

Diatomées épilithiques et qualité biologique des ruisseaux du mont Stratonikon, Chalkidiki (Grèce)

Barbara MONTESANTO^a, Stéphanie ZILLER^a & Michel COSTE^b

^a Section d'écologie-taxonomie, département de biologie, université d'Athènes, Panepistimiopolis 15784, Athènes, Grèce ; bmontes@cc.uoa.gr

^b Cemagref Bordeaux, 50, avenue de Verdun, 33612 Gazinet cedex, France

(Received 11 September 1998, accepted 19 February 1999)

Abstract — Epilithic diatoms and biological quality of Stratonikon mountain creeks, Chalkidiki (Greece). During two sampling periods (lowflow and highflow) epilithic diatoms were collected in two hydrographic sectors of Stratonikon mountain. In the study 162 taxa were identified from which 42 species, one sub-species and nine varieties are first records for the Greek flora. Running waters present a high species richness and most of the dominant species found in the study area are cosmopolitan, alkaliphilous, preferring well oxygenated waters. The species *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Rhoicosphenia abbreviata* and *Nitzschia dissipata* var. *dissipata* were dominant during both sampling periods. Under highflow conditions, the species *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum* and *G. tergestinum* became also dominant. The Shannon's index values varied from 0.6 to 5.0 and evenness from 0.15 to 0.86. Dendrograms and MDS plots showed the floristic particularities of sites due to human activities and environmental conditions. The values of IPS diatomic index showed that the biological quality of the water was very good during the study period. © ADAC / Elsevier, Paris

Bacillariophyceae / benthic diatoms / diatom index / freshwater algae / Greek running waters

Résumé — Deux campagnes d'échantillonnage (étiage et crue) des diatomées épilithiques ont été effectuées dans deux secteurs hydrographiques du mont Stratonikon. Cent soixante-deux taxons ont été déterminés. Parmi eux, 42 espèces, une sous-espèce et neuf variétés ont été signalées pour la première fois en Grèce. Dans la plupart des sites, la richesse en taxons est assez grande et des espèces connues comme cosmopolites, alcaliphiles et préférant des eaux bien oxygénées y prédominent. Les espèces *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Rhoicosphenia abbreviata* et *Nitzschia dissipata* var. *dissipata* sont dominantes pendant les deux périodes. En période de crue, *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum* et *G. tergestinum* sont également dominantes. Les valeurs de l'indice de Shannon ont varié de 0,6 à 5,0 et l'équitabilité de 0,15 à 0,86 tout au long de la période d'étude. Les dendrogrammes et les diagrammes MDS ont permis de visualiser les particularités floristiques des sites, liées aux activités anthropiques et aux conditions environnementales. D'après les valeurs de l'indice diatomique IPS, la qualité de l'eau dans toute la région était généralement très bonne pendant la période d'étude. © ADAC / Elsevier, Paris

algues d'eau douce / Bacillariophyceae / diatomées benthiques / eaux courantes / Grèce / indice diatomique

INTRODUCTION

La présente étude s'inscrit dans le cadre des travaux scientifiques préparatoires à l'application en Grèce de la directive « cadre » de l'Union européenne sur la qualité des eaux de surface (European Union, 1998), qui prévoit – entre autres – une évaluation de la qualité biologique des eaux courantes à partir de divers indices biologiques.

L'utilisation des indices de qualité d'eau basés sur les diatomées benthiques tend à se généraliser en Europe (Coste & Leynaud, 1974 ; Descy, 1979 ; Cemagref, 1982 ; Cemagref, 1984 ; Schiefele & Schreiner, 1991 ; Prygiel & Coste, 1993 ; Dell'Uomo, 1996 ; Eloranta & Kwadrans, 1996 ; Kelly *et al.*, 1996 ; Prygiel & Coste, 1996 ; Sabater *et al.*, 1996) tandis qu'en Grèce le présent travail constitue une première approche.

Les diatomées benthiques des eaux courantes de la Grèce ont été très peu étudiées (Economou-Amilli, 1980 ; Economou-Amilli & Anagnostidis, 1981 ; Foged, 1985a, 1985b). Les seuls articles sur des diatomées d'eau douce de la Grèce concernent essentiellement le phytoplancton lacustre (Anagnostidis & Economou-Amilli, 1980 ; Moustaka-Gouni, 1988 ; Tafas, 1991 ; Moustaka-Gouni & Nikolaidis, 1992 ; Spartinou, 1992 ; Tryfon *et al.*, 1994) et celui des rivières (Moustaka-Gouni *et al.*, 1992 ; Moustaka-Gouni & Nikolaidis, 1994 ; Tryfon *et al.*, 1996 ; Montesanto & Tryfon, sous presse ; Montesanto *et al.*, sous presse).

Les objectifs principaux de ce travail ont donc été de répertorier la flore des diatomées benthiques des eaux courantes de la région du mont Stratonikon, évaluer la qualité de ces eaux et de tester l'applicabilité de l'indice diatomique IPS dans ce secteur.

SITE D'ÉTUDE ET MÉTHODES

Région étudiée

La région prospectée se trouve en Macédoine centrale, dans le nord-est de la péninsule Chalkidiki (Fig. 1). Elle est dominée par des roches métamorphiques (biotite-gneiss) de la formation « Kerdylion » avec une présence importante des gisements métallifères (oxydes de manganèse, pyrite, arsenopyrite, galène et blende), connus depuis l'antiquité.

La qualité de la couche superficielle du sol est influencée par des dépôts de matériaux miniers accumulés depuis l'antiquité avec une période d'exploitation intensive au début du siècle visant à extraire la pyrite et divers minerais sulfatés sous forme de mélange. Certains de ces matériaux ont été utilisés pour des travaux publics dans la région et contiennent des métaux lourds et d'autres éléments toxiques dont la mobilisation peut entraîner une détérioration du sol et des eaux. Les mines sont actuellement sous-exploitées ou abandonnées.

La région étudiée est semi-montagnarde (altitude maximale 700 m). Du point de vue climatique, la région se trouve dans un secteur transitoire entre la Méditerranée et l'Europe centrale (Polunin, 1980). Les températures moyennes varient de 2 °C à 26 °C et la pluviométrie de 500 mm en plaine à 750 mm en montagne. La végétation dominante en plaine est le maquis tandis qu'en altitude le type dominant de la végétation est l'association *Castaneo Fagetum*, remplacée le long des cours d'eau par le *Platanion orientalis*. La région est très peu urbanisée. Les forêts occupent environ 79 % des terres, l'agriculture 19 % et le pâturage 2 %.

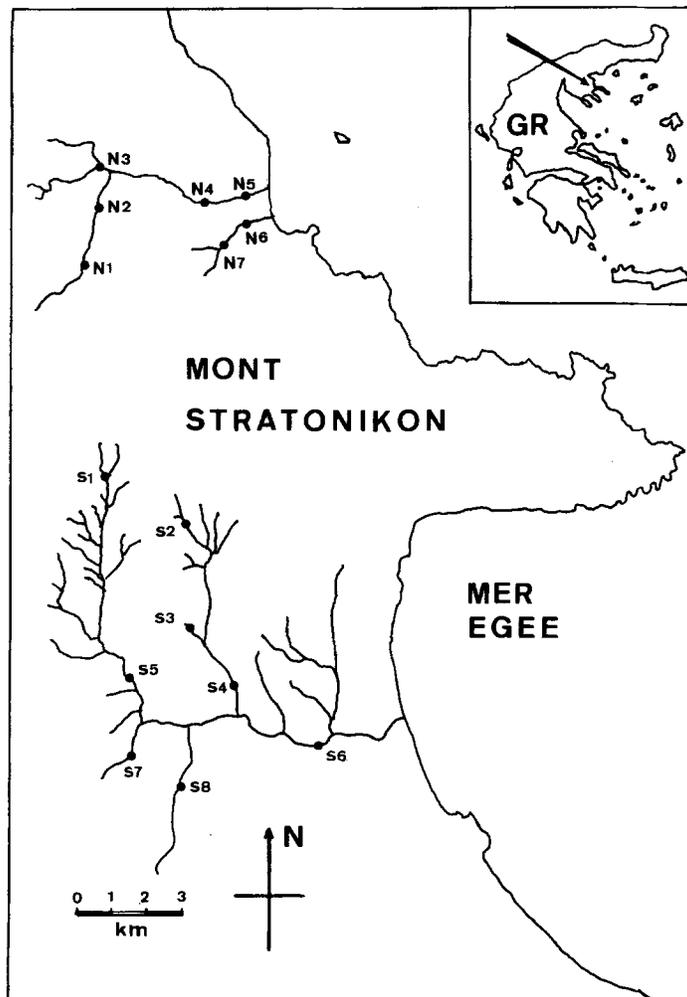


Fig. 1. Carte de la région étudiée. — Map of the region studied.

Dans la région étudiée, les cours d'eau principaux ont leurs sources vers 600 m d'altitude et débouchent en mer Égée. Le bassin versant du secteur nord occupe une surface d'environ 70 km² et les cours d'eau débouchent dans le golfe Strymonikos. Le bassin versant du secteur sud occupe une surface d'environ 150 km² et les cours d'eau se jettent dans le golfe d'Ierissos.

Méthodes

Deux campagnes d'échantillonnage (novembre 1997, mars 1998) ont été réalisées sur quinze sites dans deux bassins du mont Stratoniko (secteur nord - secteur sud) en période d'étiage (novembre 1997) et en période de crue (mars 1998). Les stations

(nord N1 – N7 et sud S1 – S8) ont été choisies en fonction des plans d'installation d'une nouvelle mine. Le suivi physico-chimique et hydrologique (APHA, 1980) a été réalisé par la société TVX HELLAS.

Les relevés ont été réalisés au centre du lit majeur, à 10 cm de profondeur car ces ruisseaux étaient à faible profondeur (15 cm en moyenne en étiage et 30 cm en crue). Les substrats échantillonnés étaient submergés au moins trois semaines avant l'échantillonnage. Les zones ombragées ont été évitées. L'échantillonnage a été limité à l'épilithon naturel-substrat le plus représentatif de l'amont à l'aval de ces ruisseaux-dans le faciès lotique. Les substrats ont été échantillonnés par raclage de la surface supérieure. Plusieurs raclages ont été effectués sur des substrats identiques répartis au hasard (aire totale voisine de 10 cm²) et deux sous-échantillons par station ont été réalisés. Les échantillons ont été fixés immédiatement au formol (concentration finale : 4 %). Des échantillons témoins sont consultables à l'université d'Athènes (Grèce), au département de biologie, section écologie et systématique (B. Montasanto), et au Cemagref de Bordeaux (France) (M. Coste), dont les coordonnées sont fournies en première page de cette article.

Les échantillons ont été nettoyés avec du peroxyde d'oxygène (H₂O₂ à 30 %) à chaud pendant 2 h. Ensuite, quelques gouttes de HCl ont été ajoutées. Le matériel a été rincé abondamment avant d'être monté dans du Naphrax (NBS, IR : 1.74). Deux préparations par échantillon ont été observées en microscopie photonique. Au moins 600 individus au plus fort grossissement (objectif 100 X) ont été énumérés. Les effectifs de chaque taxon ont été transformés en abondances relatives.

La détermination des diatomées a été réalisée à l'aide de la « Süßwasserflora von Mitteleuropa » et la systématique proposée par Krammer & Lange-Bertalot (1986 – 1991) a été adoptée pour la réalisation des listes taxinomiques ; quelques noms plus récents ont été rajoutés entre parenthèses (Tab. 1).

Les relations pouvant exister entre les sites étudiés ont été analysés sur la base de leur ordination par groupement hiérarchique (*cluster analysis*) et par cadrage multidimensionnel non-métrique (« MDS ») à l'aide du logiciel Primer (Carr, 1997). Ces ordinations ont été réalisées sur base de l'indice de similarité calculé selon Bray & Curtis (1957) à partir des effectifs des taxons rencontrés, transformés en leur valeur logarithmique (Unep, 1992 ; Clarke & Warwick, 1994). L'indice de diversité proposé par Shannon & Weaver (1963) et l'équitabilité proposé par Pielou (1969) ainsi que l'indice diatomique IPS ont été calculés à l'aide du logiciel Omnidia (Lecointe *et al.*, 1993).

RÉSULTATS

Paramètres physico-chimiques de l'eau

Les valeurs des paramètres physico-chimiques et de quelques éléments en trace de tous les sites échantillonnés sont récapitulés au Tab. 1.

Composition floristique et indice diatomique IPS

Cent soixante-deux taxons ont été déterminés appartenant à 30 genres (Tab. 2). L'analyse des données bibliographiques révèle l'existence de 42 espèces, une sous-espèce et neuf variétés signalées pour la première fois en Grèce, les synonymies possibles ayant été vérifiées. Néanmoins, l'identification de cinq espèces apparues sporadiquement, doit

Tab. 1. Valeurs minimales, maximales et moyennes des paramètres physico-chimiques et de quelques éléments à l'état de trace aux 15 sites échantillonnés dans la région du mont Stratonikon lors de la période d'étude (valeurs fournies par la société TVX Hellas). — Values (minimum, maximum, mean) of physico-chemical parameters and trace elements at 15 sampling sites of the Stratonikon mountain region during the study period (values provided by TVX HELLAS).

Paramètres	Étiage			Crue		
	minimum	maximum	moyenne	minimum	maximum	moyenne
Débit (m ³ s ⁻¹)	0,0004	0,155	0,033	0,0003	0,185	0,076
Vitesse du courant (cm s ⁻¹)	0,1	44	11,06	1,0	46	14,7
Température (°C)	6,5	17,2	8,9	2,3	11,2	5,9
Oxygène dissous (% sat.)	89	109	103	79	103	92
pH	7,9	8,4	8,2	7,5	8,4	7,7
Conductivité (µS cm ⁻¹)	402	670	517	135	261	201
HCO ₃ (mg l ⁻¹)	151	230	189	114,7	321	180
Chlorures (mg l ⁻¹)	11,36	30,53	18,26	7,8	14,9	12,22
DBO ₅ (mg l ⁻¹)	0,1	2,5	1,4	0	3	0,8
PO ₄ -P (mg l ⁻¹)	0,082	0,517	0,221	0,048	0,900	0,148
NO ₃ -N (mg l ⁻¹)	0,291	0,743	0,523	0,250	0,760	0,371
NO ₂ -N (mg l ⁻¹)	0,000	0,029	0,004	0,002	0,007	0,004
NH ₄ -N (mg l ⁻¹)	0,001	0,250	0,026	0,001	0,049	0,010
As (mg l ⁻¹)	< 0,005	0,036	< 0,01	0,01	0,11	0,03
Pb (mg l ⁻¹)	< 0,005	0,100	< 0,005	0,02	0,069	0,03
Mn (mg l ⁻¹)	< 0,002	0,210	< 0,002	0,006	0,500	0,056
Sb (mg l ⁻¹)	< 0,003	0,175	< 0,003	—	—	—

être confirmée. Trente-neuf taxons ont atteint une fréquence relative supérieure à 5 % pendant la période d'étude. Dans la plupart des sites, la richesse en taxons est assez grande (42 taxons en moyenne) et des espèces connues comme cosmopolites, alcaliphiles, préférant des eaux bien oxygénées, y prédominent.

Tab. 2. Liste des taxons répertoriés. — Liste of diatom taxa.

TAXA	Fréquence relative > 5 %
<i>Achnanthes clevei</i> Grunow [<i>Karayevia clevei</i> (Grun. in Cl. & Grun.) Round & Bukhtiyarova]	● ◆
* <i>Achnanthes conspicua</i> A. Mayer	◆
* <i>Achnanthes delicatula</i> (Kützing) Grunow [<i>Planothidium delicatulum</i> (Kütz.) Round & Bukhtiyarova]	● ◆
* <i>Achnanthes exigua</i> Grunow	●
* <i>Achnanthes fogedii</i> Håkansson [<i>Achnanthes pseudopunctulata</i> Simonsen]	●
* <i>Achnanthes grischuna</i> Wuthrich	◆

TAXA	Fréquence relative > 5 %	Etiage	Crue
* <i>Achnanthes impexiformis</i> Lange-Bertalot		●	
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow	+	●	◆
* <i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> Lange-Bertalot	+		◆
* <i>Achnanthes marginulata</i> Grunow			◆
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>minutissima</i> [<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki]	+	●	◆
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing		●	◆
* <i>Amphora aequalis</i> Krammer		●	◆
* <i>Amphora inariensis</i> Krammer	+	●	◆
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg [<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman & Archibald]		●	◆
* <i>Amphora montana</i> Krasske		●	◆
* <i>Amphora normanii</i> Rabenhorst		●	
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing		●	◆
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	+	●	◆
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	+	●	◆
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve		●	
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg		●	
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	+	●	◆
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+	●	◆
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	+		◆
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	+		◆
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing		●	
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith var. <i>elliptica</i>		●	◆
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith var. <i>solea</i>		●	◆
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	+	●	◆
* <i>Cymbella amphicephala</i> Naegeli		●	
* <i>Cymbella caespitosa</i> (Kützing) Brun [<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing]		●	◆
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh			◆
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenberg) Kirchner		●	
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow [<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer]	+	●	◆
<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve [<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing]		●	◆
* <i>Cymbella proxima</i> Reimer		●	
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch [<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann]			◆
<i>Cymbella sinuata</i> Gregory [<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer]	+	●	◆
* <i>Denticula kuetzingii</i> Grunow var. <i>kuetzingii</i>		●	◆
* <i>Diatoma moniliformis</i> Kützing		●	◆
<i>Diatoma vulgare</i> Bory		●	◆
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve		●	◆
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli) Cleve-Euler		●	◆
* <i>Diploneis oculata</i> (Brébisson) Cleve		●	◆
<i>Diploneis puella</i> (Schumann) Cleve		●	
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	+	●	◆

TAXA	Fréquence relative > 5 %	Etiage	Crue
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse		●	◆
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	+	●	◆
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing var. <i>turgida</i>		●	◆
* <i>Epithemia turgida</i> var. <i>westermannii</i> (Ehrenberg) Grunow		●	
* <i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Brun		●	
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills var. <i>bilunaris</i>		●	◆
* <i>Eunotia paludosa</i> Grunow var. <i>paludosa</i>		●	
* <i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenhorst			◆
<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot		●	◆
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow [<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun. in Van Heurck) Williams & Round]		●	◆
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capitellata</i> (Grunow) Lange-Bertalot	+	●	◆
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>		●	◆
* <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst		●	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	+		◆
<i>Fragilaria capucina</i> forme tératologique		●	◆
<i>Fragilaria</i> cf. <i>construens</i> (Ehrenberg) Grunow [<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg]			◆
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>subsalina</i> Hustedt		●	
* <i>Fragilaria delicatissima</i> (W. Smith) Lange-Bertalot		●	◆
* <i>Fragilaria nitzschioides</i> Grunow		●	
* <i>Fragilaria parasitica</i> (W. Smith) Grunow var. <i>parasitica</i>		●	◆
<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grunow		●	
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	+	●	◆
<i>Fragilaria tenera</i> forme tératologique	+	●	◆
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot var. <i>ulna</i>		●	◆
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> (Kützing) Lange-Bertalot		●	
<i>Fragilaria ulna</i> forme tératologique		●	◆
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni		●	◆
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst [<i>Gomphonema micropus</i> Kützing]	+	●	◆
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	+	●	◆
* <i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg		●	◆
<i>Gomphonema clevei</i> Fricke			◆
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg		●	◆
* <i>Gomphonema grovei</i> M. Schmidt [<i>Gomphosphenia grovei</i> (M. Schmidt) Lange-Bertalot]		●	◆
* <i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh		●	◆
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson var. <i>olivaceum</i>	+	●	◆
<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing var. <i>parvulum</i>	+	●	◆
<i>Gomphonema tergestinum</i> Fricke	+		◆
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg		●	◆
<i>Gomphonema</i> sp.	+	●	◆
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Cleve		●	◆
* <i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer		●	◆

TAXA	Fréquence relative > 5 %	Etiage	Crue
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow			♦
<i>Melosira varians</i> Agardh		●	♦
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh var. <i>circulare</i>	+	●	♦
* <i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	+		♦
* <i>Navicula absoluta</i> Hustedt [<i>Naviculadicta absoluta</i> (Hustedt) Lange-Bertalot]		●	♦
<i>Navicula bacillum</i> Ehrenberg [<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G. Mann]		●	
* <i>Navicula bryophila</i> Boye Petersen		●	
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain		●	♦
<i>Navicula contenta</i> Grunow var. <i>biceps</i> (Arnott) Cleve [<i>Diademsis contenta</i> Grun. var. <i>biceps</i> (Grunow in Van Heurck) Hamilton]		●	♦
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing		●	♦
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	+	●	♦
<i>Navicula decussis</i> Østrup [<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot & Metzeltin]		●	♦
* <i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs			♦
* <i>Navicula elginensis</i> (Gregory) Ralfs			♦
* <i>Navicula gallica</i> (W. Smith) Lagerstedt var. <i>laevissima</i> (Cleve) Lange-Bertalot		●	
* <i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i> (Grunow) Lange-Bertalot			♦
<i>Navicula goeppertiana</i> (Bleisch) H.L. Smith [<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch in Rabenhorst) D.G. Mann]		●	
* <i>Navicula heimansii</i> Van Dam et Kooyman		●	♦
* <i>Navicula helensis</i> Schulz [<i>Fallacia helensis</i> (Schulz) D.G. Mann]		●	♦
<i>Navicula kotschyi</i> Grunow		●	
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg			♦
<i>Navicula menisculus</i> Schumann	+	●	♦
* <i>Navicula minima</i> Grunow [<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot]			♦
<i>Navicula placentula</i> (Ehrenberg) Grunow		●	
* <i>Navicula protracta</i> (Grunow) Cleve			♦
<i>Navicula pseudohalophila</i> Chlcnoky [<i>Navicula halophila</i> (Grunow) Cleve]		●	
<i>Navicula pseudotuscula</i> Hustedt [<i>Aneumastus stroesei</i> (Østrup) Mann]		●	
<i>Navicula pupula</i> Kützing [<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky]		●	
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	+	●	♦
<i>Navicula reinhardtii</i> Grunow			♦
* <i>Navicula seminulum</i> Grunow [<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann]		●	
<i>Navicula splendicula</i> Van Lindingham			♦
* <i>Navicula striolata</i> (Grunow) Lange-Bertalot			♦
* <i>Navicula stroemii</i> Hustedt		●	♦
<i>Navicula subhamulata</i> Grunow		●	♦
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	+	●	♦
<i>Navicula tuscula</i> (Ehrenberg) Grunow [<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D.G. Mann & Stickle]		●	♦
<i>Navicula veneta</i> Kützing		●	♦
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg		●	♦

TAXA	Fréquence relative > 5 %	Etiage	Crue
<i>Navicula</i> sp.			♦
* <i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer		●	
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve		●	
* <i>Nitzschia alpina</i> Hustedt	+	●	♦
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	+	●	♦
<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Ralfs [<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory]		●	
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>dissipata</i>	+	●	♦
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow		●	♦
<i>Nitzschia heufferiana</i> Grunow	+	●	♦
* <i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow		●	♦
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith		●	♦
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith		●	♦
* <i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow		●	
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo		●	♦
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	+	●	♦
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith		●	♦
* <i>Nitzschia sinuata</i> (Thwaites) Grunow var. <i>delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot [<i>Nitzschia solgensis</i> Cleve-Euler]		●	
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>sinuata</i>			♦
<i>Nitzschia sinuata</i> Grunow var. <i>tabellaria</i> Grunow		●	♦
* <i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt			♦
* <i>Nitzschia valdestriata</i> Aleem & Hustedt			♦
<i>Nitzschia vitrea</i> Norman		●	
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve		●	♦
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg		●	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	+	●	♦
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller var. <i>gibba</i>	+	●	♦
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow		●	♦
<i>Stephanodiscus</i> spp.			♦
<i>Surirella angusta</i> Kützing		●	♦
<i>Surirella bifrons</i> Ehrenberg		●	
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	+	●	♦
<i>Surirella capronii</i> Brébisson & Kitton			♦
<i>Surirella linearis</i> W. Smith var. <i>helvetica</i> (Brun) Meister		●	♦
<i>Surirella minuta</i> Brébisson			♦
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson			♦

* Taxon signalé en Grèce pour la première fois.

Secteur nord amont

En amont (sites N1, N2, N3, N7), les espèces dominantes ont été *Amphora pediculus* (surtout en étiage), *Nitzschia dissipata* var. *dissipata* et *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum* (en période de crue) accompagnées par *Cocconeis placentula*,

Rhoicosphenia abbreviata, *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Fragilaria capucina* var. *capitellata*, *Navicula radiosa*, *Gomphonema tergestinum*, *Navicula tripunctata*, *N. menisculus*, *Epithemia sorex* et *Amphora inariensis*. Le nombre de taxons par station a varié de 36 à 61 en période d'étiage et de 46 à 62 en période de crue. La diversité a varié de 3,5 à 5 et l'équitabilité de 0,61 à 0,86, présentant des valeurs plus élevées en étiage (Tab. 3).

Tab. 3. Indice diatomique IPS, nombre de taxons, effectif, indices de diversité et d'équitabilité pour les stations nord (N1 – N7) et sud (S1 – S8) en période d'étiage (novembre 1997) et de crue (mars 1998). — Diatom index IPS, number of taxa, valve counted, diversity and evenness indices at sampling sites N1 – N7 and S1 – S8 during lowflow (November 1997) and highflow (March 1998) periods.

STATION	IPS		S		EFF		DIV		EQU	
	nov. 97	mars 98								
N1	15,9	15,9	36	46	647	896	3,20	3,37	0,62	0,61
N2	16	16	61	55	664	848	5,03	4,32	0,85	0,75
N3	16,9	16,1	55	59	538	900	4,98	4,17	0,86	0,71
N4	15,7	16,2	59	57	657	996	4,28	4,33	0,73	0,74
N5	13,46	16,4	30	20	570	882	2,35	1,03	0,48	0,24
N6	-	16,5	-	27	-	864	-	3,08	-	0,65
N7	15,8	15,8	43	62	636	889	4,45	4,33	0,82	0,73

STATION	IPS		S		EFF		DIV		EQU	
	nov. 97	mars 98								
S1	15,7	16	49	33	881	827	3,90	3,54	0,69	0,70
S2	15,3	14,9	13	36	748	700	0,57	3,40	0,15	0,66
S3	15,6	14,8	30	33	792	853	1,93	3,10	0,39	0,61
S4	15,6	14,1	36	41	674	867	3,63	3,81	0,70	0,71
S5	15,5	15,3	28	34	753	820	2,74	3,61	0,57	0,71
S6	16,2	15,9	46	42	729	986	4,28	4,14	0,77	0,77
S7	16	15,7	48	51	797	795	3,63	4,45	0,65	0,78
S8	15,9	15,8	44	32	771	853	3,76	3,54	0,69	0,71

NOMENCLATURE UTILISÉE

IPS	Indice de Polluosensibilité (Cemagref, 1982)
S	Nombre de taxons dans le relevé
EFF	Effectif compté
DIV	Indice de diversité de Shannon
EQU	Equitabilité (Pielou)

Secteur nord aval

En aval (sites N4, N5, N6), les assemblages des diatomées ont été dominées par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Nitzschia dissipata* var. *dissipata* et *Meridion circulare* var. *constrictum*. En période de crue, *Meridion circulare* var. *circulare* a montré une augmentation considérable. Les espèces accompagnantes ont surtout été *Amphora pediculus* et *Navicula cryptotenella* en étiage, *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum* en crue et *Fragilaria tenera* en étiage et en crue. *Meridion circulare* var. *constrictum*, très rare dans toute la région d'étude, a dominé à la station N6 en période de crue. *M. circulare* var. *circulare*, qui a présenté des fréquences relatives très basses dans toute la région étudiée, a atteint 17,4 % uniquement au site N6 en période de crue. *Fragilaria tenera* est apparue exclusivement aux sites N5 et N6. Il faut noter que cette espèce a présenté aussi des formes tératologiques à une fréquence relative de 5–8 % pendant la période d'étude aux stations N5 et N6. Le nombre de taxons par station a varié de 20 à 59, la diversité de 1 à 4,3 et l'équitabilité de 0,24 à 0,74.

Secteur sud

Les différents sites du secteur sud ont été peuplés par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Cocconeis placentula* et *Rhoicosphenia abbreviata* indépendamment de la période d'échantillonnage. Par ailleurs, pendant l'étiage, *Amphora pediculus* et *Cymbella microcephala* et aussi, en période de crue, *Gomphonema tergestinum*, *G. olivaceum* var. *olivaceum* et *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* sont devenues dominantes. Les espèces accompagnantes ont été *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis pediculus*, *Fragilaria capucina* var. *capitellata*, *Gomphonema angustatum*, *G. angustum*, *Navicula tripunctata*, *N. radiosa*, *Nitzschia amphibia*, *N. dissipata* var. *dissipata* et *Surirella brebissonii* var. *brebissonii*.

D'après les valeurs de l'indice diatomique IPS (Tab. 3), la qualité de l'eau dans toute la région étudiée apparaît très bonne pendant la période d'étude, à l'exception d'une station du secteur nord (N5), en période d'étiage, où la valeur de l'IPS indique une détérioration de cette qualité.

Groupement hiérarchique par agglomération et ordination des sites

Les analyses de groupement et d'ordination (Fig. 2) ont permis de visualiser : a) la forte différence de la station N5 dans le secteur nord par rapport aux autres stations N en période d'étiage, b) la distinction des stations N5 et N6 en période de crue et c) la particularité des stations S2 et S7 en période d'étiage et celle de S7 en période de crue parmi les autres stations S. Dans le secteur nord, la station N5 se différencie toujours nettement des autres sites. Cette station est caractérisée par la forte dominance d'*Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (62,3 % en étiage, 85,1 % en crue). La diversité y est faible et l'équitabilité est 0,48 en étiage et 0,24 en crue. Par ailleurs, la présence de formes tératologiques de l'espèce *Fragilaria tenera* y a été constatée (8 % en étiage, 6 % en crue). La station N6 est à sec en période d'étiage ; en période de crue elle est caractérisée par la dominance de *Meridion circulare* (55,6 %) et aussi par la présence des formes tératologiques de *Fragilaria tenera* (5 %). Les stations N5 et N6 présentent une richesse spécifique plus faible. Le site S2 a été dominé par *Cocconeis placentula* (92,8 %) en étiage. Le nombre réduit de taxons observés (13), entraîne une baisse de l'indice de Shannon et de l'équitabilité (0,57 et 0,15 respectivement). À la station S7 la flore a été assez diversifiée pendant les deux périodes et la richesse en taxons (50) a été élevée. À cette station *Cymbella microcephala* et *Epithemia adnata* ont montré un développement important malgré une apparition sporadique dans la région.

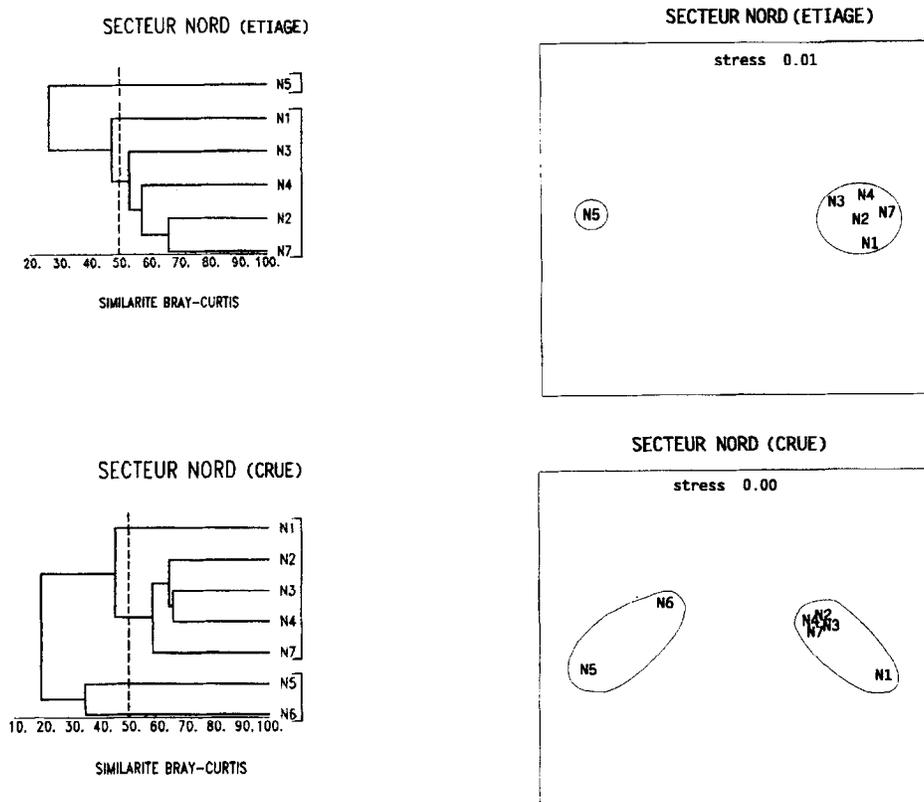


Fig. 2. Dendrogrammes du groupement agglomératif hiérarchique (partie gauche) et cadrages multidimensionnels non-métriques (partie droite) des sites des secteurs nord et sud du mont Stratonikon en étiage 1997 et en crue 1998 d'après la composition de la flore diatomique. — Dendrograms (left part) and MDS plots (right part) showing stations grouped according to diatom composition in the north and south sections of Stratonikon Mountain during lowflow 1997 and highflow 1998.

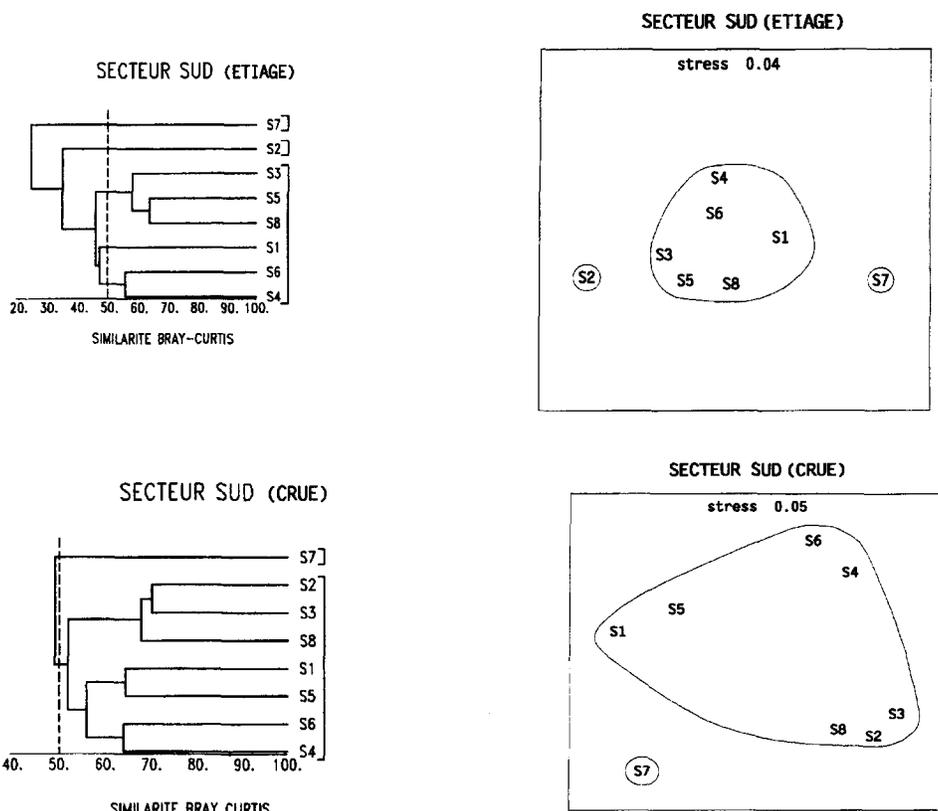


Fig. 2. (suite)

DISCUSSION – CONCLUSIONS

Cette étude apporte une contribution à la connaissance de la microflore diatomique benthique des eaux courantes de la Grèce, assez mal connue jusqu'à présent. En ce qui concerne la composition floristique, la description des nouvelles espèces fera l'objet d'une autre étude (Ziller & Montesanto, données non publiées).

Un premier bilan sur la qualité des eaux courantes de la région du mont Stratonikon a été dressé au moyen de l'indice diatomique IPS qui semble réagir peu dans cette région métallifère. Pérès *et al.* (1995) considèrent cependant que l'application de l'IPS traduit de façon satisfaisante la pollution mercurique et de manière moins significative la pollution cadmique.

Les diagrammes résultant des techniques de groupement et d'ordination ont permis néanmoins de visualiser la particularité de certains sites (N5, N6, S2 et S7).

La station S2, avec une forte dominance de *Cocconeis placentula*, présente une richesse en taxons très faible en étiage. Ce déséquilibre semble être lié à la concentration des matières en suspension ($52,8 \text{ mg l}^{-1}$), nettement supérieure à la moyenne ($0,51 \text{ mg l}^{-1}$) des valeurs observées aux autres sites du secteur sud, liée au faible débit ($0,0007 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Cette concentration élevée des MES est probablement due à une décharge communale à proximité de ce site. L'indice diatomique IPS, qui est le plus performant en

France (Descy & Coste, 1988 ; Prygiel & Coste, 1993 ; Lenoir & Coste, 1994 ; Coste *et al.*, 1995), n'a pas permis de déceler la détérioration de S2.

Concernant le site S7, la flore y est très diversifiée et des espèces plutôt rares dans la région s'y développent bien. La particularité de ce site réside dans le fait qu'il présente le plus faible débit de l'eau pendant les deux périodes et la plus faible conductivité.

La station N5 qui se caractérise par la forte dominance de *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* et par la présence de formes tératologiques de *Fragilaria tenera*, présente des valeurs de diversité et d'équitabilité très basses, illustrant la perturbation de la structure des peuplements diatomiques de ce site. Par ailleurs, cette station se situe en aval de différents sites d'entassement de l'arsenopyrite (dépôts) qui ne sont pas imperméabilisés ainsi que d'une usine de traitement des minerais ; elle est soumise à des contaminations par le manganèse ($0,2-0,5 \text{ mg l}^{-1}$) tout au long de l'étude, par le plomb ($0,1 \text{ mg l}^{-1}$) et par l'antimoine ($0,17 \text{ mg l}^{-1}$) en étiage. L'indice diatomique IPS ne révèle pas clairement la dégradation de N5 alors que visiblement ce type de pollution affecte la composition quantitative relative des peuplements de diatomées. L'espèce dominante *Achnanthes minutissima* est une espèce ubiquiste et considérée comme opportuniste qui colonise les substrats au détriment des autres dans les eaux fortement oxygénées (Lenoir & Coste, 1994). La nuisance permanente de N5 est mise en évidence par les indices de diversité ; Descy & Coste (1988) considèrent cependant que l'indice de Shannon répond assez mal à l'évolution de la qualité de l'eau en raison de fluctuations imputables à l'effort de comptage.

Quant à la station N6 qui est caractérisée par la dominance de *Meridion circulare* et la présence de formes tératologiques de *Fragilaria tenera*, les concentrations en arsenic s'y élèvent à $0,11 \text{ mg l}^{-1}$ alors que la moyenne des valeurs observées dans toute la région d'étude a été $0,03 \text{ mg l}^{-1}$.

Dans certains travaux, la présence de formes tératologiques est mise en relation soit avec des facteurs physiques (Antoine & Benson-Evans, 1984), soit avec une eutrophisation accentuée par la présence de substances humiques (Schmid, 1997) ; peu d'informations existent sur la présence de variations morphologiques en cas de contamination toxique par des éléments à l'état de trace (métaux lourds ou autres) (Carter, 1990 ; Yang & Duthie, 1993). Néanmoins, nous ne pouvons pas formuler l'hypothèse d'une relation directe entre les variations morphologiques de certaines diatomées et les éléments à l'état de trace ; les éventuels effets, ainsi que le temps de réponse des diatomées vis-à-vis des pollutions par des éléments en question, devraient être appréhendés dans des unités expérimentales et en relation avec les caractéristiques écologiques comme le suggèrent Medley & Clements (1998).

Les dendrogrammes et les diagrammes MDS ont permis de visualiser les particularités floristiques des sites. Ces particularités pourraient être liées, d'une part, aux activités anthropiques (N5, N6, S2) et, d'autre part, aux conditions environnementales (S7).

Une périodicité d'échantillonnage plus élevée et une prospection plus détaillée de chaque site auraient peut-être permis de parvenir à des conclusions plus tranchées. Kelly *et al.* (1998) préconisent d'effectuer jusqu'à dix prélèvements dans les secteurs apicaux des cours d'eau oligotrophes afin d'appréhender la diversité des communautés de tels milieux.

Dans le cadre de cette étude préliminaire, nous n'avons pas confronté directement la distribution des espèces des diatomées aux paramètres de la qualité de l'eau. Un traitement statistique plus poussé serait indispensable pour pouvoir déceler les facteurs structurant les peuplements diatomiques des ruisseaux du mont Stratonikon.

La plupart des indices diatomiques ont été proposés de façon à rendre compte de la qualité générale des eaux et en particulier de la charge organique et de l'eutrophisation. Certains indices plus spécialisés révèlent des altérations du pH et de la minéralisation. Cependant, les indices diatomiques traduisent mal les effets toxiques, en particulier les pollutions métalliques (Prygiel & Coste, 1995), susceptibles de provoquer des disparitions d'espèces ou des réductions marquées de leur taille (Pérès *et al.*, 1995, 1997). L'absence de prélèvements purement quantitatifs ne permet pas une optimisation des méthodes basées sur la diversité (Descy & Coste, 1988) et influencées par l'effort de comptage. Il serait souhaitable de rechercher des indicateurs plus spécifiques tels que l'abondance de formes tératologiques, ou l'évolution de la taille moyenne des cellules.

Enfin, les différents indices diatomiques ont été élaborés pour des bassins hydrographiques tempérés avec des régimes climatiques, hydrologiques et chimiques différents de ceux étudiés et leur applicabilité aux conditions locales nécessite une adaptation préalable. Il paraît donc nécessaire d'établir d'abord une typologie chimique des milieux naturels (types d'eau) en relation avec le substrat géologique et de déterminer la nature des associations des diatomées en équilibre avec les propriétés naturelles des eaux des différents bassins hydrographiques de la Grèce. La connaissance des profils écologiques de certaines espèces pourrait éventuellement être complétée et servir de base à la mise à jour de l'indice IPS qui offre de vastes possibilités dans la mesure où il présente la particularité d'utiliser la presque totalité des espèces présentes, quelles que soient leurs exigences écologiques ou leur origine. La qualité des eaux courantes du pays pourrait alors être appréciée de manière plus pertinente.

Remerciements. Les auteurs tiennent à remercier la société TVX Hellas pour sa contribution scientifique et technique à la réalisation du présent travail ainsi que les deux lecteurs anonymes.

RÉFÉRENCES

- ANAGNOSTIDIS K. & ECONOMOU-AMILLI A., 1980 — Limnological studies on Lake Pamvotis (Ioannina), Greece. *Archiv für Hydrobiologie* 89 (3): 313–342.
- ANTOINE S.E. & BENSON-EVANS K., 1984 — Teratological Variations in the River Wye Diatom Flora, Wales, U.K. *Proceedings of 8th Diatom-Symposium*: 375–384.
- APHA (American Public Health Association), 1980 — *Standard Methods for the examination of Waters and Wastewaters*. 15th edn, New York, 1134 p.
- BRAY J.R. & CURTIS J.T., 1957 — An ordination of the upland forest communities of the Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325–349.
- CARR M.R., 1997 — *PRIMER user manual, Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*. Plymouth Marine Laboratory, 44 p.
- CARTER J., 1990 — A new *Eunotia* and its great morphological variations under stress caused by a habitat loaded with copper salts. In: Ricard M. & Coste M. (eds), *Ouvrage dédié à H. Germain*, Koeltz Scientific books, pp. 13–17.
- CEMAGREF, 1982 — *Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Rapport Q.E. Lyon-Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 218 p.
- CEMAGREF, 1984 — *Opération Seine rivière propre. Évaluation de la qualité hydrologique: poissons-diatomées*. Rapport Agence Seine Normandie, conseil régional Île-de-France, 35 p. + annexes.
- CLARKE K.R. & WARWICK R.M., 1994 — *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, Natural Environment Research Council, UK, 144 p.
- COSTE M. & LEYNAUD G., 1974 — *Études sur la mise au point d'une méthodologie biologique de détermination de la qualité des eaux en milieu fluvial*. C.T.G.R.E.F.- Agence financière de Bassin Seine-Normandie, 78 p.

- COSTE M., LENOIR A. & HUET F., 1995 — Évaluation de la qualité des eaux de 71 stations du bassin Adour-Garonne à l'aide des communautés de diatomées benthiques. Cemagref groupement de Bordeaux, Agence de l'eau Adour-Garonne, 82 p.
- DELL'UOMO A., 1996 — Assessment of water quality of an Apennine river pilot study for diatom-based monitoring of Italian watercourses. In: Whitton B.A. & Rott E. (eds), *Use of algae for monitoring rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, pp. 65–72.
- DESCY J.P., 1979 — A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia* 64: 305–323.
- DESCY J.P. & COSTE M., 1988 — *Application d'un nouvel indice diatomique (Indice CEE 88) au réseau national de bassin Rhône-Méditerranée-Corse*. rapport Agence Rhône-Méditerranée-Corse, Uneced, Cemagref, 86 p.
- ECONOMOU-AMILLI A., 1980 — Periphyton analysis for the evaluation of water quality in running waters of Greece. *Hydrobiologia* 74: 39–48.
- ECONOMOU-AMILLI A. & ANAGNOSTIDIS K., 1981 — Periphyton algae and bacteria from springs of Levidia Boeotia, Greece. *Hydrobiologia* 80: 67–89.
- ELORANTA P. & KWANDRANS J., 1996 — Testing the use of diatoms and macroalgae for river monitoring in Finland. In: Whitton B.A. & Rott E. (eds), *Use of algae for monitoring rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, pp. 119–124.
- EUROPEAN UNION, 1998 — *Amended Proposal for a Council Directive*, COM 76 Final, Brussels 17.2.1998, 57 p.
- FOGED N., 1985a — *Diatoms in Samos, a Greek Island in the Aegean*. Bibliotheca Diatomologica 10, 119 p.
- FOGED N., 1985b — *Diatoms in Kos and Kalymnos, two Greek Islands in the Aegean*. Bibliotheca Diatomologica 10, 105 p.
- KELLY M.G., WHITTON B.A. & LEWIS A., 1996 — Use of diatoms to monitor eutrophication in the UK rivers. In: Whitton B.A. & Rott E. (eds), *Use of algae for monitoring rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, pp. 79–86.
- KELLY M. G., CAZAUBON A., CORING E., DELL'UOMO A., ECTOR L., GOLDSMITH B., GUASCH H., HÜRLIMAN J., JARLMAN A., KAWECKA B., KWANDRANS J., LAUGASTE R., LINDSTRØM E.-A., LEITAO M., MARVAN P., PADISÁK J., PIPP E., PRYGIEL J., ROTT E., SABATER S., VAN DAM H. & VIZINET J., 1998 — Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology* 10: 215–224.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986-1991 — Bacillariophyceae 1 Teil : Naviculaceae, 876 p. ; 2 Teil : Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 p. ; 3 Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 p. ; 4 Teil : Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*, 437 p. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 2/1-4 : G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- LECOINTE C., COSTE M. & PRYGIEL J., 1993 — “Omnidia”: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509–513.
- LENOIR A. & COSTE M., 1994 — *Estimation de la qualité des eaux du bassin Rhin-Meuse à l'aide des communautés de diatomées benthiques*. Rapport final, Agence de l'eau Rhin-Meuse, Cemagref, 182 p.
- MEDLEY N.C. & CLEMENTS W.H., 1998 — Responses of diatom communities to heavy metals in streams: the influence of longitudinal variation. *Ecological Applications* 8 (3): 631–644.
- MONTESANTO B. & TRYFON E. (sous presse à la revue *International Review of Hydrobiology*). Phytoplankton community structure in the drainage network of a Mediterranean River System (Aliakmon, GR).
- MONTESANTO B., ZILLER S., DANIELIDIS D. & ECONOMOU-AMILLI A. (sous presse à la revue *Archiv für Hydrobiologie*). Phytoplankton community structure in the lower reaches of a Mediterranean river during 1995 (Aliakmon, Greece).
- MOUSTAKA-GOUNI M., 1988 — The structure and dynamics of the phytoplankton assemblages in Lake Volvi, Greece. I. Phytoplankton composition and abundance during the period March 1984 – March 1985. *Archiv für Hydrobiologie* 112 (2): 251–264.

- MOUSTAKA-GOUNI M. & NIKOLAIDIS G., 1992 — Phytoplankton and Physical-Chemical features of Tavropos Reservoir, Greece. *Hydrobiologia* 228 : 141–149.
- MOUSTAKA-GOUNI M., NIKOLAIDIS G. & ALIAS H., 1992 — Nutrients, Chlorophyll *a* and Phytoplankton composition of Axios River, Macedonia, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin* 1 : 244–249.
- MOUSTAKA-GOUNI M. & NIKOLAIDIS G., 1994 — Phytoplankton and Nutrients of the River Nestos, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin* 3 : 152–157.
- PERES F., COSTE M., RICARD M., BOUDOU A. & RIBEYRE F., 1995 — Effets des métaux lourds (Cd, Hg) sur les communautés des diatomées périphtiques développées sur substrats artificiels en microcosmes. *Vie et Milieu* 45 (3/4) : 219–230.
- PERES F., COSTE M., RIBEYRE F., RICARD M. & BOUDOU A., 1997 — Effects of methylmercury and inorganic mercury on periphytic diatom communities in freshwater indoor microcosms. *Journal of Applied Phycology* 9 : 215–227.
- PIELOU E.C., 1969 — *An introduction to mathematical ecology*. Wiley Interscience, New York, 285 p.
- POLUNIN O., 1980 — *Flowers of Greece and the Balkans*. Oxford University Press, 592 p.
- PRYGIEL J. & COSTE M., 1993 — Utilisation des indices diatomiques pour la mesure de la qualité des eaux du bassin Artois-Picardie : bilan et perspectives. *Annales de Limnologie* 29 (3–4) : 255–267.
- PRYGIEL J. & COSTE M., 1995 — Les diatomées et le diagnostic de la qualité des eaux courantes continentales : les principales méthodes indicielles. *Vie et Milieu* 45 (3/4) : 179–186.
- PRYGIEL J. & COSTE M., 1996 — Recent trends in monitoring French rivers using algae especially diatoms. In: Whitton B.A. & Rott E. (eds), *Use of algae for monitoring rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, pp. 87–97.
- SABATER S., GUASCH H., PICON A., ROMANI A.M. & MUÑOZ I., 1996 — Using diatom communities to monitor water quality in a river after the implementation of a sanitation plan (River Ter, Spain). In: Whitton B.A. & Rott E. (eds), *Use of algae for monitoring rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, pp. 97–103.
- SHANNON C.E. & WEAVER W., 1963 — *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 117 p.
- SCHIEFELE S. & SCHREINER C., 1991 — The use of diatoms for monitoring nutrient enrichment, acidification and impact of salt in rivers in Germany and Austria. In: Whitton B.A., Rott E. & Friedrich G. (eds), *Use of algae for monitoring rivers*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, pp. 103–104.
- SCHMID A.M.M., 1997 — Intraclonal variation of the tripolar pennate diatom “*Centronella reicheltii*” in culture: Strategies of reversion to the bipolar *Fragilaria*-form. *Nova Hedwigia* 65 : 27–45.
- SPARTINO M., 1992 — *La microflore du lac Amvrakia. Étude taxonomique et écologique*. thèse de doctorat, université d’Athènes, 354 p. (en grec).
- TAFAS T., 1991 — *La microflore du lac Trichonis (Aetoloakarnania). Analyse qualitative et quantitative, variations saisonnières*. thèse de doctorat, université d’Athènes, 363 p. (en grec).
- TRYFON E., MOUSTAKA-GOUNI M., NIKOLAIDIS G. & TSEKOS I., 1994 — Phytoplankton and physical-chemical features of the shallow Lake Mikri Prespa, Macedonia, Greece. *Archiv für Hydrobiologie* 131 (4) : 477–494.
- TRYFON E., MOUSTAKA-GOUNI M. & NIKOLAIDIS G., 1996 — Phytoplankton and Nutrients in the River Strymon, Greece. *International Review of Hydrobiology* 81 (2) : 281–292.
- UNEP, 1992 — *Evaluation of the training workshops on the statistical treatment and interpretation of marine community data*. MAP Technical Reports Series N° 68, UNEP, Athens.
- YANG J.R. & DUTHIE H.C., 1993 — Morphology and ultrastructure of teratological forms of the diatoms *Stephanodiscus niagarae* and *S. parvus* (Bacillariophyceae) from Hamilton Harbour (Lake Ontario, Canada). *Hydrobiologia* 269/270 : 57–66.