

Recherches sur la situation trophique d'un groupe d'organismes pélagiques (Euphausiacea). III. Potentiel alimentaire du groupe

C. Roger

Centre O.R.S.T.O.M.; Nouméa, New Caledonia

Abstract

Investigations on the Trophic Position of a Group of Pelagic Organisms (Euphausiacea). III. The Group as a Food Source

The position of a group of pelagic organisms among the food webs depends upon (1) its abundance in the biomass; (2) the factors allowing its utilization by predators; among these, the size distribution of animals and their bathymetric repartition appear to prevail. In the equatorial and south-tropical Pacific Ocean, euphausiids represent 8% of the total macroplanktonic and micronektonic biomass, i.e., approximately 13 g/1000 m³ wet weight (somewhat less in oligotrophic tropical zones, a little more in the richer equatorial belt); *Euphausia diomedae* accounts for more than 50% of this biomass. Individuals measuring 9 to 18 mm in total length (4 to 37 mg wet weight) constitute 84% of the whole biomass of the group; the importance of each species in terms of size groups is discussed. Depth distribution is examined at the specific level. By night, 75% of the biomass concentrates in the 0 to 160 m water layer (ca. 10 g/1000 m³ wet weight; main species *Euphausia diomedae*), 22% between 160 and 300 m (3 g/1000 m³ main species *Nematoscelis* spp.), and 3% (0.3 g/1000 m³) in deeper layers. During the day, the only species abundant at depths less than 400 m belong to the genera *Stylocheiron* and *Nematoscelis*; specimens smaller than 15 mm and 20 mg remain at depths shallower than 200 m, individuals between 15 and 22 mm (20 to 65 mg) appear around 200 to 400 m, and larger animals are restricted to depths below 400 m.

Introduction

L'analyse de la littérature qui concerne les rapports trophiques en milieu pélagique, amène à constater que le groupe des euphausiacés constitue une source de nourriture importante pour de très nombreux organismes, tant en raison de son abondance et de sa très vaste répartition, que de sa valeur nutritive (teneurs élevées en vitamines et protéines). Le cas extrême est celui de l'Antarctique, où *Euphausia superba*, se nourrissant directement sur le phytoplancton, représente l'aliment essentiel des baleines, des phoques, des pingouins, des oiseaux, et très probablement de la plus grande partie des poissons.

Dans l'océan Pacifique équatorial et tropical sud, la situation trophique des organismes pélagiques est encore très mal connue, et il est nécessaire de déterminer, pour les plus importants d'entre eux, les facteurs qualitatifs et quantitatifs de leur participation aux chaînes alimentaires: d'une part, l'importance

quantitative du groupe, c'est-à-dire la biomasse qu'il représente pour les prédateurs éventuels; d'autre part, les conditions dans lesquelles cette biomasse est disponible, notamment la forme sous laquelle elle se présente (taille individuelle des organismes) et sa répartition bathymétrique qui la rend accessible ou non aux diverses catégories de prédateurs.

Le présent article se propose de définir ces paramètres pour les euphausiacés du Pacifique équatorial et tropical sud.

Matériel et méthodes

Cette étude est basée sur le matériel récolté au cours de 89 stations de chalut pélagique Isaacs-Kidd de 10 pieds, effectuées entre 0° et 5° S sur 170° E (croisières «Cyclone» du N.O. «Coriolis»); les traits obliques atteignaient la profondeur de 1200 m, et étaient réalisés selon le processus décrit par Grandperrin et Michel (1970). Des données complémentaires, relatives aux distributions verticales, ont été empruntées à d'autres séries de prélèvements provenant du Pacifique équatorial entre 135° et 155° W (Roger, 1971 b).

Au laboratoire, les euphausiacés, déterminés au niveau de l'espèce, ont été séparés en groupes de tailles selon la technique décrite par Roger et Wauthy (1968); rappelons que ce procédé conduit à l'établis-

Tableau 1. Longueurs moyennes en mm (de la pointe du rostre à la pointe du telson) et poids humide moyen en mg des organismes dans les différents groupes de tailles

Groupes de tailles	Longueur totale moyenne (mm)	Poids humide moyen (mg)
0.7	8	2
0.9	10	7
1.2	13	16
1.6	17	31
2.0	20	54
2.5	23	84
3.0	29	140
3.5	35	310

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 32633, ex 1

Cote : B

ment de 8 groupes de tailles, dont la numérotation représente le diamètre thoracique des animaux, exprimé en millimètres. Les biomasses sont les poids humides obtenus après centrifugation à 56 g pendant 1 min (Grandperrin et Michel, 1969). Le Tableau 1 exprime la longueur totale moyenne en mm (de la pointe du rostre à la pointe du telson) et le poids humide moyen en mg des individus des différents groupes de tailles.

Résultats et discussion

Dans l'ensemble du matériel récolté, les euphausiacés constituent 7.7 % de la biomasse totale (organismes gélatineux exceptés), qui se répartit pour le reste entre les poissons micronectoniques (55 %), les autres groupes de crustacés (22 %) et les taxa divers (15 %); ces évaluations sont très proches de celles proposées par les auteurs ayant travaillé dans ces régions (King et Demond, 1953; Blackburn, 1968). En valeur absolue, on peut estimer que, dans le Pacifique équatorial ouest (170° E), la biomasse totale des euphausiacés est de l'ordre de 13 g par 1000 m³ (poids humide) (Tableau 2); elle est moins forte dans les régions tropicales oligotrophes, et au contraire plus élevée dans les parties centrale et est de la riche ceinture équatoriale (Roger, 1971 a).

Cette importance quantitative globale ne définit toutefois qu'insuffisamment le potentiel alimentaire

que représente le groupe vis-à-vis de ses prédateurs. Il est nécessaire de préciser la répartition de cette biomasse dans les différents groupes de tailles d'organismes d'une part, et sa distribution bathymétrique d'autre part.

Le Tableau 2, dont les données sont schématisées sur la Fig. 1, indique, par espèce et par groupe de

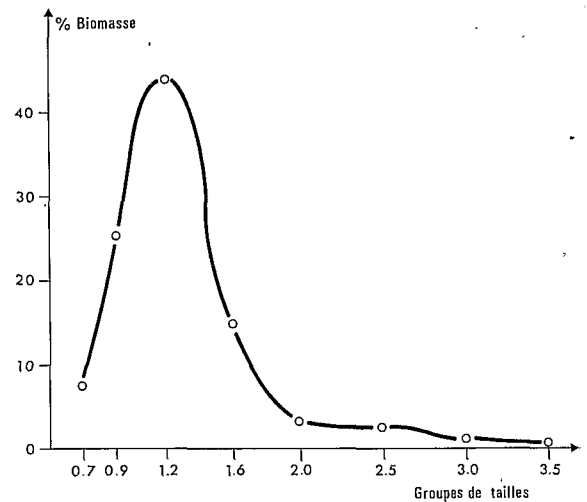


Fig. 1. Distribution en tailles de la biomasse des euphausiacés

Tableau 2. Biomasses estimées, en mg par 1000 m³ (poids humide)

Espèces	Groupes de tailles								Total (mg)	% Biomasse totale ^a
	3.5	3.0	2.5	2.0	1.6	1.2	0.9	0.7		
<i>Thysanopoda cristata</i>	32	3	4	1	—	—	—	—	40	0.3
<i>Thysanopoda tricuspadata</i>	1	24	138	110	63	29	11	3	379	2.9
<i>Thysanopoda orientalis</i>	17	25	25	12	20	13	2	—	114	0.9
<i>Thysanopoda monacantha</i>	24	39	19	12	16	10	2	—	122	0.9
<i>Thysanopoda pectinata</i>	21	13	11	11	10	5	—	—	71	0.5
<i>Thysanopoda aequalis</i>	—	1	29	109	190	100	23	1	453	3.5
<i>Stylocheiron carinatum</i>	—	—	—	—	—	—	17	23	40	0.3
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	—	—	1	9	69	104	29	6	218	1.7
<i>Stylocheiron maximum</i>	12	28	36	27	19	10	3	—	135	1.0
<i>Stylocheiron elongatum</i>	—	—	—	—	—	13	37	1	51	0.4
<i>Stylocheiron affine</i>	—	—	—	—	—	—	37	57	94	0.7
<i>Stylocheiron longicorne</i>	—	—	—	—	3	29	49	11	92	0.7
<i>Euphausia diomedae</i>	—	—	—	19	914	3504	2086	320	6843	52.9
<i>Euphausia paragibba</i>	—	—	—	—	63	416	74	11	564	4.4
<i>Euphausia tenera</i>	—	—	—	—	—	—	271	543	814	6.3
<i>Nematoscelis tenella</i>	—	—	1	13	280	736	200	11	1241	9.6
<i>Nematoscelis microps</i>	—	—	8	60	175	256	254	40	793	6.1
<i>Nematoscelis gracilis</i>	—	—	—	1	27	400	174	—	602	4.7
<i>Nematobrachion seaspinosus</i>	5	3	1	—	1	1	—	—	11	0.1
<i>Nematobrachion boopis</i>	2	12	41	43	53	48	11	1	211	1.6
<i>Bentheuphausia amblyops</i>	4	10	8	6	10	5	2	—	45	0.3
Total	118	158	322	433	1913	5679	3282	1028	12933	—
% Biomasse totale ^b	0.9	1.2	2.5	3.3	14.8	43.8	25.4	7.9	—	—

^a Pourcentage de la biomasse totale représenté par chaque espèce.

^b Pourcentage de la biomasse totale représenté par chaque groupe de tailles.

Tableau 3. Importance des espèces dans les différents groupes de tailles (% en biomasse.) Les valeurs constituant plus de 80 % de la biomasse totale de chaque espèce figurent en italique

Espèces	Groupes de tailles							
	3.5	3.0	2.5	2.0	1.6	1.2	0.9	0.7
<i>Thysanopoda cristata</i>	27.1	1.9	0.1	—	—	—	—	—
<i>Thysanopoda pectinata</i>	17.8	8.2	3.4	2.5	0.5	0.1	—	—
<i>Nematobranchion sexspinosus</i>	4.2	1.9	0.1	—	—	—	—	—
<i>Thysanopoda monacantha</i>	20.3	24.7	5.9	2.8	0.8	0.2	0.1	—
<i>Thysanopoda orientalis</i>	14.4	15.8	7.8	2.8	1.0	0.2	0.1	—
<i>Stylocheiron maximum</i>	10.2	17.7	11.2	6.2	1.0	0.2	0.1	—
<i>Bentheuphausia amblyops</i>	3.4	6.3	2.5	1.4	0.5	0.1	0.1	—
<i>Nematobranchion boopis</i>	1.7	7.6	12.7	9.9	2.8	0.8	0.3	0.1
<i>Thysanopoda tricuspидata</i>	0.8	15.2	42.9	25.4	3.3	0.5	0.3	0.3
<i>Thysanopoda aequalis</i>	—	0.6	9.0	25.2	9.9	1.8	0.7	0.1
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	—	—	0.1	2.1	3.6	1.8	0.9	0.6
<i>Nematoscelis microps</i>	—	—	2.5	13.8	9.1	4.5	7.7	3.9
<i>Nematoscelis tenella</i>	—	—	0.1	3.0	14.6	13.0	6.1	1.1
<i>Euphausia paragibba</i>	—	—	—	—	3.3	7.3	2.3	1.1
<i>Nematoscelis gracilis</i>	—	—	—	—	1.4	7.0	5.3	—
<i>Euphausia diomedae</i>	—	—	0.1	4.4	47.8	61.7	63.6	31.1
<i>Stylocheiron elongatum</i>	—	—	—	—	—	0.2	1.1	0.1
<i>Stylocheiron longicorne</i>	—	—	—	—	0.2	0.5	1.5	1.1
<i>Stylocheiron carinatum</i>	—	—	—	—	—	—	0.5	2.2
<i>Stylocheiron affine</i>	—	—	—	—	—	—	1.1	5.5
<i>Euphausia tenera</i>	—	—	—	—	—	—	8.3	52.8

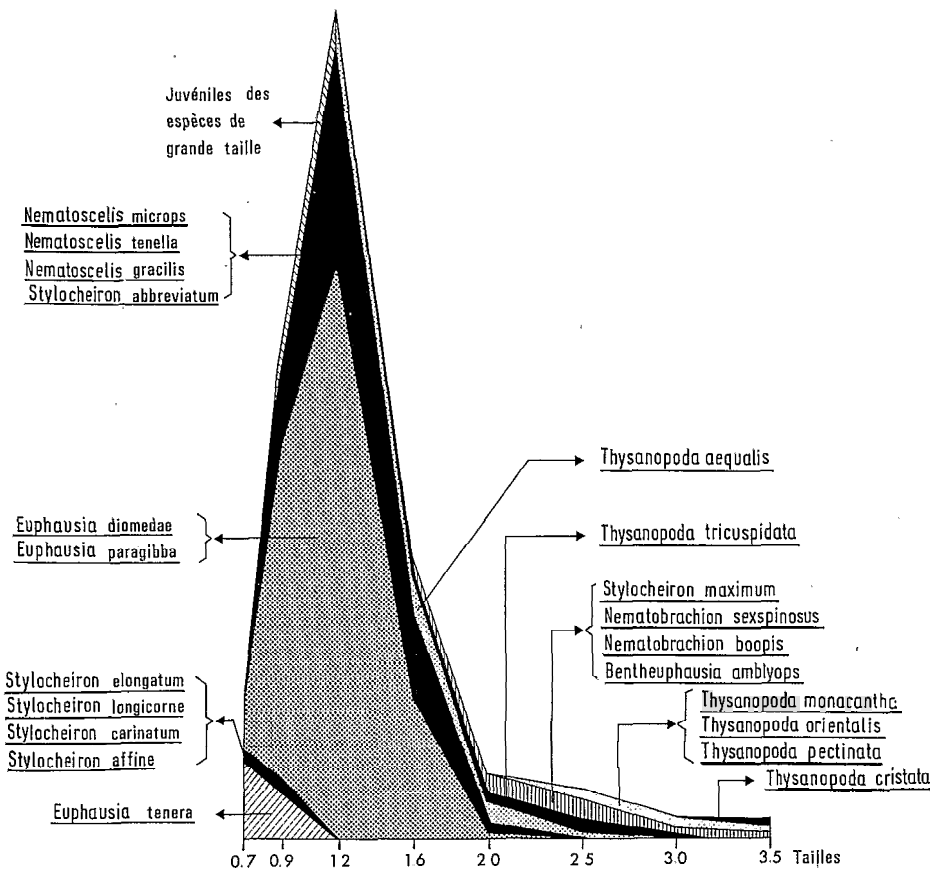


Fig. 2. Importances relatives des espèces en biomasse, dans les différents groupes de tailles

Tableau 4. Répartition nocturne des biomasses, par espèce et par groupe de tailles, aux différentes profondeurs (en mg par 1000 m³, poids humide). Les nombres en italique représentent les pourcentages des biomasses de chaque couche par rapport à la biomasse totale des euphausiacés

Espèces	Répartition verticale ^a	Groupes de tailles								Total (mg)	(%)
		3.5	3.0	2.5	2.0	1.6	1.2	0.9	0.7		
Couche 0 à 160 m											
<i>Euphausia diomedae</i>	100	—	—	—	19	914	3504	2086	320	6843	71.0
<i>Euphausia paragibba</i>	100	—	—	—	—	63	416	74	11	564	5.8
<i>Euphausia tenera</i>	100	—	—	—	—	—	—	271	543	814	8.4
<i>Thysanopoda tricuspidata</i>	100	1	24	138	110	63	29	11	3	379	3.9
<i>Thysanopoda aequalis</i>	100	—	1	29	109	190	100	23	1	453	4.7
<i>Stylocheiron carinatum</i>	100	—	—	—	—	—	—	17	23	40	0.4
<i>Stylocheiron affine</i>	70	—	—	—	—	—	—	26	40	66	0.7
<i>Nematoscelis microps</i>	40	—	—	3	24	70	102	102	16	317	3.3
<i>Thysanopoda monacantha</i>	25	6	10	5	3	4	3	—	—	31	0.3
<i>Thysanopoda pectinata</i>	25	5	3	3	3	2	1	—	—	17	0.2
<i>Thysanopoda orientalis</i>	25	4	6	6	3	5	3	—	—	27	0.3
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	15	—	—	—	1	10	15	4	1	31	0.3
<i>Nematoscelis gracilis</i>	10	—	—	—	—	3	40	17	—	60	0.6
Total (mg)		16	44	184	272	1324	4213	2631	958	9642	75
(%)		0.2	0.5	1.9	2.8	13.7	43.7	27.3	9.9	—	—
Couche 160 à 300 m											
<i>Stylocheiron affine</i>	30	—	—	—	—	—	—	11	17	28	1.0
<i>Nematoscelis microps</i>	60	—	—	5	36	105	154	153	24	477	16.3
<i>Thysanopoda monacantha</i>	75	18	29	14	9	12	8	1	—	91	3.1
<i>Thysanopoda pectinata</i>	75	16	10	8	8	8	4	—	—	54	1.8
<i>Thysanopoda orientalis</i>	75	13	19	19	9	15	10	1	—	86	2.9
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	85	—	—	1	8	59	88	25	5	186	6.3
<i>Nematoscelis gracilis</i>	90	—	—	—	1	24	360	157	—	542	18.5
<i>Stylocheiron longicorne</i>	100	—	—	—	—	3	29	49	11	92	3.1
<i>Stylocheiron maximum</i>	100	12	28	30	27	19	10	3	—	135	4.6
<i>Nematoscelis tenella</i>	100	—	—	1	13	280	736	200	11	1241	42.3
Total (mg)		59	86	84	111	525	1399	600	68	2932	23
(%)		2.0	2.9	2.9	3.8	17.9	47.7	20.5	2.3	—	—
Couche 300 à 800 m											
<i>Stylocheiron elongatum</i>	100	—	—	—	—	—	13	37	1	51	14.7
<i>Thysanopoda cristata</i>	100	32	3	4	1	—	—	—	—	40	11.5
<i>Nematobrachion boopis</i>	100	2	12	41	43	53	48	11	1	211	60.8
<i>Bentheuphausia amblyops</i>	100	4	10	8	6	10	5	2	—	45	13.0
Total (mg)		38	25	53	50	63	66	50	2	347	2.7
(%)		11.0	7.2	15.3	14.4	18.2	19.0	14.4	0.6	—	—

^a Pourcentage de la population de chaque espèce se trouvant, de nuit, dans la couche considérée.

tailles, les biomasses estimées en mg par 1000 m³. On note que *Euphausia diomedae* fournit à lui seul plus de la moitié de la biomasse totale. En ce qui concerne la distribution en tailles, on observe que 43.9% de la biomasse des euphausiacés se compose d'animaux appartenant au groupe de tailles 1.2 (13 mm, 16 mg), 25.4% au groupe de tailles 0.9 (10 mm, 7 mg) et 14.8% au groupe de tailles 1.6 (17 mm, 31 mg). Au total, les euphausiacés mesurant entre 9 et 18 mm et pesant entre 4 et 37 mg représentent 84% de la biomasse du groupe dans ces régions.

Pour déterminer l'importance des diverses espèces vis-à-vis de tel prédateur sélectionnant telle ou telle taille de proies, on a estimé la part de chacune d'elles en biomasse dans les différents groupes de tailles (Tableau 3; Fig. 2). On constate que, suivant la taille considérée, un petit nombre d'espèces, de l'ordre de 5, fournit la plus grande partie de la biomasse totale. Par ailleurs, on observe l'existence de deux groupements bien individualisés: d'une part, tout le genre *Thysanopoda*, plus *Stylocheiron maximum*, *Nematobrachion boopis* et *Bentheuphausia amblyops*, qui do-

minent dans les grandes tailles jusqu'au groupe 2.0. Dans les petites tailles à partir du groupe 1.6, on note au contraire la prépondérance des genres *Euphausia*, *Nematoscelis* et *Stylocheiron* (sauf *S. maximum*).

Outre l'abondance du groupe et la répartition en taille de ses composants, un troisième facteur conditionne son rôle trophique: sa distribution dans le plan bathymétrique. Il est évident en effet que l'établissement de rapports prédateur — proie entre deux organismes déterminés n'est possible que s'ils partagent le même biotope aux heures où le prédateur s'alimente. En ce qui concerne les euphausiacés, Ponomareva (1963) remarque notamment que les espèces migratrices échappent en grande partie à leurs prédateurs éventuels les plus actifs; les grands poissons planctonophages semblent détecter visuellement leurs proies, de sorte qu'ils ne chassent ni en profondeur, ni pendant la nuit. Ainsi, de nombreuses espèces n'ont à supporter que la prédation beaucoup plus légère des poissons méso-et bathypélagiques. Il apparaît donc comme certain que le rôle trophique des espèces dépend fondamentalement de leur répartition bathymétrique.

Une grande partie de la population des euphausiacés étant représentée par des espèces migratrices, on doit décrire séparément les situations diurne et nocturne.

De nuit, en utilisant les résultats des études de distribution verticale (Roger, 1971 b), on peut estimer, pour les différentes couches bathymétriques, les espèces disponibles, la biomasse qu'elles représentent, et leur répartition en tailles. Le Tableau 4 fournit l'ensemble de ces données; on constate les faits suivants. La couche 0 à 160 m, qui inclut la couche iso-

therme et la plus grande partie de la thermocline, rassemble 75% de la biomasse totale des euphausiacés, soit près de 10 g par 1000 m³; *Euphausia diomedae* fournit plus des deux tiers de cette biomasse, les autres espèces importantes étant *Euphausia paragibba*, *E. tenera*, *Thysanopoda tricuspидata* et *T. aequalis*; près

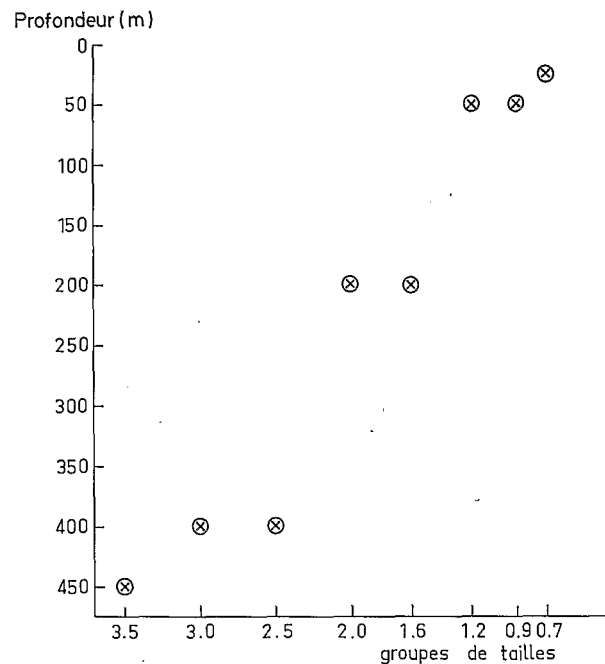


Fig. 3. Limites supérieures diurnes de présence des groupes de tailles

Tableau 5. Répartition bathymétrique diurne des espèces

Profondeur (m)	0—200	200—400	Plus de 400
Espèces abondantes	<i>Stylocheiron carinatum</i> <i>Stylocheiron suhmi</i> <i>Stylocheiron microphthalmum</i> <i>Stylocheiron abbreviatum</i>	<i>Stylocheiron abbreviatum</i> <i>Stylocheiron maximum</i> <i>Stylocheiron longicorne</i> <i>Stylocheiron affine</i> <i>Nematoscelis microps</i> <i>Nematoscelis tenella</i>	<i>Thysanopoda tricuspидata</i> <i>Euphausia diomedae</i> <i>Nematobranchion flexipes</i> <i>Euphausia tenera</i> <i>Thysanopoda monacantha</i> <i>Nematobranchion boopis</i> <i>Nematobranchion sexspinosus</i> <i>Stylocheiron elongatum</i> <i>Thysanopoda aequalis</i> <i>Euphausia paragibba</i> <i>Thysanopoda obtusifrons</i> <i>Thysanopoda pectinata</i> <i>Thysanopoda cristata</i> <i>Nematoscelis gracilis</i> <i>Bentheuphausia amblyops</i>
Espèces présentes sporadiquement	<i>Stylocheiron maximum</i> <i>Thysanopoda tricuspидata</i> <i>Euphausia tenera</i> <i>Euphausia diomedae</i>	<i>Thysanopoda tricuspидata</i> <i>Euphausia diomedae</i> <i>Euphausia tenera</i> <i>Thysanopoda monacantha</i> <i>Nematobranchion flexipes</i>	—

de 95 % des organismes sont de petite taille (longueur 6 à 18 mm, poids humide inférieur à 37 mg). Entre 160 et 300 m, on trouve, de nuit, 22 % de la biomasse des euphausiacés soit environ 3 g par 1000 m³, dont près de 80 % sont dûs aux trois espèces du genre *Nematoscelis*; la répartition en tailles est peu différente de celle de la couche 0 à 160 m; on note cependant un léger déplacement vers les grandes tailles. Enfin, en dessous de 300 m, la population nocturne d'euphausiacés, très clairsemée, s'élève à environ 0.35 g par 1000 m³; les individus sont de taille plus importante que dans les couches superficielles.

De jour, la situation est totalement différente. Pour l'ensemble des euphausiacés, on observe une stratification en tailles très marquée (Fig. 3): les animaux de petite taille (longueur inférieure à 15 mm, poids humide inférieur à 20 mg) se rencontrent dès les 50 premiers mètres; à partir de 200 m, apparaissent les organismes de 15 à 22 mm, pesant de 20 à 65 mg; enfin, les plus gros individus se situent au-delà de 400 m. Au niveau spécifique, le Tableau 5 indique quelles espèces sont disponibles aux différentes immersions; on constate que seules les espèces des genres *Stylocheiron* et *Nematoscelis* sont abondantes de jour dans les 400 premiers mètres, c'est-à-dire dans la zone de chasse des principaux poissons épipelagiques.

On notera enfin que la nature de la distribution spatiale des organismes influe sur leur disponibilité pour les prédateurs: les auteurs considèrent en général que les espèces formant des essaims sont plus aisément et plus intensément exploitées que celles dont la répartition est plus homogène. Dans le Pacifique équatorial et sud-tropical, 5 espèces d'euphausiacés forment, dans certains cas, des essaims importants (Roger, 1971a): *Euphausia diomedae*, *E. fallax*, *E. eximia*, *Thysanopoda tricuspudata* et *Stylocheiron abbreviatum*.

Résumé

1. Le rôle d'un groupe d'organismes pélagiques dans l'économie d'un milieu se définit, d'une part, par la biomasse qu'il représente, d'autre part en fonction des paramètres qui conditionnent son utilisation par les prédateurs; ces paramètres sont essentiellement la distribution en tailles des organismes et leur répartition dans le plan bathymétrique. Le présent article établit, dans cette optique, la situation des euphausiacés du Pacifique équatorial et sud-tropical.

2. Les euphausiacés représentent dans ces régions 8 % de la biomasse macroplanctonique et micronectonique totale (organismes gélatineux exceptés) soit environ 13 g (poids humide) par 1000 m³ d'eau (da-

vantage dans les parties centrale et est de la zone équatoriale, sensiblement moins dans les zones tropicales oligotrophes). *Euphausia diomedae* est responsable de plus de la moitié de cette biomasse.

3. Les individus mesurant entre 9 et 18 mm de longueur totale, et pesant entre 4 et 37 mg (poids humide) constituent 84 % de la biomasse du groupe. L'importance de chaque espèce dans les différents groupes de tailles est précisée.

4. La répartition de cette biomasse dans le plan vertical est étudiée, de jour et de nuit, au niveau des espèces. De nuit, 75 % de la biomasse (10 g par 1000 m³) se situent entre 0 et 160 m (espèce dominante: *E. diomedae*), 22 % (3 g/1000 m³) entre 160 et 300 m (espèces dominantes: *Nematoscelis* spp.) et 3 % (0.3 g/1000 m³) au-delà de 300 m. De jour, seules les espèces des genres *Stylocheiron* et *Nematoscelis* sont abondantes dans les 400 premiers mètres; en tailles, on constate que seuls les plus petits organismes (moins de 15 mm et 20 mg) demeurent entre 0 et 200 m, ceux de 15 à 22 mm et 20 à 65 mg apparaissent à partir de 200 m, et les plus gros individus ne se rencontrent qu'à plus de 400 m.

Littérature citée

- Blackburn, M.: Micronekton of the Eastern Tropical Pacific Ocean: family composition, distribution, abundance and relation to tuna. Fish. Bull. U.S. 67, 71—115 (1968).
- Grandperrin, R. et A. Michel: Evaluation des poids humides de micronekton après centrifugation. Mar. Biol. 4, 139—142 (1969).
- — Emploi du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds dans les eaux équatoriales du Pacifique. Mar. Biol. 7, 273—284 (1970).
- King, J. E. and J. Demond: Zooplankton abundance in the Central Pacific. Fish. Bull. U.S. 54 (82), 111—144 (1953).
- Ponomareva, L. A.: Euphausiids of the North Pacific, their distribution and ecology. Trudy Inst. Okeanol. [Transl. 1966 by Israel Program for Scientific Translations, IPST Cat. No. 1368] 1—154 (1963).
- Roger, C.: Les euphausiacés du Pacifique équatorial et sud-tropical: zoogéographie, écologie, biologie et situation trophique. Thèse de Doctorat d'Etat, 331 pp. (multigr.) 1971 a.
- Distribution verticale des euphausiacés (crustacés) dans les courants équatoriaux de l'Océan Pacifique. Mar. Biol. 10, 134—144 (1971 b).
- et B. Wauthy: Sur une technique de détermination de groupes de tailles applicable à l'étude de certains organismes planctoniques. J. Cons. perm. int. Explor. Mer 32, 216—225 (1968).

Author's address: Dr. C. Roger
O.R.S.T.O.M.
B.F. A 5
Nouméa
New Caledonia