

Cylindrospermopsis sinuosa spec. nova
(Cyanophyceae, Nostocales),
une nouvelle espèce du sud-ouest de la France

Cylindrospermopsis sinuosa spec. nova (Cyanophyceae,
Nostocales), a new species from south-west of France

Par ALAIN COUTÉ¹, MARIA LEITAO² et HUGO SARMENTO²

¹Laboratoire de Cryptogamie,
Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.

²Bi-Eau, Angers, France.

Avec 28 figures, 1 carte et 1 tableau dans le texte

Abstract: *Cylindrospermopsis sinuosa* spec. nova, a new freshwater cyanophyte (= cyanobacterium), has been found in a sample collected in 1991 in south-west of France.

This new taxon characterized by its cells and trichomes sinuous aspect unknown in all other species is described using photonic and scanning electron microscopies.

Comparison with other species of the genus allows to propose an updated identification key to the *Cylindrospermopsis* genus.

This is the more ancient citation of this genus for France. It shows once more if necessary the importance of collections conservation and examination.

Key words: *Cylindrospermopsis sinuosa*, species nova, Cyanophytes, taxonomy, freshwater, south-west, France.

Introduction

Le genre *Cylindrospermopsis*, créé en 1972 par SEENAYYA & SUBBA RAJU à partir d'une cyanophycée (= cyanobactérie) décrite initialement d'Indonésie, sous le nom d'*Anabaenopsis raciborskii*, par WOŁOSZYŃSKA (1912), a été l'objet de nombreuses études, tout particulièrement dans la dernière décennie, en raison, d'une part, de ses potentialités toxigènes, mais aussi de son expansion géographique apparemment très rapide.

L'intérêt qu'il a ainsi suscité a abouti à la description, à côté de *C. raciborskii* (WOŁOSZYŃSKA) SEENAYYA et SUBBA RAJU, de cinq autres espèces, à savoir, *C. africana* KOMÁREK et KLING (1991), *C. catemaco* KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et

0342-1123/04/0150-001 \$ 3.75

© 2004 E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, D-70176 Stuttgart
Algalogical Studies 111 = Arch. Hydrobiol. Suppl. 150

TAVERA (1996), *C. curvispora* WATANABE (1995), *C. cuspis* KOMÁREK et KLING (1991) et *C. philippinensis* (TAYLOR) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS (1989).

En 1997, COUTÉ et al. ont signalé et décrit, pour la première fois en France, *C. raciborskii*, dans l'étang des Francs Pêcheurs situé en banlieue sud de Paris. C'est la seule espèce connue pour la France à l'heure actuelle.

Or, un nouvel examen d'une récolte planctonique effectuée le 1^{er} octobre 1991 dans la région des Landes (SW France), renfermant une cyanophycée identifiée à l'époque comme appartenant au genre *Anabaenopsis*, a permis une étude plus attentive et approfondie de ce micro-organisme et a conduit à la remise en cause de son statut.

Matériel et méthodes

L'étang de Léon est situé dans le département des Landes (carte 1), à environ 130 km au sud-ouest de Bordeaux, à 90 km au sud d'Arcachon et à 3 km de la mer. Saint-Girons-Plage, l'agglomération la plus proche, au nord-ouest, est distant de 11 km.

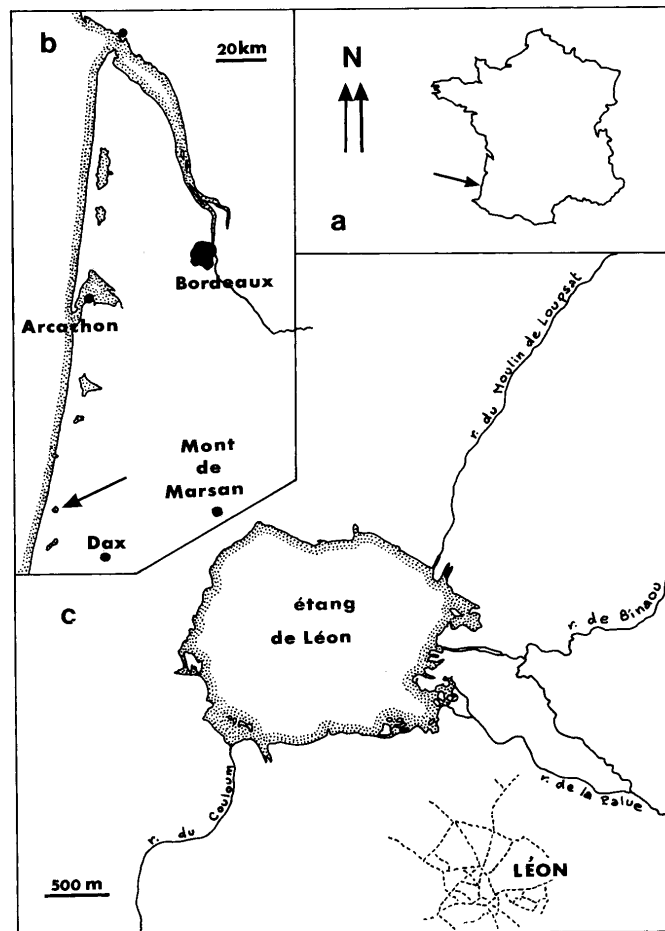
Inséré dans une réserve naturelle, ce plan d'eau est bordé à l'ouest par la forêt domaniale de Saint Girons, et sur ses autres façades par des marais. De forme grossièrement circulaire, avec un diamètre d'environ 2 km, d'une superficie de 450 hectares et d'une profondeur variant entre 1,2 m et 2 m, il est alimenté par quatre ruisseaux (ruisseau du moulin de Loupsat, au nord, les ruisseaux de Binaou et de La Palue, à l'est, et le ruisseau du Couloum, au sud). Ses berges sont colonisées par un peuplement dense de macrophytes.

Quelques données sur la physico-chimie de l'eau de l'étang de Léon ont pu être extraites du rapport réalisé par BEUFFE (1991) et portant sur une étude menée entre juin 1990 et janvier 1991.

Ainsi, le pH a varié de 9,8 (le 7 juin 1990) à 6,3 (le 2 janvier 1991). Au cours de la période concernée, la teneur en oxygène dissous a atteint jusqu'à 11,8 mg O₂ l⁻¹ et la conductivité a été mesurée à 140 µS . cm⁻¹. Les concentrations en ions nitrates (NO₃⁻) et en ions phosphates (H₂ PO₄⁻) ont fluctué respectivement entre 0,03.mg.l⁻¹ (le 7 juin 1990) et 13 mg.l⁻¹ (le 2 janvier 1991), et entre 0,24 mg.l⁻¹ (le 7 juin 1990) et 0,01 mg.l⁻¹ (le 2 janvier 1991). L'approvisionnement en phosphore, relativement important, de l'étang, au cours de l'été, s'effectue très probablement par le ruisseau de La Palue qui, sur son trajet, traverse des installations piscicoles.

Enfin, la transparence de l'eau s'est accrue entre l'été et l'hiver, passant de 0,5 m (le 28 août 1990) à 0,95 m (le 2 janvier 1991) alors que la teneur en chlorophylle *a* a régressé depuis 110,3 µg.l⁻¹ (le 7 juin 1990) à 30,9 µg.l⁻¹ (le 2 janvier 1991), montrant une nette diminution de l'eutrophisation estivale.

Sept récoltes de phytoplancton ont été effectuées en 1991 (par le C.E.M.A.G.R.E.F.) qui ont été fixées avec du formaldéhyde pour une concentration finale de 5%. Les examens qualitatifs et quantitatifs de ces échantillons ont été



Carte 1. a-b – situation géographique de l'étang de Léon; c – vue de l'étang de Léon et de ses principaux tributaires (d'après la carte IGN 1341 ET TOP25).

réalisés en 1991 montrant que le micro-organisme sujet de cette étude proliférait dès la première date d'échantillonnage, le 1^{er} octobre 1991, avec $12,7 \cdot 10^6 \text{ l}^{-1}$ trichomes (soit 45,7% de l'ensemble algal). La présence de cette algue a été notée durant tout le mois d'octobre et le début de novembre. Sa disparition complète a été enregistrée à partir du 14 novembre 1991 (compte-rendu d'analyses Bi-Eau, 1992).

Les individus qui ont été étudiés à l'aide du microscope électronique à balayage (= M.E.B.) ont été filtrés, au préalable, sur un filtre Millipore avec des pores de $1,5 \mu\text{m}$ de diamètre. Ils ont ensuite été déshydratés avec le filtre support par la technique du point critique en utilisant du dioxyde de carbone liquide comme milieu final. Le filtre portant les trichomes a été monté sur le porte-objet avec de l'adhésif carboné double-face, puis métallisé à l'or-palladium. Les observations et les prises de vues ont été faites sur le microscope JEOL JSM 840A du Service Commun de Microscopie Électronique des Laboratoires des Sciences de la Vie du Muséum National d'Histoire Naturelle.

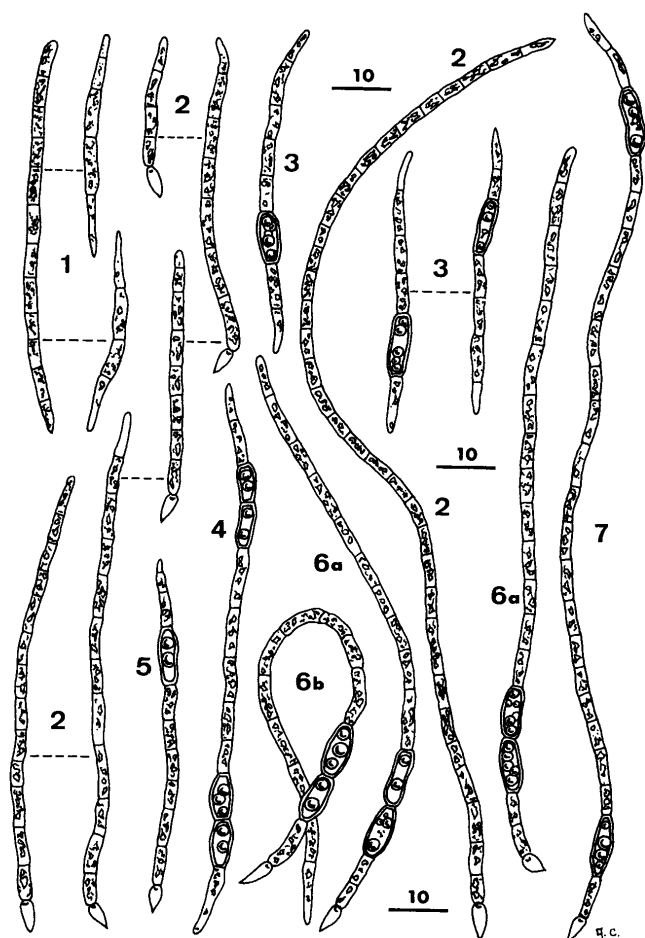
Résultats

L'algue de l'étang de Léon est constituée de trichomes unisériés, non ramifiés (fig. 1–12, 16, 21–26) dont la longueur peut atteindre jusqu'à $193 \mu\text{m}$ pour les plus grands et $26 \mu\text{m}$ pour les plus courts. Les trichomes ne sont jamais rectilignes mais toujours irrégulièrement ondulés ou sinueux (fig. 6a–11, 17–18, 24–25). Un seul exemplaire parmi les très nombreux individus examinés (plus de 500) était replié sur lui-même (fig. 6b). Il s'agit probablement d'un artefact dû à la réalisation de la préparation.

Les cellules végétatives, cylindriques ($L = 5\text{--}10 \mu\text{m}$; diamètre = $1,5\text{--}2 \mu\text{m}$) ont toujours une allure sinueuse qui est responsable de l'aspect général irrégulièrement ondulé caractéristique des trichomes. Elles ne sont pas constrictées au niveau des cloisons transversales qui sont souvent difficiles à distinguer (le rapport L/l varie entre 2,5 et 6,6). Elles renferment de très nombreuses vacuoles gazeuses (fig. 17–18, 20) qui donnent à leur contenu une teinte sombre. Celles qui sont en position apicale sont fréquemment allongées ($L = 12 \mu\text{m}$), de diamètre plus faible ($0,6\text{--}0,7 \mu\text{m}$) surtout à leur extrémité libre (fig. 1–3, 6b, 9–10, 17) et généralement dépourvues de vacuoles gazeuses.

Les hétérocystes sont très étirés et se terminent en pointe à leur extrémité libre ($L = 4,5\text{--}7,5 \mu\text{m}$; diamètre = $2\text{--}2,5 \mu\text{m}$). Certains trichomes en présentent à chacun de leurs apex (fig. 8), d'autres n'en possèdent qu'un (fig. 2, 5–7, 9–10, 12, 14, 19, 22–25) ou même pas du tout (fig. 1, 3–4, 11, 16, 21, 26, 29).

Les akinètes sont cylindriques, souvent sinueux ($L = 8\text{--}15 \mu\text{m}$; diamètre = $2,5\text{--}5 \mu\text{m}$). On les trouve indifféremment dans des trichomes pourvus (fig. 5–8) ou non d'hétérocystes (fig. 3–4, 11, 28). Ils se présentent, en général, solitaires, en un exemplaire unique le plus souvent (fig. 3, 5, 9, 28), ou au nombre de deux (fig. 7) par trichome. On les rencontre aussi associés en une paire unique (fig. 6,



Figures 1 à 7. *Cylindrospermopsis sinuosa* spec. nova.
 1 – trichomes sans hétérocyste ni akinète; 2 – trichomes avec un seul hétérocyste; 3 – trichomes sans hétérocyste et avec un akinète; 4 – trichome avec deux paires d’akinètes; 5 – trichome avec un hétérocyste et un akinète non contiguë; 6a–b a – deux trichomes avec un hétérocyste et une paire d’akinètes non contiguë; b – un trichome replié avec un hétérocyste et une paire d’akinètes non contiguë; 7 – trichome avec un hétérocyste et deux akinètes séparés l’un de l’autre et non contigus à l’hétérocyste. Les échelles sont exprimées en micromètres.

8, 10–11, 14, 20, 27) ou en deux exemplaires (fig. 4) au sein d'un même individu. Dans de rares cas, on les trouve groupés par trois (fig. 15).

Les akinètes, la plupart du temps, sont en position intercalaire, autrement dit ne sont pas contigus aux hétérocystes (fig. 5–11). Cependant, il n'est pas exceptionnel d'en observer accolés à l'hétérocyste, sous forme solitaire (fig. 12–13) ou en paire (fig. 14).

Sur les micrographies réalisées à l'aide du microscope électronique à balayage, les hétérocystes ont conservé, dans la plupart des cas, leur enrobage mucilagineux de sorte qu'ils n'apparaissent pas aussi pointus qu'en microscopie photomicroscopique (fig. 23–24). Par contre, les trichomes (fig. 21–25) ainsi que les akinètes (fig. 27–28) ont gardé leur aspect sinueux caractéristique.

La répartition des différents types de trichomes dans la population récoltée, mesurée sur une centaine d'individus, s'établit comme suit: trichomes sans hétérocystes ni akinètes = 4,9%; trichomes avec un seul hétérocyste = 25,4%; trichomes avec deux hétérocystes = 0,5%; trichomes avec akinète(s) sans hétérocystes = 33,8%; trichomes avec akinète(s) et un hétérocyste = 35,2%; trichomes avec akinète(s) et deux hétérocystes = 0,2%.

Discussion et conclusion

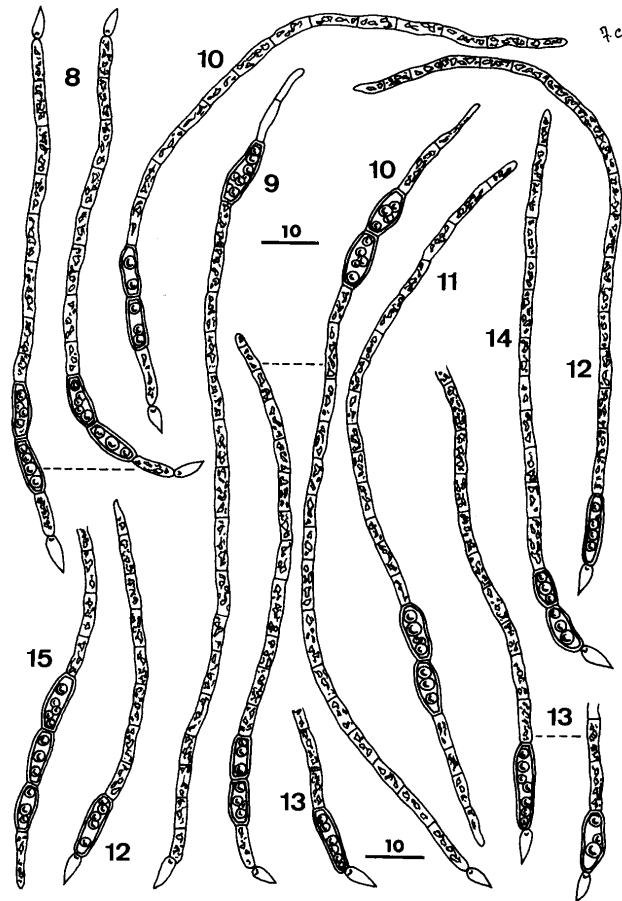
La cyanophycée filamenteuse unisériée, non ramifiée, hétérocystée, observée dans l'étang de Léon en 1991, ne peut être attribuée au genre *Anabaenopsis* WOLOSZYŃSKA. En effet, ce genre dont la réalité a été fort discutée (voir, entre autres, à ce propos SEENAYYA & SUBBA RAJU 1972, in DESIKACHARY), est caractérisé par la formation de paires d'hétérocystes intercalaires à partir de structures métamériques typiques (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1989), par des constriction nettes au niveau des cloisons transversales, des hétérocystes sphériques ou subsphériques et des trichomes généralement contournés en hélice lâche ou spiralée (BOURRELLY 1985).

Dans le cas de l'algue de l'étang de Léon, aucune paire d'hétérocystes intercalaires n'a été observée; il n'y a pas non plus de constriction intercellulaires notoires et les hétérocystes, coniques ici, sont terminés en pointe et situés uniquement en position apicale.

Ces caractères, par contre, correspondent parfaitement à la diagnose du genre *Cylindrospermopsis* donnée par SEENAYYA & SUBBA RAJU (1972, in DESIKACHARY, p.55), dans laquelle les auteurs précisent que les spores ou akinètes sont en position intercalaire.

Le tableau 1 regroupe les caractéristiques essentiellement morphologiques des différentes espèces connues du genre à ce jour, ainsi que celles du taxon rencontré dans l'étang de Léon en 1991.

Il ressort de là que le taxon objet de la présente étude, par son allure générale rectiligne et non enroulée, ne peut être assimilé ni à *Cylindrospermopsis catemaco*, ni à *C. curvispora*, ni à *C. philippinensis*, qui possèdent toujours des tricho-

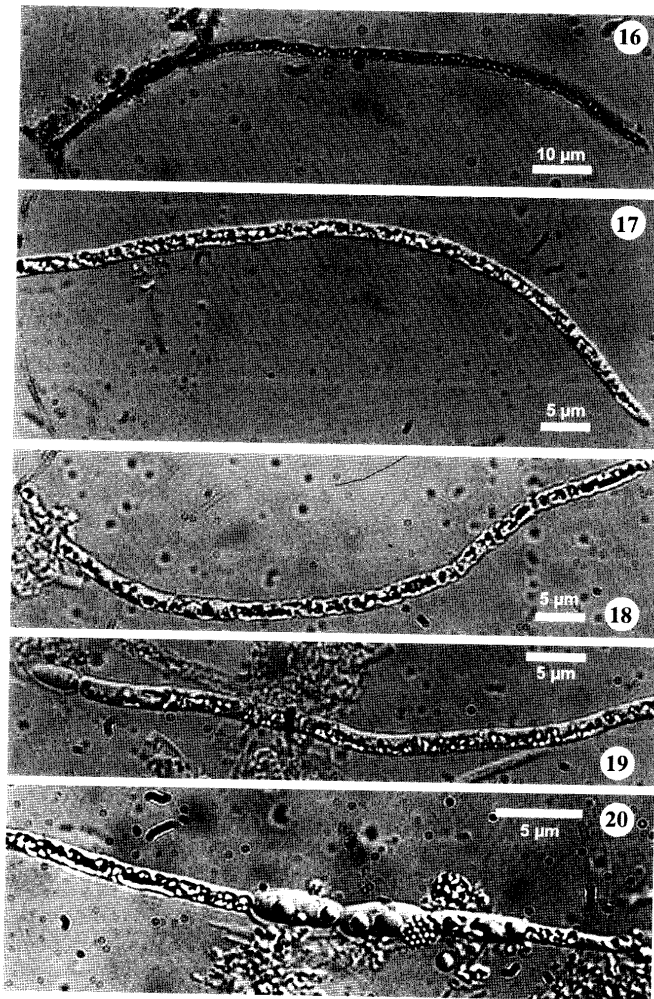


Figures 8 à 15. *Cylindropermopsis sinuosa* spec. nova.
8 – deux trichomes avec un hétérocyste à chaque apex et une paire d'akinètes non contiguë aux hétérocystes; 9 – trichome avec un hétérocyste et un akinète non contiguë; 10 – trichomes avec un hétérocyste et une paire d'akinètes non contiguë; 11 – trichomes avec une paire d'akinètes et sans hétérocyste; 12 – trichomes avec un hétérocyste et un akinète contiguë; 13 – fragments de trichomes avec un hétérocyste et un akinète contiguë; 14 – trichome avec un hétérocyste et une paire d'akinètes contiguë; 15 – fragment de trichome avec trois akinètes contiguës. Les échelles sont exprimées en micromètres.

mes spiralés. Pour la même raison, il se distingue aussi de la forme contournée de *C. raciborskii* que HILL (1969–1970) et surtout KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & TAVERA (1996) considèrent, sans doute à juste titre, comme appartenant très probablement à *C. philippinensis*. Toutefois, les résultats d'analyse du rRNA 16S et des séquences du gène codant pour la phycocyanine des deux formes (rectiligne et spiralée) de *C. raciborskii*, obtenus par SAKER et al. (1999) semblent indiquer leur identité génétique. Ces auteurs conseillent, malgré tout, de les interpréter comme des morphotypes bien distincts.

La forme rectiligne, étirée et conique pointue des hétérocystes de l'algue de l'étang de Léon la distingue de *C. africana* dont les cellules sont cylindriques à ovoïdes arrondies. La présence, aussi, dans ses cellules végétatives (à l'exception des apicales), de vacuoles gazeuses très nombreuses et volumineuses, la sépare de *C. cuspidis* qui n'en possède que rarement et, seulement, de petites dimensions, et de *C. raciborskii* qui n'en est pas doté (PADISAK 1990–1991, SEENAYYA & SUBBA RAJU 1972, SINGH 1962, WOŁOSZYŃSKA 1912) ou en présente seulement parfois (COUTÉ et al. 1997, KOMÁRKOVÁ 1998, SKUJA 1949). Certains auteurs, toutefois, ont observé ces organites dans des échantillons de provenances variées (BRANCO & SENNA 1991, au Brésil; HILL 1969–1970, aux U.S.A.; KOGAN 1956, au Turkménistan; NAIR 1967, en Inde; SKUJA 1937, en Macédoine). La difficulté d'analyse des données relatives à *C. raciborskii* repose, entre autres, sur les différentes appellations qui lui ont été attribuées (*Anabaena* BORY, *Anabaenopsis* MILLER, *Cylindrospermopsis* SENAYYA et SUBBA RAJU) et s'ajoute à la difficulté d'identification du fait de l'absence fréquente de certains caractères engendrant la confusion (hétérocystes, akinètes...). La qualité souvent médiocre de l'iconographie (le cas des vacuoles gazeuses n'est ainsi pas toujours traité avec rigueur) complique souvent l'interprétation des travaux de certains auteurs.

Le cas des akinètes illustre encore la difficulté d'obtenir des informations précises et comparables pour utiliser certains caractères en taxinomie à propos du genre *Cylindrospermopsis*. Ainsi, pour *C. africana*, *C. catemaco* et *C. cuspidis*, ce type de cellule n'a jamais été observé jusqu'à présent. Chez *C. curvispora* et *C. philippinensis*, ils ont été décrits et sont courbes, surtout pour la première de ces deux espèces. Par contre, si chez *C. curvispora*, ils peuvent être intercalaires ou adjacents, chez *C. philippinensis* ils ne sont que contigus à l'hétérocyste (KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & TAVERA 1996). Enfin, chez *C. raciborskii*, la situation est encore plus confuse. En effet, si certains auteurs n'en ont jamais vus (SKUJA 1937 et 1949, WOŁOSZYŃSKA 1912), parmi ceux qui ont pu en observer, des chercheurs comme BRANCO & SENNA (1991), COUTÉ et al. (1997), KOGAN (1956), KOMÁRKOVÁ et al. (1999), PADISAK (1990–1991), SINGH (1962), ne les ont jamais signalés comme adjacents à l'hétérocyste. COUTÉ et al. (1997), qui ont suivi durant une longue période l'étang des Francs Pêcheurs (France), où des proliférations ont atteint des nombres de trichomes de l'ordre de $4 \cdot 10^8 \text{ l}^{-1}$, ont vu de très nombreuses spores toujours en position intercalaire. Enfin, NAIR (1967), à partir de prélèvements récoltés dans le Gange (État de Kampur, Inde) et HILL (1969–1970), sur des échantillons provenant du Minnesota (U.S.A.), avec des



Figures 16 à 20. *Cylindropermopsis sinuosa* spec. nova (microscopie photonique à contraste interférentiel)
16 – trichome entier avec deux akinètes; 17 – fragment de trichome avec un apex; 18 – fragment de trichome montrant l’aspect et la répartition des pseudovacuoles; 19 – fragment de trichome avec un hétérocyste; 20 – fragment de trichome avec trois akinètes en série.

akinètes intercalaires, ont vu aussi des akinètes contigus aux hétérocystes, alors que SAKER et al. (1999), en cultivant des souches rectilignes et enroulées originaires du Queensland (Australie), ont noté la position des akinètes préférentiellement adjacente aux hétérocystes et rarement intercalaire.

Dans le cas du taxon de l'étang de Léon, en général, les akinètes ne sont pas cylindriques réguliers (comme cela est toujours noté chez *C. raciborskii*) mais nettement sinueux et indifféremment en position intercalaire ou adjacente à l'hétérocyste et solitaire ou en série.

La présence de ces akinètes au contact de l'hétérocyste soulève un problème de conformité avec la diagnose du genre. En effet, si WOLOSZYŃSKA (1912) ne précise rien au sujet de la position relative des akinètes par rapport aux hétérocystes, n'ayant pas observé de spores, SEENAYYA & SUBBA RAJU (1972) indiquent clairement "spores present, intercalary in position" (in DESIKACHARY, p.55). KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1989) citent l'existence de *C. philippinensis* (dont les spores ont été décrites postérieurement) mais ne font pas état des résultats de NAIR (1967) et de HILL (1969) à propos de spores adjacentes aux hétérocystes chez *Anabaenopsis raciborskii* et indiquent (p. 297) que "the akinetes develop in all species in distant paraheterocytic position".

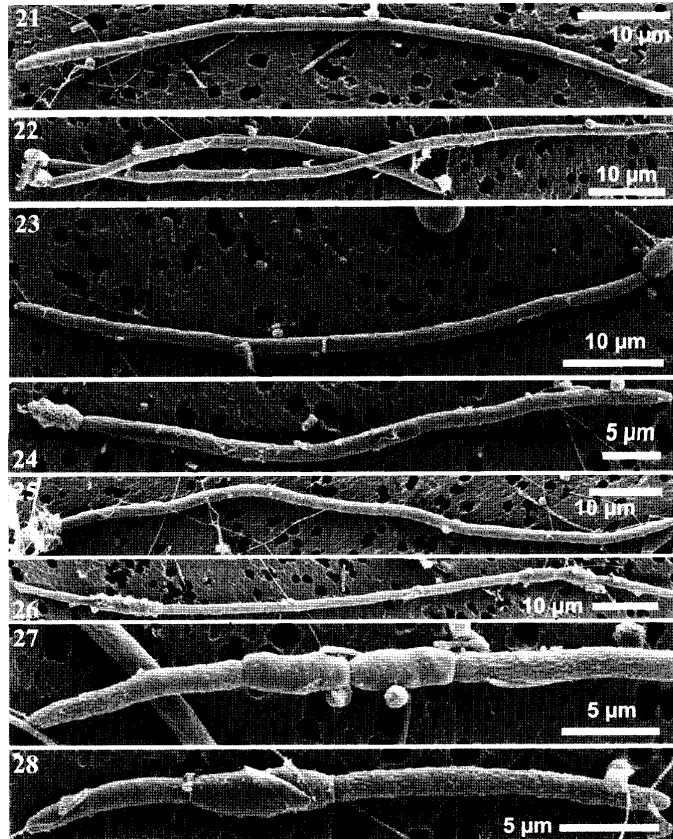
WATANABE (1995), en décrivant l'espèce nouvelle *C. curvispora*, qui produit des "akinetes attached to the heterocytes, sometimes one or two cells distant from the heterocytes..." (p. 46), ne relève pas non plus cette incohérence avec la diagnose du genre.

Or, malgré la méconnaissance des akinètes et de leur position chez *C. africana*, *C. catemaco* et *C. cuspis*, il apparaît désormais que la contiguïté des spores avec les hétérocystes ne peut être considérée comme un caractère rarissime. Il en résulte qu'il devient nécessaire d'amender la diagnose du genre *Cylindrospermopsis* qui s'énonce désormais ainsi:

***Cylindrospermopsis* (WOLOSZYŃSKA) SEENAYYA et SUBBA RAJU emend.
COUTÉ et al.**

Diagnosis: Trichomata recta vel spiraliter connexa, leviter contracta versus fines; cellulae cylindricae cum nullis vel haud ullis constrictionibus ad parietes transversas; heterocystae semper terminales; cum trichomata fragmentur, novae heterocystae orientur ad terminos liberos trichomatum per transformationem cellularum vegetativarum terminalium; sporae praesentes intercalares aut contiguae heterocystis in situ.

De cet élargissement de la diagnose, ressort le risque de confusion avec le genre *Cylindrospermum* KÜTZING qui possède aussi des hétérocystes exclusivement apicaux auxquels les akinètes, solitaires ou en série, sont toujours adjacents. SEENAYYA & SUBBA RAJU (1972), à propos de *Cylindrospermopsis raciborskii*, disent clairement (p. 55): "...the present taxon approaches very closely to the genus *Cylindrospermum* differing however from it in the absence of akinetes next to the heterocysts". Suite à ce qui vient d'être exposé plus haut, on voit que cet argument n'est plus valide. Cependant, d'autres caractères distinguent à l'évidence *Cylindrospermum* de *Cylindrospermopsis*, à savoir, la forme des cellules végétatives, quadratiques chez le premier et cylindriques allongées chez le second, la constriction aux cloisons, très nette pour le premier et inexistante ou presque pour



Figures 21 à 28. *Cylindrospermopsis sinuosa* spec. nova (microscopie électronique à balayage)

21 – un trichome sans hétérocystes ni akinètes; 22 – deux trichomes avec, chacun, un hétérocyste; 23–25 – trichomes avec un hétérocyste; 26 – un trichome sans hétérocystes avec un akinète solitaire (à gauche) et une paire d'akinètes (à droite); 27 – détail d'un fragment de trichome avec une paire d'akinètes; 28 – vue détaillée d'un trichome court sans hétérocystes mais avec un akinète.

le second, et, enfin, la morphologie des hétérocystes, cylindrique ellipsoïdale ou ovoïde à apex toujours arrondi dans le cas du premier, et tronconique à apex très pointu et effilé chez le second.

Enfin, le caractère le plus notable, qui distingue la cyanophycée de l'étang de Léon de toutes les espèces à morphologie rectiligne, est son port sinueux, très typique, que l'on n'observe chez aucune des autres espèces du genre et qui est dû à la forme des cellules végétatives et de la plupart des akinètes. La comparaison des planches de dessins fournies ici avec celles de COUTÉ et al. (1997) relatives à *C. raciborskii* est très démonstrative. Il faut cependant signaler que KOMÁRKOVÁ et al. (1999) ont montré, à partir de cultures de trichomes de *C. raciborskii* récoltés dans le lac do Peri (Brésil), que certains individus présentent une similitude avec ceux de l'étang de Léon (fig. 2, p. 211, en particulier fig. 2C et 3C) mais la qualité des illustrations (entre autres l'aspect des cloisons, la forme des cellules intercalaires et apicales) ne permet pas d'en tirer des informations claires. De plus, leurs auteurs précisent que les formes ondulées, à constrictions cellulaires aux cloisons et toujours dépourvues d'hétérocystes, sont des anomalies dues à des conditions écologiques très défavorables.

Associé à l'abondance et à la taille des vacuoles gazeuses qui confèrent au contenu cellulaire un aspect très particulier, et au rapport L/l nettement plus faible ici que chez *C. raciborskii*, le caractère "morphologie sinueuse" permet de séparer ce dernier taxon de l'algue de l'étang de Léon.

Nous proposons donc la dénomination suivante:

***Cylindrospermopsis sinuosa* spec. nova.**

D i a g n o s i s: Trichoma solitaria, semper sinuosa, sine vaginibus, ad dissepimentis nunc constricta, plus minusve isopolares. Cellulae semper longiores quam latae, sinuosae, ad apices rectae, 5–10 x 1,5–2 µm, contenu obscuro, semper cum aerotopis magnis; cellulae apicales plerumque attenuatae, elongatae et interdum sine aerotopis. Heterocystae semper terminales, elongatae, anguste guttiferae, apice conicae ac acutae, 4,5–7,5 x 2–2,5 µm. Sporae ad heterocystas affixae aut ab heterocystis 1–2 vel plus cellulis distantibus remotae, solitariae vel binatae raro usque ad tres seriatae, cylindricae usque ad doliiformes interdum sinuosae, 8,5–15 x 2,5–5 µm, cum granulis plus minusve sparsis.

Locus classicus: in palude Léon, Gallia, 1991.

Holotypus: figura nostra 8.

Isotypus: 1, 2, 3, 6, 7, 12, 13, 14, 15.

Avec cette nouvelle espèce, qui montre pour la première fois en France la présence du genre *Cylindrospermopsis* déjà depuis 1991 et non en 1994 (comme l'avaient mentionné COUTÉ et al. 1997), le nombre d'espèces décrites passe à sept et le **clé d'identification** se présente comme suit:

trichomes en majorité rectilignes	1
trichomes en majorité enroulés	2
1a – constrictions aux cloisons	3
1b – pas de constriction aux cloisons	4
2a – trichomes isodiamétriques, spire large	5
2b – trichomes non isodiamétriques, spire étroite	6
3a – hétérocystes coniques pointus	<i>C. cuspis</i>
3b – hétérocystes ellipsoïdaux	<i>C. africana</i>
4a – cellules végétatives cylindriques rectilignes	<i>C. raciborskii</i>
4b – cellules végétatives cylindriques sinueuses	<i>C. sinuosa</i>
5a – cellules terminales effilées arrondies	<i>C. philippinensis</i>
5b – cellules terminales arrondies	<i>C. curvispora</i>
6 – cellules terminales très effilées	<i>C. catemaco</i>

Tableau 1. all. = allongé; arr. = arrondi; att. = atténué; co. = courbe; coniq. = conique; cyl. = cylindrique; ell. = ellipsoïdal; int. = intercalaire; L = longueur; libr. = librement; l = largeur; ov. = ovoïde; sin. = sinueux; sol. = solitaire.
1 = morphologie des trichomes; **2** = longueur des trichomes; **3** = diamètre de la spiré; **4** = nombre de cellules par trichome; **5** = constriction aux cloisons; **6** = morphologie des cellules intercalaires; **7** = morphologie des cellules terminales; **8** = dimensions des cellules intercalaires; **9** = morphologie des hétérocystes; **10** = dimensions des hétérocystes; **11** = morphologie des akinetes; **12** = dimensions des akinetes; **13** = position des akinetes; **14** = organisation des akinetes; **15** = vacuoles gazeuses; **16** = gaine mucilagineuse; **17** = écologie.

D'après: COUTÉ et al. (1997), HILL (1969-1970), KOMÁREK & KLING (1991), KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & TAVERA (1996), NAIR (1967), PADISÁK (1996), SEENAYYA & SUBBA RAU (1972), SKUDA (1937, 1949), TAYLOR (1932), WATANABE (1995), WOLOSZYŃSKA (1912)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		[µm]	[µm]					L [µm]	l [µm]	L [µm]
<i>C. africana</i>	droits	?	-	?	+	cyl.	arr.	4,2-22,4	1-2,5	4-10,5
<i>C. catemaco</i>	enroulés	10-30-(120)	7-11	2-4-(10)	-	cyl. co.	att. et pointu	5-10-(32)	0,8-1,2-(1,6)	cyl. ou ov. arr. ?
<i>C. curvispora</i>	enroulés	-	10-30	-	-	cyl. co.	arr.	4-9	2-3	all. ou ell. arr. co. ?
<i>C. cuspis</i>	droits	?	-	?	+	cyl.	conique pointu	4,2-19,5	0,8-1,2	cyl. arr. 8,25-9
<i>C. philippinensis</i>	enroulés	30-120	12-25	?	-	cyl. co.	att. arr.	3,8-18-(22)	1,9-3,8-(5)	all. pointu 6,2-11,2
<i>C. raciborskii</i>	droits	-(200)	?	5-20	-	cyl.	att. arr.	5-15	1,5-3,5	coniq. arr. co. 7,5-13,2
<i>C. sinuosa</i>	droits	26-193	-	5-33	-	sin.	att. arr.	5-10	1,5-2	all. coniq. pointu 3-12
										all. coniq. pointu 4,5-7,5

	11	12	13	14	15	16	17
		[µm]	int.	adjacent	sol.	série	
<i>C. africana</i>	-	-	-	-	-	-	flottant libr.
<i>C. catemaco</i>	?	?	?	?	?	?	flottant libr.
<i>C. curvispora</i>	co.	10-20	parfois	+	+	4	flottant libr.
<i>C. cuspis</i>	-	-	-	-	-	-	flottant libr.
<i>C. philippinensis</i>	cyl. co.	?	-	+	+	-	?
<i>C. raciborskii</i>	cyl. renflé	7-18	+	parfois	+	5	flottant libr.
<i>C. sinuosa</i>	sin. renflé	8-15	+	+	+	3	flottant libr.

Résumé

Cylindrospermopsis sinuosa sp. nova, une nouvelle cyanophycée (= cyanobactérie) d'eau douce, a été découverte dans des échantillons de phytoplancton récoltés en 1991 dans le sud-ouest de la France.

Ce nouveau taxon, caractérisé principalement par l'aspect sinueux de ses cellules et de ses trichomes, inconnu chez toutes les autres espèces, est décrit à l'aide des microscopes photonique et électronique à balayage.

La comparaison avec les autres espèces du genre permet de proposer une clé d'identification du genre *Cylindrospermopsis*.

Cette citation de la présence du genre en France est la plus ancienne. Elle montre une fois de plus, si nécessaire, l'importance de la conservation et de l'examen des collections.

Remerciements

Les auteurs remercient HENRI BEUFFE et ALAIN DUTARTRE, du C.E.M.A.G.R.E.F., pour leurs échantillonnages ainsi que pour la transmission du rapport d'étude de l'étang de Léon.

Références

- BEUFFE, H. (1991) : Étang de Léon. Quantification et niveau trophique. Éléments de réflexion pour une amélioration de la qualité des eaux. – Étude C.E.M.A.G.R.E.F. n°51, Division Qualité des Eaux, 34 pp.
- BOURRELLY, P. (1985) : Les algues d'eau douce. III. Les algues bleues et rouges, les Eugléniens., Péridiniens et Cryptomonadines. – 606 pp., Boubée & Cie, Paris, 2nd éd.
- BRANCO, C.W.C. & SENNA, P.A.C. (1991): The taxonomic elucidation of the Paranoa Lake problem: *Cylindrospermopsis raciborskii*. – Bull. Jard. Bot. Nat. de Belgique **61**: 85–91.
- COUTÉ, A.; LEITAO, M. & MARTIN, C. (1997): Première observation du genre *Cylindrospermopsis* (Cyanophyceae, Nostocales) en France. – Cryptogamie, Algologie **18** (1): 57–70.
- HILL, H. (1969–1970): *Anabaenopsis raciborskii* WOLOSZYŃSKA in Minnesota lakes. – J. Minnesota Acad. Sci. **36** (2–3): 80–82.
- KOGAN, S.Y. (1956): Species algarum curiosae e Turkmenia. – Notulae Systematicae e Sectione Cryptogamica Instituti Botanici Academiae Scientiarum USSR, Moskwa **2**: 33–35.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1989): Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. – Arch. Hydrobiol./Algological Studies **56**: 247–345.
- KOMÁREK, J. & KLING, H. (1991): Variation in six planktonic cyanophyte genera in lake Victoria (East Africa). – Arch. Hydrobiol./Algological Studies **61**: 21–45.
- KOMÁRKOVÁ, J. (1998): The tropical planktonic genus *Cylindrospermopsis* (Cyanophytes, Cyanobacteria). – In: AZEVEDO, M. T. (ed.): – Annales of the IVth Latino-American Phycological Congress, Brazil (Sao Paulo State), p. 327–340.
- KOMÁRKOVÁ, J.; LAUDARES-SILVA, R. & SENNA, P.A.C. (1999): Extreme morphology of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria) in the Lagoa do Peri, a freshwater coastal lagoon, Santa Catarina, Brazil. – Arch. Hydrobiol./Algological Studies **94**: 207–222.
- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. & TAVERA, R. (1996): Cyanoprocaryota (Cyanobacteria) in the phytoplankton of Lake Catemaco (Veracruz, Mexico). – Arch. Hydrobiol./Algological Studies **83**: 403–422.

- NAIR, G. U. (1967): The Nostocaceae of Kanpur. II. – *Hydrobiologia* **30** (1): 145–153.
- PADISÁK, J. (1990–1991): Occurrence of *Anabaenopsis raciborskii* WOŁOZ. in the pond Tumulom near Sopron, Hungary. – *Acta Botanica Hungarica* **36** (1–4): 163–165.
- SAKER, M.L.; NEILAN, B. A. & GRIFFITHS, D. J. (1999): Two morphological forms of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) isolated from Solomon Dam, Palm Island, Queensland. – *J. Phycol.* **35**: 599–606.
- SEENAYYA, G. & SUBBA RAJU (1972): On the ecology and systematic position of the alga known as *Anabaenopsis raciborskii* (WOŁOZ.) ELENK. and a critical evaluation of the forms described under the genus *Anabaenopsis*. – In: DESIKACHARY, T. V., (ed.): *Taxonomy and Biology of Blue-Green Algae.*, p. 52–57. Univ. Madras.
- SINGH, R. N. (1962): Seasonal variants of *Anabaenopsis raciborskii* WOŁOZ. – *Hydrobiologia* **20** (1): 87–91.
- SKUJA, H. (1937): Süßwasseralgen aus Griechenland und Kleinasien. – *Hedwigia* **77**: 15–70.
- – – (1949): Zur Süßwasseralgenflora Burmas. – *Nov. Acta. Reg. Soc. Sci. Upsal.*, Ser. **4**, **14** (5): 1–188.
- WATANABE, M. (1995): Studies on Planktonic Blue-green Algae 5. A new species of *Cylindrospermopsis* (Nostocaceae) from Japan. – *Bull. nat. sci. Mus. Tokyo Ser. B*, **21** (2): 45–48.
- WOŁOZYŃSKA, J. (1912): O glonach planktonowych niektórych jezior jawanskich, z uwzględnieniem glonow Sawy. Das Phytoplankton einiger javanischer Seen mit Berücksichtigung des Sawa-Planktons. – *Bull. Internat. Acad. Sci. de Cracovie. Cl. Sci. Math. Natur.* **6B**: 649–709.

Manuscript received July 16, 2002, accepted December 16, 2002.

The authors' addresses :

ALAIN COUTÉ,
Laboratoire de Cryptogamie,
Muséum National d'Histoire Naturelle,
12, rue Buffon,
F-75005 Paris, France.
Auteur à qui la correspondance doit être adressée

MARIA LEITAO,
HUGO SARMENTO,
Bi-Eau,
15, rue Lainé-Laroche,
F-49000 Angers, France.
