletti C., Monauni C., Pozzi S., Rimet F., Ector L., 2008. Distribution and ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt (Bacillariophyta) in Trentino watercourses (Northern Italy). *Cryptogamie algologie*, 29 (2), 141-160.
- Berry H.A., Lembi C.A., 2000. Effects of temperature and irradiance on the seasonal variation of a *Spirogyra* (Chlorophyta) population in a Midwestern lake (U.S.A.). *Journal of Phycology* (36), 841-851.
- Bhatt J., Bhaskar A., Pandit M., 2008. Biology, distribution and ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt an abundant diatom from the Indian Himalayan rivers. *Aquatic Ecology*, 42 (3), 347-353.
- Blanco S., Ector L., 2009. Distribution, ecology and nuisance effects of the freshwater invasive diatom *Didymosphenia geminata* (lyngbye) M. Schmidt: A literature review. *Nova Hedwigia*, 88 (3-4), 347-422.
- Boedeker C., 2010. The attached form of the endangered freshwater alga *Aegagropila linnaei* Kützing (Chlorophyta) is found in the Zuideindigerwiede, The Netherlands (English). *Aquatic Botany*, 92 (1), 75-77.

- Bourrelly P., 1966. *Tome I : Les algues vertes*, N. Boubée & Cie, Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique, Boubée, Paris, 511 p.
- Bourrelly P., 1968. *Tome II : Les algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées*, N. Boubée & Cie, Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique, Boubée, Paris, 438 p.
- Bourrelly P., 1970. *Tome III : Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines*, N. Boubée & Cie, Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique, Boubée, Paris, 512 p.
- Bourrelly P., 1988. *Tome I. Les algues vertes. Compléments à la 1re, 2e et 3e édition, 1*, Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique., N. Boubée, Paris 182 p.
- Bourrelly P., 1990. *Tome I : Les algues vertes, 1*, N. Boubée et Cie, Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique, Boubée, Paris, 569 p.
- Branco L., Pereira JL, 2002. Evaluation of seasonal dynamics and bioindication potential of macroalgal communities in a polluted tropical stream. *Archiv für Hydrobiologie*, 155 (1), 147-161.
- Branson J., 2006. *Didymosphenia geminata economic impact assessment*, New Zealand Institute of Economic Research (NZIER), 20 p.
- Breton G., 2014. Introduction de l'algue rouge *Compsopogon aeruginosus* (J. Agardh) Kützing dans le port de Rouen, Normandie, France. *Hydroécologie appliquée*, 18, 15-22.
- British Columbia Ministry of Environment, 2011. *Didymosphenia geminata* in British Columbia Streams, B.C. Ministry of Environment, <[http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/didy\\_bcstrms.html](http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/didy_bcstrms.html)>.
- Caffrey J., Monahan C., Tierney D., 2006. Factors influencing the distribution of aquatic plant communities in Irish canals. *In: Hydrobiologia*, 570, Macrophytes in Aquatic Ecosystems : From Biology to Management Proceedings of the 11th International Symposium on Aquatic Weeds, European Weed Research Society, Springer Netherlands, pp. 133-139.
- Cambra J., Aboa M., 1992. Filamentous green algae of Spain: distribution and ecology. *Limnética*, 8 (2), 13-220.
- Cavalier-Smith T., 2004. Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 271, 1251-1262.
- Cazaubon A., Loudiki M., 1985. Ecologie d'*Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) Breb. (Rhodophyte Floridéophycée) en Provence et en Corse. *Revue des Sciences de l'Eau*, 4, 311-323.
- Çelekli A., Külköylüoğlu O., 2007. On the relationship between ecology and phytoplankton composition in a karstic spring (Çepni, Bolu). *Ecological Indicators*, 7 (2), 497-503.
- Çevik F., Whitton B.A., Öztürk O., 2007. A New Genus Record for the Freshwater Algal Flora of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 31, 149-152.
- Compère P., 1986. *T.1 Cyanophyceae*, Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique, Jardin Botanique National de Belgique, Meise, BEL, 120 p.
- Compère P., 1991a. *T.3 Rhodophytes*, Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique, Jardin Botanique National de Belgique, Meise, BEL, 55 p.

- Compère P., 1991b. Taxonomic and nomenclature notes on some taxa of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyceae). *Belgian Journal of Botany*, 21-26.
- Cooke W.B., 1963. *A laboratory guide to fungi in polluted waters, sewage, and sewage treatment systems. Their identification and culture*, 999, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Division of Water Supply and Pollution Control, Public Health Service Publication Cincinnati, 132 p.
- Corillion R., 1975. *Flore et végétation du Massif armoricain. Tome IV Flore des charophytes (characées) du Massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale*, Jouve, Paris, 216 p.
- Cox E.J., 1996. *Identification of freshwater diatoms from live material*, Chapman & Hall, London, GBR, 158 p.
- Crawford R.M., 1978. Taxonomy and classification of diatom genus *Melosira* C. A. Agardh .III. *Melosira lineata* (Dillw.) C. A. Ag. and *Melosira varians* C. A. Ag. *Phycologia*, 17 (3), 237-250.
- Damska I., 1964. *Charophyta - Ramienice*, Polska Akademia Nauk, Flora Slodkowodna Polski, Instytut Botaniki, Warszawa, 126 p.
- De Reviere B., 2002. *Biologie et phylogénie des algues : t.1*, Belin Sup Sciences : biologie, Belin, Paris, 352 p.
- De Reviere B., 2003. *Biologie et phylogénie des algues : t.2*, Belin Sup Sciences : biologie, Belin, Paris, 255 p.
- de Vries P.J.R., de Smet S.J.M., van der Heide J., 1985. Effects of phosphorus and nitrogen enrichment on the yield of some strains of *Stigeoclonium* Kütz. (Chlorophyceae). *Freshwater biology*, 15 (1), 95-103.
- Descy J.P., 1973. La végétation algale benthique de la Meuse belge et ses relations avec la pollution des eaux. *Lejeunia revue de botanique, Nouvelle Série* (66), 1-62.
- Dillard G.E., 1989a. *Freshwater algae of the southeastern United States. Part. 2 Chlorophyceae: Ulotrichales, Microsporales, Cylindrocapsales, Sphaeropleales, Chaetophorales, Cladophorales, Schizogoniales, Siphonales and Oedogoniales*, Bibliotheca phycologica, band 83, J. Cramer, Berlin, DEU, 248 p.
- Dillard G.E., 1989b. *Freshwater algae of the southeastern United States: part. 1 Chlorophyceae: Volvocales, Tetrasporales and Chlorococcales*, Bibliotheca phycologica, band 81, J. Cramer, Berlin, DEU, 278 p.
- Dillard G.E., 1990. *Freshwater algae of the southeastern United States: part. 3 Chlorophyceae: Zygnematales: Zygnemataceae, Mesotaeniaceae and Desmidiaceae (Section 1)*, Bibliotheca phycologica, band 85, J. Cramer, Berlin, DEU, 278 p.
- Dillard G.E., 1999. *Common freshwater algae of the United States: an illustrated key to the genera (excluding the diatoms)*, J. Cramer, Berlin, DEU, 173 p.
- Dodds W.K., 1991. Factors associated with dominance of the filamentous green alga *Cladophora glomerata*. *Water Research*, 25 (11), 1325-1332.
- Dodds W.K., Gudder D.A., 1992. The ecology of *Cladophora*. *Journal of Phycology*, 28, 415-427.

- Drummond C.S., Hall J., Karol K.G., Delwiche C.F., McCourt R.M., 2005. Phylogeny of *Spirogyra* and *Sirogonium* (Zygnematophyceae) based on rbcL sequence data. *Journal of Phycology*, 41 (5), 1055-1064.
- Eloranta P., Kwandrans J., 2004. Indicator value of freshwater red algae in running waters for water quality assessment. *International Journal of Oceanography and Hydrology*, 13 (1), 47-54.
- Eloranta P., Kwandrans J., 2007. *Freshwater red algae (rhodophyta): identification guide to european taxa, particularly to those found in Finland*, Botanical Museum, Helsinki, FIN, 103 p.
- Eloranta P., Kwandrans J., Kusel Fetzmann E., Büdel B., Gärtner G., Krienitz L., Preisig H.R., Schagerl M., 2011. *Rhodophyta and phaeophyceae*, Süßwasserflora von Mitteleuropa Freshwater flora of Central Europe 7, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, DEU, 155 p.
- Ensminger I., Hagen C., Braune W., 2000. Strategies providing success in a variable habitat: I. Relationships of environmental factors and dominance of *Cladophora glomerata*. *Plant, Cell and Environment*, 23 (10), 1119-1128.
- Ensminger I., Hagen C., Braune W., 2001. Strategies providing success in a variable habitat: III. Dynamic control of photosynthesis in *Cladophora glomerata*. *Plant, Cell and Environment*, 24 (8), 769-779.
- Entwisle T.J., 1998. Batrachospermaceae (Rhodophyta) in France : 200 years of study. *Cryptogamie. Algologie*, 19 (1-2).
- Ettl H., 1978. *Xanthophyceae: 1. Teil*, Süßwasserflora von Mitteleuropa 3, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, DEU, 530 p.
- Ettl H., Gärtner G., 1987. Taxonomic and nomenclatural changes and descriptions of new taxa of the Tetrasporales, Chlorococcales and Gloeodendrales (Chlorophyta, Chlamydomonadales and Chlorophyceae). *Nova Hedwigia*, 44 (3-4), 509-517.
- European Parliament, 2000. *Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*, Journal Officiel, Communauté Européenne, Bruxelles, 72 p.
- Felzines J.C., Lambert E., 2012. Contribution au prodrome des végétations de France: les *Charetea fragilis* F. Fukarek 1961. *Journal Botanique Société Botanique de France*, 59, 133-188.
- Ferreira M.T., Franco A., Catarino L., Moreira I., Sousa P., 1999. Environmental factors related to the establishment of algal mats in concrete irrigation channels. *Hydrobiologia*, 415 (0), 163-168.
- Filkin N.R., Vis M.L., 2004. Phenology of *Paralemanea annulata* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in an Ohio woodland stream. *Hydrobiologia*, 518, 159-168.
- Fjerdingstad E., 1965. Taxonomy and saprobic valency of Benthic Phytomicroorganisms. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 50, 475-604.
- Flory J.E., Hawley G.R.W., 1994. A *Hydrodictyon reticulatum* bloom at Loe Pool, Cornwall. *European Journal of Phycology*, 29 (1), 17-20.

- Francke J.A., Simons J., 1984. Morphology and systematics of *Stigeoclonium* Kützing (Chaetophorales). In: *Systematics of the Green Algae*. (Irvine D.E.G. & John D.M. ed.), Academic Press, London, pp. 363-377.
- Frey W., 2012. *Syllabus of plant families: Adolf Engler's syllabus der pflanzenfamilien. Part 1/1 Blue-green algae, Myxomycetes and myxomycete-like organisms, phytoparasitic protists, heterotrophic Heterokontobionta and Fungi p.p*, 13th ed., Borntraeger, Stuttgart, DEU, 178 p.
- Gaudillat V., Haury J., Barbier B., Peschadour F., Bardat J., Bioret F., Botté F., Bouillet V., Cornier T., Delahaye T., Dupieux N., de Foucault B., Grillas P., Lambert E., Guerlesquin M., Guyot I., Lacoste A., Lazare J.-J., Le Clainche N., Muller S., Plaige V., Rameau J.-C., Yavercovski N., 2002. *Tome 3: Habitats humides*, Cahiers d'habitats Natura 2000 "Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire", La documentation française, Paris, 457 p.
- Gayral P., 1975. *Les Algues : morphologie, cytologie, reproduction, écologie*, Doin, Paris, 166 p.
- Germain H., 1981. *Flore des diatomées Diatomophycées - eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale*, Société Nouvelle des Editions Boubée, Faunes et flores actuelles, Paris, 444 p.
- Germain H., 1987. 2 species of *Tabellaria* (Bacillariophyceae) in Western France. *Cahiers De Biologie Marine*, 28 (2), 291-295.
- Gibson M.T., Whitton B.A., 1987a. Influence of phosphorus on morphology and physiology of freshwater *Chaetophora*, *Draparnaldia* and *Stigeoclonium* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Phycologia*, 26 (1), 59-69.
- Gibson M.T., Whitton B.A., 1987b. Hairs, phosphatase activity and environmental chemistry in *Stigeoclonium*, *Chaetophora* and *Draparnaldia* (Chaetophorales). *European Journal of Phycology*, 22 (1), 11-22.
- Gillis C.A., Chalifour M., 2010. Changes in the macrobenthic community structure following the introduction of the invasive algae *Didymosphenia geminata* in the Matapedia River (Québec, Canada). *Hydrobiologia*, 647 (1), 63-70.
- Graham J.M., Graham L.E., 1987. Growth and reproduction of *Bangia atropurpurea* (Roth) C. Ag. (Rhodophyta) from the Laurentian Great Lakes. *Aquatic Botany*, 28 (3-4), 317-331.
- Graham J.M., Kranzfelder J.A., Auer M.T., 1985. Light and temperature as factors regulating seasonal growth and distribution of *Ulothrix zonata* (Ulvophyceae). *Journal of Phycology*, 21 (2), 228-234.
- Graham L.E., Wilcox L.W., 2000. *Algae*, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 640 p.
- Gray N.F., 1985. Heterotrophic slimes in flowing waters. *Biological Reviews*, 60 (4), 499-548.
- Greenwood J.L., Lowe R.L., 2006. The effects of pH on a periphyton community in an acidic wetland, USA. *Hydrobiologia*, 561, 71-82.
- Greuter W., McNeill J., Barrie F.R., Burdet H., Demoulin V., Filgueiras T., Nicholson D., Silva P., Skog J., Trehane P., Turland N., Liparis Hawksworth D., 2000. *International code of botanical nomenclature (Saint Louis Code)*, Sixteenth International Botanical Congress, July-August 1999, Saint Louis, Missouri, 474 p.

- Groves J., Bullock-Webster G.R., 1920, reprint 1971. *Vol I Nitelleae ; Vol II Chareae*, The British Charophyta, 411 p.
- Guiry M.D., Guiry G.M., 2013. *AlgaeBase*, World-wide electronic publication, <<http://www.algaebase.org/>>.
- Gutowski A., Foerster J., 2009. *Benthische Algen ohne Diatomeen und Characeen : Bestimmungshilfe*, 474 p.
- Gutowski A., Foerster J., Schaumburg J., 2004. The use of benthic algae, excluding diatoms and charales, for the assessment of the ecological status of running freshwaters : a case history from Germany. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 32 (2), 3-15.
- Hainz R., Wöber C., Schagerl M., 2009. The relationship between Spirogyra (Zygnematophyceae, Streptophyta) filament type groups and environmental conditions in Central Europe. *Aquatic Botany*, 91 (3), 173-180.
- Hall J., Payne G., 1997. Factors controlling the growth of field populations of *Hydrodictyon reticulatum* in New Zealand. *Journal of Applied Phycology*, 9 (3), 229-236.
- Hambrook J.A., Sheath R.G., 1991. Reproductive ecology of the freshwater red alga *Batrachospermum boryanum* Sirodot in a temperature headwater stream. *Hydrobiologia*, 218 (3), 233-246.
- Häusler J., Ettl H., Gerloff J., Heynig H., 2009. *Schizomycetes: Bakterien*, Süßwasserflora von Mitteleuropa band 20, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, DEU, 588 p.
- Hawes I., Smith R., 1993. Influence of environmental factors on the growth in culture of a New Zealand strain of the fast-spreading alga *Hydrodictyon reticulatum* (water-net). *Journal of Applied Phycology*, 5 (4), 437-445.
- Hendry G.S., Janhurst S., Horsnell G., 1982. Some effects of pulp and paper wastewater on microbiological water quality of a river. *Water Research*, 16 (7), 1291-1295.
- Higgins S.N., Malkin S.Y., Howell E.T., Guildford S.J., Campbell L., Hecky R.E., 2008. An ecological review of *Cladophora glomerata* (Chlorophyta) in the Laurentian Great Lakes. *Journal of Phycology*, 44, 839–854.
- Hoffmann L., 1987. Répartition et écologie d'*Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Agardh (Rhodophyceae) en Belgique et au Grand-Duché de Luxembourg. *Dumortiera*, 38, 9-11.
- Hoffmann L., 2008. *Cyanoprokaryota*, Algological studies, 265 p.
- Hoshaw R.W., 1986. Sexual cycles and their implications for systematics in *Sirogonium* (Zygnemataceae, Chlorophyta). *Phycologia*, 25 (3), 371-378.
- Houk V., Klee R., 2007. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions Part II Melosiraceae and Aulacoseiraceae (Supplement to Part I). *Fottea, Journal of the Czech phycological society*, 7 (2), 85-255.
- Irfanullah I., Moss B., 2005. A filamentous green algae-dominated temperate shallow lake: Variations on the theme of clear-water stable states? *Archiv für Hydrobiologie*, 163, 25-47.
- Islam A.K.M.N., 1963 *A revision of the genus Stigeoclonium*, 10, Beiheft zur Nova Hedwigia, J. Cramer, Weinheim, 165 p.

- Jafari N.G., Gunale V.R., 2006. Hydrobiological Study of Algae of an Urban Freshwater River. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 10 (2), 153-158.
- Jha S., 2010. New Record of Some Zygnemataceae from Nepal and Bihar, India. *Vegetos - An International Journal of Plant Research*, 23 (1), 53-61.
- John D.M., Johnson L.R., Moore J.A., 1989. Observations on *Thorea ramosissima* Bory (Batrachospermales, Thoreaceae), a freshwater red alga rarely recorded in the British Isles. *British Phycological Journal*, 24 (1), 99-102.
- John D.M., Whitton B.A., Brook A.J., 2003. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*, Cambridge University Press, Cambridge, 702 p.
- John D.M., Whitton B.A., Brook A.J., 2011. *The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae. Second Edition*, Cambridge University Press, Cambridge, 878 p.
- John D.M., Douglas G.E., Brooks S.J., Jones G.C., Ellaway J., Rundle S., 1998. Blooms of the water net *Hydrodictyon reticulatum* (Chlorococcales, Chlorophyta) in a coastal lake in the British Isles: their cause, seasonality and impact. *Biologia*, 53 (4), 537-545.
- Johnstone I.M., 1978. Phenotypic Plasticity in *Draparnaldia* (Chaetophoraceae). II. The Physical Environment and Conclusions. *American Journal of Botany*, 65 (6), 608-614.
- Kelly M., 2000. Identification of common benthic diatoms in river. *Field Studies*, 9, 583-700.
- Kelly M.G., 2003. Short term dynamics of diatoms in an upland stream and implications for monitoring eutrophication. *Environmental Pollution*, 125 (2), 117-122.
- Kelly M.G., Bennion H., Cox E.J., Goldsmith B., Jamieson J., Juggins S., Mann D.G., Telford R.J., 2005. Common freshwater diatoms of Britain and Ireland: an interactive key., <<http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/index.html>>.
- Keshri J.P., 2010. Contribution to our knowledge of Ulotrichales (Chlorophyta) of West Bengal, India. *Algological Studies*, 133, 29-41.
- Khanum A., Bot.Bull. Academia Sinica, 23, 89-104, 1982. An ecological study on freshwater algal mats. *Botanic Bulletin of Academia Sinica*, 23.
- Kilroy C., 2004. *A new alien diatom, Didymosphenia geminata (Lyngbye) Schmidt: its biology, distribution, effects and potential risks for New Zealand fresh waters.*, NIWA (National Institute of Water and Atmospheric Research), New Zealand, 34 p.
- Kilroy C., Bothwell M., 2011. Environmental control of stalk length in the bloom-forming, freshwater benthic diatom *Didymosphenia geminata* (Bacillariophyceae). *Journal of Phycology*, 47 (5), 981-989.
- Kinross J., 2011. Algal Web. <http://www.algalweb.net/algweb2.htm>, <<http://www.algalweb.net/algweb2.htm>>.
- Kiziewicz B., 2004. Aquatic fungi and fungus-like organisms in the bathing sites of the river Supraśl in Podlasie Province of Poland. *Mycologia Balcanica*, 1, 77-83.
- Kjeldsen K., Iversen T.M., Thorup J., Lund-Thomsen P., 1996. Three-year study of benthic algal spring bloom development in a small, Danish lowland stream. *Hydrobiologia*, 335, 183-192.

- Klug J.L., Fischer J.M., 2000. Factors influencing the growth of *Mougeotia* in experimentally acidified mesocosms. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57, 538-547.
- Kociolek J.P., Stoermer E.F., 1991. Taxonomy and ultrastructure of some *Gomphonema* and *Gomphoneis* taxa from the upper Laurentian Great-Lakes. *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique*, 69 (7), 1557-1576.
- Kociolek J.P., Kingston J.C., 1999. Taxonomy, ultrastructure, and distribution of some gomphonemoid diatoms (Bacillariophyceae : Gomphonemataceae) from rivers in the United States. *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique*, 77 (5), 686-705.
- Komarek J., Anagnostidis K., 2005. *Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales*, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, Süßwasserflora von Mitteleuropa 19, Elsevier, München, 759 p.
- Komarek J., Hauer T., 2013. CyanoDB.cz - Online database of cyanobacterial genera, Worldwide electronic publication, Worldwide electronic publication, <<http://cyanodb.cz/>>.
- Krammer K., 1997. *Die cymbelloiden diatomeen: eine monographie der weltweit bekannten taxa : teil 1 allgemeines und Encyonema part*, Bibliotheca diatomologica, band 36, J. Cramer, Berlin, DEU, 382 p.
- Krammer K., Lange Bertalot H., 1999. *Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae*, Süßwasserflora von Mitteleuropa 2, Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, Berlin, Allemagne, 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 2004. *Bacillariophyceae. Teil 3 : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*, Süßwasserflora von Mitteleuropa 2, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 576 p.
- Kraszňai E., Osváth R., Buday T., I. P., P. T., 2009. Adatok a *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) J. Agardh, vörösmozzat hazai előfordulásához. *Kitaibelia*, 14 (1), 32-34.
- Krause W., 1997. *Charales (Charophyceae)*, 18, Süßwasserflora von Mitteleuropa, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, DEU, 202 p.
- Krishnamurthy V., 1962. The morphology and taxonomy of the genus *Compsopogon* Montagne. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 58 (372), 207-222.
- Krizmanić J., Subakov-Simić G., Karadžić V., 2008. Supplementary notes on the distribution of *Hydrurus foetidus* (Vill.) Trevisan (Chrysophyta) in Serbia. *Archives of Biological Sciences Belgrade*, 60 (2), 13-14.
- Kučera P., Marvan P., 2004. Taxonomy and distribution of *Lemanea* and *Paralemanea* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in the Czech Republic. *Preslia, Praha*, 76, 163-174.
- Kučera P., Grulich V., Fránková M., Bureš P., 2008. Distribution of freshwater red algal family Lemaneaceae (Rhodophyta) in the Czech Republic: an update. *Fottea*, 8 (2), 125-128.
- Kumano S., 2002. *Freshwater Red Algae of the World*, Biopress Limited, Biopress Ltd., Bristol, 375 p.
- Kwandrans J., Eloranta P., 2010. Diversity of freshwater red algae in Europe. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 39 (1), 161-169.
- Lambert E., 2002. Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes faiblement acides à faiblement alcalines. Fiche 3140-2. In: *Cahiers d'habitats Natura 2000 "Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire"* (La documentation Française ed.), Tome 3 Habitats humides, pp. 107 - 111.

- Lambert E., Guerlesquin M., 2002a. Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques. Fiche 3140-1. In: *Cahiers d'habitats Natura 2000 "Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire"* (La documentation Française ed.), Tome 3 Habitats humides, pp. 101-106.
- Lambert E., Guerlesquin M., 2002b. Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara spp.* Fiche 3140. In: *Cahiers d'habitats Natura 2000 "Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire"* (La documentation Française ed.), Tome 3 Habitats humides, pp. 97-100.
- Lambert E., Desmots D., Le Bail J., Mouronval J.-B., Felzines J.-C., 2013. *Tolypella salina* R. Cor. on the French Atlantic coast: biology and ecology. *Acta Botanica Gallica*, 160 (2), 107-119.
- Lange-Bertalot H., 1988. The genus *Tabellaria* with special reference to *Tabellaria ventricosa* Kützing (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia*, 46 (3-4), 413-431.
- Leclercq L., 1977. Végétation et caractéristiques physico-chimiques de deux rivières de haute-Ardenne (Belgique) : la Helle et la Roer Supérieure. *Lejeunia revue de botanique, Nouvelle Série*, 88, 1-42.
- Laghari S.M., Sahito G.N., Hayee-Memon A., Khuhawar M.Y., Mastoi G.M., 1997. Fresh water red algae in water effluents of thermal power house at Jamshoro, Sindh, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 29 (1), 151-160
- Leitao M., Couté A., 2005. *Guide pratique des cyanobactéries planctoniques du Grand Ouest de la France.*, DEPEE-DLM Honfleur, Eau et Santé, Agences de l'Eau Seine Normandie, Honfleur, 64 p.
- Lindstrøm E.A., Johansen S.W., Saloranta T., 2004. Periphyton in running waters - long-term studies of natural variation. *Hydrobiologia*, 521 (1-3), 63-86.
- Ling H.U., Tyler P.A., 2000. *Australian freshwater algae (exclusive of diatoms)*, Bibliotheca phycologica, band 105, J. Cramer, Berlin, DEU, 643 p.
- Lokhorst G.M., 1996. Comparative taxonomic studies on the genus *Klebsormidium* (Charophyceae) in Europe. In: *Cryptogamic studies*, 5, VCH Publishers, pp. 1-132.
- Lukavsky J., 1970. Morphological variability and reproduction of the algal *Binuclearia tectorum* under natural conditions. *Nova Hedwigia*, 19, 189-193.
- Mareš J., Leskinen E., Sitkowska M., Skácelová O., Blomster J., 2011. True identity of the european freshwater *Ulva* (Chlorophyta, Ulvophyceae) revealed by a combined molecular and morphological approach. *Journal of Phycology*, 47 (5), 1177-1192.
- Mathey A., 1993. *Etude biologique et écotoxicologique de la chlorophycée Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerh., génératrice d'une fleur d'eau.*, Thèse de doctorat, Sci. agron. : INPL, Nancy, 213 p.
- Metzeltin D., Lange-Bertalot H., 1995. Critical-evaluation of the taxa *Didymosphenia* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia*, 60 (3-4), 381-405.
- Michetti K.M., Leonardi P.I., Cáceres E.J., 2010. Morphology, cytology and taxonomic remarks of four species of *Stigeoclonium* (Chaetophorales, Chlorophyceae) from Argentina. *Phycological Research*, 58 (1), 35-43.

- Moore J.A., 1986. *Charophytes of Great Britain and Ireland*, Botanical society of the British Isles, London, GBR, 140 p.
- Mouronval J.-B., Baudouin S., 2010. *Plantes aquatiques de Camargue et de Crau*, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Paris, 120 p.
- Mrozinska T., 1993. A preliminary investigation of the taxonomical classification of the genus *Bulbochaete* Agardh (Oedogoniales, Chlorophyta) based on the phylogenetic relationship. *Archiv für Protistenkunde*, 143 (1-3), 113-123.
- Mrozińska T., 1991. A preliminary investigation of the taxonomical classification of the genus *Oedogonium* Link (Oedogoniales) based on the phylogenetic relationship. *Archiv für protistkunde*, 139 (1-4), 85-101.
- Necchi O.J., 2004. Light-Related Photosynthetic Characteristics of Lotic Macroalgae. *Hydrobiologia*, 525 (1), 139-155.
- Necchi O.J., 2005. Light-related photosynthetic characteristics of freshwater rhodophytes. *Aquatic Botany*, 82 (3), 193-209.
- Necchi O.J., Zecchi M.R., 1997. *Audouinella macrospora* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) is the 'Chantransia' stage of *Batrachospermum* (Batrachospermaceae). *Phycologia*, 36, 220-224.
- Necchi O.J., Oliveira M.C., 2011. Phylogenetic affinities of "Chantransia" stages in members of the Batrachospermales and Thoreaales (Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 47, 680–686.
- Necchi O.J., Sheath R.G., Cole K.M., 1993. Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 2. The bluish species. *Algological Studies*, 71, 13-21.
- Necchi O.J., Branco C.C.Z., Gomes R.R.V., 1999. Microhabitat and plant structure of *Compsopogon coeruleus* (Compsopogonaceae, Rhodophyta) populations in streams from São Paulo State, southeastern Brazil. *Cryptogamie algologie*, 20 (2), 75-87.
- Necchi O.J., Spezamiaglio D.N., Branco C.C., Branco L.H., 2002. Taxonomy and ecological distribution of the genus *Microspora* (Microsporaceae, Chlorophyta) in lotic ecosystems of Sao Paulo State, Southeastern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie. Supplement band, Algological studies*, 143, 39-50.
- North American Lake Management Society, 2008-2009. Basic Information on Cyanobacteria <<http://www.nalms.org/nalmsnew/nalms.aspx?subcatid=65&Sid=3>>.
- Novis P.M., 2006. Taxonomy of *Klebsormidium* (Klebsormidiales, Charophyceae) in New Zealand streams and the significance of low-pH habitats. *Phycologia*, 45 (3), 293-301.
- Parker J.E., Maberly S.C., 2000. Biological response to lake remediation by phosphate stripping : control of *Cladophora*. *Freshwater biology (Print)*, 44 (2), 303-309.
- Parodi E., Caceres E., 1993. Life history of freshwater populations of *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Cladophorales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology*, 28 (1), 69-74.
- Parr L.B., Perkins R.G., Mason C.F., 2002. Reduction in photosynthetic efficiency of *Cladophora glomerata*, induced by overlying canopies of *Lemna spp.* (English). *Water research (Oxford)*, 36 (7), 1735-1742.

- Pascher A., Heering W., 1914. Chlorophyceae III : Ulothricales, Mikrosporales, Oedogoniales. *In: Die Süßwasser-Flora, Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, heft 6, 6*, Jena, Fischer, p. 450.
- Peltre M.-C., Dutartre A., Barbe J., Ollivier M., Petitdidier D., Thiebaut G., Moreau A., Mütterlein C., Lagrange C., Muller S., Haury J., Trémolières M., 1997. *Biologie et écologie des espèces végétales aquatiques proliférantes en France - Synthèse bibliographique (G.I.S. Macrophytes des eaux continentales)*, N° 68, Les Etudes des Agences de l'eau, Agence de l'eau Artois Picardie, Douai, 199 p.
- Peltre M.C., Leglize L., Salleron J.L., 1993. Végétation fixée et phosphore en petit cours d'eau. Conséquences d'une réduction des apports. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, 331, 357-371.
- Pentecost A., 1984. *Introduction to freshwater algae*, Richmond Publishing Co, Richmond, GBR, 247 p.
- Pereira J.L., Branco L.H.Z., 2005. Aspectos taxonômicos de *Schizomeris* Kützing (Chaetophorales, Chlorophyta). *Revista Brasileira de Botânica*, 28, 305-318.
- Pereira J.L., Branco L.H.Z., 2007. Influência do nitrato e fosfato no crescimento de *Schizomeris leibleinii* Kützing (Chaetophorales, Chlorophyta). *Acta Botanica Brasilica*, 21, 155-162.
- Pierre J.-F., 1970. Répartition des algues dans quelques formations saumâtres en Lorraine. *Bulletin trimestriel de l'Académie et de la Société Lorraine des Sciences*, 9 (1), 168-173.
- Pierre J.-F., 1971. Sur un problème de colmatage de prises d'eau par des algues. *Technique de l'eau et de l'assainissement*, 303, 1-5.
- Pierre J.-F., 1994. Etude algologique du bassin de la Moder. *Bulletin de l'Académie Lorraine des Sciences*, 33 (1), 41-51.
- Pierre J.-F., 1997. Formations saumâtres en Lorraine : Etude algologique de trois stations inédites. *Bulletin de l'Académie Lorraine des Sciences*, 36 (1), 21-28.
- Pierre J.-F., 2001. *Catalogue des algues du nord-Est de la France et des régions attenantes, 1959-2001. Mémoire*, 40, Bulletin de l'Académie Lorraine des Sciences, 100 p.
- Pierre J.-F., 2005. Formations saumâtres et salées de la vallée de la Meurthe. I. Influence des rejets industriels. *Bulletin de l'Académie Lorraine des Sciences*, 44 (1-4), 36-47.
- Pitcairn C.E.R., Hawkes H.A., 1973a. The ecology of *Cladophora* in chalk streams, *In: Seminar on the ecology of chalk streams*, pp. 1-11, Water Resources Board.
- Pitcairn C.E.R., Hawkes H.A., 1973b. The role of phosphorus in the growth of *Cladophora*. *Water Research*, 7 (1-2), 159-171.
- Poussard G., Rivas J., Lascombe C., 1988. *L'eutrophisation dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse*, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 149 p.
- Prescott G.W., 1962. *Algae of the western great lakes area*, WM. C. Brown Company Publishers, Dubuque, USA, 977 p.
- Prescott G.W., 1978. *How to Know the Freshwater Algae. Third Edition*, W. C. Brown Compagny Publisher, Dubuque, Iowa, 293 p.

- Printz H., 1964. Die Chaetophorales der Binnengewässer Eine systematische Übersicht. *Hydrobiologia*, 24 (1-2), 1-376.
- Ramanathan K.R., 1964. *Ulotrichales*, Indian council of agricultural research, New Delhi, IND, 188 p.
- Ranković B., 2004. The fungal community of Lake Sjenica, Serbia. *Journal of freshwater ecology*, 19 (2), 325-332.
- Reddy P., Venkateswarlu V., 1985. Ecological studies in the paper mill effluents and their impact on the river Tungabhadra: Heavy metals and algae. *Proceedings: Plant Sciences*, 95 (3), 139-146.
- Reymond O., Straub F., Preisig H.R., 1998. *Chrysonobula holmesii* Lund (Algae : Chrysophyceae), Première mention en Suisse. *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, 121, 69-77.
- Rheinheimer G., 1974. *Aquatic microbiology*, John Wiley & sons, London, GBR, 184 p.
- Rieth A., 1980. *Xanthophyceae: 2. Teil*, Süßwasserflora von Mitteleuropa 4, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, DEU, 147 p.
- Riethmüller A., Gründel A., Langer E., 2006. The seasonal occurrence of the sewage fungus *Leptomitus lacteus* (Roth) C. Agardh in stagnant and running waters of different water chemistry of Hesse and Thuringia, Germany. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 34 (1-2), 58-66.
- Rindi F., Guiry M.D., López-Bautista J.M., 2008. Distribution, morphology and phylogeny of *Klebsormidium* (Klebsormidiales, Charophyceae) in urban environments in Europe. *Journal of Phycology*, 44 (6), 1529-1540.
- Rodriguez S., Vergon J.-P., 1996. *Guide pratique de détermination générique des algues macroscopiques d'eau douce*, Ministère de l'Environnement - DIREN Franche-Comté, Besançon, 110 p.
- Rost A., Fritsen C., Davis C., 2011. Distribution of freshwater diatom *Didymosphenia geminata* in streams in the Sierra Nevada, USA, in relation to water chemistry and bedrock geology. *Hydrobiologia*, 665 (1), 157-167.
- Sabater S., Gregory S.V., Sedell J.R., 1998. Community dynamics and metabolism of benthic algae colonizing wood and rock substrata in a forest stream. *Journal of Phycology*, 34 (4), 561-567.
- Sarma P., 1986. The freshwater Chaetophorales of New Zealand. *Beihefte Nova Hedwigia*, 58, 1-169.
- Schaumburg J., Schranz C., Foerster J., Gutowski A., Hofmann G., Meilinger P., Schneider S., Schmedtje U., 2004. Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the water framework directive. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, 34 (4), 283-301.
- Schneider S., Lindstrøm E.-A., 2011. The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia*, 665 (1), 143-155.

- Schubert H., Blindow I., 2004. *Charophytes of the Baltic Sea*, 19, The Baltic Marine Biologists Publication, Gantner Verlag, 325 p.
- Sellier Y., Lambert E., 2012. *Initiation à l'étude des characées. Exemple appliqué à la réserve naturelle du Pinail*, GEREPI, 69 p.
- Service régional de l'aménagement des eaux (SRAE) Franche-Comté, 1989. *Les algues filamenteuses benthiques du bassin du Doubs - Historique et conditions de développement*, 93 p.
- Sheath R.G., Cole K.M., 1984. Systematics of *Bangia* (Rhodophyta) in North America I. Biogeographic trends in morphology. *Phycologia*, 23 (3), 383-396.
- Sheath R.G., Vis M.L., 1992. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in north America. 1. Section contorta. *Journal of Phycology*, 28, 237-246.
- Sheath R.G., Kaczmarczyk D., Cole K.M., 1993a. Distribution and systematics of freshwater *Hildenbrandia* (Rhodophyta, hildenbrandiales) in North-America. *European Journal of Phycology*, 28 (2), 115-121.
- Sheath R.G., Vis M.L., Cole K.M., 1993b. Distribution and systematics of the freshwater red algal family Thoreaceae in North America. *European Journal of Phycology*, 28 (4), 231-241.
- Simić S., 2007. Morphological and ecological characteristics of rare and endangered species *Lemanea fluviatilis* (Linné) c. Ag. (Lemaneaceae, Rhodophyta) on new localities in Serbia *Kragujevac Journal of Science*, 29 97-106.
- Simić S., 2008. New find of the rare and endangered species *Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh (Rhodophyta) in Serbia. *Archives of Biological Sciences Belgrade*, 60 (4), 727-731.
- Simons J., van Beem A.P., 1990. *Spirogyra* species and accompanying algae from pools and ditches in The Netherlands. *Aquatic Botany*, 37 (3), 247-269.
- Simons J., van Beem A.P., de Vries P.J.R., 1986. Morphology of the prostrate thallus of *Stigeoclonium* (Chlorophyceae, Chaetophorales) and its taxonomic implications. *Phycologia*, 25 (2), 210-220.
- Simpson P.S., Eaton J.W., 1986. Comparative studies of the photosynthesis of the submerged macrophyte *Elodea canadensis* and the filamentous algae *Cladophora glomerata* and *Spirogyra* sp. *Aquatic Botany*, 24, 1-12.
- Škaloud P., 2006. Variation and taxonomic significance of some morphological features in European strains of *Klebsormidium* (Klebsormidiophyceae, Streptophyta). *Nova Hedwigia*, 83 (3-4), 533-550.
- Skulberg O.M., Carmichael W.W., Codd G.A., Skulberg R., 1993. Taxonomy of Toxic Cyanophyceae (Cyanobacteria). In: *Algal toxins in seafood and drinking water* (Falconer R. ed.), Academic Press, London, pp. 145-164.
- Sparrow F.K., 1960. *Aquatic Phycomycetes. 2nd revised edition*, The University of Michigan Press, 1187 p.
- Spaulding S.A., Lubinski D.J., Potapova M., 2010. Diatoms of the United States, <<http://westerndiatoms.colorado.edu/>>.

- Starmach K., 1972. *Chlorophyta III. Zielenice nitkowate: Ulotrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales*, Tom 10, Flora slodkowodna Polski., Warszawa & Krakow: Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, 750 p.
- Stevens A.E., McCarthy B.C., Vis M.L., 2001. Metal Content of *Klebsormidium*-Dominated (Chlorophyta) Algal Mats from Acid Mine Drainage Waters in Southeastern Ohio. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 128 (3), 226-233.
- Stevenson R.J., Rier S.T., Riseng C.M., Schultz R.E., Wiley M.J., 2006. Comparing effects of nutrients on algal biomass in streams in two regions with different disturbance regimes and with applications for developing nutrient criteria. *Hydrobiologia*, 561, 149–165.
- Stoermer E.F., Qi Y.Z., Ladewski T.B., 1986. A quantitative investigation of shape variation in *Didymosphenia* (Lyngbye) M-Schmidt (Bacillariophyta). *Phycologia*, 25 (4), 494-502.
- Stoyneva M.P., Vanhoutte K., Vyverman W., 2006. First record of the tropical invasive alga *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne (Rhodophyta) in Flanders (Belgium). *In: Advances in Phycological Studies*, Pensoft Publishers, pp. 203-212.
- Swale E.M.F., 1962. The Development and Growth of *Thorea ramosissima* Bory. *Annals of Botany*, 26 (1), 105-116.
- Swale E.M.F., 1963. Notes on the morphology and anatomy of *Thorea ramosissima* Bory. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 58 (374), 429-434.
- Szymanska H., Werblan-Jakubiec H., 1999. Some rare species of algae from the Biebrza Fens, Poland. *Arch. Hydrobiol. (Suppl. Algal. Stud.)*, 128, 103-118.
- Taylor B.R., Garbary D.J., Miller A., Barlocher F., 2009. Metabolism and ecology of the water mould, *Leptomitus lacteus* (Oomycota), blooming in winter in a Nova Scotia stream. *Fundamental and Applied Limnology*, 175 (2), 171-180.
- Ten Cate J.H., Simons J., Schreurs H., 1991. Periphytic macro- and microalgae in dutch freshwater ditches and their significance as ecological indicators of water quality. *Archiv für Hydrobiologie*, 122 (3), 275-296
- Thirb H.H., Benson-Evans K., 1983. Studies on the life cycle of *Lemanea* using natural and artificial substrates. *Hydrobiologia*, 98, 119-124.
- Thirb H.H., Benson-Evans K., 1985. The effect of water temperature, current velocities and suspended solids on the distribution, growth and seasonality of *Lemanea fluviatilis* (C. Ag.), Rhodophyta, in the River Usk and other South Wales rivers. *Hydrobiologia*, 127, 63-78.
- Tiwari M.G., 1994. New record of *Schizomeris lieblinii* (alga) from polluted habitats of south Chotanagpur, Bihar. *Journal of Ecobiology*, 6 (1), 71-72.
- Tomás P., Oscoz J., Durán C., Fernández D., Marín J.P., 2010. Distribution of the bloom-forming diatom *Didymosphenia geminata* in the Ebro River basin (Northeast Spain) in the period 2006-2009. *Aquatic Invasions*, 5 (3), 285-289.
- United States Environment Agency, 2011. *Didymosphenia geminata* : A nuisance freshwater alga, <<http://www.epa.gov/region8/water/didymosphenia/>>.
- Urrea-Clos G., Sabater S., 2009. Comparative study of algal communities in acid and alkaline waters from Tinto, Odiel and Piedras river basins (SW Spain). *Limnetica*, 28 (2), 261-272.

- van Beem A.P., J. S., 1988. Growth and morphology of *Draparnaldia mutabilis* (Chlorophyceae, Chaetophorales) in synthetic medium. *British Phycological Journal*, 23 (2), 143-151.
- van den Hoek C., 1963. *Revision of the european species of Cladophora*, E.J. Brill, Leiden, NLD, 300 p.
- van Veen W.L., Mulder E.G., Deinema M.H., 1978. The *Sphaerotilus-Leptothrix* Group of Bacteria. *Microbiological Reviews*, 42 (2), 329-356.
- Verb R.B., Vis M.L., 2005. Periphyton assemblages as bioindicators of mine-drainage in unglaciated western Allegheny Plateau lotic systems. *Water, Air, and Soil Pollution*, 161, 227-265.
- Vis M.L., Sheath R.G., 1992a. Systematics of the freshwater red algal family Lemnaceae in North America. *Phycologia*, 31 (2), 164-179.
- Vis M.L., Sheath R.G., Cole K.M., 1992b. Systematics of the freshwater red algal family Compsopogonaceae in North America. *Phycologia*, 31 (6), 564-575.
- Vivier P., Manguin E., 1943. Les algues d'eau douce et leur intérêt en pisciculture. *Bull. Fr. Piscic.* (129), 137-155.
- Wehr J.D., Perrone A.A., 2003a. A new record of *Heribaudielia fluviatilis*, a freshwater brown alga (Phaeophyceae), from Oregon. *Western North American Naturalist*, 63 (4), 517-523.
- Wehr J.D., Sheath R.G., 2003b. *Freshwater algae of North America: ecology and classification*, Academic press, Amsterdam, NLD, 918 p.
- Whitton B., Ellwood N., Kawecka B., 2009. Biology of the freshwater diatom *Didymosphenia*: a review. *Hydrobiologia*, 630 (1), 1-37.
- Whitton B.A., 1970. Biology of *Cladophora* in freshwaters. *Water Research*, 4 (7), 457-476.
- Whitton B.A., Boulton P.N.G., Clegg E.M., Gemmell J.J., Graham G.G., Gustar R., Moorhouse T.P., 1998. Long-term changes in macrophytes of British rivers: 1. River Wear. *The Science of The Total Environment*, 210-211, 411-426.
- Williams D.M., 1990. Cladistic-analysis of some fresh-water araphid diatoms (Bacillariophyta) with particular reference to *Diatoma* and *Meridion*. *Plant Systematics and Evolution*, 171 (1-4), 89-97.
- Winter U., Kirst G.O., Grabowski V., Heinemann U., Plettner I., Wiese S., 1999. Salinity tolerance in *Nitellopsis obtusa*. *Australian Journal of Botany*, 47 (3), 337-346.
- Wood R.D., Imahori K., 1962a. *Iconography of the Characeae*, Vol. II, A Revision of the Characeae, Cramer Ed., Weinheim, 395 p.
- Wood R.D., Imahori K., 1962b. *Monography of the Characeae*, Vol. I, A Revision of the Characeae, Cramer Ed., Weinheim, 903 p.
- Wurtz A., 1957. *Champignons, bactéries et algues des eaux polluées*, Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, Conseil Supérieur de la Pêche, Paris, 52 p.
- Zanini B.L.H., Pereira J.L., 2002. Evaluation of seasonal dynamics and bioindication potential of macroalgal communities in a polluted tropical stream. *Archiv für Hydrobiologie*, 155 (1), 147-161.

Zucchi M.R., Necchi O.J., 2001. Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture. *Phycological Research*, 49 (2), 103-114.

Zucchi M.R., Necchi O.J., 2003. Blue-greenish acrochaetoid algae in freshwater habitats are Chantransia stages of Batrachospermales sensu lato (Rhodophyta). *Cryptogamie algologie*, 24 (2), 117-131.

## TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE.....	6
1. INTRODUCTION .....	9
2. ORGANISATION ET CLASSIFICATION .....	11
3. ÉLÉMENTS DE BIOLOGIE GÉNÉRALE.....	12
3.1. MODE DE NUTRITION .....	12
3.2. REPRODUCTION ET CYCLES DE DÉVELOPPEMENT .....	13
3.2.1. Reproduction asexuée.....	13
3.2.2. Reproduction sexuée.....	13
3.2.3. Cycles de développement ou alternance de générations.....	14
3.3. ÉLÉMENTS DE MORPHOLOGIE .....	15
4. ÉLÉMENTS D'ÉCOLOGIE.....	15
4.1. FACTEURS CLIMATIQUES.....	16
4.1.1. Éclairage.....	16
4.1.2. Température .....	16
4.1.3. Influence saisonnière et interannuelle .....	17
4.2. TYPE ET QUALITÉ D'EAU .....	17
4.3. CONDITIONS HABITATIONNELLES .....	18
4.3.1. Substrat .....	18
4.3.2. Vitesse de courant.....	19
4.3.3. Hauteur d'eau.....	19
4.4. SITUATION AU SEIN DE L'ÉDIFICE BIOLOGIQUE .....	19
5. RÉCOLTE, CONSERVATION ET TECHNIQUES D'OBSERVATION.....	20
5.1. RÉCOLTE DES ÉCHANTILLONS.....	20
5.2. SUBSTRATS ÉCHANTILLONNÉS .....	21
5.3. RÉFÉRENCIAGE DES ÉCHANTILLONS .....	21
5.4. TRANSPORT ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS.....	22
5.5. EXAMEN DE L'ÉCHANTILLON.....	22

6. CLÉ DE DÉTERMINATION .....	24
6.1. CLÉ GÉNÉRALE .....	26
6.2. ALGUES VERTES : ORDRE DES CHARALES (= CHAROPHYTES s.s.), UNE FAMILLE : CHARACEAE .....	27
6.3. ALGUES VERTES : EMBRANCHEMENTS DES CHLOROPHYTA ET CHAROPHYTA .....	29
6.4. ALGUES ROUGES : EMBRANCHEMENT DES RHODOPHYTA .....	35
6.5. ALGUES BRUNES ET JAUNES : EMBRANCHEMENT DES HETEROKONTOPHYTA.....	37
6.6. ALGUES BLEUES : EMBRANCHEMENT DES CYANOBACTERIA .....	40
6.7. BACTÉRIES ET CHAMPIGNONS FILAMENTEUX : EMBRANCHEMENTS DES PROTEOBACTERIA ET OOMYCOTA .....	43

7. FICHES GÉNÉRIQUES.....	44
---------------------------	----

### **Les algues vertes : CHLOROPHYTA, CHAROPHYTA (embranchements)**

<i>Binuclearia</i> .....	48
<i>Bulbochaete</i> .....	50
<i>Chaetophora</i> .....	52
<i>Cladophora</i> .....	54
<i>Draparnaldia</i> .....	56
<i>Gongrosira</i> .....	58
<i>Hydrodictyon</i> .....	60
<i>Klebsormidium</i> .....	62
<i>Microspora</i> .....	64
<i>Monostroma</i> .....	66
<i>Mougeotia</i> .....	68
<i>Oedogonium</i> .....	70
<i>Rhizoclonium</i> .....	72
<i>Schizomeris</i> .....	74
<i>Sirogonium</i> .....	76
<i>Spirogyra</i> .....	78
<i>Stigeoclonium</i> .....	80
<i>Tetraspora</i> .....	82
<i>Ulothrix</i> .....	84
<i>Ulva</i> .....	86
<i>Zygnema</i> .....	88

### Les characées : CHARALES (ordre)

<i>Chara</i> .....	90
<i>Nitella</i> .....	92
<i>Nitellopsis (obtus)</i> .....	94
<i>Tolypella</i> .....	96

### Les algues rouges : RHODOPHYTA (embranchement)

<i>Audouinella</i> .....	98
<i>Bangia</i> .....	100
<i>Batrachospermum</i> .....	102
<i>Compsopogon</i> .....	104
<i>Hildenbrandia</i> .....	106
<i>Lemanea</i> .....	108
<i>Thorea</i> .....	110

### Les algues brunes : HETEROKONTOPHYTA (embranchement)

<i>Heribaudiella</i> .....	112
<i>Hydrurus</i> .....	114
<i>Tribonema</i> .....	116
<i>Vaucheria</i> .....	118

### Les diatomées : DIATOMEAE (sous-embranchement)

<i>Diatoma</i> .....	120
<i>Didymosphenia</i> .....	122
<i>Encyonema</i> .....	124
<i>Gomphonema / Gomphoneis</i> .....	126
<i>Melosira</i> .....	128
<i>Tabellaria</i> .....	130

### Les algues bleues : CYANOBACTERIA (embranchement)

<i>Cylindrospermum</i> .....	132
<i>Homoeothrix</i> .....	134
<i>Lyngbya</i> .....	136
<i>Nostoc</i> .....	138
<i>Oscillatoria</i> .....	140

<i>Phormidium</i> .....	142
<i>Plectonema</i> .....	144
<i>Rivularia</i> .....	146
<i>Schizothrix</i> .....	148
<i>Scytonema</i> .....	150
<i>Tolypothrix</i> .....	152

### **Bactéries filamenteuses : PROTEOBACTERIA (embranchement)**

<i>Sphaerotilus</i> .....	154
---------------------------	-----

### **Champignons filamenteux : OOMYCOTA (embranchement)**

<i>Leptomitus</i> .....	156
-------------------------	-----

GLOSSAIRE .....	158
-----------------	-----

GLOSSAIRE ILLUSTRÉ .....	168
--------------------------	-----

ANNEXES.....	176
--------------	-----

Annexe 1 : modes de reproduction et cycles de développement .....	176
---	-----

Annexe 2 : répartition du nombre de taxons d'algues dans les différents embranchements d'après De Reviens (2002, 2003) et Guiry <i>et al.</i> (2013) .....	178
--	-----

Annexe 3 : conservateurs, colorants et traitement employés en algologie .....	180
---	-----

BIBLIOGRAPHIE.....	185
--------------------	-----





La **détermination des algues macroscopiques d'eau douce**, est-ce si difficile que cela ?

**À la lecture de cet ouvrage vous constaterez que cela peut être accessible !**

Abondamment illustré de photographies prises sur le terrain, à la binoculaire et au microscope, il présente les principaux genres d'algues macroscopiques d'eau douce parmi les groupes couramment rencontrés : **chlorophycées**, **rhodophycées**, **xanthophycées** et **characées** mais aussi le groupe des **cyanobactéries** et insiste sur les confusions possibles. Quelques taxons d'hétérotrophes sont ajoutés à cette liste car fréquemment confondus sur le terrain avec des algues.

Une **clé dichotomique** illustrée permet d'accéder aux **55 fiches génériques**. Les premiers chapitres abordent quelques éléments fondamentaux de la biologie (nutrition, reproduction), la morphologie, l'écologie, et l'intérêt d'utiliser les algues comme outil dans les méthodes de bioindication en cours d'eau et plans d'eau. Un chapitre spécifique est dédié à la récolte et à la conservation des échantillons d'algues d'eau douce.

Chaque genre est présenté dans une **fiche illustrée** comportant des **éléments de morphologie** au niveau de l'appareil végétatif et de la cellule, des **informations sur l'écologie** (habitat, substrat, qualité d'eau,...) et les **confusions possibles**.

Un **glossaire** et un **glossaire illustré** viennent compléter l'ouvrage afin de faciliter la compréhension des termes techniques employés.



Les Éditions d'Irstea Bordeaux

ISBN : 978-2-9551251-1-6

50, avenue de Verdun, F-33612 CESTAS Cedex, France