Macroplancton et micronecton dans le Pacifique Tropical Sud-Ouest

Claude ROGER (1)

Résumé

La répartition des biomasses de macroplancton-micronecton, celui-ci étant défini comme la faune capturée par un filet de 160 cm de diamètre en mailles de 2 mm, a été étudiée en deux sites voisins de la Nouvelle-Calédonie: d'une part autour d'une île corallienne basse (Maré), d'autre part au large de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie, île haute entourée d'un vaste lagon délimité par une barrière récifale. Les richesses moyennes des deux zones sont très semblables, et voisines de 300 mg de poids sec/m². Poissons et Crustacés représentent, à parts sensiblement égales, 80 % de la biomasse. Aucun « effet d'île » (enrichissement à proximité de la côte) n'a été observé autour de Maré; par contre, une nette augmentation des biomasses ($\times 1,9$) a été constalée à 2 milles du récif entourant la Grande Terre. Cet enrichissement, d'extension limitée puisque non détectable à 10 milles du récif, est probablement dû à une conjonction de facteurs : perturbations de la circulation océanique, exportation d'une partie de la production lagonaire et récifale, drainage terrigène.

Près de la moitié de la biomasse se concentre de nuit dans les 100 premiers mètres, alors que, de jour, à peine 10 % de cette biomasse demeurent dans les 300 premiers mètres, les plus fortes concentrations se situant vers 600 mètres. Cette répartition bathymétrique implique que les traits de jour doivent atteindre au moins 700 mètres de profondeur pour fournir des valeurs de biomasse comparables à celles des traits de nuit.

Les variations saisonnières des biomasses sont significatives (rapport de 1 a 1,35 autour de Maré et de 1 a 2au large de la Grande Terre) et nettement bimodales. Cependant, elles ne sont pas clairement reliées, du point de vue chronologie, aux fluctuations des paramètres du milieu.

Mors-clés : Macroplancton - Micronecton - Pacifique - Tropical.

Abstract

Macroplankton and micronekton from the south-west Tropical Pacific Ocean

Biomass distributions of macroplankton-micronekton collected with a 160 cm -ORI Net are investigated in two locations close to New Caledonia: one around a low coral island (Maré) and the olher (UITOE cruises) off the coast of the mainland which is surrounded by a large lagoon and coral barrier reef. Mean values of biomass are quite similar in the two areas and amount to ca 300 mg dry weight per m^2 . Fish and crustaceans each account approximately for 40% of the total. No "island mass effect" has been found around the low coral island. On the contrary, a twofold increase of the biomass is obvious 2 miles off the coral reef of the main land; there is no enrichment 10 miles away from the reef. This biomass increment is probably due to a set of factors: perturbations of oceanic circulation, exportation of lagoon and reef productions, land drainage. Vertical distribution of the biomass shows that nearly half of it concentrates in the upper 100 m at night. During the day, less than 10% remain in the 0-300 m layer, and a maximum is found around 600 m. This situation implies that day-tows should reach about a 700 m depth to provide biomass estimates comparable to those obtained with night-tows.

⁽¹⁾ ORSTOM, BP 5045, 2051 Av. du Val de Montferrand, 34032 Montpellier cedex.

Seasonal variations of biomass amount to a factor of 1.35 around the low coral island and 2.0 near the mainland. They are clearly bimodal but not linked chronologically with the seasonal variations of environmental parameters.

KEY WORDS : Macroplankton - Micronekton - Pacific - Tropical.

1. INTRODUCTION

La production pélagique dans l'Océan Pacifique tropical Sud-Ouest est encore mal connue, tant en ce qui concerne les ordres de grandeur que les mécanismes en cause. Or il n'est pas certain que ces mécanismes soient de même nature que ceux qui ont été mis en évidence sur les bordures Est des océans (Atlantique et Pacifique) : à l'Ouest, la thermocline est plus diffuse et plus profonde, les gradients verticaux plus faibles; la pycnocline peu marquée favorise une diffusion verticale importante, donc l'entrée des sels nutritifs dans la zone euphotique. En outre, la région qui constitue la zone économique de Nouvelle-Calédonie comprend une grande quantité d'îles, d'archipels, de hauts fonds et de récifs, qui perturbent la circulation océanique et peuvent être à l'origine d'apports terrigènes; l'influence de ces facteurs sur la production océanique a été peu étudiée.

Le programme PROCAL (Production dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie) avait pour objectif l'étude de ces mécanismes et la mesure de la production des premiers maillons de la chaîne alimentaire (phytoplancton, particules hétérotrophes, zooplancton et micronecton). Il faut noter que la mesure de la production primaire seule est insuffisante, car le phytoplancton ne constitue pas la totalité de la nourriture des «herbivores» : en particulier dans les zones péri-insulaires ou périrécifales, les détritus, bactéries, et petits autotrophes représentent un apport trophique non négligeable.

Pour ce qui est du macroplancton-micronecton, défini comme étant la faune capturée par un filet de 160 cm de diamètre en mailles de 2 mm, les résultats obtenus concernent (1) les biomasses, leur répartition verticale et leur variabilité spatiale et saisonnière (2) la composition de la faune en grands groupes taxonomiques et (3) l'excrétion d'azote et de phosphore, et la quantification du recyclage des sels nutritifs remis à la disposition de la production primaire par l'ensemble du macroplancton-micronecton (production de régénération). Les points (1) et (2) font l'objet du présent article.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux séries de campagnes du programme PROCAL ont comporté des prélèvements de micronecton (fig. 1 et $\bar{2}$) :

- campagnes PREFIL 3, 4, 5, 6 et 7 autour de l'île Maré (Iles Loyautés). En outre, afin de pallier les lacunes temporelles créées par l'espacement de ces campagnes, des prélèvements complémentaires ont été réalisés, sous les noms de code VAUBAN et ONDIMAR, de façon à obtenir une fréquence d'échantillonnage de l'ordre du mois au point C (fig. 2). Au total, 129 prélèvements ont été réalisés entre décembre 1982 et février 1984, en des points situés à différentes distances de la côte (fig. 2) et à diverses profondeurs et heures.

- campagnes mensuelles UITOE 1 à 12, chacune comportant trois points fixes sur une radiale récif large au Sud-Ouest de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie (fig. 1). Les trois points étaient distants respectivement de 2, 10 et 30 milles du récif. Au total, 52 prélèvements ont été effectués entre juillet 1983 et juillet 1984, tous de nuit et dans la couche 0-400 mètres.

Les caractéristiques de toutes les stations macroplancton-micronecton sont indiquées dans LE BORGNE 1986.

Les 181 stations ont suivi un protocole constant :

- filet ORI (Омові, 1965), diamètre 160 ст., mailles 2 mm, non ouvrant-fermant. Dans le but de dégager au maximum l'entrée du filet, un gréement spécial a été mis au point (fig. 3) : deux brides seulement sont frappées sur le cercle en deux points presque opposés (45% et 55 % de la circonférence de part et d'autre); une barre rigide empêche le filet de basculer à la traction. Des observations en plongée ont montré que, avec les deux lests de 21 kg utilisés, gréés comme indiqué sur la figure 3, le plan d'ouverture du filet reste sensiblement vertical jusqu'à une vitesse de traction de 3 nœuds environ.

- traits obliques aller-retour entre la surface et la profondeur maximale, en maintenant la vitesse du filet par rapport à l'eau voisine de 3 nœuds à la descente comme à la remontée.

 mesure de la profondeur et du volume filtré par un Depth-Distance-Recorder (DDR) TSK.

 — conservation des échantillons dans du formol 10 %.

A terre, les prélèvements ont été rincés à l'eau douce, triés par taxon et pesés après séchage de 48 heures en étuve à 65 °C.

L'analyse des données ayant été faite sur des



FIG. 1. — Localisation des prélèvements. Nota : les caractéristiques des différents points de prélèvement sont des valeurs moyennes. En effet, le bateau parcourt de 0,5 à 3 milles au cours d'un trait, de sorte que la position, la distance à la côte et la profondeur du fond varient sensiblement. Sampling locations





Fig. 3. - Filet et gréement utilisés. Sampling gear

FIG. 2. → (Même légende et nota que fig. 1). Detail of sam-→ pling locations around Maré Island

effectifs réduits, du fait que la définition des différentes catégories tenait compte simultanément de plusieurs paramètres (lieu de prélèvement/saison/ profondeur/heure moyenne du trait), et la forme des distributions étant généralement éloignée de la normalité, la signification des résultats a été appréciée par l'utilisation du test non paramétrique U de Mann-Whitney. La puissance de ce test est évaluée à 95 % de celle du test t (SIEGEL, 1956).

3. ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

Maré est une île corallienne basse d'environ 30 km de diamètre, sans lagon ni plateau continental; le drainage terrigène y est faible ou nul. Elle reçoit directement les alizés du Sud-Est.

Au contraire, la Nouvelle-Calédonie est une île haute, d'environ 450 sur 50 km, entourée d'une barrière corallienne qui isole un lagon dont la largeur



FIG. 4. — Structure thermique des 250 premiers mètres aux points X, Y, Z (campagnes UITOE). Yearly distribution of isotherms in the 0-250 m layer al points X, Y, Z (UITOE cruises)

Océanogr. trop. 21 (2): 153-165 (1986).

moyenne varie de 2 à 15 km. Le drainage terrigène est important et le lagon exporte une partie de sa production vers le proche large.

Les figures 4, 5 et 6 schématisent la structure thermique des deux sites. L'hiver et le printemps australs (juillet à novembre) sont caractérisés par l'existence d'une couche homogène très épaisse (> 200 m); une thermocline plus marquée apparaît entre 50 et 100 m en été et automne australs (février à mai).

La circulation dans la zone est extrêmement complexe (HENIN *et al.*, 1984). La circulation permanente (courant de pente) est dirigée vers l'Est/



FIG. 5. — Structure thermique des 200 premiers mètres au point C (campagnes PREFIL). Yearly distribution of isotherms in the 0-200 m layer at point C (PREFIL cruises)



FIG. 6. — Profil vertical moyen de la température au point C. Mean vertical profile of temperature al point G

Sud-Est, alors que la dérive due aux vents (alizés) est généralement dirigée vers l'Ouest/Nord-Ouest. De plus, les nombreuses îles, haut-fonds, récifs, fosses océaniques, perturbent la circulation.

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats bruts des campagnes du programme PROCAL sont disponibles dans LEMASSON et GREMOUX (1985) et dans LE BORGNE (1986). Les résultats ci-après concernent uniquement le macroplancton-micronecton tel que défini précédemment, ce qui correspond à des animaux dont la longueur est généralement comprise entre 0,5 et 10 cm.

4.1. Biomasses totales de macroplancton-micronecton

Les études antérieures sur l'ensemble du macroplancton-micronecton en régions tropicales (ROGER, 1982), ou sur certains groupes taxonomiques appartenant à cette faune (ROGER, 1974), ont montré qu'au moins 90 % de la biomasse se concentre de nuit dans les 400 premiers mètres, alors que de jour le maximum se situe aux environs de 600 mètres. Cela a été de nouveau observé au cours des campagnes PREFIL (voir fig. 7). Pour tenir compte de cette répartition bathymétrique, seuls les traits effectués de nuit et ayant atteint une profondeur voisine de 400 m, donc ayant échantillonné la quasi-totalité de la faune présente, ont été utilisés pour évaluer les biomasses totales (Tabl. I). Les valeurs sont exprimées en mg poids sec sous 1 m², soit 0,4 fois les biomasses moyennes par 1 000 m³ puisque les couches plus profondes que 400 m sont considérées comme dépeuplées pendant la nuit. Les prélèvements sont répartis de façon approximativement égale tout au long de l'année, aussi bien en ce qui concerne Maré que les campagnes UITOE.

TABLEAU I

Biomasses totales de macroplancton-micronecton (mg poids sec/m²). Macroplankton-Micronekton biomass (mg dry weight) m²)

Zone	Nombre de prélèvements	Biomasse totale moyenne annuelle mg/m ²	Ecart - type σ
Maré	61	298	157
Uitoe	52	322	192
Total/ moyenne	113	310	-

Océanogr. trop. 21 (2): 153-165 (1986).

On notera que ces valeurs de poids sec ont été obtenues sur du matériel formolé. D'après les travaux de HOPKINS (1968), KERAMBRUN et CHAMPAL-BERT (1979) et WILLIAMS et ROBINS (1982), on peut estimer qu'elles sont inférieures de 12 % à 49 % à celles qui auraient été observées à partir de matériel frais.

On constate que les deux zones étudiées présentent des richesses très voisines (différence non significative par le test U). La valeur légèrement plus forte à UITOE provient de l'enrichissement très localisé observé à proximité du récit (cf. 4.4). La biomasse moyenne voisine de 300 mg/m² définit la région comme étant «oligotrophe riche» ou «oligo-mésotrophe ». Une étude similaire réalisée en Atlantique tropical à 4º Ouest (ROGER, 1982), utilisant les mêmes méthodes de prélèvement, avait fourni une valeur de 250 mg/m² à 10° Sud, région considérée comme oligotrophe, et de plus de 1 000 mg/m² dans la zone de la divergence équatoriale. BLACKBURN et al. (1970) et BLACKBURN et LAURS (1972) trouvent des valeurs très voisines (300 à 500 mg poids sec/m^2) pour le zooplancton – micronecton du Pacifique Tropical Est récolté avec un engin comparable. De même HIROTA (1985), utilisant un IKMT3 pieds, obtient une biomasse d'environ 400 mg poids sec/m² dans le Pacifique équatorial Est. Le mésozooplancton (0,2 à 5 mm) des campagnes PREFIL (Maré) représente une biomasse 4 fois plus élevée que le macroplancton-micronecton des mêmes campagnes : LE BORGNE (1985) indique des valeurs de 1 200 à $1 300 \text{ mg poids sec/m}^2$.

Enfin, il convient de garder en mémoire le fait que ces biomasses sont obtenues à partir d'un échantillonnage limité à une année, donc ne prenant pas en compte les variations interannuelles, liées aux phénomènes type El Niño ou «quasi-biannualoscillation » (QBO). Étudiant la variabilité de 3 369 mesures de chlorophylle de surface autour de la Nouvelle-Calédonie, DANDONNEAU et GOHIN (1984) indiquent que les anomalies mensuelles par rapport à la valeur standard atteignent 0,5 à 15° S et 1,11 à 29° S. ODATE (1985) a mis en évidence des variations à long terme des biomasses de zooplancton dans le Pacifique Nord-Ouest : valeurs faibles de 1951 à 1957, en augmentation de 1958 à 1966, fortes de 1967 à 1976, en diminution de 1976 à 1982, et depuis à nouveau en augmentation.

4.2. Répartition verticale de la biomasse

Le filet utilisé n'étant pas ouvrant-fermant, les indications fournies ci-après sont très grossières; en effet, les biomasses par tranche bathymétrique sont estimées par différence, procédé dont on connaît les insuffisances, liées à la forte variabilité des traits. On obtient néanmoins une image globale assez nette

C. ROGER

TABLEAU II

	Tranche bathymétrique	Nombre de prélèvements	Biomasse mg/1.000m ³	% de la biomasse totale
	0 - 90 m	8	86	1,9
J	90 - 330 m	6	156	9,2
0	330 - 370 m	б	545	5,4
U	370 - 500 m	4	473	15,2
R	500 ~ 650 m	4	1.770	65,5
	650 - 810 m	4	70	2,8
	810 - 980 m	4	ε	ε
	0 - 100 m	20	1.241	43,6
N	100 - 170 m	11	321	7,9
U	170 - 350 m	19	473	29,9
I	350 - 450 m	22	256	9,0
Т	450 ~ 550 m	17	273	9,6

Répartition verticale de la biomasse totale autour de Maré. Verlical distribution of biomass around Maré Isl. (estimated by differences between calches per level)



FIG. 7. — Répartition verticale moyenne de la biomasse totale (poids sec) de macroplancton-micronecton autour de Maré (campagnes PREFIL, ONDIMAR, VAUBAN;
129 stations). Mean vertical distribution of the biomass of macroplanktonmicronekton around Maré Island (PREFIL, ONDIMAR and VAUBAN cruises; 129 samples)

en ce qui concerne la biomasse totale; par contre, les données n'ont pas pu être analysées au niveau des différents taxa, l'imprécision due à la méthode de prélèvement devenant rédhibitoire sur des effectifs réduits.

Les échantillons UITOE ayant tous été prélevés à la même profondeur, ils ne peuvent être utilisés pour une étude de répartition verticale. Le matériel analysé provient donc des 129 stations réalisées autour de Maré en toutes saisons, soit : de nuit, 31 stations 0-100 m et 61 stations 0-400 m; de jour, 8 stations 0-100 m, 17 stations 0-400 m et 12 stations 0-800 m.

Les résultats, rassemblés dans le tableau II, sont exprimés en mg poids sec par 1 000 m³. La figure 7 schématise ces répartitions. On constate les principales caractéristiques suivantes :

Océanogr. trop. 21 (2): 153-165 (1986).

- de jour, à peine 10 % de la biomasse totale demeurent dans les 300 premiers mètres; les valeurs augmentent au-delà, avec un maximum aux environs de 600 mètres; la biomasse semble très faible au-delà de 700 m;

- de nuit, près de la moitié de la biomasse se concentre dans les 100 premiers mètres.

Compte tenu des objectifs du programme, qui incluent une quantification du recyclage des sels nutritifs remis à la disposition du phytoplancton par l'excrétion des animaux, il est important de savoir quelle fraction de la faune libère ses produits d'excrétion dans la couche euphotique, limitée aux 150 premiers mètres environ où le phytoplancton peut les utiliser immédiatement. Les résultats du tableau II permettent d'estimer qu'en moyenne sur 24 heures, 25 % de la biomasse du macroplanctonmicronecton occupent la couche 0-150 mètres. Cette valeur est quasiment identique à celle (23 %) trouvée pour les 100 premiers mètres de l'Atlantique Tropical (ROGER, 1982). Sachant que ces animaux migrateurs ont une nutrition, donc une excrétion, beaucoup plus intenses de nuit en subsurface que de jour en profondeur, c'est probablement plus de la moitié des sels nutritifs qu'ils excrètent qui sont libérés dans les 150 premiers mètres.

Il ne s'agit là que de tendances générales, résultant des comportements particuliers de chaque espèce, qui sont variables selon les conditions du milieu : DARO (1985) montre que chacune d'elles adapte son rythme nycthéméral aux conditions ambiantes, sans doute pour collecter l'énergie au moindre coût.

4.3. Composition faunistique

L'analyse devant être faite sur des échantillons représentatifs de l'ensemble de la faune, seuls ont été utilisés les résultats obtenus par les traits effectués de nuit jusqu'à une profondeur d'environ 400 mètres.

La contribution des différents taxa à la biomasse de macroplancton-micronecton est résumée dans le tableau III et par la figure 8. On constate que les crustacés et les poissons représentent chacun environ 40 % du total. Ce résultat demande à être pondéré par deux remarques. D'une part, il s'agit d'une moyenne annuelle pour l'ensemble de la zone. Or, certains groupes sont plus côtiers que d'autres, ou plus abondants à certaines saisons (voir 4.4. et 4.5.). D'autre part, les valeurs trouvées sont étroitement dépendantes de l'engin de prélèvement utilisé. Il s'agit ici, rappelons-le, de la faune capturée par un filet de diamètre de 160 cm en mailles 2 mm. Il est à peu près certain que l'utilisation d'un engin de plus grandes dimensions eût augmenté le pourcentage de poissons, et inversement.



FIG. 8. — Composition taxonomique moyenne du macroplancton-micronecton. Mean taxonomic composition of macroplankton-micronekton

4.4. Effet d'île et effet de côte

L'un des objectifs du programme PROCAL était de rechercher l'existence éventuelle d'une influence

TABLEAU III

Composition faunistique du macroplancton-micronecton exprimée en pourcentages de la biomasse totale (poids sec). Taxonomic composition of macroplankton-micronekton, expressed as per cent of the total biomass (dry weight)

Taxa	Maré (n = 61)	Uitoe (n = 52)	Moyenne pour la région (n = 113)
Caridés	5,0	8,1	6,5
Sergestidés	5,1	4,8	5,0
Pénéidés (<u>Gennadas</u>)	1,9	1,9	1,9
Euphausiacés	26,8	23,9	25,4
Autres crustacés (1)	3,6	3,3	3,4
TOTAL CRUSTACES	42,4	41,9	42,2
POISSONS (2)	36,3	41,5	38,9
ORGANISMES GELATINEUX (3)	7,0	9,5	8,2
DIVERS (4)	14,4	7,1	10,8
TOTAL	100	100	100

n ≈ nombre de prélèvements

(1) Amphipodes, larves de crustacés

(2) y compris larves de poissons et leptocéphales
 (3) Salpes, Siphonophores, Méduses, Hétéropodes,

(3) Salpes, Siphonophores, Méduses, Hétéropodes ...
 (4) Céphalopodes, Chaetognathes, Annélides, Ptéropodes thécosomes et

gymnosomes ..

de la proximité des côtes sur les valeurs de la production. Les biomasses étant, pour une catégorie d'organismes déterminée, c'est-à-dire pour un rapport P/B déterminé, liées à l'intensité de la production, leur répartition par rapport aux côtes a été analysée. On a, ici encore, utilisé les données des traits 0-400 m réalisés de nuit, c'est-à-dire ayant échantillonné l'ensemble de la faune.

4.4.1. BIOMASSES TOTALES DE MACROPLANCTON-MICRONECTON

Autour de l'île de Maré, les valeurs de biomasse sont les suivantes :

- à 30 milles des côtes (34 stations) : 323 mg/m² ($\sigma = 188$)
- à 7 milles des côtes (10 stations) : 333 mg/m² (σ = 120)
- -à 2 milles des côtes (10 stations) : 244 mg/m² (σ = 75).

Ce sont donc paradoxalement les stations côtières qui sont les plus pauvres; cependant les moyennes observées ne sont pas significativement différentes par le test U. Au large de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie (campagnes UITOE) on a obtenu :

- à 30 milles du récif (19 stations) : 286 mg/m² ($\sigma = 189$)
- à 10 milles du récif (18 stations) : 242 mg/m² ($\sigma = 126$)
- à 2 milles du récif (15 stations) : 463 mg/m² ($\sigma = 194$).

On observe donc ici un net enrichissement à proximité de la côte, et l'augmentation de biomasse est significative à 0,01 (test U). On notera cependant que l'influence de la côte ne se fait sentir que dans une frange limitée, puisqu'elle n'est pas détectée à 10 milles du récif.

4.4.2. GROUPES TAXONOMIQUES

Leur abondance en fonction de la distance à la côte a été étudiée là où un effet de côte a été mis en évidence au niveau des biomasses totales, à savoir par comparaison entre les points Y et Z des campagnes UITOE. Les résultats sont rapportés dans le tableau IV et schématisés par la figure 9.

TABLEAU IV

Biomasses des principaux groupes taxonomiques à 2 (Point Z) et 10 (Point Y) milles de la côte (campagnes UITOE); mg/m² (poids sec). Biomass of the main groups at 2 (Point Z) and 10 (Point Y) miles from the coast (UITOE cruises); mg dry weight/m²

	Point Y (n ≈ 18)	Point Z (n = 15)	Augmentati Y- %	on de la biomasse Z test U significatif à
Caridés	m = 19,9 $\sigma = 30,4$	m = 37,4 σ = 73,6	+ 88%	(non significatif) (1)
Sergestidés	$m \approx 8,2$ $\sigma = 9,5$	m = 21,9 $\sigma = 21,6$	+ 167%	0,01
Pénéidés (<u>Gennadas</u>)	$m = 6,4$ $\sigma = 6.4$	m = 6,8 σ = 6.3	+ 6%	(non significatif)
Euphausiacės	m = 58,0 σ = 20	m = 142 $\sigma = 125$	+ 145%	0,01
Poissons	m = 91,0 $\sigma = 72$	m = 160 σ = 108	+ 76%	0,01
Organismes gélatineux	m = 25,1 σ = 28,5	m = 54,8 σ = 56,8	+ 1187	0,01
Biomasse totale	$m = 242$ $\sigma = 126$	σ = 463 σ = 194	+ 91%	0,01

(1) Ceci est en partie dù à la très grande variabilité des tailles individuelles dans ce groupe : les individus adultes capturés pesaient de 4 à plus de 3000 mg (poids sec), d'où une forte variabilité des biomasses.



FIG. 9. — Effet de côte: biomasses (poids sec en mg/m²) à 2 (Point Z) et 10 (Point Y) milles de la côte (campagnes UITOE).
« Island Mass Effect »: biomass (mg dry weight/m²) at 2 (point Z) and 10 (point Y) miles from the coast (UITOE cruises)

On observe que l'augmentation de la biomasse du macroplancton-micronecton à proximité de la côte de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie se vérifie au niveau de chacun des principaux groupes taxonomiques, à l'exception des Pénéidés (non représentés sur la fig. 9). La situation particulière de ce dernier groupe peut être liée au fait que sa répartition bathymétrique est plus profonde que celle des autres (ROGER, 1982) et que par conséquent son abondance décroît plus vite lorsque le fond remonte (HOPKINS *et al.* 1981). Puisque l'augmentation de biomasse s'observe pour presque tous les groupes, la composition taxonomique varie peu en fonction de la distance à la côte.

4.4.3. Conclusions et remarques sur les effets d'iles et effets de côtes

L'analyse des données macroplancton-micronecton fournit une image assez nette :

— autour de Maré, île basse sans lagon ni plateau, où le drainage terrigène est faible ou nul, il n'a pas été observé d'augmentation des biomasses à proximité de la côte.

- au large de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie, grande île haute, entourée d'un lagon et d'une barrière de corail, la biomasse à 2 milles du récif est près de deux fois plus élevée qu'à 10 milles; cet enrichissement est statistiquement significatif et se vérifie pour presque tous les groupes taxonomiques.

Ces observations rejoignent les conclusions de LE BORGNE *et al.* (1985) relatives à la chlorophylle et au zooplancton des mêmes campagnes.

Tout d'abord constaté empiriquement par les pêcheurs, l'enrichissement des eaux à proximité des côtes a été étudié depuis longtemps (voir par exemple Dory et OGURI 1956). Trois causes principales sont généralement proposées :

- des perturbations mécaniques du milieu physique : upwellings côtiers, turbulences, amplification des ondes internes (SANDER 1973 et 1981, GILMARTIN et REVELANTE 1974).

— le drainage terrigène (Jones 1962, Ricard et Delesalle 1982, Dandonneau et Charpy 1985).

- la production benthique (Dory et Oguri, 1956).

Dans le cas de l'enrichissement constaté au large de la Nouvelle-Calédonie, il est probable que l'ensemble de ces facteurs intervient :

- les alizés de Sud-Est longeant toute la côte de la Giande Terre induisent des turbulences et des tourbillons, visibles sur les cartes « couleur de l'eau » établies d'après les données CZCS du satellite NIMBUS 7 (DUPOUY, com. per.), dans les relevés thermiques de surface obtenus par radiométrie aérienne (PETIT et al., 1980), et dans les données publiées par LE BORGNE et al. (1985).

— le drainage terrigène est important sur la Grande Terre (voir figure 10 : pluviosité moyenne annuelle supérieure à 1 mètre à Nouméa). — le lagon et la barrière récifale, dont la productivité benthique est élevée, exportent une partie de leur production vers le proche large (même si, en bilan global, le récif est plus un puits qu'une source) : on sait en particulier que la faune récifale et lagunaire constitue une fraction importante des contenus stomacaux des thons côtiers (GRANDPERRIN, 1975).

Nos observations sont, dans l'ensemble, en accord avec les conclusions de recherches récentes : BOURRET et al. (1979) n'avaient pu mettre en évidence aucun gradient permanent côte-large dans la répartition des biomasses de Zooplancton-micronecton autour de l'atoll de Mururoa (Tuamotu), île corallienne basse. Dans les Caraïbes (Puerto Rico), YOSHIOKA et al. (1985) n'observent pas non plus de relation nette entre les biomasses de zooplancton et les variations locales du milieu. DANDONNEAU et CHARPY (1985), en corrélant 8 500 mesures de chlorophylle de surface à la distance de l'île la plus proche dans le Pacifique tropical, constatent que les effets d'îles sont faiblement marqués et variables; la biomasse est généralement plus forte aux abords des îles hautes, en raison du drainage terrigène; par contre, elle peut diminuer à proximité des îles basses coralliennes en raison de la consommation exercée par le récif. Cependant, en ce qui concerne la Nouvelle-Calédonie, ces auteurs n'observent pas d'augmentation de la biomasse à proximité des côtes, et attribuent cette situation au fait que le lagon retient le drainage terrigène.

4.5. Variations saisonnières

Les paramètres hydroclimatiques dans la zone considérée subissent des fluctuations saisonnières notables, encore que très atténuées par rapport aux régions tempérées. La température de surface passe de 22-24 °C en fin d'hiver austral (septembre) à 26-28 °C en fin d'été austral (mars-avril) (fig. 4 et 5). La pluviosité (fig. 10), dont l'intensité détermine celle du drainage terrigène, se répartit en quatre « saisons » : grande saison humide (janvier-avril), petite saison sèche (mai), petite saison humide (juin), grande saison sèche (juillet-décembre). Enfin, les vents d'Est-Sud-Est (alizés notamment), qui soufflent en moyenne 60 % des jours de l'année et sont les principaux moteurs de la dérive superficielle, sont de 20 à 30 % plus fréquents en été qu'en hiver australs. Cependant, malgré cette alternance climatique, DESSIER et DONGUY (1985) n'ont pas observé de variations saisonnières significatives des biomasses de copépodes dans la zone 4-22° Sud.

Les fluctuations saisonnières des biomasses ont été étudiées à partir des prélèvements 0-400 m nuit, c'est-à-dire ayant échantillonné l'ensemble de la faune concernée, dans les deux situations où une fréquence approximativement mensuelle des récoltes a pu être assurée pendant une année :

- d'une part au point C, à 30 milles au large de l'île Maré (32 stations).

- d'autre part, sur les radiales UITOE récif-large au Sud-Ouest de la Grande Terre (52 stations). En ce qui concerne ces radiales, pour tenir compte du fait que les trois points n'ont pu être échantillonnés à chaque campagne en raison des conditions météorologiques, on a appliqué un coefficient correcteur de l'effet de côte : les récoltes réalisées au point Z ont été multipliées par 0,52, en proportion de l'enrichissement constaté à cette localité.

Les valeurs de biomasses observées (fig. 10) subissent des fluctuations significatives (test U) en fonction du temps, mais il est difficile de les relier chronologiquement aux variations de l'environnement.

A Maré, les plus fortes valeurs sont observées en décembre 1982, mais aucune prémisse d'enrichissement n'est décelable en novembre 1983 à la fin de la série de prélèvements. En dehors de ces valeurs fortes mais isolées, les biomasses moyennes en hiver austral (juillet-août) sont seulement 1,35 fois plus élevées qu'aux autres saisons.

Au Sud-Ouest de la Grande Terre (UITOE), l'image est plus nette (fig. 10). Les variations annuelles des biomasses de macroplancton-micronecton tracent une courbe bimodale, avec deux saisons riches (septembre-décembre et mars-avril) et deux saisons pauvres (janvier-février et juin-août). Le même schéma s'observe, en dépit de la variabilité des récoltes, pour les poissons et pour les crustacés, ce qui conforte la représentativité de la courbe des biomasses totales. Le rapport de la campagne la plus riche à la plus pauvre s'élève à 2,0.

4.6. Remarques sur les récoltes profondes réalisées de jour

En raison de l'enfoncement diurne des animaux, les traits effectués de jour doivent atteindre des profondeurs supérieures à ceux réalisés de nuit pour échantillonner la même faune. Cependant, c'est un fait d'expérience que les traits diurnes ne fournissent jamais les mêmes récoltes que les traits nocturnes, quantitativement ou qualitativement, quels que soient le filet utilisé et la profondeur atteinte (voir par exemple les variations jour/nuit des biomasses de zooplancton dans LE BORGNE *et al.* 1985). Ce phénomène n'est pas clairement expliqué. Il est probable que la détection visuelle du filet par les animaux, *a priori* meilleure de jour, intervient (WIEBE *et al.*, 1982), mais on s'explique mal qu'une différence soit encore observée à des profondeurs



FIG. 10. — Variations saisonnières des biomasses et des principaux paramètres de l'environnement. Seasonal variations of biomass and some environmental parameters

supérieures à 500 mètres, où la lumière du jour ne parvient pas, même en prenant en compte les phénomènes de bioluminescence suscités par le passage du filet.

Quoi qu'il en soit, cette situation est extrêmement

génante lorsqu'on doit réaliser une prospection rapide de type « survey », en quadrillant une région par des prélèvements fréquents.

Au cours des campagnes PREFIL 6 et 7, on a réalisé de jour des traits à profondeurs croissantes, jusqu'à obtenir des biomasses comparables à celles fournies par les traits nocturnes 0-400 m effectués au même endroit. Les résultats montrent que cet objectif est atteint lorsque les traits diurnes descendent jusqu'à 700 mètres au moins. Cependant, le pourcentage de poissons est significativement plus élevé dans les traits diurnes profonds, et celui des crustacés dans les traits nocturnes (tabl. V).

Cette différence de composition taxonomique montre bien que les traits de jour ne fournissent pas des résultats identiques à ceux de nuit, même en prospectant jusqu'à 1 000 m de profondeur. La convergence au niveau de la valeur totale des biomasses n'est qu'un artefact commode, permettant d'utiliser indifféremment les récoltes diurnes et nocturnes pour l'étude de la répartition géographique de la biomasse totale. En outre, il va sans dire que les profondeurs à atteindre sont à déterminer cas par cas, celles-ci variant, selon toute vraisemblance, selon la région, le filet utilisé, la faune étudiée...

5. CONCLUSIONS

Le macroplancton-micronecton dans les eaux entourant la Nouvelle-Calédonie représente environ 300 mg poids sec par mètre carré, dont 80 % sont constitués, à parts sensiblement égales, par les Poissons et les Crustacés; cette valeur définit la région comme « oligotrophe riche ». Il est possible que cette richesse relative trouve son explication dans la présence de très nombreuses îles, récifs et hauts fonds, qui perturbent la circulation océanique, exportent vers le large une partie de leur production et sont parfois à l'origine d'apports terrigènes.

La recherche des « effets d'îles », c'est-à-dire d'une augmentation significative des biomasses à proximité des côtes, a été menée d'une part autour de Maré, île corallienne basse sans lagon, d'autre part en réalisant pendant un an une radiale mensuelle perpendiculaire à la côte de la Grande Terre néocalédonienne, grande île haute entourée d'un lagon et d'une barrière récifale. Dans le premier cas, aucun enrichissement n'a été constaté. Dans le second cas, les biomasses étaient en moyenne deux fois plus fortes à 2 milles du récif qu'à 10 milles. A l'évidence, l'effet d'île existe donc dans certains cas, sans qu'il soit possible d'identifier le ou les facteurs en cause : par rapport à Maré, la Grande Terre est à la fois beaucoup plus vaste (donc a priori plus « perturbatrice » de la circulation), entourée d'un lagon et d'un récif très productifs qui exportent une partie de leur

C. ROGER

TABLEAU V

Biomasses totales et composition faunistique des récoltes nocturnes et diurnes profondes. Biomass and taxonomic composition of night-catches and deep day-catches

	NUIT 10 traits 0-400 m heure moyenne 22 h	JOUR 9 traits 0-700 à 1000 m heure moyenne 14 h
Caridés	4,2%	3,8%
Sergestidés	4,1%	2,9%
Pénéidés	1,1%	0,1%
Euphausiacés	38,1%	23,9%
TOTAL CRUSTACES	52,2%	34,4%
POISSONS	28,5%	46,4%
ORG. GELATINEUX	8,8%	9,5%
BIOMASSE TOTALE	204 mg/m ²	207 mg/m^2

production vers le proche large, et soumise à un drainage terrigène beaucoup plus important.

Dans le plan vertical, près de la moitié de la biomasse est concentrée dans les 100 premiers mètres pendant la nuit, alors que de jour seuls 10 % du total demeurent dans les 300 premiers mètres. La nutrition des animaux, donc leur excrétion, étant beaucoup plus intense de nuit en subsurface que de jour en profondeur, cela signifie qu'une fraction importante des sels nutritifs qu'ils recyclent est libérée dans la zone euphotique, où le phytoplancton peut immédiatement les réutiliser.

Enfin, la réalisation de prélèvements mensuels pendant une année a permis de mettre en évidence des variations saisonnières significatives des biomasses. Les courbes obtenues sont bimodales, mais sont chronologiquement décalées par rapport à celles des paramètres de l'environnement.

Remerciements

Je remercie l'équipage du N. O. VAUBAN ainsi que MM. GUILLERM et MOLL, qui ont assuré les prélèvements micronecton des campagnes ONDIMAR, UITOE et VAUBAN.

Manuscrit acceplé par le Comité de Rédaclion le 15 janvier 1987 et reçu au Secrétariat des Édilions le 20 mars 1987.

BIBLIOGRAPHIE

- BLACKBURN (M.) and LAURS (R. M.), 1972. Distribution of forage of Skipjack Tuna *(Euthynnus pelamis)* in the Eastern Tropical Pacific. NOAA Technical Report NMFS-SSRF 649, 16 pp.
- BLACKBURN (M.), OWEN (R. W.) and ZEITZSCHEL (B.), 1970. —Seasonal and areal changes in standing stocks of phytoplankton, zooplankton and micronekton in the Eastern Tropical Pacific. Mar. Biol. 7 (1): 14-31.
- BOURRET (P.), BINET (D.), HOFFSCHIR (C.), RIVATON (J.) et VELAYOUDON (H.), 1979. — Évaluation de l'* effet d'île » d'un atoll : plancton et micronecton au large de Mururoa (Tuamotu). Rapp. ORSTOM Nouméa : 124 pp. multigr.
- DANDONNEAU (Y.) and CHARPY (L.), 1985. An empirical approach to the Island Mass Effect in the South Tropical Pacific based on sea surface chlorophyll concentrations. *Deep-Sea Res.* 32 (6A) : 707-722.

- DANDONNEAU (Y.) and GOHIN (F.), 1984. Meridional and seasonal variations of the sea surface chlorophyll concentration in the South-Western Tropical Pacific (14-32°S., 160-175° E.). Deep-Sea Res. 31 (12A) : 1377-1393.
- DARO (M. H.), 1985. Feeding rhythms and vertical distribution of marine copepods. Bull. Mar. Sci. 37 (2): 487-497.
- DESSIER (A.) and DONGUY (J. R.), 1985. Planktonic copepods and environmental properties of the Eastern Equatorial Pacific : seasonal and spatial variations. Deep-Sea Res. 32 (9A) : 1117-1134.
- DOTY (M. S.) and OGURI (M.), 1956. The Island Mass effect. J. Cons., 22 : 33-37.
- GILMARTIN (M.) and REVELANTE (N.), 1974. The « Island Mass » effect on the phytoplankton and primary

production of the Hawaiian Islands. — J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 16: 181-204.

- GRANDPERRIN (R.), 1975. Structures trophiques aboutissant aux thons de longue-ligne dans le Pacifique sud-ouest tropical. Thèse Doctorat d'État, ORSTOM, 296 pp. multigr.
- HENIN (C.), GUILLERM (J. M.) et CHABERT (L.), 1984. Circulation superficielle autour de la Nouvelle-Calédonie. — Océanogr. Trop., 19 (2) : 113-126.
- HIROTA (J.), 1985. Patterns of spatiotemporal distributions of pelagic animal biomasses in the Northeastern Equatorial Pacific Ocean (Abstract). Bull. Mar. Sci. 37 (2): 766.
- HOPKINS (T. L.), 1968. Carbon and nitrogen content of fresh and preserved Nematoscellis difficilis, a euphausiid crustacean. J. Cons. 31 : 300-304.
- HOPKINS (T. L.), MILLIKEN (D. M.), BELL (L. M.), MC MICHAEL (E. J.), HEFFERNAN (J. J.) and CANO (R. V.), 1981.
 The landward distribution of oceanic plankton and micronekton over the west Florida continental shelf as related to their vertical distribution. J. Plankton Res., 3 (4) : 645-658.
- JONES (E. C.), 1962. Evidence of an Island effect upon the standing crop of zooplankton near the Marquesas Islands, Central Pacific. J. Cons., 27 : 223-231.
- KERAMBRUN (P.) et CHAMPALBERT (G.), 1979. Composition chimique élémentaire comparée de spécimens frais et formolés de Pontella mediterranea (Copépode Pontellidae). Rapp. P.V. Réun. CIESMM 25/26 (8) : 133-134.
- LE BORGNE (R.), 1986. Programme PROCAL III : Croisières PREFIL 3 à 10 (Zooplancton et Micronecton) du N.O. CORIOLIS — Croisières UITOE 1 à 12, MARE et ONDIMAR du N.O. VAUBAN. ORSTOM, Nouméa : 154 pp. multigr.
- LE BORGNE (R.), DANDONNEAU (Y.) et LEMASSON (L.), 1985. — The problem of the Island Mass effect on chlorophyll and zooplankton standing crops around Maré (Loyalty Islands) and New Caledonia. *Bull. Mar. Sci.* 37 (2): 450-459.
- LEMASSON (L.) et CREMOUX (J. L.), 1985. Programme PROCAL. I : Croisières PREFIL 1 à 10, N.O. CORIO-LIS. ORSTOM, Nouméa : 175 pp. multigr.

- ODATE (K.), 1985. Distribution and interannual variation of zooplankton in the open sea. *Bull. Mar. Sci.* 37 (2) : 722.
- OMORI (M.), 1965. A 160 cm opening-closing plankton net. I : Description of the gear — J. Ocean. Society Japan, 21 (5) : 212-218.
- PETIT (M.), MUYARD (J.) et MARSAC (F.), 1980. Radiométrie aérienne et prospection thonière — Rapport de synthèse provisoire — Nouvelle-Calédonie. ORSTOM Nouméa. 46 pp. multigr.
- RICARD (M.) et DELESALLE (B.), 1982. Approche d'un effet de masse insulaire en Polynésie Française : phytoplancton dans les eaux côtières de Tahiti. Oceanis 8 (4) : 309-318.
- ROGER (C.), 1974. Répartitions bathymétriques et migrations verticales des euphausiacés (crustacés) dans les zones de pêche au thon du Pacifique Sud tropical. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.* 12 (4) : 221-239.
- ROGER (C.), 1982. Macroplancton et micronecton de l'Atlantique tropical. I : Biomasses et composition taxonomique. Océanogr. Trop. 17 (1) : 85-96.
- SANDER (F.), 1973. Internal waves as causative mechanism of Island Mass effect. *Carribb. J. Sci.* 13: 179-182.
- SANDER (F.), 1981. A preliminary assessment of the main causative mechanisms of the Island Mass effect off Barbados. Mar. Biol. 64 : 199-205.
- SIEGEL (S.), 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. International Student Ed., Mc Graw Hill, 312 pp.
- WIEBE (P. H.), BOYD (S. H.), DAVIS (B. M.) and Cox (J. L.), 1982. — Avoidance of towed nets by the euphausiid Nematoscelis megalops. Fish Bull. 80 (1): 75-92.
- WILLIAMS (R.) and ROBINS (D. B.), 1982. Effects of preservation on wet weight, dry weight, Nitrogen and Carbon contents of Calanus helgolandicus. Mar. Biol. 71 (3): 271-281.
- YOSHIOKA (P. M.), OWEN (G. P.) and PESANTE (D.), 1985. — Spatial and temporal variations in Caribbean zooplankton near Puerto Rico — J. Plkt. Res. 7 (6): 733-752.