

TYPE TROPHIQUE ET RYTHME NUTRITIONNEL DE QUELQUES EUPHAUSIACES MEDITERRANEENS

Gibert PATRITI⁽¹⁾ et Won Duk YOON⁽²⁾

- (1) Centre d'Océanologie de Marseille, Faculté des Sciences de Luminy, Case 901, 13288, Marseille cedex 9, France
(2) Station Zoologique, B.P.28, 06230, Villefranche-sur-mer, France

ABSTRACT : We have undertaken the nutritional behaviour of six species of euphausiacea by study of guts contents during diel migration, throughout 24 hours. This study has been carry out during Cyaflex mission (part of the Ecomarge program) in northwestern Mediterranean sea. In early times we have considered the trophic type and feeding rythm. Species have an omnivorous diet and may be adapted to the environmental food conditions. None is strictly phytophagous and only *Stylocheiron longicorne* G.O. Sars, 1883 and *Stylocheiron abbreviatum* G.O. Sars, 1883 have a carnivorous tendancy. It seems that there is relation between migration and feeding rythm.

RESUME : Le comportement alimentaire d'euphausiacés recueillis lors de la mission Cyaflex (dans le cadre du programme Ecomarge) en Méditerranée nord-occidentale, au cours d'un cycle de 24h a été appréhendé lors de la migration verticale de six espèces par l'étude des contenus stomacaux et envisagé sous la forme, dans un premier temps, du type trophique et du rythme de nutrition. Les espèces recensées ont un régime omnivore et semblent s'adapter aux ressources trophiques du milieu. Néanmoins aucune ne s'est avérée strictement phytophage et seules *Stylocheiron longicorne* G.O. Sars, 1883 et *Stylocheiron abbreviatum* G.O. Sars, 1883 auraient des tendances carnivores. Il semble qu'il y ait une relation entre migration et rythme nutritionnel.

Introduction

Les migrations verticales qui affectent de nombreux organismes marins, notamment planctoniques, ont reçu, en ce qui concerne leur déterminisme ou leur finalité, de multiples explications et interprétations. Les nombreux développements concernant le déterminisme de ces migrations sont la marque de la complexité du phénomène. Il en est de même pour les conséquences que présentent les migrations sur l'intérêt adaptatif des espèces au milieu marin dans lequel elles vivent. Pour certaines espèces le gain se situe au niveau du bénéfice qu'elles peuvent tirer d'une migration qui implique la dissémination des individus dans le milieu et favorise ainsi la rencontre d'éventuels partenaires sexuels aidant au maintien ou au développement de l'espèce.

Les migrations verticales peuvent aussi con-

tribuer à une meilleure utilisation des ressources alimentaires disponibles. Les migrations nyctémérales qui entraînent les individus ou les populations dans des zones de surface, souvent plus riches en proies, influent probablement sur leur comportement alimentaire. Chez les poissons mésopélagiques migrateurs Merret et Roe (1974) montrent qu'il existe une corrélation entre la migration verticale et l'alimentation. Holton (1969) note un accroissement de l'alimentation durant la nuit chez le lanternfish. Selon Foxton et Roe (1974) l'activité trophique est maximale durant la nuit chez les crustacés décapodes mésopélagiques qui effectuent des migrations nyctémérales.

Les euphausiacés représentent du point de vue de la biomasse un maillon important du zooplancton marin : (Vinogradov, 1968 ; Roger, 1973). D'autre part, il est connu depuis longtemps que ce groupe effectue d'importantes

migrations nycthémerales (Andersen et Sardou, 1992) et semble être, en partie du moins, responsable de phénomènes de D.S.L. (Lewis, 1954).

Les travaux effectués sur les rythmes trophiques des euphausiacés migrants ne montrent pas de comportement généralisable à l'ensemble des espèces concernées (Mauchline, 1960, 1966 ; Ponomareva, 1971 ; Roger, 1973 a, b ; Hu, 1978). Les relations nutritionnelles des euphausiacés avec les autres maillons du réseau trophique revêtent une grande importance que ce soit en tant que proies ou bien en tant que prédateurs (Nemoto, 1968 ; Nemoto and Saijo, 1968 ; Mauchline et Fischer, 1969 ; Ponomareva, 1971). Mauchline (1960, 1966) constate une faible augmentation de l'alimentation durant la nuit chez *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars, 1857) mais aucune différence entre la nuit et le jour chez *Thysanoessa raschi* (M. Sars, 1864). Chez les adultes d'*Euphausia diomedae* Ortmann, 1894 une augmentation de l'alimentation durant la nuit est signalée par Ponomareva (1971). Par contre cette augmentation n'a pas été montrée chez les formes juvéniles. Roger (1973 b) a défini plusieurs types de comportement nutritionnels chez les euphausiacés tropicaux. Le type nocturne chez qui la nutrition est plus active pendant la nuit sans être nulle durant la journée. Le type diurne chez qui le rythme nutritionnel est très marqué, la nutrition étant pratiquement nulle durant la nuit. Le type permanent chez qui il n'y a pas de rythme nutritionnel décelable, la prise de nourriture s'effectuant à toutes heures. Enfin un type intermédiaire chez qui l'alimentation s'effectue l'après-midi, entre midi et minuit. Hu (1978) estime que les espèces effectuant d'importantes migrations présentent une forte augmentation de leur activité trophique durant la nuit, alors que celle-ci n'est pas décelable chez les espèces qui ne migrent pas ou dont l'amplitude des migrations est peu importante.

L'objectif de cette étude est de préciser les variations du comportement trophique et d'en déterminer la périodicité éventuelle en liaison avec les migrations verticales chez les espèces

suyvantes : *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars, 1857), *Thysanopoda aequalis* Hansen, 1905, *Euphausia krohni* (Brandt, 1851), *Nematoscelis megalops* G.O. Sars, 1883, *Stylocheiron abbreviatum* G.O. Sars, 1883 et *S. longicorne* G.O. Sars, 1883. Il était par ailleurs intéressant de confirmer le mode d'alimentation supposé des différentes espèces (Mauchline et Fischer, 1969 ; Ponomareva, 1971 ; Casanova, 1974 ; Berkes, 1976) et d'établir la relation entre le rythme trophique et les migrations verticales.

Matériel et méthodes

Dans le cadre du programme Ecomarge, cette étude a été envisagée lors de campagne Cyaflex, (14-17 octobre 1989) à bord du N.O. Noroît dans le canyon de Toulon sur des fonds de 1200 à 1500 m ($\varphi = 42^{\circ} 59' N$, $G = 5^{\circ} 59' E$). L'échantillonnage a été effectué à l'aide de filets à plancton de type Omori modifiés (2 m² de surface d'ouverture, 335 μm de vide de maille, 7 m de longueur), pourvus d'un débimètre et d'un système d'ouverture-fermeture électro-acoustique qui permettait un fonctionnement simultané de 4 filets tirés obliquement. Huit strates ont ainsi été explorées en deux séries avec en outre, un trait horizontal de surface effectué lors de chaque série. Chaque tranche horaire correspond à 5 traits simultanés effectués à 5 niveaux différents. A la vitesse de 2 noeuds, le volume d'eau filtrée était en moyenne de 1000 à 3000 m³ par trait. Les échantillons récoltés étaient ensuite directement fixés au formol à 10%.

Les prélèvements ont été effectués à raison d'une série toutes les 3 heures durant un cycle nycthémeral entre 11 h 34 le 16.10.89 et 10 h 20 le 17.10.89. Au total 60 échantillons ont été récoltés (Tableau 1).

Des lots de plus de 30 individus de chaque espèce, sans distinction de sexe, ont été collectés de façon aléatoire dans chaque prélèvement. Les estomacs, prélevés, puis disséqués, étaient ensuite examinés au microscope (grossissement

Tableau 1. Heures et profondeurs de prélèvement

Heures de prélèvement (heures locales)	Profondeurs de prélèvement	
11:34 - 12:02 (de P1 à P5)	P5 : 0 - 1.5 m	S5 : 0 - 1.5 m
13:25 - 13:40 (de S1 à S5)	P4 : 400-200 m	S4 : 50 - 0 m
17:42 - 17:59 (de P1 à P5)	P3 : 600-400 m	S3 : 100 - 50 m
19:30 - 19:46 (de S1 à S5)	P2 : 800-600 m	S2 : 150 - 100 m
21:14 - 21:35 (de P1 à P5)	P1 : 1000-800 m	S1 : 200 - 150 m
23:00 - 23:18 (de S1 à S5)		
00:56 - 01:12 (de P1 à P5)		
02:34 - 02:50 (de S1 à S5)		
05:00 - 05:15 (de P1 à P5)		
06:46 - 07:03 (de S1 à S5)		
08:21 - 08:43 (de P1 à P5)		
09:56 - 10:20 (de S1 à S5)		

400) et classifiés en fonction de la couleur caractéristique de leur contenu (les échantillons ont été exploités moins de 6 mois après la fixation et présentaient un état, couleur du contenu digestif notamment, permettant une différenciation facile du matériel végétal et du matériel animal) : une couleur verdâtre signale la présence de matériel végétal, la couleur blanchâtre ou brune le matériel animal. Le symbole A a été utilisé quand le matériel d'origine animal représentait au moins 80% du contenu total, le symbole V quand le matériel d'origine végétale était prédominant avec le même pourcentage et le symbole VA quand les résidus végétaux et animaux étaient représentés en proportions identiques. Connaissant ainsi le pourcentage d'individus dont l'estomac est classé A, V, ou VA, le niveau trophique est déterminé pour chaque espèce par la somme $A+(VA/2)\%$, la valeur 0% indiquant un régime strictement herbivore et la valeur 100% un régime strictement carnivore (Roger, 1973 a).

Les remplissages stomacaux ont été estimés et classés en 5 catégories selon Ponomareva (1971) : 0 vide, 1 : taux de remplissage compris entre 1 et 25%, 2 : taux de remplissage compris entre 26 et 50%, 3 : taux de remplissage compris entre 51 et 75%, 4 : taux de remplissage compris entre 76 et 100%.

Le nombre restreint d'individus de *T. aequalis* et de *S. abbreviatum* n'a pas permis d'établir leur

rythme trophique ; ces espèces ont donc été exclues de cette étude.

Résultats

Type trophique

Les résultats obtenus en ce qui concerne le type trophique sont résumés dans le Tableau 2 en ce qui concerne le nombre d'individus examinés, le pourcentage de A, le pourcentage de VA, le type trophique moyen (TTM) : $\{A + (VA/2)\}\%$.

Taux de remplissage stomacal

Les résultats des taux de remplissage stomacal sont figurés par des diagrammes spatio-temporels concernant les trois espèces les plus représentées. Les prélèvements où l'espèce est absente sont figurés par des triangles noirs.

1. *Euphausia krohni* (Figure 1)

L'activité trophique de cette espèce est particulièrement nette en fonction du temps et de la profondeur. Des taux de remplissage stomacal importants se rencontrent à tous les niveaux : en surface (0-50 m) ils atteignent leur maximum durant la nuit (de 19.30 h à 7.00 h) et leur minimum durant la journée (de 08.20 h à 18.00 h) ;

Tableau 2. Type trophique pour les six espèces considérées. A% : résidus animaux \geq à 80% ; VA% : résidus animaux et végétaux en proportions identiques, TTM : type trophique moyen = $\{A + (VA/2)\}$ %

Espèces	Nbr d'ind. eximinés	estomacs vides%	A %	VA %	TTM
<i>Euphausia krohni</i>	500	7	29	71	65
<i>Meganyctiphanes norvegica</i>	71	7	37	63	69
<i>Thysanopoda aequalis</i>	14	7	44	56	72
<i>Nematoscelis megalops</i>	720	15	63	37	81
<i>Stylocheiron longicornis</i>	86	79	86	14	93
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	11	18	100	0	100

dans les couches subsuperficielles (250-500 m) les pourcentages maximums sont limités autour de 02.00 h alors qu'au niveau de 750 m des pourcentages importants de remplissage stomacal sont trouvés aux alentours de 12.00 h.

2. *Meganyctiphanes norvegica* (Figure 2)

D'après les taux de remplissage stomacal, les individus de cette espèce semblent se nourrir en continu. Le maximum de remplissage est atteint à 21.30 h, dans les couches superficielles et se maintient jusqu'à l'aube. Dans les couches subsuperficielles (400-200) les maximums de remplissages sont trouvés à l'aube et au crépuscule. Les taux des niveaux inférieurs (600-400) montrent leur maximum durant la matinée et en début d'après-midi. Les taux de remplissage des individus qui séjournent en surface et en subsurface durant la journée ne dépassent pas les 50%.

3. *Nematoscelis megalops* (Figure 3)

Le rythme trophique de cette espèce est bien marqué, les taux maximums de remplissage stomacal (>à 76%) de cette espèce étant uniquement localisés durant la nuit, entre 500 m et la surface. Au niveau superficiel les individus à remplissage maximaux sont concentrés durant la phase nocturne alors que pendant la journée les rares individus rencontrés présentent des taux de remplissage faibles toujours inférieurs à 50%.

Au niveau intermédiaire les taux de remplissage présentent toujours des valeurs supérieures à la moyenne avec un maximum en milieu de nuit. En dessous de 600 m les taux de remplissage ne dépassent pas les 50% et il ne semble plus y avoir de variation en fonction de l'alternance jour-nuit.

4. *Stylocheiron longicornis* (Figure 4)

En général de faible valeur les taux de remplissage stomacal montrent que les individus des couches subsuperficielle (400-200 m) et sub-profondes (600-400 m) présentent une faible activité trophique à peu près continue sans différence significative entre le jour et la nuit. L'espèce est absente des eaux superficielles et de certaines stations d'eau profonde. La valeur la plus importante (37%) est trouvée à 900 m en début de nuit, les valeurs les plus faibles entre 200 et 700 m (0 à 17%).

Discussion

La plupart des espèces recensées sont euryphages mais dépendent surtout, pour leur nourriture, du zooplancton. En effet toutes sont dépendantes de matériel animal et présentent au moins 30% d'estomacs contenant uniquement du matériel animal. Aucune espèce n'est strictement phytophage et aucun estomac V (+ de 80% de matériel d'origine végétale) n'a été trouvé. Ainsi, comme cela a déjà été signalé (Roger,

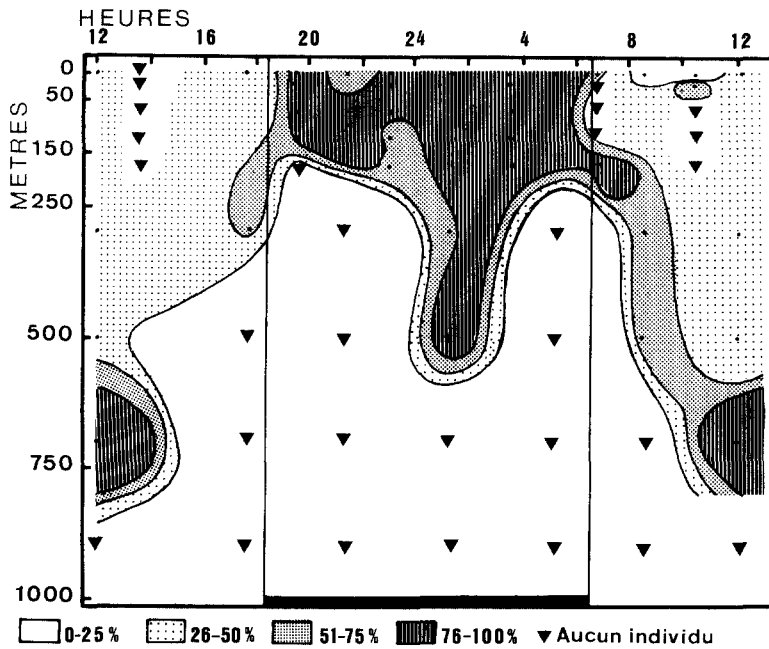


Figure 1. Distribution spatiotemporelle des taux de remplissage stomacal chez *Euphausia khroni*. La période nocturne limitée aux valeurs d'irradiance inférieures à $0,5 \mu W \text{ cm}^{-2}$, est représentée par des lignes verticales et une bande noire en bas du graphique. Les triangles noirs signalent les prélèvements où l'espèce est absente. Dans certains cas, malgré l'absence d'individus, les taux de remplissage sont quand même donnés par extrapolation avec les stations proches où l'espèce est présente.

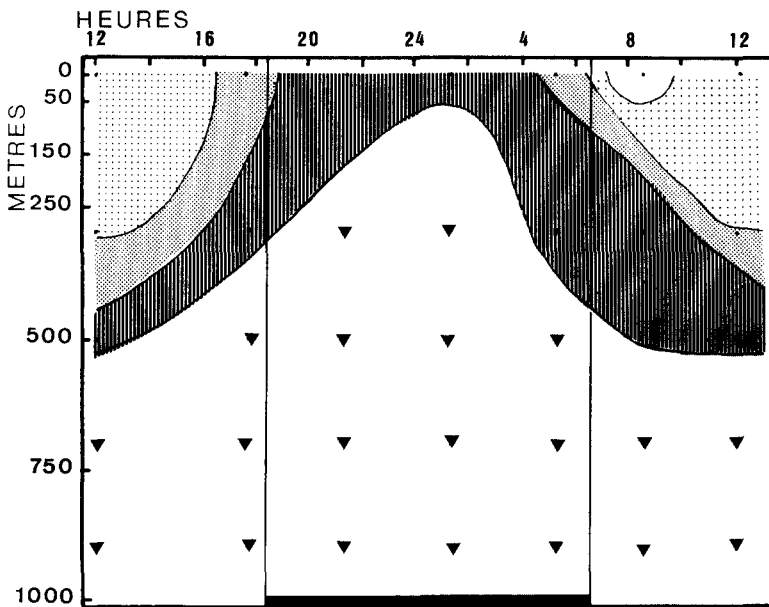


Figure 2. Distribution spatiotemporelle des taux de remplissage stomacal chez *Meganyctiphanes norvegica* (voir légende Figure 1).

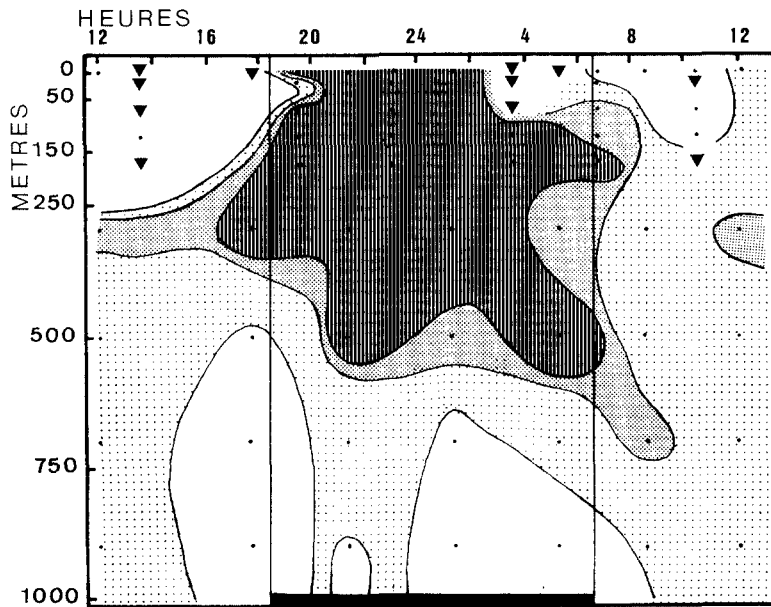


Figure 3. Distribution spatiotemporelle des taux de remplissage stomacal chez *Nematoscelis megalops* (voir légende Figure 1).

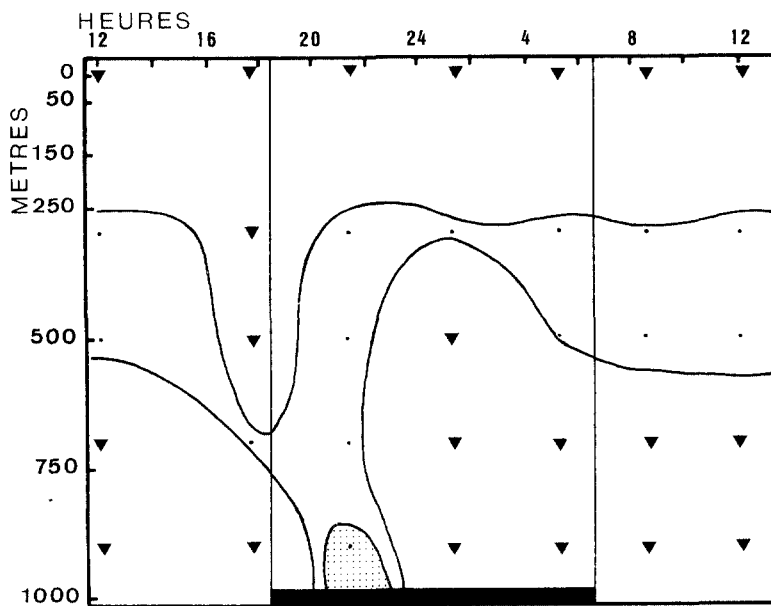


Figure 4. Distribution spatiotemporelle des taux de remplissage stomacal chez *Stylocheiron longicorne* (voir légende Figure 1).

1973 a), la plupart des espèces, anatomiquement prédisposées pour un mode trophique bien défini, ne présentent pas de contenu stomacal strictement lié à cette adaptation. *N. megalops* considérée comme prédatrice présente souvent des débris végétaux dans ses contenus stomacaux ; inversement, *T. aequalis* qualifiée de filtreuse se révèle carnivore dans 44% des cas. On peut remarquer, par ailleurs, que la proportion d'estomacs vides semble plus importante chez les espèces à tendance carnivore (79% chez *S. longicorne*, en particulier durant la nuit).

En regroupant les espèces par catégories on note que deux espèces apparaissent essentiellement carnivores : *S. longicorne* et *S. abbreviatum*. Par ailleurs *N. megalops* semble carnivore mais inclut dans sa nourriture un apport végétal non négligeable. Les autres espèces, *T. aequalis*, *M. norvegica* et *E. krohni*, sont omnivores, matériel végétal et matériel animal figurant à peu près à parts égales dans leur tube digestif. D'une manière plus générale on peut donc constater que les espèces recensées sont polyphages. Ce régime, de la même façon qu'en régions équatoriale et tropicale (Ponomareva, 1971 ; Roger, 1975), semble caractériser la majorité des euphausiacés d'eaux tempérées. D'autre part les types trophiques paraissent peu liés aux comportements migratoires.

Chez *S. longicorne*, espèce franchement prédatrice (Casanova, 1974), les débris de crustacés sont présents en permanence dans les estomacs de tous les individus examinés. *S. longicorne*, ne migre pas (Andersen et Sardou, 1992), ou bien encore effectue une migration inverse (Roger, 1975), entre une profondeur de 250 m la nuit et de 150 m durant le jour (Baker, 1970) ; il est également subsuperficiel (entre 160 et 300 m) dans le Pacifique équatorial (Roger, 1971). Ce manque de dynamisme dans son comportement pourrait contribuer à expliquer le pourcentage élevé d'estomacs vides chez cette espèce.

Malgré le faible nombre d'individus capturés, le comportement alimentaire de *S. abbreviatum*

apparaît nettement prédateur, ce qui confirme les observations antérieures dans d'autres aires (Roger, 1973 a). Sa migration de faible amplitude (100 m) le cantonne de part et d'autre de la thermocline (Lewis, 1954 ; Roger, 1975).

Espèce extrêmement active et opportuniste, *N. megalops*, carnivore et parfois omnivore, (Casanova, 1974) effectue des migrations importantes et de grande amplitude (Mauchline et Fischer, 1969 ; Baker, 1970 ; Mauchline, 1980 ; Andersen et Sardou, 1992), en général entre 900 m et la surface. C'est l'espèce la plus représentée et la plus fréquente dans nos prélèvements.

M. norvegica est avant tout une espèce prédatrice mais pouvant facilement s'adapter à un régime omnivore. Cette espèce se nourrit principalement de crustacés et de détritus (Einarsson, 1945 ; Mauchline, 1960, 1980) et son régime semble varier en fonction de sa taille (Mauchline, 1960) ; les adultes (> 2 cm) sont de préférence prédateurs et les individus juvéniles plutôt omnivores.

E. krohni, qui figure au premier rang des espèces étudiées, serait un filtreur-omnivore (Casanova, 1974) et ceci semble confirmé par les résultats de l'étude qualitative. En ce qui concerne le cannibalisme de cette espèce filtreuse-omnivore, dont le choix trophique est faible, il semblerait qu'elle ne devienne prédatrice que par la proximité de nombreuses proies (notamment dans les collecteurs de filets).

Le type trophique peut sensiblement varier d'une région à l'autre en fonction surtout des ressources trophiques disponibles. En région tropicale oligotrophe la rareté du phytoplancton provoque une élévation du type trophique chez les espèces phytophages ou omnivores, alors que les espèces carnivores conservent un type trophique équivalent à celui des régions équatoriales plus riches en phytoplancton (Roger, 1975). En général, par rapport à leurs semblables tropicales ou équatoriales, les espèces du canyon de Toulon présentent, dans leur choix trophique, quelques différences. *T. aequalis* présente un type inférieur à celui de son homo-

logue tropical ou équatorial (de 72 à 98), mais le nombre réduit d'individus récoltés ne nous permet pas d'être très affirmatif. *S. abbreviatum* conserve un niveau équivalent (de 98 à 100), alors que *S. longicorne* voit son type trophique augmenter en zone tempérée (de 73 à 93).

Il est possible que les variations dans le type trophique d'une espèce à l'autre soient le fait, non seulement d'un comportement alimentaire différent (phytophage ou carnivore) ou plus largement d'un comportement d'activité, mais aussi, d'un comportement imposé par le milieu ; le comportement alimentaire pouvant ainsi être fonction du temps, de l'éclairement et de la profondeur.

On peut remarquer que les espèces considérées se nourrissent toujours plus la nuit que le jour. Parmi celles-ci, *N. megalops* ne se nourrit abondamment que la nuit quelque soit sa profondeur effective de répartition avec toutefois une activité nutritionnelle atténuée en dessous de 500 m. Cette espèce correspond au type nocturne défini par Roger, 1975. Trois espèces se nourrissent pratiquement en continu (type permanent de Roger, 1975) : *M. norvegica* et *E. krohni* en fonction de leur rythme migratoire, c'est à dire le jour en profondeur et la nuit en surface. *E. krohni* ralentit son activité nutritionnelle durant les phases ascendante et descendante de sa migration alors que *M. norvegica* se nourrit en continu durant tout son cycle migratoire. On peut diviser les populations d'*E. krohni* en deux groupes isolés en fonction de la profondeur et se nourrissant de proies d'origines différentes (Roger et Grandperrin, 1976). La troisième espèce, *S. longicorne* se nourrit aussi en continu mais de façon peu intense. Selon Roger, 1975, en zone tropicale, cette espèce serait plutôt du type diurne avec une diminution importante de son activité trophique durant la nuit et, comme le montre aussi notre étude, la présence d'une faible proportion d'estomacs pleins durant tout le cycle nutritionnel.

En fonction de leur comportement migratoire les espèces sont différentes du point de vue de leur activité trophique (Hu, 1978) sans que l'on

puisse dire si ce comportement détermine cette activité. Les espèces qui ont un comportement migratoire bien défini, ont en général, une activité trophique bien marquée et continue. L'activité trophique est toujours intense dans les couches superficielles et subsuperficielles durant la nuit. Si la distribution verticale est grande (*E. krohni*) Andersen and Sardou, 1992, il est possible de différencier deux groupes d'individus de la même espèce pouvant avoir un rythme et une activité trophique différents. Par ailleurs il est possible que le mode de nutrition puisse varier lors de la migration verticale.

Les espèces ne présentant pas de migration (ou ayant une migration inverse) ont un rythme trophique moins bien défini. Leur activité trophique semble relativement constante mais de faible intensité tout au long du cycle nyctéméral.

Références

- Andersen. V. and Sardou. J., 1992. The diel migrations and vertical distributions of zooplankton and micronekton in the Northwestern Mediterranean Sea. 1. Euphausiids, mysids, decapods and fishes. *J. Plankton Res.*, 14(8): 1129-1154.
- Baker A., 1970. The vertical distribution of euphausiids near Fuerteventura Canary Islands (Discovery SOND Cruise, 1965). *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 50: 301-342.
- Berkes F., 1976. Ecology of euphausiids in the Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33: 1894-1905.
- Brinton E., 1967. Vertical migration and avoidance capability of euphausiids in the California Current. *Limnol. Oceanogr.*, 12: 451-483.
- Casanova B., 1974. Les Euphausiacés de Méditerranée (Systématique et développement larvaire. Biogéographie et Biologie). Thèse Doctorat d'Etat, Université de Provence, Marseille.
- Einarsson H., 1945. Euphausiacea I. North Atlantic species. *Dana reports*, 27: 1-185.

- Foxton P. and Roe H.S.J., 1974. Observations on the nocturnal feeding of some mesopelagic decapod crustaceans. *Mar. biol.*, 28: 37-49.
- Holton A.A., 1969. Feeding behavior of a vertically migrating lanternfish. *Pacific Sci.*, 23: 325-331.
- Hu V.J.H., 1978. Relationship between vertical migration and diet in four species of euphausiids. *Limnol. Oceanogr.*, 23: 296-306.
- Lewis J.B., 1954. The occurrence and vertical distribution of the Euphausiacea of the Florida current. *Bull. Mari. Sci. Gulf Caribb.*, 4: 1265-301.
- Mauchline J., 1960. The biology of the euphausiid crustacean, *Meganyctiphanes norvegica*. *Proc. Royal Soc. Edinburgh, Ser. B(Biol.)*, 67: 141-179.
- Mauchline J., 1966. The biology of *Thysanoessa rachi* (M. Sars), with a comparison of its diet with that of *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars). in "Some contemporary studies in marine science". pp. 493-510. Harold BARNES Ed., Allen and Unwin Ltd. London.
- Mauchline J., 1980. The biology of Mysids and Euphausiids. *Adv. Mar. Biol.*, 18: 1-681.
- Mauchline J. and Fisher L.R., 1969. The biology of euphausiids. *Adv. Mar. Biol.*, 7: 1-454.
- Merret N.R. and Roe H.S.J., 1974. Patterns and selectivity in the feeding of certain mesopelagic fishes. *Mar. Biol.*, 28: 115-126.
- Nemoto T., 1968. Chlorophyll pigments in the stomachs of euphausiids. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 24: 253-260.
- Nemoto T. and Saijo Y., 1968. Trace of chlorophyll pigments in stomachs of deep sea zooplankton. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 24: 311-313.
- Ponomareva L.A., 1971. Circadian migrations and feeding rhythm of some Indian Ocean euphausiid species. *Oceanology*, 11: 226-231.
- Roger C., 1971. Distribution verticale des Euphausiacés (crustacés) dans les courants équatoriaux de l'Océan Pacifique. *Mar. Biol.*, 10: 134-144.
- Roger C., 1973 a. Recherches sur la situation trophique d'un groupe d'organismes pélagiques (Euphausiacea). I. Niveaux trophiques des espèces. *Mar. Biol.*, 18: 313-316.
- Roger C., 1973 b. Recherches sur la situation trophique d'un groupe d'organismes pélagiques (Euphausiacea). II. Comportements nutritionnels. *Mar. Biol.*, 18: 317-320.
- Roger C., 1975. Rythmes nutritionnels et organisation trophique d'une population de crustacés pélagiques (Euphausiacea). *Mar. Biol.*, 32: 365-378.
- Roger C. and Grandperrin R., 1976. Pelagic food webs in the tropical Pacific. *Limnol. Oceanogr.*, 21(5): 731-735.
- Vinogradov M.E., 1968. "Vertical migration of the oceanic zooplankton". (Israel Program for Scientific translations, Jerusalem 1970). "Nauka", Moscow, 346pp.

This article was presented by professor K.-T. Kim.

It was accepted for printing on 30 September 1994.