Biomasses phytoplanctoniques de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire)

A. Iltis
O.R.S.T.O.M., 24 rue Bayard, F.75008 Paris, France.

Keywords: lagoon, environment, algal biomass, ecological zonation, seasonal variation, Ivory Coast

Abstract

Phytoplankton biomass has been estimated in three different seasons of the year on the Ebrié Lagoon. Water salinity varies according to seasons and zones, but it remains low all during the year in the western part. The mean phytoplanktonic biomass for the lagoon ranged between 1.9 and 3.2 mg l^{-1} according to the seasons. Cyanophyceae, Chlorophyta, Diatoms and Pyrrhophyta were the most common algal groups in the biomass. Euglenophyta were only well represented in the urban zone. In spite of large fluctuations in distribution of phytoplankton all during the year, five main ecological zones have been identified, according to their algal communities.

1. Introduction

La lagune Ebrié, et les lagunes Aghien et Potou qui lui sont rattachées, est avec une superficie de 566 km^2 le plus grand ensemble lagunaire de Côte d'Ivoire. Elle s'étend à 5° 20′ de latitude nord sur environ 140 km de long avec une largeur maximale de 7 km. Elle reçoit les apports d'un fleuve important, la Comoé, (4 113 10^6 m^3 en 1977) et de plusieurs rivières côtières telles que l'Agnéby, la Mé, etc. . . . (1 146 10^6 m^3 en 1977).

Elle est ouverte de façon continue sur la mer depuis juillet 1950, date de l'ouverture à hauteur d'Abidjan du canal de Vridi; la marée pénètre profondément dans la lagune, principalement durant la période d'étiage des rivières.

La profondeur moyenne est de 4,8 m (Varlet, 1978); les profondeurs maximales sont observées dans certaines baies situées de part et d'autre de l'axe de la lagune; ainsi la fosse d'Abouabou, à l'est d'Abidjan, dépasse 23 m de profondeur.

A partir des caractéristiques physico-chimiques de l'hydroclimat lagunaire, trois saisons principales ont été déterminées au cours de l'année (Pagès *et al.*, 1979):

- une saison sèche de janvier à avril durant laquelle l'influence marine est maximale;
- une saison des pluies de mai à août; la lagune est alors influencée par les précipitations sur la zone forestière bordant l'écosystème;
- une saison des crues de septembre à décembre durant laquelle l'influence des eaux des cours d'eau en crue est prépondérante.

A chacune de ces trois saisons (16–18 mars; 18–20 juillet et 27–30 septembre 1977), des observations et des récoltes sur un ensemble de 43 stations couvrant l'ensemble de la lagune Ebrié ont été effectuées dans le but de connaître la composition et l'importance des peuplements phytoplanctoniques existant dans l'écosystème.

On pourra se reporter aux études déjà parues (Debyser, 1955; Tastet, 1974; Varlet, 1978; Pagès *et al.*, 1979; Durand & Chantraine, 1982; Dufour, 1982) pour obtenir des données sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la lagune Ebrié.

Hydrobiologia 118, 153–175 (1984).
© Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. Printed in the Netherlands.

16 AVRIL 1985
O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 17325, ex 1
Cote : B

2. Caractéristiques du milieu à l'époque des récoltes

2.1. Zonation

A partir des observations effectuées par les auteurs précédents, principalement d'après les données de salinité et de teneur en sels nutritifs, six grandes zones ont été délimitées d'est en ouest le long de l'axe central de la lagune (Pagès *et al.*, 1979): Fig. 1.

1. Lagunes Aghien et Potou.
2. Zone orientale, du débouché de la Comoé à la limite est d'Abidjan.
3. Zone urbaine et marine s'étendant jusqu'à la partie ouest de l'île Boulay.
4. Zone centrale, de l'île Boulay au débouché de l'Agnéby.
5. Zone occidentale s'étendant jusqu'à l'ouest de l'îlôt Likré.
6. Zone terminale comprenant l'extrêmité ouest de la lagune jusqu'à l'entrée du canal d'Assagny et l'anse de Cosrou.

Des biotopes particuliers, débouchés de rivière, baies polluées et anses à l'écart du chenal principal existent dispersés parmi ces différentes zones.

2.2. Température de l'eau

Les températures mesurées lors de chaque prélèvement varient de 26,4 à 32,0 °C en mars, de 24,5 à 27,5 en juillet et de 24,0 à 28.5 en septembre. Les moyennes pour chacun des groupes de mesures sont de 30,0 ($\sigma = 1,16$) en saison sèche, de 24,0 ($\sigma = 0,67$) en saison des pluies et 27,1 ($\sigma = 1,07$) en saison de crue; ces moyennes sont comparables entre elles, les trois campagnes de prélèvement ayant été faites selon des horaires sensiblement identiques.

Les eaux marines sont toujours plus fraîches que les eaux lagunaires; aussi les régions du port et de la baie de Biétri apparaîssent un peu plus fraîches que le reste de la lagune, les entrées d'eau de mer étant les plus importantes dans cette zone; entre les différentes stations de la lagune, au même moment de la journée, l'amplitude des variations ne dépasse toutefois pas trois degrés. En surface, l'amplitude des variations journalières est de l'ordre de deux à trois degrés.

Il n'existe pratiquement pas de stratification thermique. Différentes observations faites en avril 1980 dans le chenal à hauteur de Mopoyem (station 19), de l'île Boulay (station 2), dans l'anse d'Abouabou et à la station 41 (île Désiré) à différentes heures de la journée n'ont jamais laissé apparaître un écart supérieur à 1 °C entre la température de la surface et celle du fond.

2.3. Transparence

Mesurée au disque de Secchi, la transparence moyenne pour les 43 stations prospectées est de 1,79 m ($\sigma = 0,71$) durant la saison sèche, de 1,30 m ($\sigma = 0,52$) durant la saison des pluies et 1,25 m ($\sigma = 0,74$) perdant la crue. Le maximum – 4,80 m – a été observé en mars dans le port d'Abidjan et le minimum – 0,25 m – a été mesuré durant le mois de septembre dans la partie orientale de la lagune au débouché de la Comoé en crue.

Dans l'ensemble, c'est dans la partie est en période de crue et, à un degré moindre, durant la saison des pluies que la turbidité est la plus élevée en raison des sédiments en suspension apportés par la Comoé. Dans la zone urbaine sous la dépendance directe du canal de Vridi ouvert sur la mer, la transparence est en générale plus grande que dans le reste de la lagune.

Dans les zones centrales et occidentales et dans la lagune Aghien, les variations au cours de l'année sont relativement faibles, les concentrations phytoplanctoniques élevées pendant toute l'année limitant la transparence; au centre de la lagune, la région du débouché de l'Agnéby présente un caractère différent des environs avec des transparences en général plus élevées (plus de 2 m en juillet et septembre). Dans les anses latérales, surtout du côte amont, la turbidité s'accroît en général avec le développement d'un phytoplancton plus dense que dans le chenal central.

2.4. Salinité et conductibilité électrique

Les mesures de salinité en surface ont été faites au salinomètre optique. Elles ont été complétées par des mesures de conductibilité électrique à 25° à l'aide d'un conductimètre YSI.

Pour l'ensemble de la lagune Ebrié et des lagunes annexes, la salinité est maximale durant la saison sèche et minimale durant la saison des pluies et des crues.

En mars, à la période des échantillonnages, la salinité la plus élevée a été observée dans la région

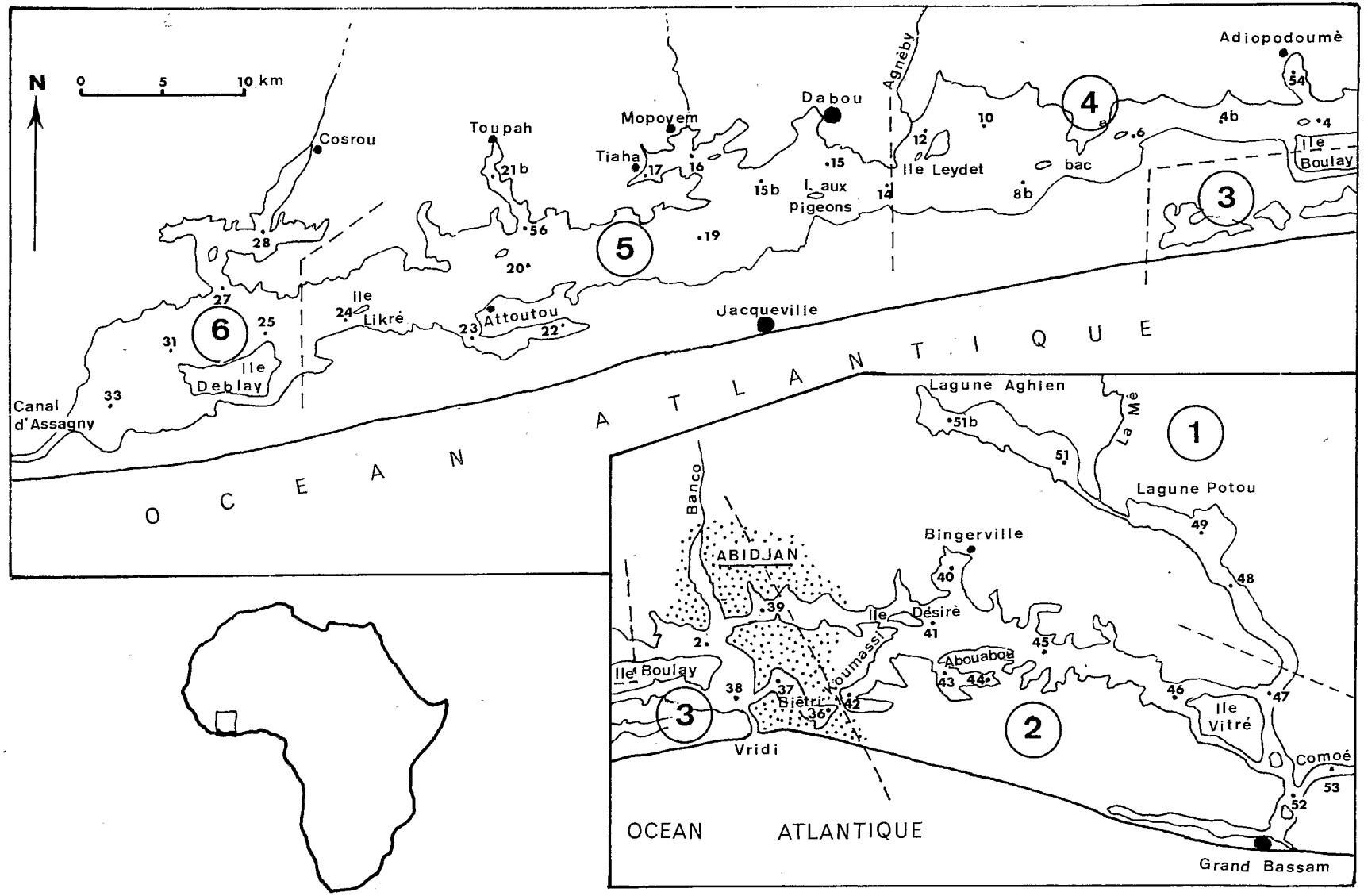

Fig. 1. Cartes de situation. Emplacements des points de prélèvement (en haut, dans les parties occidentale et centrale de la lagune, en bas dans la partie orientale) et des six zones définies d'après les données de salinité et de teneur en sels nutritifs (Pagès *et al.*, 1979). En pointillé, la ville d'Abidjan et les zones industrielles.

du port d'Abidjan (25 à 30 g l^{-1}). Vers l'ouest, la teneur en sels dissous décroît progressivement jusqu'à hauteur du débouché de l'Agnéby; toute la partie située plus à l'ouest a une salinité de 3 à 3,5 g l^{-1}. Dans la partie est, les lagunes annexes Aghien et Potou sont douces, la salinité s'élevant (2 à 5 g l^{-1}) dès le débouché de la Comoé aux alentours de l'île Vitré. Entre cette île et Abidjan, on observe des teneurs de 15 à 20 g de sels par litre.

Au cours des séries de prélèvement faites en juillet et septembre, les teneurs en sels observées sont voisines; toute la partie orientale de la lagune, Aghien et Potou y compris, est douce excepté les anses d'Abouabou et de Koumassi (stations 42, 43 et 44). Dans le port d'Abidjan, on observe des teneurs de 10 à 15 g l^{-1} en juillet et 5 à 7 en septembre, variations dûes très probablement au niveau de la marée différent au moment des mesures. Du port d'Abidjan au débouché de l'Agnéby, les salinités varient entre 2 et 10 g l^{-1} tandis que dans toute la partie occidentale, elles sont de l'ordre de 4 à 5 g l^{-1} sauf au débouché de l'Agnéby ou dans les anses alimentées par un cours d'eau (Toupah, Cosrou) où elles sont plus faibles.

Comparativement aux autres années, signalons que par suite de la brièveté et la faiblesse des précipitations entre mai et juillet dans le sud de la Côte d'Ivoire en 1977, la dessalure qui se produit en juin-juillet a été moins marquée qu'en année moyenne tandis que le mois d'août était caractérisé par une élévation de salinité plus accentuée (Dufour, 1982).

Pour schématiser la situation de la lagune aux trois saisons annuelles caractéristiques de 1977, on a reporté sur un graphique (Fig. 2) les valeurs de la conductibilité électrique en 21 stations situées le long de l'axe principal. L'opposition entre toute la partie ouest (stations 33 à 14 inclus), relativement stable et homogène, et les parties centrales et orientales (stations 8 bis à 53), beaucoup plus variables, apparaît très nettement.

En mars, la moyenne des salinités mesurées aux différentes stations est de 9,6‰ et celle des conductibilités électriques de 14,5 mS cm^{-1}, le maximum atteignant 30‰ (44,4 mS). En juillet, un maximum de 15‰ et 23,9 mS est observée pour une moyenne de 3,5‰ (6,8 mS) tandis qu'en septembre, la salinité et la conductivité moyennes s'etablissent à 3,6‰ et 6,2 mS avec un maximum de 10,5‰ et 17,1 mS.

On remarquera qu'en toutes saisons, presque

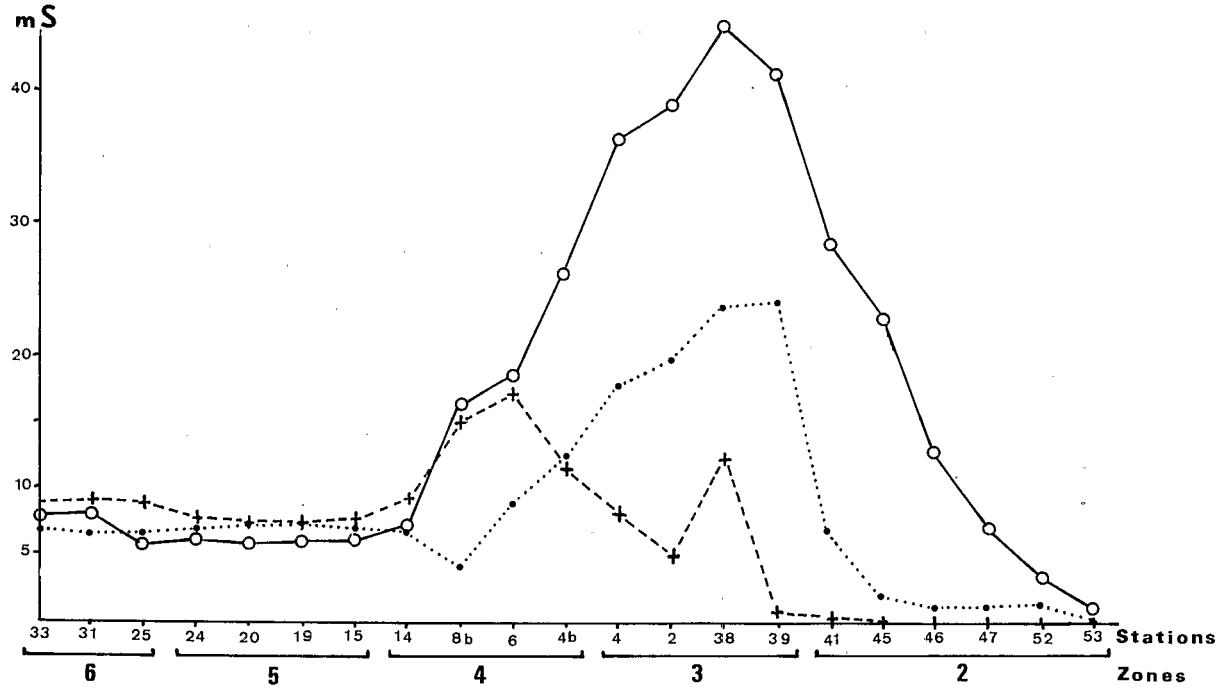

Fig. 2. Conductibilité électrique des eaux en 21 stations situées sur l'axe principal de la lagune Ebrié aux trois saisons annuelles caractéristiques: En trait plein, durant la saison sèche; en pointillé, durant la saison des pluies; en tireté, durant la saison des crues.

toute la moitié ouest (de la station 14 à l'extrémité) ne subit que des variations mineures de salinité. Pour l'année 1977 prise ici en considération, la teneur en sel dans cette zone est paradoxalement un peu plus basse en saison sèche que durant les deux autres saisons étudiées. Ainsi dans le chenal principal, à huit stations de la zone ouest et de l'extrémité de la lagune, la salinité moyenne est de 3,4‰ à la mi-mars, 3,8‰ à la mi-juillet et de 4,6‰ fin septembre. A l'époque de la crue, une partie des eaux salées de la zone portuaire paraît donc être rejetée vers les zones centrales et occidentales par le courant de la Comoé, hypothèse déjà avancée par Varlet (1978) d'après des observations faites en 1951 peu de temps après le percement du canal de Vridi.

En profondeur, des observations faites en fin de saison sèche 1980 ont montré aux stations 41 et 43 à l'est de la zone urbaine d'Abidjan une augmentation très nette de la salinité au-dessous de 7–8 m de profondeur. La teneur en sel passe ainsi de 17 à 18‰ en surface à 21‰ vers 12 m, tandis qu'à l'est du port, la salinité d'un peu plus de 27‰ en surface passe à près de 32‰ en profondeur.

Les observations de Varlet (1978) ont en effet montré que les eaux marines à forte salinité, d'une température plus basse que les eaux douces, pénètrent dans les zones voisines du canal de Vridi sous la couche d'eau dessalée existante. Dans la partie occidentale, la salinité reste sensiblement identique de la surface au fond.

La corrélation entre les salinités estimées au salinomètre optique et les mesures de conductibilité (Fig. 3) est hautement significative ($r = 0{,}98$) et entre 1 et 30 g l^{-1} de salinité (environ 2 à 44 mS cm^{-1} à 25 °C pour la conductibilité) la droite de régression obtenue a pour formule: conduct. a 25 °C en $\mu S\ cm^{-1} = 1\,486\ s + 984$, s étant la salinité en g l^{-1}. En pratique, il apparaît que l'emploi du salinomètre optique, grâce à sa lecture directe, est préférable pour les milieux à teneur en sels supérieure à 2‰; au-dessous de cette valeur, dans les milieux oligohalins et d'eau douce, le conductimètre permet des mesures beaucoup plus précises de la minéralisation des eaux.

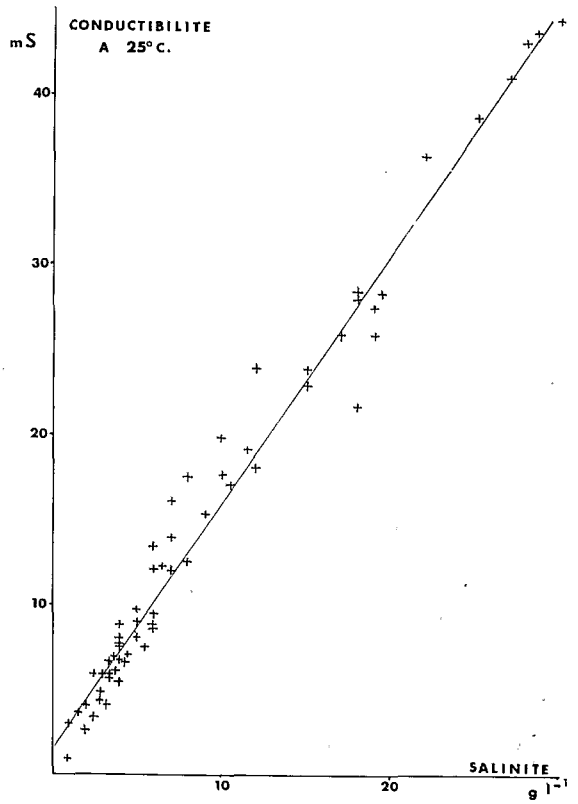

Fig. 3. Corrélation entre les salinités estimées au salinomètre optique et les mesures de conductibilité électrique.

3. Biomasses phytoplanctoniques

Elles ont été estimées de deux manières: la première par numération des cellules, cénobes, colonies ou filaments au microscope inversé, estimation des biovolumes et transformation en biomasses selon la méthode déjà utilisée pour le plancton des cours d'eau de Côte d'Ivoire (Iltis, 1982), la seconde, par dosage de la chlorophylle *a* par fluorimétrie.*

3.1. Biomasses cellulaires

A la mi-mars 1977, les biomasses observées varient entre 84,7 μg l^{-1} et 8,9 mg l^{-1} avec une moyenne de 1,8 mg l^{-1} pour l'ensemble des stations prospectées.

En juillet, les biomasses trouvées varient de 22,7 μg l^{-1} à 25,0 avec une moyenne de 3,3.

En septembre, enfin, le minimum est de 10,5, la moyenne de 2,2 mg l^{-1} et le maximum de 12,3 mg l^{-1} d'algue vivante.

Sur la Figure 4, on a reporté la répartition des

* Je remercie M. Djé Djé, du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan, qui a effectué ces dosages

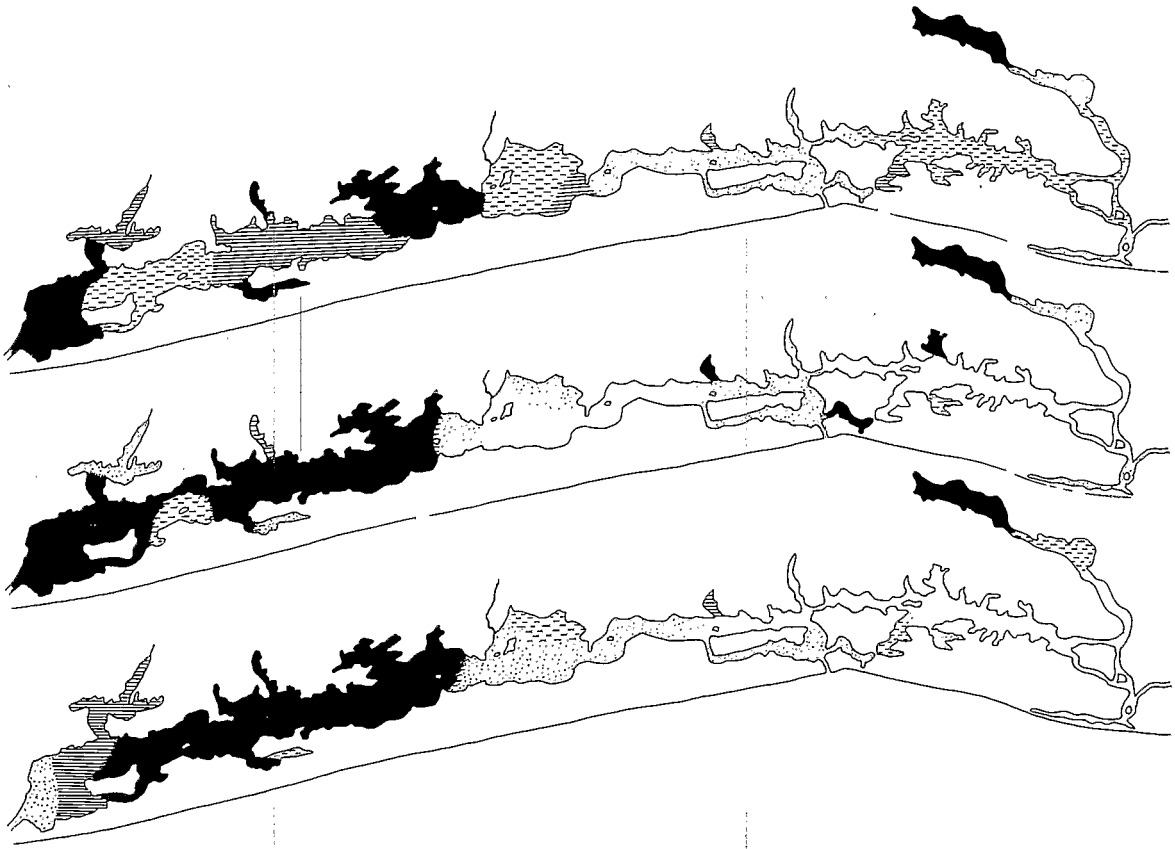

Fig. 4. Répartition des biomasses algales existant dans les différentes régions de la lagune, en haut en saison sèche, au milieu en saison des pluies, en bas en saison des crues; en noir, plus de 2,5 mg l^{-1}, en lignes horizontales, 1 à 2,5 mg l^{-1}, en tirets horizontaux, 0,5 à 1 mg l^{-1}, en pointillé 0,1 à 0,5 mg l^{-1} et en blanc, moins de 0,1 mg l^{-1}.

biomasses existant dans les différentes régions de la lagune.

En mars, en fin de saison sèche, du débouché de la Comoé à la limite est d'Abidjan, la partie orientale présente des biomasses de 0,7 à 1 mg l^{-1}, anses y comprises. Les apports phytoplanctoniques de la Comoé sont à cette époque assez faibles (de l'ordre de 0,1 mg l^{-1}), de même que les quantités présentes dans la lagune Potou (0,5 mg l^{-1} environ). La lagune Aghien a, par contre, des teneurs de l'ordre de 5,5 mg l^{-1} d'algue fraîche.

Dans la zone urbaine, la région située dans le port en face du canal de Vridi (station 38) est la plus pauvre avec 0,16 mg l^{-1} d'algue, l'ensemble de cette zone avant des biomasses de l'ordre de 0,25 à 0,40 mg l^{-1}. A l'ouest du port, dans le chenal principal, les biomasses algales s'accroissent jusqu'à 0,9 mg l^{-1} à la station 12. Au delá de cette station, vers l'ouest, les biomasses sont toujours importantes, entre 2 et 8 mg l^{-1}, sauf les stations 24 et 25, vers les îles Likré et Deblay, anormalement pauvres (0,6 et 0,8 mg l^{-1}). La biomasse moyenne pour les 10 points de prélèvement situés dans le chenal principal s'établit à 2,6 mg l^{-1}. Les anses de part et d'autre du chenal (Tiaha, Toupah, Cosrou, Attoutou) présentent des biomasses aussi élevées, le maximum (8,9 mg l^{-1}) étant observé vers Tiaha dans l'anse de Mopoyem (station 17).

En juillet, saison des pluies, la lagune Potou et le chenal principal de la partie est présentent des biomasses faibles toujours inférieures à 0,1 mg l^{-1}; les eaux de la Comoé ayant des teneurs en phytoplancton de l'ordre de 0,10 à 0,15 mg l^{-1}. La lagune Aghien reste riche avec 3,3 mg l^{-1} d'algues vivantes. Les anses de part et d'autre du chenal central conservent aussi des densités phytoplanctoniques éle-

vées (5,0 mg l^{-1} dans l'anse de Bingerville, 1,4 mg l^{-1} dans l'anse d'Abouabou). L'anse de Koumassi a par contre une biomasse identique à celle du chenal central.

Dans la zone urbaine, les biomasses algales sont peu importantes dans les chenaux et dans le port (0,07 à 0,17 mg l^{-1}); elles sont nettement plus élevées dans la baie de Biétri (3 à 4 mg l^{-1}).

A l'ouest de la zone urbaine et jusqu'au débouche de l'Agnéby, le phytoplancton reste très pauvre avec au maximum 0,16 mg l^{-1} d'algues; au-delà, toute la partie occidentale de la lagune a des biomasses phytoplanctoniques élevées de l'ordre de 3 á 12 mg l^{-1}, la moyenne pour les 10 points de prélèvement situés dans le chenal principal s'établissant à 6,8 mg l^{-1}. La station 24 proche de l'île Likré montre comme en mars des biomasses nettement plus basses que dans le reste du chenal. Les anses latérales sont bien plus pauvres (0,15 mg l^{-1} à Cosrou, 0,5 à 1,1 mg l^{-1} à Toupah et Attoutou) excepté l'anse de Mopoyem (stations 16 et 17) qui possède des biomasses aussi élevées que dans le chenal central.

En septembre, période de crue, les quantités d'algues planctoniques présentes sont peu élevées (moins de 0,1 mg l^{-1}) dans toute la partie orientale envahie par les eaux de la Comoé en crue, les anses de Koumassi et d'Abouabou restant un peu plus riches (0,14 à 0,9 mg l^{-1}). Les lagunes Aghien et Potou ont des teneurs en plancton végétal toujours élevées, un peu plus de 6 mg l^{-1} pour la première et 0,55 pour la seconde.

Dans l'ensemble de la zone urbaine, les biomasses observées sont de l'ordre de 0,1 à 0,4 mg l^{-1}.

A l'ouest d'Abidjan et jusqu'à l'Agnéby, les quantités d'algues croîssent et atteignent 0,5 mg l^{-1} à la station 10. Dans la zone du débouché de l'Agnéby (stations 12 et 14), les biomasses sont assez basses (0,1 à 0,2 mg l^{-1}) en raison des apports pauvres en plancton de ce cours d'eau alors en crue. Au-delà, la partie occidentale de la lagune présente comme en juillet un phytoplancton très dense, la moyenne pour les dix point de prélèvements situés dans le chenal principal étant de 3,9 mg l^{-1}; l'extrémité proche du canal d'Assagny présente toutefois (station 31 et surtout 33) des biomasses algales plus basses que dans cette zone (1,8 à 0,4 mg l^{-1}) de même que, comme en mars et juillet, la station 24 (0,6 mg l^{-1}).

A l'ouest du canal de Vridi, les anses latérales sont en général aussi ou plus riches que le chenal central du côté amont (Mopoyem, Toupah, Adiopodoumé, Cosrou), plus pauvres du côté aval (Attoutou).

3.2. Teneurs en chlorophylle a

En saison sèche, les teneurs observées dans les prélèvements effectués varient entre 2,9 et 37 mg m^{-3} avec une moyenne de 16,4 mg m^{-3} ($\sigma = 10,2$) pour les 43 mesures effectuées. La distribution des teneurs en chlorophylle *a* suit en gros celle des biomasses cellulaires. La partie orientale au débouché de la Comoé présente des teneurs de l'ordre de 6 à 10 mg m^{-3} et la lagune Aghien de 28 mg m^{-3}. C'est la région du port d'Abidjan qui est la moins riche avec 2,9 à 3,7 mg m^{-3}; plus à l'ouest, jusqu'au débouché de l'Agnéby, les teneurs augmentent jusqu'à 14 mg m^{-3} puis, dans toute la partie occidentale, entre 18 et 37 mg m^{-3}, le maximum étant observé à hauteur de l'anse d'Attoutou.

En saison des pluies, les teneurs varient entre 0,85 et 62,8 mg m^{-3} avec une moyenne de 13,3 mg m^{-3} ($\sigma = 13,7$). On observe des valeurs de 1 à 3 mg m^{-3} dans la partie est, de 3 à 6 mg m^{-3} dans la zone urbaine; de 1,5 à 5 mg m^{-3} entre le port et l'Agnéby et 17 à 45 mg m^{-3} dans la partie ouest où la moyenne dans le chenal est de 23,8 mg m^{-3}. La lagune d'Aghien reste très riche (22 à 25 mg m^{-3}) de même, en général, que les anses situées de part et d'autre de l'axe de la lagune (26, 3 mg m^{-3} pour l'anse de Bingerville, 12 pour Abouabou, 62,8 pour Adiopodoumé, 30,4 pour Mopoyem).

En saison de crue, la partie est a des teneurs peu élevées (1 à 2 mg m^{-3}) les anses latérales (Bingerville, Abouabou, Koumassi) et la lagune Potou ayant des teneurs plus fortes de l'ordre de 5 à 7 mg m^{-3}. La lagune Aghien reste toujours très riche avec 24 à 28 mg m^{-3} de chlorophylle *a*. Dans la zone urbaine, la baie de Biétri a des teneurs de 7 à 8 mg m^{-3} tandis que les chenaux sont bien plus pauvres (0,9 à 4 mg m^{-3}). A l'ouest de cette zone jusqu'à l'Agnéby, les quantités de chlorophylle *a* varient entre 1,5 et 13,7 mg m^{-3}, le débouché de l'Agnéby étant marqué, comme pour les biomasses algales, par une zone plus pauvre. Dans toute la partie ouest, on observe des valeurs élevées (12 à 26 mg m^{-3}) pour une moyenne de 17,7 mg m^{-3} pour les stations du chenal principal. Comme pour les biomasses cellulaires, les teneurs en chlorophylle *a* sont, dans cette partie,

plus élevées que dans le chenal principal côté amont, plus basses côté aval.

Les mesures effectuées varient à cette saison entre 0,9 et 28,4 mg m^{-3} avec une moyenne de 10,5 ($\sigma = 8,4$).

3.3. Conclusion sur les biomasses

Avec une biomasse cellulaire moyenne de 3,2 mg l^{-1} ($\sigma = 5,04$), ce sont les prélèvements de la saison des pluies qui apparaissent comme les plus riches, ceux de la saison de crue venant en second avec 2,0 mg l^{-1} ($\sigma = 2,91$) et ceux de la saison sèche en troisième avec 1,9 mg l^{-1} ($\sigma = 2,07$). Les teneurs moyennes en chlorophylle *a* se classent différemment, les échantillons de saison sèche venant en tête avec une moyenne de 16,4 mg m^{-3}, puis la saison des pluies avec 13,3 mg m^{-3} et la saison des crues avec 10,5 mg m^{-3}.

Il apparaît ainsi que l'on n'assiste pas, aux différentes saisons, à des fluctuations importantes de la biomasse globale présente dans l'ensemble du système lagunaire mais plutôt à des variations marquées dans la répartition de cette biomasse. Alors qu'en saisons des pluies et des crues, les zones orientale, urbaine et centrale sont pauvres en phytoplancton, les zones occidentale et terminale et la lagune Aghien apparaissent très riches. En saison sèche, il se produit dans tout l'ensemble de la lagune, une relative homogénéisation des quantités de plancton algal réparties de façon très inégale en saison des pluies et surtout en période de crue. En ce qui concerne la distribution des biomasses dans l'ensemble de l'écosystème au cours de l'année, on distingue en gros trois types de régions: les régions assez pauvres de la zone marine urbaine à proximité du canal du Vridi en toutes saisons, les régions à fortes variations de biomasse situées entre Abidjan et la Comoé et les régions riches en phytoplancton comprenant la lagune Aghien et la partie de la lagune située à l'ouest de la zone urbaine, cette dernière se subdivise en une zone centrale variable influencée par la marée et une zone ouest stable à forte densité planctonique.

Les valeurs observées pour les teneurs en chlorophylle *a* en lagune Ebrié apparaissent plus élevées que celles signalées dans plusieurs autres milieux lagunaires tropicaux. Au Brésil, dans la mangrove de Cananeia, celles-ci atteignent au maximum 20 mg m^{-3} (Teixeira *et al.*, 1965), la moyenne annuelle s'établissant aux environs de 4 mg m^{-3} (Tundisi *et al.*, 1973). Dans le golfe du Mexique, dans de grandes lagunes polyhalines à hyperhalines, les concentrations varient de 0,16 à 1,80 mg m^{-3} (Gomez-Aguirre, 1977), tandis que sur la côte orientale de l'Inde, les teneurs dans la lagune de Porto Novo varient de 2,05 à 21,56 mg m^{-3} pour une moyenne de 11 mg m^{-3} environ (Krishnamurthy, 1971). Toutefois, d'importantes différences dans les salinités moyennes et les bilans hydriques, la présence ou l'absence de mangrove ou de végétaux aquatiques, rendent ces divers milieux lagunaires ou estuariens difficilement comparables. On peut donc seulement supposer, faute d'études plus nombreuses, que la faible profondeur moyenne, l'absence de végétation aquatique macrophytique et l'importance des apports d'eaux continentales limitant la salinité font que la lagune Ebrié constitue un milieu plus favorable que les autres aux développements phytoplanctoniques.

4. Composition de la biomasse

4.1. Composition par taille

Trois tailles ont été choisies pour classer les éléments constitutifs de la biomasse algale: les petites formes jusqu'à 200 μm^3 de volume cellulaire, les formes moyennes entre 200 et 2 000 μm^3 et enfin les grosses espèces de plus de 2 000 μm^3. Les formes coloniales ont été classées d'après le volume de leurs composants tandis que les cénobes et les filaments ont été classés d'après le volume total de l'organisme.

On sait que la taille des cellules ou des organismes présents dans le phytoplancton est, dans un écosystème, un élément important intervenant dans la dynamique des peuplements phytoplanctoniques et dans les interactions trophiques (Banse, 1976; Herbland & Le Bouteiller, 1981). Les pourcentages de chacun des trois groupes définis ont été calculés d'après les biomasses, et non les effectifs.

Les cellules, cénobes et filaments de plus 2 000 μm^3 dominent en général dans la zone urbaine et, de façon beaucoup moins nette, dans la partie orientale entre Abidjan et la Comoé; la lagune Aghien voit la dominance de formes moyennes. Dans la partie centrale, entre Abidjan et Dabou, ce sont les grandes formes qui représentent

en général plus de 50% de biomasse, sauf en saison sèche où les petites cellules sont dominantes. Dans toute la partie occidentale, les formes de moins de 200 μm^3 représentent toujours au moins 80% (et souvent 97 à 99%) de la biomasse algale. Dans les anses latérales, le pourcentage des espèces de grande taille est le plus souvent plus bas que dans le chenal principal.

Aux différentes saisons, ce schéma est un peu modifié (Fig. 5). Le nombre de stations à petites formes dominantes est plus élevé durant la saison sèche (33 stations sur 42 contre 2 stations pour les formes moyennes et 7 pour les grandes formes).

En saison des pluies, 26 stations sur 43 sont à petites formes dominantes contre 1 station pour les formes moyennes et 16 stations pour les grandes formes. En saison de crue, ces valeurs s'établissent à 18, 4 et 20 pour 42 stations. Le remplacement des formes moyennes et petites dans la partie orientale et surtout dans la partie centrale de la lagune par des formes de grande taille est très net au moment de la crue de la Comoé.

4.2. Composition par groupes d'algues

Les peuplements phytoplanctoniques de la lagune se répartissent entre cinq groupes d'algues: Cyanophycées, Pyrrhophytes, Chlorophytes, Euglénophytes et Diatomophycées. Les pourcentages de chacun de ces cinq groupes ont été calculés d'après les biomasses et non les effectifs (Fig. 6).

A la saison sèche, les Cyanophycées représentent au moins 60% de la biomasse, les Diatomées venant en général en second, les Pyrrhophytes en troisième dans les zones occidentales, centrales et urbaines de la lagune, excepté aux stations 10 et 12 près du débouché de l'Agnéby où les Pyrrhophytes atteignent des pourcentages de 91 et 25% et les Euglé-

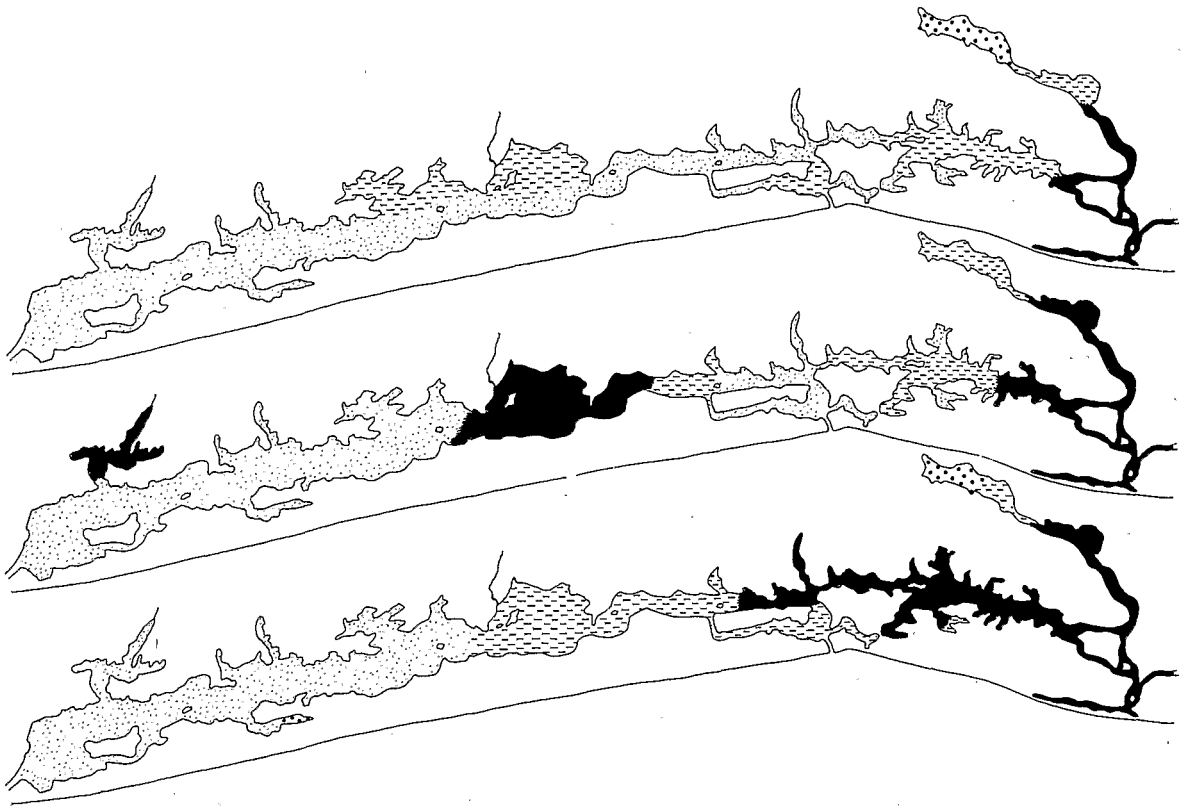

Fig. 5. Répartition par taille des algues phytoplanctoniques dans la lagune Ebrié. En haut en saison sèche, au centre en saison des pluies, en bas en saison des crues. En pointillé fin, zones où les algues de moins de 200 μm^3 représentent plus de 70% de la biomasse, en gros pointillé, zones où les algues entre 200 et 2 000 μm^3 représentent plus de 70% de la biomasse; en noir, zones où les algues plus de 2 000 μm^3 représentent plus de 70% de la biomasse. En tireté, zones où il n'existe pas de dominance nette par taille d'algues.

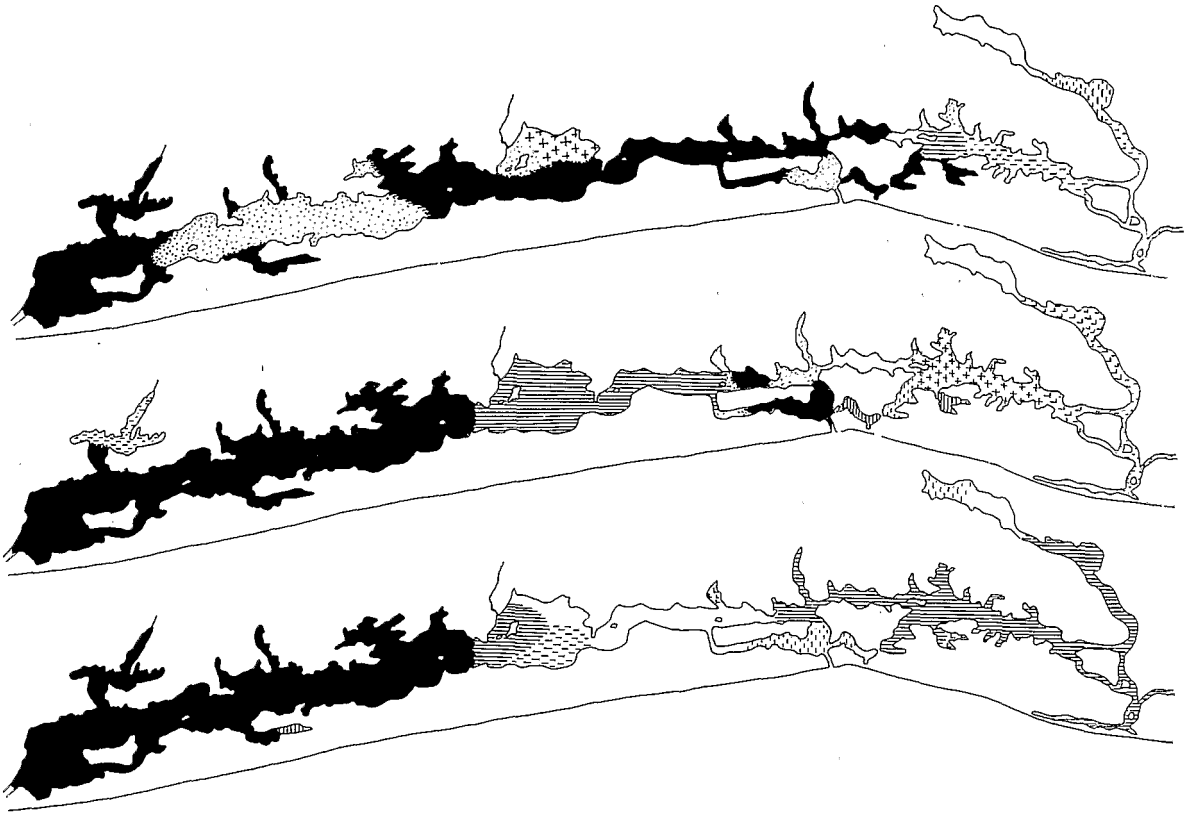

Fig. 6. Répartition par groupes d'algues du phytoplancton dans la lagune. En haut en saison sèche, au centre en saison des pluies, en bas en saison des crues.
- Cyanophycées: en pointillé 50 à 70% de la biomasse, en noir plus de 70%.
- Diatomées, en tirets horizontaux, 50 à 70%, en lignes horizontale, plus de 70%.
- Chlorophycées, en tirets verticaux, 50 à 70%, en lignes verticales plus de 70%.
- Pyrrhophytes, en demi-croix, 50 à 70%, en croix, plus de 70%.
- En blanc, pas de dominance nette d'un groupe d'algues.

nophytes de 0,2 à 16%. Dans la partie est, le pourcentage des Cyanophycées est de 69 à 75% dans les anses de Koumassi, Bingerville et Abouabou. De la station 41 au débouché de la Comoé, les proportions des différents groupes d'algues sont plus variées, les Diatomées étant souvent en majorité, les Chlorophytes étant toutefois abondantes au débouché de la Comoé. Dans la lagune Aghien, Cyanophycées, Chlorophytes et Diatomées sont les groupes les plus abondants en proportions sensiblement voisines, tandis que dans la lagune Potou, les Chlorophytes dominent (53%) suivies par les Diatomées (35%).

Durant la saison des pluies, les Cyanophycées sont fortement dominantes (plus de 90%) dans la partie occidentale jusqu'au débouché de l'Agnéby, sauf dans l'anse de Cosrou où les Diatomées ont le pourcentage le plus élevé et l'anse d'Attoutou ou l'on trouve 73% de Cyanophycées et 23% de Chlorophytes. Dans la partie centrale, de l'Agnéby à la station 6 incluse, ce sont les Diatomées qui dominent (73 à 93%), puis de la station 4 bis à 2 et dans la zone urbaine, les proportions des Cyanophycées sont importantes à certaines stations alternant avec des stations à pourcentages de Chlorophytes élevés. Dans la partie est, les Pyrrhophytes dominent en général dans les chenaux principaux et dans l'anse de Bingerville, Diatomées et Cyanophycées étant pratiquement absentes; les Chlorophytes dominent dans les anses de Koumassi et Abouabou. Au dé-

bouché de la Comoé, les Diatomées ont le pourcentage le plus fort (57 à 69% aux stations 52 et 53) suivies par les Chlorophytes (30 et 15%). Dans la lagune Aghien, la biomasse se répartit presque entièrement entre Cyanophycées (environ 50%), Chlorophytes (environ 30%) et Diatomées (environ 20%). Dans la lagune Potou, Pyrrhophytes (51%) et Diatomées (47%) sont les deux groupes les mieux représentés.

A la saison des crues, la distribution des groupes d'algues dans la biomasse ressemble à celle existant en juillet. Les Cyanophycées dominent (en général, plus de 90%) dans la partie occidentale, les anses de Cosrou (84% de Cyanophycées et 7% de Pyrrhophytes) et surtout d'Attoutou (91% de Chlorophytes et 8% de Pyrrhophytes) ayant une composition phytoplanctonique différente. De l'Agnéby jusqu'à la zone urbaine, Diatomées et Chlorophytes avec parfois de pourcentages importants de Pyrrhophytes (32 et 40% aux stations 4 et 4 bis) constituent la majorité de la biomasse. Dans la zone urbaine, la biomasse algale à la station 39 a la même composition que dans la partie orientale, les stations de la baie de Biétri et du port stations 36, 37 et 38) ayant des pourcentages de Chlorophytes élevés (32 à 70%), de Pyrrhophytes (3 à 38%) et d'Euglénophytes (6 à 41%) plus faibles, les Cyanophycées étant absentes. Toute la partie orientale, lagune Potou comprise, possède un plancton végétal dominé par les Diatomées (90 à 99%); cette dominance est un peu moins marquée (71%) dans l'anse de Koumassi; seule l'anse d'Abouabou a un peuplement très différent avec 59% de Pyrrhophytes, 39% de Chlorophytes et 2% de Cyanophycées. La lagune Aghien, aux deux stations prospectées, a un phytoplancton où Pyrrhophytes et Euglénophytes sont pratiquement absentes, les Chlorophytes (39 et 52%), les Cyanophycées (29 et 38%) et les Diatomées (32 et 10%) composant le peuplement.

En conclusion, si l'on considère chacun des groupes algaux constitutifs de la biomasse lagunaire, on peut faire les remarques suivantes:

– Les Cyanophycées sont le groupe dominant dans la partie ouest en toutes saisons et dans les trois quarts de la lagune en saison sèche. Elles constituent en général les peuplements dont les éléments constitutifs ont moins de 200 μm^3. Elles sont toujours absentes ou ne représentes que des pourcentages très faibles dans les chenaux de la partie orientale en toutes saisons; mais en saison sèche, dans les anses de cette région (Koumassi, Abouabou), elles peuvent constituer jusqu'à 75% de la biomasse.

– Les Chlorophytes constituent assez rarement le groupe dominant dans les peuplements. En saison sèche, leur pourcentage ne dépasse 10% que dans les chenaux principaux à l'est de la station 41, au débouché de la Comoé et dans les lagunes Aghien et Potou.

C'est en saison des pluies que ce groupe est le plus développé: il atteint ou dépasse 90% des peuplements dans la baie de Biétri et l'anse d'Abouabou; le pourcentage est de 30 à 50% à la station 39 et dans les lagunes Aghien et Potou; enfin il avoisine 25% aux stations 2 et 4 dans l'anse d'Attoutou. En saison des crues, on observe des pourcentages élevés (de l'ordre de 20 à 50%) dans la partie centrale (stations 2 à 12), dans la zone urbaine, dans les anses d'Attoutou et Abouabou et dans la lagune Aghien.

– Les Diatomées sont toujours en proportion élevée dans les peuplements de la partie est, entre la zone urbaine et le débouché de la Comoé, surtout en période de crue où le pourcentage de ce groupe est de 90 à 99%. A cette époque, ce pourcentage est faible (0 à 7%) dans le reste de la lagune, sauf entre la zone urbaine et l'Agnéby où il atteint 42 à 74%. Aux deux autres saisons, les proportions de ce groupe sont assez variables suivant les stations, la partie orientale ayant toujours en général les pourcentages les plus importants.

Les Pyrrhophycées constituent un groupe bien représenté dans les peuplements. En saison sèche, elles sont en proportions relativement importantes (17 à 34%) dans la zone urbaine et les parties orientales et centrales de la lagune, le maximum étant observé d'une part au débouché de l'Agnéby (91%) d'autre part, près de l'île Vitré (88% à station 47).

En saison des pluies, la répartition de ce groupe est sensiblement identique à celle de la saison précédente. En saison des crues, les pourcentages sont en général plus faibles, ils n'atteignent 32 à 40% que dans la région du port et directement à l'ouest (stations 4, 4 bis et 38), le maximum étant observé dans l'anse d'Adiopodoumé (57%).

– Les Euglénophytes forment un groupe mal représenté dans les peuplements. En général, leur pourcentage est appréciable en toutes saisons dans la zone urbaine (en général 4 à 10%) avec un maximum de 41% en septembre dans la baie de Biétri. A signaler aussi les proportions de ce groupe un peu

plus élevées au débouché de l'Agnéby (2 à 16% suivant les saisons) que dans les zones voisines.

4.3. Composition spécifique

Il n'existe pas d'inventaire général de la flore algale de la lagune Ebrié et seul est disponible actuellement l'inventaire partiel fait par Maurer (1978). Les études faites par Reyssac (1966a, b) et Dandonneau (1971) sur le phytoplancton marin de la zone côtière ivoirienne apportent des éléments indispensables pour la connaissance de la flore algale au large du canal de Vridi, un certain nombre d'espèces marines se développant en saison sèche dans la zone de la lagune en relation directe avec le canal. Nous nous sommes limités ici à la détermination des taxons les mieux représentés dans les biomasses algales existantes.

Chez les Diatomées, *Aulacosira granulata* (Ehr.) Simonsen, et plus spécialement la variété *angustissima* (Müll.) Simonsen est l'espèce la plus abondante; forme d'eau douce, elle est présente dans les anses dessalées, dans la lagune Aghien et dans les chenaux de la partie orientale où elle constitue la majorité de la biomasse en septembre. *Cerataulina daemon* (Grev.) Hasle est aussi une espèce assez fréquente dans les zones orientale et urbaine, de même que *Chaetoceros* sp. Dans les zones urbaine et centrale, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg est abondant tandis que *Cyclotella meneghiniana* Kützing est présent dans la partie ouest. Dans la lagune Aghien, *Eunotia zasuminensis* (Cabejsz) Korner est abondant.

D'autres genres comme *Navicula, Nitzschia, Surirella* sont observés de façon fréquente dans les récoltes mais ne constituaient pas, au moins durant la période étudiée, de biomasses importantes.

Les Chlorophytes constituent un groupe très diversifié mais assez rarement en biomasse importante. Seul *Planctonema lauterbornii* Schmidle a été trouvé en abondance dans le zone centrale en septembre. Les taxons les plus communément observés sont:

Chlamydomonas sp.
Eudorina elegans Ehrenberg
Monoraphidium contortum (Thuret) Legnerova
Dictyosphaerium pulchellum Wood
Sphaerocystis schroeteri Chodat
Oocystis sp.
Pediastrum duplex Meyen (principalement en lagune Aghien)
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs
Scenedesmus acutus Meyen
Scenedesmus acuminatus var. javanensis (Chodat) Uherkovich
Scenedesmus ecornis (Ralfs) Chodat
Mougeotia sp.

Les espèces de la famille des Desmidiacées sont rares: *Closterium acutum* var. *variabile* (Lemmermann) Krieger a seul été trouvé en grande abondance à la station 22 (anse d'Attoutou) en septembre. Dans la lagune Aghien, *Staurastrum gladiosum* Turner, *S. forficulatum* var. *minus* (Fritsch & Rich) Grönblad et Scott et *S. pseudolaeve* Couté et Rousselin sont les algues de ce groupe les mieux représentées en toutes saisons.

Les Cyanophycées, surtout abondantes dans la partie orientale toujours riche en plancton végétal, sont représentées par les taxons suivants qui sont les plus courants dans la lagune:

Synechocystis salina Wislouch
Synechocystis aquatilis Sauvageau
Microcystis aeruginosa Kützing
Microcystis delicatissima (W et GS West) Starmach
Microcystis elachista (W et GS West) Starmach
Microcystis wesenbergii Komarek
Anabaena sphaerica var. tenuis GS West
Anabaenopsis elenkinii Miller
Oscillatoria agardhii Gomont
Oscillatoria laxissima (GS West) Iltis
Lyngbya limnetica Lemmermann
Pseudanabaena galeata Böcher
Pseudanabaena mucicola (Naumann et Hub.) Bourrelly
Pseudanabaena tenuis Koppe
Raphidiopsis sp.

Chez les Euglénophytes, il existe plusieurs espèces d'*Euglena* et de *Trachelomonas;* seuls ont été déterminés *Euglena acus* Ehrenberg, *E. oxyuris* f. *charkoviensis* (Swir.) Bourrelly et *Trachelomonas raciborskii* Wolosz.

Parmi les Pyrrhophytes enfin, *Cryptomonas* sp. est pour les Cryptophycées le genre les plus abondant. Comme Dinophycées, on a déterminé *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge, fréquent au voisinage de la zone urbaine et marine ainsi que *Peridinium pentagonum* Gran et *Certatium furca* (Ehrenberg) Claparède et Lachmann var. *furca. Peridinium africanum* Lemmermann a aussi été ob-

servé à plusieurs stations de même que *Gymnodinium* sp.

4.4. Diversité spécifique

Elle a été estimée d'après la valeur de l'indice de Shannon calculé sur les biovolumes cellulaires de chacun des taxons présent dans les peuplements. Les taxons dont le biovolume dans l'échantillon représente moins de 0,1% du biovolume total n'ont pas été pris en compte dans le calcul de l'indice; on sait en effet qu'ils influencent très peu la valeur de la diversité calculée au moyen de cette formule (Daget, 1976). Les valeurs extrêmes et moyennes trouvées ont été reportées dans le Tableau 1.

Dans leur ensemble, les valeurs observées sont de l'ordre de celles trouvées pour le phytoplancton des cours d'eau de Côte d'Ivoire (Iltis, 1982); elles sont plus faibles que celles trouvées dans le lac Tchad (Iltis, 1977).

Les peuplements apparaissent en moyenne plus diversifiés en saison sèche que durant les autres périodes. A cette saison, c'est dans partie centrale (stations 12 à 23) que l'indice est le plus élevé (toujours supérieur à 2 bits); les zones de l'extrémité ouest, de la partie urbaine et la partie orientale, ont des diversités de l'ordre de 1,2 à 1,5 bits tandis que les lagunes Aghien et Potou et le débouché de la Comoé ont, comme la partie centrale, des valeurs de l'ordre de 2,4 à 2,8 bits; les valeurs les plus basses 0,57 et 0,99) sont observées dans les anses d'Adiopodoumé (station 54) et d'Abouabou (station 44).

En saison des pluies, la diversité spécifique moyenne est la plus basse. L'indice de Shannon ne dépasse deux bits que dans la lagune Aghien et au débouché de la Comoé. Il est en général de 1 à 2 bits dans la partie est et dans certaines anses latérales (Toupah, Mopoyem, Adiopodoumé). Il est en général inférieur à 1 bit dans les zones urbaines, centrales et occidentales.

A la période de crue, l'indice de diversité spécifique est élevé (plus de 2 bits) dans la zone centrale (stations 4 à 12) et dans la lagune Aghien; dans certaines anses (Cosrou, Toupa, Biétri), il reste élevé (1 à 2 bits) mais l'ensemble de la lagune a des diversités spécifiques, au niveau du chenal principal, se situant en général entre 0,7 et 1,5 bit. Les valeurs les plus basses (de l'ordre de 0,3 bit) sont observées à certaines stations des zones ouest et terminale (stations 19 et 25) à forte biomasse où dominent une à deux espèces de Cyanophycées.

Distribution générale du phytoplancton

5.1. Répartition verticale

Des observations sur la distribution du plancton végétal présent dans l'ensemble de la couche d'eau ont été effectuées en fin de saison sèche (fin avril 1980), époque où une stratification est la plus probable en l'absence de mouvements d'eau importants dans le milieu; les apports d'eau douce sont à cette saison très réduits et seul le rythme des marées intervient dans les zones 3 et 4 du système lagunaire. Des profils verticaux ont été calculés aux stations 41 (est de l'île Désiré), 43 (anse d'Abouabou), 2 (ouest du port), 15 (vers l'île aux pigeons) et 19 (chenal principal au sud de l'anse de Mopoyem) aux niveaux suivants, d'après la profondeur de disparition du disque de Secchi (D.S.): Surface, $\frac{DS}{4}$, $\frac{DS}{2}$, $\frac{3DS}{4}$, DS, 1,5 DS, 2 DS, 2,5 DS, 3 DS, 4 DS (Fig. 7).

A toutes les stations étudiées, les peuplements étaient constitués par des Cyanophycées *(Synechocystis, Pseudoanabaena, Anabaena, Anabaenopsis)* des Diatomées *(Cyclotella, Navicula)* et des Pyrrhophytes *(Gymnodinium, Cryptomonas).*

A la station 41, les Pyrrhophytes sont dominantes devant les Cyanophycées tandis qu'à

Tableau 1. Valeurs de l'indice de diversité spécifique en bits μl^{-1}.

1977	Min.	Station n°	Max.	Station n°	Moyenne	σ
16–18 mars	0,572	54	2,959	12	1,906	0,58
18–20 juillet	0,142	40	3,423	51	1,143	0,85
27–30 sept.	0,296	25	2,518	10	1,377	0,67

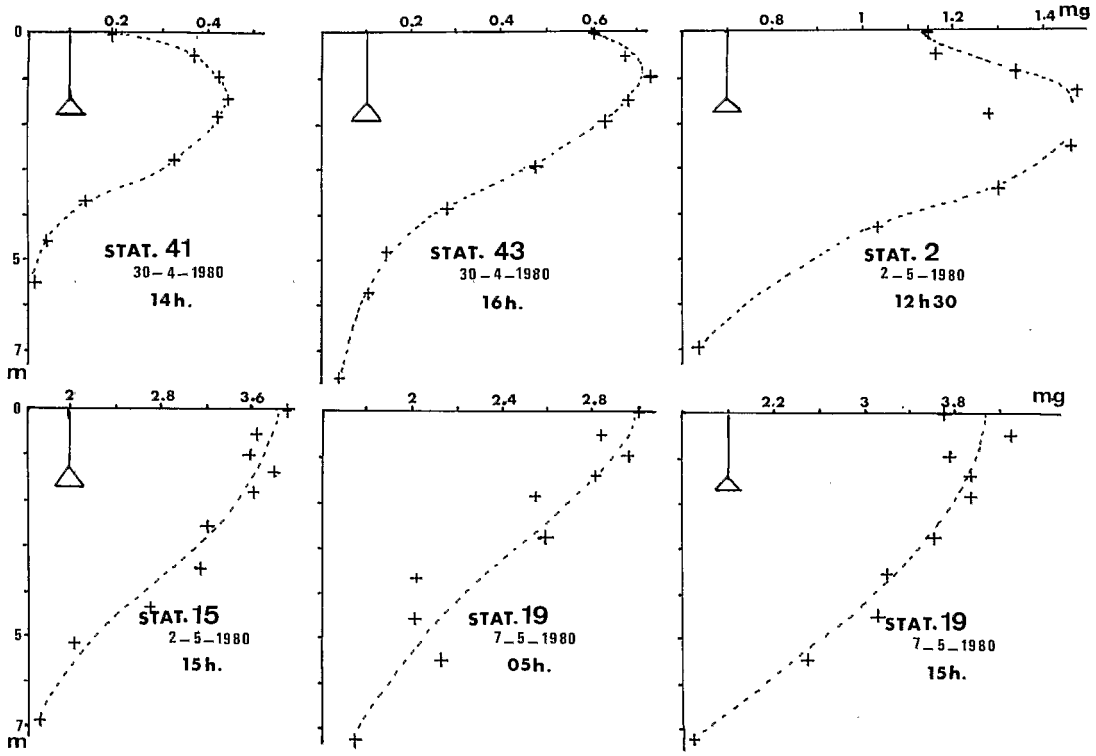

Fig. 7. Répartition verticale de la biomasse en différents points de la lagune en fin de saison sèche: station 41 (est de l'Ile Désiré); station 43 (anse d'Abouabou); station 2 (est du port); station 15 (île aux Pigeons); station 19 (chenal central vers Mopoyem). En haut à gauche de chaque graphique, la profondeur de disparition du disque de Secchi, sauf pour la station 19 étudiée de nuit.

Abouabou, ce sont des dernières qui dominent largement. A la station 2, les Diatomées représentent avec le genre *Cyclotella* le plus fort pourcentage du biovolume, tandis qu'aux stations 15 et 19, ce sont toujours les Cyanophycées de petite taille qui représentent plus de 90% des peuplements.

Aux stations 41, 43 et 2, entre 12.00 h et 15.00 h, par temps ensoleillé très calme, la distribution du plancton végétal laisse apparaître une inhibition de surface bien marquée avec une zone à biomasse maximale située vers 1 m pour la station de l'anse d'Abouabou et 1,50 à 2 m pour les deux autres stations, le profil pour la zone à l'ouest du port étant plus arrondi, sans doute en raison d'une répartition plus homogène due plancton dans la zone euphotique due au courant d'ouest en est observé au moment des prélèvements. A la station 15 (vers 15.00 h) et 19 (à 5.00 h et 15.00 h), le phénomène d'inhibition en surface n'apparaît pas (ou très peu à la station 19 à 15.00 h) malgré une faible nébulosité en raison de l'agitation de la partie superficielle du milieu par un vent de sud-ouest. A la station 19, les profils de chlorophylle *a* correspondants présentent une courbure beaucoup moins marquée que celle des biovolumes.

En surface, à la station 19, les variations horaires de la biomasse en chlorophylle *a* et du biovolume ont été estimées les 7 et 8 mai 1980. La figure obtenue (n° 8) apporte peu d'informations supplémentaires; les variations de la distribution du plancton algal en surface pouvant être difficilement interprétées: les biovolumes présents sont les plus bas vers 5.00 h tandis qu'un maximum apparaît vers 13.00 h. Il ressort de cette série d'observations que la répartition du plancton dans la couche d'eau superficielle de la lagune est très facilement perturbée, soit par des courants, soit par les variations de l'ensoleillement, soit encore par l'agitation due au vent.

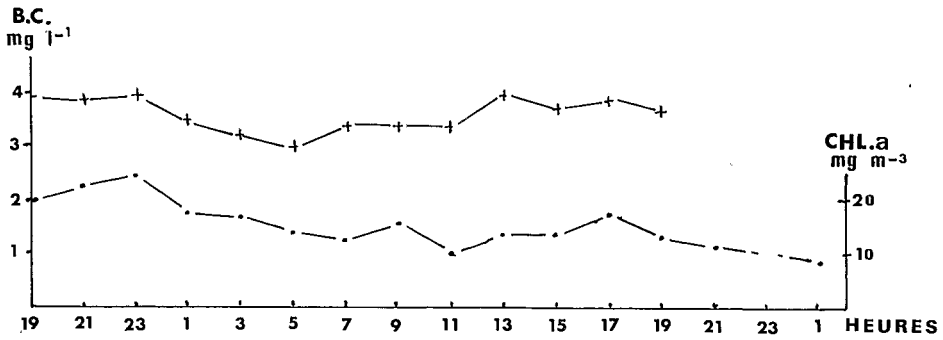

Fig. 8. Variations horaires en surface de la biomasse cellulaire (en haut) et de la teneur en chlorophylle *a* (en bas) les 7 et 8 mai 1980.

5.2. Répartition dans l'ensemble de la lagune

Les peuplements phytoplanctoniques inventoriés aux différentes stations ont été comparés entre eux dans le but de mettre en évidence les affinités entre les stations. On a ainsi calculé les corrélations à l'aide d'une matrice de distances entre les relevés de façon à regrouper entre elles les stations ayant la même type de peuplement et délimiter des zones écologiques où le plancton algal est relativement homogène. La zonation obtenue aux trois saisons différentes pourra ensuite être comparée à celle établie d'après les caractéristiques géographiques, hydrologiques et physico-chimiques de l'écosystème (Pagès *et al.*, 1979). La composition moyenne du phytoplancton a été définie pour chacune des zones ainsi délimitées.*

5.2.1. Groupement des stations et associations spécifiques de saison sèche (mars 1977)

Sur la représentation graphique de la classification hiérarchique des stations qui a été obtenue (Fig. 9), on peut délimiter en premier lieu deux grands groupes de stations bien reliées entre elles. La première englobe toute la région ouest et une partie de la zone centrale de la lagune depuis la station 4b, à l'ouest de l'anse d'Adiopodoumé, jusqu'à l'extrémité ouest de la lagune, anses côtés amont et aval y comprises. L'association spécifique qui a été définie comme caractéristique de cette vaste zone est dominée par *Lyngbya limnetica*

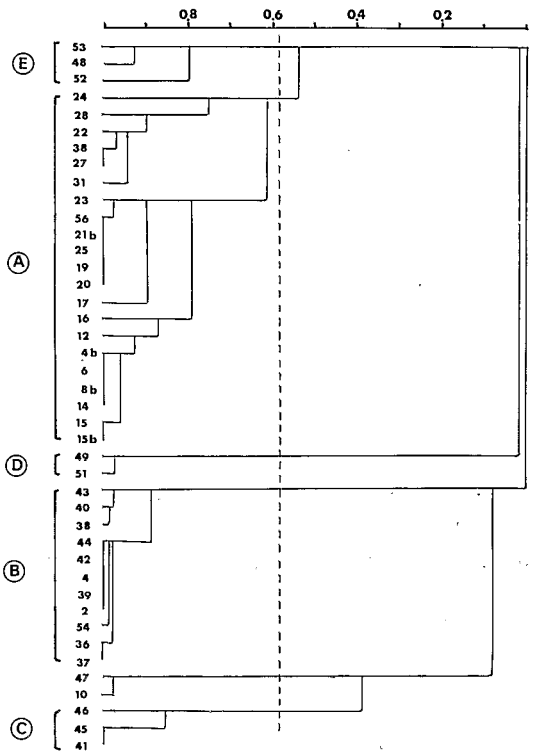

Fig. 9. Groupement des stations de prélèvement de la lagune Ebrié en saison sèche.
A – Région ouest et partie centrale.
B – Zone urbaine et périphérie.
C – Chenal est.
D – Lagunes Aghien et Potou.
E – Débouché de la Comoé.
En tireté, niveau auquel les associations spécifiques ont été définies (Tableau 2).

* Je remercie mon collègue, M. Benech, qui a bien voulu effectuer l'ensemble de ces calculs sur le terminal d'ordinateur du Muséum National d'Histoire Naturelle.

(38,7% du biovolume algal).

Le second groupe englobe les stations proches du canal de Vridi, dans la zone urbaine ou à proximité de celle-ci (baies de Biétri, Koumassi, Abouabou, Bingerville, Adiopodoumé, port) le peuplement moyen correspondant est dominé par *Synechocystis salina* (74,8%).

En plus de ces deux grandes zones, quelques groupes de stations représentent des milieux particuliers ne se rattachant pas aux deux grandes zones précédentes. Il s'agit en premier lieu de la station 48 et du débouché de la Comoé, ensuite des lagunes Aghien et Potou regroupées ensemble, puis de trois stations (41, 45 et 46) du chenal est, et enfin deux stations éloignées l'une de l'autre (47 et 10) dont le regroupement ne peut s'expliquer que par la dominance de *Peridinium* sp. associé à *Cryptomonas* sp. à ces deux points de prélèvement. L'ensemble de ces zones, caractérisées par le peuplement algal moyen qui leur correspond, est reporté dans le Tableau 2.

5.2.2. Groupement des stations et associations spécifiques de saison des pluies (juillet 1977)

La représentation graphique obtenue (Fig. 10) laisse apparaître quatre régions bien délimitées; en premier lieu, la partie ouest depuis la station 15 jusq'à l'extrémité de la lagune, anses comprises (sauf la baie de Cosrou 28); en second lieu, la région du débouché de la Comoé qui s'étend jusqu'à la station 41 et inclut la lagune Potou; en troisième lieu, le débouche de l'Agnéby et enfin les baies de la zone urbaine et de la périphérie.

La lagune Aghien (station 51 et 51b), la baie d'Adiopodoumé (station 4b et 54), la baie de Bingerville (station 40) et la région du bac de Jacqueville (station 6 et 8b) constituent des milieux particuliers pratiquement indépendants des zones précédentes (Tableau 3). La partie ouest de la zone urbaine (stations 38, 2 et 4) est reliée à la zone occidentale, l'abondance d'une Cyanophycée du genre *Raphidiopsis* à ces stations les rapprochant des peuplements de cette zone. Les peuplements algaux correspondant à ces différentes régions figurent dans le Tableau 3.

5.2.3. Groupement des stations et associations spécifiques de saison des crues (septembre 1977)

Trois groupements bien distincts apparaissent dans l'ensemble des stations étudiées en septembre 1977 (Fig. 11). Dans le premier se rangent les stations de la partie occidentale, du débouché de

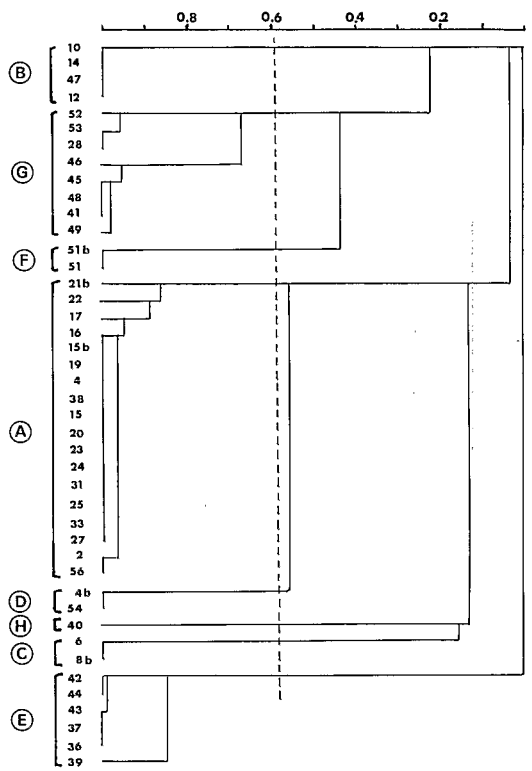

Fig. 10. Groupement des stations de prélèvement de la lagune Ebrié en saison des pluies.
A – Région ouest.
B – Débouché de l'Agnéby.
C – Région du bac de Jacqueville.
D – Anse d'Adiopodoumé.
E – Baies de la zone urbaine et environs.
F – Lagune Aghien.
G – Débouché de la Comoé et anse de Cosrou.
H – Anse de Bingerville.
En tireté, niveau auquel les associations spécifiques ont été définies (Tableau 3).

l'Agnéby à l'extrémité ouest de la lagune. Le second ensemble comprend la zone centrale, la zone urbaine et ses différentes baies et la région située directement à l'est de celle-ci. Dans la troisième groupement, les stations des lagunes annexes Aghien et Potou sont reliées aux stations les plus orientales de la lagune.

Les peuplements phytoplanctoniques des anses d'Attoutou (station 22) et d'Adiopodoumé (station 54) ne se rattachent pas aux peuplements des trois groupements précédents. L'ensemble des associations spécifiques existantes est reporté dans le Tableau 4.

Tableau 2. Peuplements phytoplanctoniques caractéristiques des différentes zones de la lagune en saison sèche (en %).

Région ouest et partie centrale stations: 33, 31, 27, 28, 25, 24, 23, 22, 20, 56, 21b, 19, 17, 16, 15b, 15, 14, 12, 8b, 6, 4b		Zone urbaine et périphérie stations: 4, 54, 2, 38, 39, 37, 36, 40, 42, 43, 44		Chenal est stations: 41, 45, 46		Lagune Aghien et Potou stations: 49 et 51		Débouché de la Comoé stations: 48, 52, 53	
Lyngbya limnetica	38,7	Synechocystis salina	74,8	Cerataulina daemon	65,4	Mougeotia sp.	33,5	Aulacosira granulata	52,1
Pseudoanabaena sp.	12,7	Gymnodium sp.	12,7	Planctonema lauterbornii	15,2	Eunotia zasuminensis	29,5	Chlamydomonas sp.	10,1
Anabaena sp.	10,9	Prorocentrum cordatum	3,9	Peridinium sp.	8,7	Staurastrum sp.	11,6	Surirella sp.	5,9
Microcystis delicatissima	10,6	Peridinium sp. 1	1,9	Prorocentrum cordatum	4,4	Aulacosira granulata	9,7	Peridinium sp.	5,5
Cyclotella meneghiniana	9,2	Peridinium sp. 2	1,4	Cryptomonas sp.	2,1	Anabaena sp.	5,2	Closterium sp.	5,3
Anabaenopsis sp. 1	8,1	Cryptomonas sp.	1,0	Closterium sp.	2,1	Peridinium sp.	4,5	Gymnodinium sp.	5,1
Gymnodinium sp.	2,3	Euglena sp.	0,9	Chlamydomonas sp.	1,3	Oscillatoria sp.	1,8	Euglena sp. 1	4,1
Anabaenopsis sp. 2	1,4					Lyngbya limnetica	1,5	Cryptomonas sp.	3,2
Microcystis aeruginosa	1,2							Staurastrum sp.	1,9
Synechocystis salina	1,0							Euglena sp. 2	1,8
								Anabaenopsis sp.	1,6
Divers	3,9%	Divers	3,4%	Divers	0,8%	Divers	2,7%	Divers	3,4%

Tableau 3. Peuplements phytoplanctonique caractéristiques des différentes zones de la lagune en saison des pluies (en %).

Région ouest stations: 33, 31, 27, 25, 24, 23, 22, 20, 56, 21b, 19, 17, 16, 15b, 15, 38, 4, 2		Débouché de l'Agnéby stations: 14, 12, 10, 47		Bac de Jacqueville stations: 6 et 8b		Anse d'Adiopodoumé stations: 4b et 54	
Raphidiopsis sp.	92,3	Surirella sp.	81,0	Nitzschia sp.	88,3	Raphidiopsis sp.	41,6
Euglena sp.	2,0	Cryptomonas sp.	8,1	Gymnodinium sp.	4,0	Gymnodinium sp.	28,4
Phormidium sp.	1,7	Gymnodinium sp.	5,3	Chlamydomonas sp.	2,6	Chlamydomonas sp.	19,4
Dictyosphaerium pulchellum	0,7	Chlamydomonas sp.	1,3	Cryptomonas sp.	2,0	Cryptomonas sp.	9,1
		Nitzchia sp.	1,1				
Divers	3,3	Divers	3,2	Divers	3,1	Divers	1,5
Baies de la zone urbaine et environs stations: 36, 37, 39, 42, 43, 44		**Lagune Aghien stations: 51 et 51b**		**Débouché de la Comoé et et anse de Cosrou stations: 28, 41, 45, 46, 48, 49, 52, 53**		**Anse de Bingerville station: 40**	
Planctonema lauterbornii	91,2	Anabaena sp.	17,1	Eunotia zasuminensis	13,6	Cryptomonas sp.	98,3
Cryptomonas sp.	2,8	Staurastrum sp.	16,1	Chlamydomonas sp.	11,7		
Euglena sp.	2,0	Mougeotia sp.	11,8	Nitzschia sp.	11,6		
Gymnodinium sp.	2.0	Oscillatoria sp.	11,8	Navicula sp.	9,7		
		Eunotia zasuminensis	11,6	Staurastrum sp.	9,7		
		Microcystis aeruginosa	9,6	Microcystis elachista	9,7		
				Scenedesmus			
		Aulacosira granulata	6,8	quadricauda	9,7		
		Raphidiopsis sp.	4,1	Gymnodinium sp.	7,8		
		Oscillatoria laxissima	3,3	Aulacosira granulata	6,2		
		Trachelomonas sp.	1,8	Euglena sp.	5,8		
				Scenedesmus ecornis	3,9		
Divers	2,0%	Divers	6,0%	Divers	0,6%	Divers	1,7%

Conclusions

Le phytoplancton de la lagune Ebrié se présente comme très hétérogène dans l'espace et dans le temps. La répartition du plancton à trois saisons différentes laisse apparaître d'importantes variations (Fig. 12). Le premier point qui apparaît de la distribution du phytoplancton est l'originalité des deux lagunes annexes, Aghien et, à un degré moindre Potou. Il semble que ces deux lagunes reliées géographiquement à la lagune Ebrié par un étroit canal ont en fait des peuplements indépendants, se distinguant par une plus grande stabilité, une plus grande densité qu'en moyenne dans le reste de la lagune. De plus, l'ensemble des espèces *Mougeotia sp, Eunotia zasuminensis, Staurastrum gladiosum* et *S. forficulatum,* absentes ou rares dans le reste de la lagune, constituent toujours au moins 35% de la biomasse.

Ces deux lagunes mises à part, c'est durant la saison des crues que le phytoplancton apparaît le moins hétérogène avec deux grandes zones: une zone ouest allant de l'embouchure de l'Agnéby à l'extrémité ouest de la lagune et une large zone englobant le centre et la partie est, certaines anses latérales comme Attoutou et Adiopodoumé ayant des peuplements différents de celui du chenal central. C'est en juillet que le milieu lagunaire est le plus hétérogène, les perturbations causées par le grossissement limité des différents affluents portant sur une zone restreinte du chenal central en face de leur débouché. A la saison sèche, la configuration de la lagune au point de vue phytoplanctonique est intermédiaire entre les deux précédentes; la zone occidentale s'étend vers la partie centrale; la zone assez étendue dans la région urbaine englobe à l'ouest l'anse d'Adiopodoumé et à l'est celle d'Abouabou; enfin la zone plus à l'est subdivisée en deux parties.

Tableau 4. Peuplements phytoplanctoniques caractéristiques des différentes zones de la lagune en saison des crues.

Région ouest stations: 33, 31, 27, 28, 25, 24, 23, 21b, 56, 20, 19, 17, 16, 15b, 15		Zones centrale et urbaine Région est proche de la ville stations: 14, 12, 10, 8b, 4b, 4, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45		Lagunes Aghien et Potou Partie Est stations: 46, 47, 48, 49, 51, 51b, 2		Anse d'Attoutou station: 22		Anse d'Adiopodoumé station: 54	
Raphidiopsis sp.	80,7%	Coscinodiscus oculus iridis	38,6%	Mougeotia sp.	42,5%	Closterium sp.	91,5%	Peridinium sp.	46,8%
Oocystis sp.	5,7	Planctonema lauterbornii	19,8	Aulacosira granulata	25,8	Cryptomonas sp.	4,4	Synechocystis salina	39,9
Microcystis aeruginosa	5,2	Cryptomonas sp.	9,7	Microcystis elachista	12,0	Gymnodinium sp.	4,0	Gymnodinium sp.	9,0
								Planctonema lauterbornii	2,3
Gymnodinium sp.	2,0	Chlamydomonas sp.	9,5	Anabaenopsis sp.	4,7				
Pseudanabaena sp.	1,5	Gymnodinium sp.	9,0	Raphidiopsis sp.	4,3			Cryptomonas sp.	1,5
Microcystis delicatissima	1,3	Euglena sp.	5,1	Oscillatoria laxissima	3,6				
		Cerataulina daemon	2,7	Staurastrum sp.	2,2				
		Aulacosira granulata	2,3	Eunotia zasuminensis	1,2				
		Nitzschia sp.	1,4						
Divers	3,6	Divers	1,9	Divers	3,7	Divers	0,5	Divers	0,5

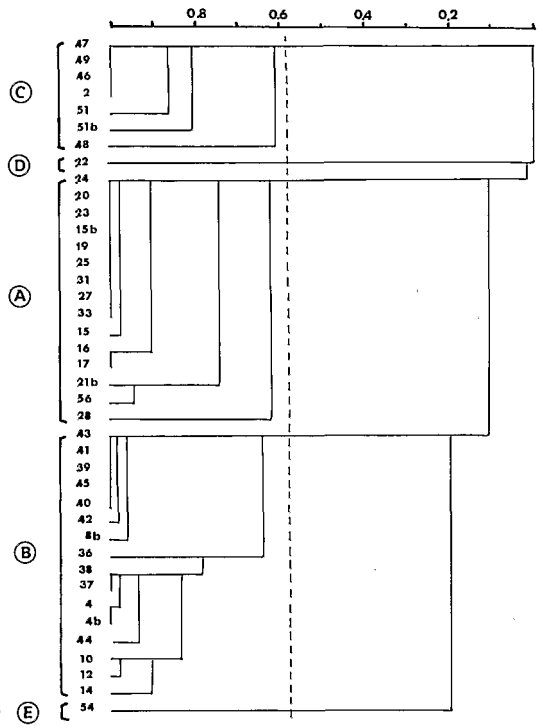

Fig. 11. Groupement des stations de prélèvement de la lagune Ebrié en saison des crues.
A – Région ouest.
B – Zones centrale et urbaine, région est proche de la ville.
C – Lagunes Aghien et Potou, région est.
D – Anse d'Attoutou.
E – Anse d'Adiopodoumé.
En tireté, niveau auquel les associations spécifiques ont été définies (Tableau 4).

A partir de ces données sur la répartition du phytoplancton aux trois saisons principales de l'anneé, une zonation générale de la lagune peut être définie (Fig. 13) et comparée avec celle proposée (Par. 2.1, Fig. 1) par Pagès *et al.*, (1979) à partir de données physico et biochimiques. Il apparaît en premier lieu que les secteurs 5 et 6 définis par ces auteurs et formant la partie occidentale peuvent être réunis en une seule zone, celle-ci s'étendant du débouché de l'Agnéby à l'extrémité ouest de la lagune; c'est une zone relativement homogène en toutes saisons où dominent les Cyanophycées de petite taille.

Entre cette zone et la lagune Potou, la partie est entre le débouché de la Comoé et les abords est de la zone urbaine d'Abidjan s'individualise bien en saison sèche et en saison des pluies et pratiquement pas en saison de crue. Cette zone recouvre sensiblement le secteur 2 défini par Pagès *et al.* (1979) sauf que sa limite ouest se situe à hauteur de Bingerville, soit un peu plus à l'est que dans ce dernier. Elle peut être caractérisée par une forte instabilité des peuplements où dominent suivant les saisons tantôt les formes à affinités marines ou saumâtres, tantôt les formes d'eaux douces.

Quant à la zone centrale, il apparaît bien difficile d'y schématiser la distribution du phytoplancton, cette partie de type estuarien étant sujette à de continuelles variations dûes au régime des marées. Le découpage de Pagès *et al.*, (1979) en une zone urbaine et marine (zone 3) où dominent le plus souvent *Planctonema lauterbornii, Coscinodiscus oculus iridis* ou *Synechocystis salina* et une zone centrale (zone 4) intermédiaire entre cette dernière et la zone ouest située au delà du débouché de l'Agnéby paraît le plus adapté pour rendre compte de la répartition du peuplement d'algues.

En plus de ces cinq zones, on pourra distinguer des biotopes particuliers, de faible étendue, qui, par suite de conditions locales, ont des caractéristiques et des peuplements algaux les différenciant des zones écologiques où ils sont localisés; c'est ainsi le cas pour le débouché des cours d'eau, les baies s'allongeant loin du chenal central et les baies polluées de la zone urbaine.

Cette hétérogénéité de la répartition des peuplements d'algues rend évidemment difficile l'établissement d'un bilan phytoplanctonique total pour l'ensemble de la lagune. En l'absence de bilan hydrique pour chacune des zones définies plus haut, ou a dû se limiter à utiliser l'estimation du volume global de la lagune Ebrié faite d'après les travaux de Varlet (1978) et Durand & Chantraine (1982), soit $2{,}7\ 10^9\ m^3$. On a d'autre part pris en considération la biomasse moyenne calculées sur les 41 à 43 échantillons récoltés sur l'ensemble du milieu à chacune des trois saisons. On parvient ainsi à des biomasses globales variant selon des saisons entre 49 et $89\ 10^6$ kg d'algues fraiches séjournant dans le milieu. Ces estimations étant faites d'après des prélèvements faits en surface pour une profondeur moyenne de la lagune de 4,8 m, elles ne constituent que des approximations; en effet, les profils observés pour la répartition verticale des biomasses (Fig. 7) montrent que suivant la lumière, les courants, l'agitation dûe aux vagues, le plancton végé-

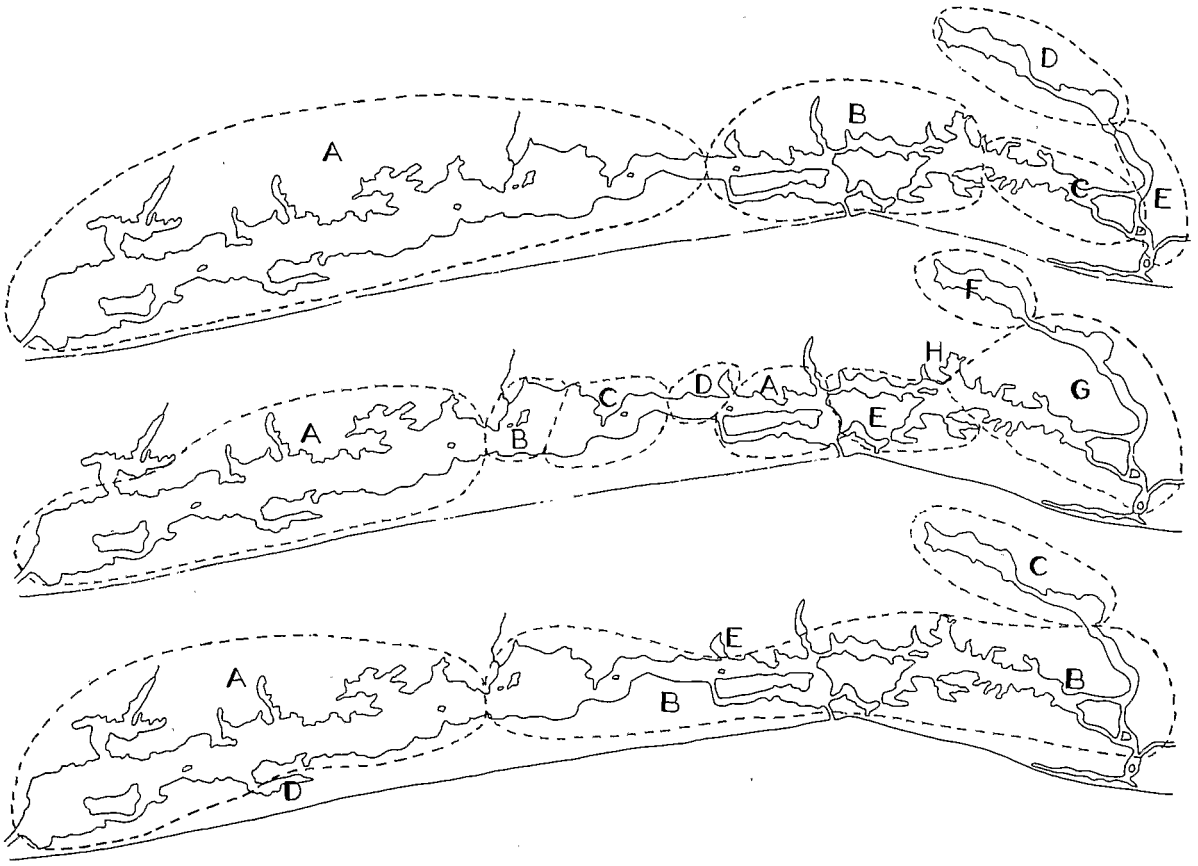

Fig. 12. Délimitation d'après les peuplements phytoplanctoniques des zones écologiques existant dans la lagune, en haut en saison sèche, au milieu en saison des pluies, en bas en saison des crues.

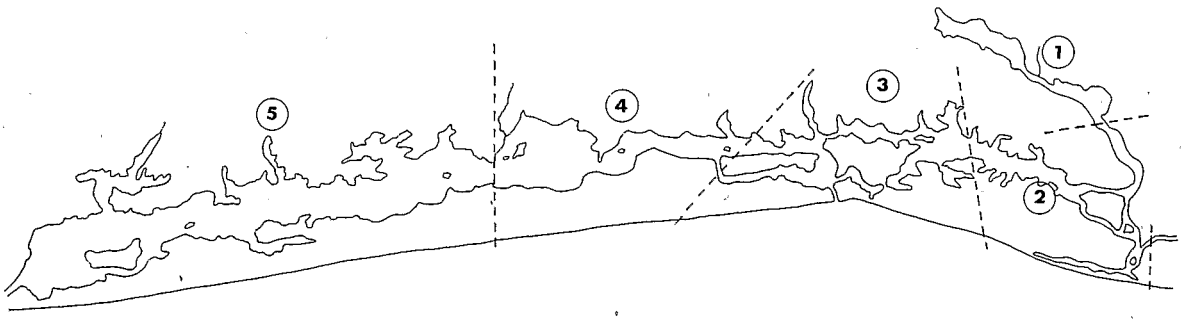

Fig. 13. Emplacement des cinq zones définies d'après l'ensemble des peuplements phytoplanctoniques existant au cours de l'année: 1. Lagunes Aghien et Potou; 2. Zone orientale; 3. Zone urbaine et marine; 4. Zone centrale; 5. Zone occidentale.

tal de la couche de surface représente une proportion très variable du phytoplancton présent dans l'ensemble de la couche d'eau.

Quant au bilan des apports en phytoplancton par les affluents, nous disposons pour l'année 1977 des données collectées par Dufour (1982) concernant les débits de ces différents cours d'eau. Pour ce qui est du calcul des biomasses algales dérivant annuellement dans les affluents, seules sont disponibles trois estimations pour la Comoé correspon-

dant aux mois de mars, juillet et septembre, soit 4, 14 et 130 10^3 kg mois^{-1}. D'après les variations saisonnières enregistrées dans les cours d'eau ivoiriens (Iltis, 1982b) et particulièrement dans la Bandama dont l'hydrogramme est voisin de celui de la Comoé (Durand & Chantraine, 1982), il est possible d'extrapoler sur une année ces résultats, la dérive planctonique algale de ce fleuve durant ces trois mois étant 69% de la dérive annuelle. On arrive ainsi pour la Comoé à un apport annuel de 215 tonnes et si l'on ajoute 22% correspondant aux débits des autres rivières, l'apport total en phytoplancton par les eaux douces s'élevé approximativement à 275 10^3 kg an^{-1}, valeur peut être légèrement supérieure à la réalité car les rivières côtières (Mé, Agnéby) pour lesquelles nous ne disposions pas de mesures de biomasse algale ont été créditées de biomasses algales moyennes identiques à celles de la Comoè. Or, ces cours d'eau de forêt sont en général plus pauvres que les fleuves. Ce bilan étant valable uniquement pour l'année 1977, étant donné la grande variabilité interannuelle des apports d'eau douce (Durant & Chantraine, 1982).

Les entrées d'eaux marines par le canal de Vridi sont estimées à 38 km^3 par an. Les sorties d'eau en 1977 peuvent être, compte tenu des précipitations d'une part, de l'évaporation d'autre part, estimées à 43,3 km^3. La biomasse cellulaire phytoplanctonique moyenne dans le canal de Vridi, calculée d'après les valeurs trouvées en mars, juillet et septembre au débouché du chenal dans la lagune est de 0,34 g m^{-3}. On peut ainsi estimer à 14,7 10^6 kg le plancton algal vivant évacué en 1977 dans la zone côtière marine par ce canal, cette valeur comprenant pour une faible part un plancton marin ayant pénétré dans la lagune au gré des marées et pour une grande part un plancton lagunaire. A titre d'indication, la teneur en chlorophylle *a* est de 0,55 mg m^{-3} dans la zone côtière (Reyssac, 1970) et de 10,5 a 16,4 mg m^{-3} en moyenne dans la lagune suivant la saison.

Malgré les approximations inhérentes à ces calculs, approximations inévitables en raison, d'une part, du petit nombre de données sur les quantités de phytoplancton en mouvement en amont et en aval du système lagunaire Ebrié et, d'autre part, l'imprécision des bilans hydriques, on peut estimer l'accroissement de biomasse algale à 50 à 55 fois (ici 52) entre les apports par les eaux douces dans la lagune et les sorties dans la zone marine. Au niveau des teneurs en chlorophylle *a*, l'accroissement estimé de la même manière est seulement de l'ordre de 18 fois; on peut supposer, pour expliquer l'écart existant entre ces deux valeurs d'accroissement, qu'une bonne part des apports en chlorophylle des rivières se fait sous forme de débris végétaux qui se déposent en lagune.

Ces estimations soulignent ainsi le rôle enrichissant pour les zones marine voisines que jouent, plus encore que les systèmes estuariens, les systèmes lagunaires côtiers où transitent des apports fluviaux.

Summary

The Ebrié lagoon is a shallow brackish water body of 4.8 m main depth extending on 566 km^2. A survey on the phytoplankton was made at 43 stations for each of the three mean ecological seasons: dry season, rainy season and flood season. The water temperatures ranged between 24 and 32 °C depending upon the period. Mean transparency measured with Secchi disc was 1.79 m in dry season, 1.30 m and 1.25 m during rainy and flood seasons, with a maximum of 4.80 m and a minimum of 0.25 m. The salinity was very variable in space and time, reaching a maximum of 30‰ during the dry season near the outlet in the sea.

The mean cell-biomass was 3.2 mg l^{-1} during the rainy season and 2.0 during flood season and dry season. The mean chlorophyll *a* content was 16.4 mg m^{-3} during dry season, 13.3 during rainy season and 10.3 during the flood. During the dry season, the small cells (less than 200 μm^3) where abundant and dominant in the biomass of 33 stations. Cyanophyceae, Pyrrhophyta, Chlorophyta and Diatoms were the most common algal groups. The specific diversity calculated from the whole cellular biovolumes of each of the taxa was on an average 1.91 bit in dry season, 1.14 in rainy season and 1.38 in flood season; the maximum was 3.42 for an algal freshwater community from the north east of the lagoon during the rainy season.

The specific associations occurring at the different sampling stations were defined. According to the seasons, it was possible to identify four to eight types of phytoplanktonic communities in the ecosystem. According to the results, five ecological zones could be recognized in the Ebrié Lagoon: a large western part, two annex lagoons, an eastern

part, an urban zone and a central part. A rough estimate of the phytoplanktonic supply by the tributaries and of the phytoplanktonic loss through the Vridi Channel showed that the latter was 52 times higher for the algal biomass and 18 times higher for the chlorophyll *a* content that if the streams flowed directly to the ocean.

Références bibliographiques

Banse, K., 1976. Rates of growth, respiration and photosynthesis of unicellular algae as related to cell size; a review. J. Phycol. 12: 135–140.

Bourrelly, P., 1970, 1972, 1981. Les algues d'eau douce, 1. Algues vertes; 2. Algues jaunes et brunes; 3. Algues bleues et rouges. N. Boubée & Cie, Paris: 572 pp.; 516 pp.; 512 pp.

Campbell, P. H., 1973. The phytoplankton of Gales Creek with emphasis on the taxonomy and ecology of estuarine phytoflagellates. Ph. D. Thesis, Univ. Carolina, Chapel Hill: 278 pp.

Carpentier, B., 1982. Premières données sur la flore diatomique de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). O.R.S.T.O.M., 28 pp. (multigr.).

Daget, J., 1976. Les modèles mathématiques en écologie. Masson & Cie, Paris, 172 pp.

Dandonneau, Y, 1971. Etude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire, 1. Groupe d'espèces associées. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Oceanogr. 9: 247–265.

Debyser, J., 1955. Etude sédimentologique du système lagunaire d'Abidjan, Côte d'Ivoire. Revue I.F.P. 10: 319–334.

Dufour, P., 1982. Les frontières naturelles et humaines du système lagunaire Ebrié. Incidences sur l'hydroclimat. Hydrobiologia 94: 105–120.

Durand, J. R. & J. M. Chantraine, 1982. L'environment climatique des lagunes ivoiriennes. Revue Hydrobiol. trop. 15: 85–111.

Geitler, L., 1932. Cyanophyceae von Europa. Rabenhorst's Kryptogamen Flora. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig, 1196 pp.

Gomez-Aguirre, S., 1977. Observationes comparativas de resultados de estudios del plancton de lagunas costeras del golfo de Mexico in 'Mem 11 simp. Lat. amer. Oceanogr. Biol. Univ. Oriente, 24–28 nov. 1975. Cumana, Venezuela' 1: 21–33.

Hasle, G. R. & E. E. Syvertsen, 1980. The Diatom Genus Cerataulina: Morphology and Taxonomy. Bacillaria 3: 79–113.

Herbland, A. & A. Le Bouteiller, 1981. The size distribution of phytoplankton and particulate organic matter in the Equatorial Atlantic Ocean: importance of ultraseston and consequences. J. Plankt. Res. 3: 659–673.

Iltis, A., 1977. Peuplements phytoplanctoniques du lac Tchad. 1. Stade Tchad normal (février 1971 et janvier 1972). Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Hydrobiol. 11: 33–52.

Iltis, A., 1982a. Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. 1. Stations de prélèvement, méthodologie, remarques sur la composition qualitative et les biovolumes. Revue Hydrobiol. trop. 15: 231–239.

Iltis, A., 1982b. Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. 2. Variations saisonnières des biomasses, de la composition et de la diversité spécifique des peuplements. Revue Hydrobiol. trop. 15: 241–251.

Krishnamurthy, K., 1971. Phytoplankton Pigments in Porto Novo Waters (India). Int. Revue ges. Hydrobiol. 56: 273–282.

Maurer, D., 1978. Phytoplancton et pollution. Lagune Ebrié (Abidjan). Secteur de Cortiou (Marseille). Thèse 3ème Cycle, Aix-Marseille II, 121 pp. (multigr.).

Pagès, J., L. Lemasson & P. Dufour, 1979. Eléments nutritifs et production primaire dans les lagunes de Côte d'Ivoire. Cycle annuel. Arch. Sci. Centre Rech. océanogr. Abidjan 5: 1–60.

Plante-Cuny, M. R., 1977. Pigments photosynthétiques et production primaire du microphytobenthos d'une tropicale, la lagune Ebrié (Abidjan, Côte d'Ivoire). Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr. 15: 3–25.

Reyssac, J., 1966a. Le phytoplancton entre Abidjan et l'Equateur pendant la saison chaude. Doc. Sci. CRO Abidjan 2: 11 pp. (multigr.).

Reyssac, J., 1966b. Quelques données sur la composition et l'évolution annuelle du phytoplancton au large d'Abidjan (mai 1964–mai 1965). Doc. Sci. CRO Abidjan 3: 31 pp. (multigr.).

Reyssac, J., 1970. Phytoplancton et production primaire au large de la Côte d'Ivoire. Bull. I.F.A.N. A, 32: 869–981.

Tastet, J. P., 1974. L'environnement physique du système lagunaire Ebrié. 1 & 2. Univ. Abidjan, Sér. Doc. 11: 28 pp.

Teixeira, C., J. Tundisi & M. B. Kutner, 1965. Plankton studies in a mangrove environment. II. The standing stock and some ecological factors. Bol. Inst. Oceanogr. Sao Paulo 14: 13–42.

Teixeira, C., J. Tundisi & H. Santoro-Ycaza, 1969. Plankton studies in a mangrove environment. VI. Primary production, zooplankton standing-stock and some environmental factors. Int. Revue ges. Hydrobiol. 54: 289–301.

Tundisi, J., T. M. Tundisi & M. B. Kutner, 1973. Plankton studies in a mangrove environment, 8. Further investigations on primary production, standing-stock of phyto and zooplankton and some environmental factors. Int. Revue ges. Hydrobiol. 58: 925–940.

Varlet, F., 1978. Le régime de la lagune Ebrié, Côte d'Ivoire. Traits physiques essentiels. Trav. Doc. O.R.S.T.O.M. 83: 162 pp.

Received 25 March 1983; in revised form 6 October 1983; accepted 14 October 1983.