

# PIGMENTS PHOTOSYNTHÉTIQUES ET PRODUCTION PRIMAIRE DU MICROPHYTOBENTHOS D'UNE LAGUNE TROPICALE, LA LAGUNE ÉBRIÉ (ABIDJAN, CÔTE D'IVOIRE)

MARIE-REINE PLANTE-CUNY

Océanographe biologiste O.R.S.T.O.M., C.R.O., B.P. V. 18 Abidjan (Côte d'Ivoire)  
et Station Marine d'Endoume, rue de la Batterie des Lions, 13007, Marseille (France).

## RÉSUMÉ

Durant les mois d'avril et mai 1975 ont été étudiées les teneurs en chlorophylle *a* fonctionnelle, en phéopigments (extraction à l'acétone, spectrophotométrie) et la production primaire (méthode de l'oxygène) dans les sédiments situés entre 0 et 5 m de profondeur de la lagune Ebrié. Les teneurs en chlorophylle *a* dépassent toujours 100 mg.m<sup>-2</sup> jusqu'à la profondeur de 2 m (valeur maximale 353 mg.m<sup>-2</sup>). Les phéopigments présentent un maximum vers 1,5 m (256 mg.m<sup>-2</sup>). La zone agitée sous influence marine (canal de Vridi) et les deux extrémités de la lagune (soumises à des courants) sont les plus riches en chlorophylle *a*, en surface et au sein du sédiment.

Les valeurs moyennes de production primaire du microphytobenthos sont de 29,0 ± 5,9 mgC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> entre 0 et 2 m, zone couvrant environ 40 % de la surface totale des deux plans d'eau étudiés (22,3 ± 7,0 mgC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> entre 0 et 5 m, environ 70 % de la surface totale).

## ABSTRACT

The aim of this study conducted in April and May 1975 was to investigate the functional chlorophyll *a* and phaeopigments contents (acetone extraction, spectrophotometry) as well as primary production (oxygen method) in sediments from 0 to 5 m bottoms of the Ebrie Lagoon. The chlorophyll *a* contents were always higher than 100 mg.m<sup>-2</sup> between 0 and 2 m (max. 353 mg.m<sup>-2</sup>). Phaeopigments reach a maximum value (256 mg.m<sup>-2</sup>) towards 1,5 m. The seaward area, more disturbed (Vridi canal) and the two end-parts of the lagoon affected by currents show the highest chlorophyll *a* values as well on the surface as inside the sediment.

The average values of primary production of microphytobenthos are 29.0 ± 5.9 mgC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> in the zone located between 0 and 2 m, which covers about 40 % of the total area of the studied zone (22.3 ± 7.0 between 0 and 5 m i.e. 70 % of the total area).

Les lagunes, comme les estuaires (HEDGPETH 1957), sont des lieux de prédilection pour de nombreuses espèces qui y trouvent des fonds nourriciers et y installent des nurseries. Dès 1965, BURKHOLDER *et al.* soulignent par de nombreux exemples et citations l'importance de la chaîne alimentaire benthique (microphytes, microbenthos, meiobenthos, animaux benthiques et même pélagiques) dans ces zones peu

profondes. Citons pour le milieu marin FENCHEL (1968) et le milieu lacustre, FLINT et GOLDMAN (1975).

Le complexe lagunaire Ebrié (Abidjan) a retenu l'intérêt depuis plus de vingt ans. L'environnement physique, climatologique, hydrologique, géologique et sédimentologique est décrit par VARLET (1958), DEBYSER (1952, 1955, 1961), TASTET (1974), DAGET (1974), DUFOUR (1974 a, b, c), GALOIS (1975), DUFOUR

et SLEPOUKHA (1975). Les travaux des biologistes reprennent certaines informations et en ajoutent d'autres; ainsi en est-il des études sur les mollusques (BINDER 1957, 1958, 1968; RANCUREL 1967, 1971), le zooplancton (RAHM 1964), les poissons (DAGET et ILTIS 1965, DAGET et DURAND 1968), les bactéries (WINOGRADSKI et APPERT 1951, CALLAME 1951), les crevettes (GARCIA 1972, GALOIS 1974, 1975), le zoobenthos (GOMEZ 1975). Ajoutons que de nombreux travaux en cours font l'objet de rapports périodiques du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan (C.R.O.) dans les domaines de l'hydrologie, du phytoplancton, du zooplancton, du benthos, des pêcheries et de l'aquaculture; un rapport récent (ANONYME 1975) fait état, dans la lagune, de six zones du point de vue hydrologique (salinité et sels minéraux) et du point de vue phytoplanctonique (chlorophylle et production d'oxygène) (fig. 1) : 1 — lagunes Adjien (1) et Potou, 2 — entre l'île Désirée et le Comoë, 3 — zone urbaine d'Abidjan, 4 — de l'île Boulay à l'île Leydet, 5 — de l'île Leydet à l'île Likré, 6 — partie extrême ouest de la lagune et baie de Cosrou. Si l'on tient seulement compte de la salinité, la classification est simplifiée car une séparation intervient au « seuil » de l'île Leydet : une partie orientale, de l'île Leydet à l'île Vitré (Grand Bassam) (zones 2, 3, 4), soumise aux influences marines, a une salinité très variable avec la saison (de 2 à 35 ‰, dominance marine en saison sèche, continentale en saison des pluies); une partie occidentale, de l'île Leydet au canal d'Asagny (zones 5 et 6) a une salinité toujours inférieure à 6 ‰.

On présente ici les observations écologiques relatives aux deux plans d'eau (zones 2-3 et 4, 5, 6) du système lagunaire étudiés sous l'aspect des teneurs en chlorophylle *a* du sédiment, interprétées comme un indice de biomasse végétale, et de la production d'oxygène par les microphytes benthiques; certains résultats préliminaires ont été publiés (PLANTE-CUNY 1975).

## 1. STATIONS

Les stations étudiées sont situées (fig. 1 h.-t.) soit dans la partie ouest (zones 4, 5, 6; 11 sites de W 1 à W 11), soit dans la partie est (zone 2 et zone 3 en partie; 9 sites de E 1 à E 9), lagunes Potou et Adjien exclues. Il faut préciser que les diverticules très aménagés ou trop pollués, situés dans l'agglomération d'Abidjan (baies du Banco, de Cocody, de Biétri, de Marcory) et la zone portuaire ont dû

être évités car les prélèvements et les manipulations ne pouvaient y être effectués sans risque.

Chacun des 20 sites étudiés comportait 2 à 5 stations de profondeurs différentes entre 0 et 5 m (partie ouest 29 stations, partie est 27 stations). Compte tenu des sorties expérimentales prospectives pour la production primaire benthique, nous avons effectué 30 stations sur des fonds inférieurs à 1 m, 14 stations entre 1 et 2 m et 12 stations de 2 à 5 m (fig. 1 (h.-t.) et 2).

L'étude s'est déroulée du 4 avril au 22 mai 1975. Les cinq aspects suivants étaient envisagés pour chaque station :

- 1 — granulométrie du sédiment
- 2 — teneurs en pigments (chlorophylle *a* fonctionnelle et phéopigments)
- 3 — populations de microphytes
- 4 — éclaircissement de surface et en profondeur
- 5 — production photosynthétique d'oxygène

Les trois premiers points ont été réalisés dans 56 cas, les deux derniers dans 34 stations. Le point 3 est en cours de dépouillement.

Des données hydrologiques (température, salinité) et biologiques (chlorophylle *a* et production primaire du phytoplancton) seront utilisées dans cet article.

Durant les deux mois de l'étude, trois sorties multidisciplinaires ont pu être effectuées (hydrologie, plancton, phytobenthos) : le 4-4 : partie ouest ; les 28 et 29-4 : étude continue de 18 h à 18 h aux environs de l'île Désirée ; les 13, 14 et 16-5 : parties est et ouest. Les sorties hydrologiques des 21, 22 et 24-4 ont permis de suivre l'évolution du milieu durant la période considérée. Lors de la sortie commune des 28 et 29-4, une étude continue de 24 heures d'hydrologie et du phytoplancton a eu lieu entre l'île Désirée et l'île des Chauve-Souris (St 41). Sept stations phytobenthiques ont été effectuées dans la journée du 29 (radiale Désirée : E 2 de 0 à 5 m; banc de sable de l'île des Chauve-Souris : E 4 0,2 et 0,5 m). Ajoutons que les stations de l'île Boulay (W 1) sont situées au même endroit que les stations régulières étudiées par les zoobenthologues (GOMEZ 1975).

### 1.1. Bathymétrie et nature des fonds

D'après les cartes bathymétriques de TASTET (1974) j'ai estimé, par planimétrie, à 560 km<sup>2</sup> environ, la surface totale des deux plans d'eau considérés ici. L'utilisation des isobathes de 2,5 et 5 m des cartes a permis d'évaluer que, sur cet ensemble, les fonds de 0 à 5 m représentent 386 km<sup>2</sup> soit 69 % du total et les fonds de 0 à 2,5 m, 242 km<sup>2</sup> soit 43 % du total. L'importance de ces isobathes comme « repères » sera évoquée plus loin à propos de la pénétration

(1) J'ai adopté de préférence à Aghien et Adjien l'orthographe justifiée par ROUGERIE (1950), « conforme à la prononciation locale ».

lumineuse et des possibilités de production primaire benthique. Comme dans beaucoup d'autres lagunes (ODUM *et al.* 1958), on note une prépondérance des petits fonds et notamment des bancs de sable surtout aux environs des îles et îlots qui se trouvent ainsi souvent reliés à la côte (île aux Pigeons).

Ces substrats meubles, qui nous intéressent ici, font l'objet d'une étude sédimentologique de DEBYSER (1955) sur le système lagunaire d'Abidjan : « *le rivage est en général sableux jusqu'à une profondeur moyenne de 4 ou 5 m... Les sédiments actuels de la zone marine et d'estuaire sont détritiques et peu riches en matière organique; dans les zones saumâtres et lacustres, l'apport organique est beaucoup plus important* ». On pourra constater plus loin, d'après les résultats de l'analyse granulométrique, que, à 4 exceptions près, les pourcentages de fraction fine (poids relatif des particules de diamètres inférieur à 63  $\mu\text{m}$ ) est toujours inférieur à 10 %. Nous n'avons pas trouvé de station vaseuse entre 0 et 2 m. Dans la baie d'Adiopodoumé, le sédiment de la station W 5 (0,5 m) qui paraissait vaseux révèle 18,5 % de fraction fine mais une médiane de 345  $\mu\text{m}$ .

## 1.2. Remarques hydrologiques

Les observations ont eu lieu durant les mois d'avril et mai, début de la saison des pluies (une tornade fin avril lors des observations continues des 28 et 29; orages et pluies en mai). On remarque que les pluies sur la lagune ne modifient pas les caractéristiques physicochimiques de l'eau dans d'aussi grandes proportions que les crues des grands fleuves en septembre et octobre (RANCUREL 1971).

La température de l'eau, plus élevée en général en avril qu'en mai, a varié entre 28,4 et 31,8 °C dans les stations de faible profondeur (0,2-0,5 m), entre 28,3 et 30,9 °C pour les fonds de 1 m, entre 27,0 et 30,7 °C de 1,5 à 5 m.

Le système Ébrié est un milieu saumâtre avec variations locales et saisonnières de la salinité. Pendant la période considérée, les différences de salinité ont été relevées entre les diverses stations selon des gradients bien connus maintenant (RAHM 1964, TASTET 1974, ANONYME 1975) :

*Variations spatiales* : est-ouest ; fond-surface :

Dans la partie ouest, la salinité décroît du Canal de Vridi jusqu'au seuil constitué par l'île Loydet et ses environs (fig. 1). En avril nous avons eu à W 3 et W 2 26,5 à 30,2 ‰ entre 0 et 3 m, tandis qu'en W 8, 9, 10, 11 on notait 4 à 1 ‰, y compris au début mai. Dans la partie est, en avril 22 ‰, en E 1, 22 à 20 ‰ entre 5 et 0 m à E 2 et E 4 et 11 ‰ en E 6.

*Variations temporelles* : L'évolution constatée est une diminution de la salinité au début des pluies : vers la mi-mai, 14 ‰ en E 4 et 6 ‰ en E 6, tandis que dans la partie ouest,

les stations W 1 descendaient à 14 ‰ le 22-5 et dans la baie d'Adiopodoumé, W 4 8 ‰, W 5 6 ‰, W 6 au fond de la baie 2 ‰.

« Les concentrations en sels minéraux (nitrates, nitrites, phosphates) sont partout assez fortes sauf dans la partie à l'ouest de Dabou (zones 5, 6) où les concentrations de nitrates sont pratiquement nulles toute l'année. Un accroissement des concentrations en sels minéraux en avril-mai (début des pluies) est observé » (ANONYME 1975).

## 2. MÉTHODES

### 2.1. Granulométrie des sédiments

L'analyse ne porte que sur la partie superficielle (1 cm environ) des sédiments. On a recours à une méthode classique : séparation des particules de diamètre inférieur à 63  $\mu\text{m}$  par tamisage sous l'eau ; fractionnement du résidu grossier sur des tamis par agitation mécanique et pesées des refus. Les courbes cumulatives pour 56 stations ont été tracées et archivées au C.R.O. Pour l'examen d'éventuelles corrélations avec d'autres facteurs, on a utilisé :

— *fraction fine* : pourcentage pondéral des particules de  $\varnothing$  inférieur à 63  $\mu\text{m}$ .

— *fraction très grossière* : pourcentage pondéral des particules de  $\varnothing$  supérieur à 2000  $\mu\text{m}$ .

— *médiane* :  $\varnothing$  des particules à 50 % du poids de l'échantillon.

— *taille moyenne des particules* : l'un des indices de FOLK et WARD (1957),  $\sigma$  des particules à 16 % +  $\varnothing$  des particules à 50 % +  $\sigma$  des particules à 84 % / 3.

Entre les sables proprement dits, les différences apparaissent mieux quand on prend également en compte l'importance relative de la fraction dont les particules ont un  $\varnothing$  supérieur à 500  $\mu\text{m}$  (limite entre « sables grossiers et moyens » et « sables fins »).

### 2.2. Éclairage

On a utilisé une cellule (Gossen) à couche d'arrêt au sulfure de cadmium, enfermée dans une boîte étanche en plexiglas de fabrication artisanale. La courbe de sensibilité spectrale de ce type de cellule varie entre les longueurs d'onde de 400 et 800 nm avec un maximum entre 520 et 620 nm (ZELBSTEIN 1968, DAMAYE 1971 et courbe fournie par le constructeur).

Les deux échelles de graduations de la cellule correspondent à des valeurs en lux pour la lumière incidente. Nous avons transformé ces valeurs en unités énergétiques — cal.cm<sup>-2</sup>

min<sup>-1</sup> — selon la relation 1 lux = 58,63.10<sup>-7</sup> cal.cm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup> (1), tirée des équivalences entre lux et watt.cm<sup>-2</sup> données par STRICKLAND (1958) pour « *the visible range of noon sun plus sky light* ( $\lambda = 3800-7200 \text{ \AA}$ ) », marge qui comporte, rappelons-le, les radiations utiles pour la photosynthèse.

On a ainsi obtenu :

1 — par des mesures à la surface de l'eau répétées dans le temps, des courbes de l'éclairement incident au cours de la journée qui permettent de comparer entre elles les périodes d'expérience.

2 — par des mesures en plongée à diverses profondeurs, des courbes de pénétration de la lumière dans l'eau, jusqu'à la surface du sédiment considéré.

Outre l'imprécision des transformations d'unités, un autre inconvénient de ce type de mesures réside dans le manque d'indications sur la qualité spectrale de la lumière.

### 2.3. Pigments chlorophylliens

La méthode utilisée a déjà été décrite en détail (PLANTE-CUNY 1974 a) : extraction à l'acétone sur des sédiments humides broyés, mesures au spectrophotomètre Beckman DU à 750 et 665 nm avant et après acidification, calcul des concentrations en chlorophylle *a* fonctionnelle et phéopigments.

Précisons que la collecte des échantillons a été faite :

1 — par « *écrémage* » de la surface du sédiment sur 1 cm d'épaisseur environ (pelle de 5 cm de large); petits coups de pelle répartis au hasard sur plusieurs mètres carrés. Les résultats s'expriment en microgrammes de pigments par gramme de sédiment sec ( $\mu\text{g. g}^{-1}$ ). Au laboratoire, l'évaluation du poids spécifique du sédiment humide permet de rapporter la teneur à l'unité de surface, valeur qui se prête mieux aux comparaisons avec d'autres biotopes; cette deuxième expression ( $\text{mg.m}^{-2}$ ) est approximative.

2 — par *carottage* (tubes de plexiglas de  $\varnothing$  2,7 cm soit 5,7 cm<sup>2</sup> de section). Dans la plupart des stations une seule carotte a pu être étudiée et sur 1 cm d'épaisseur. Dans quelques cas on a pu étudier des tranches de carottes sur plusieurs centimètres d'épaisseur ou examiner deux carottes par station.

En principe, l'expression du résultat en  $\text{mg.m}^{-2}$  est plus exacte dans le cas du carottage mais ne s'applique alors évidemment qu'aux 5,7 cm<sup>2</sup> considérés; l'échantillonnage idéal devrait être suffisamment serré, donc les manipulations et mesures plus nombreuses, pour tenir compte de la fréquente répartition « en taches » des populations microphytiques.

On donnera plus loin une idée des différences de résultats constatées entre les deux modes de collecte. Dans les calculs de corrélations, seuls les résultats d'« *écrémages* » sont utilisés.

La limitation de l'épaisseur à 1 cm est cohérente avec ce que l'on sait de la pénétration lumineuse dans le sédiment, mais elle conduit *a priori* à une sous-estimation des concentrations par mètre carré.

Outre les concentrations pondérales, on a calculé le rapport chlorophylle *a* / chlorophylle *a* + phéopigments (Chl *a* / Chl *a* + Phéo.).

### 2.4. Production primaire

#### PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

La méthode bien connue dite « de l'oxygène » (bouteilles claires et noires) a été choisie pour sa commodité. POMEROY (1959, 1963), PAMATMAT (1968) et HARGRAVE (1969) ont été les premiers à l'utiliser dans le domaine benthique; l'adaptation de POMEROY a été retenue (avec quelques variantes), car elle se pratique *in situ*.

Deux types d'enceintes ont été utilisées :

1 — bouteilles de verre blanc, goulot fermé par caoutchouc aux silicones, coupées à la base,  $\varnothing$  6,8 cm, 200 ml.

2 — cylindres de plexiglas comportant un orifice supérieur bouché, ouverts à la base, elle-même taillée en biseau,  $\varnothing$  4,4 cm, 150 ml. Le plexiglas a souvent donné des productions d'oxygène plus fortes que le verre; il faut sans doute y voir de meilleures qualités de transmission de la lumière.

On enfonce délicatement ces enceintes dans le sédiment de façon à englober un volume d'eau connu, sans perturber l'interface eau-sédiment. On obture ensuite l'orifice supérieur. Au terme de l'incubation on fait, sous l'eau, un prélèvement à l'intérieur de l'enceinte à l'aide d'une seringue de 100 ml, rincée sous l'eau pour éviter les bulles, équipée d'un tuyau suffisamment long pour atteindre l'interface. On transfère cet échantillon dans une bouteille sombre d'un volume nettement inférieur à celui de la seringue pour permettre un rinçage et la fermeture sans bulles, par bouchon rodé, après introduction des fixateurs. Le dosage de l'oxygène est fait par la méthode de Winkler.

Bien que divers auteurs négligent l'estimation de la production d'oxygène due au phytoplancton de l'eau, nous avons tenté de l'évaluer par l'utilisation *in situ* d'une paire de flacons (clair + noir) contenant

(1) 1 W. cm<sup>-2</sup> = 14,3 cal.cm<sup>-2</sup>.min<sup>-1</sup>; 1 lux = 4,1.10<sup>-7</sup> W. cm<sup>-2</sup>.

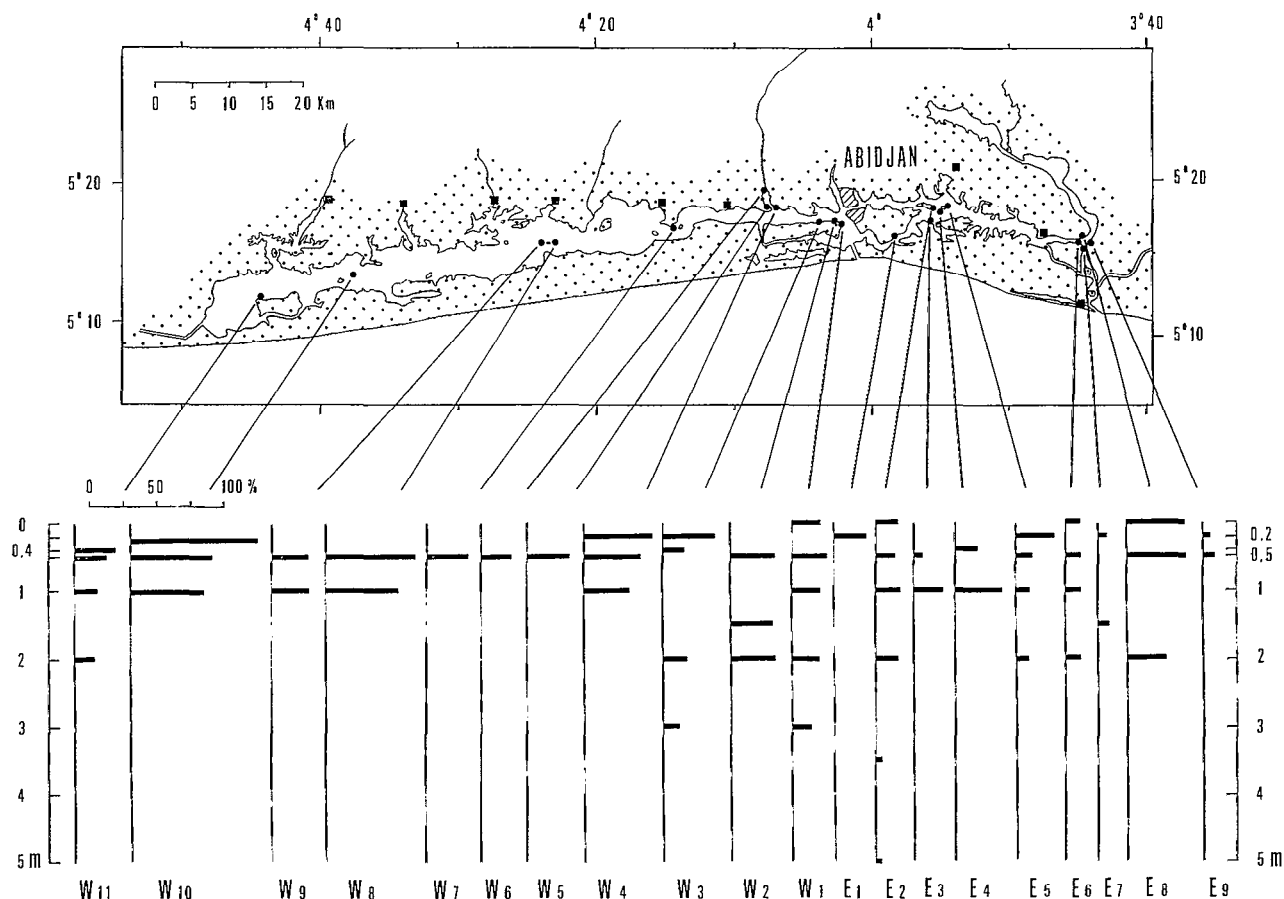


Fig. 2. — Granulométrie : Répartition géographique, et avec la profondeur des stations, du pourcentage pondéral des particules de diamètre supérieur à 500  $\mu\text{m}$ .

de l'eau du lieu pendant la durée de l'expérience (1), pour la soustraire de la production totale.

#### INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La méthode de l'oxygène convient en général aux biotopes très productifs. La soustraction (clair-noir) revient à additionner la production nette des bouteilles claires et la respiration totale de la communauté zoobenthos + phytobenthos + bactéries. Dans la lagune, la prolifération de certaines espèces du zoobenthos, petits Pélécy-podes ou Gastropodes, est telle qu'ils atteignent des densités élevées, jusque 5000.m<sup>-2</sup> pour *Pachymelania* spp., 20000.m<sup>-2</sup> pour *Aloïdis trigona*. Ces mollusques peuvent se trouver inclus en grand nombre dans les flacons d'expérience; de ce fait, la respiration de la communauté est assez variable d'un point à un autre.

Après avoir fait des prélèvements séparés aux parties supérieures et inférieures des bouteilles nous avons constaté ceci : — dans les bouteilles claires n'apparaissait pas de différence, quant au contenu en oxygène, entre l'eau prélevée dans le haut de la bouteille et celle en contact direct avec le fond (5 à 6 cm de dénivellation environ).

— dans les bouteilles noires, par contre, l'eau de la « base » était plus pauvre en oxygène que celle du dessus.

Nous avons constaté, enfin, que les « bouteilles noires benthiques » étaient toujours plus pauvres en oxygène que les « bouteilles noires planctoniques » à la fin des incubations. Donc, mis à part le confinement qui intervient dans les deux cas et qui favorise en général la prolifération des bactéries, la respiration du zoobenthos et des bactéries, particulièrement abondantes dans les sédiments, et les phénomènes chimiques d'absorption d'oxygène semblent plus importants dans le milieu benthique que dans le milieu planctonique ; ou encore, au niveau du fond, le terme « consommation d'oxygène » dans la production brute, est plus important que dans le plancton (PAMATMAT 1968, WELCH et KALFF 1974).

(1) POMEROY (1959), au lieu d'effectuer les deux types de mesures, introduit de l'eau filtrée stérile partiellement réaérée, pour couvrir le fond.

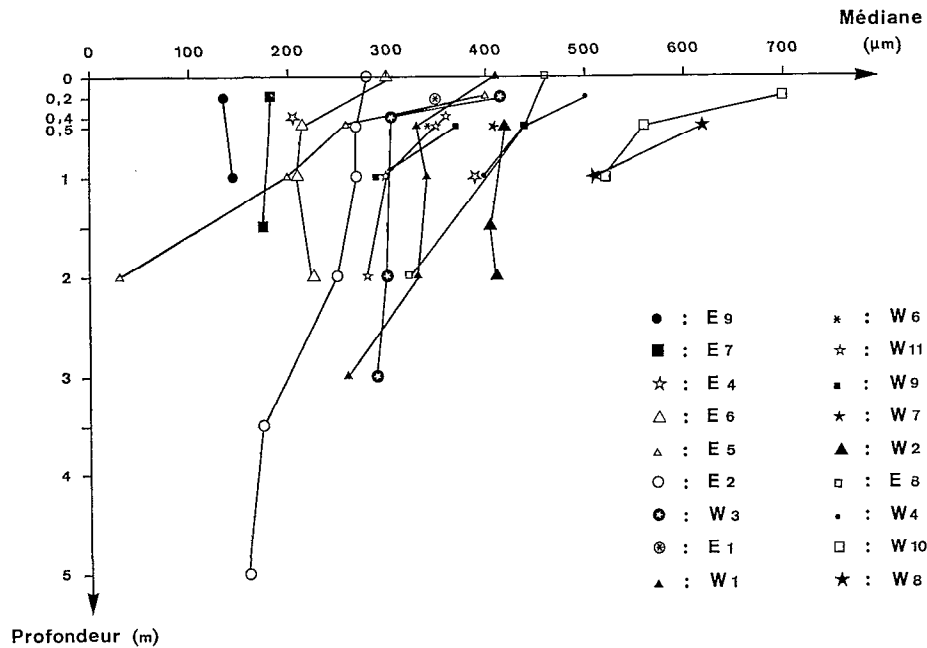


Fig. 3. — Variation, selon la profondeur des stations, de la granulométrie à la surface du sédiment.

Les résultats en  $\text{ml O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  sont convertis en  $\text{mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  par quantités égales de molécules d' $\text{O}_2$  libérées. On a progressivement réduit le nombre des échantillons, de 3 paires (clair+noir) à 1 paire par station afin de multiplier le nombre des stations. La production due au phytoplancton est soustraite de celle du benthos; toutefois lorsque la différence entre les deux mesures est faible, le cumul des erreurs rend très imprécise la valeur obtenue. D'autres réserves doivent être faites en ce qui concerne la comparaison des résultats, compte tenu de la durée variable de l'expérience (1 à 5 heures suivant les impératifs du travail *in situ*), le moment du jour (matinée, milieu du jour, fin d'après-midi), le jour même où a lieu l'expérience (plein soleil, pluie, temps couvert; cf. fig. 4 et 5).

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Granulométrie

Ce facteur sédimentologique joue un rôle important dans la répartition des microphytes et donc dans la composition des peuplements (BURKHOLDER *et al.* 1965, HICKMAN et ROUND 1970, PLANTE-CUNY 1974 b). Il peut aussi avoir une influence sur l'abondance des microorganismes, donc sur la richesse en pigments photosynthétiques.

Comme le notaient DEBYSER (1955) et BINDRE (1968), les vases ne sont présentes dans la lagune qu'à partir de 4 ou 5 m de profondeur en général. À l'exception d'une station vaseuse à 2 m (E 5, île Chauve-Souris : 75 % de fraction fine) tous les fonds étudiés ici étant peu profonds se trouvent être des sables (fraction fine < 25 %, entre 0 et 18 %). Ils ont une fraction très grossière (> 2000  $\mu\text{m}$ ) généralement faible (0 à 18 %). Dans 33 cas, le pourcentage de la fraction supérieure à 500  $\mu\text{m}$  est inférieur à 25 %, dans 23 cas il lui est supérieur. Ces sables fins ou moyens se répartissent géographiquement comme indiqué figure 2 : les sédiments les plus grossiers ont été observés dans la partie ouest de la lagune (W 8, W 10). Entre le canal de Vridi et les deux extrémités est et ouest il n'y a cependant pas de gradient très net. La figure 3 montre qu'en général le sédiment s'affine avec l'immersion croissante (moyennes des médianes : 0 à 1 m : 360  $\mu\text{m}$ ; 1 m : 324  $\mu\text{m}$ ; 2 m : 273  $\mu\text{m}$ ; 3 à 5 m : 220  $\mu\text{m}$ ; corrélation négative entre « taille moyenne des grains » et profondeur croissante :  $r = -0,344$ ;  $p \leq 0,01$ ; corrélation positive entre « fraction fine » et profondeur croissante :  $r = +0,457$ ;  $p \leq 0,001$ ). Dans plusieurs cas on peut constater qu'il y a rupture brutale de la pente des courbes dans un même site, entre la station à 0 ou 0,2 m et la station à 0,5 m, rupture correspondant à une forte chute du diamètre des particules à ce niveau très particulier.

A profondeur égale (0,5 m) les sables les plus grossiers se sont trouvés dans la partie ouest de la lagune (est de l'île aux Pigeons, banc de l'île Likré). Ces stations (W 8, W 9, W 10) sont extrêmement riches en coquilles de mollusques, morts ou vivants au moment du prélèvement : Pélécy-podes (*Aloïdis trigona*) et Gastropodes (*Tympanotonus fuscatus*, *Pachymelania fusca*, *P. aurita*). Les courbes cumulatives obtenues dans ces cas sont très étirées vers les particules de grand diamètre (asymétrie).

TABLEAU I

Caractéristiques granulométriques des stations de l'île aux Pigeons

	W 8		W 9	
	0,5 m	1 m	0,5 m	1 m
Profondeurs.....	0,5 m	1 m	0,5 m	1 m
Médianes (µm).....	620	510	370	290
% >2000 µm.....	10	2,5	3	18
% >500 µm.....	66	53	27	28

Le sable « W 9, 1 m » est assez fin mais comporte un fort pourcentage de coquilles d'*Aloïdis trigona*. A l'île Likré, où nous avons trouvé les plus fortes concentrations d'*Aloïdis*, nourriture de prédilection des « mâchoirons » (*Chrysichthys* spp. poisson économiquement important en Côte d'Ivoire), la situation est la suivante (tabl. II) : il s'agit de sables plus grossiers par le diamètre des grains et, pondéralement,

TABLEAU II

Caractéristiques granulométriques des stations de l'île Likré et de l'île Vitré

	Île Likré (W 10)			Est île Vitré (E 6)			
	0,2 m	0,5 m	1 m	0 m	0,5 m	1 m	2 m
Profondeurs.....	0,2 m	0,5 m	1 m	0 m	0,5 m	1 m	2 m
Médianes (µm)...	700	560	520	305	215	210	225
% >2000 µm....	1,5	4	3	0	3	5	2
% >500 µm.....	93	60	54	11	11	12	11

les coquilles représentent un pourcentage plus faible que dans les deux stations W 9 à granulométrie plus fine. Nous donnons dans le même tableau II un exemple de sables encore plus fins, aux environs de l'île Vitré (lagune est), particulièrement riches (E 6 1 m) en *Pachymelania* spp. (plusieurs milliers par m<sup>2</sup>). Dans ces trois groupes de stations (tableaux I et II), la fraction fine est quasi nulle (<1 %).

A l'opposé, certaines stations ne comportent pratiquement pas de fraction très grossière. Quand la fraction fine est abondante, nous avons des

sédiments du type W 5 (0,5 m, partie ouest de la baie d'Adiopodoumé fraction fine 18 %). La courbe cumulative est étirée vers les petits diamètres avec cependant une médiane de 345 µm due à 31 % de particules de diamètre supérieur à 500 µm.

Dans la lagune est, la situation pour certains sédiments fins est donnée dans le tableau III.

TABLEAU III

Caractéristiques granulométriques des stations situées au nord-est de l'île Chauve-Souris

Station E 5				
	0,2 m	0,5 m	1 m	2 m
Profondeurs.....	0,2 m	0,5 m	1 m	2 m
Médianes (µm).....	400	260	200	30
% <63 µm.....	1	1,6	18	75
% >2000 µm.....	0,45	1	7	7
% >500 µm.....	28	12	10	9

Les 7 % de fraction très grossière sont également dus à la présence de coquilles de *Pachymelania* vivant en abondance sur ces fonds. La station E 5 (1 m) pourrait être comparée à E 6 (1 m, tableau II mêmes médianes). Les 18 % de fraction fine font toute la différence et pourtant les Gastropodes y abondent aussi, ce qui prouve qu'il s'agit d'espèces tolérantes à l'égard de ce facteur comme d'ailleurs à l'égard de la salinité.

### 3.2. Éclaircissement

#### 3.2.1. ÉCLAIRCISSEMENT À LA SURFACE DE L'EAU

Les périodes d'observation en avril ont été en général plus éclairées qu'en mai et de façon plus régulière. Les courbes « E 2 » (29-4 : journée ensoleillée après tornade), « W 8, 9 » (7-5 : matinée orageuse), « W 11 » (13-5 : matinée pluvieuse) et « E 4, 6 » (16-5 : journée nuageuse avec éclaircies) sont données à titre d'exemple (fig. 4).

L'éclaircissement horaire moyen, pendant les périodes d'incubation, a été maximal le 29-4-75 aux stations E 2 et E 4 : 235 cal.cm<sup>-2</sup> environ ont atteint la surface de l'eau durant la journée (6 h à 18 h); entre 8 h et 16 h — période d'expérience — l'énergie horaire (en cal. cm<sup>-2</sup>) a été successivement d'environ : 13, 21, 31, 36, 45,5, 39, 27, 14. A cette saison l'éclaircissement incident est donc assez faible comparé à celui d'autres régions du globe (KIMBALL 1928, RYTHER 1956). Il faut cependant rappeler que l'appareil de mesure ne prend pas en compte la totalité du rayonnement.

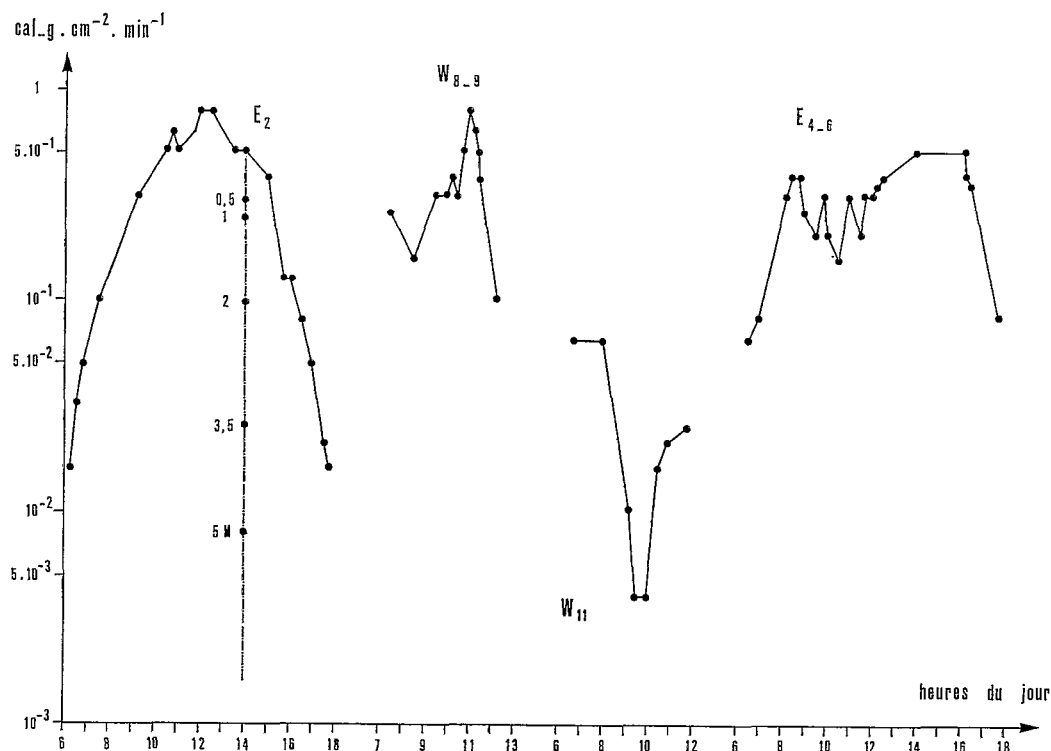


Fig. 4. — Énergie lumineuse reçue en surface durant quatre journées différentes : E 2, 29-4-75 (pénétration lumineuse jusqu'à 5 m) ; W 8 et 9, 7-5-75 ; W 11, 13-5-75 ; E 4 et 6, 16-5-75.

Les périodes d'expérience les mieux éclairées sont ensuite, par ordre décroissant : W 3 (24-4), E 1 (10-4), E 4 et E 6 (16-5), W 4 (21-5), W 1 (22-5), W 8, 9 (7-5), W 2 (18-4) puis enfin les 12 et 13-5 à W 10 et W 11 extrême ouest de la lagune où il y avait 0,004 cal.  $\text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$  à 10 h et 0,025 à midi.

On perçoit à quel point les comparaisons entre les résultats de mesure de la production primaire sont difficiles compte tenu d'une telle variabilité des conditions d'éclairement en surface. A cette variabilité s'ajoute celle de la pénétration de la lumière dans l'eau.

### 3.2.2. PÉNÉTRATION LUMINEUSE

#### 3.2.2.1. Quantité d'énergie

On a porté sur les mêmes graphiques d'ensoleillement (fig. 4), la mesure de lumière à un moment donné à diverses profondeurs (E 2). On pourra apprécier (fig. 5) quelle quantité d'énergie parvenait dans les différents sites à chacune des profondeurs d'immersion où des mesures purent être faites. Là aussi existait une grande variabilité. Faute d'informations concernant les exigences énergétiques du **microphytobenthos**, citons STRICKLAND (1958) :

« ... la croissance maximale d'une population plurispécifique de **phytoplancton** peut être attendue là et quand l'énergie radiante est à un niveau proche de 0,15 ( $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ ) avec une inhibition significative dès que l'intensité atteint ou dépasse 0,5. » On a coutume de donner également (BOUGIS 1974) la valeur de 0,002  $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$  comme celle de l'énergie lumineuse correspondant à peu près à l'éclairement de compensation. Donc, en dépit d'une transparence assez mauvaise de l'eau de la lagune, les fonds observés ici restent dans les limites de la zone euphotique (cf. fig. 5).

La marge très grande des possibilités de photosynthèse chez les végétaux permet d'expliquer qu'il n'ait pas été trouvé de corrélation, à partir des présentes données, entre la quantité moyenne horaire d'énergie parvenue en surface, ou en profondeur et la production d'oxygène. Il y a évidemment corrélation positive (+0,745;  $p \leq 0,001$ ) entre la production primaire et la pénétration lumineuse, elle-même corrélée négativement (-0,637;  $p \leq 0,001$ ) à la profondeur d'immersion.

La figure 5 a montre les différentes modalités de pénétration de la lumière aux diverses stations suivant que l'eau était, au moment de la mesure



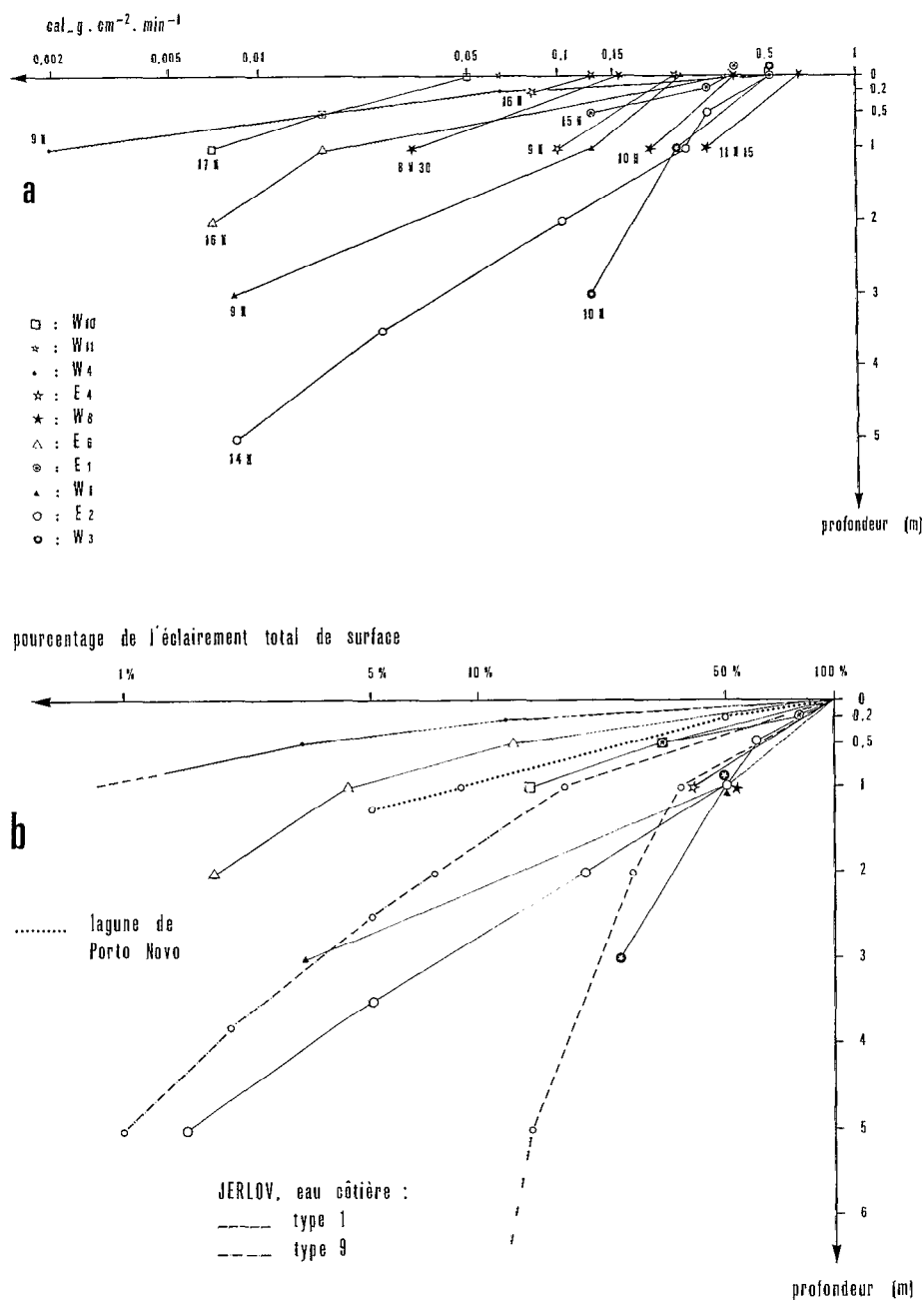


Fig. 5. --- a) Énergie lumineuse reçue en surface et sur divers fonds (à différentes heures du jour). b) Transmission de l'éclairement de surface par l'eau de la lagune Ébrié en avril-mai 1975, dans quelques stations (W 4, E 6, W 10, W 6, E 1, eaux troubles ; W 8, E 2, E 4, W 3, W 1 eaux plus claires). Comparaison avec l'eau de la lagune de Porto-Novo (Dahomey : radiations rouges les plus pénétrantes, avril-mai 1964, Girault et De Kimpe 1967) et les eaux côtières de type 1 et 9 (Jerlov 1951, énergie incidente totale entre 350 et 700 nm).

plus ou moins turbide, soit à cause des vagues dues aux vents d'orage ou à la pluie (E 6, W 10 ; disque de Secchi 1 m), soit à cause de la marée montante

(W 4, E 1, W 1) alors qu'en W 8, E 2, E 4 et W 3, l'eau était relativement claire (disque de Secchi 1,7 m).

La figure 5 b a aussi pour but de comparer cette eau lagunaire côtière, assez trouble à cause de l'abondance du phytoplancton et du seston, aux eaux côtières marines dont la classification optique a été proposée par JERLOV en 1951. Les eaux de la lagune en avril-mai rejoignent à peu près le type 9 de Jerlov qui correspond à l'eau la plus turbide entrant dans sa classification. J'ai reporté aussi la courbe de pénétration lumineuse de l'eau côtière la moins turbide (type 1) et enfin la courbe concernant les radiations rouges, les plus pénétrantes dans l'eau d'une autre lagune tropicale, celle de Porto-Novo (Dahomey), en avril-mai 1964 (GIRAULT et DE KIMPE 1967). Nous sommes bien là dans les « mêmes eaux ».

*Répartition géographique* : La figure 5 b complétée par quelques observations de visibilité du disque de Secchi, permet de voir que la partie ouest de la lagune, aux environs du canal de Vridi (W 3, disque 2,5 m) est en général plus claire que la partie est (E 1). La turbidité dans la baie d'Adiopodoumé et à l'est de l'île Boulay le jour des observations s'explique par la marée montante. A partir de la baie (W 4) jusqu'au seuil de l'île Leydet, l'eau est troublée par l'arrivée des eaux de la rivière Agnéby (disque 0,3; 0,9 m). Les environs de l'île aux Pigeons et la portion centrale de la lagune ouest sont nettement plus clairs (disque 2 m). Les deux extrémités sont plus turbides (disque 1 m, Likré, Deblay, Vitré).

### 3.2.2.2. Qualité spectrale

Nous n'avons pas effectué de mesures de pénétration des différentes radiations. Les lois bien connues de pénétration lumineuse dans les eaux océaniques (priorité aux radiations bleues, puis vertes) n'ont plus cours en milieu côtier. Ainsi, l'eau de type 9 de JERLOV (1968-fig. 48) présente un maximum de transmission entre 550 et 625 nm (radiations jaunes-vertes, jaunes, orangées); ensuite viennent les radiations vertes et rouges, et enfin les bleues (voir aussi GIRAULT et DE KIMPE 1967). L'utilisation de telles radiations par les algues est-elle possible? Les radiations vertes et jaunes sont bien utilisées par la phycoérythrine (régions majeures d'absorption : 540-550-565 nm), la phycocyanine (550-615 nm) et à un moindre degré par la fucoxanthine (452-490 nm, BLINKS 1954, 1955).

Or le microphytobenthos est constitué de diatomées, cyanophycées, flagellés, organismes dont les pigments « accessoires » ont été souvent cités (HALLDAL 1970) : biliprotéines telles que phycocyanine et phycoérythrine pour les cyanophycées, caroténoïdes tels que péridinine chez les dinoflagellés et fucoxanthine chez les diatomées. L'énergie absorbée par ces pigments est transmise à la chloro-

phyllé *a* pour la photosynthèse. L'intérêt d'études détaillées, par chromatographie, de la composition pigmentaire des populations d'algues est à souligner (TAYLOR et GEBELEIN 1966, DALEY *et al.* 1973).

## 3.3. Chlorophylle *a* et phéopigments

### 3.3.1. RÉSULTATS GÉNÉRAUX ; ORDRES DE GRANDEUR

Si l'on prend en compte toutes les valeurs obtenues par l'une ou l'autre méthode (carottage ou « écrémage ») dans le centimètre superficiel, la plus forte teneur en chlorophylle *a* fonctionnelle a été de 353 mg.m<sup>-2</sup> dans le banc de sable au sud-ouest de l'île Chauve-Souris (E 4), dans la zone d'ombre des palétuviers, sous 50 cm d'eau environ. Pour le même échantillon on avait seulement 63 mg.m<sup>-2</sup> de phéopigments (Chl*a*/Chl*a*+Phéo = 0,85).

Les plus faibles valeurs de chlorophylle *a* ont été trouvées aux stations les plus profondes (est île Désirée : 10 mg.m<sup>-2</sup> à 3,5 m; 6 mg à 5 m). La variabilité est importante puisque, dans de très petits fonds assez turbides, à l'extrémité nord de la baie d'Adiopodoumé, à 0,2 m on a des teneurs très faibles (15 et 22 mg.m<sup>-2</sup> de Chl*a*), alors qu'à l'est et au nord de l'île Boulay (W 1 et W 3) à 3 m on trouve encore 59 et 102 mg.m<sup>-2</sup>. Cependant, à l'exception du fond de cette baie (W 5, W 6), toutes les stations explorées entre 0 et 1,5 m inclus dépassent la teneur de 100 mg.m<sup>-2</sup> (et atteignent comme on l'a vu 353 mg.m<sup>-2</sup>).

En ce qui concerne les phéopigments, toujours à la surface des sédiments, on a noté 315 et 234 mg.m<sup>-2</sup> dans 2 carottes à 1,5 m et 247 mg.m<sup>-2</sup> à 2 m au nord de l'île Boulay (W 2), 250 à 0,5 m (E 1), 255 à 0,2 m (W 10). La valeur minimale était à 0,5 m, 6 mg.m<sup>-2</sup> dans un sable très propre d'installation récente (W 7, bac de Jacquerville).

Par comparaison avec d'autres travaux faisant état de Chl *a* fonctionnelle dans la pellicule superficielle, on peut dire que, dans la lagune Ébrié, les teneurs sont supérieures à celles de divers sables et vases marins tropicaux (BUNT *et al.* 1972, PLANTE-CUNY 1974 a) ou méditerranéens (COLOCOLOFF 1972), mais équivalentes à celles des sédiments d'un estuaire au Nord-Est de l'Écosse (LEACH 1970), de sédiments intertidaux du port de Barnstable (nord-est États-Unis, TAYLOR et GEBELEIN 1966), d'un grand lac peu profond de Californie (WETZEL 1964) et d'un sable de lagon d'atoll (SOURNIA 1976).

### 3.3.2. INFLUENCE DU MODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Sur 27 couples de valeurs, dans 12 cas, les valeurs de Chl *a* obtenues à partir des carottes (CA) étaient supérieures à celles des « écrémages » (EC), dans 15 cas, elles leur étaient inférieures. Il ne se dégage donc pas d'erreur systématique. Pour les phéopig-

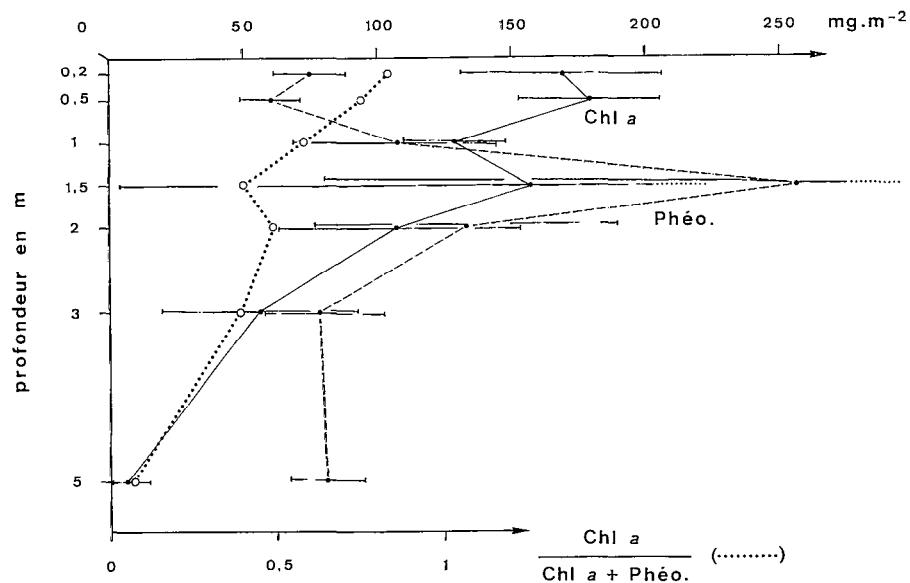


Fig. 6. — Distribution moyenne, selon la profondeur des stations, des teneurs en chlorophylle *a* fonctionnelle (Chl *a*), en phéopigments (Phéo.) et du rapport Chl *a* / Chl *a* + Phéo.

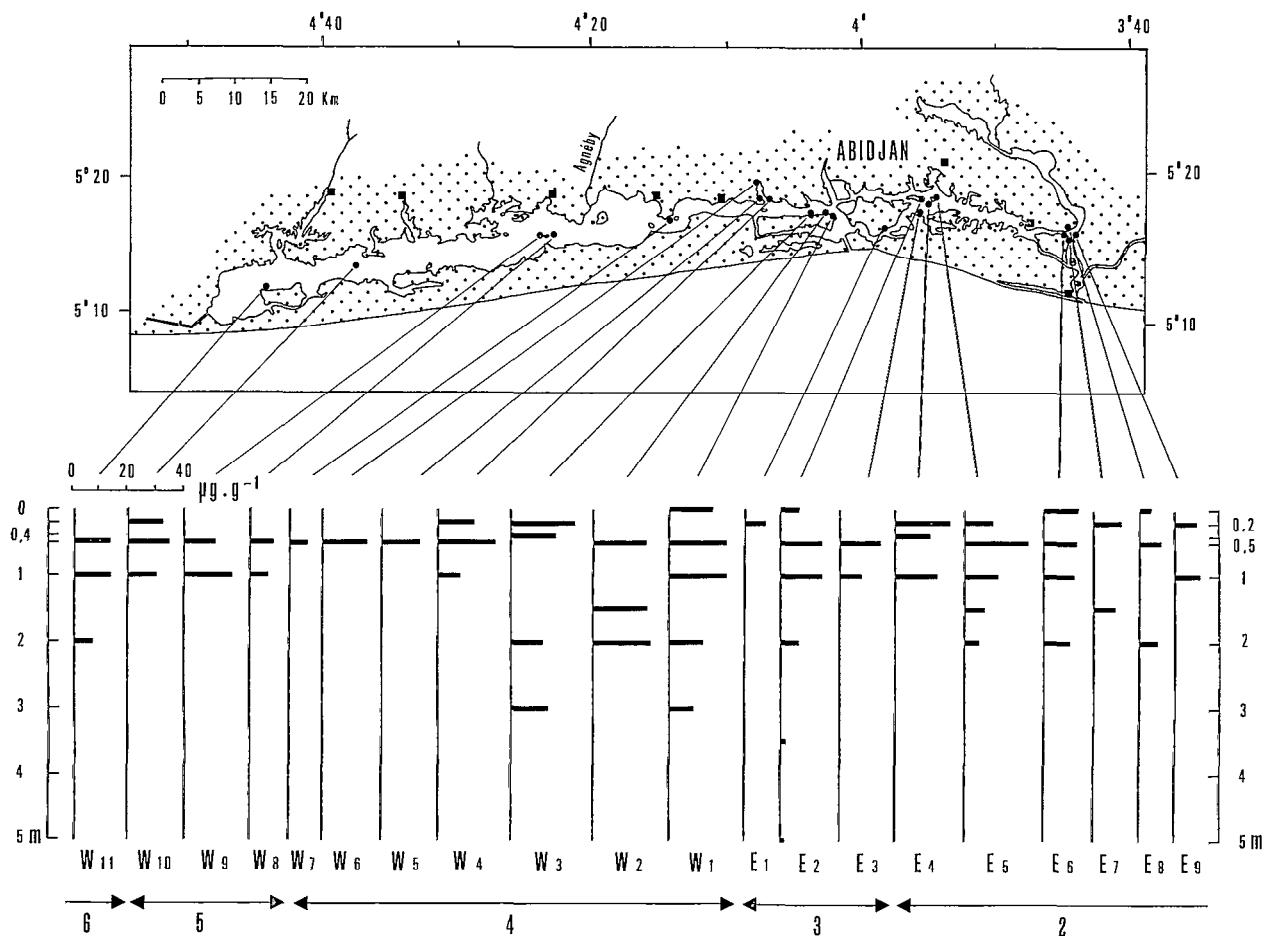


Fig. 7. — Répartition géographique de la chlorophylle *a* (µg par g. de sédiment sec) dans les deux parties de la lagune et à différentes profondeurs. Les chiffres inférieurs (2-3-4-5-6) font référence aux zones hydrologiques.

ments par contre, il y a 19 valeurs de carottages supérieures à celles de l'« écrémage » et 8 inférieures. On peut donc conclure à une sous-estimation fréquente des phéopigments par « écrémage » (fig. 9). Ce pourrait être dû au fait que les produits de dégradation, non inclus dans des organismes vivants, s'écouleraient avec l'eau d'égouttage, ou bien que l'« écrémage » n'a pas lieu sur la totalité du 1<sup>er</sup> cm d'épaisseur, les phéopigments étant en général moins abondants dans la pellicule superficielle.

Bien que l'échantillonnage par carottage n'ait pas été très poussé, on peut donner quelques exemples de la variabilité des teneurs en Chl *a*, en mg.m<sup>-2</sup>, obtenues sur le premier centimètre (5,7 cm<sup>3</sup>) de deux carottes prises à quelques mètres l'une de l'autre, à la même profondeur : W 2 (0,5 m) 162 et 200; W 2 (1,5 m) 152 et 222; W 3 (0,5 m) 98 et 81.

A la station E 1 (0,5 m), deux carottes ont été prises au hasard sur des surfaces à peu près homogènes sans terriers ni coquillages; deux « écrémages » ont été exécutés à la même station :

— EC 1 sur du sable constituant les dômes d'ouverture de divers terriers de benthontes, sable paraissant très clair.

— EC 2 sur le reste du sable tapissé de voiles brunâtres de microphytes, plus ou moins denses et plus ou moins clairsemés, de diatomées, cyanophycées ou flagellés.

Les résultats de Chl *a* en mg.m<sup>-2</sup> sont : CA 1 : 116, CA 2 : 115, EC 1 : 15, EC 2 : 146. Dans ce cas, les deux carottes étaient remarquablement identiques. Par contre, en E 4 (0,5 m île Chauve-Souris) on a obtenu : CA 1 : 353, CA 2 : 180, EC au hasard : 289. Il est donc impératif de prélever de nombreux échantillons sur une surface donnée.

### 3.3.3. DISTRIBUTION SELON LA PROFONDEUR D'IMMERSION

Nous avons développé précédemment (PLANTE-CUNY 1975) la distribution dans la lagune des deux catégories de pigments selon la profondeur des stations. Les moyennes avaient été calculées à partir des valeurs obtenues par « écrémage » seulement, afin de rendre toutes les stations comparables. Les courbes (fig. 6) montrent une chute des teneurs en chlorophylle *a* à partir des fonds de 2 m où la moyenne est encore de 106 mg.m<sup>-2</sup> ( $\pm 45$ ;  $n = 15$ ). Les phéopigments, très peu abondants dans les hauts niveaux (de 4 à 60 mg.m<sup>-2</sup> sauf exception en E 1, zone plus polluée), atteignent un maximum de 256 mg.m<sup>-2</sup> ( $\pm 176$ ;  $n = 5$ ) vers 1,5 m; ils paraissent ensuite se stabiliser aux alentours de 80 mg.m<sup>-2</sup> à partir de 3 m. Les résultats, moins nombreux, obtenus sur des carottes ne modifient pas fondamentalement ces distributions (fig. 9).

### 3.3.4. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

La figure 7 représente la répartition de la chlorophylle *a* en divers points de la lagune (rapportés à un axe ouest-est) et à diverses profondeurs d'immersion.

Pour les microphytes benthiques :

1 — la zone sous influence marine, la plus proche du canal de Vridi (W 1, W 2, W 3) est la plus riche (début de la zone 4).

2 — les abords immédiats de l'embouchure de la rivière Agnéby paraissent un peu plus pauvres, à cette époque du début des pluies tout au moins (voir la différence entre les rives est (W 8) et ouest (W 9) de l'île aux Pigeons).

3 — la station E 1, sous l'influence plus ou moins polluante de l'agglomération, est plus pauvre (zone 3).

4 — à partir de l'île Désirée à l'est (zone 2) et de l'île aux Pigeons à l'ouest (zones 5 et 6), les valeurs dans ces deux extrémités de la lagune sont équivalentes et fortes.

5 — les abords de l'île Vitré (E 6, 7, 8, 9) et de l'île Désirée (E 2, 3, 4, 5) appellent quelques remarques en rapport avec l'hydrodynamisme; ce facteur est examiné plus loin (§ 3.3.6.).

A titre de comparaison, en ce qui concerne le phytoplancton de surface, les plus fortes valeurs de chlorophylle *a* sont trouvées à l'ouest de Dabou (zones 5 et 6) et en zone 1 (lagunes de l'extrême est non étudiées ici). Ailleurs, les valeurs sont partout équivalentes et fortes.

### 3.3.5. DISTRIBUTION VERTICALE AU SEIN DU SÉDIMENT

Cinq carottes de stations différentes ont été découpées en tranches de 1 cm d'épaisseur après congélation sur les lieux du prélèvement. La figure 8 donne une représentation graphique des résultats. Dans les deux premiers cas (W 11, 0,5 m et E 6, 0 m), j'ai analysé seulement les trois ou quatre premiers centimètres qui, d'après la couleur jaunâtre du sédiment, paraissent oxydés. Avec les carottes W 1 (île Boulay) à 0 m et 0,5 m, entièrement claires à l'observation, on se trouve dans le cas d'un sédiment à la côte, souvent exondé, brassé par les vagues, dans lequel la teneur en phéopigments reste très faible sur une grande épaisseur et la teneur en Chl *a* diminue très progressivement.

Enfin, pour la carotte W 4 (Adiopodoumé) 0,2 m, le sable était jaune jusque 7 à 8 cm, puis progressivement noirâtre. J'ai extrait des échantillons jusqu'au 11<sup>e</sup> centimètre; au 5<sup>e</sup> cm déjà, on remarque que la Chl *a* est pratiquement absente; dès le 4<sup>e</sup> cm,

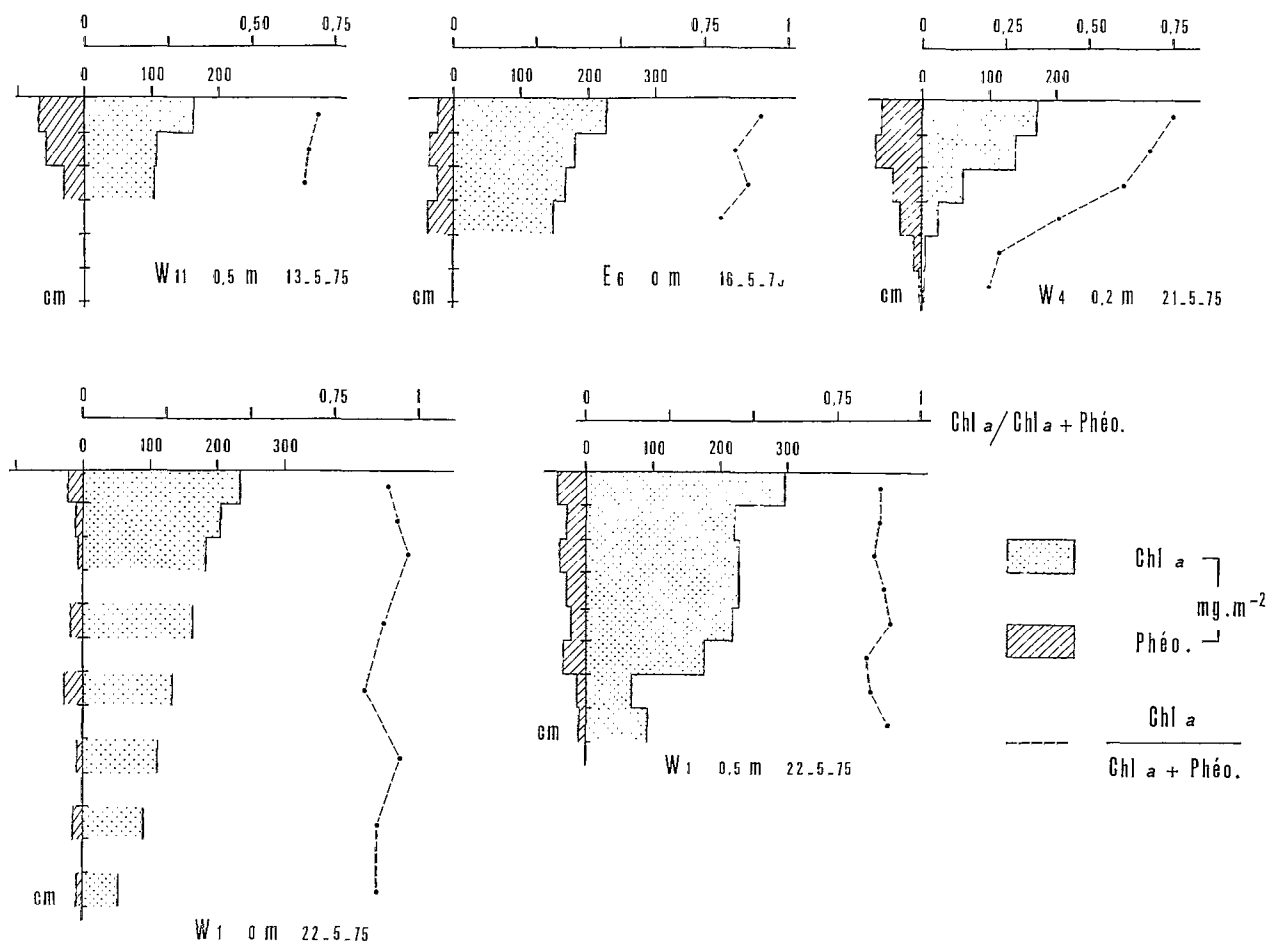


Fig. 8. — Distribution de la chlorophylle *a* fonctionnelle, des phéopigments et du rapport  $Chl\ a / Chl\ a + Phéo.$  dans l'épaisseur du sédiment de cinq carottes différentes.

le rapport  $Chl\ a / Chl\ a + Phéo.$  tombe au-dessous de 0,5 et indique un changement total, malgré les apparences, dans l'importance du peuplement phytique de ce sable.

La somme des teneurs sur 3 cm d'épaisseur (1) dans les 5 cas donne les résultats du tableau IV en  $mg.m^{-2}$ .

Les tranches les plus riches en  $Chl\ a$  sont dans ces 5 cas les plus pauvres en phéopigments. La teneur en phéopigments est directement liée, nous le verrons (§ 4), au contenu en éléments fins des sédiments. On voit aussi que, dans ces stations peu profondes, les teneurs en  $Chl\ a$  fonctionnelle sur 3 cm (épaisseur non limitative évidemment), sont très fortes. Il est évident que ce stock de chlorophylle « fonctionnelle » (cette « biomasse »), n'est en réalité

TABLEAU IV

Teneurs en  $Chl\ a$  et Phéopigments dans le premier centimètre et les 3 premiers centimètres de 5 carottes différentes ( $mg.m^{-2}$ ).

	W 1 0,5 m	E 6 0 m	W 4 0,2 m	W 1 0 m	W 1 0,5 m
<b>Chl <i>a</i></b>					
1 <sup>er</sup> cm.....	161	228	172	234	296
3 premiers cm..	375	578	377	622	746
<b>Phéopigments</b>					
1 <sup>er</sup> cm.....	68	22	60	22	42
3 premiers cm..	156	80	171	35	108

pas toujours « en fonction »; mais des expériences (PAMATMAT 1968, HUNDING 1971, COLOCOLOFF 1972)

(1) On s'est limité à cette épaisseur car l'une des 3 carottes (W 11) n'avait pu être étudiée plus avant.

ont prouvé que les organismes enfouis, replacés dans des conditions correctes d'éclairement sont immédiatement capables de photosynthèse.

Les mesures de pénétration lumineuse au sein des sédiments (TAYLOR 1964, RIZNYK et PHINNEY 1972) montrent que la lumière pénètre davantage entre les grains de sable que dans la vase. Cette pénétration n'excède cependant pas quelques millimètres, 7 mm pour les sables les plus grossiers étudiés par FENCHEL et STRAARUP (1971). Toutes les stations peu profondes que nous avons considérées sont susceptibles de remaniements fréquents sur quelques centimètres au moins, ce qui explique l'importance de la couche contenant des pigments susceptibles d'efficacité au moment favorable.

### 3.3.6. PIGMENTS ET HYDRODYNAMISME

Des mesures et des représentations cartographiées, d'amplitude et de courants de marées sont données par TASTET (1974) d'après un rapport anonyme (1966).

**Amplitudes de la marée :** « Pendant la période de mai à juin 1966, pour une amplitude moyenne en mer de 0,87 m nous avions, au quai nord (port) 0,52 m, et aux extrémités est et ouest de la lagune des amplitudes moyennes de 0,08 et 0,10 m ».

**Courants de marée :** Parmi les valeurs maximales mesurées entre mai et octobre 1966, on relève pour le flot et le jusant (m. s<sup>-1</sup>) : 0,70 et 0,80 au nord de l'île Boulay ; 0,30 et 0,20 à l'île aux Pigeons ; 0 et 0,10 à l'île Deblay ; 0,25 et 0,70 à l'île Chauve-Souris ; 0,70 et 1,15 au sud de l'île Vitré. Ces deux dernières valeurs élevées s'expliquent par le fait que « le flot provoque une reverse du courant du fleuve Comoë, avec amortissement jusque dans la région de Vitré. Le débit du fleuve, « contré » par la marée en lagune Ebrié, s'engouffre dans le système Potou-Adjin ».

La station E 6 (île Vitré) se trouve à l'entrée du système Potou-Adjien, donc soumise à d'importantes actions hydrodynamiques comme les stations de l'île Boulay (W 1).

#### *Effet de l'hydrodynamisme dans l'épaisseur du sédiment*

Dans la carotte E 6 (fig. 8 et tabl. IV) et dans les deux carottes W 1, on note une plus faible teneur en pigments détritiques (Chla/Chla+Phéo. >0,75) que dans W 11 et W 4 (zones calmes), et ceci jusqu'à plusieurs centimètres d'épaisseur.

L'effet de brassage des sédiments semble favoriser :

- des teneurs élevées en Chla sur une épaisseur importante
- des teneurs faibles en pigments détritiques.

#### *Effet de l'hydrodynamisme à la surface des sédiments en fonction de la profondeur*

La figure 9 montre les courbes des teneurs en pigments à la surface des sédiments, selon la profondeur d'immersion, dans quatre sites soumis à deux

types d'hydrodynamisme opposés : E 6 (île Vitré), W 1 (île Boulay), forts courants de marée, W 11 et W 10 (partie ouest), courants presque nuls. L'effet de brassage se fait sentir sur une bande de sable assez large entre les isobathes 0 et 2,5 m environ dans les stations exposées.

On remarque en E 6 et W 1 :

— des teneurs en Chla presque constantes ou diminuant très peu jusque 2 m environ.

— des teneurs en phéopigments toujours inférieures à celles de la Chla jusqu'à 2,5 m environ, profondeur à laquelle le rapport entre les deux pigments s'inverse.

En W 11 et W 10 par contre :

— la teneur en Chla, assez élevée à 0,2 ou 0,5 m, décroît plus rapidement (45 mg.m<sup>-2</sup> en W 10 à 1 m, 9 mg.m<sup>-2</sup> en W 11 à 2 m).

— les phéopigments, atteignant des teneurs équivalentes à celles des autres stations à 0,5 m, dépassent la Chla dès la profondeur de 1 m ou 1,5 m.

Donc les teneurs en Chla sont d'autant plus fortes et les teneurs en phéopigments d'autant plus faibles que l'hydrodynamisme est plus important.

Quant aux autres stations, nous manquons de données courantologiques pour les classer dans l'une ou l'autre catégorie et en tirer des conclusions : pour W 2 et W 3 (nord de l'île Boulay), sur le passage des courants, les phéopigments sont encore nettement inférieurs à la Chla à 2 m et 3 m ; aux environs de l'île Désirée, la situation est assez confuse compte tenu de l'orientation des plages : les stations situées au N-E (E 5) et S-W (E 4) de l'île Chauve-Souris et sur la côte en face d'Abou-abou (E 3) sont riches en Chla (130, 230, 350, 290, 240, 210 mg.m<sup>-2</sup>) ; mais, à l'est de l'île Désirée (E 2) les teneurs en Chla sont nettement inférieures (maximum 160 mg.m<sup>-2</sup> à 1 m) et les phéopigments sont abondants. Une étude locale des courants donnerait peut-être une explication à ces faits.

Malgré l'intérêt évident de ce facteur, nous n'avons pu faire intervenir l'hydrodynamisme dans les études de corrélations (§ 4.1) faute de données précises en cette matière.

Il est également probable que les deux rives d'un même goulet ne subissent pas les mêmes influences ; ainsi pour le secteur N-E Vitré, les stations E 6, E 7, E 9 montrent des courbes de pigments tout à fait comparables alors qu'en E 8 (devant le village d'Abra) les teneurs en Chla sont nettement plus faibles (maximum 115 mg.m<sup>-2</sup> à 1 m) et les phéopigments très abondants dès 0,5 m (185 mg.m<sup>-2</sup> à 2 m, rapport Chla/Chla+Phéo. inversé à 1 m). La particularité de cette station pourrait être due à une pollution locale (village). De même à la station E 1 (lagune est, zone peu agitée proche de l'agglomération d'Abidjan), les fonds de 0,5 m, seuls étudiés, révèlent déjà des teneurs en phéopigments supérieures à celles de la Chla : c'est la seule observation de ce type dans notre étude (Chla 115, Phéo, 234 mg.m<sup>-2</sup>).

### 3.3.7. PIGMENTS BENTHIQUES ET PIGMENTS PLANCTONIQUES

Nous avons relevé en 3.3.4. une certaine divergence

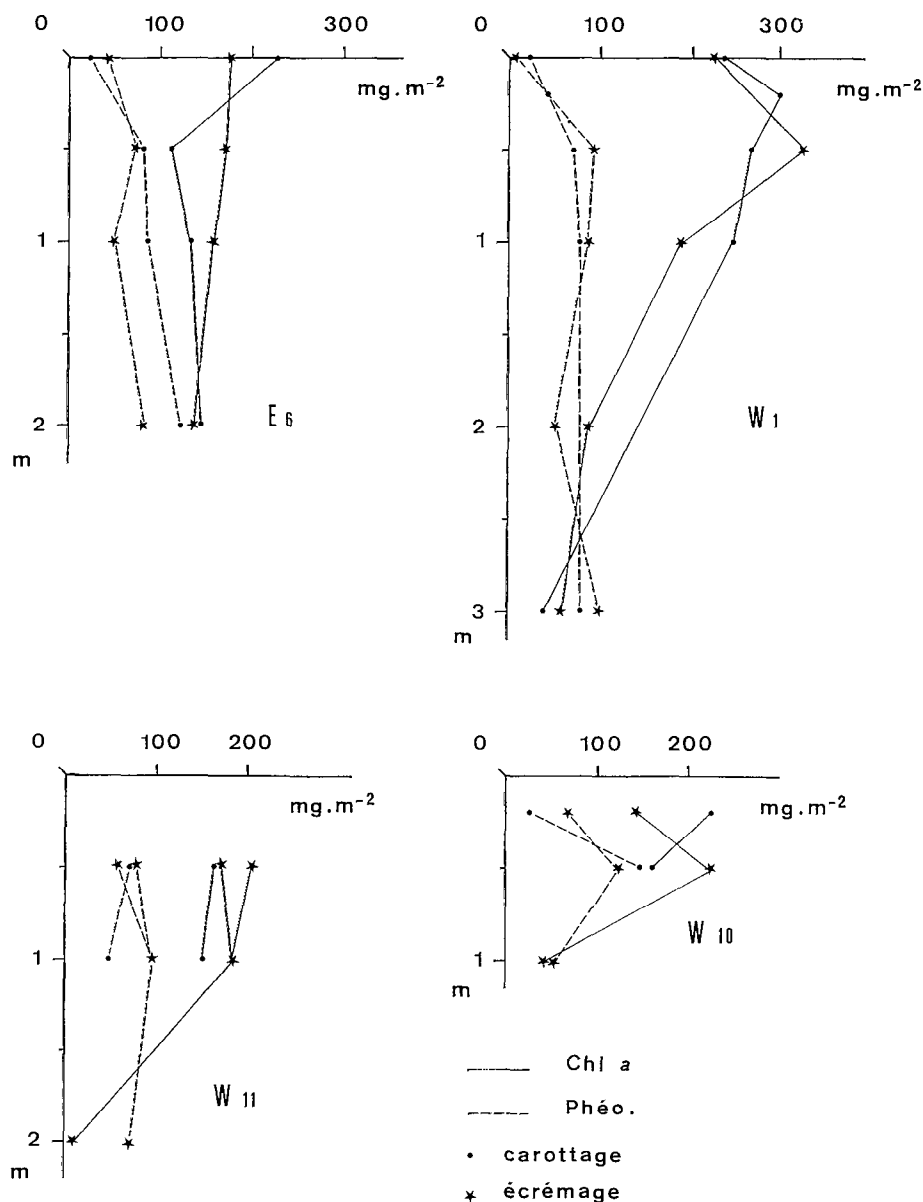


Fig. 9. — Teneurs en pigments ( $\text{mg. m}^{-2}$ ) à la surface des sédiments, selon la profondeur des stations, dans quatre sites : E 6 et W 1 (stations soumises à l'hydrodynamisme, courants de marées) W 11 et W 10 (stations de mode calme). Résultats obtenus par les deux modes de collecte, corottage et « écrémage ».

entre les milieux benthiques et planctoniques en ce qui concerne la répartition géographique de la Chl a : les valeurs nettement prédominantes dans le plancton à l'extrémité ouest de la lagune ne sont pas retrouvées dans le domaine benthique.

Lors d'une étude concertée le 29-4-75 aux abords de l'île Désirée (station hydrologique n° 41), nous avons évalué les teneurs en Chl a du phytoplancton dans l'eau qui avoisinait les surfaces étudiées. La

valeur maximale de Chl a dans l'eau au niveau du fond a été de  $10 \text{ mg.m}^{-3}$  à 3,5 m (9 à 1 m, 8 à 5 m; entre 0 et 1 m, les valeurs oscillent autour de  $5 \text{ mg.m}^{-3}$ ). D'autres mesures effectuées par ailleurs, à la surface de l'eau, ont donné  $9,24 \text{ mg.m}^{-3} \pm 0,75$  en moyenne (les valeurs extrêmes étaient 6,2 et  $14,6 \text{ mg.m}^{-3}$ ). On peut effectuer une intégration ayant pour effet de rapporter les valeurs phytoplanctoniques à l'unité de surface, sur des colonnes

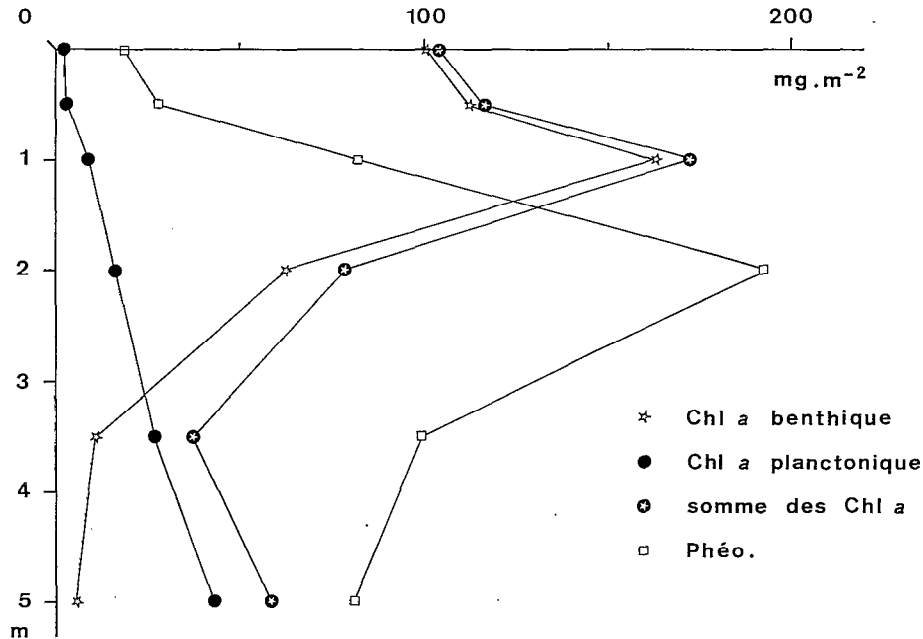


Fig. 10. — Pigments benthiques et planctoniques : E 2, 29-4-75 ; teneurs en Chl a et phéopigments du centimètre superficiel de sédiment dans 6 stations benthiques. Teneurs en Chl a du phytoplancton ramenées à l'unité de surface, aux mêmes stations. Somme des teneurs en Chl a benthique et planctonique par unité de surface.

d'eau allant de 0 à 5 m (les mesures n'ont pas dépassé cette couche vraisemblablement la plus significative de la production (DEBYSER 1955).

La figure 10 représente les courbes concernant les teneurs en Chl a et phéopigments du centimètre superficiel du sédiment aux 6 stations benthiques et la courbe des teneurs en Chl a du phytoplancton après intégration de la colonne d'eau. Ces deux courbes sont sécantes : à 3 m environ, les deux communautés ont des teneurs équivalentes; dans les niveaux supérieurs, les pigments benthiques sont fortement prédominants (45 fois supérieurs à 0,5 m, 18 fois à 1 m, 3 à 4 fois à 2 m) tandis que vers 5 m de profondeur la situation s'inverse (phytoplancton 7 fois plus riche que le benthos).

En faisant la somme des deux quantités, nous obtenons une courbe qui montre que la teneur totale en Chl a décroît fortement à partir de 1 m, où se situe le maximum (172 mg.m<sup>-2</sup>), jusqu'à atteindre à l'isobathe des 5 m une valeur d'environ 50 mg.m<sup>-2</sup>.

Il est à noter que ces observations, limitées dans le temps comme dans l'espace, correspondent à des valeurs plutôt faibles dans les deux biotopes par rapport à d'autres résultats en d'autres points et à d'autres époques. (Le même jour, sur le banc de sable de l'île Chauve-Souris, à 0,5 m, nous avions pour la Chl a en mg.m<sup>-2</sup> : benthos : 290, 350, 180 et pour le plancton : 2,5 et 3 ; des stations phytoplanctoniques en

avril et mai dans la partie ouest de la lagune avaient donné jusque 70 mg. de Chl a.m<sup>-2</sup>).

On verra d'autre part plus loin que les rendements photosynthétiques diffèrent sensiblement dans les deux milieux.

### 3.4. Production primaire

#### 3.4.1. RÉSULTATS GÉNÉRAUX ; ORDRES DE GRANDEUR

Les valeurs extrêmes en mgC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>, après déduction de la production phytoplanctonique, sont de 55,7 le 24-4 à 0,5 m (N île Boulay W 3) et, par ailleurs, 3 et 0 le 29-4-75 à 3,5 m et 5 m (E 2).

Pour l'ensemble des mesures, les moyennes sont :

—  $32,7 \pm 12,3$  mgC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> pour les stations entre 0 et 0,5 m,

—  $30,6 \pm 12,0$  pour les stations de 0,5 m,

—  $23,5 \pm 16,2$  pour les stations de 1 m. (L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les trois niveaux). La moyenne entre 0 et 2 m est alors de  $29,0 \pm 5,9$ .

A partir de 2 m nous avons des productions très faibles, mais aussi très peu de mesures. Sur 25 mesures entre 0 et 5 m nous avons une moyenne de  $22,3 \pm 7,0$ .

POMEROY (1959) donne, pour des marais de Georgie (côte sud-est des États-Unis) à marée haute, 50 mgC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> en hiver et 200 en été. PAMATMAT



(1968) au nord-ouest des États-Unis, dans des sables intertidaux, aboutit à des résultats très variables, allant jusque  $45 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ , intimement liés aux variations de l'éclairement incident d'un jour à l'autre. SOURNIA (1976) dans un lagon d'atoll fermé de Polynésie a mesuré des productions de 43 à  $133 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$  sur des sables situés entre 0 et 1 m.

3.4.2. PHYTOPLANCTON ET PHYTOBENTHOS

Les valeurs obtenues en parallèle pour le phyto-plancton ont été extrêmement variables. Ainsi, sur des sédiments recouverts de 0,2 à 0,5 m d'eau, la production planctonique a varié de 0 à  $145 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$  sans relation apparente avec la richesse du fond sous-jacent, l'éclairement, le moment du jour.

Compte tenu de l'extrême variabilité des résultats et des différences méthodologiques inévitables, nous ne ferons pas de comparaisons détaillées entre les deux communautés; cependant on peut dire qu'à partir de 1 à 2 m de profondeur, la production phytoplantonique ramenée à l'unité de surface est très nettement supérieure à la production benthique; puis, aux environs de 4 et 5 m d'immersion, les valeurs sont pratiquement nulles dans les deux cas. DEBYSER (1955), par des mesures de production et consommation d'O<sub>2</sub> dans l'eau de la baie de Cocody, limite à 3 ou 4 m l'épaisseur de la couche productrice.

Quelles que soient les erreurs encourues (nombre sans doute insuffisant de flacons dans les deux cas), il est à peu près certain que le rapport Production/Chla du phyto-plancton est nettement supérieur à celui du benthos. Le tableau V en donne des exemples à l'île Désirée le 29-4-75.

TABLEAU V

Rapports Production/Chla dans le phyto-plancton et le micro-phyto-benthos. Dans le cas du benthos, la Chla ne concerne que le 1<sup>er</sup> cm d'épaisseur

	0,1 m	0,5 m	1 m	2 m	3,5 m	5m
Phyto-plancton au ni- veau du fond $\text{mgC.}$ $\text{m}^{-3}.\text{h}^{-1}.\text{mgChla.m}^{-3}$	19	0	7,9	10,7	2,2	1,1
Benthos $\text{mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ $\text{mgChla.m}^{-2}.$	0,20	0,28	0,06	0,03	0,30	0

Au cours de la journée du 29-4, entre 6 h et 18 h, le rapport Production/Chla dans le phyto-plancton de l'eau de surface passe de 8 ( $\text{mgC.m}^{-3}.\text{h}^{-1}.\text{mg Chla.m}^{-3}$ ) entre 6 h et 7 h, à 24 entre 14 et 15 h, et retombe à 8,5 à 18 h, alors qu'il ne dépasse jamais 1 dans le benthos.

Ceci peut être dû au fait que la partie productive du sédiment est très limitée par rapport à ses potentialités et aussi bien moins éclairée que le phyto-plancton de surface. Une grande quantité de Chla benthique semble en effet inutile. La valeur la plus forte de Production/Chla trouvée lors de nos essais benthiques a été de 0,89 (partie est de l'île aux Pigeons, 1 m, le 7-5). BURKHOLDER et BURKHOLDER (1960) et SOURNIA (1976) ont également observé cette différence entre les deux communautés.

3.4.3. QUELQUES VARIATIONS SPATIO-TEMPORELLES

Variations géographiques et temporelles

Il faut sans doute attribuer en partie à la variabilité de l'éclairement l'absence de concordance entre l'abondance de Chla et la production primaire. Quoiqu'il en soit, les plus fortes valeurs ( $\text{mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ ) ont été obtenues au nord de l'île Boulay : W 2 (0,5 m) 53,6; W 3 (0,5 m) 55,7; à l'île Chauve-Souris, E 4 (0,5 m) 43,2; E 1 (0,5 m) 50; W 9 et W 8 (1 m) 41. Les autres stations riches en chlorophylle telles que W 1 (0 et 0,5 m), E 6 (0 et 0,5 m), W 4 (0,5 m) ont donné des productions de 21,5 et 11,3, 30 et 25, et  $0,5 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . Cette dernière valeur a été obtenue un jour pluvieux.

Variations locales dues à l'exposition au soleil

A l'île Chauve-Souris, le 29-4, les résultats d'une station à l'ombre des palétuviers pendant toute la période d'incubation (11 h 30-15 h 30) et d'une station au soleil à la même profondeur (0,5 m) sont les suivants (tabl. VI).

TABLEAU VI

Résultats de chlorophylle a et production primaire du phyto-plancton et du microphyto-benthos à 0,5 m dans deux stations situées l'une au soleil, l'autre entre les pneumatophores des palétuviers (à l'ombre durant toute la période d'incubation)

	ombre	soleil	
Chla ( $\text{mg.m}^{-2}$ )	phyto-plancton.....	2,6	3,2
	phyto-benthos.....	290	180
Production ( $\text{mgC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ )	phyto-plancton.....	0	0,04
	phyto-benthos.....	31	43,2

L'ombre de la mangrove n'a donc pas nui à la production benthique, pour autant que cet unique exemple permette d'en juger.

Variations locales dues à l'orientation des rivages

Les 4 stations de l'île aux Pigeons ont été choisies

des deux côtés de l'îlot et ont donné les résultats suivants (tabl. VII) :

TABLEAU VII

Résultats obtenus sur deux rivages opposés d'un îlot.

Île aux Pigeons				
	Côté est		Côté ouest	
	0,5 m	1 m	0,5 m	1 m
Médiane granulométrique ( $\mu\text{m}$ ).....	620	510	370	290
Chla ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ).....	63	46	162	117
Phéopigments.....	30	18	36	79
Chla/Phéo.....	2,13	2,50	4,79	1,48
Production ( $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ).....	34	41	37	41
Production/Chla.....	0,53	0,89	0,25	0,35

Nous avons donné dans le tableau I les caractéristiques granulométriques détaillées de ces stations. Rappelons aussi que l'éclairement durant la période d'incubation, commune aux 4 stations, fut très variable (nuages, cf. fig. 4). On constate, dans ce cas précis, qu'il y a similitude de production sous le même éclairement avec des teneurs en Chla pourtant sensiblement différentes des deux côtés de l'îlot et suivant la profondeur (cf. fig. 7). Le rendement Production/Chla devient de ce fait beaucoup plus fort à l'est qu'à l'ouest et une remarque s'impose : le sédiment grossier a un meilleur « rendement » que le sédiment plus fin. Notons enfin que les chiffres de production sont élevés par rapport à la moyenne, donc les journées « couvertes » ne sont pas les moins productives.

### 3.5. Microphytobenthos

L'essentiel seulement sera dit ici. Les microphytes benthiques appartiennent à des groupes très variés : phytoflagellés, Cyanophycées de divers genres mobiles ou non et Diatomées libres ou sessiles.

En ce qui concerne les diatomées, l'examen qualitatif sur le vivant a montré dans des stations de sables peu profonds (0, 0,5 m : W 4, W 1, W 2, W 3 (île Boulay), E 5 (île Vitré)) une très forte proportion d'espèces Pennées : groupe des Araphidées (*Fragilaria*, *Diatoma*, *Dimerogramma*, *Tabellaria*) en chaînes, attachées elles-mêmes aux grains par des pédoncules muqueux, des Monoraphidées (*Achnanthes* attachés par des coussinets adhésifs et *Cocconeis* collés de toute leur surface aux grains de sables); groupe des Biraphidées, des *Nitzschia closterium* en grand nombre, cellules attachées par une extrémité ou

libres et mobiles, de grands frustules libres de *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Tropidoneis*, *Amphiprora*, *Hantzschia*, *Nitzschia* diverses (sigmoïdes et autres), *Diploneis*, *Navicula* (Lyratae, Lineolatae, Retusae) et enfin beaucoup d'*Amphora* (*Halamphora*, *Oxyamphora*, *Cymbamphora*).

Dans une station plus vaseuse en baie d'Adiopodoumé (W 5), on a observé de nombreux débris végétaux brun-rouge, et parmi les diatomées vivantes des *Navicula*, *Caloneis*, *Diploneis*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Nitzschia*, *Amphora*, quelques espèces du groupe des Centriques des genres *Biddulphia*, *Melosira*, *Cyclotella* et enfin quelques genres d'eau douce tels que *Eunotia* et *Pinnularia*.

Quelques comptages ont été effectués au microscope inversé sur des sous-échantillons très dilués du premier centimètre de certaines carottes : sur deux sous-échantillons de la même carotte (W 2 0,5 m, sable, N île Boulay)  $3,5\cdot 10^8$  diatomées. $\text{m}^{-2}$  et  $10\cdot 10^8$ . $\text{m}^{-2}$  et en W 2, 1,5 m : 20 et  $30\cdot 10^8$ . $\text{m}^{-2}$ . HICKMAN et ROUND (1970) donnent pour des associations de diatomées d'un lac de Grande Bretagne un maximum de  $6\cdot 10^8$  cellules. $\text{m}^{-2}$  pour des vases et  $300\cdot 10^8$ . $\text{m}^{-2}$  pour des sables traités aux ultra-sons. ALEEM (1950) sur des vases marines du Kent cite un maximum de  $90\cdot 10^8$  cellules. $\text{m}^{-2}$ .

On ne peut accorder à ces chiffres qu'une valeur indicative car les méthodes de tri sont déterminantes dans les résultats obtenus. Pour ma part je n'ai pas utilisé ici les ultra-sons pour détacher les cellules de leur support, or, les expériences de COLOCOLOFF et COLOCOLOFF (1970) montrent que les chiffres obtenus pour des sédiments sableux varient dans la proportion de 1 à 60 suivant que l'on utilise ou non les techniques ultrasoniques.

Il faudrait également tenir compte des quantités de cellules vivantes contenues au-dessous du premier centimètre.

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Corrélations

Les valeurs obtenues au cours des différentes mesures sont souvent liées entre elles pour des raisons évidentes, par exemple : production plus forte là où la lumière pénètre le mieux dans l'eau. Nous voulons dans ce chapitre relever surtout des corrélations moins apparentes entre les variables suivantes : profondeur, température, salinité, éclairement (pourcentage de pénétration lumineuse, énergie horaire moyenne en surface pendant l'incubation, produit des deux termes), granulométrie (proportion pondérale de fraction fine, de fraction grossière, taille moyenne des grains, médiane), pigments (Chla, phéopigments, Chla/Phéo., Chla/

Chla+Phéo.), production primaire, rapport Production/Chla.(mgC.mgChla<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>).

Pour normaliser les données, on a utilisé la transformation Log. Le nombre de valeurs était de 56 pour les pigments et de 25 pour la production primaire.

#### 4.1.1. PRODUCTION PRIMAIRE

Aucune corrélation n'est apparue entre la production primaire et la température ou la salinité, même en regroupant les données par immersions comparables, mais rappelons que la durée de l'étude est limitée à 2 mois.

Une corrélation négative ( $-0,576$ ;  $p \leq 0,01$ ) prévisible apparaît avec la profondeur puisque la pénétration lumineuse suit en moyenne la loi d'atténuation avec la profondeur ( $r = +0,745$   $p \leq 0,001$ ). On ne trouve pas de corrélation entre l'énergie moyenne horaire reçue en surface et la production pendant le même temps; d'éventuels phénomènes d'inhibition par des éclaircissements trop élevés sont à envisager.

Pour la granulométrie, bien que la taille moyenne des grains soit corrélée négativement avec la profondeur, il n'y a pas de corrélation significative entre la taille moyenne ou la médiane, et la production primaire. Il y a corrélation négative ( $-0,463$ ), significative au seuil de 5 %, entre la proportion pondérale de fraction fine et la production primaire, mais pas de corrélation positive avec la proportion de fraction grossière. Ceci confirme l'importance prépondérante (bien connue des benthologues) des teneurs en fractions fines (ou pélites), par rapport aux autres fractions du sédiment, vis-à-vis des peuplements macro- ou microbenthiques.

Pour cet ensemble de résultats, aucune corrélation n'apparaît entre production et Chla ou production et phéopigments, mais une corrélation positive ( $+0,465$ ;  $p \leq 0,05$ ) existe entre la production primaire et le rapport Chla/Chla+Phéo.. Nous avons signalé (PLANTE-CUNY 1973), à propos de sables marins tropicaux côtiers, l'importance que pouvait revêtir ce rapport comme indice des variations possibles de la production primaire dans le domaine benthique où les teneurs en Chla n'ont pas de signification aussi évidente que dans le plancton.

#### 4.1.2. TENEURS PIGMENTAIRES

Pour les calculs où nous faisons intervenir 25 valeurs par variable, on peut dire qu'il n'y a aucune corrélation entre Chla ou phéopigments et température, pénétration lumineuse, éclaircissement horaire moyen, production primaire. Pour les autres variables, surtout granulométriques, nous avons 56 valeurs. Les résultats sont résumés dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

Corrélations entre teneurs pigmentaires et divers facteurs (données générales)

Pigments	Profondeur	Taille moyenne des grains	Médiane	Fraction fine
Chla	$r = \dots\dots -0,517$ $p \leq \dots\dots 0,001$	$+0,350$ $0,01$	$+0,316$ $0,02$	$-0,453$ $0,001$
Phéopigments	$r = \dots\dots +0,630$ $p \leq \dots\dots 0,001$	$-0,276$ $0,05$	$-0,324$ $0,01$	$+0,577$ $0,001$

Nous constatons encore que parmi les facteurs granulométriques, la teneur en éléments fins ( $\varnothing < 63 \mu\text{m}$ ) joue un rôle déterminant. Si l'on admet une relation — non chiffrée ici — entre la granulométrie et l'hydrodynamisme, à savoir : *sédiments grossiers* liés à *courants* et *sédiments fins* liés à *zones de décantation*, les constatations exposées en 3.3.6. concernant les teneurs en pigments en rapport avec les courants dans la lagune, rejoignent parfaitement les résultats du calcul :

— les teneurs en pigments fonctionnels diminuent quand la proportion en éléments fins augmente et en particulier quand la profondeur croît.

— les teneurs en pigments dégradés augmentent quand la dimension des particules diminue et la profondeur augmente.

Cependant, les pigments fonctionnels étant liés à des organismes vivants, « fonctionnant » grâce à la lumière (liée à la profondeur), on a cherché à éliminer ce facteur en regroupant les stations par niveaux (profondeurs égales ou équivalentes) (tabl. IX).

Dans les hauts niveaux, pour la Chla, une influence négative de la fraction fine demeure. A partir de 2 m on ne distingue plus qu'un rôle des dimensions moyennes des grains. Les pigments dégradés suivent toujours la répartition de la fraction fine.

Notons sur les fonds de 2 m environ une relation avec la salinité (Chla plus abondante en zone salée); cette influence éventuelle n'a jamais pu être dégagée dans les autres niveaux, alors qu'elle peut l'être pour le phytoplancton.

Enfin, le rapport « Production/Chla » s'est montré corrélé positivement d'une part avec la pénétration lumineuse dans l'eau ( $+0,470$ ;  $p \leq 0,02$ ) et d'autre part avec la taille moyenne des grains ( $+0,412$ ;  $p \leq 0,05$ ) ce qui pourrait signifier : à grains plus gros, rendement meilleur de la chlorophylle.

TABLEAU IX

Corrélations entre pigments et facteurs granulométriques après regroupement des valeurs (0 = corrélations non significatives au seuil de 5 %)

Immersion	Variables	Chla	Phéopigments
Entre 0 et 1 m (n = 30)	taille moyenne des grains.....	0	0
	médiane.....	0	0
	fraction fine.....	-0,474 p<<0,01	+0,819 p<<0,001
	fraction grossière.....	0	0
Environs de 1 m (n = 12)	fraction fine.....	0	+0,888 p<<0,001
1 à 2 m (n = 10)	médiane.....	+0,757 p<<0,02	0
	fraction fine.....	0	+0,754 p<<0,02
	salinité.....	+0,641 p<<0,05	0
3 à 5 m (n = 4)	médiane.....	+0,993 p<<0,01	0

#### 4.2. Microphytobenthos et zoobenthos

GOMEZ (1975) a étudié plus particulièrement le zoobenthos de la lagune en 3 stations de 0 à 3 m à l'île Boulay (notre radiale W 1) et 3 stations de 0 à 3 m à l'île Leydet, stations assez proches de l'île aux Pigeons mais soumises plus directement à l'influence de la rivière Agnéby. L'abondance particulière d'*Aloïdis trigona* à l'île Leydet à 1 m, constituant « dans la région occidentale de la lagune la nourriture presque exclusive des *Chrysichthys* » est soulignée : 11 000 à 16 000 individus.m<sup>-2</sup> en juin et juillet 1975.

Dans l'état actuel d'exploitation des pêcheries lagunaires, il n'est peut-être pas inutile de noter que les *Tympanolonus fuscatus* et *Pachymelania* spp., autres genres de mollusques très abondants dans la lagune (BINDER 1968) et souvent signalés dans nos stations dans presque toute la lagune, servent d'appât pour la pêche au mâchoiron, leur coquille étant préalablement brisée (observations personnelles, lagune ouest). Les mollusques sont donc un élément important de la chaîne alimentaire conduisant à la fraction exploitable. Leur dominance remarquable (dans des stations souvent riches en microphytes) d'une part, et leur intérêt économique d'autre part, font pressentir l'intérêt d'une étude approfondie de leurs régimes alimentaires. La détermination de la part du micro- et du meiobenthos dans cette alimentation permettra de mieux cerner d'éventuelles relations entre les abondances des microphytes (éventuellement mesurées indirectement par la Chla) et du macrobenthos, relations quelquefois soulignées dans des milieux lacustres (KAJAK et RYBAK 1966), et marins (HARGRAVE 1969).

#### 5. CONCLUSIONS

Quoique portant sur une période d'observation relativement brève, cette étude permet cependant de dégager certaines conclusions :

1 — L'étude de l'éclairement a confirmé que les deux plans d'eau (est et ouest) du système lagunaire constituaient un milieu assez turbide. Cependant le microphytobenthos s'étend sur une zone (de 0 à 5 m) qui représente environ 70 % de la surface considérée.

2 — Les teneurs en chlorophylle *a* fonctionnelle ne paraissent pas corrélées à la salinité de l'eau mais plutôt à la granulométrie des sédiments, elle-même souvent liée à l'hydrodynamisme :

— teneurs en chlorophylle *a* les plus élevées en milieu agité (canal de Vridi, île Vitré), dans les petits fonds et jusqu'à 2 ou 3 m de profondeur.

— teneurs en chlorophylle *a* diminuant très rapidement au troisième centimètre d'épaisseur en mode calme mais restant importante jusqu'à une dizaine de centimètres d'épaisseur en mode plus agité.

3 — Les valeurs de Chla (100 à 200 mg.m<sup>-2</sup> entre 0 et 2 m), obtenues pour le premier centimètre de la surface du sédiment, sont supérieures à celles des quelques sables marins tropicaux connus et comparables à celles de sédiments d'estuaires ou sables de lagons d'atolls.

4 — La production primaire est en moyenne de 29 mgC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> entre 0 et 2 m (22,3 ± 7 entre 0 et 5 m). Ces valeurs assez faibles correspondraient au début de la saison des pluies.

5 — L'étude, menée en parallèle, et par référence à l'unité de surface, du phytoplancton et du microphytobenthos fait apparaître une prédominance de la *Chla* benthique entre 0 et 3 m après quoi la situation s'inverse. La production primaire due au phytoplancton est nettement prépondérante à partir de 2 m de profondeur. A partir de 4 ou 5 m les valeurs sont pratiquement nulles dans les deux cas.

#### REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les techniciens et chercheurs du Centre de Recherches Océanographiques (C.R.O.) d'Abidjan, qui

m'ont communiqué les résultats concernant l'hydrologie, le phytoplancton, le zoobenthos. Je remercie tout particulièrement Y. DANDONNEAU, Océanographe de l'O.R.S.T.O.M. qui a très largement contribué à la mise au point des dispositifs utilisés dans la méthode de l'oxygène. P. LE LOEUFF, océanographe de l'O.R.S.T.O.M., a déterminé tous les individus du zoobenthos soumis à son examen et, avec J. C. LE GUEN, Chef de Centre, a soutenu et facilité toute la mission ; qu'ils soient tous deux vivement remerciés. MM. R. DJEDJE, BLAISE et OUATARA ont été les collaborateurs efficaces qui ont permis de mener à bien chaque sortie, je leur en suis très reconnaissant. Je remercie enfin MM. Y. DANDONNEAU, P. DUFOUR, S. FRONTIER, R. PLANTE, A. SOURNIA, qui ont accepté de lire et critiquer le manuscrit de cet article.

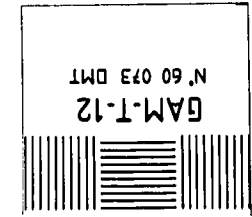
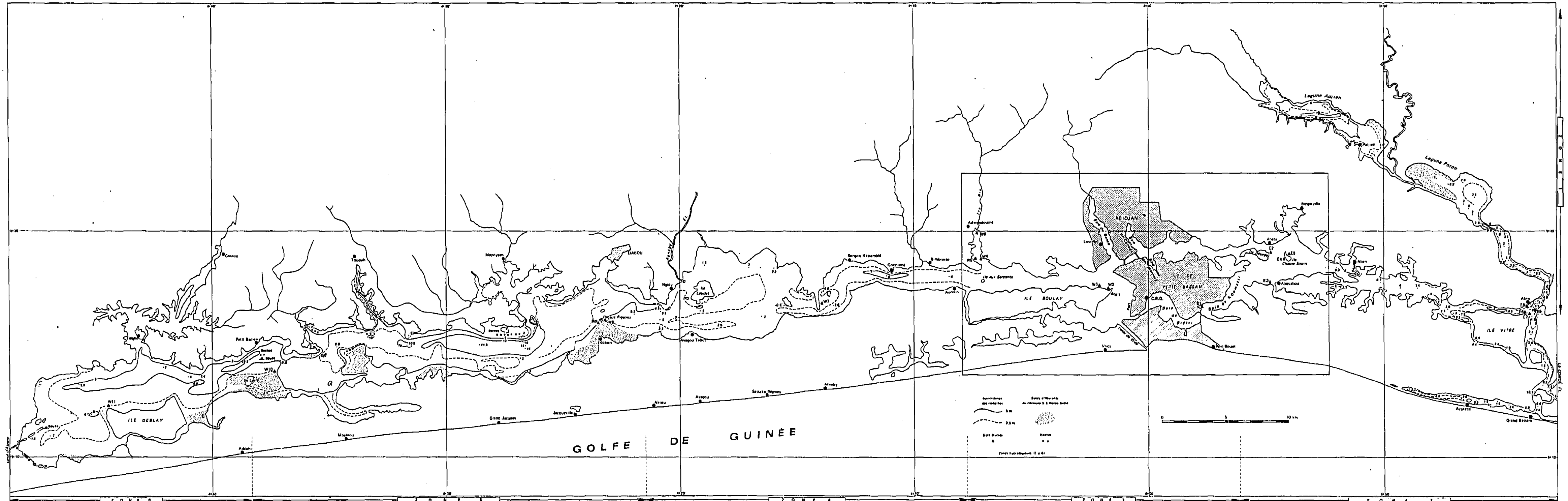
*Manuscrit reçu au Service des Publications le 23 septembre 1976*

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALEEM (A. A.), 1950. — The diatom community inhabiting the mud-flats at Whitstable (Kent). *New Phytologist*, 49 (2) : 174-188.
- ANONYME, 1966. — Étude de la propagation de marée et des courants de marée en lagune d'Abidjan. Rapport du Bureau d'études du Port d'Abidjan. — Ministère des Travaux Publics. Rép. de Côte d'Ivoire.
- ANONYME, 1975. — Comité technique 1975. Compte rendu des débats. Ministère de la Recherche Scientifique de Côte d'Ivoire. O.R.S.T.O.M. Centre de Recherches Océanographiques. Doc. mulligr. 27 p.
- BINDER (E.), 1957. — Mollusques aquatiques de Côte d'Ivoire. I — Gastropodes. *Bull. I.F.A.N.*, 19 (A) : 97-125.
- BINDER (E.), 1958. — Mollusques aquatiques de Côte d'Ivoire. II — Lamellibranches. *Bull. I.F.A.N.*, 20 (A) : 82-89.
- BINDER (E.), 1968. — Répartition des Mollusques dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. II, n° 3-4 : 3-34.
- BLINKS (L. R.), 1954. — The photosynthetic function of pigments other than chlorophyll. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 5 : 93-114.
- BLINKS (L. R.), 1955. — Photosynthesis and productivity of littoral marine algae. *J. mar. Res.*, 14 (4) : 363-373.
- BOUGIS (P.), 1974. — Écologie du plancton marin. 1 — Le phytoplancton. Masson. Collection d'écologie, 204 p.
- BUNT (J. S.), LEE (C. C.) & LEE (E.), 1972. — Primary productivity and related data from tropical and subtropical marine sediments. *Mar. Biol.*, 16 (1) : 28-36.
- BURKHOLDER (P. R.) & BURKHOLDER (L. M.), 1960. — Photosynthesis in some alcyonacean corals. *Am. J. Bot.* 47: 866-872.
- BURKHOLDER (P. R.), REPAK (A.) & SIBERT (J.), 1965. — Studies on some Long Island Sound littoral communities of microorganisms and their primary productivity *Bull. Torrey bot. Club*, 92 (5) : 378-402.
- CALLAME (B. C.), 1951. — Recherches sur les bactéries anaérobies du Golfe de Guinée et de la Lagune Ebrié. *Ann. Inst. Pasteur*, 80 : 438-440.
- COLOCOLOFF (M.), 1972. — Recherches sur la production primaire d'un fond sableux. 2 — Biomasse et production. Thèse de spécialité soutenue le 10-6-1972. *Doc. mulligr.* : 1-98.
- COLOCOLOFF (M.) & COLOCOLOFF (C.), 1970. — Mise en évidence de conditions optimales d'utilisation des ultrasons pour la séparation des Diatomées benthiques des sables. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 271 : 1794-1797.
- DAGET (J.), 1974. — L'avenir incertain des grandes lagunes ouest-africaines. *Revue du Palais de la Découverte*, 3 (23) : 16-34.
- DAGET (J.) & DURAND (J. R.), 1968. — Étude du peuplement de Poissons d'un milieu saumâtre tropical poikilohalin : la baie de Cocody en Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. II, n° 2 : 91-111.
- DAGET (J.) & ILTIS (A.), 1965. — Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). *Mém. I.F.A.N.*, 74 : 385 p.
- DALEY (R. J.), GRAY (C. B. J.) & BROWN (S. R.), 1973. — Quantitative reversephase thin-layer chromatography of chlorophyll derivatives. *J. chromatogr.*, 76 : 175-183.
- DAMAYE (R.), 1971. — Opto-électronique. Bases théoriques et applications pratiques. Ed. Radio. 243 p.
- DEBYSER (J.), 1952. — Observations sur le milieu anaérobie de la Lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 235 : 1238-1240.
- DEBYSER (J.), 1955. — Étude sédimentologique du système

- lagunaire d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Rev. Inst. fr. Pétrole*, 10 (5) : 319-334.
- DEBYSER (J.), 1961. — Contribution à l'étude géochimique des vases marines. I.F.P. Société des Éditions Technip., 29, rue Chevert, Paris, 249 p.
- DUFOUR (P.), 1974 a. — Notre lagune en péril. L'écosystème lagunaire Ebrié bouleversé par les interventions humaines. *Doc. multigr.* Commission Nationale de l'environnement. Ministère du Plan. Rép. de Côte d'Ivoire. — 14 p. et *Fraternité matin*, 11 et 12 mars 1975. Abidjan R.C.I.
- DUFOUR (P.), 1974 b. — Lagune Ebrié : Catalogue des données disponibles en mai 1974 (cadre physique et sédimentologique, hydrologie, courants et marées, chimie, bactériologie). *Doc. multigr.* 8 p. Rép. de C.I. Ministère de la R.S. O.R.S.T.O.M. C.R.O. Abidjan.
- DUFOUR (P.), 1974 c. — Étude préliminaire de la pollution de la lagune Ebrié autour d'Abidjan : teneurs en oxygène. *Doc. multigr.* 7 p. C.R.O. N° 061/74.
- DUFOUR (P.) & SLEPOUKHA (M.), 1975. — L'oxygène dissous en lagune Ebrié : influence de l'hydroclimat et des pollutions. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr.* Abidjan, 6 (2) : 75-118.
- FENCHEL (T.), 1968. — The ecology of marine microbenthos II — The food of marine benthic Ciliates. *Ophelia*, 5 : 73-121.
- FENCHEL (T.) & STRAARUP (B. J.), 1971. — Vertical distribution of photosynthetic pigments and the penetration of light in marine sediments. *Oikos*, 22 (2) : 172-182.
- FLINT (R. W.) & GOLDMAN (C. R.), 1975. — The effects of a benthic grazer on the primary productivity of the littoral zone of Lake Tahoe. *Limnol. Oceanogr.*, 20 (6) : 935-944.
- FOLK (R. L.) & WARD (W. C.), 1957. — Brazos river bar : a study on the significance of grain size parameters. *Journ. Sedim. Petrol.*, 27 : 3-26.
- GALOIS (R.), 1974. — Biologie de la phase lagunaire de *Penaeus duorarum* en Côte d'Ivoire. Biométrie et croissance. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr.* Abidjan, 5 (1-2) : 53-71.
- GALOIS (R.), 1975. — Biologie, écologie et dynamique de la phase lagunaire de *Penaeus duorarum*, en Côte d'Ivoire. Thèse de spécialité. Université d'Aix-Marseille. 120 p.
- GARCIA (S.), 1972. — Biologie de *Penaeus duorarum* (Burk.) en Côte d'Ivoire. II — Ponte et migration. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr.* Abidjan, 3 (1) : 19-45.
- GIRAULT (G.) & DE KIMPE (P.), 1967. — La productivité primaire d'un milieu aquatique lagunaire tropical. *Bull. I.F.A.N.*, A, 29 (2) : 710-734.
- GOMEZ (M.), 1975. — Premières données sur la faune benthique de la lagune Ebrié. *Doc. multigr.* 36 p. C.R.O. Abidjan et Institut d'Écologie tropicale.
- HALLDAL (P.), 1970. — Photobiology of microorganisms. Wiley-Interscience. 479 p.
- HARGRAVE (B. T.), 1970. — The utilization of benthic microflora by *Hyalella azteca* (Amphipoda). *J. Anim. Ecol.*, 39 : 427-437.
- HEDGPETH (J. W.), 1957. — Estuaries and lagoons. Biological aspects. In *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology. Geol. Soc. Amer. Mem.*, 67 : 693-749.
- HICKMAN (M.) & ROUND (F. E.), 1970. — Primary production and standing crops of epipsammic and epipelagic algae. *Br. phycol. J.*, 5 (2) : 247-255.
- HUNDING (C.), 1971. — Production of benthic microalgae in the littoral zone of an eutrophic lake. *Oikos*, 22 (3) : 389-397.
- JERLOV (N. G.), 1951. — Optical studies of ocean waters. *Rep. Swed. Deep-Sea Exped.* 1947-1948, 3 (1) : 1-59.
- JERLOV (N. G.), 1968. — Optical Oceanography. Elsevier Oceanography Series 5. Elsevier, Amsterdam. 194 p.
- KAJAK (K.) & RYBAK (J. I.), 1966. — Production and some trophic dependences in benthos against primary production and zooplankton production of several Masurian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 16 : 441-451.
- KIMBALL (H. H.), 1928. — Amount of solar radiation that reaches the surface of the earth on the land and on the sea, and the methods by which it is measured. *Mon. Weath. Rev.*, 56 : 393-398.
- LEACH (J. H.), 1970. — Epibenthic algal production in an intertidal mudflat. *Limnol. Oceanogr.*, 15 (4) : 514-521.
- ODUM (H. T.), MCCONNELL (W.) & ABBOTT (W.), 1958. — The Chlorophyll «A» of Communities. *Publ. Inst. mar. Sci. Univ. Texas*, 5 : 65-96.
- PAMATMAT (M. M.), 1968. — Ecology and metabolism of a benthic community on an intertidal sandflat. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 53 (2) : 211-298.
- PLANTE-CUNY (M. R.), 1973. — Recherches sur la production primaire benthique en milieu marin tropical. 1 — Variations de la production primaire et des teneurs en pigments photosynthétiques sur quelques fonds sableux. Valeur des résultats obtenus par la méthode du 14 C. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. XI, n° 3 : 317-348.
- PLANTE-CUNY (M. R.), 1974 a. — Évaluation par spectrophotométrie des teneurs en chlorophylle *a* fonctionnelle et en phéopigments des substrats meubles marins. *Doc. Sci. Mission O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé*, 45 : 1-76.
- PLANTE-CUNY (M. R.), 1974 b. — The size of Diatoms living in submerged tropical marine sands. *Nova Hedwigia*, *Beih.* 45 : 279-289.
- PLANTE-CUNY (M. R.), 1975. — Distribution selon la profondeur de la chlorophylle *a* fonctionnelle et des phéopigments sur les sédiments de la lagune Ebrié (Abidjan). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 281 : 1325-1328.
- POMEROY (L. R.), 1959. — Algal Productivity in salt marshes of Georgia. *Limnol. Oceanogr.*, 4 (4) : 386-397.
- POMEROY (L. R.), 1963. — Isotopic and other methods for measuring benthic primary production. In Doty, M. S. ed. *Proc. conf. primary productivity measurement, marine and freshwater*. Univ. Hawai, 1961. *U.S. Atomic Energy Commission T.I.D. 7633* : 97-102.
- RAHM (U.), 1964. — Zur Oekologie des Zooplanktons der Lagune Ebrié (Elfenbeinküste). *Acta Tropica*, 21 : 1-47.
- RANCUREL (P.), 1967. — Contributions à l'étude des Teredinidae (Mollusques Lamellibranches) dans les lagunes

- de Côte d'Ivoire. Thèse Univ. Aix-Marseille. *Doc. multigr.* 415 p.
- RANGUREL (P.), 1971. — Les «Teredinidae» (mollusques lamellibranches) dans les lagunes de Côte d'Ivoire. *Mém. O.R.S.T.O.M.*, 47 : 235 p.
- RIZNYK (R. Z.) & PHINNEY (H. K.), 1972. — The distribution of intertidal phytosammon in an Oregon estuary. *Mar. Biol.*, 13 (4) : 318-324.
- ROUGERIE (G.), 1950. — Le port d'Abidjan. *Bull. I.F.A.N.*, 12 (A) : 751-837.
- RYTHER (J. H.), 1956. — Photosynthesis in the ocean as a function of light intensity. *Limnol. Oceanogr.*, 1 (1) : 61-70.
- SOURNIA (A.), 1976. — Primary production of sands in the lagoon of an atoll and the role of foraminiferan symbionts. *Mar. Biol.*, 37 (1) : 29-32.
- STRICKLAND (J. D. H.), 1958. — Solar radiation penetrating the ocean. A review of requirements, data and methods of measurement, with particular reference to photosynthetic productivity. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 15 (3) : 453-493.
- TASTET (J. P.), 1974. — L'environnement physique du système lagunaire Ébrié. Université d'Abidjan Fac. Sc. Département Sc. Terre, sér. Documentation, 11, I Texte 28 p. *multigr.* II 58 fig.
- TAYLOR (W. R.), 1964. — Light and photosynthesis in intertidal benthic diatoms. *Helgol. Wiss. Meeresunters.*, 10 (1-4) : 29-37.
- TAYLOR (W. R.) & GEBELEIN (C. D.), 1966. — Plant pigments and light penetration in intertidal sediments. *Helgol. Wiss. Meeresunters.*, 13 (3) : 229-237.
- VARLET (F.), 1958. — Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Essai d'océanographie littorale. *Études Eburn.*, 7 : 97-222.
- WELCH (H. E.) & KALFF (J.), 1974. — Benthic photosynthesis and respiration in Char Lake. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 31 (5) : 609-620.
- WETZEL (R. G.), 1964. — A comparative study of the primary productivity of higher aquatic plants, periphyton and phytoplankton in a large shallow lake. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 49 (1) : 1-61.
- WINOGRADSKI (H.) & APPERT (J.), 1951. — Quelques observations sur la microflore autotrophe de la lagune d'Abidjan (Côte d'Ivoire) oxydant le soufre et ses composés. *Ann. Inst. Pasteur*, 81 : 347-352.
- ZELBSTEIN (U.), 1968. — Mesures électroniques au laboratoire et dans l'industrie. Physique des capteurs et circuits associés. Dunod. 416 p.



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDDCGUVWMSZXY  
 Pour A2, A3, A4: ABERPFTHLJDDCGUVWMSZXY

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

**CÔTE D'IVOIRE**  
**ABIDJAN**  
 Système lagunaire Ebré

