

Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire

III — Étude du périphyton

André ILTIS (1)

RÉSUMÉ

Le périphyton végétal présent sur des supports placés dans deux rivières (le Bandama et la Maraoué) de Côte d'Ivoire a été analysé durant une année.

Les groupes d'algues les mieux représentés sont les Diatomophycées, les Cyanophycées et les Rhodophycées. Les Chlorophytes et les Euglénophytes sont aussi présentes mais rarement en proportions importantes. Les Diatomées constituent un pourcentage élevé durant les périodes de crue et les Cyanophycées, de décembre à avril. Les Chlorophycées sont assez abondantes en mai-juin et juillet, surtout dans le Bandama. Les Eugléniens se développent de façon importante pendant une courte période en mai.

C'est dans le Bandama que le périphyton apparaît le plus riche, celui de la Maraoué étant plus pauvre. La fin de l'étiage marque le maximum pour les quantités d'algues fixées présentes, suivi par une période de déclin aboutissant à des valeurs minimales en mai et début juin; puis les biovolumes croissent jusqu'à un second maximum début août, maximum moins important que celui de mars. Les biovolumes ainsi que les indices de diversité spécifique du rhéoplancton et du périphyton évoluent de façon sensiblement identique au cours de l'année, mais la composition des peuplements est bien différente.

Les quantités de périphyton présentes sur les substrats du Bandama et de la Maraoué sont comparables à celles observées au Ghana sur des supports en bois dans la retenue du barrage d'Akosombo sur la Volta.

MOTS-CLÉS : Périphyton — Composition taxinomique — Variations saisonnières — Biovolume — Diversité spécifique — Rivières — Côte d'Ivoire.

SUMMARY

ALGAL POPULATION IN IVORY COAST RIVERS. III — PERIPHYTON

The periphyton growing on artificial substrates introduced in two rivers (Bandama and Maraoué) of Ivory Coast was studied at monthly intervals during one year.

The most abundant algae are the Diatoms, the Cyanophyta and Rhodophyta. The Chlorophyta and the Euglenophyta are also present but rarely in high proportions. There is a high percentage of Diatoms during the flood periods and of Cyanophyta, from December to April. The Chlorophyta are rather abundant during May-June-July, chiefly in the Bandama. The Euglenids develop principally during a short period in May.

It is in the Bandama that periphyton appears the richest, the one of the Maraoué being more poor. The abundance of periphyton is maximum at the end of the low waters (March) period. It is followed by a decline period leading to a minimum in May and early June. Then, the abundance increases again and reaches a second maximum in early

(1) Hydrobiologiste O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris.

August, which is lower than the March maximum. The biovolumes and the specific diversities of rheoplankton and periphyton evolve nearly identically along an year but the population components are different.

The amounts of periphyton on artificial substrates of the Bandama and Maraoué are comparable with that observed in Ghana on wooden substrates in the man-made Volta Lake near Akosombo.

KEY WORDS : Periphyton — Taxonomic composition — Seasonal variations — Biovolume — Specific diversity — Rivers — Ivory Coast.

Associées aux études sur le rhéoplancton (ILTIS, 1982), des observations sur le périphyton végétal ont été faites dans le Bandama à Bada et la Maraoué vers Bouaflé (fig. 1). Une pellicule végétale recouvre en effet les pierres des barres rocheuses qui limitent les zones d'eau calme et les débris végétaux tombés dans le lit des cours d'eau. Plusieurs espèces de poissons, des *Labeo* principalement et des *Tilapia*, se nourrissent de ce feutrage d'algues.

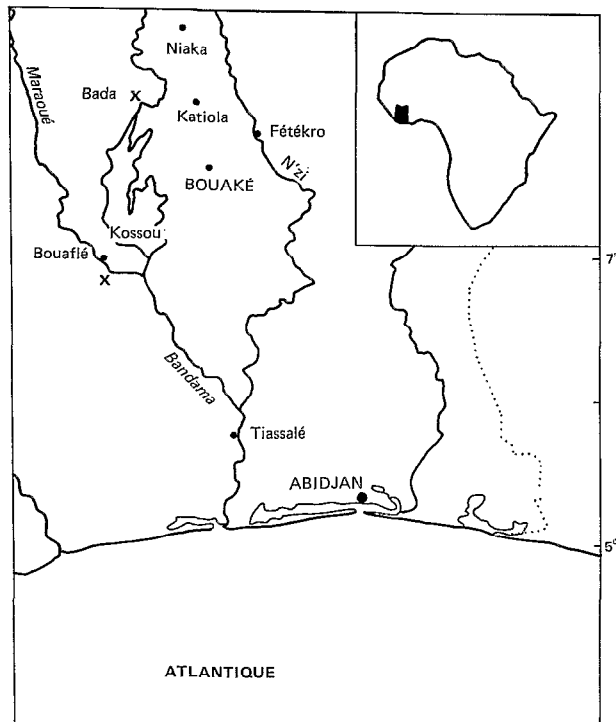


Fig. 1. — Carte de situation

Ces peuplements biotectoniques sont par ailleurs sensibles, comme le rhéoplancton, aux modifications de la qualité de l'eau ; ils peuvent ainsi, à la suite de déversements d'insecticides par exemple, donner des indications sur le niveau de pollution des rivières.

MÉTHODOLOGIE

La méthode des supports artificiels mis en place sous la surface a été utilisée. Après essai de plusieurs types de substrats (ciment, bois, verre, faïence), il est apparu que des carreaux en faïence constituaient le support le plus pratique pour détacher entièrement les algues fixées et pour observer la colonisation des surfaces par le périphyton.

Les substrats carrés de 10,4 cm de côté ont été suspendus verticalement sous un flotteur en bois et polystyrène ancré en dehors de la principale zone de courant de la rivière. De ce fait, ils étaient dans des conditions identiques à celles existant pour la majeure partie du lit des cours d'eau étudiés : courant lent ou nul pendant environ neuf mois sur douze, fort courant durant la crue (septembre, octobre, novembre). Sous le flotteur étaient accrochés un support récolté et remplacé chaque mois et 12 autres récoltés au cours de l'année, le premier étant enlevé à la fin du premier mois, le second à la fin du second mois, et ainsi de suite durant un an (fig. 2). Les carreaux étaient suspendus de façon que le sommet de chacun d'eux se trouve entre 10 et 15 cm sous la surface, le plus près possible du bord du flotteur afin de limiter la perte d'éclairement due à la présence de celui-ci. La série de substrats était double sous chaque flotteur, et à chaque station deux flotteurs ont été mis en place, ceci pour pallier les pertes qui furent malheureusement nombreuses au cours de l'expérimentation. Dans l'une des deux stations (Bandama à Bada), l'abondance des poissons phytophages venant consommer le périphyton sur les substrats, nous a contraint à entourer l'ensemble des carreaux d'une caisse grillagée durant tout le temps de l'expérience. L'inconvénient de cette cage consiste en une légère modification des conditions d'éclairement par rapport au milieu ambiant.

Les carreaux récoltés sont soigneusement lavés et brossés dans une coupelle contenant 200 ml d'eau. Dix pour cent de formol du commerce sont ensuite ajoutés ; puis l'échantillon de 220 ml est fortement agité pour dissociation des paquets d'algues subsistants et homogénéisation. Un sous-échantillon est alors prélevé pour comptage au microscope inversé. Suivant la méthode utilisée précédemment pour le

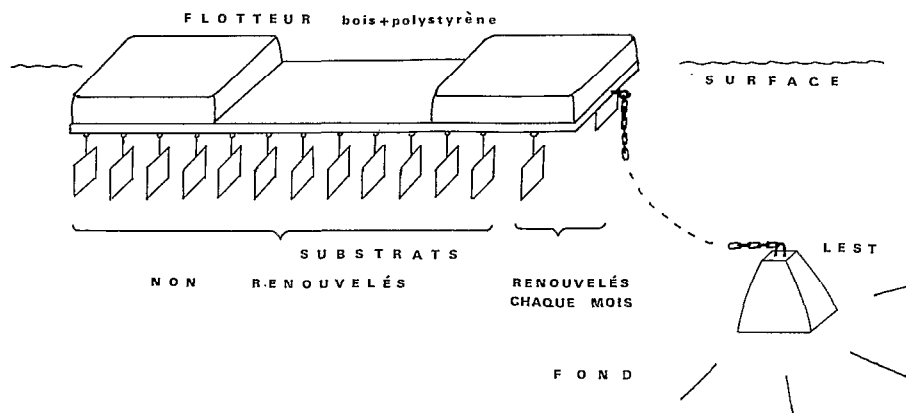


FIG. 2. — Dispositif utilisé

rhéoplancton de ces cours d'eau (ILTIS, 1982), les valeurs obtenues à partir des comptages en nombres de cellules, de cénobes, de filaments et de colonies ont été converties en biovolumes par ml d'échantillon après estimation du volume moyen de chaque taxon. Puis l'ensemble a été converti en biovolume par unité de surface.

COMPOSITION QUALITATIVE DU PÉRIPHYTE

Parmi les groupes d'algues observés sur les substrats, les Diatomées, les Cyanophycées et les Rhodophycées sont les mieux représentées. Les Chlorophycées sont aussi présentes, de même que les Eugléniens, mais rarement dans des proportions importantes. Les Pyrrophytes, souvent abondantes dans le rhéoplancton, sont ici absentes. Les genres les mieux représentés sont pour les Diatomées : *Gomphonema*, *Eunotia*, *Synedra*, *Nitzschia*; pour les Cyanophycées, *Merismopedia*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Lyngbya* et pour les Rhodophytes des stades *Chantransia* de Batrachospermacées. On peut donc distinguer des formes purement périphytiques qui sont des espèces fixées comme *Eunotia*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Chantransia* et de nombreuses formes habituellement limniques qui, piégées dans les formes filamenteuses, se développent normalement contre les substrats. Les proportions sont importantes et peuvent ainsi, dans le cas d'une dominance des Eugléniens par exemple, constituer plus de 75 % de la biomasse algale présente. La présence de nombreuses algues planctoniques dans le périphyton est signalée par de nombreux auteurs et récemment par DAUTA, 1978 ; OBENG-ASAMOA *et al.*, 1980 ; JOHN *et al.*, 1980.

La flore que nous avons recensée dans le Bandama et la Maraoué comprenait 48 taxons dont 14 Dia-

tomées (29,2 %), 15 Cyanophycées (31,2 %), 11 Chlorophycées (22,9 %), 5 Eugléniens (10,4 %), 1 Rhodophycée (2,1 %) et 2 Pyrrophytes (4,2 %). Les différences dans la composition des peuplements observées par certains auteurs (ENTZ, 1968 ; WETZEL, 1965) selon la nature des substrats, ne permettent en principe pas de préjuger de la composition de la couverture végétale des rochers ou des branches immergées dans le cours d'eau. Signalons que, dans la retenue du barrage d'Akosombo sur la Volta qui est le milieu connu le plus proche de notre zone d'étude, on retrouve sensiblement le même nombre d'espèces, les mêmes proportions des différents groupes et les mêmes taxons sur les troncs d'arbres immergés et sur des supports artificiels en bois (OBENG-ASAMOA *et al.*, *ibid.* ; JOHN *et al.*, *ibid.*). Les pourcentages des groupes d'algues étaient là de 59,6 % pour le nombre de taxons des Diatomées, 21,3 % pour les Cyanophycées et 19,1 % pour les Chlorophycées.

VARIATIONS SAISONNIÈRES DE LA COMPOSITION DES PEUPELEMENTS

Elles ont été établies d'après les biovolumes des différents groupes d'algues.

Dans le Bandama à Bada (fig. 3 D), les observations ont été faites de novembre 1976 à septembre 1977, la crue ayant après ce mois emporté les flotteurs. Sur les supports renouvelés chaque mois (trait plein), après une forte dominance des Diatomées en novembre marquée par l'abondance de *Gomphonema*, *Rhodophycées* et *Cyanophycées* se développent en décembre et janvier. Le maximum de Cyanophycées est atteint en mars où *Merismopedia*, *Chroococcus*, *Synechocystis*, *Microcystis* et surtout *Anabaena* constituent la majorité du biovolume. En avril et mai, les Rhodophycées (*Chantransia* uniquement) sont dominantes jusqu'en juin, les Diatomées redevenant le

groupe le mieux représenté en juin-juillet. En août, le pourcentage des Rhodophycées redevient élevé juste avant l'arrivée de la crue en septembre marquée par la dominance de *Melosira granulata*. Les Euglénophycées n'arrivent à un pourcentage important qu'en mai (35,2 %).

L'évolution des pourcentages des différents groupes d'algues au cours de l'année est à peu près identique sur les supports séjournant plusieurs mois dans le milieu (en tireté). Seul le pourcentage des Chloro-

phycées est plus élevé sur les substrats relevés après plusieurs mois (mai à août) tandis que le pourcentage des Eugléniens reste toujours très bas sur les substrats non renouvelés.

Dans la Maraoué vers Bouaffé (fig. 3 G) où les observations ont été faites de décembre 1976 à novembre 1977, les Diatomées sont largement dominantes en décembre avec les genres *Cocconeis* et *Navicula*. Ce pourcentage élevé des Diatomées subsiste toute l'année sauf durant les mois de janvier

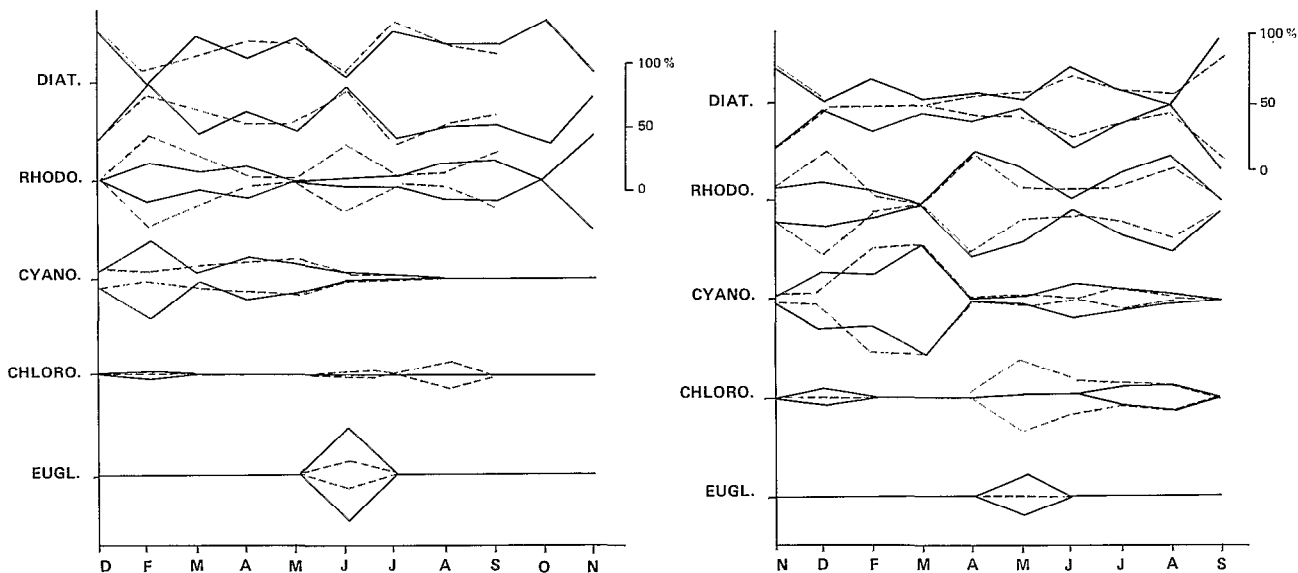


FIG. 3. — Variations saisonnières du pourcentage des différents groupes d'algues constituant le biovolume du périphyton, à droite dans le Bandama et à gauche, dans la Maraoué en aval de Bouaffé. En trait plein, les valeurs observées sur des substrats renouvelés chaque mois ; en tireté, les valeurs observées sur des substrats non renouvelés

et mai. Les Rhodophycées sont en pourcentage appréciable de janvier à mars puis en juillet-août et enfin en octobre. Les Cyanophycées sont abondantes de janvier à avril durant l'étiage tandis que les Eugléniens sont en pourcentage important seulement en juin (76,1 %).

Sur les supports séjournant plusieurs mois dans l'eau (en tireté, fig. 3), les pourcentages des Rhodophycées sont plus élevés principalement en janvier et en juin et un maximum de Chlorophycées apparaît en août tout comme dans le périphyton du Bandama. Le pourcentage des Eugléniens n'est jamais très élevé.

Les caractères communs aux périphytons du Bandama et de la Maraoué sont les suivants : en premier lieu, la présence en abondance de Rhodophycées, uniquement des stades *Chantransia* de Batrachospermacées. Ces filaments présentent trois à quatre maximums au cours de l'année. Dans les

deux cours d'eau, les Diatomées constituent un pourcentage important durant les périodes de crue et les Cyanophycées des pourcentages élevés de décembre à avril qui correspond à l'étiage. Les Chlorophycées ne sont jamais très abondantes sur les substrats exposés durant une période d'un mois ; elles sont plus abondantes sur les supports séjournant plusieurs mois, particulièrement en mai-juin-juillet, surtout dans le Bandama. Il faut signaler enfin l'absence de Pyrrophytes et le pourcentage en général faible des Euglénophytes.

En dehors de ces caractéristiques communes, il faut noter les pourcentages plus élevés de Diatomées dans la Maraoué tandis que dans le Bandama, les Cyanophycées apparaissent, durant le premier trimestre, en proportions plus importantes que dans la Maraoué. Un développement exceptionnellement important d'Eugléniens (76,1 % du peuplement) se produit dans la Maraoué, durant une courte période

en juin. Enfin, le pourcentage des Rhodophycées est plus élevé dans le Bandama que dans la Maraoué.

Comparée avec les pourcentages observés sur des supports placés dans la retenue du barrage d'Akosombo sur la Volta, l'évolution des peuplements apparaît bien différente ; JOHN *et al.* (Ibid.) signalent sur des substrats en bois, des pourcentages de Diatomées toujours supérieurs à 40 % avec des maximums en novembre-décembre et en mars. Les algues vertes, peu abondantes durant le dernier trimestre de l'année ont des pourcentages plus élevés en janvier-février puis de juillet à octobre ; enfin, les Cyanophycées, en proportions très faibles en octobre-novembre, présentent des pourcentages variant entre 20 à 30 % durant le reste de l'étude. Enfin, les Rhodophytes sont absentes. Toutefois, il faut souligner que les estimations de peuplements dans la Volta sont exprimées en nombre de cellules par litre et non en biovolumes, ce qui ne facilite pas la comparaison entre ces deux séries d'observations. De plus, il s'agit d'eaux stagnantes où le développement des algues, les filamenteuses en particulier, n'est pas perturbé par les mouvements du milieu. Tout au plus peut-on souligner la forte proportion de Diatomées existant toute l'année dans la Volta et presque toujours dans la Maraoué.

BIOVOLUMES ALGAUX ET ÉVOLUTION SAISONNIÈRE

Les biovolumes exprimés en milliers de μ^3 par cm^2 ont été reportés dans le tableau I.

C'est dans le Bandama que le périphyton apparaît le plus riche avec une moyenne de 37,7 millions de μ^3/cm^2 sur les carreaux renouvelés chaque mois et 10,0 millions sur les autres. Dans la Maraoué, ces moyennes sont sensiblement plus basses (8,8 et

2,5 millions). La moyenne observée pour les carreaux renouvelés mensuellement dans le Bandama est ainsi nettement supérieure aux trois autres moyennes en raison de l'importance des biovolumes présents en mars sur les substrats de ce cours d'eau.

Il n'est pas possible d'estimer dans quelle mesure la comparaison entre les biovolumes dans les deux cours d'eau est faussée par le fait que les substrats placés dans le Bandama étaient protégés des poissons phytophages ; le niveau de prédation ne pourrait être évalué que grâce à une étude complémentaire aux deux points d'étude.

On remarquera que les biovolumes sont plus importants sur les supports renouvelés mensuellement que sur les autres. Ce fait, déjà observé entre autres par DAUTA (1978), peut être attribué au vieillissement des peuplements et au décrochage des filaments qui se développent. La prédation aussi intervient de façon plus marquée sur les substrats non renouvelés, des Rotifères et larves d'insectes s'installant dans les peuplements d'algues fixées, les caisses en grillage installées autour des supports n'arrêtant que les poissons ; les observations ont montré que les Rotifères apparaissaient avec un certain retard par rapport au périphyton et de ce fait, la prédation était moins forte sur les nouveaux substrats. Enfin, on a vu (ILTIS et LÉVÊQUE, 1982) que les matériaux en suspension dans l'eau entraînaient dans ces cours d'eau une transparence limitée ; il y a donc très rapidement une salissure des substrats dont les effets nocifs ne se font sentir qu'avec un certain délai. Toutes ces raisons font que les biovolumes estimés sur les supports non renouvelés sont normalement les plus proches de ceux existant dans le milieu, les biovolumes sur les supports renouvelés correspondant à une production optimale.

L'évolution saisonnière des biovolumes algaux (fig. 4) est identique dans les deux cours d'eau et sur

TABLEAU I

Biovolumes de périphyton en milliers de μ^3 par cm^2 présents sur les substrats artificiels placés dans le Bandama à Bada et la Maraoué vers Bouaflé

	1976		1977											
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	\bar{m}
<i>Bandama</i>														
Mensuel.....	6.521	27.244	—	2.162	296.395	21.609	6.592	917	4.521	9.958	732	—	—	37.668
Plurimensuel...	6.521	7.530	—	23.788	50.368	3.982	521	840	3.243	2.905	376	—	—	10.011
<i>Maraoué</i>														
Mensuel.....	—	11.095	—	70.773	4.924	2.603	1.990	261	824	1.057	63	2	3.191	8.798
Plurimensuel...	—	11.095	—	3.295	2.728	2.096	1.985	180	322	817	57	—	—	2.520

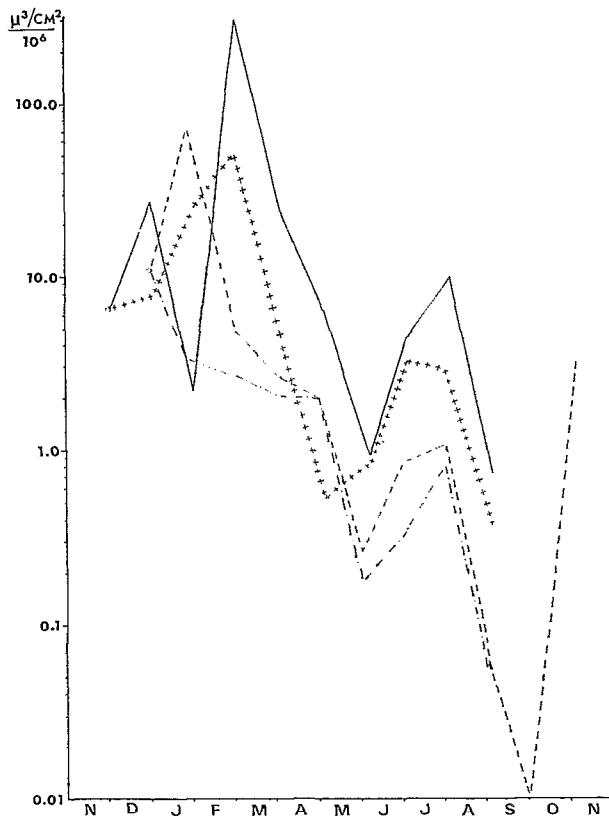


FIG. 4. — Variations saisonnières du biovolume de périphyton dans le Bandama à Bada, sur des carreaux renouvelés chaque mois (en trait plein), sur des carreaux non renouvelés (en croix) et dans la Maraoué en aval de Bouafé, sur des carreaux renouvelés chaque mois (en tireté), sur des carreaux non renouvelés (en tireté et ponctué)

les 4 séries de substrats mis en place. Les mois qui suivent la période de crue, soit janvier et février, sont marqués par un net accroissement du biovolume de périphyton avec des valeurs maximales atteintes en mars au moment des plus basses eaux. Ensuite survient une période de déclin aboutissant à des valeurs minimales en mai et début juin, puis les biovolumes observés croissent jusqu'à un second maximum début août, maximum moins important que celui de mars. En septembre et octobre avec l'arrivée de la crue, le biovolume du périphyton devient très faible et atteint son minimum annuel. D'après des observations faites uniquement dans la Maraoué sur des carreaux renouvelés mensuellement, le développement des algues fixées reprend rapidement après la crue et atteint en novembre 1977 un niveau relativement élevé (fig. 4).

Cette évolution est différente de celle observée en nombres de cellules par litre par JOHN *et al.*, sur des

substrats artificiels et OBENG-ASAMOA *et al.*, sur des troncs d'arbres submergés dans le barrage d'Akosombo au Ghana. Ces auteurs observent en 1974-1975, deux périodes de maximum, l'une en octobre, l'autre en avril-mai, les valeurs minimales se situant en février et en juillet-août. En revanche, les variations du périphyton suivent relativement bien celles du rhéoplancton coexistant dans les cours d'eau (ILTIS, 1982).

En considérant les variations assez importantes intervenant au cours des premiers mois de l'expérimentation, on peut se demander si une période d'exposition d'un mois est suffisante pour qu'une colonisation significative intervienne sur les substrats. En régions tempérées, certains auteurs (SLADECKOVA, 1966 ; BACKHAUS, 1968) préconisent des temps d'exposition de trois semaines à trente jours, quinze jours étant un minimum. COSTE et LEYNAUD (1973) fixent la durée d'immersion dans la Seine en été à quinze jours pour obtenir une colonisation suffisante. DAUTA (1978) qui a décrit les étapes de la fixation du périphyton sur des substrats en plastique dans une retenue de barrage du Tarn dans le sud-ouest de la France indique aussi une période de quinze jours comme suffisante pour avoir une bonne indication de la croissance du phytobenthos. La périodicité d'un mois que nous avons adoptée ici dans des eaux d'une température moyenne se situant au-dessus de 20° apparaît donc largement suffisante pour l'installation d'un peuplement algal représentatif du périphyton existant sur des substrats naturels ; les ressemblances existant entre les peuplements des substrats renouvelés mensuellement et ceux des substrats non renouvelés sont une indication significative de la maturité des peuplements âgés d'un mois.

DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE

Estimée selon la formule de Shannon d'après les volumes des différentes espèces composant le biovolume existant dans l'échantillon, la diversité spécifique est en général faible et les valeurs moyennes se situent entre 1,4 et 2 bits (tabl. II).

Dans la Maraoué, ces valeurs sont plus basses que celles du plancton libre existant dans le cours d'eau (1,775) sur les substrats renouvelés et plus élevées sur les substrats non renouvelés. Dans le Bandama, ces valeurs sont toujours plus basses que celles du rhéoplancton.

On remarquera les moyennes nettement plus élevées sur les substrats non renouvelés dans les deux rivières, ce qui est logique si l'on admet que l'évolution du périphyton se fait comme pour le plancton vers des états de plus en plus équilibrés se traduisant par une augmentation de la diversité spécifique ;

TABLEAU II

Valeurs de l'indice de diversité spécifique (*Shannon*) pour le périphyton présent sur des substrats artificiels dans la Maraoué vers Bouaflé et dans le Bandama à Bada

	Maraoué			Bandama		
	Mini.	Moy.	Maxi.	Mini.	Moy.	Maxi.
Substrats renouvelés.....	0,647	1,727	2,710	0,349	1,432	2,741
Substrats non renouvelés.....	0,999	1,951	3,112	0,665	1,597	2,831

mais d'après plusieurs auteurs (Brown, 1973 par exemple), cet accroissement est de courte durée ; il est suivi rapidement par une diminution très nette de la diversité qui évolue en relation inverse avec l'âge de la communauté. Ce phénomène n'apparaît pas ici ; on n'a pas observé par ailleurs de corrélation entre diversité et biovolume. Une corrélation significative ($r = 0,74$) existe seule entre les valeurs de la diversité des peuplements mensuels et celle des peuplements plus anciens dans le Bandama, mais dans la Maraoué, le niveau de cette corrélation est très bas ($r = 0,24$) et n'est pas significatif.

L'évolution saisonnière de la diversité spécifique est sensiblement identique dans le périphyton des deux séries de substrats et dans les deux rivières étudiées (fig. 5). Des valeurs élevées de l'indice se situent en février pour le Bandama, en mars dans la Maraoué. Ensuite, des valeurs faibles sont observées en avril-mai, puis un second maximum se produit en juin-juillet dans le Bandama, début juin dans la Maraoué. Après cette période, la diversité décroît jusqu'en octobre puis s'élève au moment de la décrue.

Le nombre d'espèces présentes par échantillon n'est jamais très élevé et ne dépasse pas 18 taxons dans nos numérations. Les variations sont à peu près identiques sur les substrats renouvelés et les substrats non renouvelés. Dans la Maraoué, c'est en mars et en juin que se trouve le nombre d'espèces le plus élevé dans le périphyton. Dans le Bandama, décembre à mars est la période la plus riche en taxons, un deuxième maximum apparaît en juin-juillet. Il n'existe pas de corrélation significative entre les valeurs de l'indice de diversité et le nombre d'espèces trouvées. Dans les deux cours d'eau, le nombre d'espèces est minimal durant la crue.

Dans le barrage sur la Volta, en 1974-75 (JOHN *et al.*, *ibid.*), le nombre d'espèces trouvées sur des supports artificiels présente un maximum pour les Diatomées en octobre puis un deuxième peu marqué en mai-juin-juillet. Le nombre d'espèces de Chlorophytes et de Cyanophytes est très faible en novembre ; le reste de l'année, celui-ci subit peu de variations avec un maximum peu marqué en août-septembre.

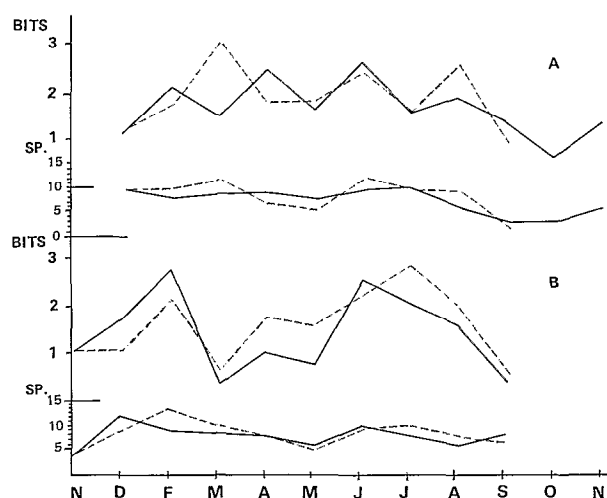


FIG. 5. — Variations saisonnières de l'indice de diversité spécifique (au-dessus, Bits) et du nombre de taxons présents (en dessous, Sp.). En A : dans la Maraoué en aval de Bouaflé ; en B : dans le Bandama à Bada. En trait plein, les valeurs observées sur des peuplements renouvelés chaque mois ; en tireté, les valeurs observées sur des peuplements non renouvelés

Sur des troncs d'arbres immergés (OBENG-ASAMOA *et al.*, *ibid.*), le nombre total d'espèces est élevé en octobre au début de la période d'étude puis il décroît jusqu'à la fin de janvier. Un autre maximum intervient en juillet-août.

Il apparaît donc que les fluctuations du nombre d'espèces présentes sont très différentes en milieux stagnants et en milieux lotiques.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Bien que de nombreuses espèces limniques se retrouvent dans le périphyton, il existe peu de relations entre la composition des peuplements du périphyton et ceux du plancton proprement dit. Les Pyrrophytes abondantes dans le rhéoplancton

sont toujours en proportions insignifiantes dans le périphyton ; les Eugléniens qui constituent la plupart du temps une part importante de la biomasse planctonique ne sont bien représentés dans le périphyton qu'en mai. Les Rhodophycées par contre n'existent en quantités appréciables que dans le périphyton. Seule la dominance des Diatomées durant la crue est un point commun à ces deux types de peuplements algaux.

Les variations saisonnières de la biomasse algale périphytique sont par contre voisines de celles du plancton. Décembre à mars constitue une période de forte densité algale, puis un déclin rapide intervient en avril-mai ; un second maximum se produit fin juin à début août avant le minimum annuel le plus marqué qui se situe en septembre-octobre durant la crue. Il apparaît donc que, à l'égal du rhéoplacton, le périphyton est fortement influencé par le régime hydrologique des cours d'eau ; le périphyton des retenues de barrage possédant un rythme de développement différent. L'action des facteurs hydrologiques est particulièrement sensible durant les périodes de crue ; à ces époques, la forte turbidité limite alors considérablement la pénétration de la lumière dans le milieu tandis que les sédiments en suspension se plaquent sur les supports et les peuplements algaux qui y adhèrent. De plus, bien que les travaux de MC INTIRE et PHINNEY (1965) et MC INTIRE (1966) aient montré que, après une première phase où le développement algal est inhibé par la vitesse du courant, un peuplement d'algues identique et même plus important que sur les supports situés dans des eaux à courant plus lent, se développe, il est assez probable que le décrochement des filaments est plus important et que le développement des organismes ne possédant pas de mécanismes de fixation est tout de même partiellement gêné par les mouvements d'eau en crue.

Pour ce qui est des biomasses présentes sur les supports verticaux, les quantités observées sont beaucoup plus faibles que celles signalées par différents auteurs sur des supports artificiels. MC INTIRE (1966) cite ainsi un maximum de 233 g/m² et des valeurs réparties entre 55 et 114 g/m² de poids sec de périphyton. DAUTA (1978) observe des poids secs de 5 à un peu moins de 90 g/m² sur des substrats immergés dans le Tarn et la retenue de la Malause. Nos estimations nous amènent à un maximum de 3 g/m² de poids frais dans le Bandama à Bada avec des moyennes annuelles variant selon les cours d'eau et les substrats entre 25 mg et 380 mg/m² d'algues vivantes. Si l'on utilise le coefficient de conversion poids sec sur poids frais de 0,2 (STRICKLAND, 1966), on parvient à des poids secs moyens d'algues de 5 à 76 mg/m² dans les deux cours d'eau de Côte d'Ivoire avec un maximum de 600 mg. Les différences dans

les méthodes employées expliquent peut-être en partie l'écart très important existant entre les résultats obtenus : alors que dans les études faites en Côte d'Ivoire et au Ghana, seules les algues sont prises en compte, les deux premiers auteurs ont employé une méthode globale qui inclut dans les résultats l'ensemble du biote existant sur les supports soit les cellules vivantes ou mortes, les détritiques qui font partie du peuplement et des sédiments organiques ou minéraux exogènes qui se collent sur le peuplement en place. De plus, il est probable que, du moins en ce qui concerne le périphyton étudié par MC INTIRE, la prédation se trouvait limitée par les conditions d'expérimentation existant au cours de l'étude. D'autre part, les conditions optimales d'éclairement étaient réalisées. Il est vrai toutefois que ce dernier argument ne peut être utilisé pour expliquer les écarts entre les valeurs trouvées par DAUTA et nos observations, toutes deux en milieu naturel.

Signalons, en général, que les résultats obtenus en zone tempérée sont très variables suivant les méthodes utilisées (LIAW et MAC GRIMMON, 1978) et les substrats existants (MOORE, 1977).

Si l'on tente de comparer ces résultats obtenus en Côte d'Ivoire à ceux des travaux effectués au Ghana dans la retenue du barrage d'Akosombo, il apparaît, autant que l'on puisse convertir les données de OBENG-ASAMOA *et al.* et JOHN *et al.*, en biomasses avec suffisamment de précision, que les valeurs du Ghana sont de l'ordre de celles observées dans la Maraoué et le Bandama.

Sur les troncs d'arbres immergés (OBENG-ASAMOA *et al.*, *ibid.*), on observe des densités allant d'environ 18 000 à 38 000 cellules par cm² et sur des supports en bois (JOHN *et al.*, *ibid.*), de 30 000 à 55 000 cellules par cm². Si l'on attribue arbitrairement un volume de 4 000 μ^3 (soit 4 ng) aux cellules comptées dans cette étude, ce qui est sans doute surestimé pour les Cyanophycées et les algues vertes et sous-estimé pour beaucoup des cellules de Diatomées, on arrive à des biomasses de périphyton variant entre 0,7 g/m² et 1,5 g/m² d'algues vivantes sur des troncs d'arbres immergés et de 1,2 à 2,2 g/m² sur des supports artificiels. Malgré l'approximation faite pour l'estimation du volume cellulaire moyen, ces valeurs sont comparables à celles que nous avons obtenues pour le Bandama et la Maraoué, les valeurs plus élevées existant pour les observations faites au Ghana s'appliquant à du périphyton d'eau stagnante.

Les observations dans le lac de barrage d'Akosombo mettent en évidence une bonne similitude entre les peuplements présents sur des troncs d'arbres immergés et ceux des supports artificiels en bois mis en place à différentes profondeurs dans le même milieu. On peut donc supposer que les variations

observées sur les substrats placés dans la Maraoué et le Bandama sont sensiblement analogues à celles existant sur les débris et les rochers de ces cours d'eau. Ce fait devrait toutefois être confirmé par des études ultérieures. Quant aux estimations quantitatives, si les quantités de périphyton observées au Ghana sont voisines entre elles, qu'il s'agisse de troncs d'arbres ou de supports en bois, on ne peut pas préjuger que des substrats de nature et de texture différentes tels que le bois, la faïence ou la

Pierre supportent des quantités semblables d'algues dans les cours d'eau ivoiriens. On ne peut donc considérer les valeurs obtenues en Côte d'Ivoire à partir de supports artificiels que comme des approximations pour l'estimation de la biomasse sédentaire existant dans le lit des cours d'eau sous forme de périphyton.

*Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 20 septembre 1982*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BACKHAUS (D.), 1968. — Ökologische untersuchungen an der Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. *Arch. f. Hydrobiol.*, suppl., 34 : 24-73.
- BROWN (S. D.), 1973a. — Site Variation in Littoral Periphyton Population. Correlation and Regression with Environmental Factors. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 58 (3) : 437-461.
- BROWN (S. D.), 1973b. — Species Diversity of Periphyton Communities in the Littoral of a Temperate Lake. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 58 (6) : 787-800.
- CASTENHOLZ (R. W.), 1961. — An evaluation of a submerged glass method of estimating production of attached algae. *Vehr. Internat. Verein. Limnol.*, 14 : 155-159.
- COSTE (M.), LEYNAUD (G.), 1973. — Étude sur la mise au point d'une méthode biologique de détermination de la qualité des eaux en milieu fluvial. CTGREF, Div. Qual. Eaux et Agence Basse Seine Normandie, 80 p.
- DAUTA (A.), 1978. — Colonisation de substrats artificiels dans la retenue de Malausse. *Cahiers du laboratoire de Montereau*, 7 : 41-46.
- ENTZ (B.), 1968. — Experimental data on formation and composition of periphyton Aufwuchs in Volta Lake near Akosombo. *Ghana J. science*, 8 : 14.
- ERTL (M.), TOMAJKA (J.), 1973. — Primary production of the periphyton in the littoral of the Danube. *Hydrobiologia*, 43 : 429-444.
- ILTIS (A.), 1982. — Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. I. Station de prélèvement, méthodologie, remarques sur la composition qualitative et biovolumes. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 15 (3) : 231-239.
- ILTIS (A.), 1982. — Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. II — Variations saisonnières des biovolumes, de la composition et de la diversité spécifique. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 15 (3) : 241-251.
- ILTIS (A.), LÉVÊQUE (C.), 1982. — Caractéristiques physico-chimiques des rivières de Côte d'Ivoire. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 15 (2) : 115-130.
- MC INTIRE (C. D.), 1966. — Some effects of current velocity on periphyton communities in laboratory streams. *Hydrobiologia*, 27 : 559-570.
- MC INTIRE (C. D.), 1975. — Periphyton assemblages in laboratory streams. *In: River Ecology*, edited by Whitton (B. A.). Studies in ecology, vol. 2, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 16 : 403-430.
- MC INTIRE (C. D.), PHINNEY (H. K.), 1965. — Laboratory studies of periphyton and community metabolism in lotic environments. *Ecol. Monogr.*, 35 : 237-258.
- JOHN (D. M.), OBENG-ASAMOA (E. K.), APPLER (H. N.), 1981. — Periphyton in the Volta Lake II. Seasonal changes on wooden blocks with depth. *Hydrobiologia*, 76 (3) : 207-215.
- LIAW (W. K.), MC CRIMMON (H. R.), 1978. — Assessing changes in biomass of riverbed periphyton. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 63 (2) : 155-171.
- MOORE (J. W.), 1977. — Seasonal succession of algae in a eutrophic stream in southern England, *Hydrobiologia*, 53 : 181-192.
- MULLER-HAECKEL (A.), HAKANSON (H.), 1978. — The Diatom flora of a small stream near Abisko (Swedish Lapland) and its annual periodicity, judged by drift and colonization. *Arch. f. Hydrobiol.*, 84 (2) : 199-217.
- MUNTEANU (N.), MALY (E. J.), 1981. — The effect of current on the distribution of diatoms settling on submerged glass slides. *Hydrobiologia*, 78 (3) : 273-282.
- OBENG-ASAMOA (E. K.), 1977. — A limnological study of the Afram arm of Volta Lake. *Hydrobiologia*, 55 : 257-264.
- OBENG-ASAMOA (E. K.), JOHN (D. M.), APPLER (H. N.), 1981. — Periphyton in the Volta Lake I. Seasonal changes on the trunks of flooded trees. *Hydrobiologia*, 76 (3) : 191-200.

- SIVER (P. A.), 1977. — Comparison of attached diatom communities on natural and artificial substrates. *J. Phycol.*, 13 : 402-406.
- SLADECKOVA (A.), 1966. — The significance of the periphyton in reservoirs for theoretical and applied limnology. *Vehr. Internat. Verein. Limnol.*, 16 : 753-758.
- STRICKLAND (J. D. H.), 1966. — Measuring the production of Marine Phytoplankton. *Bull. Fish. Research Board of Canada*, 122 : 1-172.
- TETT (T.), GALLEGOS (C.), KELLY (M. G.), HORNBERGER (G. M.), COSBY (B. J.), 1978. — Relationships among substrate, flow and benthic microalgal pigment density in the Meehums River, Virginia. *Limn. Oceanogr.*, 23 (4) : 785-797.
- WETZEL (R. G.), 1965. — Techniques and problems of primary productivity measurements in higher aquatic plants and periphyton. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 18 suppl. : 249-267.