Antonio Dell'Uomo

# Les algues des milieux lothiques de l'Italie et leur importance dans l'évaluation de la qualité des cours d'eau

**Abstract**

Dell'Uomo, A.: Algae of running waters in Italy and their importance for monitoring rivers. — Bocconea 16(1): 367-377. 2003. — ISSN 1120-4060.

A brief review is carried out of the most common or interesting macroscopic and microscopic benthic algae occurring in Italian rivers, in particular those inhabiting the central Apennine watercourses. They belong above all the following classes: *Cyanophyceae* (*Cyanoprokariota*), *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Rhodophyceae*, *Chlorophyceae*, *Zygophyceae* and *Charophyceae*. All the algae of the running waters, thanks to their sensitivity towards physical and chemical conditions of the water, contribute useful information about the processes of eutrophication and pollution. In order to assess the biological river quality, two different indices have been proposed for monitoring rivers in Italy, one based on macroalgae and named EPI-M, the other based on diatoms and named EPI-D. The former is more rapid, the latter is without doubt more accurate; then the choice depends upon aim of the research.

## Introduction

On présente ici un aperçu des algues benthiques macro- et microscopiques les plus intéressantes et répandues des cours d'eau de l'Italie, en particulier celles qui colonisent les fleuves et les rivières de l'Apennin central. Pour la plupart ces algues, notamment les diatomées, sont très sensibles aux caractéristiques chimiques et physiques de l'eau et elles donnent, par conséquent, des utiles indications en ce qui concerne la qualité biologique du milieu fluvial.

Il y a 30 ans, on avait encore bien peu de connaissances sur les algues des milieux lothiques de l'Italie. Des recherches dédiées exprès à cette finalité ont démarré dans les années 1970 (entre autre: Dell'Uomo 1970, 1975, 1986a, 1986b; Dell'Uomo & Ciccotti 1977; Dell'Uomo & Masi 1986); ces travaux, initialement consacrés à l'étude de la biodiversité algale et des communautés d'algues rhéophiles, ont progressivement conduit à des recherches appliquées en vue de la surveillance des fleuves et rivières (Dell'Uomo 1981, 1991, 1996; Dell'Uomo & al. 1999; Dell'Uomo & Grandoni 1997; Dell'Uomo & Tantucci 1996; Grandoni & Dell'Uomo 1996; Torrisi & Dell'Uomo 2001).

La plupart des cours d'eau étudiés prennent leur source au coeur des Apennins et ils se jettent dans la mer Méditerranée. En général ils peuvent être longitudinalement subdivisés

en trois tronçons principaux où on peut reconnaître, en suivant en principe la classification proposée par Illies & Botosaneanu (1963), des différentes zones biologiques, chacune colonisée par des caractéristiques communautés algales, c'est-à-dire:

- le tronçon supérieur, toujours au-dessus de 500 m d'altitude, avec les biozones du *crénon* et de *l'épirhithron*;
- le tronçon moyen, entre 500 et 100 m environ d'altitude, qui comprend les biozones du *métarhithron* et de *l'hyporhithron*;
- le tronçon inférieur, qui coule dans la plaine et présente les biozones de l' *épipotamon*, du *métapotamon* et du *potamon.*

Les bassins des fleuves de l'Apennin central sont essentiellement calcaires et les eaux toujours alcalines, avec des pH en général compris entre 7 et 8,5. Les effets anthropiques augmentent d'amont en aval. Laiteries, sucreries, tanneries, industries du papier et de la chaussure constituent les principales activités industrielles. Cultures et élevage sont également bien représentés.

## Les algues rhéophiles

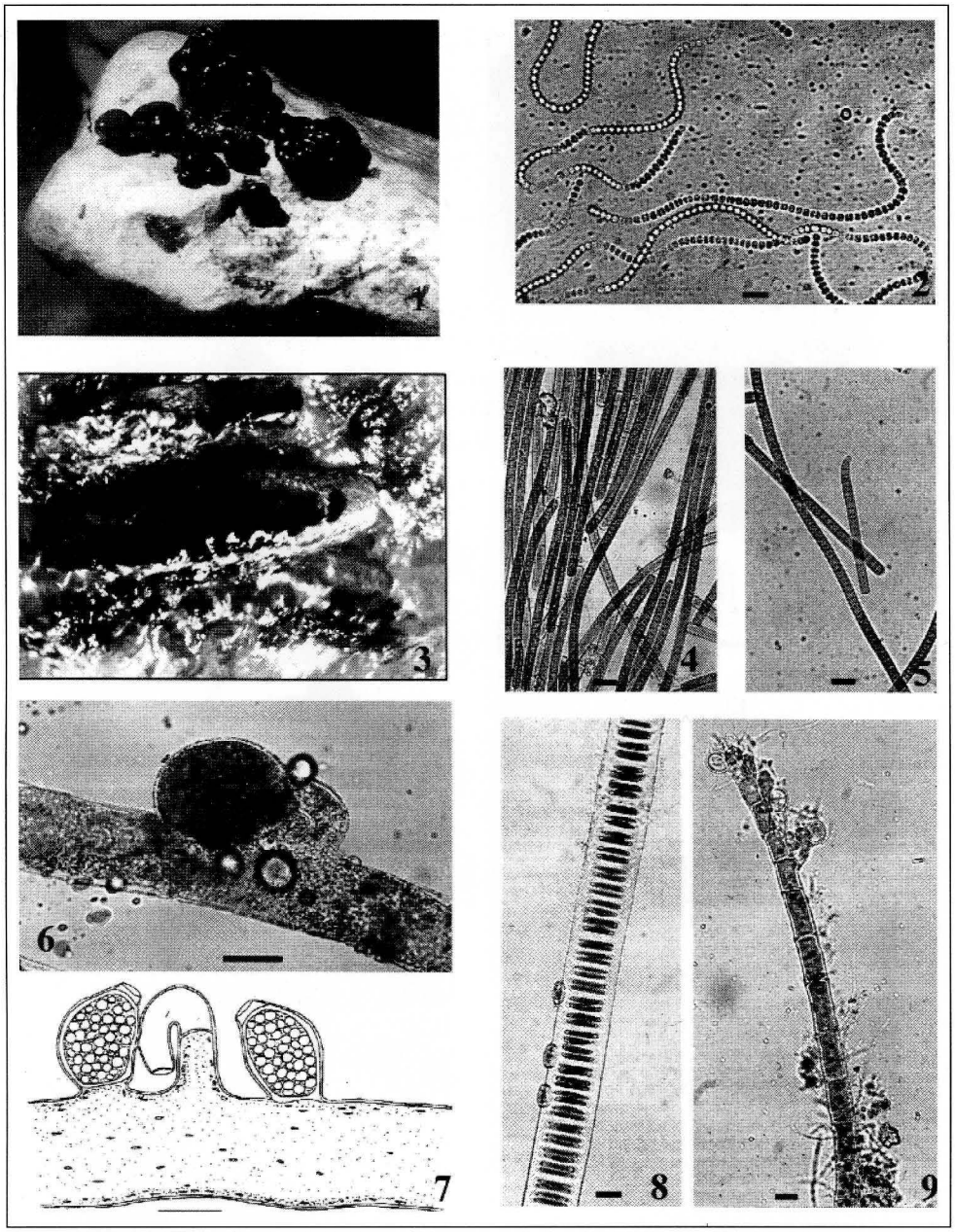
La liste suivante renferme les taxons les plus fréquemment rencontrés ou bien les plus significatifs des points de vue systématique, écologique et biogéographique; ils sont subdivisés en classes selon la classification proposée par Bourrelly (1972, 1981, 1985) pour les algues d'eau douce. Pour tout ce qui concerne le matériel et les méthodes on renvoie aux travaux cités en bibliographie.

***Cyanophyceae* (*Cyanobacteria* ou *Cyanoprokariota*)** – Les algues bleues se développent dans les parties rhithrales des fleuves avec des nombreuses espèces parmi lesquelles on trouve *Nostoc verrucosum* Vauch. (Figs 1-2), *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom.(Figs 3-5), *Ph. incrustatum* (Näg.) Gom., *Homoeothrix varians* Geitler, *Hydrococcus rivularis* Kütz., *Scytonema myochrous* (Dill.) Ag., *Plectonema radiosum* (Schied.) Gom., *Tolypothrix distorta* Kütz. Dans les parties potamales, par contre, sont les colonies filamenteuses d'*Oscillatoria* qui dominent.

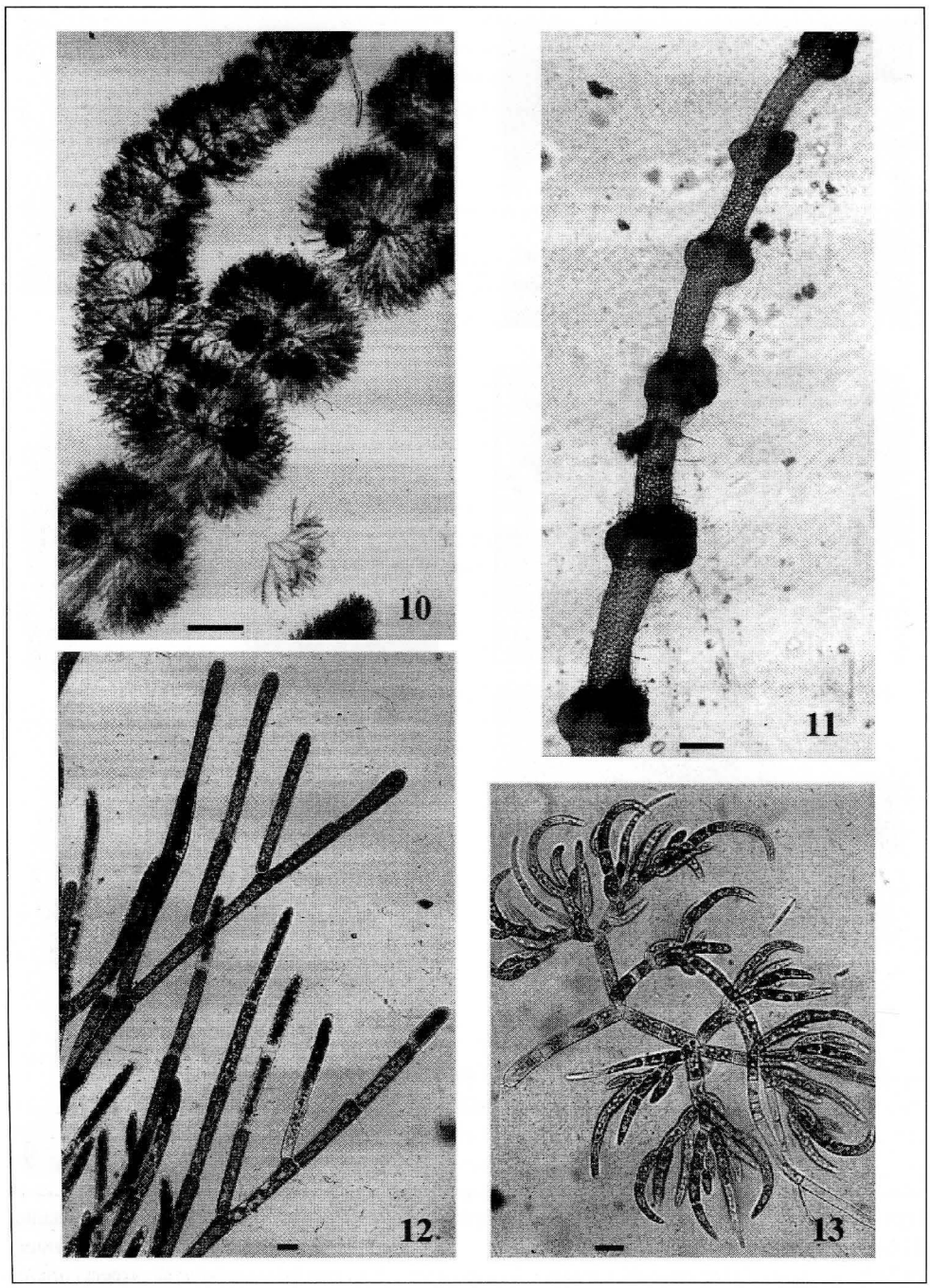
***Chrysophyceae*** – L'espèce la plus répandue et importante est sans doute *Hydrurus foetidus* (Wille) Trèv., une algue coloniale à organisation palmelloïde dont les thalles, souvent très volumineux, sont de couleur jaune pâle, irrégulièrement ramifiés et extrêmement polymorphes. Il s'agit d'un organisme rhéobionte qui est aussi un excellent indicateur des eaux propres à reaction alcaline, froides et bien oxygénées de montagne.

***Xanthophyceae*** – Sont deux les genres les plus fréquents dans les eaux courantes: *Tribonema* et *Vaucheria*. *Tribonema*, avec ses longs filaments unisériés et simples, se trouve dans les parties montagnardes du bassin hydrographique, tandis que *Vaucheria*, qui forme des gros thalles en touffe ou en gazon sur les pierres ou la vase, abonde dans les eaux qui coulent lentément. Les espèces de ce dernier genre trouvées jusqu'à présent dans les cours d'eau de l'Apennin central (Dell'Uomo 1993) sont *Vaucheria geminata* (Vauch.) D.C, *V. dillwynii* (Weber & Mohr) C.A. Ag. (fig. 6), *V. sessilis* (Vauch.) D.C. (Fig. 7), *V. racemosa* (Vauch.) D.C. et *V. woroniniana* Heering.

***Bacillariophyceae*** – Les diatomées sont très communes dans tous les endroits des fleu-



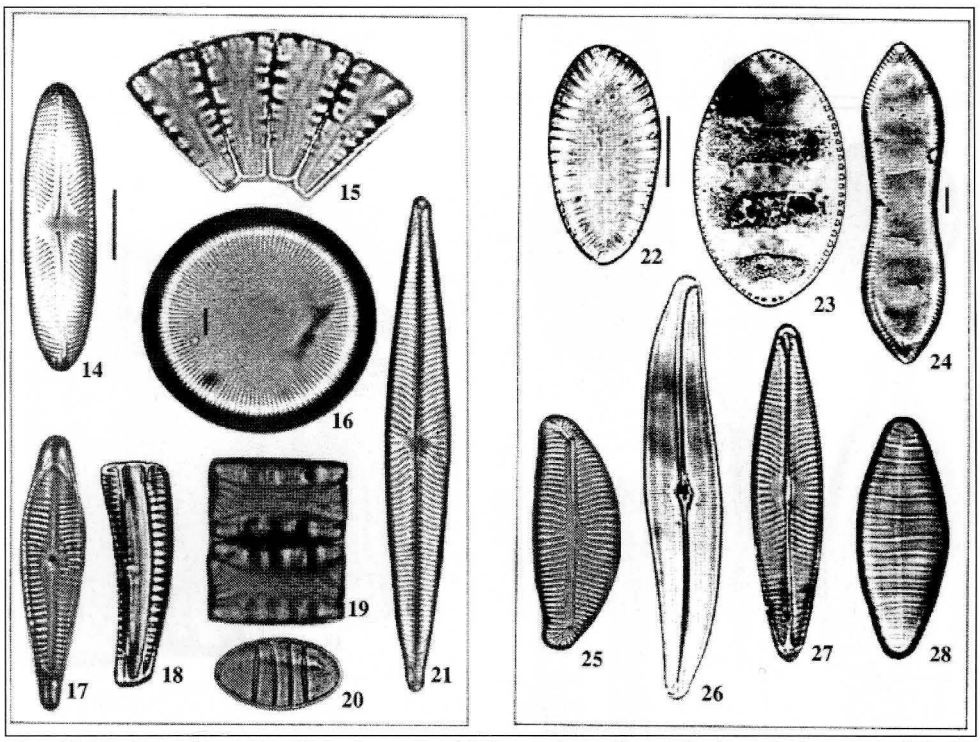

Figs 1-9. 1. *Nostoc verrucosum*, aspect macroscopique, thalle lobé avec membrane externe résistante. 2. *Nostoc verrucosum*, aspect microscopique. 3. *Phormidium autumnale*, aspect macroscopique, thalle bleu foncé en plaque étalée, épaisse et gélatineuse. 4-5) *Phormidium autumnale*, aspects microscopiques. 6. *Vaucheria dillwynii*, filament avec anthéridie et oogone.
7. *Vaucheria sessilis*, dessinée à la chambre claire. 8. *Bangia atropurpurea*. 9. *Audouinella hermannii*. Échelle des Fig 2, 4-5 et 8-9 = 10 µm, échelle des Fig. 6-7 = 50 µm.




Figs 10-13. 10. *Batrachospermum gelatinosum*. 11. *Lemanea fluviatilis*. 12. *Cladophora glomerata*. 13. *Chaetophora elegans*. Échelle de Fig.10 = 1 mm, échelle de Fig. 11 = 0,25 mm, échelle des Figs 12-13 = 10 µm.

ves et tout le long de leur bassin hydrographique, mais avec différentes espèces selon les caractéristiques du milieux ambiant. *Achnanthes flexella* (Kütz.) Brun (Fig. 35) et *Diatoma hyemalis* (Roth) Heib. (Fig. 36) peuvent être citées pour les parties rhithrales, tandis que *Surirella ovalis* Bréb. (Fig. 30) et *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve (Fig. 31) colonisent surtout les parties potamales. A propos de cette classe d'algues d'autres renseignements seront donnés plus avant.

***Phaeophyceae*** – Ces algues sont typiquement marines et donc très rares dans les eaux douces. Seulement *Heribaudiella fluviatilis* (Aresch.) Sved. a été trouvée parfois dans le lit des ruisseaux et torrents de montagne, où elle forme des thalles crustacés de couleur brune à olivâtre ou noirâtre sur les rochers et les cailloux.

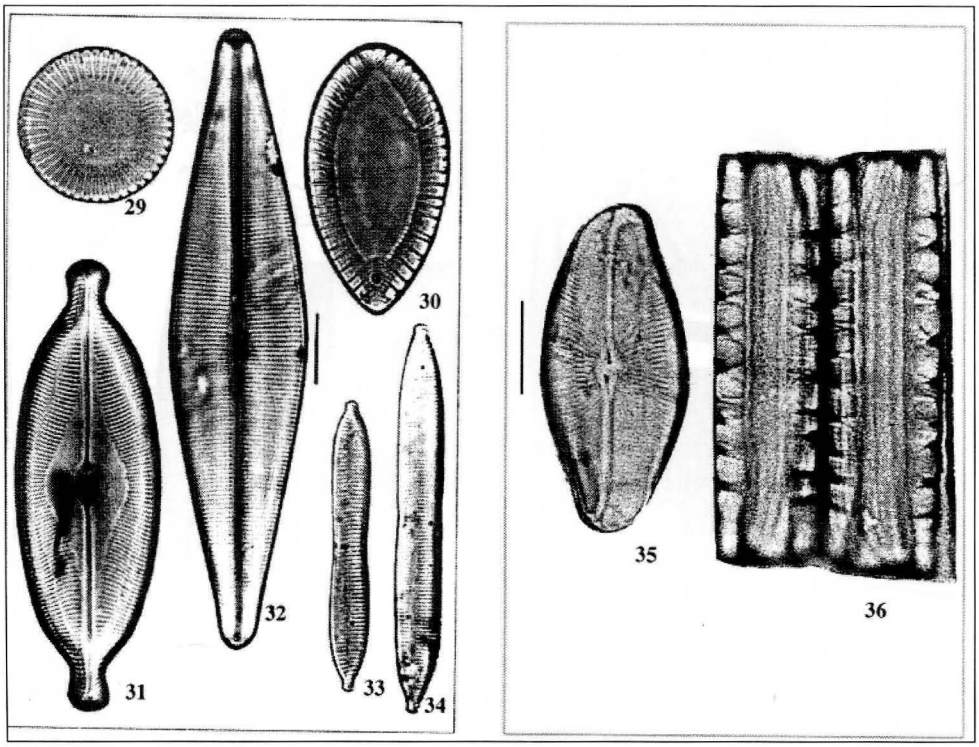



Figs 14-21. Assemblage de diatomées caractéristiques des milieux fluviaux de bonne qualité. 14. *Pinnularia brebissonii* (Kütz.) Rabenh. 15. *Meridion circulare* (Grev.) Ag. 16. *Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawford. 17-18. *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) Lange-Bert., vue valvaire et vue connective. 19-20. *Diatoma mesodon* (Ehr.) Kütz., vue connective (deux cellules) et vue valvaire. 21. *Navicula radiosa* Kütz. Échelle de Fig. 14 = 10 µm pour les Figs 14-15 et 17-21, échelle de Fig. 16 = 10 µm.

Figs 22-28. Assemblage de diatomées qui colonisent de préférence des milieux peu ou moyennement pollués. 22. *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* Kramm. & Lange-Bert. 23. *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Smith. 24. *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Smith. 25. *Cymbella prostrata* (Berk.) Cleve. 26. *Gyrosigma scalproides* (Rabenh.) Cleve. 27. *Navicula lanceolata* (Ag.) Ehr. 28. *Diatoma vulgaris* Bory. Échelle de Fig. 22 = 10 µm pour les Figs 22 et 25-28, échelle de Fig. 24 = 10µm pour les Figs 23-24.

***Rhodophyceae*** – Aussi cette classe est typiquement marine et dans les eaux courantes on trouve seulement peu de genres et peu d'espèces; néammoins toutes les algues rouges d'eau douce sont des excellents indicateurs de milieux très propres ou très peu pollués. *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag., *Bangia atropurpurea* (Roth) Ag. (Fig. 8), *Audouinella hermannii* (Roth) Duby (Fig. 9), *Batrachospermum gelatinosum* (L.) D.C. (Fig. 10) et *Lemanea fluviatilis* (L.) Ag. (Fig. 11) peuvent être citées pour les parties rhithrales des fleuves de l'Italie.

***Chlorophyceae*** – La présence des algues vertes dans les eaux courantes est massive. L'espèce la plus répandue et abondante dans les bassins hydrographiques des fleuves étudiés est *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. (Fig. 12) qui, au contraire de *Vaucheria*, préfère les eaux rapides. D'autres intéressantes espèces sont les suivantes: *Draparnaldia glomerata* (Vauch.) Ag., *D. mutabilis* (Roth) Bory, *Chaetophora elegans* Ag. (Fig. 13), *C.*




Figs 29-34. Assemblage de diatomées typiques de milieux plus pollués. 29. *Cyclotella meneghiniana* Kütz. 30. *Surirella ovalis* Bréb. 31. *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve. 32. *Navicula cuspidata* (Kütz.) Kütz. 33. *Nitzschia constricta* (Kütz.) Ralfs. 34. *Nitzschia hungarica* Hantz. Échelle de Fig. 32 = 10 µm pour toutes les Figures.
Figs 35-36. 35. *Achnanthes flexella* (Kütz.) Brun. 36. *Diatoma hyemalis* (Roth) Heib., deux cellules en vue connective. Il s'agit de deux espèces qui sont sans doute les plus caractéristiques des eaux pures, froides et courantes des Apennins et qui sont menacées par tout type de pollution. Échelle de Fig. 35 = 10 µm pour les Figs 35-36.

*incrassata* (Hudson) Hazen, *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh. et *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Kütz.) Stockm.

***Zygophyceae*** – Les genres *Zygnema, Spirogyra* et *Mougeotia*, famille des Zygnematacées, sont très fréquents, avec leurs longs et simples filaments dans les eaux qui coulent lentement.

***Charophyceae*** – L'espèce la plus commune est *Chara vulgaris* L.; son thalle, très incrusté de calcaire, cassante et fragile, est bien développé, pouvant atteindre quelques dizaines de centimètres; on le rencontre dans les eaux qui coulent lentément, fixé au sable près des rives par ses rhizoïdes.

## Les communautés d'algues rhéophiles

Elles peuvent être représentées: par les seules diatomées (fréquemment); par les seules algues macroscopiques (rarement); soit par les algues microscopiques que macroscopiques (communautés les plus répandues).

La phytosociologie des algues des eaux courantes a reçu dans les années 1940 et 1950 ses majeures contributions par Margalef (1948, 1949) dans l'Espagne du nord-est et par Symoens (1951, 1957) dans les Ardennes et régions voisines. Beaucoup des associatioons décrites par ces auteurs ont été retrouvées dans les cours d'eau des Apennins (Dell'Uomo 1970, 1982; Dell'Uomo & Ciccotti 1977).

Toutefois il faut remarquer que, selon le code de nomenclature phytosociologique actuellement en vigueur, presque toutes les associations doivent changer leurs dénominations. En outre, une classification systématique hyérarchique complète de toutes les unités phytosociologiques jusqu'à présent décrites n'a pas été encore mise au point.

## Le rôle des algues dans l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau

Presque tous les organismes qui vivent dans un cours d'eau, les animaux autant que les végétaux, peuvent être utilisés comme indicateurs de la qualité de l'environment fluvial. Toutefois les algues benthiques, avec leur thalle fixé au substrat – en général lithique – et complètement submergé, sont sans doute parmi les meilleurs bioindicateurs. Parmi toutes les algues, sont les diatomées qui recouvrent le rôle le plus important, parce que:

- elles sont présentes toute l'année dans tous les milieux fluviaux;
- elles sont faciles à echantillonner;
- elles sont bien connues des points de vue systématique et écologique;
- elles sont très sensibles aux nutrients, à la pollution organique et à la minéralisation de l'eau, en particulier aux chlorures.

C'est pourquoi les diatomées sont utilisées pour l'évaluation de la qualité des cours d'eau et pour leur surveillance. Les diatomées qui sont préférées à cet égard sont celles épilithiques qui se développent dans l'eau vive. Dans les Figures 14-21, 22-28 et 29-34 sont représentées trois assemblages de diatomées dont la distribution dans les cours d'eau dépend de la qualité du milieu. Les Fig. 35-36 sont relatives à deux espèces qui sont très représentatives des eaux très propres des torrents d'haute montagne.

L'indice diatomique mis au point pour les cours d'eau de l'Italie est l'indice d'eutrophisation/pollution ou EPI-D (Dell'Uomo 1996, 1999), qui est calculé à partir de la formule de Zelinka & Marvan (1961): **EPI-D =∑ a.f.i / ∑ a.f**, où:

- «EPI-D» est l'indice total d'eutrophisation/pollution de la station échantillonnée où la sommatoire est étendue à toutes les espèces présentes;
- «a» est l'abondance relative de l'espece (valeurs proposées: 1 à 5, dans le ses d'une abondance croissante);
- «i» est l'indice intégré de sensibilité de l'espèce (valeurs comprises entre 0 et 4); "0" est la valeur indicielle pour une espèce qui refuse la pollution organique, qui exige une basse minéralisation de l'eau et bien peu de nutrients en solution; tandis que "4" est la valeur d'une espèce qui a besoin de beaucoup de sels nutritifs et tolère largement la pollution organique et la minéralisation de l'eau; enfin, les espèces qui ont des exigences écologiques intermédiaires ont également des valeures indicielles intermédiaires;
- «f» est la fiabilité de l'espèce (valeurs proposées 1, 3, 5, dans le sens d'une fiabilité croissante); une espèce est autant plus fiable qu'elle est plus sensible aux variations du milieu ambiant, c'est-à-dire quand son amplitude écologique est bien limitée.

Le résultat de l'EPI-D est un nombre entier ou décimal dont l'interprétation, par rapport à la qualité du milieu ambiant, est la suivante (d'après Dell'Uomo 1999, modifié):

- 0.0 < EPI-D < 1.0 milieu de qualité excellente couleur: bleu clair
- 1.0 < EPI-D < 1.5 milieu de bonne qualité couleur: bleu foncé
- 1.5 < EPI-D < 1.8 milieu de qualité assez bonne couleur: vert sombre
- 1.8 < EPI-D < 2.0 milieu légèrement pollué couleur: vert clair
- 2.0 < EPI-D < 2.2 milieu modérément pollué couleur: jaune
- 2.2 < EPI-D < 2.5 milieu fortement pollué couleur: orange
- 2.5 < EPI-D < 3.0 milieu très fortement pollué couleur: rouge
- 3.0 < EPI-D < 4.0 milieu complètement dégradé couleur: marron

On propose tout de suite, au simple but démonstratif, deux examples qui répresentent deux situations décidément différentes: une de qualité très bonne et l'autre de qualité très mauvaise.

*Station sur un torrent de montagne*

| **Taxa** | **a** | **i** | **f** |
|---|---|---|---|
| *Achnanthes clevei* Grunow | 3 | 1.5 | 3 |
| *Amphora normanii* Rabenhorst | 1 | 0.5 | 3 |
| *Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg | 1 | 0.0 | 5 |
| *Cymbella affinis* Kützing | 2 | 1.0 | 5 |
| *Denticula tenuis* Kützing | 2 | 0.0 | 5 |
| *Diatoma hyemalis* (Roth) Heiberg | 2 | 0.0 | 5 |
| *Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawford | 5 | 0.5 | 3 |
| *Fragilaria capucina* Desmazières | 4 | 1.0 | 5 |
| *Melosira varians* Agardh | 2 | 2.0 | 1 |
| *Navicula clementis* Grunow | 1 | 1.5 | 3 |

EPI-D = 0.7 Jugement: milieu de qualité excellente

*Station dans le tronçon terminale d'un fleuve*

| Taxa | a | i | f |
|---|---|---|---|
| *Amphora veneta* Kützing | 2 | 3.5 | 3 |
| *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Smith | 1 | 2.5 | 3 |
| *Cymbella caespitosa* (Kützing) Brun | 2 | 2.5 | 3 |
| *Diatoma vulgaris* Bory | 3 | 2.0 | 1 |
| *Fragilaria intermedia* Grunow | 3 | 2.0 | 1 |
| *Gomphonema augur* Ehrenberg | 2 | 2.0 | 5 |
| *Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer | 2 | 2.5 | 3 |
| *Navicula accomoda* Hustedt | 2 | 4.0 | 5 |
| *Nitzschia clausii* Hantzsch | 3 | 3.0 | 5 |
| *Surirella ovalis* Brébisson | 1 | 3.0 | 5 |

EPI-D = 2,8 Jugement: milieu très fortement pollué

Pour une raison de simplicité, les deux cas ci-dessus exemplifiés sont relatifs à deux situations avec un nombre d 'espèces très bas; dans la plupart des cas, toutefois, le nombre des espèces est variable entre 30 et 60. Pour ce qui concerne les techniques d'échantillonnage, la préparation du matériel récolté pour l'observation microscopique et l'identification des espèces on renvoie aux publications citées en bibliographie.

Les indices diatomiques obtenus après avoir choisi et échantillonné soigneusement plusieurs stations le long d'un cours d'eau permettent la réalisation soit de mappes en couleurs soit de courbes de qualité, comme dans la Fig. 37 qui se réfère au monitorage du fleuve Esino (Italie centrale, région des Marches).

Un autre indice d'eutrophisation/pollution élaboré pour le monitorage des cours d'eau de l'Italie est basé sur la sensibilité des algues macroscopiques aux changements de la qualité du milieu fluvial et il est dénommé EPI-M (Dell'Uomo 1991, 1999). Cet indice est structuré dans la même façon que l'indice diatomique; il utilise encore la formule de Zelinka & Marvan (1961) et pareil est aussi le schéma d'interprétation du résultat. Par rapport à l'EPI-D l'indice macroalgale est plus rapide parce que les algues macroscopiques sont souvent reconnaissables *in situ*, tandis que les diatomées doivent être toujours récoltées, préparées et identifiées au microscope. Par contre les algues macroscopiques sont moins connues du point de vue écologique et elles ne sont pas toujours bien observables, quand par exemple l'eau est trouble et son niveau élevé. L'indice diatomique est sans doute plus précis et en outre réalisable dans chaque situation. Le choix de l'un ou l'autre indice dépend alors des objectives du monitorage et de sa finalité.

## Conclusion

D'après ce qu'on a dit précédemment, les algues des eaux courantes, au délà du fort intérêt systématique, biologique et naturaliste – leur diversité est remarquable malgré la sélectivité du milieu – ont aussi une grande importance pratique dans les questions de l'écologie et notamment dans l'évaluation de la qualité des fleuves et rivières, qui sont tou-

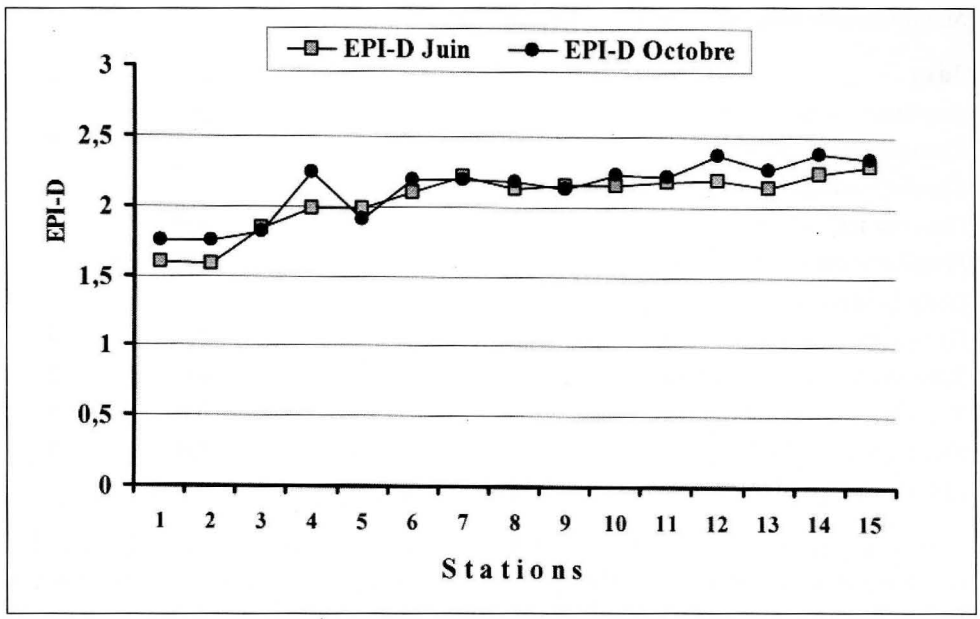



Fig. 37. Exemple de réalisation d'une courbe de qualité du milieu fluvial : évolution de l'indice EPI-D dans 15 stations échantillonnées dans le fleuve Esino (Marches) en deux différentes périodes (d'après Dell'Uomo & al. 1999, modifié). L'indice diatomique augmente de la source à l'embouchure et la qualité du milieu va parallèlement en se détériorant. En octobre, quand le fleuve était en période d'étiage, la situation s'est avérée presque partout un peu plus mauvaise qu'en juin.

jours plus menacés par les aveugles intérêts immédiats de l'homme. A ce propos il faut remarquer que l'utilisation des diatomées pour la surveillance de l'environment fluvial va être formellement acceptée dans la "Water Framework Directive" (WFD) de la Communauté Européenne.

**Références bibliographiques**

Bourrelly, P. 1972: Les algues d'eau douce, **1**. Les algues vertes. — Paris.
— 1981: Les algues d'eau douce, **2**. Les algues jaunes et brunes. — Paris.
— 1985: Les algues d'eau douce, **3**. Les algues bleues et rouges. — Paris.
Dell'Uomo, A. 1970: Contributo alla flora algale del Fiume Potenza (Marche). — Riv. Idrobiol. **9:** 201-234.
— 1975: La flora e le associazioni algali della Sorgente di Salomone (Anterselva, Bolzano). Facies estiva. — Giorn. Bot. Ital. **109:** 257-271.
— 1981: Alghe di acqua corrente e loro impiego come bioindicatori. — Giorn. Bot. Ital. **115**: 327-342.
— 1982: La végétation algale du haut-cours du Fleuve Nera. — Pp. 323-329 in: Pedrotti, F. (ed.) Guide-Itineraire de l'Excursion Internationale de Phytosociologie en Italie centrale (2-11 juillet 1982). — Camerino.

— 1986a: Diatoms and other algae from the thermal-sulphur springs of Triponzo (Central Italy). — Arch. Hydrobiol., Suppl. 73, Algological Studies **42:** 79-91.
— 1986b: La flora algale del Fiume Aso (Marche-Italia). — Arch. Bot. Biogeogr. Ital. **62:** 67-82.
— 1991: Use of benthic macroalgae for monitoring rivers in Italy. – Pp. 129-137 in: Whitton, B.A., Rott, E. & Friedrich, G. (eds), Use of algae for monitoring rivers. — Innsbruck.
— 1993: Il genere *Vaucheria* De Candolle (*Xanthophyceae*) nell'Italia centrale. — Giorn. Bot. Ital. **127:** 495.
— 1996: Assessment of water quality of an Apennine river as a pilot study for diaom-based monitoring of Italian watercourses. — Pp. 65-72 in: Whitton, B.A. & Rott, E. (eds), Use of algae for monitoring rivers, **2.** — Innsbruck.
— 1999: Use of algae for monitoring rivers in Italy: current situation and perspectives. — Pp. 17-25 in: Prygiel, J., Whitton, B.A.& Bukowska, J. (eds), Use of algae for monitoring rivers, **3.** — Douai.
— & Ciccotti, A. 1997: Le alghe e le associazioni algali del Torrente Ussita (Italia centrale). — Riv. Idrobiol. **16:** 55-73.
— & Grandoni, P. 1997: Diatomee e qualità dell'acqua: biomonitoraggio del Fiume Sentino (bacino del Fiume Esino, Marche). — S.It.E., Atti **18:** 445-448.
— & Masi, M.A. 1986: Aspetti ecologici e biogeografici del popolamento a Diatomee del Fiume Basento (Basilicata). — Biogeographia: Lavori Soc. Ital. Biogeogr. **10** (1984): 51-65.
— , Pensieri, A. & Corradetti, D. 1999: Diatomées épilithiques du Fleuve Esino (Italie centrale) et leur utilisation pour l'évaluation de la qualité biologique del'eau. — Cryptogamie, Algol. **20:** 253-269.
— & Tantucci, C. 1996: Impiego delle Diatomee nel monitoraggio biologico del Fiume Musone (Marche). S.It.E. — Atti **17:** 499-502.
Grandoni, P. & Dell'Uuomo, A. 1996: Biomonitoraggio dell'alto corso del Fiume Potenza (Marche) mediante impiego di Diatomee. — Riv. Idrobiol. **35:** 71-85.
Illies, J. & Botosaneanu, L. 1963: Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologiques des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. — Mitt. Internat. Limnol. **12:** 1-57.
Margalef, R. 1948: Flora, fauna y comunidades bióticas de las aguas dulces del Pirineo de la Cerdaña. — Monogr. Estación Estudios Pirenaicos **11:** 1-226.
— 1949: Las asociaciones del algas en las aguas dulces de pequeño volumen del Noreste de España. — Vegetatio **1:** 258-284.
Symoens, J. J. 1951: Esquisse d'un système des associations algales d'eau douce. — Verh. Internat. Verein. Theor. Agew. Limnol. **11:** 395-408.
— 1957: Les eaux douces de l'Ardenne et des régions voisines: les milieux et leur végétation algale. — Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique **89:** 111-315.
Torrisi, M. & Dell'Uomo, A. 2001: Les diatomées benthiques des parties rhithrales et potamales des cours d'eau de l'Apennin central (Italie) et leurs ignifications écologiques. — Algological Studies **102:** 35-47.
Zelinka, M. & Marvan, P. 1961: Zur Präzisierung der biologischen Klassification der Reinheit fliessender Gewässer. — Arch. Hydrobiol. **57:** 389-407.

Address of the author:
Antonio Dell'Uomo: Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università di Camerino, Via Pontoni 5, I-6032 Camerino (MC), Italy.
e-mail: antonio.delluomo@unicam.it