

Communautés Zooplanctoniques dans une lagune tropicale (La lagune Ébrié, Côte d'Ivoire) :

Variations spatio-temporelles

Robert ARFI (1), Marc PAGANO (2)
et Lucien SAINT-JEAN (3)

RÉSUMÉ

Une étude des peuplements zooplanctoniques a été réalisée au cours de deux cycles annuels (1981-1982 et 1984-1985) dans cinq régions de la lagune Ébrié ayant des caractéristiques écologiques différentes. L'analyse multivariée des résultats (ACP) permet de proposer un schéma d'évolution spatio-temporelle des communautés, essentiellement fonction des variations combinées de la salinité et du degré d'eutrophie (Chla). Selon les saisons et le lieu géographique (plus ou moins rapproché des influences marine et fluviale) les communautés évoluent entre deux types extrêmes : « marin » et « continental ». Les communautés de type « lagunaire », pérennes sur l'ensemble de la lagune et dominées par *Acartia clausi*, occupent une position centrale dans ce schéma. On les retrouve de façon permanente dans les régions peu salées de l'Ouest et occasionnellement, suivant les saisons, dans les régions estuariennes du centre et de l'Est. Des étapes transitoires entre les communautés lagunaires et les communautés marine ou continentale sont respectivement caractérisées par le développement d'*Oithona* ou des rotifères. L'eutrophisation due à la pollution dans la zone urbaine sous influence marine, se traduit par une évolution des communautés vers le type lagunaire dans un premier temps, vers la dominance des formes de petites tailles (rotifères) au détriment des copépodes (*Acartia* et *Oithona*) dans un deuxième temps, si l'eutrophisation s'accroît.

MOTS-CLÉS : Côte d'Ivoire — Lagune tropicale — Zooplancton.

ABSTRACT

ZOOPLANKTON COMMUNITIES IN A TROPICAL LAGOON (ÉBRIÉ LAGOON, CÔTE D'IVOIRE): TIME-SPACE VARIATIONS

Zooplankton samplings were carried out during two annual cycles (1981-1982 and 1984-1985) in five areas of Ebrié Lagoon having different ecological characteristics. A mathematical processing of the data (principal components analysis) was conducted and allowed us to propose a general pattern for spatio-temporal evolution of the communities depending on the combined effects of salinity and phytoplankton biomass (Chla). According to the season and the geographical location (related to the marine or continental influences), zooplankton communities change between two extreme types ("marine" and "continental"). Between these, the "lagoonal community" dominated by *Acartia clausi*, is quite permanent in the western part of the lagoon and may appear seasonally in the eastern estuarine area. Transitions between lagoonal community and marine or continental ones are respectively characterized by an important development of *Oithona* or Rotifers. Eutrophication due to pollution in the urban area under marine influence leads to change in the zooplankton from marine to lagoonal communities in a first time, and to smaller organisms (rotifers instead of copepods) in a second time if eutrophication increase.

KEY WORDS : Côte d'Ivoire — Tropical lagoon — Zooplankton.

(1) Centre Recherches Océanographiques — BP V 18 Abidjan (Côte d'Ivoire).

(2) Centre d'Océanologie de Marseille. Faculté de Luminy, Route Léon-Lachamp F 13288 — Marseille Cédex 9 (France).

(3) Centre ORSTOM, 2051, av. du Val de Montferrand, 34032 Montpellier (France).

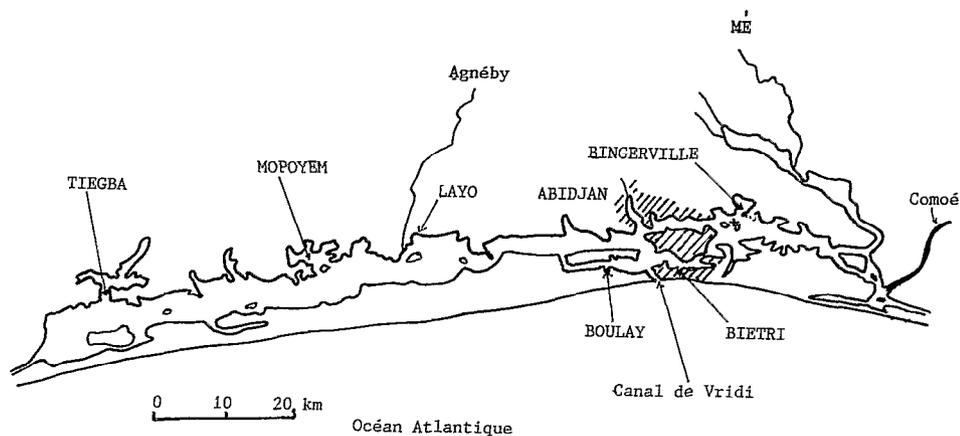


FIG. 1. — La lagune Ebrié — Localisation des stations. *The Ebrié Lagoon with sampling stations.*

INTRODUCTION

La lagune Ebrié est un vaste plan d'eau peu profond (4,8 m en moyenne) qui s'étend d'est en ouest sur 130 km le long du littoral atlantique ivoirien (fig. 1). Elle est principalement (à 65 %) alimentée en eau douce par le Comoé, fleuve à régime soudanien qui débouche à son extrémité est, et communique avec la mer par le canal de Vridi, qui occupe une position centre-orientale. Cette configuration en fait un milieu très diversifié. De nombreuses études y ont été réalisées depuis plusieurs années dont DURAND et SKUBICH (1982) ont établi un premier bilan. Les données sur le zooplancton sont relativement rares, portant sur la composition faunistique (RAHM, 1964), les variations saisonnières et nyctémérales d'abondance (REPELIN, *sous presse*) et la production secondaire (LEBORGNE et DUFOR, 1979).

Les objectifs du présent travail sont d'analyser les variations spatio-temporelles des populations zooplanctoniques en relation avec les fluctuations des principaux facteurs écologiques (température, salinité, biomasse phytoplanctonique), afin de rechercher s'il existe des communautés types représentatives des trois principales zones différenciables en lagune : la zone est, où débouche le Comoé, la zone estuarienne proprement dite avec le canal de Vridi, et la zone ouest, stable, hypohaline et dans laquelle ne débouchent que des rivières à petits débits.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les trois zones précédentes, dans lesquelles ont été choisies cinq stations, présentent des caractéristiques très différentes (fig. 1). La zone est, avec la station de *Bingerville*, est directement influencée par la crue du Comoé et présente des salinités comprises entre 0 et 20 ‰ environ. La zone estuarienne proprement

dite, avec *Bietri* et *Boulay*, proche du canal de Vridi, est davantage soumise à l'influence marine, avec des salinités atteignant 30 ‰. Ces deux stations sont très différentes, la première ayant un caractère eutrophe marqué et présentant une stratification périodique, avec une couche profonde anoxique productrice d' H_2S et une couche superficielle oxygénée dont l'épaisseur varie, notamment en fonction des apports en eau douce. La zone ouest, avec *Mopoyem* et *Tiegba*, éloignée des influences marine et continentale, se caractérise par des salinités faibles et peu variables dans le temps et dans l'espace (1 à 5 ‰). La lagune est le siège d'importants déplacements des masses d'eaux à périodicité annuelle (crue du Comoé d'août à novembre) et journalière (marée et vents). Ces trois types de déplacements sont importants dans les zones est et estuarienne, mais les courants de vent prédominent dans les régions ouest. Ces déplacements, que nous désignerons parfois sous le terme « hydrodynamisme », n'ont pas été l'objet d'évaluations, de sorte que leur impact sur la structure et l'évolution des communautés n'a pu être apprécié avec précision.

Des prélèvements ont été réalisés régulièrement (tous les mois ou tous les 2 mois) dans chaque station au cours de deux cycles annuels, en 1981-82 et 1984-85. L'étude a porté essentiellement sur les baies de manière à se démarquer le plus possible des problèmes de déplacements horizontaux des masses d'eaux. Cependant, au cours de la deuxième période (1984-85) des prélèvements ont également été faits au même rythme dans les chenaux de *Bingerville*, *Mopoyem* et *Tiegba*, de manière à rechercher d'éventuelles différences chenal-baie.

Le zooplancton (organismes de taille $> 64 \mu m$) est récolté de nuit (20-22 h), ce qui améliore l'efficacité de collecte (SAINT-JEAN et PAGANO, *en prép.*). Les

prélèvements sont effectués par traction verticale fond-surface d'un filet cylindro-conique de 40 cm de diamètre d'ouverture et de 64 μm de vide de maille. Pour chaque station, 3 ou 4 prélèvements sont ainsi réalisés en différents points éloignés de 50 à 100 mètres, mélangés, et conservés par addition de formol tamponné. Le volume de l'échantillon résultant est estimé à partir de la longueur du trait et de la surface d'ouverture du filet. Les comptages sont effectués au laboratoire sur des sous-échantillons de taille variable suivant la densité des organismes.

La biomasse phytoplanctonique et particulaire (organismes et particules de taille $< 64 \mu\text{m}$) a été estimée par dosage de la chlorophylle *a* (Chla) et du phosphore particulaire (P_p). Les prélèvements sont effectués avec un tube en PVC de 4 m de long et de 4 cm de diamètre que l'on immerge verticalement. Ce procédé permet d'intégrer l'ensemble de la colonne d'eau habitée par le zooplancton. Dans chaque station deux prélèvements quotidiens sont effectués : juste avant le lever du soleil (5 h-5 h 30) et à la mi-journée (12 h-14 h). Pour chaque prélèvement 2 ou 3 tubes sont mélangés dans un seau, l'eau est ensuite tamisée (64 μm) et des volumes de filtrat de 100 à 1000 ml, selon la densité en particules, sont prélevés et passés sur filtre Gelman type AE ou Wathman type GF/C. La chlorophylle et les phaeopigments ont été dosés par fluorimétrie (méthode de HOLM-HANSEN *et al.*, 1965) ou par spectrophotométrie (méthode de LORENZEN, 1967). Le phosphore particulaire a été dosé par la méthode de MENZEL et CORWIN (1965).

La température et la salinité ont été estimées sur la colonne d'eau, soit par mesure directe au thermomètre à mercure et au réfractomètre dans l'eau prélevée au tube de 4 m, soit en intégrant les valeurs mesurées à la sonde YSI à différentes profondeurs.

Les données (nombre d'individus par m^3) ont été traitées par l'analyse en composantes principales après transformation logarithmique ($\log(x+1)$). La diversité spécifique est définie par l'indice de Shannon, calculé à partir des effectifs des espèces et groupes identifiés dans le tableau I.

2. RÉSULTATS

2.1. Hydroclimat et biomasse phytoplanctonique

L'hydroclimat lagunaire se caractérise schématiquement par trois saisons : une *saison sèche* (décembre à avril) durant laquelle les apports d'eau douce sont réduits, l'influence marine prépondérante, la température et la salinité généralement maximales ; une *saison des pluies* (mai à juillet) au cours de laquelle on observe les minimums de température ; une *saison des crues* (août à novembre) au cours de laquelle on note, dans l'Est, des salinités nulles, et, dans l'en-

semble de la lagune, une remontée des températures — cette saison, qui est marquée par la crue du Comoé, inclut également une « petite saison des pluies » (septembre-octobre). Par commodité, nous rassemblerons parfois les saisons des pluies et des crues sous le terme de *saison humide*. A noter également que les fleuves côtiers, la Mé et l'Agneby, ont deux crues qui épousent les deux saisons des pluies, mais leurs apports sont relativement peu importants, sauf localement dans des zones non concernées par le présent travail.

Dans l'ensemble les températures varient entre 26 et 31 °C environ, et les salinités entre 0 et 30 ‰. Des variations locales ou interannuelles de température peuvent intervenir, en relation avec l'harmattan, vent de nord-est qui souffle en début de saison sèche, et avec l'upwelling côtier, particulièrement intense en juillet-août et dont l'effet est naturellement plus sensible dans la zone estuarienne. Des variations comparables existent pour la salinité, probablement fonction de l'importance et de la localisation dans le temps des crues et des pluies.

Les températures et les salinités observées dans le présent travail sont reportées dans la figure 2, seuls les relevés d'une station par zone ayant été mentionnés. Dans le cadre des variations locales et interannuelles, on notera que, dans la zone ouest (Tiegba), les salinités sont plus fortes (+ 2 à 3 ‰) en 1984-85 qu'en 1981-82.

L'évolution de la biomasse algale est illustrée dans la figure 3.

La station de Bingerville est relativement pauvre (entre 5 et 10 mg/m^3 de Chla), notamment en période de crue car la charge des eaux en particules minérales limite considérablement la pénétration de la lumière (disparition du disque de Secchi à 0,2 m).

Les deux baies d'estuaire sont très différentes. Boulay est pauvre en phytoplancton (entre 1 et 10 mg/m^3), avec des valeurs élevées en début de saison des pluies (mai-juin) ou au cours de la saison des crues, et des valeurs minimales en milieu de saison sèche, alors que l'influence marine prédomine (eaux côtières oligotrophes). En revanche, la baie de Bietri est riche (10 à 90 mg/m^3). Le caractère eutrophe voire localement dystrophe de cette baie est plus marqué en 1984-85 (30 à 90 mg/m^3) qu'en 1981-82 (10 à 40 mg/m^3). Les variations y sont en outre très fortes, résultant de cette eutrophie, de l'instabilité hydrologique, et des fluctuations probables du volume et de la nature des effluents qui s'y déversent. Il est possible que ces fluctuations masquent un éventuel cycle saisonnier.

Les deux baies de l'Ouest sont relativement pauvres (5 à 15 mg/m^3) et présentent des variations faibles en 1981-82. En 1984-85, les teneurs en chlorophylle ont augmenté à Mopoyem (15 à 45 mg/m^3), et

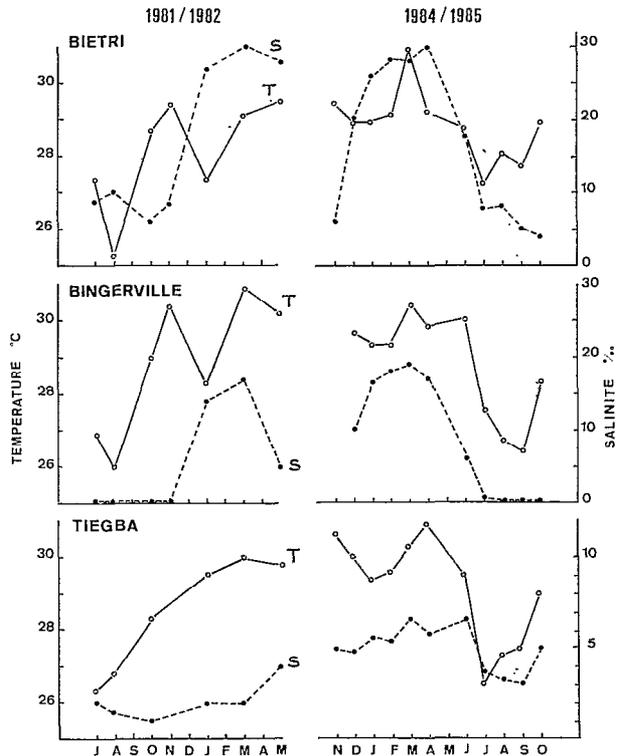


FIG. 2. — Variations de la température et de la salinité dans les baies de Bietri, Bingerville et Tiegba. *Temperature and salinity variations in the Bietri Bingerville and Tiegba Bays.*

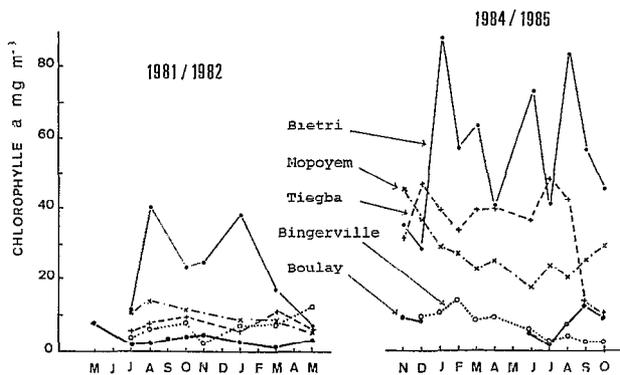


FIG. 3. — Variations de la teneur en chlorophylle a dans les baies de Bietri, Bingerville, Boulay, Tiegba et Mopoyem. *Chlorophyll a variations in the Bietri, Bingerville Boulay Tiegba and Mopoyem Bays.*

surtout à Tiegba (valeurs la plupart du temps voisines de 40 mg/m³). De plus, les variations saisonnières sont plus accusées et s'opposent dans les deux stations.

L'analyse en composantes principales pour l'ensemble des stations des cinq descripteurs écologiques

(température, salinité, chlorophylle, phaeopigments, phosphore particulaire) fournit une visualisation synthétique de l'information en résumant sur le premier plan 76,2 % de la variance (fig. 4). La zonation établie permet de dégager deux influences majeures : a) celle de la richesse en phytoplancton, qui apparaît nettement sur l'axe 1 où les observations s'ordonnent selon un gradient de biomasse ; b) celle de la salinité, qui apparaît sur l'axe 2 et définit une différenciation des observations basée à la fois sur la variabilité saisonnière et sur l'éloignement par rapport au canal de Vridi.

Sur le plan 1-2, on remarque l'opposition des observations de Bietri et de Tiegba en 1984-85 (richesse maximale), du reste des observations. Les quatre points situés à l'extrémité de l'axe 1 correspondent aux valeurs les plus élevées (moyenne de 70 mg Chla/m³).

Les observations s'ordonnent en trois groupes (délimités sur la figure) selon un gradient de biomasse décroissant : 1) Bietri 84/85 (valeurs maximales 70 mg/m³), 2) Tiegba 84/85 (sauf septembre et octobre) + Bietri 84/85 (valeurs minimales) + Bietri 81/82 (majorité des observations), 3) autres observations. Notons que tous les points de Boulay sont situés à l'extrême gauche du nuage.

D'une manière générale, la période 84/85 a été beaucoup plus riche que la période précédente, en particulier dans la baie de Bietri et dans les baies de l'Ouest.

Les observations de Boulay, Bietri et Bingerville se répartissent sur l'ensemble de l'axe 2 : leur variabilité saisonnière apparaît plus marquée (proximité des influences continentale et marine). L'opposition saison sèche/saison humide (pluies + crues) est vraie pour les deux périodes d'étude. Les observations réalisées à Tiegba et à Mopoyem sont plutôt concentrées dans la partie du plan caractérisée par des faibles salinités, et cela en toutes saisons. On retrouve aussi à ce niveau les observations de Boulay, Bietri et Bingerville en saison humide.

Dans l'analyse séparée des observations de Tiegba et de Mopoyem (fig. 5), on retrouve l'essentiel de la situation qui prévaut sur l'ensemble de la lagune, à savoir une répartition des observations selon la richesse en phytoplancton et la salinité. Le plan 1-2, qui résume 78,5 % de l'information, illustre bien l'évolution spatio-temporelle matérialisée par la flèche, de laquelle résulte la séparation des observations en trois groupes selon un gradient de biomasse. Il apparaît une nette évolution interannuelle, avec augmentation de la salinité et de la biomasse en 84/85. Les variations saisonnières s'inscrivent globalement dans cette tendance, les valeurs les plus élevées étant notées en saison sèche. Elles sont particulièrement nettes à Tiegba en 84/85 où l'on

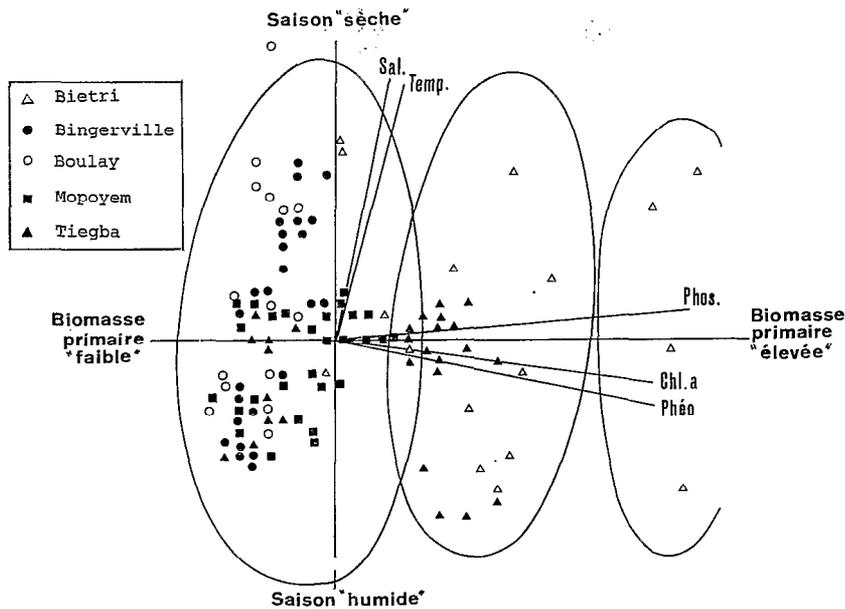


FIG. 4. — Analyse en composantes principales des données d'hydrologie et de biomasse algale pour l'ensemble des stations (baies et chenaux). Projections sur le plan (1,2) des variables (CHLA = chlorophylle a, phéo = phaeophitine, phos = phosphore particulaire) et des observations réalisées en 1981-82 et 1984-85. *Principal components-analysis for the hydrology and algal biomass data in all the stations (bays and channels). Projection on the plane (1-2) of the variables (chla = chlorophylle a; phéo = pheophitine; phos = particulate phosphorus) and of the observations made in 1981-82 and 1984-85.*

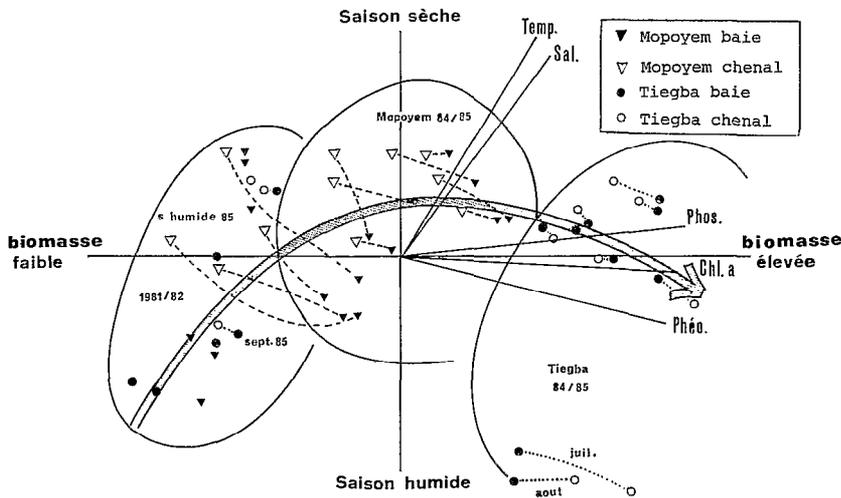


FIG. 5. — Analyse en composantes principales des données d'hydrologie et de biomasse algale pour les stations de l'Ouest (baies et chenaux). Projection sur le plan (1,2) des variables (chla, phéo, phos) et des observations. En 1981-82 il n'y a pas eu d'observation dans les chenaux. *Principal components analysis for the hydrology and algal biomass data in the western stations (bays and channels). Projection on the plane (1-2) of the variables (chla, phéo, phos) and the observations. In 1981-82 no observations were made in the channels.*

TABLEAU I

Liste des taxons et des symboles correspondants utilisés pour l'analyse des données
List of the taxa and corresponding symbols used in the data processing

Ensemble de la lagune		Zone sous influence marine		Zone sous influence continentale	
Nauplii diverses	AN	Nauplii diverses	AN	Nauplii diverses	AN
<i>Acartia clausi</i> :		<i>Paracalanus</i>	PA	<i>Mesocyclops</i>	CY
nauplii	NA	<i>Temora</i>	TE	<i>Moina</i>	MO
cop 1 à 5	C1 à C5	Autres calanoides	CA	<i>Diaphanosoma</i>	DI
coales	C ^{co}	<i>Oecaea</i>	CY	Autres cladocères	CL
fenelles	F	<i>Cerycaeus</i>	CY	Ostracodes	OS
Ad + cop	AC	<i>Pénilia</i>	PE		
<i>Pseudodiaptomus</i> :		<i>Evadne</i>	EV		
nauplii	NP	Méduses	ME		
Ad + cop	PS	Chaetognates	CH		
<i>Oithona</i> :		Appendiculaires	AP		
nauplii	NO	Dolioles et salpes	DO		
Ad + cop	OI	Tritinides	TI		
Autres cyclopidés	CY	L. de polychètes	PO		
Harpacticoides	HA	<i>Lucifer</i>	LU		
Hysidacés	HY				
Isopodes	IS				
Amphipodes	AM				
Rotifères	RO				
Larves Zoé	LZ				
Larves de crustacés	CR				
Larves de lamelliibranches	LL				
L. de gastéropodes	LG				
L. de poissons	LP				
Oufs de poissons	OP				

observe en outre un décalage entre la baisse de salinité après la saison sèche et celle de la biomasse, laquelle ne se produit qu'en septembre. Cet appauvrissement est tel qu'il y a retour aux conditions de 81/82. Par contraste l'évolution est moins marquée à Mopoyem, notamment dans la baie, cette station apparaissant ainsi plus stable.

D'une façon générale les différences chenai-baie se manifestent par des salinités plus élevées et des biomasses plus faibles dans les chenaux. Elles sont plus importantes à Mopoyem (distance entre les points supérieure) sans doute en raison de la plus grande proximité des influences marines et du caractère plus isolé de cette baie.

L'analyse séparée des stations de Boulay, Bietri et Bingerville n'apporte pas d'information supplémentaire par rapport à l'analyse globale.

2.2. Le zooplancton

Le tableau I présente la liste des espèces ou groupes observés au moins une fois au cours des deux périodes d'étude. Un premier examen des données permet d'effectuer un groupement par affinités écologiques. Quelques espèces se retrouvent sur l'ensemble de la lagune avec des effectifs plus (*Acartia clausi*, *Pseudodiaptomus hessei*, *Oithona brevicornis* et rotifères) ou moins (larves diverses) importants. Outre ces formes à vaste répartition, on distingue essentiellement deux ensembles inféodés à des conditions particulières : des formes « d'eau douce » que l'on trouve à Bingerville (*Moina* (cf) *micrura*, *Diaphanosoma* (cf) *excisum*, *Mesocyclops ogunnus*) (1), et des formes « marines », rencontrées surtout à Boulay et Bietri (*Paracalanus*, *Temora*,...). Nombre

(1) Les déterminations des copépodes sont dues à D. BINET et B. DUMONT.

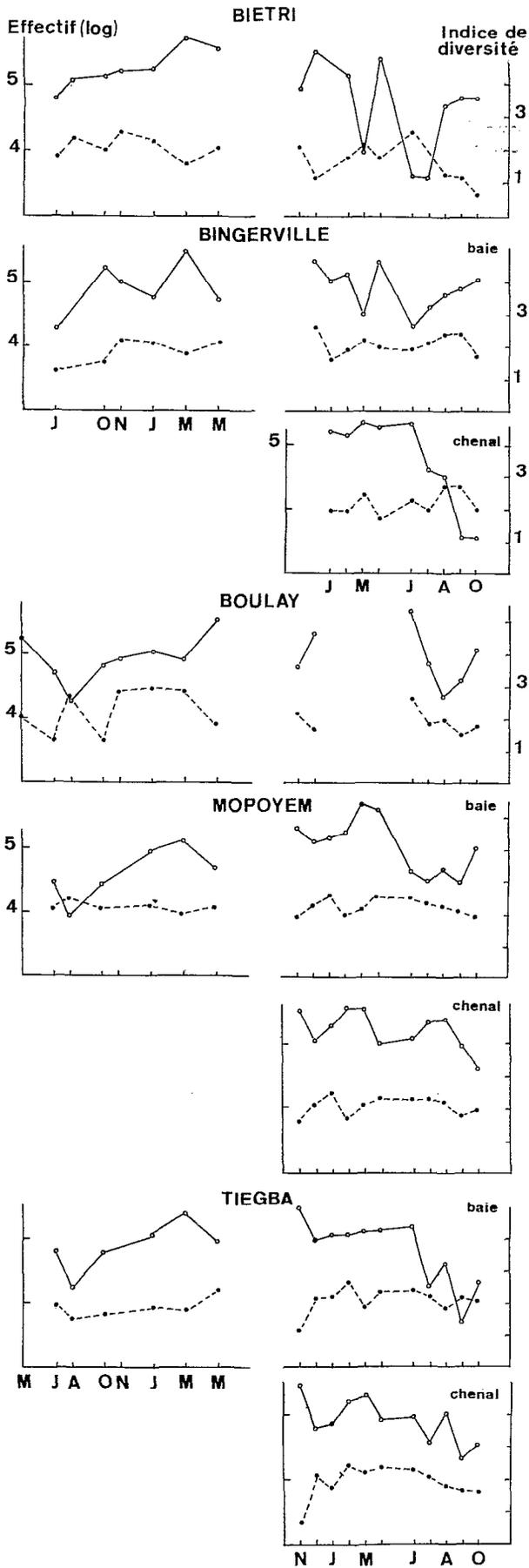


FIG. 6. — Variations des effectifs (traits pleins) et des indices de diversité (tirets) dans les 5 stations étudiées en 1981-82 (à gauche) et en 1984-85 (à droite). Variations of density (solid lines) and diversity index (dashed lines) in the five stations studied in 1981-82 (left) and 1984-85 (right).

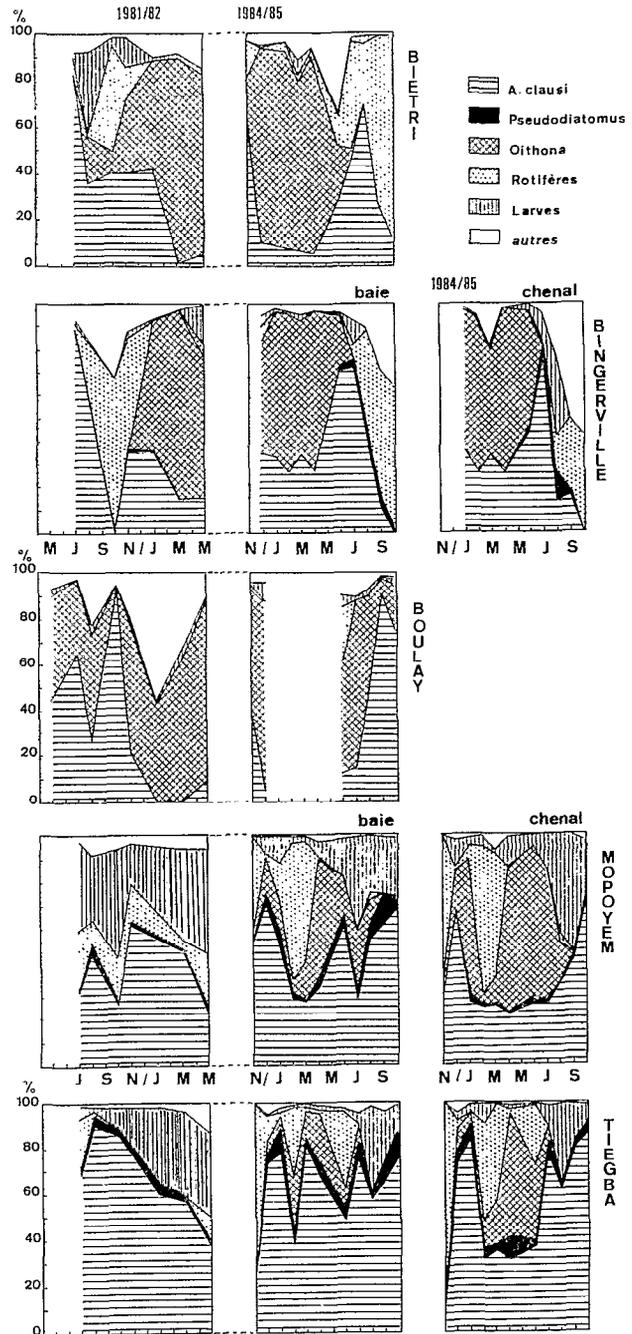


FIG. 7. — Variations des pourcentages des principaux taxons en 1981-82 et 1984-85. Time-variations of the percentage of the main taxa in 1981-82 and 1984-85.

de ces formes n'ont pas été identifiées, et nous avons réuni certaines d'entre elles en divers groupes (autres cyclopidés, autres cladocères, autres nauplii, harpacticoides, et autres calanides marins) lors de la conduite des analyses statistiques.

VARIATIONS D'ABONDANCE ET DE DIVERSITÉ

Les variations de l'abondance (nombre total d'individus) et de la diversité spécifique du peuplement au cours des deux périodes d'étude reflètent l'hétérogénéité spatio-temporelle du milieu (fig. 6).

Aucune tendance bien nette n'est décelable à l'échelle de la lagune. Il semble que l'on observe généralement des effectifs élevés en saison sèche et des effectifs plus faibles de juin à août. Cela est particulièrement vrai dans l'Ouest, où l'amplitude des variations est relativement forte, plus forte dans les baies que dans les chenaux en 1984-85. Cependant, l'inverse se produit à Bingerville où le minimum a lieu en période de crue dans le chenal ; à Boulay, les maximums semblent plutôt avoir lieu lors de la transition saison sèche-saison des pluies et les minimums s'observent vers août.

La diversité varie relativement peu, les valeurs maximales, de l'ordre de 3, étant observées en saison sèche à Boulay. Précisons que l'indice est sous-estimé, notamment dans les peuplements à dominante marine, car nombre d'espèces ont été regroupées.

Trois groupes représentent l'essentiel des effectifs : *Acartia*, *Oithona* et les rotifères (fig. 7). Dans l'Ouest, on peut y ajouter un quatrième groupe constitué par des larves de lamellibranches.

A Bingerville en saison sèche, *Acartia* et *Oithona* cohabitent en effectifs comparables, avec toutefois une légère dominance d'*Oithona*. En saison des pluies, cette espèce disparaît progressivement, remplacée au début par *Acartia*, puis par les rotifères, auxquels s'ajoutent *Pseudodiaptomus* et des espèces d'eau douce, qui se développent bien avec l'arrivée des eaux de crue du Comoé. Cette succession s'observe au cours des deux cycles annuels. Dans le chenal, la chute du nombre d'*Acartia* est à la fois plus précoce, plus accentuée, et les effectifs plus faibles ; les rotifères y sont relativement moins importants que les crustacés. C'est sans doute la conséquence d'une influence plus marquée de la crue.

Dans les deux stations estuariennes, on observe partiellement la même succession, *Oithona* dominant au cœur de la saison sèche et *Acartia* à partir de la saison des pluies. Cependant ces deux stations diffèrent. A Boulay, les rotifères sont quasiment absents et *Acartia* disparaît presque complètement au profit de formes marines. A Bietri, les rotifères se développent bien pendant la saison des crues (notamment en 1984-85), *Acartia* reste bien implanté

toute l'année, et on n'observe pas, tout au moins dans la station étudiée, l'installation d'une faune « marine » diversifiée et abondante.

Dans l'Ouest, *Acartia* domine pratiquement tout au long de l'année, secondé essentiellement par des larves de lamellibranches et des rotifères en 81/82, et par *Oithona* en 84/85. L'abondance d'*Oithona* en 1984-85, particulièrement nette dans les chenaux, au cours de la saison sèche, peut être reliée à l'augmentation de 2-3 ‰ de la salinité entre 1981-82 et 1984-85.

2.2. Identification et répartition spatio-temporelle des communautés. Ensemble des stations

Un tableau de 42 taxons a été soumis à l'analyse en composantes principales (tabl. I).

Le plan 1-2 de l'analyse retire 47 % de l'information totale (dont 25 % pour la première composante), et résume assez bien la combinaison spatio-temporelle de la structure étudiée (fig. 8). L'axe 1 reflète la répartition spatiale des taxons et leur regroupement en ensembles évoluant, d'une part, dans une zone instable hydrologiquement (essentiellement Boulay et Bingerville), et, d'autre part, dans une zone de plus grande stabilité (les baies de Tiegba et de Mopoyem) : c'est plutôt un axe de répartition spatiale. L'axe 2 montre l'évolution saisonnière et oppose les communautés proliférant en saison sèche à celles évoluant en saison des pluies et des crues : c'est un axe de répartition temporelle.

A l'instar des sites étudiés, les communautés présentent des spécificités tranchées. C'est ainsi que l'on retrouve en des périodes et en des lieux différents, trois communautés bien distinctes, dites *lagunaire*, *continentale*, et *marine*.

La communauté lagunaire est constamment présente dans les baies et chenaux de Tiegba et de Mopoyem. *Acartia clausi* (tous stades de développement) y domine largement. A cette espèce sont associées *Pseudodiaptomus*, les rotifères, les mysidacés et les larves de lamellibranches. Les observations effectuées dans cette région sont groupées dans un même ensemble, situé à gauche de l'axe 1. Cette communauté, évoluant en eau peu salée, en particulier durant la période 81/82, se distingue des autres par l'absence d'espèces marines et d'espèces d'eau douce.

La communauté continentale, dominée par les cladocères *Moina*, *Diaphanosoma* et *Bosmina* et par divers cyclopidés, se rencontre en saison des crues dans la région de Bingerville. Dans cette région on observe un zooplancton lagunaire au cours de la saison des pluies et en période de transition (saison des crues → saison sèche, saison sèche → saison des pluies). En saison sèche, l'influence marine se fait

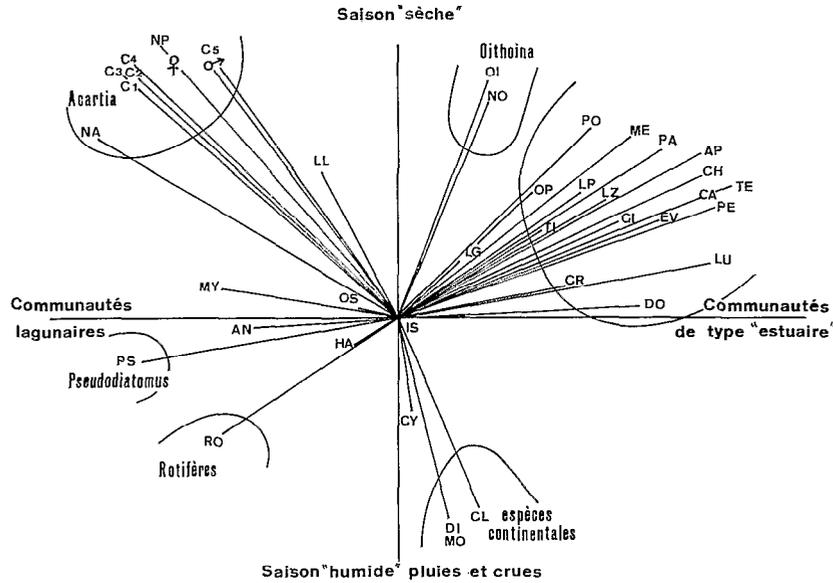


FIG. 8. — Analyse en composantes principales, des effectifs zooplanctoniques de l'ensemble des stations en 1981-82 et 84-85. Projection le plan (1,2) des variables (taxons). Pour l'explication des symboles, voir tableau I. *Principal components analysis for zooplankton (numbers by m³) in all the stations in 1981-82 and 84-85. Projection on the plane (1-2) of the variables (taxa). For the symbols refer to tabl. I.*

sentir, et le zooplancton est dominé par *Acartia* et *Oithona*. A ces deux espèces sont associées des formes appartenant à la communauté marine proprement dite.

La communauté marine de site non urbanisé se caractérise par l'abondance de formes plus inféodées au milieu marin telles que *Temora*, *Paracalanus*, divers autres calanides marins, *Penilia*, *Evadne*, *Lucifer*, des chaetognathes, des doliolles, des méduses, des cirripèdes, des appendiculaires, des tintinides et des larves de nombreux organismes (polychètes, gastéropodes et poissons). Cette communauté se rencontre à Boulay au cours de la saison sèche. Au cœur de cette saison *Acartia* est pratiquement absent, mais il peut proliférer dès les premières pluies et cohabiter avec les espèces précédentes. C'est du moins ce qui a été observé en mai 1981, où les premières pluies ont coïncidé avec d'importants développements phytoplanctoniques, alors que la salinité restait assez élevée. Enfin, il faut remarquer que les espèces d'eau douce ne sont jamais rencontrées au sein des communautés évoluant dans cette baie.

En site urbanisé sous influence marine (Bietri), le zooplancton est dominé essentiellement par *Acartia* et *Oithona*. On peut différencier deux situations particulières. En saison sèche, les communautés se rapprochent de celles observées à Boulay, *Acartia* et *Oithona* étant accompagnées par des peuplements marins. En saison humide, il faut distinguer les

années 84/85, où la pauvreté des communautés est amplifiée par un effet saisonnier, des années 81-82, où l'on se rapproche plutôt d'un zooplancton lagunaire, avec *Acartia* et *Oithona*. La période 84/85 est caractérisée, à partir de février-mars, par une diminution des effectifs de ces deux espèces et par une augmentation simultanée de la population de rotifères (fig. 7).

STATIONS DE L'OUEST (TIEGBA ET MOPOYEM)

Du tableau général, seuls 23 taxons ont été retenus.

Les deux premières composantes retirent 46,2 % de l'information (respectivement 34,4 et 11,8 %) (fig. 9). L'axe 1 est défini par l'abondance, et, sur l'axe 2, il y a opposition entre une influence marine atténuée (avec présence d'*Oithona*) et des conditions plus lagunaires, avec, surtout, l'absence d'*Oithona*, et la présence d'autres cyclopidés. Le premier plan reflète donc l'évolution combinée entre un caractère lagunaire (et des peuplements aux faibles effectifs), plutôt affirmé en 1981/82, et un caractère « marin » avec des effectifs plus élevés, au cours de la période 1984/85.

Dans cette région, on peut donc distinguer deux communautés prépondérantes : a) une communauté lagunaire dominée par *Acartia*, *Pseudodiaptomus* et des cyclopidés, qui se caractérise également par la rareté d'*Oithona* et que l'on rencontre dans les baies de Tiegba et Mopoyem en 81/82 ; b) une communauté

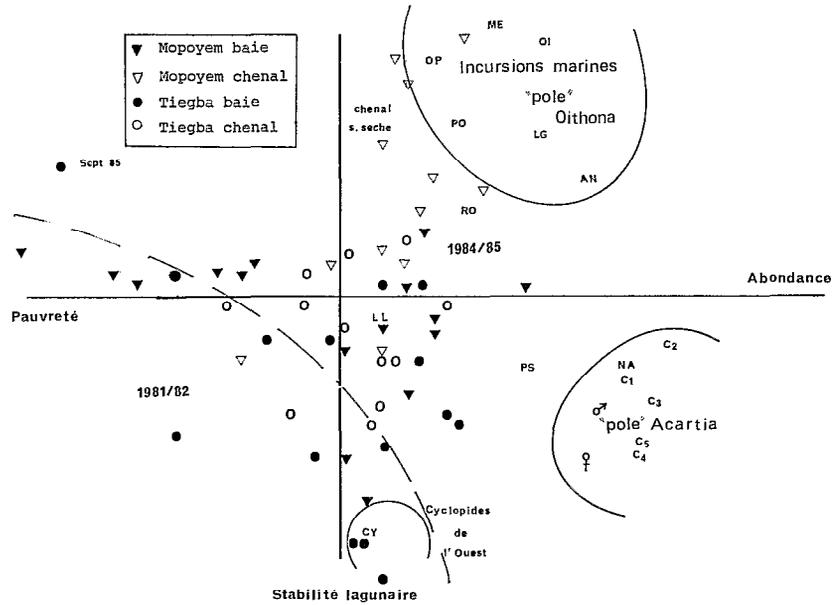


FIG. 9. — Analyse en composantes principales des effectifs zooplanctoniques des stations de l'Ouest en 1981-82 et 84-85. Projection sur le plan (1,2) des taxons et des observations. *Principal component analysis for zooplankton in the western stations in 1981-82 and 84-85. Projection on the plane (1-2) of both taxa and observations.*

présentant les signes d'une influence marine, avec prédominance du cycloptide *Oithona*, auquel s'associent des méduses, des œufs et larves de poissons, des larves de polychètes et de gastéropodes, ainsi que divers nauplii; on rencontre cette communauté à Mopoyem, surtout dans le chenal (plus grande proximité du canal de Vridi et isolement plus marqué de la baie).

On trouve des communautés intermédiaires, caractérisées par leur richesse en *Acartia* et par une certaine abondance d'*Oithona* et de *Pseudodiaptomus*, dans les deux baies en 84/85 et dans le chenal de Tiegba.

Les rotifères, qui ne jouent pas un grand rôle dans la définition des communautés (voir figure), sont dominés par *Brachionus plicatilis*.

Les différences entre les baies et les chevaux sont bien marquées à Mopoyem en saison sèche avec un zooplancton plus marin dans le chenal. Dans les autres cas les différences sont moins nettes et se font plutôt en fonction de l'abondance, avec des communautés de type intermédiaire. On notera l'isolement du point de septembre 85 dans la baie de Tiegba, qui traduit une baisse importante des effectifs à cette époque, que l'on peut mettre en relation avec la diminution de la biomasse algale déjà évoquée (fig. 5 et p. 26).

En ce qui concerne les différences interannuelles (baies seulement), on peut remarquer que la période 81/82 a été plus pauvre (surtout à Mopoyem) et

caractérisée par des peuplements plus lagunaires (surtout à Tiegba), que la période 84/85. Au cours de cette dernière période la richesse des communautés était comparable dans les deux baies.

STATIONS DE BOULAY, BIETRI ET BINGERVILLE

Du tableau général, seuls 33 taxons ont été analysés.

Le premier plan résume 51,8 % de l'information (respectivement 29,7 et 22,1 % pour les deux premières composantes) (fig. 10). On retrouve sur ce plan l'opposition entre les communautés d'eau douce (influence du Comoé) et marines (influence du canal de Vridi). L'influence du fleuve en saison des crues est manifeste sur le premier axe, et les prélèvements se distribuent selon l'évolution saisonnière observée à Bingerville et matérialisée par la flèche. Les communautés de Bietri et Bingerville en saison sèche et de Boulay en saison humide sont voisines, se caractérisant par un zooplancton abondant dominé par *Oithona* et *Acartia*. Ce type de communauté se retrouve à Bietri en saison des crues 1981/82. Par contre, lors des crues 84/85 le peuplement a évolué vers le type de communauté rencontré à Bingerville en saison des pluies (dominance des rotifères). Sur le second axe, on remarque l'opposition entre les peuplements marins de Boulay en saison sèche et le reste des observations.

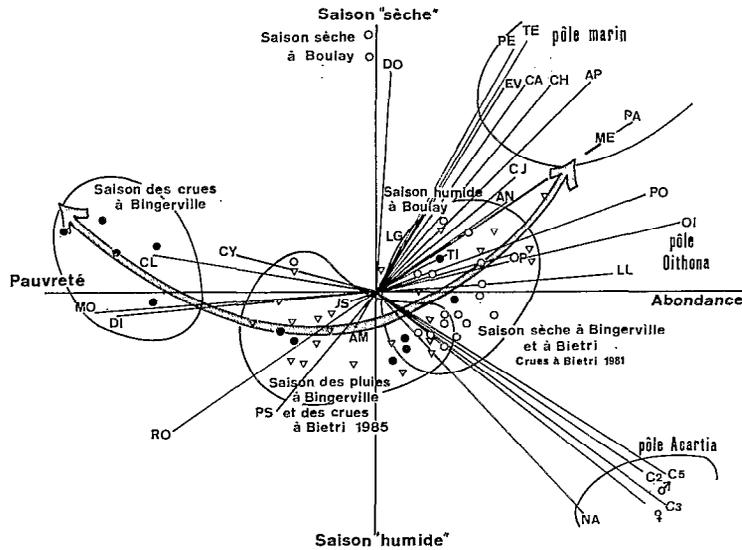


FIG. 10. — Analyses en composantes principales des effectifs zooplanctoniques des stations de l'Est en 1981-82 et 84-85. Projections sur le plan (1,2) des taxons et des observations réalisées dans les baies de Bietri, Boulay et Bingerville (chenal et baie) en saison sèche, des pluies, et des crues. *Principal components analysis for zooplankton in the eastern stations (Bietri, Boulay, Bingerville) in 1981-82 and 84-85. Projection on the plane (1-2) of both taxa and observations.*

Les baies de Bietri et de Boulay qui présentent des conditions hydrologiques assez proches, mais différent par leur degré d'eutrophisation et l'évolution de leur communauté respective, sont l'objet d'une analyse complémentaire.

STATIONS DE BIETRI ET BOULAY

37 taxons ont été pris en considération dans l'analyse.

Sur le premier plan (première composante : 32,2 %, deuxième composante : 11,6 %), on remarque une double opposition, saisonnière et quantitative (fig. 11).

L'évolution saisonnière matérialisée par la flèche est relativement parallèle dans les deux baies, les effectifs étant dans l'ensemble plus élevés à Bietri. Elle se caractérise par une augmentation de la richesse et par une accentuation du caractère marin en saison sèche. A Boulay, au plus fort de l'influence marine, *Acartia* disparaît presque totalement et l'effectif total diminue, alors qu'à Bietri à la même époque, les effectifs sont maximums et le peuplement reste dominé par *Acartia* et *Oithona*. A Bietri en saison des crues il y a diminution des effectifs et évolution vers le pôle rotifère. Dans cette station on retrouve en outre la différence interannuelle déjà signalée : un appauvrissement en 84/85, déjà sensible en saison sèche, plus fort en saison des pluies, et maximum en saison des crues, où l'on s'éloigne nettement des pôles *Oithona* et *Acartia* (voir figure).

3. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Schéma général d'évolution spatio-temporelle des communautés

Comme cela est schématisé dans la figure 12 qui synthétise les analyses précédentes, l'évolution spatio-temporelle des communautés est fonction de la variation combinée de la salinité et du degré d'eutrophie.

Il existe ainsi une situation centrale dite *lagunaire*, caractérisée par des salinités moyennes (4 à 15 ‰), une forte biomasse phytoplanctonique (10 à 50 mg Chl_a/m³) et des populations zooplanctoniques abondantes mais peu diversifiées et dominées par *Acartia*, *Pseudodiaptomus*, des larves de mollusques et des mysidacés. Cette situation est pratiquement permanente dans la partie ouest de la lagune (Tiegba, Mopoyem), relativement stable sur le plan hydrologique. Par contre elle n'apparaît que saisonnièrement dans la région estuarienne plus instable : en saison humide lorsqu'on se rapproche du canal de Vridi (Boulay, Bietri) et en saison sèche lorsqu'on s'éloigne de ce canal et qu'on se rapproche du Comoé (Bingerville). Dans cette région les différences sont donc plus marquées et les communautés peuvent évoluer dans le temps et dans l'espace entre deux situations extrêmes (marine et continentale), qui encadrent des situations intermédiaires, dont la situation lagunaire (voir figure).

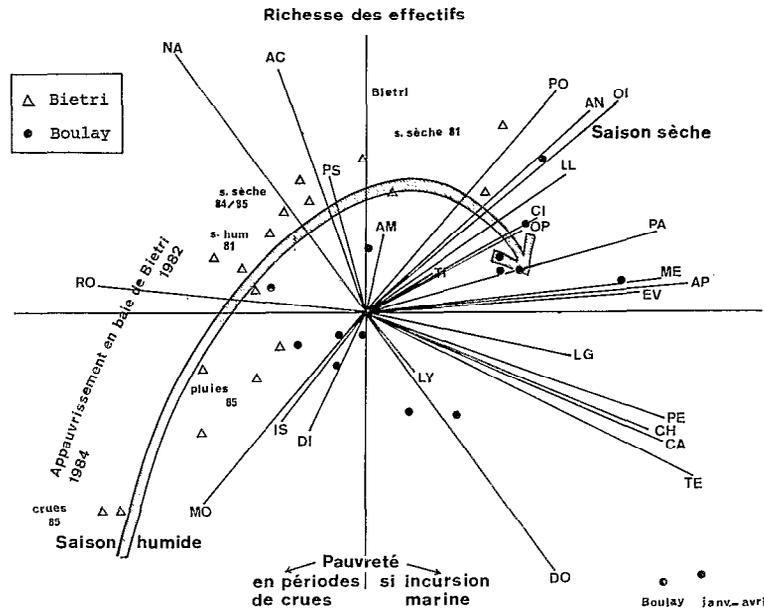


FIG. 11. — Analyse en composantes principales des effectifs zooplanctoniques des 2 stations « d'estuaire » en 1981-82 et 84-85. Projections sur le plan (1,2) des taxons et des observations réalisées dans les baies de Bietri et Boulay. *Principal components analysis for zooplankton in the estuary stations (Bietri and Boulay) (1981-82 and 84-85). Projection on the plane (1-2) of both taxa and stations.*

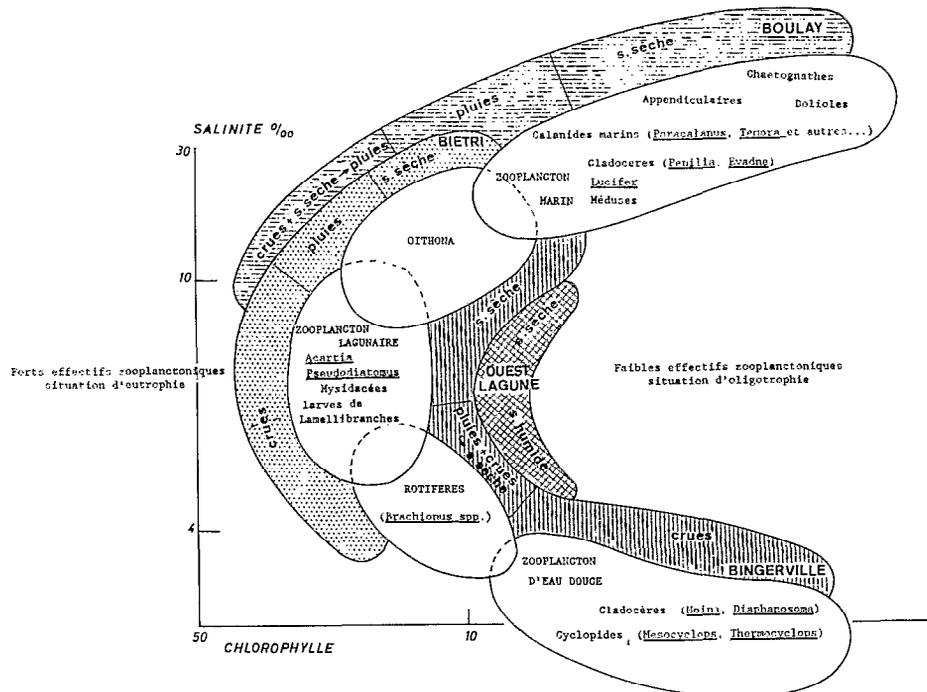


FIG. 12. — Représentation schématique de l'évolution spatiotemporelle des communautés zooplanctoniques. Les ordres de grandeur des variations de la concentration en chlorophylle *a* et de la salinité sont représentés à titre indicatif. *Schematic evolution in time and space of the zooplankton communities. The order of magnitude of the variations of chlorophyll *a* and salinity are mentioned as an indication.*

La situation *marine* est caractérisée par une salinité élevée (30 ‰), une faible biomasse algale (< 5 mg Chla/m³) et un zooplancton diversifié, peu abondant et dominé par des formes marines. Ce faciès est lié à la prédominance des eaux marines oligotrophes au cours de la grande saison sèche (février à mai), c'est-à-dire en dehors des périodes d'upwelling côtier (DURAND et SKUBICH, 1982). Les genres et groupes dominants (*Penilia*, *Evdané*, *Paracalanus*, *Temora*, chaetognathes, appendiculaires, doliolles, salpes, méduses, *Lucifer*...) sont également bien représentés dans le zooplancton marin côtier étudié par BINET (1977 et 1978).

La situation *continentale* est caractérisée par une salinité presque nulle, une faible biomasse algale (< 5 mg Chla/m³) et un zooplancton moins diversifié et abondant. Elle est en relation avec l'arrivée massive des eaux de crue du Comoé, très turbides et très pauvres en phytoplancton. Le zooplancton est dominé par *Mesocyclops*, *Moina*, *Diaphanosoma*, *Bosmina*, qui sont également bien représentés dans les eaux continentales de Côte d'Ivoire (lac de retenue d'AYAMÉ — YTE *et al.*, 1983) ou d'autres régions tropicales (lacs d'Amazonie centrale : HARDY, 1980 ; lac George : BURGIS *et al.*, 1973 ; lac Tchad : GRAS et SAINT-JEAN, 1976 ; lac Malawi : TWOMBLY, 1983, etc.

L'étape transitoire entre les communautés marine et lagunaire est caractérisée par l'important développement d'*Oithona*. Ainsi l'installation de ce genre dans les régions de l'Ouest en 1984-85 correspond-elle à une influence marine plus forte qu'en 1981-82. L'étape transitoire entre les communautés lagunaire et continentale est caractérisée par la prolifération de rotifères, essentiellement du genre *Brachionus* (surtout *B. plicatilis*) et secondairement des genres *Filinia*, *Keratella*, *Hexarthra* et *Asplanchna*. Ces genres ont été également signalés aussi bien dans des eaux continentales (lac Ayamé — YTE *et al.*, *ibid.*, etc.) que dans les eaux saumâtres (étangs de pisciculture de Layo : LEGENDRE *et al.*, *sous presse*) de Côte d'Ivoire.

Les différences entre les chenaux et les baies sont naturellement fonction du degré d'isolement des baies (ou de l'éloignement des stations baie et chenal), mais l'éloignement par rapport au canal de Vridi et au Comoé joue également. Ainsi en saison sèche, le peuplement du chenal de Mopoyem présente-t-il un caractère plus marin que celui de Tiegba (relative oligotrophie, abondance d'*Oithona*, présence d'espèces marines) ; les différences chenal-baie sont faibles à Tiegba et plus fortes à Mopoyem. De même, à Binger-ville, l'effet de la crue du Comoé est plus marqué dans le chenal, et, inversement, en saison sèche, le caractère du peuplement est plus marin dans le chenal que dans la baie. Dans l'ensemble les différences observées restent relativement faibles, mais

il est possible qu'elles s'accroissent vers le fond des baies.

L'effet de la pollution sur les communautés a été étudié en zone sous influence marine par la comparaison des stations de Boulay et de Bietri. A Bietri le déversement de nombreux effluents domestiques et industriels se traduit par une augmentation, classique, du niveau d'eutrophie, lequel se traduit par une évolution des communautés vers le type lagunaire. En 1984/85 l'eutrophisation plus marquée est peut-être due à l'augmentation de la charge polluante constatée depuis 1983 par suite de la mise en service d'un nouveau collecteur d'eaux usées domestiques. Cette eutrophisation va de pair avec une baisse importante des effectifs, surtout chez les copépodes, baisse sensible en saison sèche 1985 et qui s'accroît en saison humide. La communauté est alors dominée par les formes de petite taille à cycle plus court (rotifères).

Action des facteurs écologiques

Nous avons vu que les principaux facteurs influant sur la composition des communautés zooplanctoniques sont la salinité et la biomasse phytoplanctonique.

L'influence de la salinité sur la répartition des espèces est bien connue (JEFFRIES, 1967), et, de façon générale, les espèces estuariennes ou lagunaires sont euryhalines. Dans le cas présent, *Acartia* occupe une plage très large de salinité, puisqu'il est abondant entre 0 et 30 ‰ ; *Oithona* est plus halophile (5 à 30 ‰) et *Pseudodiaptomus* mieux adapté aux basses salinités (0 à 18 ‰).

Le rôle de la nourriture sur la répartition du zooplancton est également bien étudié. La colonisation des milieux très eutrophes par certaines espèces, en particulier du genre *Acartia* est un phénomène souvent observé — citons le golfe d'Athènes par *A. clausi* et l'étang de Berre par *Acartia tonsa*. Elle serait en relation avec l'aptitude de ces espèces à utiliser des ressources trophiques variées en quantité importante et avec un rendement de production élevé (MORAITOU-APOSTOLOPOULOU, 1974 ; MORAITOU APOSTOLOPOULOU et VERRIOPOULOS, 1978 ; GAUDY, 1984). Selon nos propres observations, *A. clausi* vérifierait cette hypothèse en lagune Ebrié (CAUMETTE *et al.*, 1983 ; PAGANO et SAINT-JEAN, 1985 ; SAINT-JEAN et PAGANO, 1984).

La température ne semble pas jouer un rôle très important dans la répartition spatio-temporelle des espèces et donc dans la structure des communautés. Elle influencerait sur l'abondance, comme le suggère le fait que les effectifs les plus élevés s'observent en saison chaude (février-avril), si l'on excepte la zone de Boulay qui est à ce moment-là occupée par des

eaux marines oligotrophes. Chez *Acartia*, elle n'influerait pas de façon significative sur la production d'œufs mais sur la vitesse de développement (SAINT-JEAN et PAGANO, 1984).

L'oxygène dissous n'a probablement pas un rôle très important dans la plus grande partie de la lagune, qui est en effet bien oxygénée, avec 4,2 à 7,7 mg O₂/l en zone estuarienne et 6,0 à 7,8 mg dans l'Ouest (données personnelles récoltées en 1981-82). Il pourrait jouer un rôle sélectif dans la plus grande partie de la zone urbaine et plus généralement dans les régions où existe une couche profonde anoxique (productrice d'H₂S en zone urbaine), régions qui occupent une superficie non négligeable en lagune (DUFOUR et SLEPOUKHA, 1975; CAUMETTE *et al.*, 1983). VARGO et SASTRY (1977) ont en effet noté que des différences existaient entre espèces au niveau de la tolérance aux faibles teneurs en O₂ et à la présence de H₂S dans l'estuaire de Pettaquamscutt (USA). A l'image de ce qu'observe GOETZEE (1981) dans le lac de Swartulei (Afrique du Sud), il pourrait y avoir, dans le sens vertical, coexistence de deux communautés, l'une préférant les conditions nettement aérobies et l'autre ayant une affinité pour les eaux peu oxygénées et riches en H₂S. Quoi qu'il en soit, ces conditions très particulières et la richesse en phytoplancton favorisant le développement d'*Acartia*,

expliqueraient la prolifération de certaines espèces (les polychètes), et la faible diversité observée à Bietri en période de stratification.

Les facteurs relatifs aux interrelations entre organismes (compétition alimentaire, relations proie-prédateurs, capacité d'accroissement en nombre, etc.), n'ont pas été pris en compte. Il est probable que ces facteurs interviennent dans les différences chenalbaie, ou, de façon générale et dans le cadre de notre analyse, pour accroître la variabilité résiduelle.

En conclusion, il ressort de notre étude que l'évolution vers les écosystèmes de transition (lagunaire), va dans le sens d'une augmentation du degré d'eutrophie, accompagnée d'une diminution de la diversité spécifique du zooplancton et d'un accroissement de son abondance. Cette évolution, qui semble être une caractéristique des zones d'interface, a déjà été observée dans différentes régions du globe : Méditerranée nord occidentale (GAUDY, 1984), Floride (ROMAN *et al.*, 1982), etc.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M^{me} BONIN pour le soin avec lequel elle a exécuté les figures.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 20 mai 1987

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BINET (D.), 1977. — Grands traits de l'écologie des principaux taxons du zooplancton ivoirien. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, 15 (2) : 89-109.
- BINET (D.), 1978. — Analyse globale des populations de copépodes pélagiques du plateau continental ivoirien. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, 16 (1) : 19-61.
- BURGIS (M. J.), DARLINGTON (J. P. E. C.), DUNN (I. G.), GANF (G. G.), GWAHABA (J. J.), and Mc GOWAN (L. M.), 1973. — The biomass and distribution of organism in lake George, Uganda. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 184 : 271-298.
- CAUMETTE (P.), PAGANO (P.) et SAINT-JEAN (L.), 1983. — Répartition verticale du phytoplancton, des bactéries et du zooplancton dans un milieu stratifié en baie de Bietri (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). Relations trophiques. *Hydrobiologia*, 106 : 135-148.
- GOETZEE (D. J.), 1981. — Zooplankton distribution in relation to environmental condition in the Swartulei system southern Cape. *J. Limnol. Soc. South Afr.*, 7 (1) : 5-12.
- DUFOUR (Ph.) et SLEPOUKHA (M.), 1975. — L'oxygène dissous en lagune Ebrié : influence de l'hydroclimat et des pollutions. *Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 6 (2) : 75-118.
- DURAND (J. R.) et SKUBICH (M.), 1982. — Les lagunes ivoiriennes. *Aquaculture*, 27 (3) : 211-250.
- GAUDY (R.), 1984. — Structure et fonctionnement de l'écosystème zooplanctonique de l'interface terre-mer en Méditerranée nord-occidentale. *Océanis*, 10 (4) : 367-383.
- GRAS (R.) et SAINT-JEAN (L.), 1976. — Étude de la répartition spatiale du zooplancton dans le lac Tchad : variation de la dispersion en fonction des modalités d'échantillonnage et des conditions hydrodynamiques du milieu. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrobiol.*, 10 (3) : 201-229.
- HARDY (E. R.), 1980. — Composição do zooplankton em cimco lagos da Amazonia Central. *Acta Amazonia*, 10 (3) : 577-609.
- HOLM-HANSEN (O.), LORENZEN (C. J.), HOLMES (R. W.) et STRICKLAN (J. D. H.), 1965. — Determination of Chlorophyll. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 30 : 3-15.
- JEFFRIES (H. P.), 1967. — Saturation of estuarine zooplankton by congeneric associates. In : Estuaries, G. H. Lauff (Ed.). Washington D.C.: American Association for advancement of Science : 400-508.
- LE BORGNE (R.) et DUFOUR (Ph.), 1979. — Premiers résultats sur l'excrétion et la production du mésozooplancton de

- la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 10 (1) : 1-39.
- LORENZEN (C. J.), 1967. — Determination of Chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12 : 343-346.
- MENZEL (D. W.) and CORWIN (J.), 1965. — The measurement of total phosphorus in sea water based on the liberation of organically bound fractions by persulfate oxidation. *Limnol. Oceanogr.*, 10 : 280-282.
- MORAITOU-APOSTOPOULOU (M.), 1974. — An ecological approach to the systematic study of planktonic Copepods in a polluted area (Salonic bay, Greece). *Boll. Pesca, Piscic. Idrobiol.*, 29 (1) : 29-47.
- MORAITOU-APOSTOPOULOU (M.) et VERRIOPOULOS (G.), 1978. — Quelques facteurs influant sur la nutrition d'un copépode adapté à un biotope pollué et eutrophisé. *Rev. Int. Océanogr. Méd.*, 51-52 : 89-99.
- PAGANO (M.) et SAINT-JEAN (L.), 1985. — Premières données sur la nutrition d'*Acartia clausi* en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) obtenues par des mesures de fluorescence de broyats d'animaux. *Hydrobiologia*, 121 : 83-95.
- RAHM (V. U.), 1964. — Zur oekologie des Zooplanktons der lagune Ebrié (Elfenbeinküste). *Acta Tropica*, 21 (1) : 1-47.
- REPELIN (R.), *sous presse*. — Le zooplancton dans le système lagunaire ivoirien. Variations saisonnières et cycles nyctéméraux en lagune Ebrié. *Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*.
- ROMAN (M. R.), REEVE and FROG (J. L.), 1982. — Carbon production and export from Biscayne Bay, Florida. I. Temporal patterns in primary production seston and zooplankton. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 17 : 45-59.
- SAINT-JEAN (L.) et PAGANO (M.), 1984. — Influence de la salinité de la température et de la quantité de particules en suspension sur la croissance et la production d'œufs d'*Acartia clausi* en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 17 (3) : 235-244.
- SAINT-JEAN (L.) et PAGANO (M.), *en préparation*. — Variations nyctémérales de la répartition verticale et de l'efficacité de collecte du zooplancton en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Hydrobiologia*.
- TWOMBLY (S.), 1983. — Seasonal and short term fluctuations in zooplankton abundance in tropical Lake Malawi. *Limnol. Oceanogr.*, 28, 6 : 1214-1224.
- VARGO (S. L.) & SASTRY (A. N.), 1977. — Interspecific differences in tolerance from an estuarine anoxie basin to low dissolved oxygen and hydrogen sulfide. *In* 12th Eur. Symp. on Mar. Biol. : 219-226.
- YTE (W. A.), REY (J.) et BURRICK (R.), 1983. — Peuplement zooplanctonique d'un lac de barrage de Côte d'Ivoire. *Ann. Limnol.*, 19 (1) : 3-8.