Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 121 (1998)

Artikel: Chrysonebula holmensii Lund (Algue : Chrysophyceae) : première mention pour la Suisse

Autor: Reymond, Olivier / Straub, François / Preisig, Hans Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89510

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

CHRYSONEBULA HOLMESII LUND (ALGUE: CHRYSOPHYCEAE), PREMIÈRE MENTION POUR LA SUISSE

OLIVIER REYMOND[1], FRANÇOIS STRAUB[2], HANS RUDOLF PREISIG[3]

[1]Conservation de la faune, ch. du Marquisat 1, 1025 St-Sulpice, Suisse.

[2]Laboratoire d'algologie, Gymnase cantonal, rue du Succès 45, 2300 La Chaux-de-Fonds, Suisse.

[3]Institut für Systematische Botanik, Universität Zürich, Zollikerstrasse 107, 8008 Zürich, Suisse.

Mots-clés: Algues, Chrysophyceae, Hydrurales, *Chrysonebula holmesii*, *Hydrurus*, *Celloniella*, macroinvertébrés, diatomées, mucilage, rivière, bioindicateurs, Suisse.

Key-words: Algae, Chrysophyceae, Hydrurales, *Chrysonebula holmesii*, *Hydrurus*, *Celloniella*, macroinvertebrates, diatoms, mucilage, river, bioindicators, Switzerland.

Résumé

L'algue Chrysophycée *Chrysonebula holmesii* Lund se caractérise, macroscopiquement par une masse mucilagineuse blanchâtre attachée aux cailloux du fond de la rivière, et microscopiquement par des cellules portant un long filament de forme irrégulière. Cette espèce est signalée pour la première fois en Suisse, dans le Nozon, une rivière du Jura. A l'aide des indices biotiques utilisant les macroinvertébrés benthiques, ainsi que les diatomées prises dans le mucilage, on constate que cette algue se développe dans une eau d'excellente qualité. Sur le plan de la systématique, il est raisonnable de maintenir *Chrysonebula* et *Hydrurus* dans deux genres séparés, malgré beaucoup de similarités. Il en est de même entre *Chrysonebula* et *Celloniella*.

Summary: *Chrysonebula holmesii Lund (Chrysophyceae), a species new to Switzerland.*

The chrysophycean alga *Chrysonebula holmesii* Lund is macroscopically characterized by a creamy white mass of mucilage attached to the stones on the bottom of a stream. Microscopically some cells possess a long and irregularly shaped thread arising from the posterior end. This species is recorded for the first time in Switzerland from the stream "Nozon" in the Jura mountains. Biological indices based on the biodiversity of the macroinvertebrates of the stream, as well as the diatoms of the mucilage, show that the water is of a very good quality. Concerning the systematics it appears to be justified to maintain *Chrysonebula* as a genus separate from *Hydrurus* and *Celloniella*, though there are many similarities.

Zusammenfassung: *Chrysonebula holmesii Lund (Chrysophyceae), ein Neufund für die Schweiz.*

Die Goldalge *Chrysonebula holmesii* Lund (Chrysophyceae) bildet auffällige weissliche Gallertlager auf Steinen am Flussgrund. Mikroskopisch ist die Alge durch ihre charakteristischen Zellen kennbar, die an ihrem Hinterende teilweise einen unregelmässigen, langfädigen Auswuchs tragen. Diese wenig bekannte Alge ist in der Schweiz erstmals im Flüsschen Nozon im Juragebiet (Kanton Waadt) gefunden worden. Im gleichen Gewässer vorkommende Makroinvertebraten, die als Bioindikatoren dienen, wie auch in der Algengallerte vorhandene Diatomeen, zeigen an, dass diese Alge in Wasser von sehr guter Qualität wächst. In systematischer Hinsicht scheint es gerechtfertigt zu sein, *Chrysonebula* neben *Hydrurus* und *Celloniella* als selbständige Gattung zu führen, obwohl diese Algen viele Ähnlichkeiten aufweisen.

INTRODUCTION

Dans le cadre de la surveillance biologique des rivières du canton de Vaud par la Conservation de la faune, des prélèvements d'invertébrés benthiques (larves d'insectes) sont régulièrement effectués dans les principaux cours d'eau afin d'en connaître leurs qualités (LANG & REYMOND, 1995; LANG, 1998).

Lors d'un prélèvement dans la partie haute du Nozon (LANG, 1998), nous avons remarqué que les cailloux qui forment le lit de la rivière étaient recouverts d'une gélatine blanchâtre peu appétissante. L'analyse au microscope optique nous a montré qu'il ne s'agissait pas de microorganismes typiques des rejets d'eaux usées, mais au contraire de *Chrysonebula holmesii* Lund, une algue Chrysophycée des cours d'eau apparemment non pollués. A notre connaissance cette algue n'avait jamais été signalée pour la Suisse.

Malgré le très petit nombre de publications qui la concerne, sa morphologie a été déjà bien décrite au microscope optique par LUND (1953) et COUTE (1976), et au microscope électronique par HIBBERD (1977). Ils nous a donc paru intéressant de discuter de cet organisme en mettant l'accent sur son environnement au moyen des indicateurs biotiques: les invertébrés benthiques et les diatomées.

Nous abordons aussi sa morphologie, sa systématique et ses affinités avec *Hydrurus* (COUTE, 1976, HIBBERD, 1977) et *Celloniella* (PREISIG, 1995). Bien que très succincts, quelques éléments géographiques et physiques concernant la rivière nous ont également parus dignes d'être mentionnés.

STATION ET MÉTHODES

Chrysonebula a été observée et prélevée le 8 mars 1996 au point 5202/1715 de la carte Nationale (Coordonnées suisses) à 920 m d'altitude, à environ 1,5 km de la source du Nozon, dans la chaîne calcaire du Jura. La masse gélatineuse contenant les algues a été délicatement décollée des cailloux du lit et mise dans des bocaux pour le transport jusqu'au laboratoire.

Afin de connaître au mieux la qualité environnementale des eaux du Nozon, les invertébrés benthiques ont été récoltés au cours de deux campagnes, le 31 janvier et le 8 mars 1996. En piétinant le fond de la rivière, les animaux ont été délogés et emportés par le courant dans un filet de maille 0,2 mm. Le matériel, récolté et fixé sur place, a été déterminé au laboratoire (LANG, 1998).

Pour étudier la composition du peuplement de diatomées, un peu de mucilage a été prélevé au coeur de la masse coloniale et traité au peroxyde d'hydrogène (H_20_2

30%) pendant 2 semaines à température ambiante. Les frustules ainsi nettoyés ont été récupérés sur membrane de téflon (Sartorius®, 5 µm de porosité, STRAUB, 1981), lavés à l'eau déionisée et montés entre lame et lamelle dans du Naphrax pour l'observation à fort grossissement (Leitz® Dialux au contraste de phase, Leica® DLMB au contraste interférentiel).

RÉSULTATS

Systématique et morphologie

Le genre *Chrysonebula* (Hydrurales, Chrysophyceae) comprend trois espèces: *C. holmesii* LUND (1953) décrite pour l'Angleterre, *C. flava* STARMACH (1966) ainsi que *C. fonticola* STARMACH (1986), ces deux dernières étant décrites pour la Pologne (voir aussi STARMACH, 1985). Ce genre a également fait l'objet de deux autres publications, l'une concernant la microscopie optique (COUTE, 1976), et l'autre concernant principalement l'ultrastructure (HIBBERD, 1977).

Les cellules de notre matériel (Fig. 1) sont légèrement ovoïdes (longueur 10 - 12 µm, largeur 9 - 10 µm). Beaucoup de cellules possèdent un filament caractéristique, dont la longueur, très variable d'une cellule à l'autre peut atteindre 250 µm. Ce filament, souvent très sinueux et parsemé de boursouflures peut se diviser en plusieurs sous-unités. Les cellules possèdent un ou deux plastes ainsi qu'un ou deux pyrénoïdes. Aucun kyste n'a été observé dans notre matériel. Les cellules forment des colonies globuleuses enrobées dans une masse gélatineuse formant des thalles de couleur crème de quelques centimètres d'épaisseur, tapissant les cailloux. La masse gélatineuse n'a pas une structure très compacte, mais au contraire s'effiloche dans le courant en bras sinueux de plusieurs centimètres. De très nombreux cristaux de carbonate de calcium (COUTE, 1976) ainsi que des diatomées (voir "Indice biotiques" ci-dessous), sont dispersés dans la gelée.

Paramètres physiques

En amont et à l'endroit de la récolte, la rivière, d'une largeur moyenne de 2 m, coule de façon rectiligne sur 500 m, du sud-ouest vers le nord-est sans qu'aucun rideau d'arbres, si ce n'est un encaissement de 1 m environ, ne puisse faire de l'ombre sur le fond. Ce dernier est relativement plat, formé de cailloux de 1 à 10 cm, ovoïdes ou anguleux. La dénivellation de ce tronçon est de 1 % environ. Lors du prélèvement, la rivière était dans une période d'étiage: la profondeur de l'eau était de 20 cm, la vitesse du courant de 0,3 m/s, et la température de 3,2 °C.

Indices biotiques

Les macroinvertébrés

L'indice RIVAUD (LANG & REYMOND, 1995), calculés à partir des deux prélèvements, nous donne une note de 18/20. L'indice IBGN (AFNOR, 1992), utilisé généralement en France, nous donne une note de 16/20. Ces deux indices sont liés à la diversité générale de la faune benthique ainsi qu'au degré de sensibilité de certaines espèces. Les taxons identifiés sont indiqués dans le tableau 1. Les résultats concernant le Nozon ainsi que d'autres rivières du Jura sont donnés par LANG (1998).

Les diatomées

L'observation de *Chrysonebula* au microscope à 10 x 40 de grossissement permet de se rendre compte que la masse mucilagineuse est colonisée par d'autres microorganismes. Les plus évidents sont des diatomées (Bacillariophyceae), en particulier les colonies typiques en éventails de *Meridion circulare* (Grev.) Ag. et les longues cellules de *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-B. On remarque égale-

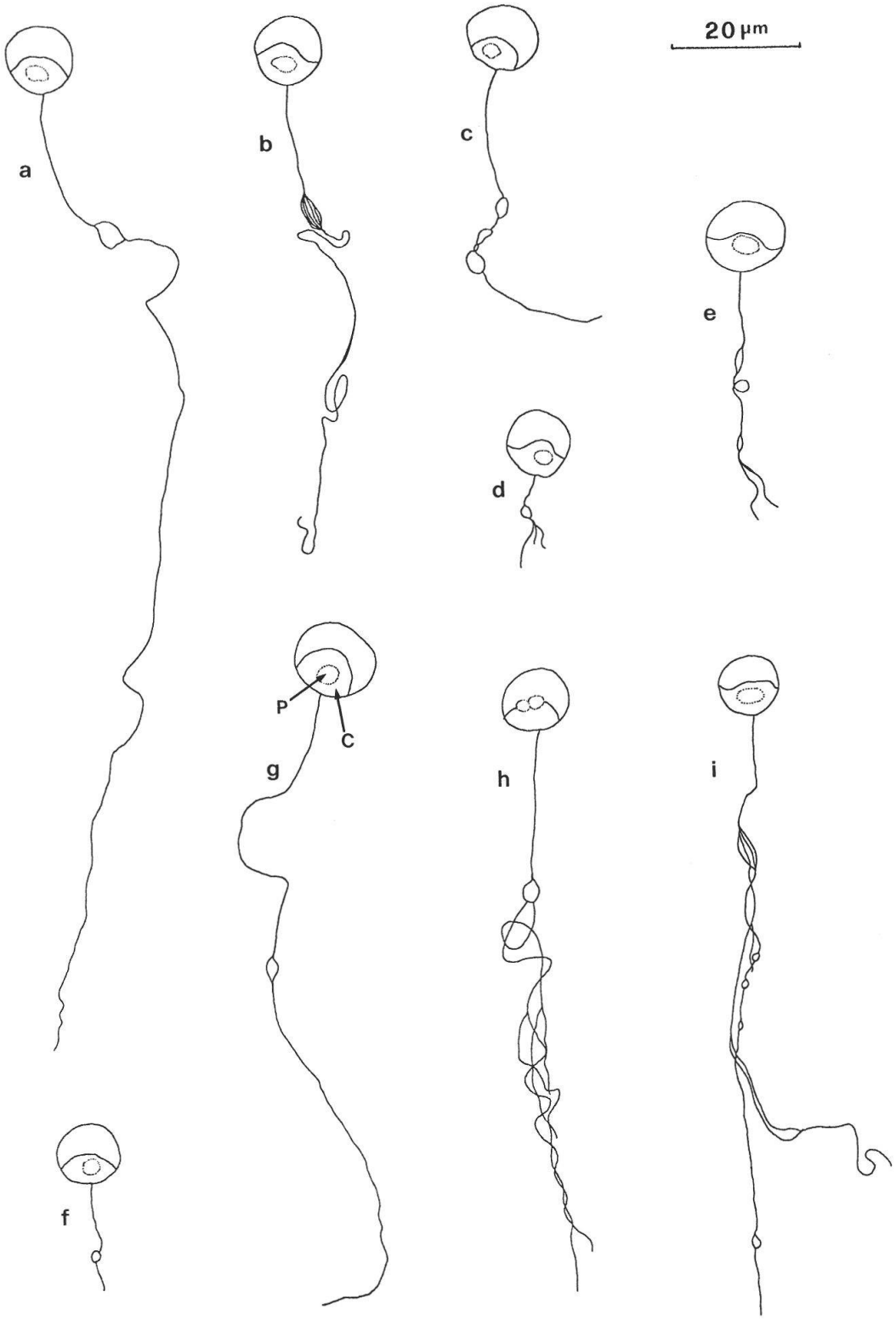

Figure 1, a - i: Cellules de *Chrysonebula holmesii* présentant toutes un/deux pyrénoïde(s) ainsi qu'un filament souvent sinueux, boursouflé et effiloché. Abbréviations: P = pyrénoïde, C = chloroplaste.

Turbellaria	Polycelis	**Coleoptera**	Dytiscidae
	Dugesia		Hydraena
Oligochaeta	Oligochaeta		Elmis
Hydracarina	Hydracarina		Esolus
Crustacea	Gammaridae		Limnius
Ephemeroptera	Epeorus*		Riolus
	Rithrogena*		Oulimnius
	Ecdyonurus*	**Trichoptera**	Rhyacophilidae
	Baetidae		Hydropsychidae
	Habroleptoides		Polycentropidae
Plecoptera	Brachyptera*		Limnephilidae*
	Amphinemura*	**Diptera**	Tipulidae
	Protonemura*		Limoniidae
	Nemoura*		Psychodidae
	Leuctridae*		Simuliidae
	Capnidae*		Chironomidae
	Chloroperlidae*		Empididae
	Perlodes*		
	Isoperla*		

Tableau 1: Liste des taxons de macroinvertébrés répertoriés au cours des deux campagnes de prélèvements. L'astérisque signale les taxons considérés comme sensibles aux pollutions lors du calcul de l'indice RIVAUD (LANG & REYMOND, 1995). Dans le calcul de l'indice l'IBGN (AFNOR, 1992), les Chloroperlidae représentent le groupe faunistique indicateur.

ment des cyanobactéries (Cyanophyceae) du genre *Oscillatoria* ainsi que des bactéries filamenteuses et des bacilles sporulants ou non.

L'identification des diatomées a suivi les propositions taxonomiques de KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991), REICHARDT & LANGE-BERTALOT (1991), SALA *et al.* (1993), KRAMMER (1997), KOBAYASI (1997) partiellement. L'examen détaillé a fourni une flore de 33 taxons (tableau 2) dont 15 forment la flore dominante (flore obtenue au cours d'un dénombrement de 500 valves de diatomées). Par ordre d'importance les cinq taxons suivants forment 93,8 % des individus de diatomées du mucilage: *Meridion circulare* (espèce pionnière), *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Encyonema ventricosum*, *Achnanthes pyrenaica* et *Nitzschia fonticola*. Ce peuplement comprend 52,8 % de taxons rhéophiles (préférant les rivières). D'autres sont cependant bien représentés par exemple *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (31,4%) ou *Achnanthes pyrenaica* (6,2%) qui vivent aussi bien en rivière qu'en eau stagnante, préférentiellement comme épiphytes sur les algues fila-

	sensibilité saprobique	rhéophiles	modes de vie	abondance [%]
Taxons très sensibles				
Cymbella affinis Kütz.	1		S	
Denticula tenuis var. crassula (Naegeli) Hust.	1-2		S	
Achnanthes pyrenaica Hust.	(1)-2		S	6.2
Taxons sensibles				
Achnanthes minutissima var. minutissima Lange-B.	2		S	31.4
Cocconeis placentula (Ehr.) Cleve	2		S	
Cocconeis placentula var. euglypta (Ehr.) Cleve	2	+	S	
Diatoma mesodon (Ehr.) Kütz.	2	+	?	1.8
Encyonema minutum (Hilse in Rab.) D.G. Mann	2	+	TSL	
Encyonema ventricosum (Ag.) Grun. in Schmidt	2	+	TSL	10.2
Gomphonema angustatum (Kütz.) Rab.	2		S	
Gomphonema minutum (Ag.) Ag.	2		S	0.4
Gomphonema aff. pumilum (Grun.) Reichardt et Lange-B.	2		S	0.4
Navicula cryptotenella Lange-B.	2		L	
Navicula cryptotenelloides Lange-B.	2		L	
Navicula minuscula Grun.	2		?	
Navicula cari Ehr.	2-3		L	
Navicula reichardtiana Lange-B.	2-3		L	1.4
Reimeria sinuata (Greg.) Kociolek et Stoermer	2-3		SL	
Taxons sensibles eutrophiles				
Amphora pediculus (Kütz.) Grun.	2 (O_2)		SL	
Meridion circulare (Grév.) Ag.	2 (O_2)	+	S	40.4
Nitzschia fonticola Grun.	2 (O_2)		L	5.6
Cocconeis pediculus Ehr.	2 (O_2)		S	0.2
Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory	2 (O_2)		SL	0.2
Nitzschia pusilla (Kütz.) Grun. em. Lange-B.	2 (O_2)		?	
Nitzschia sociabilis Hust.	2 (O_2)	+	T	
Taxons résistants				
Achnanthes lanceolata (Bréb.) Grun.	(2)-3	+	S	
Encyonema caespitosum Kütz.	(2)-3		TSL	
Encyonema silesiacum (Bleisch) D.G. Mann	3		TSL	0.2
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-B.	3		S	0.8
Melosira varians Ag.	3		SF	
Navicula menisculus var. grunowii Lange-B.	3		L	
Nitzschia paleacea Grun.	3		SL	0.4
Surirella minuta Bréb.	3	+	L	0.4
TOTAUX				
Classes de sensibilité saprobique				
[%] de très sensibles	**1**			**6.2**
[%] de sensibles	**2**			**45.6**
[%] de sensibles eutrophiles	**2 (O_2)**			**46.4**
[%] de résistants	**3**			**1.8**
[%] de très résistants	**4**			
Adaptation à la vitesse de l'eau				
[%] de rhéophiles		+		**52.8**
Modes de vie				
[%] de cellules obligatoirement sessiles			**S**	**79.8**
[%] de cellules facultativement sessiles			**SL**	**11**
[%] de cellules libres			**L**	**7.4**

Tableau 2: Composition de l'assemblage de diatomées trouvées dans le mucilage de *Chrysonebula holmesii*. 1 = diatomées très sensibles aux matières organiques, 2 = diatomées sensibles, 3 = diatomées résistantes, 4 = diatomées très résistantes. Abbréviations: S = sessile, T = vit en tubes muqueux, L = libre, F = diatomée filamenteuse, O_2 = diatomées sensibles mais généralement plus résistantes en cas de bonne oxygénation. Données autoécologiques issues principalement de GERMAIN (1981), KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991), DENYS (1991), HOFMANN (1994), COX (1996).

menteuses ou sur les plantes aquatiques, en particulier dans la zone de battement des vagues.

DISCUSSION

Environnement

Les macroinvertébrés

Les notes très élevées des deux indices biotiques (RIVAUD: 18/20 et IBGN: 16/20), montrent qu'au lieu de récolte, l'état de la rivière est d'excellente qualité (LANG, 1998). Malheureusement il n'existe aucune indication comparable pour les stations mentionnées par LUND (1953), COUTE (1976), ou HIBBERD (1977).

Les diatomées

La composition de la végétation diatomique par classes de sensibilité envers les matières organiques (tableau 2) permet de diagnostiquer l'état saprobique des eaux (KRAMMER & LANGE-BERTALOT, 1986-1991). L'abondance relative de plus de 90% de taxons sensibles et la très faible abondance de taxons résistants indiquent des eaux ß-mésosaprobes typiques des cours d'eau jurassiens en bonne santé, en bonne corrélation avec l'image de l'état de santé de la station donnée par les macroinvertébrés. Cependant la forte abondance relative de taxons eutrophiles (taxons qui résistent mieux aux matières organiques en présence d'une bonne oxygénation selon SCHIEFELE, 1987 et REICHARDT, 1991), ainsi que la très faible représentation des taxons très sensibles indiquent la présence de matières organiques inhabituelles dans de tels cours d'eau. On peut penser que cette composition peut fréquente est liée à la présence des matières organiques du mucilage de l'algue colonisée. Récemment CZARNECKI (1995) a fait une courte revue des populations de diatomées qui colonisent les mucilages d'organismes aquatiques. Cet auteur présente les diatomées qui colonisent les mucilages du cilié péritriche *Ophrydium versatile* (O.F. Müll.) Ehr. et cite celles qui ont été observées chez la cyanobactérie *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Lemmermann ou dans les tubes muqueux d'autres diatomées. En particulier, il relève la présence de *Cymbella cesatii* (Rab.) Grun. et *Nitzschia flexoides* Geit., diatomées semblerait-il obligatoirement associées à de tels mucilages. Dans la population relevée ici, *Encyonema* spp. et *Nitzschia sociabilis* peuvent sécréter leurs propres tubes muqueux, mais aucune des diatomées trouvées n'est obligatoirement associée à de telles formations extracellulaires d'autres organismes microscopiques. On peut considérer que les diatomées présentes dans ce mucilage sont soit fortuites, englobées de manière passive, soit qu'elles y vivent pour un intérêt particulier, par exemple sur le plan nutritionnel en profitant de la minéralisation active due à l'activité bactérienne ou en profitant de certaines molécules organiques excrétées par les divers microorganismes associés (TUCHMAN, 1996). En particulier ici, *Achnanthes minutissima*, *Encyonema minutum*, probablement aussi *E. ventricosum*, *Navicula tripunctata*, *Melosira varians* et *Nitzschia paleacea* sont connues pour leur hétérotrophie facultative.

Affinités entre Chrysonebula et Hydrurus

LUND (1953), mentionne que les colonies des deux algues ont des aspects souvent très ressemblants. COUTE (1976) trouve les deux taxons dans la même station, et observe pour la première fois des kystes chez *Chrysonebula*. Le kyste d'*Hydrurus* étant déjà connu, cet auteur écrit: "L'analogie entre les kystes de ces deux algues est si frappante que l'on peut envisager l'hypothèse que ces deux organismes ne sont que des stades différents d'une seule et même algue". Pour HIBBERD (1977), les kystes observés par COUTE (1976) pourraient en fait être ceux d'*Hydrurus* et non ceux de

Chrysonebula; et bien que les deux taxons soient très similaires à plusieurs point de vue, il propose de maintenir les deux genres séparés. En ce qui concerne notre matériel, rappelons que nous n'avons pas observé de kystes. De plus nous n'avons pas trouvé d'*Hydrurus*, algue que nous rencontrons pourtant fréquemment lors de la surveillance biologique des rivières. Sans nouveaux résultats probants, il ne nous paraît pas judicieux de placer les deux taxons sous la même dénomination spécifique ou générique.

Affinités entre Chrysonebula et Celloniella

Des thalles coloniaux et gélatineux similaires à ceux de *Chrysonebula* et *Hydrurus* peuvent aussi être produits par la seule espèce connue de *Celloniella*, *C. palensis* (PASCHER, 1929). Cette espèce, rarement mentionnée (PREISIG, 1995), est extrêmement polymorphique, mais généralement les cellules sont concentrées en une fine couche à la périphérie du thalle gélatineux. Un long filament postérieur tel que celui de *Chrysonebula* n'a jamais été observé. Les cellules de *C. palensis* diffèrent apparemment aussi par l'absence de pyrénoïde.

REMERCIEMENTS

CLAUDE LANG a dirigé la campagne de surveillance des rivières et nous a autorisé à publier les résultats concernant les macroinvertébrés.

BIBLIOGRAPHIE

AFNOR. 1992. Essais des eaux. - Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). *Association française de normalisation, Paris.*

COUTE, A. 1976. Sur la présence en France du *Chrysonebula holmesii* Lund (Chrysophyceae) et sur la structure de ses kystes. *C.R. Acad. Sc. Paris* 282: Sér.D, 2159-2161.

COX, E. 1996. Identification of freshwater diatoms from living material. *Chapman & Hall, London.*

CZARNECKI, D.B. 1995. Additions and confirmations to the algal flora of Lake Itasca (MN) State Park. III. The intramucilaginous diatom flora of the colonial peritrich ciliate, *Ophrydium versatile* (Ophrydiidae). *In:* Kociolek, J.P. & Sullivan, M.J. (eds). *A century of diatom research in North America. A tribute to the distinguished careers of Charles W. Reimer and Ruth Patrick. Koeltz Sc. Books USA*: 183-194.

DENYS, L. 1991. A check-list of the diatoms in the holocene deposits of the western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list. *Service géologique de Belgique, Professional paper* 246: 1-41.

GERMAIN, H. 1981. Flore des diatomées. *Boubée, Paris.*

HIBBERD, D.J. 1977. The cytology and ultrastructure of *Chrysonebula holmesii* Lund (Chrysophyceae), with special reference to the flagellar apparatus. *Br. phycol. J.* 12: 369-383.

HOFMANN, G. 1994. Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. *Bibliotheca Diatomologica* 30: 1-241.

KOBAYASI, H. 1997. Comparative studies among four linear-lanceolate *Achnanthidium* species (Bacillariophyceae) with curved terminal raphe endings. *Nova Hedwigia* 65 (1-4): 147-163.

KRAMMER, K. 1997. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Arten. Teil I: Allgemeines und *Encyonema*. *Bibliotheca Diatomologica* 36: 1-390.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1986 - 1991. Bacillariophyceae 1-4. *In*: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): *Süsswasserflora von Mitteleuropa* (begr. von A.Pascher), G. *Fischer, Stuttgart*, Band 2/1-4.

LANG, C. 1998. Qualité biologique de 37 rivières vaudoises en 1996 indiquée par la diversité du zoobenthos. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 84: 323-332.

LANG, C. & REYMOND, O. 1995. An improved index of environmental quality for Swiss rivers based on benthic invertebrates. *Aquatic Sciences* 57: 172-180.

LUND, J.W. 1953. New or rare British Chrysophyceae II. *Hyalobryon polymorphum* n. sp. and *Chrysonebula holmesii* n. gen., n. sp. *New Phytologist* 52: 114-123.

PASCHER, A. 1929. Über die Beziehungen zwischen Lagerform und Standortsverhältnissen bei einer Gallertalge (Chrysocapsale). *Arch. Protistenk.* 68: 637-668.

PREISIG, H.R. 1995. A modern concept of Chrysophyte classification. *In*: Sandgren, C.D., Smol, J.P. & Kristiansen, J. (eds), *Chrysophyte algae: Ecology, Phylogeny and Development. Cambridge University Press, Cambridge*: 46-74.

REICHARDT, E. 1991. Beiträge zur Diatomeenflora der Altmühl III: Wasserqualität und Diatomeenbesatz. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 89, *Alg. Studies* 62: 107-132.

REICHARDT, E. & LANGE-BERTALOT, H. 1991. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema angustum* - *G. dichotomum* - *G. intricatum* - *G. vibrio* und ähnliche Taxa (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 53: 519-544.

SALA, S.E., GUERRERO, J.M. & FERRARIO, M.E. 1993. Redefinition of *Reimeria sinuata* (Greg.) Kociolek & Stoermer and recognition of *Reimeria uniseriata* nov. spec. *Diatom Research* 8: 439-446.

SCHIEFELE, S. 1987. Indikationswert benthischer Diatomeen in der Isar zwischen Mittenwald und Landshut. *Diplomarbeit am Lehrstuhl für systematische Botanik an der Ludwig-Maximilians-Universität München.*

STARMACH, K. 1966. Über neue und seltene Chrysophyceae in der Algenflora Polens. *Acta Hydrobiol.* 8: 5-14

STARMACH, K. 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. *In*: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds). *Süsswasserflora von Mitteleuropa* (begr. von A. Pascher), *G. Fischer, Stuttgart, Band* 1.

STARMACH, K. 1986. *Chrysonebula fonticola* n. sp. *Bull. Pol. Acad. Sci., Biol. Sci.* 34: 131-133.

STRAUB, F. 1981. Utilisation des membranes filtrantes en téflon dans la préparation des diatomées épilithiques. *Cryptogamie: Algologie* 2: 153.

TUCHMAN, N.C. 1996. The role of heterotrophy in algae. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M.L. & Lowe, R.L. (eds). *Algal ecology of freshwater benthic ecosystems. Aquatic Ecology Series, Acad. Press, San Diego*: 299-319.