

Etude des Migrations Nycthemerales du Zooplancton dans un Milieu Marin Peu Profond

par

M. H. DARO*

ABSTRACT

The sluice-dock of Ostend, a shallow (1,5 m) marine biotope of 86 ha stays closed during some 6—7 months of the year and is not influenced by the tides.

During 24 h cycles the nycthemeral migrations of the zooplankton at 5 depths in a watercolumn of 1 meter were studied in relation to several environmental factors: water temperature, dissolved oxygen, pH and chlorophyl content.

The photosynthesis shows a minimum during the night and shows a maximum during the late afternoon, at which time the water-temperature is also maximal.

Holo- and meroplanktonic organisms migrate towards the surface around 3—5 o'clock a.m., at which time the chlorophyl content is minimal, hence our hypothesis of nocturnal grazing, this phenomenon perhaps combined with a nocturnal division of phytoplankton cells.

Each observed species has its own characteristic behaviour in relation to its negative diurnal phototropism and its own diurnal bottomward migration speed.

A. INTRODUCTION

Les migrations verticales du zooplancton ont été étudiées depuis longtemps et sont choses connues.

BAINBRIDGE (1961) décrit le phénomène comme suit: une ascension se manifeste dans la fin de l'après-midi; elle est dirigée vers une source de lumière d'intensité faiblissante. Ceci se continue toute la nuit durant.

BORGOROV (1958) pense même que les 3/4 du zooplancton effectuent des migrations journalières. On distingue différentes migrations verticales du zooplancton.

Le zooplancton qui migre journallement et peut effectuer des distances de 2 à 600 m.

* Vorser bij het F.K.F.O. Laboratorium voor Ekologie en Systematiek – Vrije Universiteit Brussel, 1050 Brussel.

Received January 8, 1973

Le zooplancton qui est attaché à une masse d'eau et qui se déplace avec cette masse d'eau.

Le zooplancton qui effectue des migrations saisonnières.

Depuis une dizaine d'années l'on a étudié une couche d'eau plus particulière: les 2 premiers mètres de profondeur où on a également mis en évidence des migrations verticales diurnes ou saisonnières. ZAITSEV (1962—1964), dans la mer Noire a particulièrement étudié ces phénomènes.

Les premiers décimètres de profondeur sont aussi caractérisés par une faune particulière: l'hyponeuston qui ne descend jamais ou rarement plus bas (HEINRICH, 1960; DELLA CROCE & SERTARIO 1959 et CHAMPALBERT, 1969—1971).

Le biotope qui nous occupe, le Bassin de Chasse d'Ostende, est un bassin d'eau de mer fermé, de 86 ha de superficie et de profondeur moyenne de 1,5 m; il se trouve à l'arrière du Port d'Ostende et est en relation avec lui par des écluses. La faune qu'on y trouve n'est pas caractéristique de l'hyponeuston, car on la trouve dans le Port et dans les eaux côtières à toutes les profondeurs, cependant, c'est en utilisant les mêmes techniques que les chercheurs qui se sont intéressés à l'hyponeuston que nous avons étudié les migrations verticales de faible amplitude (mouvements d'un mètre).

B. MÉTHODES DE TRAVAIL

Les migrations verticales du zooplancton furent étudiées le long de la colonne d'eau d'1 m de profondeur, à raison de prises d'échantillon tous les 20 cm (5 filets, chacun de 20 cm de diamètre) et cela toutes les 2 heures au cours de cycles de 24 h.

Quelques facteurs du milieu furent également étudiés: températures de l'eau et de l'air, oxygène dissous, pH et teneur en chlorophylle a.

Les conditions atmosphériques furent toujours: temps calme et sans nuages.

C. RÉSULTATS

1. La température (voir Fig. 1)

Les températures de l'eau et de l'air ont été enregistrées par 2 thermographes enregistreurs; la température de l'eau était prise en surface et au cours de 2 cycles à 1 m de profondeur. La température de l'eau en surface varie de 2 à 3 degrés au cours de 24 h, ces grandes variations s'expliquent par l'influence prépondérante de la température de l'air sur ce biotope d'énorme surface en regard d'une faible profondeur.

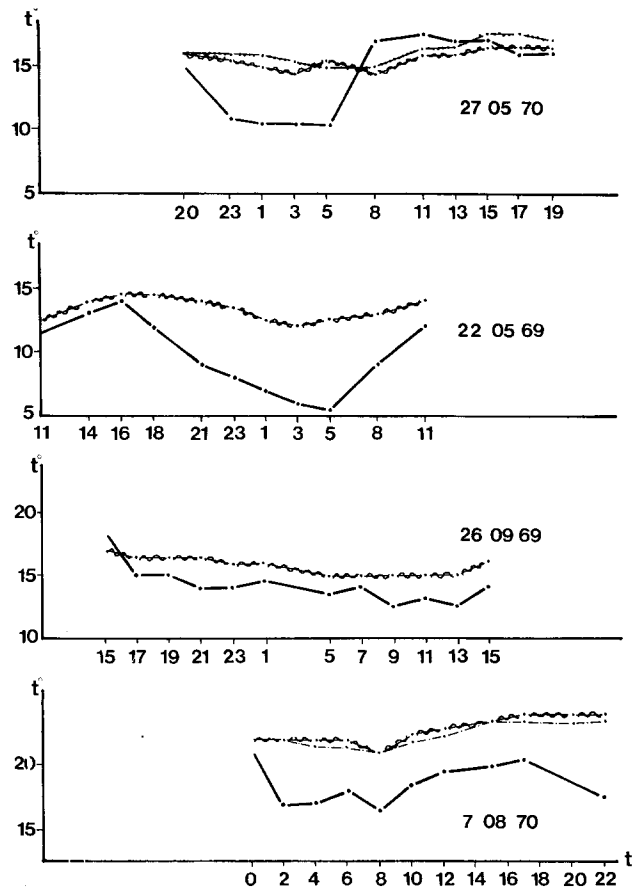


Fig. 1. La température au cours de différents cycles de 24 heures. En trait plein: température de l'air; En trait bouclé: température de l'eau de surface; En trait pointillé: température de l'eau à 1 m de profondeur;

Nous pouvons constater que la température de l'eau passe par un minimum à la fin de la nuit vers 3—5 h du matin et un maximum en fin d'après-midi vers 15—18 h.

La température de l'eau à 1 m de profondeur passe par les mêmes fluctuations que l'eau de surface, avec des valeurs cependant légèrement inférieures.

Le fait que ces deux courbes (température de surface et température à 1 m) fluctuent parallèlement, montre qu'il n'y a pas à un moment donné d'échanges de masses d'eau, ce qui se traduirait par un croisement des courbes.

2. Le pH (voir Fig. 2)

Le pH de l'eau de surface varie d'environ 3/10e d'unité au cours de 24 h, passant par un minimum la nuit et un maximum en fin d'après-midi vers 15—18 h.

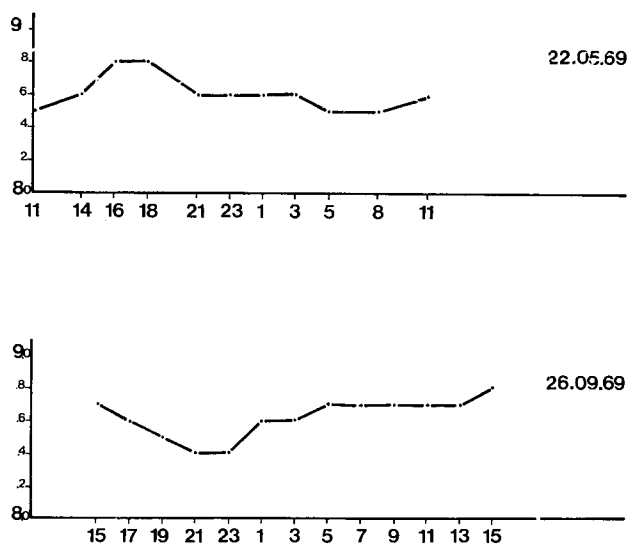


Fig. 2. Le pH de l'eau au cours de différents cycles de 24 heures.

3. L'oxygène dissous (Fig. 3)

L'oxygène a été mesuré par la méthode de titration au thio sulfate de WINKLER. Les échantillons ont été prélevés en surface uniquement.

Nous constatons que la teneur en oxygène accuse des variations de 2 mg/l environ au cours de 24 h, passant par un minimum à la fin de la nuit vers 3—5 h et un maximum vers la fin de l'après-midi vers 18 h.

Des deux courbes de variations des paramètres mesurés plus haut (pH et oxygène dissous) nous pourrions conclure que la photosynthèse est maximale en surface en fin d'après-midi et que ceci se passe lorsque la température de l'eau est maximale également.

4. La chlorophylle (Fig. 4)

La chlorophylle a été dosée suivant la méthode de PARSONS & STRICKLAND (1968). Nous n'avons tenu compte que de la chlorophylle a, dosée à partir d'un échantillon d'1 l d'eau filtrée sur millipore de 0,45 μ d'ouverture. Cette chlorophylle est donc uniquement celle qui est contenue dans les algues.

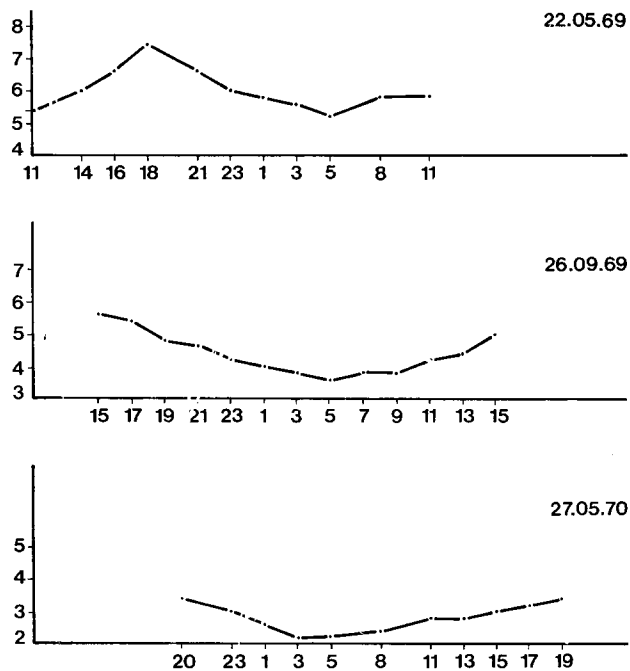


Fig. 3. L'oxygène dissous dans l'eau de surface au cours de différents cycles de 24 heures exprimé en mg d'O₂ par litre d'eau.

Les teneurs en chlorophylle doublent généralement leur valeur en 24 h, passant par un minimum vers 3—5 h du matin et un maximum vers 15—18 h. Ce phénomène s'observe également à 1 m de profondeur.

5. Le zooplancton

Nous avons utilisé un système de 5 filets superposés comme le montre la Figure 5. La quantité d'eau filtrée étant indéterminée, mais égale dans les cinq filets, nous avons compté le total des organismes récoltés par chacun des filets et exprimés les résultats en pourcentages d'individus trouvés à chaque profondeur.

6. Résultats (Fig. 6)

Toutes les espèces sont présentes en concentrations maximales en surface à 4 h du matin.

Une migration vers le fond s'effectue entre 6 h et 10 h du matin et une migration vers la surface recommence à partir de 18—20 h.

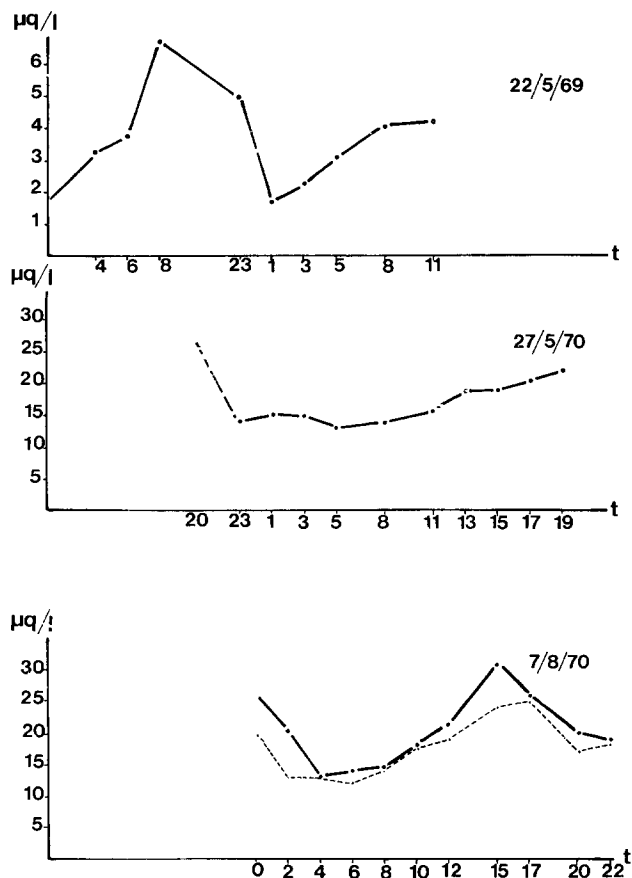


Fig. 4. La chlorophylle a contenue dans le phytoplancton au cours de différents cycles de 24 heures. En trait plein: échantillons d'eau de surface; En trait pointillé: échantillons d'eau de 1 m de profondeur;

Grosso modo on peut dire qu'au lever du soleil toutes les espèces redescendent vers les profondeurs et au coucher du soleil remontent vers la surface.

Toutes les espèces observées ont un comportement différent quant à leur phototropisme et leur vitesse de migration.

Quelques moments plus particuliers ont été repris dans la Figure 7 que nous analysons:

1. *Holoplancton*

Les Copépodes Calanoidea adultes et Copepodites: il s'agit en l'occurrence en majorite de *Acartia biflosa*.



Fig. 5. Systeme des 5 filets superposés utilisé aux pélèvements du zooplancton.

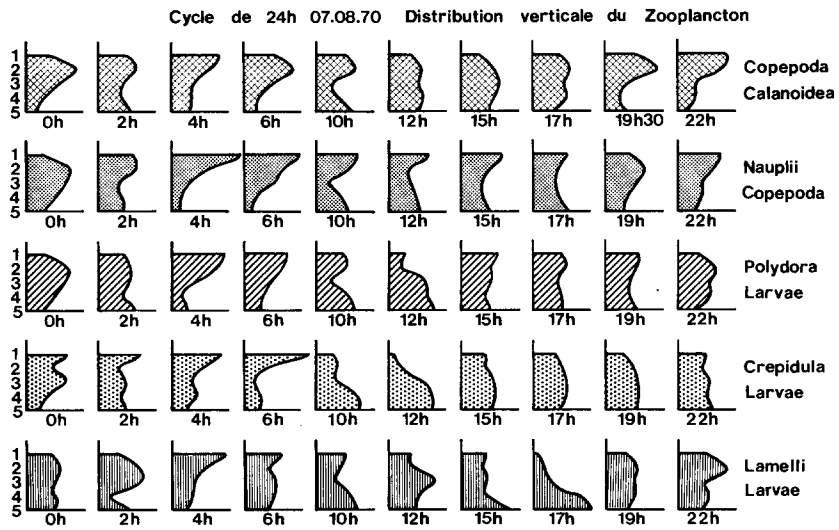


Fig. 6. La distribution verticale du zooplancton à 5 profondeurs au cours d'un cycle de 24 heures. Résultats exprimés en pourcentage d'organismes récoltés à chaque profondeur.

- à 4 h : près de 50% de la population se trouve en surface
- 12 h : sont bien distribués tout le long de colonne d'eau
- 18 h : les individus situés le plus profondément migrent vers la surface
- 24 h : la plupart sont à 20 cm sous la surface

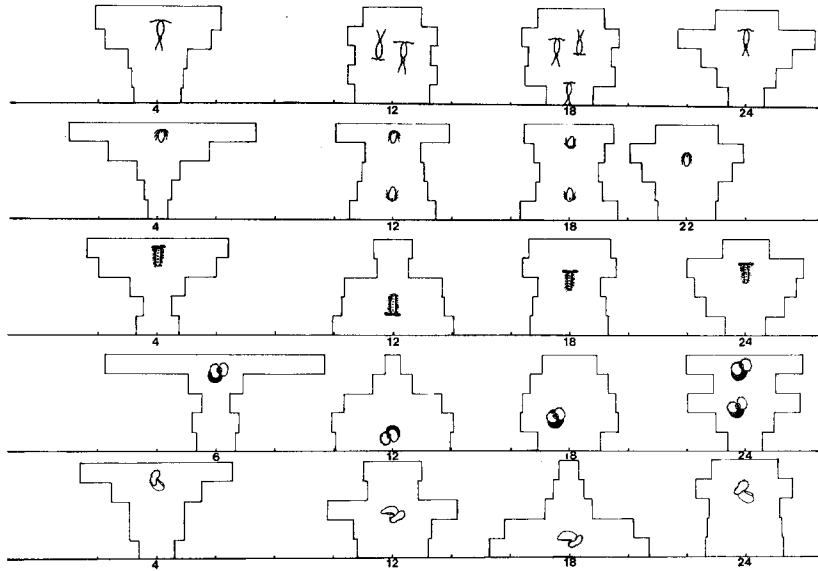


Fig. 7. Quelques instants caractéristiques de la distribution verticale du zooplankton au cours d'un cycle de 24 heures.

Les Nauplii de Copepoda Calanoidea :

- à 4 h : plus de la moitié sont en surface
- 12 h : sont plus ou moins bien répartis le long de la colonne d'eau, mais encore en majorité en surface
- 18 h : effectuent une courte migration vers la profondeur
- 22 h : un peu plus tôt que les adultes se trouvent en majorité à 20 cm de profondeur.

Parmi les organismes holoplanctoniques nous pouvons donc observer que les Nauplii de Calanoidea se tiennent près de la surface toute la journée, mais effectuent une migration vers les profondeurs dans l'après-midi, tandis que les adultes et Copépodites ont tendance à se tenir plus dans les profondeurs au cours de la journée.

2. Méroplancton

Les larves de *Polydora ciliata*:

- à 4 h: sont en majorité en surface
- 12 h: sont en majorité dans les profondeurs
- 18 h: commencent à remonter en surface
- 24 h: la plupart se situent à environ 20 cm—40 cm sous la surface

Les larves de *Polydora ciliata* sont donc fortement phototropiques négatives à la lumière de plein jour (à 12 h) et restent la plus grande partie de la journée en profondeur.

Les larves de *Crepidula fornicata*:

- à 6 h: sont en majorité (+ de 60% de la population) à la surface et ceci légèrement plus tard que toutes les autres espèces
- 12 h: la plupart se tiennent près du fond
- 18 h: commencent à remonter vers la surface
- 24 h: une grande partie de la population se tient en surface et une autre à environ 0,5 m de profondeur

Les larves de *Crepidula* manifestent donc aussi un fort phototropisme négatif à la lumière de plein jour à 12 h et restent la plus grande partie de la journée en profondeur.

Les larves de Lamellibranchia:

Il s'agissait en très grande majorité de larves d'huîtres et de quelques larves de *Cardium edule*.

- à 4 h: sont en majorité en surface
- 12 h: la plupart se tiennent à mi profondeur, c.à.d. environ 60 cm
- 18 h: sont en majorité dans les eaux les plus profondes
- 24 h: ont repris la migration vers la surface et sont réparties homogènement sur toute la colonne d'eau

Les larves d'huîtres effectuent donc une migration lente vers la profondeur au cours de toute la journée et une migration plus rapide vers la surface à la tombée de la nuit.

D. DISCUSSION

Les espèces méroplanctoniques ont donc des comportements différents quant à leur phototropisme et à leur vitesse de migrations verticales.

Les larves de *Polydora ciliata* devraient se fixer vers le milieu de la journée vers 12 h, les larves de *Crepidula fornicata* également, tandis que les larves d'huîtres effectueraient leur fixation tard dans l'après-midi vers 18 h.

Ces résultats ne concordent pas avec la littérature à propos des migrations verticales du méroplancton.

Généralement les auteurs affirment que des stades particuliers de développement sont attachés à des masses d'eau particulières et ne migrent qu'occasionnellement. CARRIKER (1959) trouve que les jeunes larves de l'huître américaine se tiennent plus dans les eaux superficielles, et que les larves plus âgées sont liées aux eaux profondes.

KUNKLE (1958) cependant trouve que ces mêmes stades sont distribués homogènement sur toute la colonne d'eau. JORGENSEN (1923) trouve des jeunes larves de Decapoda liées aux eaux profondes et les plus âgées aux eaux superficielles. KORRINGA (1941) n'observe pas de migrations des larves d'huîtres dans l'Escaut oriental. COLE & KNIGHT JONES (1949) font les mêmes observations. BANSE (1956) observe dans la baie de Kiel que les larves de Polychaeta et d'Echinodermata sont attachés à une masse d'eau bien particulière toute leur vie durant. Seul PETIPA (1955) observa des migrations verticales de larves de Lamellibranchia, Gastropoda, Cirripedia et Decapoda au cours d'une éclipse solaire.

Influence des migrations verticales du zooplancton sur le phytoplancton

Le phytoplancton au Bassin de Chasse se compose essentiellement de nannoplancton dont les genres dominants sont: Pyramimonas, Cryptomonas, Nephroselmis, Eutreptiella, Chrysochromulina, Pseudopedinella, et Cyclotella. (déterminations effectuées par F. MOMMAERTS-BILLIET, laboratorium voor Ekologie en Systematiek).

Nous avons pu remarquer que pendant la nuit le taux de chlorophylle diminue toujours de moitié et ceci aussi bien en surface qu'en profondeur, ce qui exclut la possibilité d'un échange de masses d'eau où les eaux de profondeur plus chaudes et plus légères remonteraient en surface la nuit: nous avons déjà exclu cette hypothèse en étudiant les courbes de températures en surface et en profondeur. C'est la nuit aussi, entre 3—5 h du matin, que se tient la majorité du zooplancton en surface.

L'hypothèse la plus plausible serait donc que le zooplancton se nourrirait principalement la nuit et particulièrement en surface où le phytoplancton se trouve en grande abondance. Cette hypothèse repose sur plusieurs données de la littérature. GAULD (1951) a trouvé un plus grand pourcentage de Copépodes avec un intestin rempli la nuit que le jour.

ENRIGHT (1969) expliquait également la diminution du phytoplancton nocturne par du grazing. FULLER (1937) a montré expérimentalement un grazing nocturne plus abondant.

D'autre part, WEGMANN & METZNER (1971) étudiant la variation du taux de chlorophylle d'une culture synchrone de *Dunaliella* ont pu montrer que les algues se divisaient la nuit et que le taux de chlorophylle exprimé par million de cellules diminuait la nuit et augmentait le jour.

La combinaison de ces deux effets nous expliquerait peut-être la chute des concentrations de chlorophylle nocturne.

E. CONCLUSION

Les migrations actives journalières de l'holo- et du méroplancton ont été mises en évidence dans un biotope marin de faible profondeur.

Les vitesses de migration verticale varient pour chaque espèce, leur phototropisme négatif également.

Le cycle du taux de chlorophylle est probablement le résultat combiné du grazing nocturne et de la division des algues.

RÉFÉRENCES

- BAINBRIDGE, R. - 1961 - Migrations pp. 431—463 in T. H. WATERMAN (Editor). *The Physiology of Crustacea II Sense organs, Integration and Behaviour*. Academic Press, New-York.
- BANSE, K. - 1956 - Über den Transport von meroplanktischen Larven aus dem Kattegat in die Kieler Bucht. *Ber. Dtsch. Komm. Meeresforsch. N.F. Meeresforsch. N.F.* 14 (2): 147—164.
- BOGOROV. - 1958 - Perspectives in the study of seasonal changes of plankton and of the number of generations at different latitudes pp. 145—158. In AA Buzzati-Traverso (Editeur). *Perspectives in Marine Biology* Univ. Calif. Press, Berkeley, Calif.
- CARRIKER, M. R. - 1958 - The role of physical and biological factors in the culture of *Crassostrea* and *Mercernaria*, in a salt-water pond. *Ecol. Monogr.* 29 (3): 219—266.
- CHAMPALBERT, G. - 1969 - L'hyponeuston dans le Golfe de Marseille. *Tethys* 1 (3): 585-666.
- CHAMPALBERT, G. - 1971 - Variations nyctémérales du plankton superficiel. I. Holohyponeuston et Hétérohyponeuston. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 1971 Vol. 6: 23—33.
- CHAMPALBERT, G. - 1971 - Idem. II. Espèces non caractéristiques de l'hyponeuston et hyponeuston nocturne. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 1971. Vol. 6: 55—70.
- COLE, H. A. & KNIGHT-JONES, E. W. - 1949 - The setting behaviour of larvae of the European flat oyster, *Ostrea edulis* L. *Great Britain Min. Agric. Fish & Food, Fish. Invest. Ser. 2*, 17 (3): 1—39.
- DELLA CROCE N. & SERTARIO, T. - 1959 - Microdistribuzione dello zooplankton. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 29: 1—28.

- ENRIGHT, J. T. - 1969 - Zooplankton grazing rates estimated under field conditions. *Ecology*. 50 (6): 1070—1075.
- FULLER, J. L. - 1937 - Feeding rate of *Calanus finmarchicus* in relation to environmental conditions. *Biol. Bull. mar. Biol. Lab. Woods Hole* 72: 233—46
- GAULD, D. T. - 1951 - The grazing rate of planktonic Copepods. *J. mar. biol. ass. U.K.* 29: 695—706.
- HEINRICH, A. K. - 1960 - On the subsurfaceplankton in the Central Pacific. *Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk. S.S.S.R.* 41: 42—47.
- JORGENSEN, O. M. - 1923 - Plankton investigations, marine plankton. H. Crustacea *Rept. Dove Mar. Lab. N.S.* 12: 112—113.
- KORRINGA, P. - 1941 - Experiments and observations on swimming pelagic life and setting in the European flat oyster, *Ostrea edulis*. *Arch. Neerl. Zool.* 5 (1/2): 1—249.
- KUNKLE, D. E. - 1958 - The vertical distribution of oyster larvae in Delaware Bay. *Proc. Nat. Shellfish. Ass.* 48: 90—91.
- PETIPA, T. S. - 1955 - Observations on the behaviour of zooplankton at the time of a solar eclipse. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.* 104 (2): 323—325.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. - 1968 - A practical handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada 1968.
- ZAITSEV, Y. P. - 1962 - Quelques particularités du développement de l'hyponeuston dans la région nord-ouest de la mer Noire. *Nauk. Zap. Odessa biol. Stn Vol.* 4: 19—30.
- ZAITSEV, Y. P. - 1964 - L'importance de l'hyponeuston de la mer Noire. *Tez. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.* 22 pp.
- WEGMANN, K. & METZNER, H. - 1971 - Synchronization of *Dunaliella* cultures. *Arch. Mikrobiol.* 78: 360—367.