RÉPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

MINISTÈRE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

VOL. X, N° 1, JUIN 1979

SOMMAIRE

LE BORGNE, R. et DUFOUR, Ph. — Premiers résultats sur l'excrétion et la production du zooplancton de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) 1-39

ALBARET, J. J. — Étude histologique du cycle sexuel de l'albacore (*Thunnus albacares*) Bonnaterre 1788 41-62

CITEAU, J. et PAGES, J. — Auto-épuration du milieu marin. Quelques remarques méthodologiques 63-80

BINET, D. — Estimation de la production zooplanctonique sur le plateau continental ivoirien 81-97

See contents on back-cover

CENTRE DE RECHERCHES
OCÉANOGRAPHIQUES
ABIDJAN

Directeur de la Revue :

H. ROTSCHI, Directeur du C.R.O. d'Abidjan

Rédacteurs :

J.B. AMON KOTHIAS, C. COLIN, A. HERBLAND, J. KONAN, G.S. ZABI

Comité de Lecture :

C. CHAMPAGNAT, C. COLIN, J.R. DURAND
J. KONAN, N. KOUASSI, B. VOITURIEZ

Secrétariat :

J.B. AMON KOTHIAS, P. DADIÉ

Centre de Recherches Océanographiques
Boîte Postale V 18
ABIDJAN Côte d'Ivoire

Tirage :

Service de Reproduction du C.R.O.

Dépôt légal : ED. IMP. 95676 du 28 Septembre 1979 - 3e trimestre

Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan
Vol. X, n°1, Juin 1979 : 81-97

ESTIMATION DE LA PRODUCTION ZOOPLANCTONIQUE SUR LE PLATEAU CONTINENTAL IVOIRIEN

par

D. BINET[1]

NOTE DE LA REDACTION

L'article proposé par Binet a soulevé un certain nombre d'objections liées au fait que la production est évaluée en supposant identiques le "temps de génération" (voir texte) et le temps de renouvellement de la biomasse de la population. D'autres ont considéré comme justifiée cette approximation. Devant cette situation la rédaction a toutefois considéré que l'étude de Binet comportait suffisamment d'informations scientifiques pertinentes pour que sa publication soit justifiée.

NOTE OF THE EDITOR

The paper proposed by Binet has raised a number of different opinions because the method used to calculate production is based on the assumption that the "time of generation" (see text) and the time of renewal of the biomass of the population are the same. Others consider that this approximation is acceptable. In spite of the different opinions the editorial board considers that this paper contains enough pertinent scientific informations to justify its publication.

1 Centre ORSTOM - B.P. A5 - NOUMEA CEDEX (Nouvelle-Calédonie)

R E S U M E

Une estimation de la production est proposée à partir de mesures volumétriques et pondérales du zooplancton et de la connaissance de quelques cycles biologiques de Copépodes.

Les mesures de biomasse ont porté sur plusieurs années : elles proviennent de 24 campagnes mensuelles et d'une station côtière visitée deux fois par semaine. Les poids secs ont été mesurés directement ou calculés par une régression linéaire à partir de volumes sédimentés. Les moyennes s'échelonnent de 0,965 à 5,56g m^{-2}, de la zone littorale aux accores.

La durée de vie des cohortes d'une douzaine d'espèces de Copépodes est de vingt jours environ. On suppose qu'il n'y a qu'une ponte par génération et que toute la biomasse est renouvelée pendant la durée de vie d'une cohorte.

Selon ces données, les productions varient de 48,2 à 278 mg $m^{-2}jour^{-1}$ en poids sec, ou de 17,9 à 103 mg $m^{-2}jour^{-1}$ en Carbone, selon la profondeur des régions étudiées.

Parmi les Copépodes il y a en moyenne 1/3 de carnivores. On suppose que la production des herbivores et des omnivores, plus proche de la production secondaire proprement dite, serait de l'ordre des 2/3 des valeurs ci-dessus.

Les biomasses du zooplancton et de l'ensemble des poissons sont du même ordre de grandeur ; le rapport production zooplanctonique/pêche totale est de 0,8%.

A B S T R A C T

An attempt has been made to calculate zooplanktonic production from weights and settled volumes and from the life cycle of some Copepods.

Biomass data were recorded during several years : they are issued from 24 monthly cruises and from a coastal station biweekly sampled. Dry weights data were directly measured or were calculated from the settled volumes using a linear regression. They range, on an average, from 0.965 to 5.56g m^{-2} day^{-1} from the shore line to the edge of the continental shelf.

The mean life-span of the cohorts of twelve species of Copepods is about 20 days. It is assumed that only one spawn occurs per generation-time and that the standing stock is turned-over during the life span of a cohort.

The production ranges from 48,2 to 278 mg dry weight m^{-2} day^{-1} or 17,9 to 103 mg C m^{-2} day^{-1}, according to the depth of the studied areas.

One third of carnivorous occurs among the Copepods. So, it is assumed that the herbivorous and omnivorous production is about 2/3 of the total zooplanktonic production. This would be a more accurate estimate of the secondary production.

The standing stock of zooplankton and fishes are in the same order of magnitude ; the ratio zooplanktonic/production on whole fishery is 0,8%.

1 - INTRODUCTION

La possibilité d'exploitation biologique à long terme d'une région, c'est-à-dire la pêche réalisable sans mettre en danger le stock halieutique, dépend, de la vitesse de renouvellement de la matière vivante aux différents échelons de la chaîne alimentaire. La connaissance de la production zooplanctonique[1] d'un milieu pélagique est donc beaucoup plus intéressante que celle de sa biomasse. Elle est aussi plus difficile à estimer.

2 - METHODES

Un échantillonnage répété, à intervalle de temps aussi faible que possible, permet, grâce à des mesures rapides (biovolumes, poids secs), d'apprécier grossièrement la biomasse d'un milieu, son "standing stock", en supposant bien entendu qu'un nombre important de récoltes, ayant filtré un volume d'eau suffisant, compense l'hétérogénéité spatiale du zooplancton et la rapidité de ses fluctuations temporelles.

Au contraire, les méthodes précises de calcul de production nécessitent un travail considérable. Théoriquement, pour connaître la production totale, il faudrait additionner les productions élémentaires de toutes les espèces. En effet la méthode des cohortes ou celle des croissances cumulées (*in* Bougis, 1974) nécessitent la connaissance aussi exacte que possible des variations d'effectifs de chaque cohorte. Ce qui est difficile à réaliser dans un milieu fermé, pour une seule espèce, devient pratiquement impossible dans un milieu ouvert, de diversité spécifique élevé. La méthode physiologique (ibid.), fondée sur la mesure de la respiration, le rendement net de croissance (K_2) étant connu, aboutit au calcul de l'anabolisme d'un individu.

---

(1) Nous donnons à ce terme le sens général de production de toute matière animale capturée par les filets à plancton de type ICITA (Jossi, 1966), Miller (1961), WP2 (Anonyme, 1968) dont les intervalles de maille sont respectivement 290, 250 et 200µ. Les planctontes récoltés ont, pour la plupart, un régime à dominante herbivore, mais quelques uns sont des carnivores secondaires (prédateurs d'autres carnivores).

Le Borgne (1978) se propose d'appliquer cette méthode à l'ensemble d'un population zooplanctonique. Cette méthode est rapide, mais délicate. Elle donne théoriquement la production instantanée. Elle implique des mesures de respiration et d'excrétion immédiatement après la récolte. Il faut donc disposer d'un navire bien équipé si la station de récolte n'est pas à proximité du laboratoire.

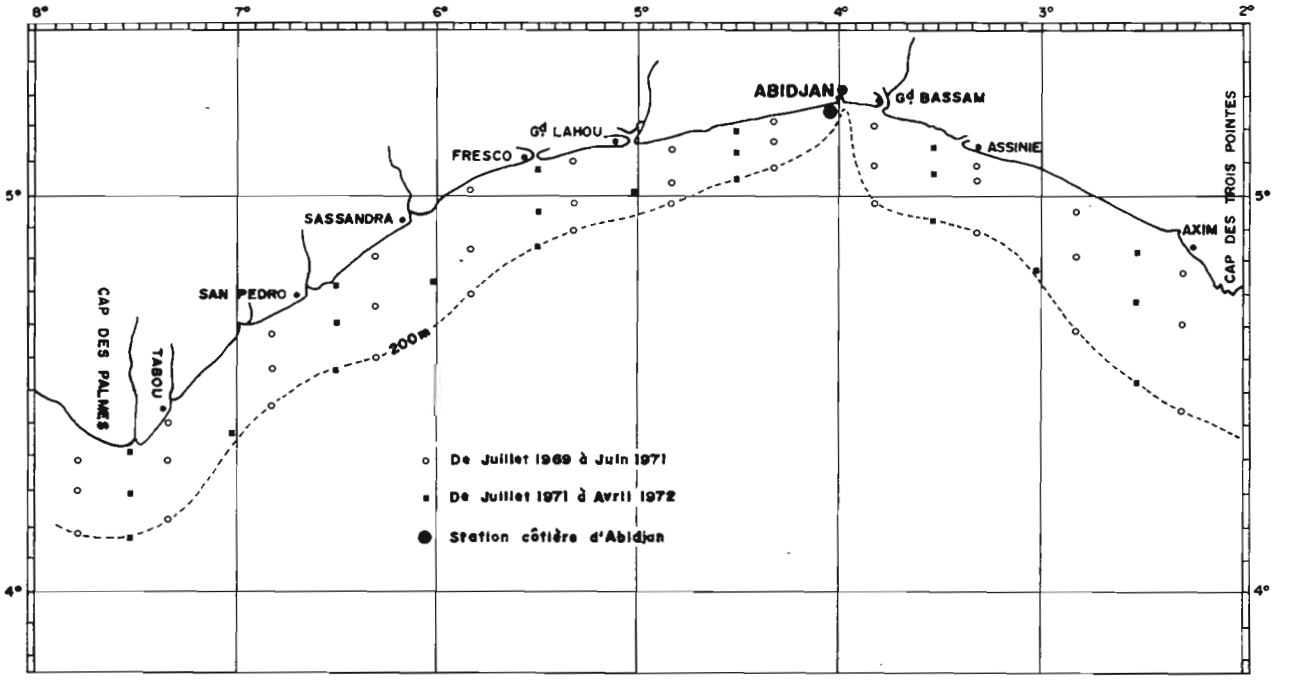
La méthode que nous utiliserons, dite du temps de renouvellement ("turn-over time", *in* Bougis), ne s'applique théoriquement qu'à une population en état stationnaire. Ce n'est évidemment pas le cas du zooplancton néritique ivoirien. Toutefois on considérera que notre échantillonnage a été suffisant pour rendre compte d'une moyenne annuelle de la biomasse au-dessus du plateau continental. Cette méthode nécessite la connaissance de la biomasse et de sa vitesse de renouvellement. En effet, lorsque l'effectif d'une population est stable, le recrutement compense la mortalité ; chaque individu qui disparaît est remplacé et toute la biomasse est renouvelée pendant la durée d'une génération. La production est donc égale au rapport de la biomasse par la durée de génération :

$$P = B / T$$

3 - RESULTATS

Les données disponibles sont : les biovolumes de plancton récoltés pendant les campagnes "PK", les poids secs de plancton à la station côtière d'Abidjan et les durées de vie de quelques espèces de Copépodes.

De juillet 1969 à avril 1972, 24 campagnes "PK" ont permis d'échantillonner le zooplancton du plateau ivoirien au-dessus des profondeurs de 20, 60 et 200 m, entre le cap des Palmes et le cap des Trois Pointes (Binet, 1972). Les volumes sédimentés mesurés sur ces échantillons ont servi au calcul d'une quantité moyenne de zooplancton du golfe ivoirien après avoir été convertis en poids secs au moyen de deux régressions linéaires (Binet, 1976b). Les valeurs utilisées dans cet article sont les moyennes de celles obtenues par chacune des régressions. Une teneur en Carbone a également été extrapolée, en considérant qu'elle représente en moyenne 37,1% du poids sec (d'après Le Borgne, 1975a). La teneur en plancton par unité de surface a été calculée en



Carte de la région étudiée, position des stations des campagnes "PK" et de la station côtière. L'échelle des latitudes est multipliée par deux.

poids sec et en Carbone, pour la frange côtière, l'ensemble du plateau ainsi que la station côtière (située devant Abidjan) et les stations des accores (au-dessus du talus continental).

La frange côtière, que nous considérons représentée par les stations situées au-dessus des fonds de 20 m s'étend de la côte jusqu'à mi-distance des fonds de 20 et 60 m. Elle mesure donc de 4 à 7 milles de large, suivant la pente du plateau. Pour l'ensemble du plateau, les poids secs ont été calculés, d'une part de 0 à 60 m de profondeur, d'autre part de 0 à 200 m. La zone couverte par ce calcul s'étend de la côte à 12 ou 27 milles au sud suivant la largeur du plateau (Taleau 1).

La station côtière d'Abidjan est située à proximité du débouché de la lagune Ebrié, au-dessus de fonds de 35 m. Elle est visitée deux fois par semaine. Les données de poids secs utilisées ci-dessous proviennent de mesures directes (Le Borgne, 1975b). Le poids sec moyen par m^3 est de 40,1 mg, c'est une moyenne pondérée par quinzaine, entre avril 1973 et janvier 1978.

Pour estimer la vitesse de renouvellement du zooplancton, nous disposons de l'étude de quelques cycles biologiques de Copépodes. Une génération est formée de l'ensemble des individus qui accomplissent leur cycle simultanément, de l'éclosion à la reproduction ; la mort survenant vraisemblablement peu après. On appelle cohorte, l'ensemble des individus issus d'une même période de ponte. L'apparition d'une cohorte dans le plancton est marquée par un maximum de stades jeunes. S'il n'y a qu'une seule ponte par génération, la durée de vie de la cohorte est celle de la génération.

La durée de vie des cohortes de onze espèces de Copépodes pérennes et thermophiles a été étudiée pendant 14 mois à partir de récoltes bi-hebomadaires à proximité d'Abidjan (Binet, 1977b). Les cohortes se succèdent à des intervalles de 16 à 27 jours selon les espèces et les périodes, soit approximativement 19 jours en moyenne. D'autre part, les générations de *Calanoides carinatus* ont été suivies au cours de cinq saisons froides (Binet et Suisse de Sainte-Claire, 1975). Elles durent environ trois semaines chacune. Cet intervalle s'élèverait à 3,7 semaines pour le Sergestidae *Lucifer faxonii* (Binet, 1976a).

Nous assimilerons la durée de vie des cohortes et celle des générations faute de données plus précises, et admettrons un temps de renouvellement de l'ordre de 20 jours pour l'ensemble du zooplancton.

	Frange côtière	Station côtière	Ensemble du plateau		Accores (moyenne)
Colonne d'eau (m)	0-20	0-35	0-60	0-200	0-200
Superficie (Km^2)	6 830		22 600		
Poids sec total (T)	6 590		48 900	69 300	
Poids sec / unité surface (g m^{-2})	0,965	1,40	2,16	3,07	5,56
Teneur en Carbone (g m^{-2})	0,358	0,521	0,803	1,14	2,06
Production en poids sec (mg m^{-2} $jour^{-1}$)	48,2	70,2	108	153	278
Production en Carbone (mg m^{-2} $jour^{-1}$)	17,9	26,1	40,1	56,9	103

Tableau 1 - Poids secs et productions zooplanctoniques de différentes zones du plateau continental ivoirien.

Les productions secondaires journalières moyennes seraient donc égales à la biomasse divisée par 20 (Tableau 1). On observe une augmentation de la production, exprimée par mètre carré, avec la profondeur de la colonne d'eau, et ce, malgré une biomasse par mètre cube plus importante dans les eaux côtières.

Le rapport production journalière/biomasse ne dépend que du temps de renouvellement de la biomasse :

$$P/B = 1/T, \text{ soit } 0,05$$

La production primaire à la station côtière (fonds de 25 m) est en moyenne de 463 mg C m^{-2} $jour^{-1}$ (Dandonneau, 1973). La production zooplanctonique dans la même colonne d'eau peut être extrapolée à partir du tableau 1 ; on trouve 18,6 mg C m^{-2} $jour^{-1}$. Le rapport des productions zooplanctonique et phytoplanctonique est :

$$P_Z / P_I = 0,040$$

4 - DISCUSSION

4.1. DONNEES - METHODE

La valeur des résultats ci-dessus dépend de la précision des données et de l'adéquation de la méthode.

Les données de poids sec ont été discutées précédemment (Binet, 1976b). On a vu que dans la frange côtière nos valeurs (0,97 T Km^{-2}) étaient très proches de celles données par Petit et Frontier (1971) pour une baie peu profonde de la côte nord-ouest de Madagascar (0,79 T Km^{-2}). Sur la côte ouest-africaine, les biovolumes signalés par Touré (1972) au large du Sénégal sont légèrement plus élevés que les nôtres, tandis que ceux de Dessier et Pianet (1971), le long des côtes du Congo et du Gabon, sont du même ordre de grandeur.

Le bien fondé de la méthode de calcul de la production n'est pas aussi simple à établir. Le principe repose sur le triple postulat que :

- la biomasse est constante,
- renouvellée au cours de chaque génération,
- chaque cohorte correspond à une génération.

a) - Il existe en réalité des variations saisonnières de biomasse très importantes. Nous considérerons que l'utilisation de moyennes pluriannuelles et un calcul portant sur l'ensemble de l'année annule cette objection : le surcroît de production qui a lieu pendant la phase ascendante des maxima de saison froide peut être considéré comme équivalent au déficit de fin de saison froide.

b) - La méthode du "temps de renouvellement" est fondée sur le principe que toute disparition de biomasse est compensée par une production équivalente et que toute la biomasse est renouvelée au bout d'une durée, assimilée par de nombreux auteurs depuis Lindeman (1941) à l'intervalle séparant deux générations. Allen (1971) fait remarquer que cette méthode conduit à une sous-estimation de la production. Il étudie le rapport de la production à la biomasse moyenne pour différents types de croissance et de mortalité. Pour une mortalité exponentielle constante, ce sont la moyenne d'âge et la durée moyenne de la vie qui sont identiques à l'inverse du

rapport P/B, excepté quand la croissance est exponentielle. Dans tous les autres cas où la croissance en poids est linéaire, l'inverse de P/B est égal à l'âge moyen. En l'absence d'information sur croissance et mortalité, l'inverse de l'âge moyen serait la meilleure approximation.

A l'appui de son calcul, Allen, à partir de l'exemple du krill, montre l'ordre de grandeur de l'erreur commise sur les estimations de la production par la méthode du temps de renouvellement avec diverses valeurs de T :

Hempel (cité par Allen) estime à un an la durée de vie moyenne du krill antarctique et considère donc que la production annuelle est égale au standing stock (P = B). Allen, en appliquant au krill des données sur la croissance et la mortalité d'autres espèces d'Euphausiacés, aboutit à une production P = 1,8 B, tandis que ses propres estimations de l'inverse de la durée de vie moyenne et de l'âge moyen correspondraient à des productions respectivement égales à 27 B et 4,8 B.

L'assimilation du temps de renouvellement de la biomasse à la durée de génération entraîne donc très vraisemblablement une sous-estimation de la production réelle. En effet un certain nombre de juvéniles meurent avant d'atteindre la maturité. Il est difficile de chiffrer cette mortalité dans le milieu naturel. Cependant des élevages de *Pseudocalanus elongatus* (Paffenhöfer et Harris, 1976) et *Temora longicornis* (Harris et Paffenhöfer, 1976) montrent des mortalités entre l'éclosion et la maturité respectivement égales à 30 et 37%. Une fraction importante de la mortalité a lieu parmi les nauplii, avant l'apparition des premiers stades copépodites (respectivement 67 et 81%). Il est donc possible que la biomasse des stades larvaires ne parvenant pas à l'état adulte ne représente pas une fraction considérable de la production totale. Notre sous-estimation en dépend directement.

c) - Le dernier point contestable est celui de savoir s'il existe une ou plusieurs cohortes par génération. Si les mêmes femelles pondent plusieurs fois, le stock d'adultes n'est vraisemblablement pas renouvelé par une, mais par plusieurs cohortes. La possibilité de pontes répétées a été observée en élevage chez plusieurs Copépodes : Marshall et Orr (1955), Corkett et Mc Laren (1969) Gaudy (1971), Tomasini et Petit (1977). Nous-mêmes avons vraisemblablement observé en milieu naturel deux pontes successives chez les mêmes femelles de *Calanoides carinatus* (Binet et Suisse de Sainte-Claire, 1975). Cependant les cohortes issues des secondes pontes

n'étaient représentées que par les stades les plus jeunes, et en faible abondance. On peut se demander dans quelle mesure cette seconde ponte participe à la reconstitution du stock. Enfin, on sait le rôle inducteur de l'alimentation dans le déclenchement de la ponte (Gaudy, 1971). Il est donc plausible de supposer que ce qui a été observé en élevage ou pendant la saison froide riche (chez *C.carinatus*) est peu courant en saison chaude oligotrophe.

Nous avons discuté précédemment (Binet, 1977b) nos observations sur la durée de vie des cohortes en les comparant aux données extraites de la littérature. Malgré leur brièveté apparente, il semble qu'on puisse admettre que la durée de vie d'une cohorte soit celle d'une génération, étant donné la température élevée du milieu et son rôle d'accélérateur du métabolisme.

Si néanmoins les durées des cycles étaient sous estimées, la production serait calculée par excès : si une génération comprenait en réalité deux et non pas une cohorte, le renouvellement de la biomasse s'effectuerait en 38 jours et non 19. La production serait deux fois moindre que celle qui a été calculée.

Il est probable que l'erreur de sous-estimation (b) dépasse celle de surestimation (c). Il convient cependant de ne prendre ces calculs que comme des estimations de la production réelle.

4.2. NIVEAUX TROPHIQUES

Le matériel sur lequel ont été mesurées les biomasses comprend des animaux de plusieurs niveaux trophiques. Parmi les Copépodes, qui constituent de loin la majeure partie des échantillons, on peut distinguer des herbivores, des carnivores et des omnivores ; bien que beaucoup d'observations aient montré que des Copépodes considérés comme exclusivement herbivores pouvaient, pendant un certain temps avoir une nourriture animale. (Nous avons précédemment discuté cette question : Binet, 1978).

La production zooplanctonique calculée ci-dessus est autre chose qu'une production exclusivement secondaire. Les récoltes sur lesquelles portent les biomasses comprennent en effet un certain nombre de carnivores, dont on peut éliminer les plus notoires. Les Chaetognathes en sont les plus évidents. Ils sont relativement peu nombreux et forment vraisemblablement une biomasse peu importante par rapport aux Copépodes (Binet, 1977a). Parmi les Copépodes on compte environ 36% (soit environ 1/3) d'individus exclusivement carnivores (Binet, 1978).

On peut donc calculer une production des herbivores et des omnivores, plus proche de la production secondaire réelle, en faisant plusieurs approximations et considérant que :

- le matériel ne comprend que des Copépodes ;

- le rapport de la biomasse des carnivores à l'ensemble des Copépodes est égal au rapport des effectifs (1/3). Ce qui est certainement excessif, étant donné la petite taille de nombreux carnivores (*Oithona*, *Oncaea*, *Corycaeus*). Mais comme nous n'avons pas de moyens d'apprécier la fraction carnivore du régime des omnivores, ou de ceux considérés comme herbivores, nous admettrons ce pourcentage. La production secondaire représenterait 2/3 de la production zooplanctonique (Tableau 2). Le rapport des productions secondaire et primaire à la station côtière devient :

$$P_{II}/P_{I} = 0,027$$

	Frange côtière	Station côtière	Ensemble du plateau		Accores (moyenne)
Colonne d'eau (m)	0-20	0-35	0-60	0-200	0-200
Production en poids secs (mg m^{-2} $jour^{-1}$)	32,1	46,8	72,0	102	185
Production en Carbonne (mg m^{-2} $jour^{-1}$)	11,9	17,4	26,7	37,9	68,7

Tableau 2 - Production secondaire zooplanctonique de différentes zones du plateau continental ivoirien, calculée après élimination des carnivores.

4.3. COMPARAISONS

Il est bien difficile de comparer ces résultats avec ceux de la littérature, étant donné leur grande imprécision et la diversité des méthodes utilisées par les différents auteurs. Cependant l'intervalle compris entre la plus forte et la plus faible des valeurs calculées (de 11 à 103 mg C $m^{-2}jour^{-1}$) pour la production secondaire (ou zooplanctonique) se situe à l'intérieur des diverses estimations citées par Bougis (1974). Les valeurs les plus comparables

aux nôtres (15 et 46 mg C m^{-2} $jour^{-1}$) proviennent des Copépodes de la mer du Nord entre mars et juin. Une production calculée en Manche pour l'ensemble du zooplancton, sur toute une année (75 mg C m^{-2} $jour^{-1}$) est légèrement supérieure à notre intervalle. Parmi les productions calculées par Ikeda et Motoda (1975) sur les 150 premiers mètres du Pacifique est, de l'équateur à 45°N, les valeurs les plus comparables aux nôtres sont les plus élevées, celles qui proviennent du Kuroshio : La production des herbivores varie de 31 à 57 mg C m^{-2} $jour^{-1}$, celle des carnivores de 12 à 23 mg C m^{-2} $jour^{-1}$.

Comparée à ces données la production du zooplancton de Côte d'Ivoire paraît assez élevée, comparable à celle des régions tempérées.

Cependant Newbury et Bartholomew (1976) calculent pour l'ensemble des petits Copépodes (*Paracalanidae*, *Oithonidae*) d'une baie eutrophique des îles Hawaii une production de 22 mg de poids sec m^{-3} $jour^{-1}$ pendant l'été, soit 7,5 mg C m^{-3} $jour^{-1}$ (d'après leurs équivalences). Sur la colonne d'eau de 11 m sur laquelle porte leur échantillonnage, la production de petits Copépodes devient alors 81 mg C m^{-2} $jour^{-1}$. Elle est donc 4,5 fois supérieure à celle de la frange côtière ivoirienne. Le Borgne (1977) calcule par la méthode physiologique la production des 200 premiers mètres à l'équateur, au sud de la Côte d'Ivoire. Il obtient en moyenne 172 mg C m^{-2} $jour^{-1}$, valeur 1,7 fois supérieure à notre estimation aux accores du plateau continental.

4.4. RENDEMENTS ECOLOGIQUES

On estime généralement que la part de production primaire pouvant être transformée en production secondaire (ecological efficiency) varie entre 10 et 30% (Bougis, 1974). Mais Ikeda et Motoda calculent des rendements plus faibles (5 à 22%). Les valeurs obtenues pour le rapport P_Z/P_I ou P_{II}/P_I (4,0 ou 2,7%) restent très loin des efficiences admises, même en supposant, selon Ryther (1969), qu'une partie importante de la production primaire (jusqu'à 50%) soit relachée dans le milieu sous forme de matière organique dissoute et abaisse par conséquent le rendement du transfert.

Dans une série d'expérience, Parsons et *al.* (1977) calculent le rendement des productions de Cténophore (carnivore) par rapport à la production primaire. Ce rendement est de 2,4% pendant les 27 jours de l'expérience, valeur très inférieure aux précédentes, due en particulier à la présence d'un

échelon supplémentaire. Par ailleurs, ces auteurs observent une diminution du rendement dans les écosystèmes expérimentaux enrichis en sels nutritifs.

En conclusion, la faiblesse des rapports P_{II}/P_I et P_z/P_I que nous observons peut s'expliquer de plusieurs façons :

- Le zooplancton échantillonné par les filets de mailles 200 à 290µ comprendrait beaucoup plus de carnivores que d'herbivores stricts ; les nauplii, les protozaires herbivores ne sont d'ailleurs pratiquement pas récoltés.

- Les productions animales sont relativement élevées par rapport aux résultats publiés précédemment. L'écosystème est en effet fréquemment enrichi. Mais il est possible que cet enrichissement s'accompagne d'une diminution du rendement du transfert d'un niveau à l'autre de la chaîne alimentaire.

- La méthode que nous avons employée sous-estime fortement la production animale.

On peut également tenter de comparer les biomasses et productions zooplanctoniques à celles du niveau trophique supérieur que représentent les poissons. Marchal et Picaut (1977) évaluent par écho-intégration la biomasse des poissons benthiques et nectobenthiques du plateau continental entre le cap des Palmes et le cap des Trois Pointes à 100.000 t. Cependant les fonds inférieurs à 20 m - où a lieu l'essentiel de la pêche aux petits pélagiques - n'ont pas été prospectés. On peut apprécier très grossièrement leur biomasse de la façon suivante : 15.100 t de pélagiques côtiers ont été pêchées en Côte d'Ivoire (moyenne des années 1973 et 1974, pendant lesquelles ont été faites les prospections de Marchal, d'après Hem, 1976). En supposant que l'intensité de la pêche entre la frontière ivoiro-ghanéenne et le cap des Trois Pointes soit la même que le long du littoral ivoirien, et en extrapolant le tonnage pêché à l'ensemble du plateau (en fonction de l'accroissement de surface) on obtient 19.900 t. Si ce tonnage débarqué correspond à 37% du stock - comme Marchal et Picaut l'observent pour les espèces benthiques - la biomasse des petits pélagiques serait de l'ordre de 54.000 t. La biomasse totale (espèces benthiques et pélagiques serait 154.000 t. En admettant que le poids sec de ces poissons représente 30% du poids frais, comme Marchal (1966) le mesure sur des Sardinelles, la biomasse sèche de poissons, au-dessus du plateau continental entre les deux caps, serait de l'ordre de 46.000 tonnes.

Malgré la grossièreté de ce calcul, il apparaît que les biomasses de poissons et de zooplancton (69.300 t.) sont du même ordre de grandeur. Résultat apparemment étonnant, mais en accord avec la théorie de Sheldon et *al.* (1977), selon laquelle les biomasses des organismes pélagiques sont les mêmes entre classes de taille logarithmiques égales.

On peut également comparer la production zooplanctonique annuelle pour l'ensemble du plateau (1,26 10^6 t en poids sec), aux quantités pêchées. En 1973 et 1974 26.000 tonnes ont été pêchées chaque année, le long du littoral ivoirien. En extrapolant comme précédemment à l'ensemble du plateau, le total pêché entre les deux caps devrait être 34.300 tonnes, soit 10.300 tonnes en poids sec. Le rapport de la production des pêches à celle du zooplancton serait : $P_p/P_z = 0,8\ 10^{-2}$. Ce rapport, très faible, pourrait s'expliquer parce qu'une partie seulement de la production zooplanctonique est consommée directement par les poissons (notamment les pélagiques) et parce que le tonnage pêché est inférieur à la production totale de poissons.

En conclusion, étant donné le caractère très approximatif de ces calculs, il ne faut retenir que l'ordre de grandeur de la production zooplanctonique, vraisemblablement sous-estimé. D'autre part, la comparaison des biomasses et des productions de différents niveaux trophiques tend à montrer que les rapports de production (rendements écologiques) sont compris entre 10^{-1} et 10^{-2} selon le nombre de niveaux intermédiaires ; tandis que les rapports de la biomasse des prédateurs à celle de leurs proies pourrait être de l'ordre de 1, en accord avec Sheldon et *al.* (1972) et Kerr (1974).

BIBLIOGRAPHIE

ALLEN, K.R., 1971 - Relation between production and biomass.
J. Fish. Res. Bd. Canada, 28 : 1573-1581.

ANONYME, 1968 - Zooplancton sampling.
Monogr. Oceanogr. Methodol., Unesco, 1, 174 p.

BINET, D., 1972 - Variations des biovolumes de zooplancton du plateau continental entre le cap des Palmes et le cap des Trois Pointes.
Doc. Scient. C.R.O. Abidjan, 3 : 60-93.

BINET, D., 1976a - Contribution à l'écologie de quelques taxons du zooplancton de Côte d'Ivoire. III - Larves de Décapodes et *Lucifer*.
Doc. Scient. C.R.O. Abidjan, 7 : 63-84.

BINET, D., 1976b - Biovolumes et poids secs zooplanctoniques en relation avec le milieu pélagique au-dessus du plateau ivoirien.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 14 ; 301-326.

BINET, D., 1977a - Grands traits de l'écologie des principaux taxons du zooplancton ivoirien.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 15 : 89-109.

BINET, D., 1977b - Cycles biologiques et migrations ontogéniques chez quelques Copépodes pélagiques des eaux ivoiriennes.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 15 : 111-138.

BINET, D., 1978 - Analyse globale des populations de Copépodes pélagiques du plateau continental ivoirien.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 16 (à paraître).

BINET, D. et SUISSE de SAINTE-CLAIRE, E., 1975 - Contribution à l'étude du Copépode planctonique *Calanoides carinatus*. Répartition et cycle biologique au large de la Côte d'Ivoire.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 13 : 15-30.

BOUGIS, P., 1974 - Ecologie du plancton marin. II - Le zooplancton.
Collection d'écologie, Vol.3, Masson ed. Paris, 200 p.

CORKETT, C.J. et Mac LAREN, I.A., 1969 - Egg production and oil storage by the Copepod *Pseudocalanus* in the laboratory.
J. exp. mar. Biol. Ecol., 2 : 90-105.

DANDONNEAU, Y., 1973 - Etude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. III - Facteurs dynamiques et variations spatio-temporelles.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 11 : 431-454.

DESSIER, A. et PIANET, R., 1971 - Répartition et abondances des oeufs et larves de Clupéidae et Engraulidae des côtes du Congo et du Gabon en 1968-69. Aperçu sur les conditions physico-chimiques et biologiques du milieu.
Doc. Scient. Centre ORSTOM de Pointe-Noire, N11e sér., 15, 59 p.

GAUDY, R., 1971 - Etude expérimentale de la ponte chez trois espèces de Copépodes pélagiques (*Centropages typicus*, *Acartia clausi*, et *Temora stylifera*).
Mar. Biol., 9 : 65-70.

HARRIS, R.P. et PAFFENHOFER, G.A., 1976 - Feeding, growth and reproduction of the marine planktonic Copepod *Temora longicornis* Müller.
J. mar. biol. Ass. U.K., 56 : 675-690.

HEM, S., 1976 - Etat des stocks pélagiques côtiers en Côte d'Ivoire.
Doc. Scient. C.R.O. Abidjan, 7 : 29-47.

IKEDA, T. et MOTODA, S., 1975 - An approach to the estimation of zooplankton production in the Kuroshio and adjacent regions.
The Pacific Science Association, Special Symposium on Marine Sciences, 7-16 December, 1973, Hong-Kong, Symposium Papers, Session 2, Fisheries and Oceanography : 24-28.

JOSSI, J.W., 1966 - The I.C.I.T.A. one-meter plankton net : description and evaluation.
Limnol. Oceanogr., 11 : 640-642.

KERR, S.R., 1974 - Theory of size distribution in ecological communities.
J. Fish. Res. Bd. Canada, 31 : 1859-1862.

LE BORGNE, R., 1975a - Equivalence entre les mesures de biovolumes, poids secs, poids secs sans cendres, carbone, azote et phosphore du mésozooplancton de l'Atlantique tropical.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 13 : 179-196.

LE BORGNE, R., 1975b - Méthode des mesures des biovolumes, poids secs, poids secs sans cendres et des éléments C, N et P du zooplancton utilisés au C.R.O. d'Abidjan.
Doc. Scient. C.R.O. Abidjan, 6 : 65-176.

LE BORGNE, R., 1977 - Etude de la production pélagique de la zone équatoriale de l'Atlantique à 4°W. IV - Production et rôle du zooplancton dans le réseau trophique.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 15 : 363-374.

LE BORGNE, R., 1978 - Evaluation de la production secondaire planctonique en milieu océanique par la méthode des rapports C/N/P.
Oceanol. Acta, 1 : 107-118.

LINDEMAN, R.L., 1941 - Seasonal food-cycle dynamics in a senescent lake.
Amer. Midland Natur., 26 : 636-673.

MARCHAL, E., 1966 - Teneur en matières grasses et teneur en eau chez deux Clupéidés de Côte d'Ivoire.
Doc. Scient. Prov. C.R.O. Abidjan, 4, 14 p.

MARCHAL, E. et PICAUT, J., 1977 - Répartition et abondance évaluées par écho-intégration des poissons du plateau ivoiro-ghanéen en relation avec les upwellings locaux.
J. Rech. Océanogr., 2 : 39-57.

MARSHALL, S.M. et ORR, A.P., 1955 - The biology of a marine Copepod.
Edinburgh Oliver and Boyd, 188 p. ; réedité 1972 Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg. New-York.

MILLER, D.A.B., 1961 - A modification of the small Hardy plankton sampler for simultaneous high-speed plankton hausl.
Bull. Mar. Ecol., 5 : 165-172.

NEWBURY, T.K. et BARTHOLOMEW, E.F., 1976 - Secondary production of microcopepods in the southern, eutrophic basin of Kaneohe Bay, Oahu, Hawaïan Islands.
Pacif. Science, 30 : 373-384.

PAFFENHOFER, G.A. et HARRIS, R.P., 1976 - Feeding, growth and reproduction of the marine planktonic Copepod *Pseudocalanus elongatus* Boeck.
J. mar. biol. Ass. U.K., 56 : 327-344.

PARSONS, T.R., Von BROCKEL, K., KOELLER, P., TAKAHASHI, M., REEVE, M.R. et HOLM-HANSEN, O., 1977 - The distribution of organic carbon in a marine planktonic food web following nutrient enrichment.
J. exp. mar. Biol. Ecol., 26 : 235-247

PETIT, D. et FRONTIER, S., 1971 - Zooplancton d'une baie eutrophique tropicale. 4 - Cycle annuel des poids secs.
Doc. Scient. Centre ORSTOM de Nosy-Bé, 24 : 39-54.

RYTHER, J.H., 1969 - Photosynthesis and fish productions in the sea.
Science, 166 : 72-76.

SHELDON, R.W., SUTCLIFFE, W.H. Jr. et PARANJAPE, M.A., 1977 - Structure of pelagic food chain and relationship between plankton and fish production.
J. Fish. Res. Bd. Canada, 34 : 2344-2353.

SHELDON, R.W., PRAKASH, A. et SUTCLIFFE, W.H. Jr., 1972 - The size distribution of particules in the ocean.
Limnol. Oceanogr., 17 : 327-340.

TOMASINI, J.A. et PETIT, D., 1977 - Temps de développement des oeufs, durée de vie des copépodites IV, V et des adultes de *Calanoides carinatus* (Copépode planctonique).
Doc. Scient. Centre ORSTOM de Pointe-Noire, Nlle sér., 48, 18 p.

TOURE, D., 1972 - Variations quantitatives et qualitatives du zooplancton dans la région du Cap-Vert de septembre 1970 à août 1971.
Doc. Scient. Prov. C.R.O. Dakar-Thiaroye, 39, 25 p.

*

* *

NOTE POUR LA PRESENTATION DES MANUSCRITS

Les Documents Scientifiques du C.R.O. d'Abidjan publient deux fois par an (Juin et Décembre) des articles généraux, des articles de synthèse, des résumés de thèse et des analyses bibliographiques dans le domaine des eaux marines et saumâtres.

Les manuscrits doivent être dactylographiés, en double interligne, sans correction ni surcharge et au recto exclusivement, sur du papier format 21 x 29,7. Les emplacements auxquels devront être insérés approximativement les tableaux et figures seront indiqués clairement dans la marge.

Le manuscrit devra être présenté sous la forme suivante :

1. Le titre en capitales et non souligné.
2. Le nom de l'auteur, précédé du prénom en entier, en minuscules, et suivi de (1), indiquant le renvoi en bas de page pour l'adresse.
3. Un résumé en français et en anglais (10 lignes maximum) est exigé.
4. Le texte.

— Les titres des chapitres et sous-chapitres ne seront ni soulignés, ni en capitales. Les subdivisions seront précisées par des chiffres.

— Les mots qui doivent être en italique (par exemple les noms latins de genres et d'espèces) seront soulignés d'un seul trait.

— Les références bibliographiques dans le texte doivent être indiquées par le nom d'auteur, en capitales, suivi de l'année de publication. Ces références devront être retrouvées dans la bibliographie qui ne comprendra que les références citées dans le texte.

5. La bibliographie sera présentée, dans l'ordre alphabétique des auteurs, selon les modèles suivants :

GARCIA, S., PETIT, P. et TROADEC, J.P. 1970. — Biologie de *Penaeus duorarum* (Burkenroad) en Côte d'Ivoire. I : Croissance. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, I (2) : 17-48

BEVERTON, R.J.H. et HOLT, J., 1957. — On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Investig., ser. 2, 19, 533 P.

6. Les légendes des figures seront regroupées sur une feuille séparée à la fin du manuscrit.

7. Les figures seront fournies sur des feuilles entièrement séparées du reste du manuscrit. Les dimensions optimales du dessin original sont 16 x 24 cm.

Les manuscrits devront être adressés au Comité de Rédaction, C.R.O., B. P. V 18 Abidjan (Côte d'Ivoire) au plus tard trois mois avant la date de parution.

CONTENTS

LE BORGNE, R. and DUFOUR, Ph. — Preliminary results on the excretion and production of zooplankton in the Ebrié Lagoon (Ivory Coast) 1-39

ALBARET, J. J. — Histological study of the sexual cycle of the yellowfin (*Thunnus albacares*) Bonnaterre 1788 41-62

CITEAU, J. and PAGES, J. — Self cleaning of the marine environment. Some remarks on the methodology 63-80

BINET, D. — Estimation of zooplankton production on the Ivorian Continental Shelf 81-97