



HAL
open science

VALEUR ÉNERGÉTIQUE DE L'ÉCHELON SECONDAIRE PÉLAGIQUE DANS DIFFÉRENTES AIRES MARINES

Claude Razouls, Suzanne Razouls

► **To cite this version:**

Claude Razouls, Suzanne Razouls. VALEUR ÉNERGÉTIQUE DE L'ÉCHELON SECONDAIRE PÉLAGIQUE DANS DIFFÉRENTES AIRES MARINES. Vie et Milieu , 1978, pp.39-50. hal-02998241

HAL Id: hal-02998241

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02998241v1>

Submitted on 10 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VALEUR ÉNERGÉTIQUE DE L'ÉCHELON SECONDAIRE PÉLAGIQUE DANS DIFFÉRENTES AIRES MARINES

par Claude RAZOULS et Suzanne RAZOULS
Laboratoire Arago, 66650 Banyuls-sur-mer, France

ABSTRACT

Dry weights of the whole mesoplankton, collected at two steady stations — a coastal one and a neritic one — during an annual cycle, are compared with biomasses obtained from other marine areas of the Mediterranean Sea and Atlantic Ocean.

Caloric values are directly measured on the same samples of mesoplankton. The samples are analysed, taking the depth of sampling and the time (day or night) into account.

The data on biomasses and caloric values provide indications on the potential trophic level of waters and allow one to characterize the different marine areas.

Le mésoplancton, catégorie dimensionnelle d'organismes dont la taille est comprise entre 0,200 mm et 2 mm — représenté essentiellement par les Copépodes — constitue un des termes de passage essentiel entre le phytoplancton et les organismes nectoniques. Si le calcul de la production est difficile à obtenir, et bien que cet aspect dynamique soit de loin le plus intéressant, la connaissance de la biomasse, de son étendue et de ses fluctuations dans le temps fournissent une estimation de la richesse nutritive potentielle d'une masse d'eau. La détermination de la biomasse peut permettre également de calculer la fraction de l'échelon primaire nécessaire à sa maintenance et à son augmentation.

En raison de la grande diversité taxinomique et de la complexité trophique du mésoplancton, divers auteurs ont cherché à raisonner toutes espèces confondues, à partir des valeurs de biomasses correspondant à des classes dimensionnelles (PETIPA, et coll., 1970) ou des types de nutrition (HIROTA et coll., 1976). BLACKBURN (1966) établit un modèle de production à partir des biomasses des trois niveaux trophiques, leur rapport étant supposé dans un état stable. S'il n'est pas possible d'après MULLIN (1969) de déduire la production de la connaissance des divers niveaux trophiques et de traiter le zooplancton total comme une simple entité, les valeurs des biomasses apportent néanmoins des informations sur la quantité de nourriture disponible dans l'étendue de l'écosystème et sur la stabilité du maillon secondaire, bien que cette quantité dépende plus de la production que de la biomasse elle-même. La mesure directe de son contenu énergétique peut en préciser la qualité nutritionnelle et servir d'indice ou de constante écologique, comme le suggèrent SLOBODKIN et coll. (1961).

Nous avons entrepris depuis plusieurs années des prélèvements systématiques de zooplancton par traits verticaux dans différentes aires marines présentant des structures hydrobiologiques particulières. La variabilité des mesures de biomasses dans l'espace et dans le temps a été plus particulièrement envisagée. Seules seront exposées ici, les données de valeurs calorifiques, en liaison avec les poids de matière sèche.

TABLEAU I
Caractéristiques des zones prospectées.

Lieu géographique	Dates	Profondeurs des prélèvements	Références
<i>Méditerranée occidentale</i>			
Campagne Mediproduct I			
— secteur Centre-Ouest	1 - 14 mars	200 - 0 m 500 - 200 m	MINAS, 1971 RAZOULS et THIRIOT, 1972-73
— radiale Nice-Calvi	"	"	"
— secteur Centre-Ouest	4 - 16 avril	"	"
Golfe du Lion (Banyuls-sur-Mer)	novembre à mai	50 - 0 m (Pt B) 85 - 0 m (Pt C)	JACQUES et coll., 1969
<i>Atlantique sub-tropicale</i>			
Campagne «Guidôme»	20 septembre	20 (30) - 0 m	COSTE, 1977
Iles du Cap Vert	11 octobre	60 - 0 m 200 - 0 m 600 - 0 m	

Les caractéristiques des secteurs prospectés au cours de plusieurs campagnes océanographiques et à des points de référence suivis dans le temps, sont portées sur le tableau I.

MÉTHODES

Les prélèvements ont été réalisés au filet WP₂ (0,200 mm de vide de maille) par traits verticaux. Les profondeurs de pêches sont mentionnées dans le texte.

Les valeurs de biomasses obtenues sont exprimées en mg de matière sèche par mètre carré. Les éléments macroplanctoniques sont retirés, le mésoplancton est filtré sur une soie de maillage identique à celle du filet, puis placé dans un sac en plastique taré et conservé par congélation. Les poids secs sont déterminés par pesée après dessiccation à l'étuve (65°).

Les valeurs calorifiques sont obtenues par combustion de fragments de quelques mg de plancton sec dans une microbombe Phillipson (PHILLIPSON, 1964). Le contenu énergétique est exprimé en calories par unité de poids sec sans résidus, ou poids net (P_n). Le poids des résidus non brûlés lors de la combustion dans la microbombe est assimilé au poids des éléments inorganiques de l'échantillon.

RÉSULTATS

I. CYCLE ANNUEL DANS LA PROVINCE NÉRITIQUE MÉDITERRANÉENNE (Golfe du Lion).

L'évolution annuelle des poids secs du mésoplancton a été étudiée à Banyuls pendant les années 1965 à 1968 (RAZOULS, 1974, 1975). Les valeurs de la biomasse se situent entre 300 et 1670 mg/m² au point côtier (point B) et 250 et 2440 mg/m² au point du large (point C). Toutefois l'amplitude des variations à l'intérieur d'un mois apparaît supérieure aux différences entre mois. Il a été vérifié par ailleurs, que les résultats obtenus pour différents points révèlent une hétérogénéité spatiale peu marquée, de l'ordre de 20 %. Les échantillons de mésoplancton récoltés de novembre 1975 à mai 1976, montrent une évolution de leur biomasse, similaire à celle des années précédentes : les valeurs moyennes sont de 944 mg/m² au point B et de 827 mg/m² au point C.

Un milligramme de mésoplancton sec équivaut en moyenne à 4,63 calories au point B et à 4,89 calories au point C. Cette légère différence entre les deux points est constante, à l'exception des

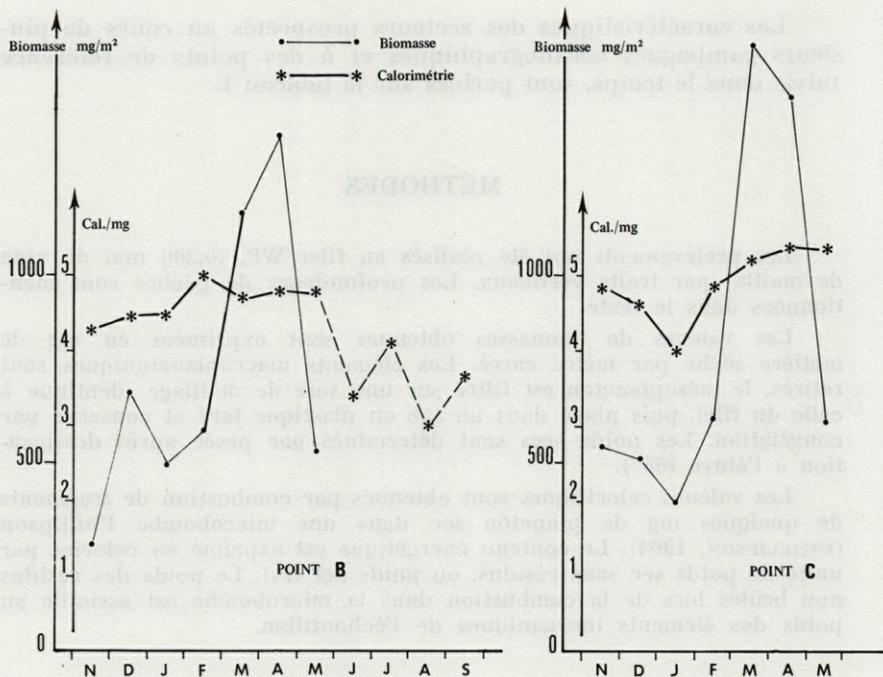


FIG. 1. — Variations saisonnières de la biomasse (poids secs) et de la valeur calorifique du mésoplancton, dans une zone néritique du Golfe du Lion (Banyuls-sur-Mer).

mois de janvier et février. Cette augmentation pourrait être due à des organismes d'eaux profondes, — le point C correspond à des fonds de 85 mètres — qui sont plus riches en lipides (Fig. 1).

La quantité de matière incombustible ou de résidus inorganiques, représente environ 18 % du poids sec pour les deux stations. L'ensemble des valeurs calorifiques trouvées (inférieures ou égales à 5) correspond à un plancton renfermant peu de réserves lipidiques et se rapproche des teneurs en calories signalées pour les adultes des deux espèces de Copépodes dominantes à Banyuls (C. RAZOULS et coll., 1976).

II. VALEURS CALORIFIQUES DANS UNE PROVINCE OCÉANIQUE MÉDITERRANÉENNE.

La campagne Mediproduct I avait pour but l'étude de la production organique en Méditerranée nord-occidentale, au moment du développement du phytoplancton printanier (MINAS, 1971).

Au cours de la première partie de la campagne, l'hétérogénéité spatiale de la biomasse, exprimée en pourcentage de la valeur moyenne des poids secs, atteignait $\pm 22\%$ pour les pêches nocturnes et $\pm 36\%$ pour les pêches diurnes. Il n'a pas été possible de mettre en évidence de corrélation entre la structure hydrobiologique — notamment la teneur en chlorophylle, ou l'abondance du phytoplancton — et la répartition des poids secs du mésoplancton. Seul le secteur Nice-Calvi, homogène sur toute son étendue, a fourni des valeurs de poids sec légèrement supérieures à celles de la partie occidentale (RAZOULS et coll., 1972).

Les valeurs calorifiques moyennes, n'apparaissent pas significativement différentes entre les prélèvements de jour (5,51 cal./mg sec net) et de nuit (5,31 cal./mg sec net), avec une variation de l'ordre de $\pm 9\%$. De même il n'apparaît pas de répartition spatiale hétérogène (Fig. 2). Deux des quatre stations où les valeurs calorifiques sont supérieures à 6, correspondent à des pêches crépusculaires.

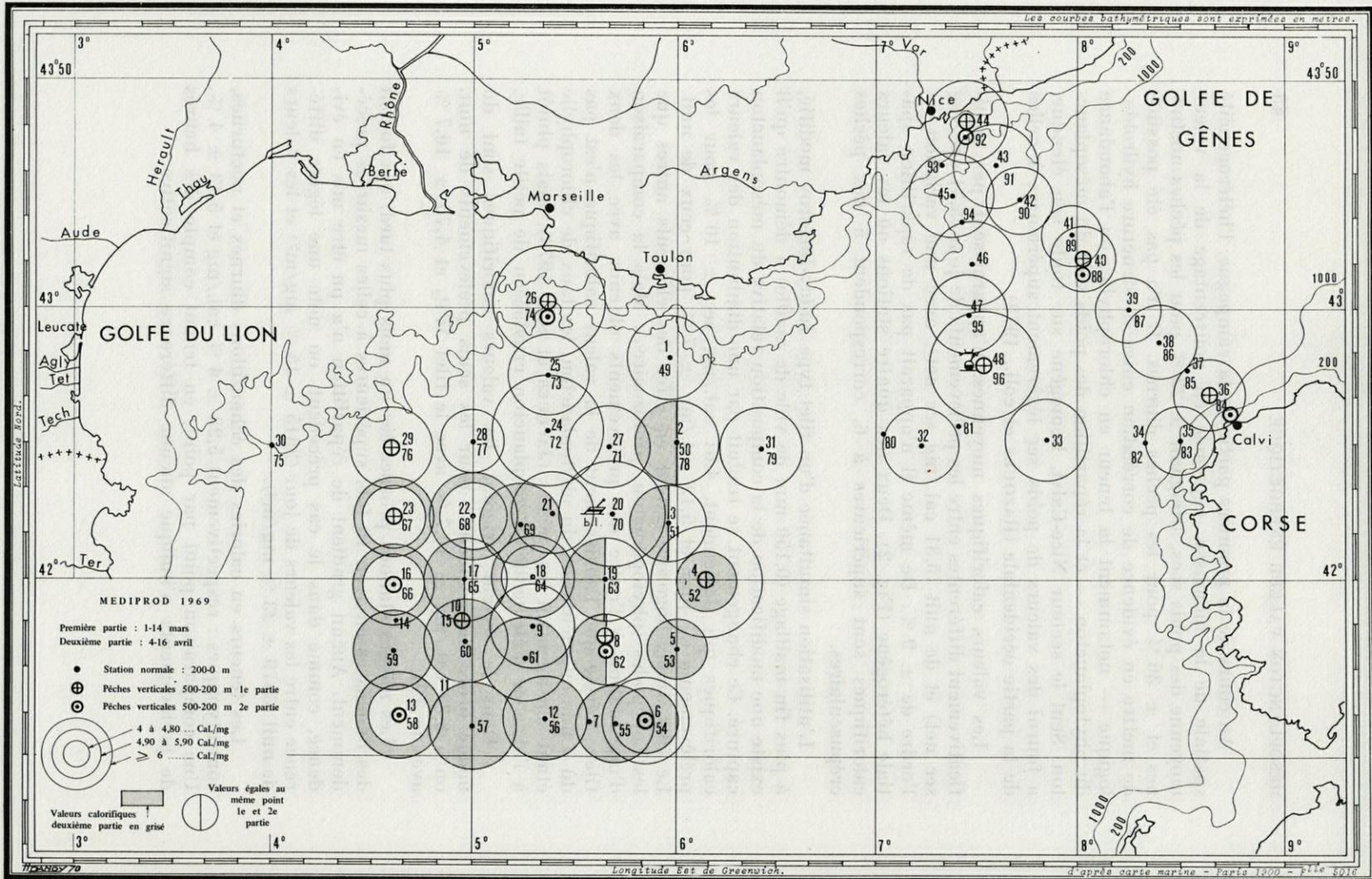
L'utilisation simultanée d'un filet type Juday-Bogorov modifié, à plus fin maillage (0,150 mm de vide de maille) a démontré qu'il existe une modification de la composition relative du mésoplancton capturé. Ce changement se traduit par une diminution des valeurs calorifiques qui deviennent, 4,61 cal./mg sec $\pm 10\%$ pour les prélèvements de jour et 5,12 cal./mg $\pm 7\%$ pour ceux de nuit. Le filet Juday-Bogorov, retient en effet des éléments autres que les Copépodes (phytoplancton, protozoaires). Mais la comparaison d'une station à l'autre des prélèvements obtenus avec les deux filets, révèle que l'abaissement de la valeur calorifique n'est pas dû à une augmentation du phytoplancton, les taux de chlorophylle étant sensiblement les mêmes (JACQUES et coll. 1973), mais plutôt à l'absence d'éléments du zooplancton crustacéen de petite taille.

Dans le secteur oriental, les valeurs calorifiques sont du même ordre de grandeur : pour les seuls prélèvements de nuit, on a 5,33 cal./mg $\pm 10,7\%$ avec le filet WP₂ et 4,75 $\pm 10,7\%$ avec le J.B.

Les mêmes stations prospectées un mois plus tard, ont fourni des biomasses environ 10 fois supérieures à celles mesurées précédemment. Aucun gradient de répartition n'a pu être mis en évidence, comme dans le cas précédent, on note une légère différence entre les valeurs de jour (2615 $\pm 15\%$ mg/m²) et les valeurs de nuit (3579 $\pm 23\%$ mg/m²).

Les teneurs en calories des échantillons diurnes et nocturnes, sont atypiques : respectivement 5,23 $\pm 4\%$ cal./mg et 5,43 $\pm 4\%$. Une comparaison point par point, en tenant compte des heures de prélèvements n'indique aucune différence significative.

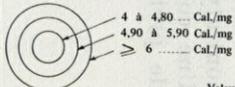
Les courbes bathymétriques sont exprimées en mètres.



MEDIPROD 1969

Première partie : 1-14 mars
Deuxième partie : 4-16 avril

- Station normale : 200-0 m
- ⊕ Pêches verticales 500-200 m 1e partie
- ⊙ Pêches verticales 500-200 m 2e partie



Valeurs égales au même point 1e et 2e partie

Valeurs calorifiques
deuxième partie en gris

Longitude Est de Greenwich.

d'après carte marine - Vario 1000 - P.I.C. 5010

Le pourcentage de résidus étant le même pour les échantillons des deux parties de la campagne, en moyenne 7,40 %, on peut conclure qu'à l'accroissement de biomasse printanière ne correspond pas de modification dans la composition relative du méso-plancton.

Si les pêches effectuées entre -600 et -200 mètres n'offrent pas de valeurs calorifiques particulièrement élevées : 4,45 mg/m² (filet WP₂) et 5,01 mg/m² (filet J.B.), elles produisent par contre de 14 à 20 % de résidus. Cette forte proportion, comparée aux 7 % des masses d'eau superficielles (200-0 m) prouverait que les couches profondes reçoivent les déchets particuliers des couches supérieures, par exemple des débris inorganiques.

III. COMPARAISON AVEC UNE ZONE OCÉANIQUE SUB-TROPICALE.

La campagne « Guidôme » couvre la zone océanique du 11° au 15° degré de latitude nord.

Les caractéristiques hydrologiques tendent vers une structure dite « en dôme » résultant des effets des courants des Canaries au nord et équatorial au sud.

Au cours de cette campagne, deux aspects sont envisagés, d'une part la répartition spatiale (stations de prospection pour les 200 premiers mètres), d'autre part une répartition verticale à la suite d'un échantillonnage des couches 600-200, 200-60 et 60-30 mètres et 20 ou 30 m — surface, selon la hauteur de la thermocline. Sous la thermocline et aux environs de 60 m de profondeur, les mesures au diffusiomètre ont révélé une grande abondance de matériel particulaire, ce qui nous a incités à porter une attention particulière à cette couche.

Effet jour-nuit

Pour l'ensemble des 27 stations, 14 sont de nuit et 13 de jour. Les biomasses moyennes, diurnes et nocturnes représentent 1351 ± 13 % mg/m² et 1511 ± 14 % mg/m² (Fig. 3). Le pourcentage d'accroissement au cours de la nuit est de 10,6, ce qui traduit un apport peu important des couches plus profondes.

Il n'apparaît pas de différences notables entre les différentes stations.

FIG. 2. — Valeurs calorifiques dans une province océanique méditerranéenne (campagne Mediproduct I).

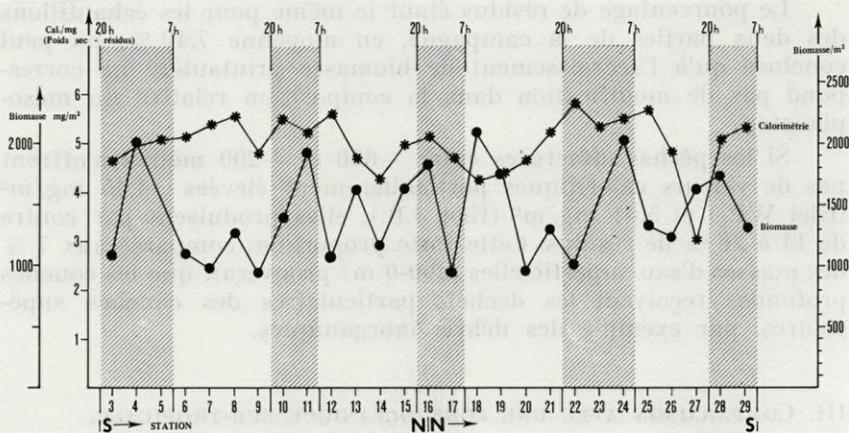


FIG. 3. — Biomasses et contenu énergétique du mésoplancton d'une zone océanique sub-tropicale (campagne « Guidôme »).

Les valeurs calorifiques moyennes correspondantes pour le jour et la nuit sont de $4,78 \pm 7 \%$ et de $5,23 \pm 4 \%$. Les résidus non organiques représentent 5,9 % à 8,8 % du poids sec.

Répartition verticale

En deux stations au cours d'un cycle de 24 heures chacune, ont été réalisés des prélèvements verticaux 600-0, 200-0; 60-0 et 30-0 mètres. Les valeurs de biomasses caractérisant les différentes couches d'eau sont présentées dans le tableau II.

Les valeurs calorifiques croissent légèrement de la couche « thermocline-60 m » : 5,20 cal./mg, à la couche « 60-600 » :

TABLEAU II

Campagne « Guidôme », répartition verticale de la biomasse (résultats exprimés en poids sec et en pourcentage de l'ensemble de la biomasse de la couche 600-0 mètres).

	Couches d'eau (en mètres)							
	0 - 20 (30)		30 - 60		60 - 200		200 - 600	
	mg/m ²	%	mg/m ²	%	mg/m ²	%	mg/m ²	%
jour	356	19,3	651	35,2	441	23,9	400	21,6
nuit	304	16,3	1088	58,2	280	15,0	196	10,5

5,40 cal./mg, par rapport à la couche « surface-thermocline » : 4,42 cal./mg.

Nos résultats apparaissent légèrement supérieurs à ceux d'OSTAPENYA et coll. (1967) pour le plancton tropical, mais il convient de préciser que de telles différences sont à mettre au compte des méthodologies utilisées, comme le souligne le pourcentage de résidus par rapport à la concentration de matière organique.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Du point de vue énergétique, la qualité nutritive des masses d'eau dépend en définitive beaucoup plus de la biomasse zooplanctonique disponible que de la teneur en calories. Les valeurs calorifiques apparaissent en effet assez stables dans toutes les aires analysées, pour être assimilées à une valeur moyenne de 5,25 cal./mg de mésoplancton sec. PRUS (1970) conclut à la normalité de la distribution des fréquences des données calorifiques, pour de nombreuses espèces appartenant à divers phyllums, la médiane est de 5,53 avec un intervalle de confiance de 1,96.

Dans le tableau III, nous avons rassemblé tous les termes de comparaison des secteurs prospectés. A l'exception de la province néritique de Méditerranée, où les valeurs calorifiques caractérisent un zooplancton « maigre » à dominance de petites espèces, les zones typiquement océaniques offrent une alimentation de valeur

TABLEAU III

Comparaison des différents secteurs : biomasses et valeurs énergétiques (résultats exprimés en poids sec et calories).

Lieu géographique	Période de la journée (Profondeurs)	Biomasse mg/m ² (- résidus)	Valeur calorifique			
			% résidus	cal./m ²	cal./mg	nbre mes.
<i>Atlantique tropical Nord</i>	jour (200 - 0 m)	1271	5,88	5479	4,78 ± 0,36	14
	nuit (200 - 0 m)	1384	8,83	6869	5,23 ± 0,19	13
<i>Méditerranée occidentale</i>						
	Centre-Ouest (1e partie)					
	jour (200 - 0 m)	183	7,44	983	5,51 ± 0,52	11
	nuit (200 - 0 m)	238	7,16	1264	5,31 ± 0,32	16
Centre-Ouest (2e partie)						
	jour (200 - 0 m)	2396	7,91	12590	5,23 ± 0,23	8
	nuit (200 - 0 m)	3324	7,05	18116	5,43 ± 0,21	12
Radiale Nice-Calvi						
	jour (200 - 0 m)	123	10,90	760	6,18	1
	nuit (200 - 0 m)	353	8,49	1843	5,32 ± 0,57	12
Golfe du Lion (Banyuls-sur-Mer)						
	jour (50 - 0 m)	594	18,20	2793	4,63 ± 0,23	74
	jour (85 - 0 m)	690	18,50	3395	4,89 ± 0,46	25

énergétique plus riche. Les résidus non combustibles, considérés comme des débris non assimilables par les planctonophages, apparaissent en plus grande abondance (18 %) dans les eaux côtières, alors que dans les eaux du large, ils ne représentent plus que 7 % de la biomasse sèche.

Les variations des valeurs calorifiques, en fonction du cycle nyctéméral, de la profondeur des pêches, de la distribution dans le temps ou dans l'espace, sont de faible amplitude et il serait hardi de leur attribuer une signification statistiquement significative. Ceci n'exclut pas les différences dues aux remontées nocturnes d'animaux de profondeur qui enrichissent les couches superficielles ou l'apparition massive et fugace d'organismes épiplanktoniques à faible valeur énergétique. Compte tenu de l'échelle des surfaces considérées, il va de soi que des différences minimales dans les mesures au niveau de l'échantillon auront de grande répercussions dans les évaluations globales des régions.

Dix années d'expédition dans différentes mers ont révélé une très faible hétérogénéité spatiale au cours d'une même campagne. La répartition des Copépodes pris globalement tend davantage vers une homogénéité que vers un type « en tache », comme l'a montré STEELE (1976) dans la mer du Nord. Chacune des aires prospectées, paraît présenter une grande stabilité à court terme du maillon secondaire. Ceci ne peut résulter que de l'évolution synchrone des processus biologiques en chaque point, comme de l'utilisation de la même fraction d'énergie disponible. Les variations de la biomasse à moyen terme autour d'une valeur moyenne, caractéristique de l'écosystème, résulteraient plus de l'état de la dynamique des populations, imposant un flux d'énergie dans des limites restreintes, que de la valeur absolue de l'énergie initiale. Ainsi les écarts observés entre les différentes campagnes sont du point de vue statique de la biomasse, moins importantes que ce que l'on pensait. Les valeurs moyennes des biomasses sont comprises dans un rapport de 1 à 10, mais compte tenu des variations cycliques annuelles dans une même région, on constate des recouvrements importants pour les diverses mers.

Remerciements.

Nous sommes très reconnaissants à M. le Professeur DRACH de nous avoir incités à approfondir nos connaissances en biologie marine en étendant les recherches à de plus vastes étendues marines. Grâce à son action, nous avons bénéficié des moyens importants mis à la disposition des océanologues français par le CNEXO. Nous tenons également à remercier les commandants et les équipages des N.O « Jean-Charcot » et « Noroît » pour leur aide et leur compréhension.

RÉSUMÉ

Des pêches de mésoplancton réalisées à deux stations côtières fixes en Méditerranée, sont comparées avec des prélèvements effectués en secteur océanique de Méditerranée occidentale et Atlantique sub-tropical.

La biomasse du mésoplancton, représenté essentiellement par les Copépodes, est exprimée en poids sec et associée aux valeurs calorifiques, réellement mesurées, des échantillons.

Les biomasses oscillent de 240 mg/m² pour les périodes de faible production à 2 900 mg/m² pour les périodes de forte production, mais montrent une très faible hétérogénéité spatiale.

Les valeurs calorifiques sont en moyenne de 5,25 cal./mg sec et ne montrent pas de différences significatives d'une zone à l'autre. Les teneurs en résidus non combustibles — considérés comme des débris inorganiques non assimilables — sont plus fortes dans le plancton côtier (18 %) que dans celui du large (7 %).

L'ensemble de ces résultats amène à penser que la qualité nutritive des masses d'eau dépend de la valeur absolue de la biomasse et de la production, plus que de sa valeur qualitative, exprimée en énergie calorifique.

BIBLIOGRAPHIE

- BLACKBURN, M., 1966. Relationships between standing crops at three successive trophic levels in the eastern tropical Pacific. *Pacif. Sci.*, **20** (1) : 36-59.
- COSTE, B., 1977. Résultats de la campagne « Guidôme » (18 septembre-13 octobre 1976). Résultats des campagnes à la mer. *Publications CNEXO*, n° 13, Fasc. 1 : 1-104.
- HIROTA, J. & J.P. SZYPER, 1976. Standing stocks of zooplankton size-classes and trophic levels in Kaneohe Bay, Oahu, Hawaiian islands. *Pacif. Sci.*, **30**(4) : 341-361.
- JACQUES, G., C. RAZOULS & A. THIRIOT, 1969. Climat et hydrologie à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) 1965-1968. *Vie Milieu*, **20** (2-B) : 274-316.
- JACQUES, G., H.J. MINAS, M. MINAS & P. NIVAL, 1973. Influence des conditions hivernales sur les productions phyto- et zooplanctoniques en Méditerranée nord-occidentale. II. Biomasse et production phytoplanctonique. *Mar. Biol.*, **23** : 251-265.

- MINAS, H.J., 1971. Résultats préliminaires de la campagne « Mediproduct 1 » du Jean Charcot. *Inv. Pesq.*, **35** (1) : 137-146.
- MULLIN, M.M., 1969. Production of zooplankton in the ocean: the present status and problems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **7** : 293-314.
- OSTAPENYA, A.P., L.M. SUSHCHENYA & N.N. KHMELEVA, 1967. Caloricity of plankton from the tropical zone of the ocean. *Oceanology*, **7** (6) : 856-862.
- PETIPA, T.S., E.V. PAVLOVA & MIRONOV, 1970. The food web structure utilization and transport of matter and energy by trophic levels in the plankton communities of the Black Sea. In: J.H. STEELE, Marine Food Chains : 142-167.
- PHILLIPSON, J., 1964. A miniature bomb calorimeter for small biological samples. *Oikos*, **15** (1) : 130-139.
- PRUS, T., 1970. Calorific value of animals as an element of bioenergetical investigations. *Polskie Arch. Hydrobiol.*, **17** (1-2) : 183-199.
- RAZOULS, C., 1974. Estimation de la production globale des Copépodes planctoniques dans la province néritique du Golfe du Lion (Banyuls-sur-Mer). I. Variations annuelles quantitatives. *Vie Milieu*, **24** (2-B) : 257-280.
- RAZOULS, C., 1975. Estimation de la production globale des Copépodes planctoniques dans la province néritique du Golfe du Lion (Banyuls-sur-Mer). II. Variations annuelles de la biomasse et calcul de la production. *Vie Milieu*, **25** (1-B) : 99-122.
- RAZOULS, C. & S. RAZOULS, 1976. Dimensions, poids sec, valeur calorifique et courbes de croissance de deux populations naturelles de Copépodes planctoniques en Méditerranée. *Vie Milieu*, **26** (2-B) : 281-297.
- RAZOULS, C. & A. THIRIOT, 1972-73. Données quantitatives du méso-plancton en Méditerranée occidentale (saisons hivernales 1966-1970). *Vie Milieu*, **23** (2-B) : 209-241.
- SLOBODKIN, L.B. & S. RICHMAN, 1961. Calories/gm in species of animals. *Nature, Lond.*, **191** : 299.
- STEELE, J.H., 1976. The structure of marine ecosystems. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 128 pp.

Reçu le 21 novembre 1977.