

RICERCHE SULLA DISTRIBUZIONE ED ECOLOGIA DI *BATILLIPES PENNAKI* MARCUS IN UNA SPIAGGIA PUGLIESE (HETEROTARDIGRADA).

par

Susanna De Zio et Piero Grimaldi

Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata dell' Università di Bari.

Résumé

Une étude quantitative de la faune interstitielle de la plage de Cozze, près de Bari, a été faite à plusieurs époques de l'année; les caractéristiques granulométriques et minéralogiques de la plage ont été notées. Une attention particulière a été apportée à l'étude de la distribution de *Batillipes pennaki* Marcus (Heterotardigrada) — qui représente le peuplement le plus considérable — en rapport avec la ligne de rivage, la profondeur, la quantité d'eau interstitielle et la température.

De l'examen de ces données, il résulte que :

a) *B. pennaki* suit les oscillations de la ligne de rivage, en s'en rapprochant au cours des mois les plus chauds et en s'en éloignant pendant les mois les plus froids.

b) A moins de quelques mètres du rivage, on le trouve principalement en surface, tandis que vers l'intérieur de la plage, il se tient à plus grande profondeur.

c) Il se produit des migrations journalières en rapport avec l'évaporation et l'augmentation de la température; c'est pourquoi pendant les heures de l'après-midi, les *Batillipes* émigrent en profondeur.

d) La distribution horizontale des deux groupes permet de conclure à des phénomènes de compétition parmi les Tardigrades et les Nématodes.

INTRODUZIONE

In un piano di ricerche sulla ecologia e distribuzione della fauna interstiziale delle spiagge pugliesi ci siamo indirizzati, anzitutto, allo studio quantitativo della distribuzione del mesopsammon della spiaggia di Cozze presso Bari.

Particolare attenzione abbiamo dedicato, in questo primo lavoro, alla distribuzione del popolamento dei Tardigradi, rappresentati dalla sola specie *Batillipes pennaki* Marcus, in rapporto alla distanza dalla linea di riva ed alla profondità, tenendo conto solo dello spessore di sabbia sovrastante la falda di acqua interstiziale.

Nulla è ancora noto per quanto riguarda la distribuzione del mesopsammon delle coste del basso Adriatico; lavori del genere, a carattere quantitativo, sono stati eseguiti in Francia da Boisseau e Renaud (1955) i quali hanno ricavato interessanti dati sulla compo-

sizione della biocenosi di un segmento di spiaggia del bacino d'Arcachon e da Renaud Debyser (1959, 1963) la quale ha studiato la distribuzione di alcuni Tardigradi marini in una spiaggia anche del bacino di Arcachon.

Studi prevalentemente qualitativi del mesopsammon sono stati fatti invece in gran numero da Angelier, Delamare Deboutteville, Pennak, Fize, Remane, Renaud Debyser ecc.

TABLEAU 1

Esame granulometrico della sabbia : n° = numero delle tele S.A.A.T.I.; m = dimensioni delle maglie in millimetri; log.m = logaritmo delle dimensioni delle maglie; p = peso in grammi delle quantità di sabbia effettivamente raccolte sui setacci; P = percentuale.

n°	m	log. m	p	P
28	0,80	1,90	0,058	
32	0,64	1,80	0,045	0,103
36	0,60	1,78	0,065	0,168
40	0,48	1,68	0,079	0,247
50	0,38	1,58	0,715	0,962
60	0,36	1,56	1,962	2,924
70	0,32	1,50	37,274	40,198
90	0,28	1,45	48,128	88,326
95	0,24	1,38	0,350	88,676
100	0,20	1,30	0,327	89,003
110	0,18	1,26	8,679	97,682
120	0,16	1,20	1,520	99,202
residuo	< 0,16		0,798	100,000

MATERIALE E METODI

La spiaggia di Cozze, dove abbiamo condotto le nostre ricerche per oltre un anno fino ad oggi, distante da Bari 25 Km., si presta bene allo scopo, sia per l'abbondanza della fauna, sia per la topografia. E' situata in una piccola insenatura profonda circa 65 metri, si estende per 25 metri ed ha un fronte di 55 metri (fig. 1); si presenta leggermente declive e quindi vi sono profondi spostamenti della linea di riva sia per effetto delle maree, sia per le onde di mare mosso.

Appunto per calcolare gli spostamenti della linea di riva, considerando come tale il bordo dell'acqua, ci siamo serviti di una linea immaginaria congiungente gli spigoli di due piccole costruzioni situate ai lati della battigia e coincidente con la linea di riva media.

Un lavoro del genere non poteva prescindere dall'esame granulometrico della sabbia; il metodo adottato è quello descritto da Prenant (1932); abbiamo cioè adoperato una serie di 12 setacci con reti di bronzo-alluminio, le dimensioni delle cui maglie variavano da 800 a 160 micron (tab. 1 e fig. 2).

I risultati numerici sono stati espressi in percentuali considerando sia le frazioni raccolte effettivamente su ciascun setaccio, cioè con la curva di frequenza, sia le quantità totali che si sarebbero raccolte su

ciascun setaccio se questo fosse stato adoperato da solo, cioè con curva cumulativa. Dall'esame granulometrico appare chiaramente trattarsi di sabbia sottile decisamente omogenea con granuli in massima parte di grandezza intorno ai 280 micron.

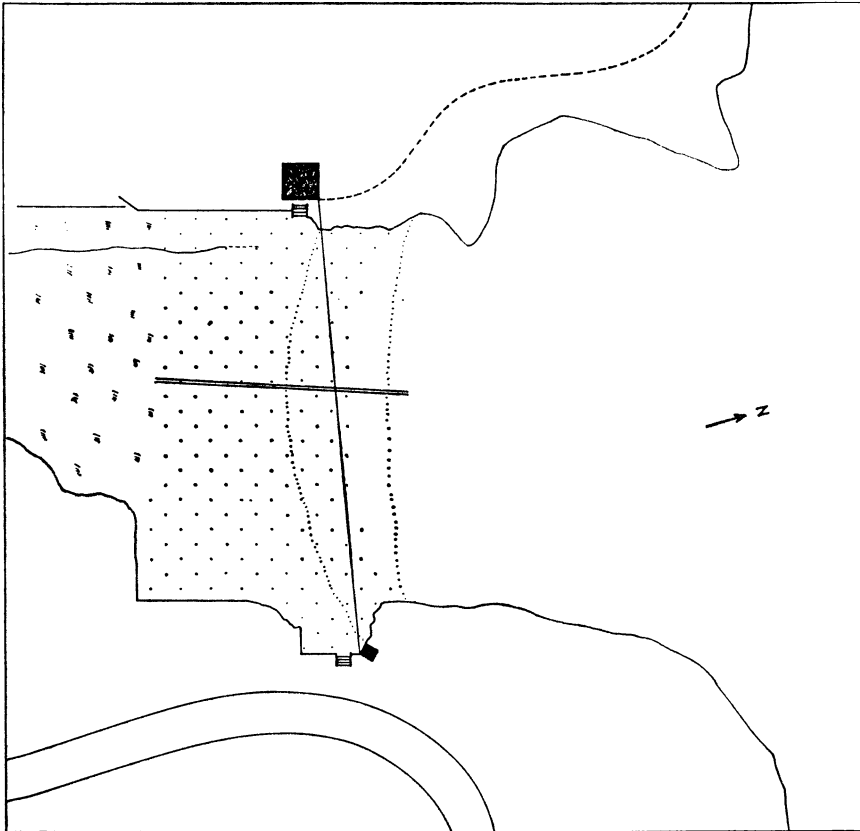


Fig. 1

Pianta della spiaggia di Cozze.

Le due linee punteggiate indicano il massimo ed il minimo ingresso del mare; la linea intera rappresenta la linea di riva media; la doppia linea indica la direzione lungo la quale sono state effettuate le raccolte.

TABLEAU 2

Composizione mineralogica della sabbia

MINERALI PRESENTI NELLA SABBIA IN p. 100	
Quarzo	52,78
Calcite	36,11
Ortoclasio	9,72
Plagioclasì	1,39
	<hr/>
	100,00

La composizione mineralogica (1) (tab. 2) ci mostra trattarsi di una spiaggia a sabbia prevalentemente silicea, con quarzo in frammenti di cristalli a forma irregolare ed a spigoli vivi, con ortoclasio in individui ad abito prismatico, allungato, con rari plagioclasti che si presentano in geminati, inoltre con cristalli di calcite che si presen-

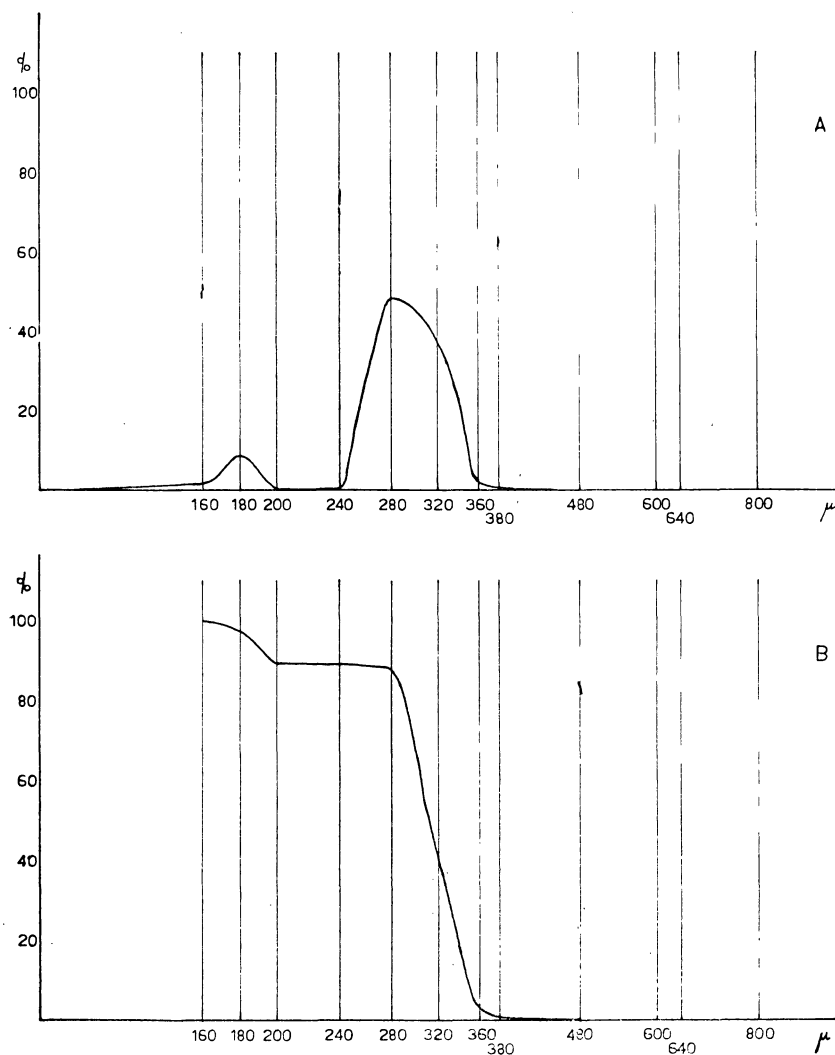


FIG. 2

Granulometria della sabbia della spiaggia di Cozze.

A, curva di frequenza; B, curva cumulativa.

tano sia in romboedri a spigoli vivi a forte rilievo, che in frammenti di calcare.

Questo è un dato ecologico molto importante in quanto i cristalli di quarzo, ortoclasio e plagioclasti, soprattutto, e quelli di calcare, un

(1) Ringraziamo la Dottoressa Luisa Amodio dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Bari per la gentile collaborazione.

pò meno, a spigoli vivi, non si adattano bene gli uni agli altri lasciando numerosi spazi vuoti in cui gli animali si possono muovere liberamente.

Per quanto riguarda il metodo di campionamento, abbiamo eseguito le raccolte metro per metro a partire dal bordo dell'acqua, cioè ad un metro, due metri, tre metri ecc. sulla perpendicolare alla linea di riva. Ad ogni metro abbiamo scavato una piccola trincea, larga non più di 15 centimetri e su di una parete, sempre quella rivolta verso il mare, abbiamo raccolto tre campioni di sabbia di circa 4 cc. ognuno, infilando una provettina a 10 cm. dalla superficie, una a 20 cm., ed una a 30 cm. Ad un metro dalla linea di riva non ci è stato possibile raccogliere fino a 30 cm in quanto a volte la falda affiora a pochi centimetri dalla superficie. Ciascun campione, opportunamente numerato, portato in laboratorio, fu esaminato integralmente con l'aiuto del binoculare, in modo da poter selezionare e contare tutti gli animali in essi presenti. Per quanto assai lungo, questo metodo ci è sembrato il solo adatto per renderci conto della distribuzione degli animali e trattandosi nel nostro caso di piccoli campioni.

DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE E VERTICALE DEI *BATILLIPES*

Abbiamo studiato la distribuzione dei Tardigradi in quanto questi rappresentavano quasi sempre il gruppo più abbondante, senza peraltro trascurare gli altri gruppi, tranne i Protozoi.

Per prima cosa ci siamo proposti di stabilire se questi animali fossero localizzati ad una determinata distanza dalla linea di riva, se si spostassero in rapporto al variare delle condizioni ambientali, soprattutto in rapporto alle oscillazioni della linea di riva. A tale scopo abbiamo considerato la congiungente gli spigoli di due costruzioni situate agli estremi laterali della spiaggia e parallela alla linea di riva e, come abbiamo già detto, coincidente con la linea di riva media; in base a tale linea immaginaria, abbiamo di volta in volta calcolato gli spostamenti della linea di riva.

Il risultato è espresso dal grafico (fig. 3) in cui si vede che i Tardigradi non si stabiliscono ad una determinata distanza, ma risentono delle oscillazioni della linea di riva spostandosi nella sabbia e mentre nei mesi freddi il massimo di frequenza degli animali si riscontra intorno agli 8 metri, nei mesi più caldi, invece, il massimo si trova sempre più vicino alla linea di riva.

Dall'esame dei campioni si ricavano inoltre interessanti dati riguardanti la distribuzione verticale dei Tardigradi a diverse distanze dalla linea di riva (fig. 4). Infatti abbiamo potuto constatare che quasi costantemente i *Batillipes* nei primi metri si distribuiscono soprattutto intorno ai 10 cm per discendere fino a 30 negli ultimi metri.

Questo fatto ci dimostra che i Tardigradi sono legati ad una complessa serie di fattori ecologici di cui indubbiamente il più importante è la quantità di acqua presente negli interstizi, legata questa alla temperatura, all'ora ed al grado di evaporazione.

Nei primi metri, cioè dove l'acqua è presente nella quantità richiesta anche a 10 centimetri, gli animali si trovano soprattutto a

questa profondità; mentre a distanze maggiori, dove meno si risente l'azione dovuta alla vicinanza della linea di riva e gli strati superficiali tendono ad essiccarsi più facilmente, gli animali si spostano verso il basso alla ricerca della quantità di acqua loro necessaria.

E' stato perciò necessario misurare la quantità di acqua presente negli interstizi e sono stati raccolti oltre ai campioni per la cernita

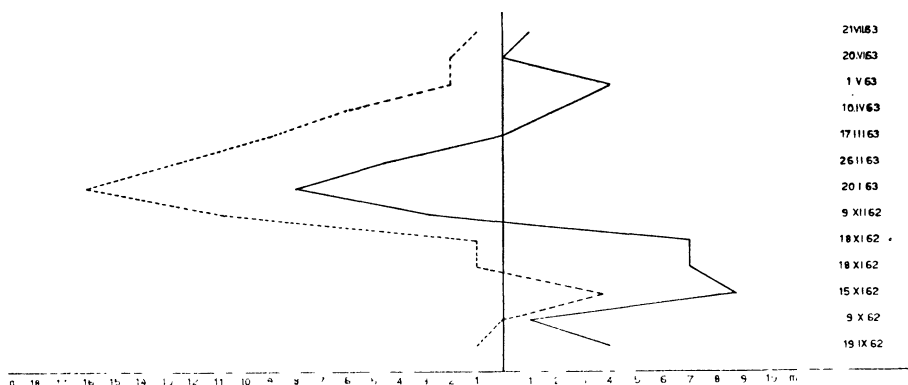


FIG. 3

Grafico illustrante le oscillazioni della linea di riva (linea intera) e della massima frequenza dei Tardigradi (linea tratteggiata), rispetto alla linea di riva media, riscontrate nelle raccolte.

ed il computo degli animali, altrettanti campioni per il calcolo della quantità di acqua. Per far ciò abbiamo adoperato recipienti a chiusura ermetica: questi, riempiti di sabbia e portati in laboratorio, furono pesati prima e dopo un prolungato essiccamento in stufa a 120° ricavando in tal modo la quantità dell'acqua per differenza di peso e poi riportandola in percentuale.

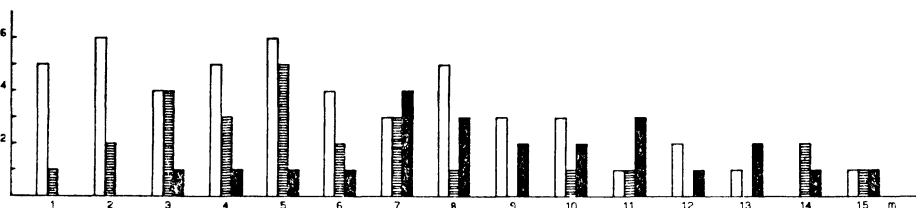


FIG. 4

Grafico della distribuzione verticale dei Tardigradi a diverse distanze dalla linea di riva: in ordinate è riportato il numero delle volte in cui i massimi si trovano a 10 cm (in bianco), a 20 cm (tratteggiato), e a 30 cm (in nero) di profondità; in ascisse sono riportate le distanze dalla linea di riva in metri.

Ad ogni metro la quantità aumenta gradatamente con la profondità, mentre diminuisce allontanandosi dalla linea di riva quasi regolarmente subendo una profonda diminuzione al centro per poi aumentare gradatamente raggiungendo però valori sempre inferiori a quelli riscontrati nei primi metri (fig. 5).

Dall'esame comparativo dei campioni di sabbia presi per il calcolo degli animali e per il calcolo dell'acqua abbiamo ricavato le seguenti

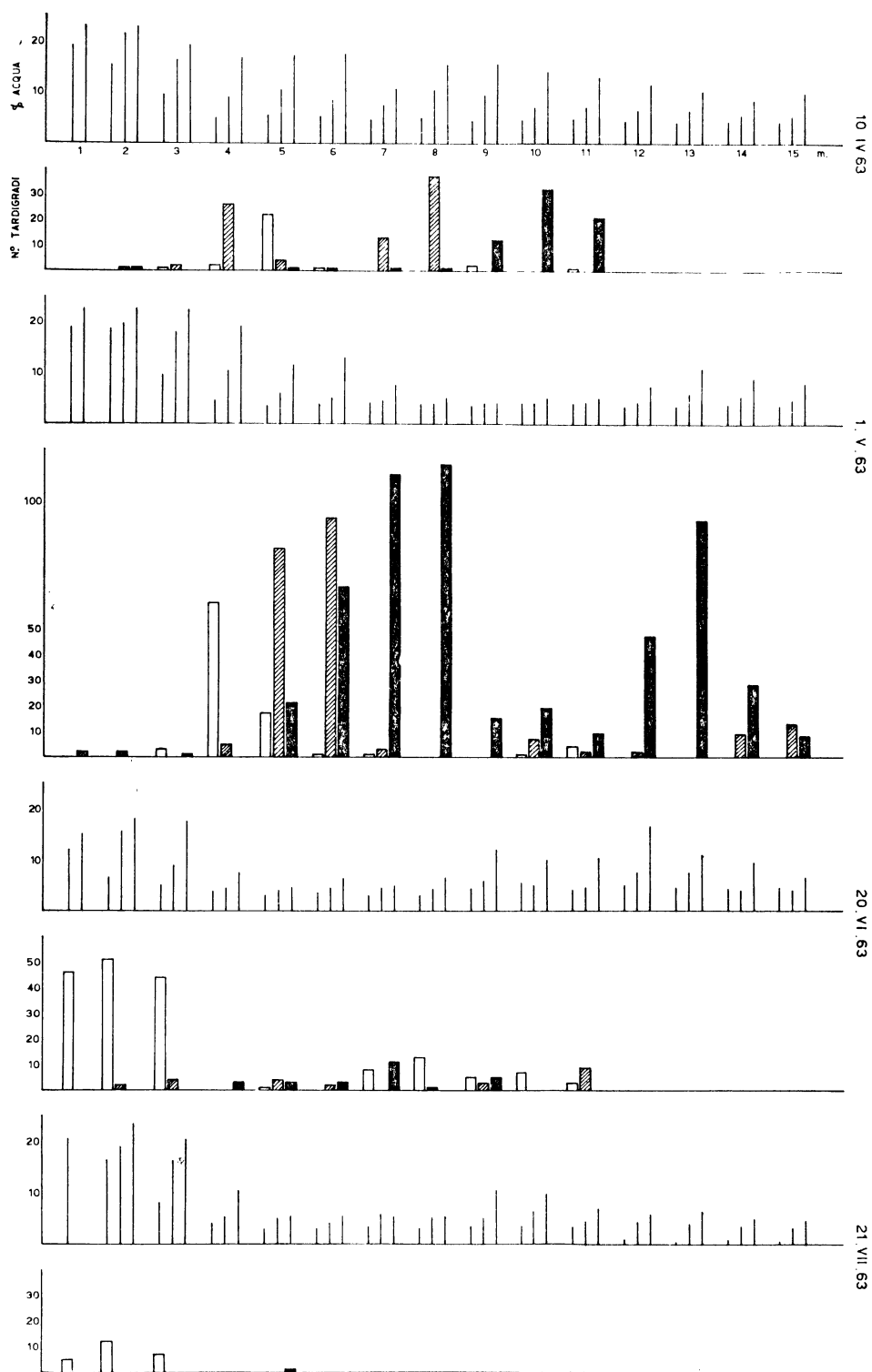


FIG. 5

Rapporto fra le percentuali di acqua interstiziale ed il numero dei Tardigradi a 10 cm (bianco), a 20 cm (tratteggiato), a 30 cm (nero) di profondità, nei mesi di Aprile, Maggio, Giugno e Luglio 1963.

osservazioni : nei primi due metri l'alta percentuale di acqua è incompatibile con la presenza dei Tardigradi quando la temperatura è bassa, infatti nei mesi autunnali e invernali non se ne trovano quasi mai,

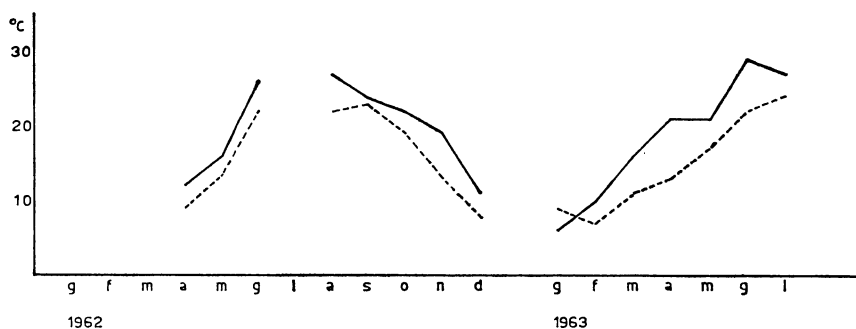


FIG. 6

Grafico della temperatura ambiente (linea continua) e interstiziale (linea tratteggiata).

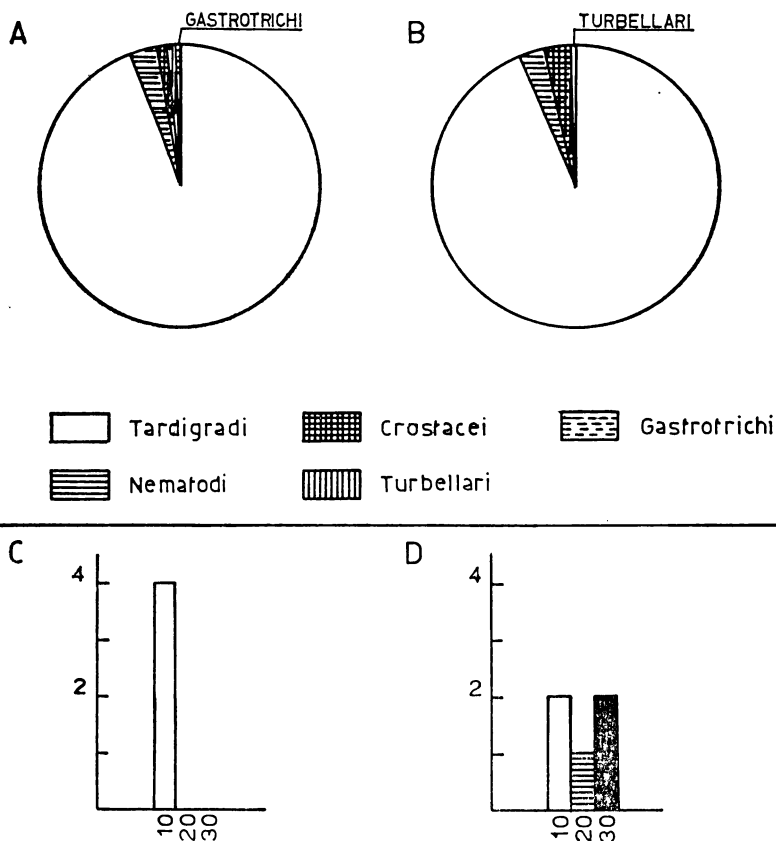


FIG. 7

Diagrammi di due raccolte effettuate in una stessa giornata. A e C nelle ore antimeridiane; B e D nelle ore pomeridiane : A e B si riferiscono alla composizione percentuale della biocenosi; C e D si riferiscono alla distribuzione verticale totale corrispondente alle due raccolte : in C si hanno massimi solo a 10 cm, in D se ne hanno anche a 20 ed a 30 cm.

invece con l'aumentare della temperatura e quindi della evaporazione, i *Batillipes* si spostano proprio nei primi metri cioè lì dove la percentuale di acqua è massima. Di qui l'importanza della temperatura (fig. 6), legata alla evaporazione, nei fenomeni di migrazioni non solo stagionali, ma anche giornaliere. Infatti in due raccolte effettuate nello stesso giorno (fig. 7), una di mattina ed una di pomeriggio, a 7 ed 8 metri dalla linea di riva, lì dove nella mattinata i massimi si riscontravano a 10 cm di profondità, nel pomeriggio si spostavano a 30 cm, pur rimanendo costante la composizione della biocenosi.

CARATTERISTICHE DELLA BIOGENOSI

Da quanto ci risulta dall'esame dei campioni, la fauna interstiziale di Cozze è costituita da Tardigradi con la sola specie *Batillipes pennaki* Marcus; Turbellari; Gastrotrichi con la specie *Chaetonotus aculifer* Gerlach ed i generi *Xenotrichula*, *Paraturbanella* e *Macrodasys*; Anellidi, fra cui il genere *Protodrilus*. I Tardigradi rappresentano quasi sempre la frazione dominante: infatti, esaminando i grafici della composizione della biocenosi (fig. 8), si vede che pur variando di mese in mese le percentuali, un dato costante, eccezion fatta per i mesi di giugno e luglio 1963, è rappresentato dal numero sempre dominante dei Tardigradi. Inoltre si osserva che le percentuali dei Tardigradi sono quasi uguali fra loro nei mesi di marzo, aprile e maggio dei due anni 1962 e 1963, variano invece le percentuali degli altri gruppi i cui rappresentanti risentono evidentemente più dei Tardigradi delle condizioni ambientali.

Un altro dato è che non si osserva una distribuzione continua dei Tardigradi nella spiaggia, ma questi si distribuiscono con una serie di minimi e massimi alternati fra loro senza un ordine preciso (figs. 9 e 10).

Altro fenomeno spesso riscontrato riguarda una relazione apparentemente esistente fra il numero dei Tardigradi e il numero dei Nematodi. Si nota infatti che sulla spiaggia esistono zone, di inverno soprattutto in prossimità della linea di riva e nei mesi più caldi all'interno della spiaggia in cui sia per i Nematodi che per i Tardigradi le condizioni di vita sono sfavorevoli. Esistono peraltro punti di massima densità in cui si trovano cioè abbondanti sia gli uni che gli altri; risulta però che non esiste mai un punto in cui i due massimi primari coincidono. Nel grafico per esempio che si riferisce al mese di novembre 1962 (fig. 11), la curva dei Tardigradi presenta due massimi uno a 5 ed uno a 8 metri dalla linea di riva, quella dei Nematodi due massimi uno ad 8 ed uno a 10 metri. Da questo che meglio riassume il fenomeno e da altri supponiamo che gli optima per queste due classi siano vicini, differendo di poco; infatti a 8 metri il massimo dei Tardigradi è di molto superiore a quello dei Nematodi; a 9 metri le due curve scendono quasi fino a 0; a 10 metri il massimo dei Nematodi è di molto superiore a quello dei Tardigradi. Ciò potrebbe forse significare che esistono dei fenomeni di competizione alimentare, rapporti di predatore e preda quali quelli riscontrati fra Tardigradi

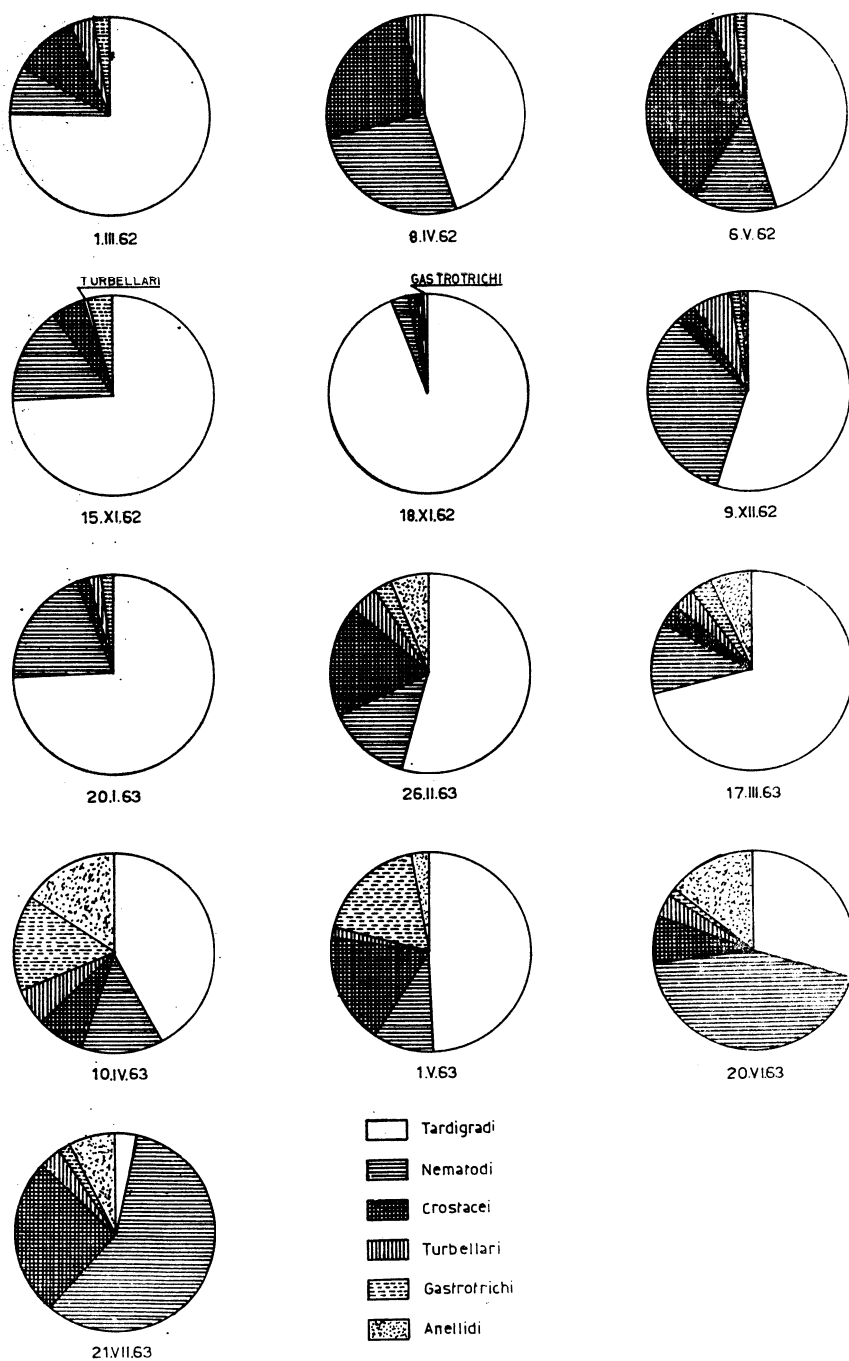
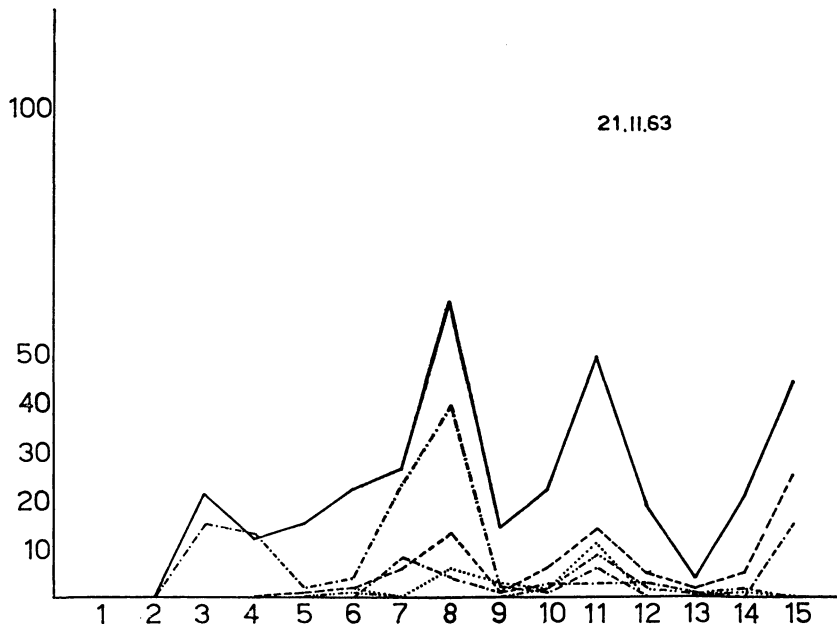
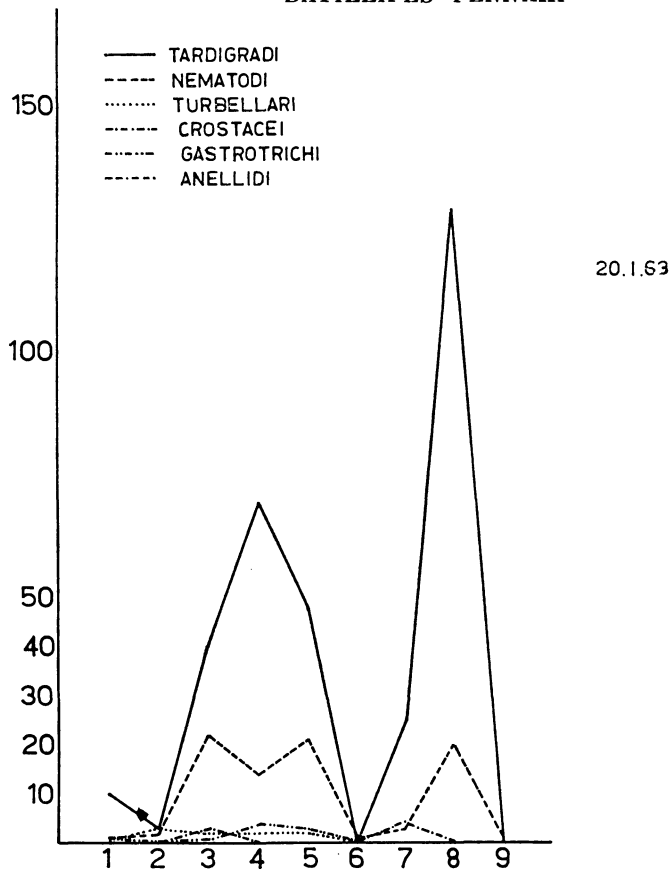


FIG. 8

Diagrammi percentuali della composizione della biocenosi.

FIG. 9 (ci-contre)

Distribuzione orizzontale dei gruppi animali (20/1/63 e 21/2/63).
In ascisse sono riportate le distanze dalla linea di riva in metri; in ordinate
il numero degli individui.



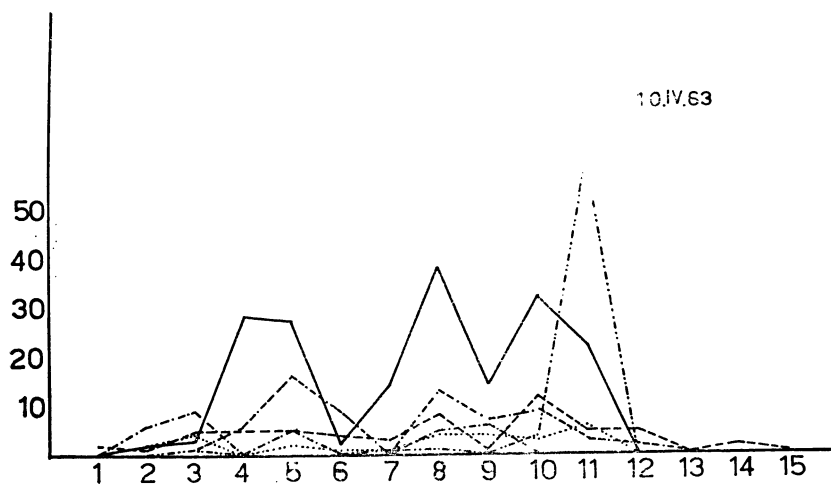
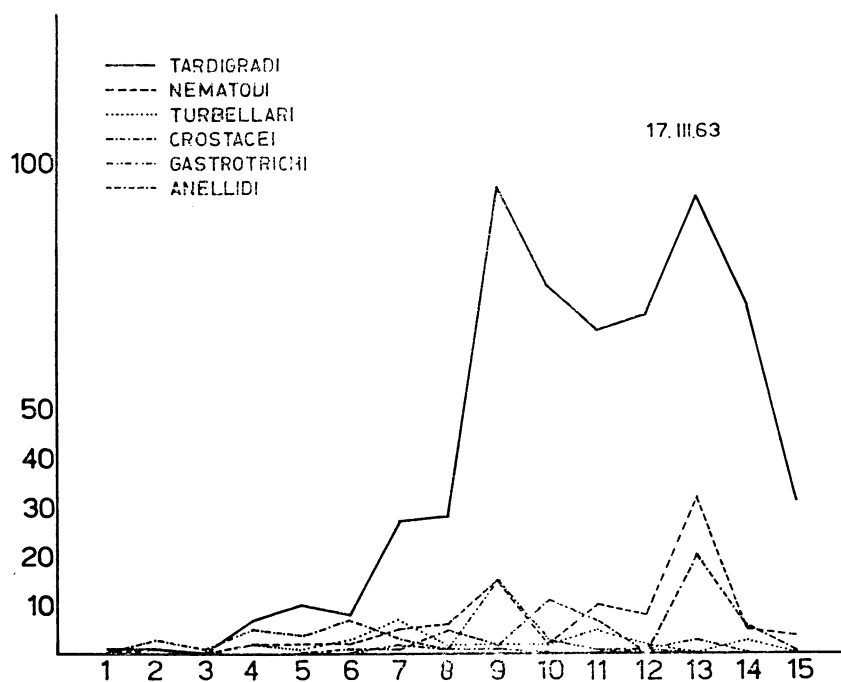


FIG. 10

Distribuzione orizzontale dei gruppi animali (17/3/63 e 21/4/63).
In ascisse sono riportate le distanze dalla linea di riva in metri; in ordinate
il numero degli individui.

e Nematodi terrestri; però in questo caso il rapporto dovrebbe essere invertito in quanto abbiamo potuto osservare che il contenuto intestinale del *Batillipes* è vegetale. Potrebbe quindi trattarsi di fenomeni competitivi, anche se resta da stabilire di quale tipo di competizione si tratti.

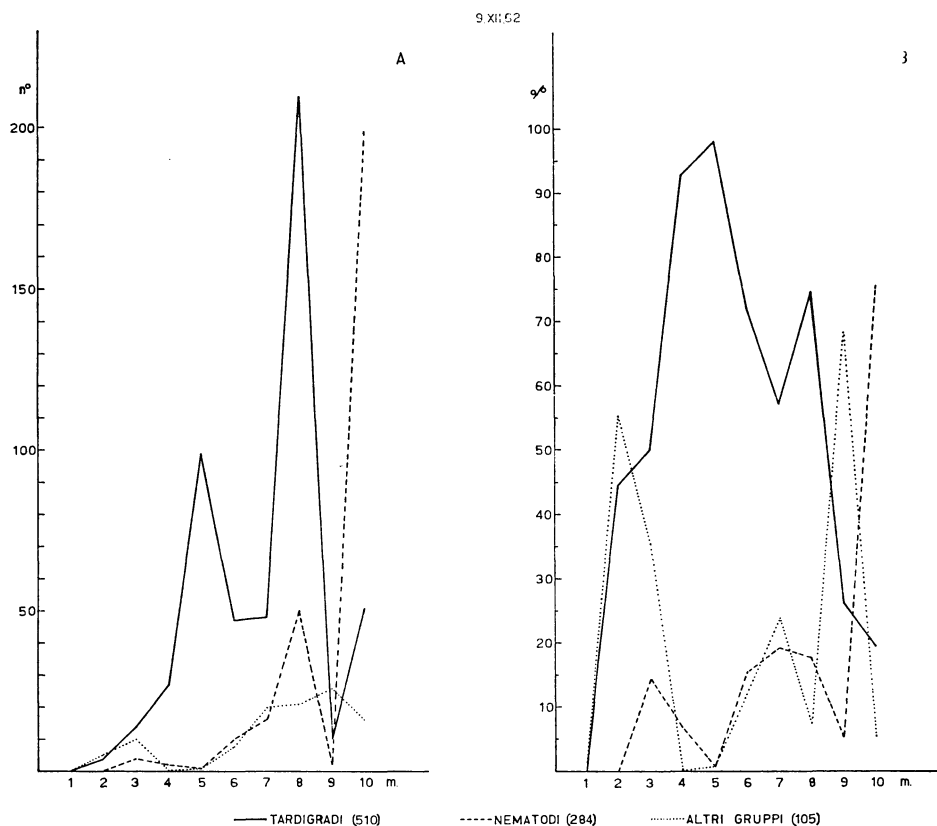


FIG. 11

Distribuzione orizzontale dei Tardigradi, Nematodi e altri gruppi (9/12/62). In ascisse sono riportate le distanze dalla linea di riva in metri; in ordinate il numero degli individui. A, grafico per numero di individui; B, in percentuale.

CONCLUSIONI

E' stato effettuato uno studio quantitativo della fauna interstiziale della spiaggia di Cozze, presso Bari, in rapporto a vari periodi dell'anno; della spiaggia sono state rilevate le caratteristiche granulometriche e mineralogiche. Particolare attenzione è stata dedicata alla distribuzione di *Batillipes pennaki* Marcus (Heterotardigrada), che rappresenta il popolamento più cospicuo del mesopsammon, rispetto alla linea di riva, alla profondità, alla quantità di acqua interstiziale ed alla temperatura.

Dall'esame dei dati risulta che : a) *Batillipes pennaki* segue le oscillazioni della linea di riva, avvicinandosi ad essa nei mesi più caldi ed allontanandosene nei mesi più freddi; b) nei primi metri si rinviene principalmente in superficie, mentre verso l'interno della spiaggia si trova a maggiore profondità; c) esistono migrazioni giornaliere connesse con l'evaporazione e con l'aumentare della tempera-

tura, per cui i *Batillipes* nelle ore pomeridiane migrano in basso; d) dalla distribuzione orizzontale dei due gruppi si possono rilevare fenomeni competitivi fra Tardigradi e Nematodi.

Zusammenfassung

Am Strande von Cozze, bei Bari, wurde eine quantitative Analyse der interstitiellen Fauna im Verlaufe der verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt; von diesem Strand sind die granulometrischen und mineralogischen Beschaffenheiten hervorgehoben worden. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Verbreitung des *Batillipes pennaki* Marcus (Heterotardigrada) der die zahlreichste Population des Mesopsammon darstellt, gewidmet, im Zusammenhang mit der Uferlinie, der Tiefe, der interstitiellen Wassermenge und der Temperatur.

Das Studium der Ergebnisse zeigt, dass: a. *Batillipes pennaki* den Oszillationen der Uferlinie folgt, sich ihr während der warmen Monate nähert und sich davon entfernt während der kälteren Monate; b. man ihn im Bereich der ersten Meter nahe der Uferlinie meistens an der Oberfläche findet, während er sich gegen das Innere des Strandes in grösserer Tiefe befindet; c. man tägliche Wanderungen feststellen kann die mit der Verdunstung und der Temperaturhöhung zusammenhängen und dazu führen, dass *Batillipes* sich in den Nachmittagsstunden in die Tiefe verzieht; d. die horizontale Verbreitung der Tardigraden und der Nematoden auf Konkurrenzphänomene zwischen den beiden Gruppen schliessen lässt.

Summary

A quantitative study of the interstitial fauna of the Cozze, a beach near Bari, has been done, following different periods of the year; the granulometric and mineralogical characteristics of the beach have been laid down. Special attention has been given to the distribution of *Batillipes pennaki* Marcus (Heterotardigrada) which represents the most conspicuous stocking, as regards the shore line, the depth, the quantity of interstitial water and the temperature.

The following conclusions can be drawn from a survey of the data: a) *Batillipes pennaki* follows the oscillations of the shore line, drawing near it during the hottest months and bearing off during coldest ones; b) in the first meters it is specially found near the surface, while towards the interior of the beach, it is found at a greater depth in the sand; c) there are daily migrations linked with the evaporation and the increase in temperature, that is why the *Batillipes* goes deeper in the afternoon; d) an analysis of the horizontal distribution of the two groups allows to conclude to a possible competition between Tardigrades and Nematodes.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ANGELIER, E., 1950. — Recherches sur la faune des sables littoraux méditerranéens. *Vie et Milieu*, 1, pp. 185-190.
- ANGELIER, E., 1953. — Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 90, 2, pp. 37-161.
- ANGELIER, E., 1953. — Le peuplement des sables submergés d'eau douce. *Ann. Biol.*, 29, 11-12, pp. 467-486.
- BOISSEAU, J.P., 1957. — Technique pour l'étude quantitative de la faune interstitielle des sables. *C.R. Congr. Soc. Sav. Bordeaux*, 1957.
- BOISSEAU, J.P. et RENAUD, J., 1955. — Répartition de la faune interstitielle dans un segment de plage sablo-vaseuse du Bassin d'Arcachon. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 241, pp. 123-125.
- BRUCE, J.R., 1928. — Physical factors on the sandy beach. Part I. Tidal, climatic and edaphic. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 15, pp. 535-552.
- BRUCE, J.R., 1928. — Physical factors on the sandy beach. Part II. Chemical changes, carbon dioxide concentration and sulphides. *Ibid.*, pp. 553-565.
- DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, 1954. — Eaux souterraines littorales de la Côte Catalane Française. (Mise au point faunistique). *Vie et Milieu*, 5, 3, pp. 408-451.

- DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, 1960. — Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. Paris, Hermann éd., *Actualités Scient. et ind.*, 1280, pp. 740.
- FIZE, A., 1957. — Premiers résultats des récoltes de microfaune des sables effectuées sur la côte languedocienne. *Vie et Milieu*, 8, 4, pp. 377-381.
- FIZE, A., 1960. — Sur un fond à *Amphioxus* de la plage de Sète. *Vie et Milieu*, 11, 3, pp. 505-507.
- GERLACH, S.A., 1955. — Die Tierwelt des Küstengrundwassers von S. Rossore (Tyrrhenisches Meer). *Physiol. Compar. Ecol.*, 4, pp. 54-73.
- LAFON, M., 1953. — Recherches sur les sables côtiers de la Basse Normandie et sur quelques conditions de leur peuplement zoologique. *Ann. Inst. Océanogr.* (N.S.), 28, 3, pp. 113-161.
- PRENANT, M., 1932. — L'analyse mécanique des sables littoraux et leurs qualités écologiques. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 74, pp. 581-595.
- PRENANT, M., 1960. — Etudes écologiques sur les sables intercotidaux. I. Question de méthode granulométrique. Application à trois anses de la baie de Quiberon. *Cah. Biol. Mar.*, 1, 3, pp. 259-340.
- PRENANT, M., 1961. — Faunes des plages marines et granulométrie des sédiments. *Bull. Soc. Zool. France*, 86, 4, pp. 412-424.
- RAMAZZOTTI, G., 1962. — Il phylum Tardigrada. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 14.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1956. — Répartition de deux Tardigrades *Batillipes mirus* Richters et *Stygarrctus bradypus* Schulz dans un segment de plage du Bassin d'Arcachon. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 243, pp. 1365-1369.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1958. — Contribution à l'étude de la faune interstitielle du Bassin d'Arcachon. 15^e Intern. Congress of Zoology, pp. 1-3.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1959. — Sur quelques Tardigrades du Bassin d'Arcachon. *Vie et Milieu*, 10, 2, pp. 135-146.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1963. — Recherches écologiques sur la faune interstitielle des sables du Bassin d'Arcachon. *P.V. Soc. Linn. Bordeaux*, 99, pp. 1-8.
- RENAUD-DEBYSER, J., 1963. — Recherches écologiques sur la faune interstitielle des sables : Bassin d'Arcachon, île de Bimini, Bahamas. Suppl. 15 à *Vie et Milieu*.
- RULLIER, F., 1957. — Teneur en air et en eau interstitiels des sables marins et son influence sur les conditions d'habitat. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 245, pp. 963-938.
- RUFFO, S., 1961. — Problemi relativi allo studio della fauna interstiziale iporreica. *Boll. Zool.*, 28, 2, pp. 273-319.
- SOIKA GIORDANI, A., 1953. — Le peuplement de la zone intercotidale des plages de sable de l'Europe et de l'Afrique du Nord. 14^e Intern. Zool. Congr. Copenhagen, pp. 433-435.
- SOIKA GIORDANI, A., 1955. — Ricerche sulla ecologia e sul popolamento della zona intercotidale delle spiagge di sabbia fina. *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia*, 8.
- SWEDMARK, B., 1956. — Etude de la microfaune des sables marins de la région de Marseille. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 93, pp. 70-95.