Macroplancton et micronecton de l'Atlantique tropical

I : Biomasses et composition taxonomique

Claude ROGER (1)

Résumé

Le macroplancton-micronecton (animaux de 0,5 à 10 cm environ) de la région équatoriale du Golfe de Guinée a été étudié en août 1978 (période de divergence équatoriale) et en avril 1979 (« saison chaude ») sur une radiale $3^{\circ}40 \ N-10^{\circ}18 \ S$, sur $4^{\circ}W$. En biomasse, les crustacés représentent 57 % du total, les poissons 29 %. La région enrichie par la divergence équatoriale et par la crête thermique, soit de 0°30 S à 4° S environ, est en moyenne 4 fois plus riche que les régions tropicales oligotrophes situées au-delà de 9° S: 1 g poids sec par m² en moyenne annuelle, soit 5 tonnes de biomasse fraîche (poids humide) par km². Au nord de l'équateur les valeurs sont de l'ordre de 0.7 g/m² (poids sec). Les variations saisonnières d'abondance sont fortes à 2-3° S. (coeff. 1,86), la période riche correspondant à la phase d'activité de la divergence (juillet-septembre); elles sont faibles à l'équateur (coeff. 1,12) et négligeables aussi bien au nord de l'équateur que dans les régions tropicales oligotrophes au sud de 9° S. 47 % de cette biomasse se concentrent de nuit dans les 100 premiers mètres, mais 6 % seulement y demeurent pendant le jour. Au total, on estime que 23 % des produits d'excrétion libérés par le macroplancton-micronecton le sont dans les 100 premiers mètres, c'est-à-dire là où le phytoplancton peut les réutiliser directement pour la production primaire.

Mots clés : Atlantique -- Tropical -- Micronecton -- Biomasse.

Abstract

MACROPLANKTON AND MICRONEKTON FROM TROPICAL ATLANTIC. I: BIOMASS AND TAXONOMIC COMPOSITION

Macroplankton-micronekton (i.e. animals 0.5 - 10 cm long approx.) of the equatorial zone of the Gulf of Guinea has been investigated in August 1978 (season of equatorial upwelling activity) and April 1979 («warm season») from 3°40 N to 10°18 S, on 4° W. Crustaceans account for 57 % of the whole catch in terms of biomass, and fish for 29 %. The area enriched by the equatorial divergence and by the thermal ridge, i.e. from 0°30 S to 4° S approximately, is, as a mean, 4 times richer than oligotrophic tropical waters south of 9° S: 1 gram dry weight under 1 square meter (mean annual value), that is 17 tons live (wet) weight under 1 square mile. North of the equator, biomass values are close to 0.7 g dry weight per m². Seasonal variations are strong at 2-3° S. (coeff. 1.86), waters being richer when the divergence is active (July-September); they are weak at the equator (coeff. 1.12), and negligible both north of the equator and in the oligotrophic waters south of 9° S. 47 % of the whole biomass concentrates at night within the upper 100 m, but only 6 % remain in this layer in the daytime. As a whole, it is estimated that 23 % of the products excreted by the macroplankton-micronekton are released in the 0-100 m layer where they are immediately available for recycling through primary production.

KEY WORDS : Atlantic - Tropical - Micronekton - Biomass.

⁽¹⁾ Centre O.R.S.T.O.M., B.P. A5, Nouméa-Cedex, Nouvelle Calédonie.

1. INTRODUCTION

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme de recherches CIPREA (CIrculation et PRoduction dans la région Équatoriale Atlantique), qui a pour objectif la description et la compréhension des mécanismes physiques d'enrichissement caractérisant la zone équatoriale et de leur influence sur les productions primaire et secondaire.

En ce qui concerne l'échelon secondaire, le présent article analyse le matériel récolté par un filet OMORI (OMORI, 1965), diamètre 160 cm, mailles 2 mm, qui recouvre les catégories macroplancton et micronecton, c'est-à-dire les animaux dont la taille est généralement comprise entre 0,5 et 10 cm. Le microzooplancton (50-200 μ) et le mésozooplancton (200-5000 μ) feront l'objet d'une autre étude (LE BORGNE, en préparation); les résultats de campagnes antérieures dans cette région ont par ailleurs été publiés (DUFOUR et STRETTA, 1973; STRETTA, 1975; LE BORGNE, 1977). THIRIOT (1977) a présenté une revue des travaux réalisés sur le zooplancton de l'Atlantique tropical.

En accord avec les objectifs du programme CIPREA, l'étude du macroplancton-micronecton (généralement appelé « micronecton » dans la suite du texte par souci de simplification) a été orientée dans deux directions :

— analyse qualitative et quantitative en liaison avec le milieu physique, et variations saisonnières,

— rôle du micronecton dans le cycle des sels nutritifs, excrétion d'azote et de phosphore (réutilisés par la production primaire), «turnover» de ces éléments.

L'étude ci-après concerne le premier point; le second fera l'objet d'un autre article (Roger, à paraître).

2. MILIEU PHYSIQUE

L'étude approfondie des phénomènes physicochimiques de la région équatoriale constituant une part importante du programme CIPREA, plusieurs publications lui seront spécialement consacrées. En outre, des données concernant cette région ont été antérieurement analysées par HISARD (1973 et 1975), HISARD et al. (1977), HERBLAND et VOITURIEZ (1977), MERLE (1977), VOITURIEZ et HERBLAND (1977). On ne présentera ici qu'une description sommaire de la situation générale, nécessaire pour comprendre les résultats obtenus en ce qui concerne le micronecton.

Les prélèvements ont été effectués sur une radiale Nord-Sud à 4° W, entre 3°40 N et 10°18 S (fig. 1), parcourue en août 1978 et en avril 1979. Les coupes de température, salinité et nitrates pour ces deux campagnes font l'objet des figures 2 à 7. Elles



Fig. 1. — Région étudiée. Area investigaled.

permettent d'identifier les grandes régions hydrologiques rencontrées successivement du Nord au Sud :

- zone sous influence côtière (vers 3°40 N);
- -- convergence (2° N);

-- zone équatoriale sous l'influence du courant de Lomonossov (1° N-1° S), celui-ci, plus intense en avril qu'en août, enrichissant la zone par mélange turbulent;

— entre 2 et 4° S, on observe une région complexe marquée par deux processus différents d'enrichissement :

* de juillet à septembre, divergence active : destruction de la couche homogène, thermocline peu marquée, eaux froides et riches en sels nutritifs en surface,

* d'octobre à juin, la divergence est absente, mais il demeure une crête thermique semi-permanente (peu nette en avril 1979), le sommet de la thermocline se situant à environ 20 mètres ;

— plus au sud, transition progressive vers les zones tropicales oligotrophes.

On notera que les eaux «riches» qui prennent naissance dans la zone équatoriale s'étendent librement vers le Sud, alors qu'au Nord elles butent, entre 0° et 1° N contre un front thermique sous lequel elles plongent.

3. MÉTHODES ET MATÉRIEL

Les récoltes ont été effectuées avec un filet type OMORI (OMORI, 1965), diamètre 160 cm, mailles 2 mm, par traits obliques à partir de la surface (non ouvrants-fermants). Un « Depth-Distance Recorder »



Salinity °/00 in August 1978 (Ciprea I) on 4° W.





Temperatures in April 1979 (Ciprea II) (°C) on 4°W.



Fig. 6. --- Salinité °/°° en avril 1979 (Ciprea II) sur 4° W. Salinity °/°° in April 1979 (Ciprea II) on 4° W.



Nitrates (mmol/m³) in April 1979 (Ciprea II) on 4° W.

Océanogr. trop. 17 (1): 85-96 (1982).

(DDR) TSK, monté à l'embouchure au tiers du diamètre, fournit sur plaque BT l'enregistrement du profil du trait (profondeur atteinte/distance parcourue), permettant le calcul du volume d'eau filtrée. La vitesse du filet par rapport à l'eau était maintenue proche de 3 nœuds. Les prélèvements ont été réalisés de jour (0-100 m et 0-400 m) et de nuit (mêmes profondeurs), de façon à répondre aux objectifs de l'étude :

— biomasse présente et composition taxonomique (traits 0-400 m de nuit; on admettra que cette couche contient à ce moment la quasi-totalité du macroplancton-micronecton);

— pourcentage de la biomasse occupant les 100 premiers mètres, de jour et de nuit, paramètre nécessaire pour l'estimation de la quantité de produits d'excrétion libérés dans la couche où le phytoplancton peut les réutiliser directement (ROGER, sous presse).

Dans la pratique, les profondeurs réellement atteintes par le filet au cours des différents traits ont fortement varié en plus ou en moins autour des profondeurs théoriques recherchées de 100 m et 400 m (cf. tabl. I), notamment en raison des courants violents qui existent en zone équatoriale. Compte tenu du nombre relativement faible de stations, il était néanmoins difficile d'en éliminer, et on a considéré que, la moyenne des profondeurs atteintes étant très proche des profondeurs théoriques (102 m et 104 m pour 100 m, 398 m et 423 m pour 400 m), on obtenait une bonne approximation de la biomasse moyenne réelle dans chacune des deux couches 0-100 m et 0-400 m. En outre, c'est cette dispersion des profondeurs réellement atteintes qui a permis d'estimer les limites supérieures des répartitions des différents taxa (cf. tabl. IV).

Le tableau I indique le nombre de stations réalisées et leurs principales caractéristiques.

A terre, le tri exhaustif par taxon a été suivi de la mesure des poids secs après passage des échantillons en étuve à 60 °C pendant 48 heures.

TABLEAU I

Prélèvements de macroplancton-micronecton : nombre de stations et caractéristiques moyennes Number of hauls (oblique) and mean characteristics (maximum depth, time of the day, volume of water filtered)

	Profondeur maximale	Nombre d	le stations	Heure moyenne	Volume moyen			
	atteinte	août 78 avril 79		des stations	(m ³)			
UR	70 à 140 m (moyenne 102 m)	0 10		11 h 00	1 700			
oſ	280 à 600 m (moyenne 398 m)	14	10	11 h 45	5 460			
IT	60 à 150 m (moyenne 104 m)	13	9	21 h 30	1 730			
ΝŪ	250 à 650 m (moyenne 423 m)	20	16	22 h 15	6 400			
Tota	al	47	45					

4. RÉSULTATS (Toutes les valeurs sont exprimées en poids sec)

4.1. Biomasse macroplanctonique et micronectonique totale

4.1.1. ANALYSE GÉOGRAPHIQUE QUANTITATIVE ET VARIATIONS SAISONNIÈRES

On admettra que la quasi-totalité du micronecton se rassemble de nuit dans les 400 premiers mètres. On obtient donc la quantité totale de biomasse présente sous 1 m² en multipliant par 0,4 les valeurs de biomasse par 1000 m³ trouvées pour les traits nocturnes profonds. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 2. On constate les faits suivants (fig. 8) :

— en août 1978 (divergence active), l'enrichissement est très prononcé de 0°30 S à 6° S environ : alors qu'on trouve en moyenne 744 mg/m² de 3°40 N à 0°, la biomasse s'élève à 1165 mg/m² entre 0°30 S et 3°30 S. Cet enrichissement ne décroît que



Fig. 8. — Biomasses totales de macroplancton-micronecton en mg (poids sec) sous 1 m². Macroplankton-micronekton biomass in mg (dry weight) per square meter.

TABLEAU II

Biomasses totales par zone, répartitions verticales diurnes et nocturnes, variations saisonnières. Toutes les valeurs sont exprimées en mg poids sec.

Total biomass observed from North to South on 4° W (mg dry weight|m²) at both seasons, and day-night vertical distribution (biomass in the different layers in mg dry weight|1000 m³).

	SI	itude des prélèvements Nombre de stations utilisées		Biomasse totale en mg sous l'a ²			Répartition Verticale Nocturne (toute biomasse concentrée dans les 400 premiers mètres)							Répartition Verticale Diurne								
	enen							Biomasse on mg par 1000 m ³						. 0	Biomasse en mg par 1000 m ³ Z du micronecton					cton		
	prélève					11 N	Couche	0-100m	Couche	0-400m	Couche (Par dif	100-400m férence)	ge du 1	les 10 mètres	Ħ	Couche	0-400m	(par il 79)	0 Ces	Dans premier	les 400 s mètres	
	ítude des p			Nombre uti Août 78		Coefficien Variatior Saisonniêr	ût 78	ril 79	ût 78	ril 79	it 78	ríl 79	Pourcenta	tré dans premiers	uche 0-100 (Avril 79)	Août 78 Vvril 79	e 100-400m rence) (Avr	Dans les 1(emiers mêt (Avril 79)	ût 78	ril 79		
Zone	Lat	Lat	Jour Nuit	Nuit				Ao	Av	Ao	Av	Ao	Av	Août 78	it Avril 3 79	S		V	Couch dí ffé:	1 J	Ao	Av
Côtière	3°40N	D	2	788	-	-	4.129	-	1,971	-	1.252	-	52 %	-	-	-	-	-	-	(2)	-	
Convergence	2°36N 2°00N	4	5	696	659	1,06	4.129	2.903	1.739	1.647	942	1.228	59 %	44 %	276	-	445	501	4,2%	(3)	27 %	
Limite Nord Equateur	0°33N 0°00	7	10	745	685	1,09	3.855	2.415	1.862	1.712	1.198	1.478	52 %	35 %	241	637	263	270	3,5%	34 %	15 %	
Zone	0°30S 1°30S	3	8	1.200	1.067	1,12	5.732	-	3.001	2.668	2.084	-	48 %	-	-	675	-	-	-	22 %	-	
enrichie	2°305 3°305	10	15	1.130	608	1,86	3.527	3.696	2.825	1.521	2.591	796	31 %	61 %	496	919	519	527	8,2%	33 %	34 %	
Transition	4°3CS 6°00S	4	9	865	553	1,56	3.775	-	2.163	1.382	1.626	-	44 %	-	-	829	-	-	-	38 %	-	
vers oli- gotrophie	7°005 7°305	0	2	532	453	1,17	-	-	1.331	1.133	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Oligotrophe	9°005 10°185	2	6	311	207	(1)	-	984	778	518	-	363	-	47 %	146	-	-	289	7,1%	-	(4)	
		To 8 Stat	tal 17 ions	1 201 783	loyenne ites ze 605	es ones 1,30							Moy tou zon	enne Ites nes					Moyen: 5,8 %	es tout	es zones 25 %	
								48 %	47 %						29	7.						

(1) Non significatif. Dû au fait que les prélèvements d'août 78 ont été faits à 9° S, ceux d'avril 1979 à 10°18 S. Coefficient réel voisin de 1 pour cette zone (cf. fig. 1).

(2) Dans les 600 premiers mètres : 100 %.

(3) Dans les 550 premiers mètres : 75 %.

(4) Dans les 540 premiers mètres : 49 %.

très progressivement vers le Sud, puisque les valeurs caractéristiques des zones oligotrophes, 4 fois plus faibles (311 mg/m²), ne s'observent qu'au-delà de 9° S. Au contraire, la limite Nord de la zone enrichie est abrupte, ce qui correspond à la situation hydrologique décrite précédemment;

— en avril 1979, la zone d'enrichissement est beaucoup plus étroite, et limitée à la bordure Sud du courant de Lomonossov (1° S) qui est intense à cette saison ; on y retrouve presque les valeurs de biomasse du mois d'août (1067 mg/m² au lieu de 1200, soit un coefficient de variation saisonnière de 1,12) ; au contraire, entre 2 et 4° S, la biomasse est beaucoup plus faible qu'en août : 608 mg/m² au lieu de 1130 (coeff. 1,86) ; ce fait correspond bien à la disparition de la divergence et à l'atténuation de la crête thermique observées à cette époque. Au Nord de l'équateur, aussi bien que dans les zones oligotrophes du Sud (au-delà de 9° S), les valeurs de biomasse en avril sont pratiquement identiques à ce qu'elles étaient en août.

4.1.2. DISTRIBUTION VERTICALE DE LA BIOMASSE (tabl. II).

Compte tenu des objectifs de cette étude, il est nécessaire d'estimer le pourcentage de la biomasse micronectonique qui occupe les 100 premiers mètres, de jour et de nuit, cette couche étant celle où les produits d'excrétion des organismes peuvent être directement réutilisés par la production primaire.

Pour l'ensemble de la région 3º40 N-10º18 S, des valeurs très proches ont été obtenues au cours des deux campagnes. 47 à 48 % de la biomasse se rassemblent de nuit dans les 100 premiers mètres. De jour (prélèvements en avril 1979 uniquement), à peine 6 % de la biomasse totale demeurent dans cette couche superficielle; encore est-ce presque uniquement le fait des plus petits individus (larves et juvéniles de crustacés et de poissons, chaetognathes, ptéropodes thécosomes, copépodes, amphipodes), c'est-à-dire de la fraction macroplancton, et des organismes gélatineux (cf. tabl. V). Le reste de la biomasse, qui inclut la quasi-totalité de la fraction micronecton proprement dite, se répartit, de jour, à raison de 20-25 % entre 100 et 400 mètres, et 70 % environ plus profondément. La figure 9 schématise ces résultats.

Les différences observées d'une région à l'autre dans les répartitions verticales sont peu importantes et ne répondent pas à un schéma logique; elles ne sont donc sans doute pas significatives. Il faut toutefois rappeler que les techniques de prélèvement utilisées ne permettent d'obtenir de toutes façons qu'une image grossière de la situation.





Day and night vertical distribution of macroplankton-micronekton biomass (in %).

4.2. Analyse taxonomique

4.2.1. Composition taxonomique des récoltes

Cette analyse est faite sur les récoltes des traits nocturnes profonds, qui échantillonnent l'ensemble de la faune micronectonique. La composition du micronecton s'est révélée très constante, aussi bien saisonnièrement d'une campagne à l'autre que géographiquement du Nord au Sud, à deux exceptions près :

— à 3°40 N, forte influence côtière, sensible surtout dans les 100 premiers mètres : grande abondance de larves de poissons et de crustacés;

— à 2°30 S en août 1978, prolifération de salpes de petite taille (longueur voisine de 4 cm, poids sec individuel moyen proche de 25 mg) en surface; densité estimée : 1000 individus/m³; en supposant même que l'épaisseur de la couche d'abondance soit limitée à 1 mètre, une telle population représente une biomasse d'environ 85 tonnes poids sec par mille carré; les organismes gélatineux constituent d'ailleurs, en raison de leurs capacités de prolifération localement explosives, un cas particulier (cf. notes 2 et 3 du tableau III).

A ces deux exceptions près, la composition taxonomique des récoltes fut toujours voisine des valeurs moyennes qui figurent dans le tableau III,

Océanogr. trop. 17 (1): 85-96 (1982).

MICRONECTON DE L'ATLANTIQUE TROPICAL

TABLEAU III

Composition moyenne du micronecton OMORI dans la zone 2º N -10 $^{ m o}$ S

Mean taxonomic composition of samples (expressed as % of total dry weight) and mean individual dry weight of animals of the different categories

Taxa	Catégorie	Poids sec	% poids sec total						
1 АЛА	de taille	moyen en mg	Aoùt 78	Avril 79	Moyenne				
Carides	Gros Petits Gros	209 12 42	$\begin{array}{c} 10,4\\0,8\\5,8\end{array}$ 11,2	$\begin{pmatrix} 13,6\\0,9 \\4,7 \\4,7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7 \\7$	$\begin{pmatrix} 12,0\\0,9\\5,3 \end{pmatrix}$ 12,9				
SERGESTIDES	Petits Gros Petits	4,8 24 3,3	$\begin{array}{c} 2,2 \\ 5,2 \\ 0,9 \end{array} \left \begin{array}{c} 8,0 \\ 6,1 \\ \end{array} \right $	$\begin{array}{c} 3,0 \\ 5,9 \\ 0,5 \\ \end{array} \right) \begin{array}{c} 7,7 \\ 6,4 \\ 6,4 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 2,6 \\ 5,6 \\ 0,7 \\ \end{array} \right) 6,3$				
Euphausiaces	Gros Petits	13 1,8	$\left(\begin{array}{c}7,6\\17,2\end{array} ight)$ 24,8	$\left.\begin{array}{c}11,0\\14,4\end{array}\right\}25,4$	$\left. \begin{array}{c} 9,3 \\ 15,8 \end{array} \right\}$ 25,1				
COPÉPODES Amphipodes Larves et divers	 	· · · 	1,6 1,7 1,7 1,7	$\begin{array}{c c}1,8\\1,7\\1,9\end{array}\right) 5,4\\\end{array}$	$\left. \begin{array}{c} 1,7\\ 1,7\\ 1,8 \end{array} \right\} \hspace{0.1cm} 5,2$				
Total crustacės			55	59	57				
POISSONS (1)	Gros Petits Larves	520 20 3,6	17,4 7,6 5,0	16,0 8,3 3,3	16,7 8,0 4,2				
TOTAL POISSONS			30	28	29				
Organismes gélatineux (2) (3)			9	6	7,5				
Chaétognathes Ptéropodes thecosomes Céphalopodes Divers et débris non identifiables	Gros Petits	1,8 330 12	$ \begin{vmatrix} 1,8 \\ 1,4 \\ 0,6 \\ 0,6 \\ 1,6 \end{vmatrix} 1,2 $	$ \begin{array}{c} 1,6\\ 1,1\\ 2,0\\ 0,7\\ 1,6 \end{array} $	$\begin{array}{c} 1,7\\ 1,3\\ 1,3\\ 0,6\\ 1,6\end{array}$				
TOTAL DIVERS			6	17	6,5				

(1) Principalement : Gonostomatidae, Myctophidae, Chauliodidae, Sternoptychidae, Bregmacerotidae, Nemichthyidae, Leptocéphales.

(2) En volume frais, l'importance des organismes gélatineux est évidemment beaucoup plus considérable, de l'ordre de 50 % de la récolte totale. Les Siphonophores sont les plus abondants.

(3) Il n'a pas été tenu compte d'une prolifération locale de petites salpes (L = 4 cm), observée à 2°30 S en août 78, ni des individus de très grande taille (L = 25 cm) récoltés sporadiquement. Au cours d'une autre campagne, effectuée en août 1977, une prolifération considérable de Pyrosomes avait été observée dans toute la zone équatoriale. L'importance globale des organismes gélatineux dans cette région est donc probablement supérieure à celle indiquée ici.

crustacés (57 %) et poissons (29 %) dominant largement en biomasse. Il convient toutefois de garder en mémoire le fait que toutes les valeurs analysées ici proviennent des récoltes d'un filet de 1,60 m de diamètre, qui fournit une certaine image de la population réelle. Cette image eût été différente avec un autre engin : un filet de plus grandes dimensions par exemple eût augmenté l'importance relative de l'ichthyofaune. On notera enfin que, d'une campagne à l'autre, le pourcentage que représente chaque groupe par rapport à la biomasse totale varie très peu; cela indique que tous les groupes taxonomiques présentent des fluctuations saisonnières d'abondance plus ou moins synchrones.

4.2.2. DISTRIBUTION VERTICALE DES DIFFÉRENTS TAXA

Compte tenu des techniques utilisées (en particulier, traits non ouvrants-fermants), seuls les

C. ROGER

TABLEAU IV

Limites supérieures de répartition diurne et nocturne des différents taxa (en mètres). Moyennes pour la région 3º40 N -10º18 S et la période août 78-avril 79. Nota : les traits les plus superficiels ont atteint les profondeurs de 60 m de nuit et de 70 m de jour.

Duy	ana	nıynı	upper	unus	0]	verticai	aistribution	Οſ	ine	aijjereni	groups	{ın	meters)	

	Catégorie de taille	Jo)UR	Nuit			
Таха	(poids sec individuel moyen)	Présence à partir d'une profondeur de :	ABONDANCE à partir d'une profondeur de :	Présence à partir d'une profondeur de :	ABONDANCE à partir d'une profondeur de :		
Carides	Gros (209 mg)	300	550	100	250		
STR STORED DE	Petits (12 mg)	80		≪60 ≤30	250		
SERGESTIDES	Potite (4.8 mm)	300	550 400	< <u>60</u>	100		
PÉNÉIDES (Gennadas)	Gros (24 mg)	400	400 >600	60	950		
	Petits (3.3 mg)	400		<60 ≤60	200		
Euphausiacés	Gros (13 mg)	280	350	₹60	≤60		
	Petits (1,8 mg)	80	150	≪60	≤ 60		
PETITS CRUSTACÉS (Copépodes,							
Amphipodes, larves)		≪70	≪70	≤ 60	≪60		
	Gros (520 mg)	300	_	≤ 60	≪60		
Poissons	Petits (20 mg)	300		≪60	≪60		
	Larves (3,6 mg)	≤70	≪70	≤ 60	≤ 60		
LEPTOCÉPHALES	(45 mg)	≪70	350	≤ 60			
Céphalopodes	Gros (320 mg)	400 ? (1)	<u> </u>	Surface	Surface		
	Petits (12 mg)	≪70	≤70	€60	≤ 60		
CHAETOGNATHES	(1,8 mg)	≤70	≪70	≪60	≪60		
PTEROPODES THECOSOMES		≤70	≤70	≤60	≪60		
URGANISMES GELATINEUX		≤70	≤70	≪60	≪60		

(1) L'évitement de ces animaux devant le filet est probablement responsable de leur très grande rareté dans les récoltes diurnes, même profondes (600 m). De nuit, par contre, ils sont visibles en surface.

caractères généraux des répartitions seront décrits. En outre, la faiblesse des variations géographiques et des fluctuations saisonnières (d'une campagne à l'autre), à l'intérieur de la zone prospectée, en ce qui concerne les distributions verticales des taxa, permet de décrire une situation moyenne (tabl. IV) :

- de jour :

* petits crustacés (copépodes, amphipodes, larves), petits céphalopodes, larves de poissons, chaetognathes, ptéropodes thécosomes et organismes gélatineux sont abondants dans les traits les plus superficiels (70-80 mètres);

* également présents dans les 70-80 premiers mètres, mais abondants seulement plus profondément (limite supérieure d'abondance indiquée entre parenthèses) : petits caridés (?), petits euphausiacés (150 m), leptocéphales (350 m);

* les gros crustacés, poissons et céphalopodes ne se rencontrent qu'au-delà de 300 m et ne sont abondants que plus profondément encore (entre

Océanogr. trop. 17 (1): 85-96 (1982).

parenthèses) : gros euphausiacés (350 m), sergestidés (400 à 550 m selon la taille), gros caridés (550 m), pénéidés (600 m), poissons (600 m?), gros céphalopodes (?);

— de nuit, tous les groupes sont présents dès les 60 premiers mètres (sauf les gros caridés qui n'apparaissent qu'à plus de 100 m), et la plupart y sont même abondants, à l'exception des gros crustacés : sergestidés nombreux seulement au-delà de 100 m, caridés et pénéidés au-delà de 250 m.

Quantitativement, le tableau V indique pour chaque taxon le pourcentage de la population occupant, de jour et de nuit, les 100 premiers mètres. En fonction des objectifs de la suite de cette étude, développés dans un second article (Roger, à paraître), il est intéressant de calculer, à partir de ces données, le pourcentage des produits d'excrétion libérés entre 0 et 100 m, profondeurs auxquelles ils sont directement accessibles au phytoplancton qui les réutilise pour la production primaire. On admettra que les migrateurs n'occupent les 100 premiers mètres que de 20 h à 06 h environ, soit pendant

MICRONECTON DE L'ATLANTIQUE TROPICAL

TABLEAU V

Pourcentage de la biomasse occupant, pour chaque taxon, les 100 premiers mètres, de jour et de nuit, et pourcentage des produits d'excrétion libérés dans cette couche. Moyennes pour la région 2º N -10º18 S

Percentage of the total biomass of each group concentrated in the upper 100 m day and night, and evaluation of the percentage of the total excretion released in that layer where it is immediately available for recycling through primary production (average for the area 2° N -10°18 S)

	Pourcent ras les 100	tage de la ssemblée da) premiers	biomasse ans mètres	Pourc	Mesures				
Taxa et faille	Nuit	(= x)	Jour (= y)	De nuit (séjour de 20 h à 06 h = 10 heures) $\rightarrow \frac{10}{24}$		De jour (séjour de 06 h a 20 h = 14 h) 14 v	Total (1) (2)	Moyenne par groupe taxono- mique (3)	du taux d'excré- tion réalisées
	août 78	avril 79	avril 79	aoùt 78	avril 79	$\rightarrow {24}$			
CARIDES gros.	2,2	$0 \\ 45$	0 19	0,9	0 19	0	0,5 23	2	x
SERGESTIDES gros.	50 81	51 72	0	21 34	21 30	0 0	21 32	24	x
Pénéides gros. petits	23 23	14 45	0	9,6 9,6	5,8 19	0 0	7,7 14	9	x
EUPHAUSIACÉS gros. petits	. 58 . 56	45 50	0	24 23	19 21	0 0,8	22 23	23	x
PETITS CRUSTACÉS (Copépodes Amphipodes, larves)	, . 58	40	24	24	17	14	35	35	
POISSONS petits	. 28 . 50 . 48	49 44 48	0,5 1,0	12 21 20	20 18 20	0,3 0,6 7 1	$ \begin{array}{c} 16 \\ 20 \\ 27 \end{array} $	19	x
LEPTOCÉPHALES	. 40	100	5,2	37	42	3,1	43	43 40	x
CÉPHALOPODES gros. Detits	. 69 . 79	85 39	0 27	29 33	35	0	$\begin{vmatrix} 32 \\ 41 \end{vmatrix}$	36	x
PTÉROPODES THÉCOSOMES Organismes gélatineux Total micronecton	. 100 . 59 . 47	$65 \\ 100 \\ 48$	32 27 5,8	42 25 20	27 42 20	19 16 3,4	54 50 23	54 50 23	x

(1) On admet, en première approximation, que le taux d'excrétion est constant au cours des 24 heures.

(2) En prenant la moyenne des valeurs obtenues en août 78 et en avril 79 en ce qui concerne le pourcentage d'excrétion libéré de nuit dans les 100 premiers mêtres.

(3) En tenant compte de l'importance quantitative respective des différentes catégories de taille.

10 heures. En première approximation, on négligera les variations des taux d'excrétion que provoquent vraisemblablement les différences de température aux différentes profondeurs. Les bilans globaux sont très similaires en août 1978 et en avril 1979 : aux deux saisons, on trouve que 23 % des produits d'excrétion libérés par le macroplancton-micronecton le sont dans les 100 premiers mètres.

5. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Pendant les deux campagnes qui ont servi de base à cette étude, on a pu constater que les phénomènes physiques d'enrichissement qui caractérisent la zone équatoriale du Golfe de Guinée (courant de Lomonossov à l'équateur, divergence saisonnière et crête thermique semi-permanente à 2-3° S), se répercutent bien tout au long de la chaîne alimentaire, puisque le micronecton, qui en est l'avant dernier maillon, y est beaucoup plus abondant que dans les régions contiguës. Même en tenant compte de la durée limitée pendant laquelle la divergence est active (juillet-septembre), la biomasse micronectonique moyenne annuelle de cette zone semble être approximativement 4 fois supérieure à celle des régions tropicales oligotrophes situées au-delà de 9-10° S : de 0°30 S à 4° S environ, le macroplanctonmicronecton, défini comme constitué des animaux dont la taille est généralement comprise entre 0,5 et 10 cm (crustacés 57 %, poissons 29 %), y représente une biomasse instantanée proche de 1 gramme poids sec par mètre carré. En poids humide, cela correspond sensiblement à 5 g/m², soit 50 kg/hectare ou 5 tonnes/km².

Dans le détail, on observe que la biomasse micronectonique suit d'assez près les variations d'intensité de la divergence à 2-3° S : biomasse forte en période d'activité de la divergence, biomasse faible lorsque la divergence est absente (avril), malgré le caractère semi-permanent de la crête thermique. On notera d'ailleurs que, dans toute cette région, la divergence représente apparemment le seul facteur de variation saisonnière assez puissant pour se répercuter de façon notable jusqu'au niveau du micronecton, les fluctuations de la biomasse étant négligeables ailleurs, aussi bien au Nord de l'équateur que dans les régions oligotrophes à 9-10° S. On gardera cependant en mémoire le fait que seules 2 campagnes ont été effectuées, ce qui limite la précision de l'analyse des variations saisonnières, en dépit du choix de deux périodes caractéristiques.

A l'équateur, le courant de Lomonossov crée une zone de mélange turbulent. En ce qui concerne la biomasse micronectonique, l'enrichissement subséquent ne se fait sentir (de façon d'ailleurs permanente) que sur la frontière Sud de cette zone (0°-1° S), mais non à la limite Nord (0°-1° N) où les valeurs de biomasse ne sont pas différentes de celles rencontrées plus au Nord; cette situation correspond bien à la structure hydrologique, les eaux « riches » s'étendant librement vers le Sud, mais plongeant rapidement au Nord.

Dans l'ensemble de la région étudiée au cours de ces deux campagnes (3°40 N-10°18 S), 47 % de la biomasse du macroplancton-micronecton se concentraient de nuit dans les 100 premiers mètres, alors que 6 % seulement y demeuraient pendant le jour. Il en résulte qu'environ 23 % des produits d'excrétion libérés par cette faune l'étaient dans les 100 premiers mètres, c'est-à-dire là où le phytoplancton peut les réutiliser directement pour la production primaire.

REMERCIEMENTS

Je remercie M. C. OUDOT avec l'aide de qui a été rédigé le paragraphe « Milieu physique ».

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M. le 30 septembre 1981.

BIBLIOGRAPHIE

- DUFOUR (P.) et STRETTA (J. M.), 1973. -- Production primaire, biomasses du phytoplancton et du zooplancton dans l'Atlantique tropical Sud, le long du méridien 4° W. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 11 (4) : 419-429.
- HERBLAND (A.) et VOITURIEZ (B.), 1977. Production primaire, nitrate et nitrite dans l'Atlantique tropical.
 I. Distribution du nitrate et production primaire. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 15 (1): 47-55.
- HISARD (P.), 1973. Variations saisonnières à l'équateur dans le Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 11 (3): 349-358.
- HISARD (P.), 1975. La circulation superficielle dans la partie occidentale du Golfe de Guinée. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 6 (2): 41-57.
- HISARD (P.), CITEAU (J.) et VOITURIEZ (B.), 1977. Equatorial Undercurrent influences on enrichment processes of upper waters in the Atlantic ocean. Report of the international workshop on the Gate Equatorial Experiment (Miami 28 Feb.-10 March 1977).
- LE BORGNE (R.), 1977. Étude de la production pélagique de la zone équatoriale de l'Atlantique à 4° W. II. Biomasses et peuplement du zooplancton. Cah. O.R.S. T.O.M., sér. Océanogr., 15 (4): 333-347.

Océanogr. trop. 17 (1): 85-96 (1982).

- MERLE (J.), 1977. Atlas hydrologique saisonnier de l'océan Atlantique intertropical. *Travaux et Documents de* l'O.R.S.T.O.M., nº 83: 1-192 (ISBN 270-99-0493-4).
- OMORI (M.), 1965. A 160 cm opening-closing plankton net. I. Description of the gear. J. Oceanogr. Soc. Jap., 21 (5): 212-218.
- ROGER (C.) 1982. Macroplancton et micronecton de l'Atlantique tropical. II. Cycles de l'azote et du phosphore, remarques sur la mesure de la production. Océanogr. trop. 17 (2).
- STRETTA (J. M.) 1975. Biomasses du phytoplancton et du zooplancton dans l'Atlantique tropical le long du méridien 10° W. (Résultats de la campagne Capricorne 7314). Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 6 (1): 83-96.
- THIRIOT (A.), 1977. Peuplements zooplanctoniques dans les régions de remontées d'eau du littoral Atlantique africain. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 8 (1): 1-72.
- VOITURIEZ (B.) et HERBLAND (A.), 1977. Étude de la production pélagique de la zone équatoriale de l'Atlantique à 4° W. I. Relations entre la structure hydrologique et la production primaire. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 15 (4): 313-331.