

Premières données sur la biologie et l'écologie d'*Euniphysa tubifex* (Annelide Polychète) dans le lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie

Preliminary data on the biology and ecology of Euniphysa tubifex (Annelida : Polychaeta) in the South-West lagoon of New Caledonia.

J. Clavier

Centre ORSTOM, B.P. A5, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Résumé: L'annélide polychète *Euniphysa tubifex* (Crossland, 1904) est communément rencontré sur les fonds meubles du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Cet Eunicidae carnivore, dont le corps atteint une longueur de 150 cm, habite un tube recourbé en forme de J dont l'une des branches, dépassant du substrat, est recouverte d'une dense épibiose multispécifique. Cette partie du tube est percée de plusieurs orifices par lesquels le ver est susceptible d'atteindre ses hôtes. L'autre branche du tube est aveugle et sert de galerie de retrait. *E. tubifex* est une espèce gonochorique. Les gamètes apparaissent dans la cavité coelomique au mois de juin puis se développent progressivement jusqu'à la ponte, à la fin du mois de mai. La reproduction est pratiquement synchrone pour la population étudiée. Les facteurs de distribution d'*E. tubifex* dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie ont été définis à l'aide d'une analyse multivariable. Une analyse factorielle des correspondances a été appliquée à un tableau de contingence (population x milieu) élaboré à partir de 100 stations aléatoirement réparties dans le lagon. *E. tubifex* vit préférentiellement à des profondeurs supérieures à 18m et sur des sédiments modérément envasés (comportant 10 à 20% de particules d'une taille inférieure à 63 µm.).

Mots-clés: Nouvelle-Calédonie, lagon, annélide, reproduction, écologie, répartition spatiale.

Abstract: The great size polychaetous annelid *Euniphysa tubifex* (Crossland, 1904) is common in the south-west lagoon of New-Caledonia. The body length of this carnivorous Eunicidae reaches 150 cm. It lives in J-shaped tube with only one branch extending above the sediment, and covered by a dense epibiosis of various species. This part of the tube have several openings from where the worm is likely to reach its epibionts. The other branch is closed and acts as a resting gallery. *E. tubifex* is dioecious. Small gametes appear in the coelomic cavity in June and progressively develop until spawning, at the end of May. Spawning is synchronous for the whole of the population studied. The factors affecting spatial distribution of *E. tubifex* in the south-west lagoon of New Caledonia are analyzed using a multivariate approach. A correspondence analysis is applied to a contingency table based on 100 sampling stations evenly distributed over the study area. *E. tubifex* is preferentially distributed at depth greater than 18 m on sediments with moderate mud values (grain size distribution with 10-20% of particles <63 µm).

Key-words: New Caledonia, lagoon, annelida, reproduction, ecology, spatial distribution.

Introduction

Euniphysa tubifex est un annélide polychète tubicole de grande taille. Le type dénommé *Eunice tubifex* par Crossland en 1904, est issu de Zanzibar. Depuis, l'espèce a été signalée dans tout l'Indo-Pacifique, depuis l'Afrique du Sud (Day, 1967) jusqu'aux côtes orientales d'Australie (Day & Hutchings, 1979), en passant par l'Inde et les Philippines (Fauvel, 1953). Ses caractéristiques morphologiques lui ont valu d'être récemment rattaché au genre *Euniphysa* par Miura (1986). En Nouvelle-Calédonie, les deux principaux inventaires taxonomiques des annélides (Fauvel, 1947; Rullier, 1972) ne signalent pas *E. tubifex* dans les lagons du Territoire. En revanche, l'espèce a été communément rencontrée au cours des études écologiques aussi bien qualitatives (Richer de Forges *et al.*, 1987) que quantitatives (Chardy *et al.*, 1987). Elle a également été reconnue comme un support préférentiel pour la fixation de certains bivalves Pectinidés (Buestel *et al.*, 1986). Nous avons entrepris une étude d'*E. tubifex* dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie afin de préciser les principaux traits de sa biologie et de définir son rôle écologique. Dans le présent document, nous présentons les premiers résultats sur la reproduction ainsi que la répartition de l'espèce dans le lagon sud-ouest et les facteurs qui la déterminent.

Introduction

Euniphysa tubifex is a large polychaetous tubicol annelid. The type named *Eunice tubifex* by Crossland in 1904 originated in Zanzibar. Since then, the species has been identified throughout the Indo-Pacific region, from South Africa (Day, 1967) to the western coasts of Australia (Day & Hutchings, 1979), passing by India and the Philippines (Fauvel, 1953). Its morphology has caused it to be recently linked to the genus *Euniphysa* by Miura (1986). The two main taxonomical inventories of the annelides of New Caledonia (Fauvel, 1947; Rullier, 1972) do not list *Eunice tubifex* as being present in Territory's lagoons. However, the species was found to be common to both qualitative (Richer de Forges *et al.*, 1987) and quantitative (Chardy *et al.*, 1987) ecological studies. It has also been found to be the preferred backing for the fixation of certain pectinid bivalves (Buestel *et al.*, 1986). In order to define both its biological traits and its ecological rôle, we undertook a study of *E. tubifex* in the south-west lagoon of New Caledonia. In this present document we give the initial results relating to the reproduction and distribution of this species in the south-west lagoon, and the factors determining the latter.



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B*18804 Ex: 1

Matériel et méthodes

Les échantillons nécessaires aux études biologiques ont été récoltés dans le lagon sud-ouest, au vent de l'îlot Canard (22°19'5 S, 166°26'8 E) sur des fonds de 20 à 24 m. A cet endroit, la densité moyenne d' *E. tubifex* est d'environ un tube pour 10 m². De 30 à 60 individus ont été collectés mensuellement entre mars 1986 et juin 1987. Sur chacun, nous avons déterminé le sexe par observation microscopique du liquide coelomique, puis un total de 300 ovocytes ont été mesurés dans leur plus grande dimension sur une dizaine de femelles de différentes tailles. L'étude des facteurs de répartition d' *E. tubifex* repose entièrement sur les données recueillies par Y. Lefort à l'occasion de travaux sur les Pectinidés du lagon. Sur chacune des 100 stations échantillonnées, l'abondance de l'espèce a été classée selon une échelle ordinale comportant 5 codes : A0, absence; A1, densité faible (1 individu/100 m²); A2, densité moyenne (2-3 individus/100 m²); A3, densité forte (4-10 individus/100 m²); A4, densité très forte (>10 individus/100 m²). Nous disposons en outre de données sur la profondeur, la quantité totale de matériel particulaire et la quantité de matière organique particulaire en suspension, le pourcentage de vases dans le sédiment

Material and methods

The samples necessary for the biological studies were gathered from the SW lagoon, windward of Ilôt Canard (22°19'5 S, 166° 26'8 E) at depths between 20 and 24 m, where the average density of *E. tubifex* was about 1 tube/10 m². 30 to 60 specimens were collected monthly from March 1986 to June 1987. The gender of each was determined by microscopic examination of the coelomic fluid, and a total of the 300 of the largest oocytes were found on about ten females of varying sizes. The study of the factors of the spatial distribution of *E. tubifex* is entirely based on the information gathered by Y. Lefort during work on the Pectinids of the lagoon. The abundance of the species at each of the 100 stations sampled was graded on an ordinal scale comprising five codes : A0, absent; A1, low density (1 ind./100 m²); A2, medium density (2-3 ind./100 m²); A3, high density (4-10 ind./100 m²); A4, very high density (>10 ind./100 m²). We also possess data relating to depth, total of particulate material and of suspended particulate organic matter, % of mud in the sediment (fraction <63 µm), proliferation of sponges unattached to the tubes

Tableau 1. Tableau à double entrée pour le codage des paramètres du milieu. z : profondeur en mètres; t : matière totale en suspension (g/m³); m : matière organique en suspension (g/m³); v : % de vases dans le sédiment; e : densité des éponges; c : densité des colonies de coraux; h : couverture par les herbiers de Phanérogames.

Table 1. Double entry array used for coding of environmental parameters. z : depth in metres; t : suspended total particulate material (g/m³); m : suspended organic material (g/m³); v : % of mud in sediment; e : sponges density; c : coral structures density; h : sea-grasses beds coverage (Phanerogams).

Code	z	t	m	v	e	c	h
0	0-5	0.0-1.5	0.0-0.8	0-5	nulle	nulle	nulle
1	5-10	1.5-2.0	0.8-1.1	5-15	faible	faible	faible
2	10-15	2.0-3.0	1.1-1.3	15-30	moyenne	moyenne	moyenne
3	15-20	3.0-5.0	1.3-1.7	30-50	forte	forte	forte
4	>20	>5.0	>1.7	>50	très forte	très forte	très forte

(fraction < 63 µm), l'abondance des éponges non fixées aux tubes et des colonies de coraux, ainsi que la surface couverte par les herbiers. Ces paramètres du milieu ont également été codés selon une échelle ordinale de 0 à 4 (tableau 1). La distribution d' *E. tubifex* dans le lagon a été établie à partir de plusieurs sources. Outre nos données personnelles et les résultats publiés par Buestel *et al.* (1986), nous avons bénéficié des abondantes observations de Y. Lefort et de M. Kulbicki, du Centre ORSTOM de Nouméa. L'espèce a ainsi été recherchée sur 180 stations réparties sur l'ensemble du lagon sud-ouest.

and coral colonies, as well as the area covered by sea-grasses. These parameters of the area studied have also been graded on an ordinal scale from 0 to 4 (Table 1). The spatial distribution map of *E. tubifex* throughout the lagoon was based on data from various sources. Other than our personal data, and the results published by Buestel *et al.* (1986), we benefited from the many observation carried out by Y. Lefort and M. Kulbicki, of the ORSTOM Centre of Nouméa. Research was undertaken on this species at 180 stations evenly spread over the entire SW lagoon.

Résultats et discussion

Les spécimens d' *E. tubifex* collectés dans les lagons de Nouvelle-Calédonie correspondent aux diagnoses établies par Fauvel (1953), Day (1967) et Fauchald (1986). Le tube parcheminé, replié en forme de J, comporte deux branches étroitement accolées; sa longueur moyenne mesurée depuis la boucle jusqu'à l'extrémité de la plus longue branche est de 52 cm pour la population étudiée. L'une de

Results and discussion

The specimens of *E. tubifex* gathered in the lagoons of New Caledonia corresponded to the diagnoses established by Fauvel (1953), Day (1967) and Fauchald (1986). The shrivelled J-shaped tube consists of two closely-bracketed branches; measured from the loop to the end of the longest branch, the average of the population studied is 52 cm. The closed branch is

ces branches, toujours enfouie, est aveugle et se termine près de l'interface eau-sédiment; elle est souvent torsadée et possède parfois une digitation. L'autre branche émerge du sédiment sur la moitié de sa longueur et porte une dense épibiose; elle comporte en moyenne une douzaine de digitations ouvertes à leur extrémité. Sur la station retenue pour les études biologiques, les tubes en J sont souvent isolés et nous n'avons dénombré que 15% de tubes accolés. Cette juxtaposition peut exceptionnellement aboutir à la constitution de "buissons" comportant jusqu'à 7 individus. *E. tubifex* tient le plus souvent son prostomium vers la partie émergée de son tube. En cas de danger, comme nous avons pu le constater au cours de nos manipulations, il est susceptible de se replier sur lui-même et de diriger sa partie antérieure vers le côté aveugle de son abri. Le plus grand spécimen, mesuré et suspendu par le prostomium après anesthésie au MgCl₂, avait une longueur de 150 cm; son poids sec était de 5.7 g. La longueur moyenne pour la population est de 80 cm

usually buried, with its end near the water/sediment interface; it is often twisted, and sometimes ridged. Half of the other branch extends above the sediment and is covered with a dense epibiosis; it has on average a dozen open-ended ridges. In the area where the biological studies were made, J-shaped tubes were often isolated and only 15% of tubes bracketed. This juxtaposition can, exceptionally, bring about the formation of "shrubs" comprising up to seven individuals. *E. tubifex* usually orientates its prostomium towards the emerged part of its tube. When in danger (as during manipulation), we noted that it would shrink back into the closed part of its shelter. Anaesthetized with MgCl₂, the largest specimen was suspended by the prostomium and found to measure 150 cms in length, its dry weight being 5.7 gms. The population's average length is about 80 cm. These figures show an increase over the sizes noted by Fauvel (1953) and Day (1967) of 15-20 cm and 40 cm

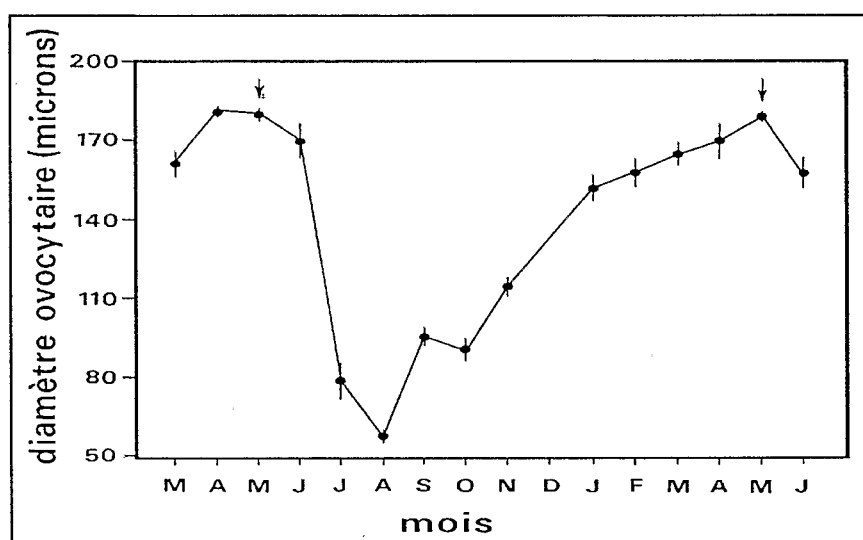


Figure 1. Evolution mensuelle du diamètre ovocytaire moyen. Les pontes sont indiquées par des flèches. Les lignes verticales représentent l'erreur standard à la moyenne. *Figure 1.* Monthly evolution of mean oocytes diameter. Arrows indicate spawning. Standard error is represented by vertical lines.

environ. Ces chiffres sont nettement supérieurs aux tailles données par Fauvel (1953) et Day (1967), soit respectivement 15-20 cm et 40 cm. Cette différence peut partiellement résulter de la méthode de mesure mais elle laisse supposer un net polymorphisme entre les populations. Les sexes sont aisément discernables lorsque les gamètes sont présents dans la cavité coelomique: les femelles sont de couleur rose crèmeuse et les mâles teintés de vert. Les premiers petits ovocytes apparaissent dans le coelome au mois de juillet lorsque les gros gamètes, non émis pour la reproduction, se résorbent. La taille moyenne des ovocytes croît progressivement jusqu'au mois d'avril et atteint 180 μ m avant la ponte (figure 1). Leur distribution de taille prouve qu'ils sont produits en continu jusqu'à cette période. Les gamètes ne sont pas répartis sur la totalité du corps; ils apparaissent vers les segments 170 à 175 chez les mâles comme chez les femelles et se prolongent sur un nombre variable de segments pouvant aller jusqu'à 500 à 600. Lorsque la cavité coelomique est remplie, les plus gros ovocytes se rencontrent dorsalement. En 1986 et en

respectively. This difference may partially be due to the methods of measuring, but would probably be the result of a distinct polymorphism between the populations. The genders are easily distinguishable when the gametes are present in the coelomic cavity; the females are creamy-pink in colour, the males tinted with green. The first small ovocytes appear in the coelom in July, when the large gametes not affected by the reproductive cycle are reabsorbed. The average size of the ovocytes increases progressively up to April and attains 180 μ m before spawning (Fig. 1). Grading of sizes would suggest that production is continuous up to this period. The gametes are not found on the entire body; on both males and females they appear around segments 170 and 175 and extend across a varying number of segments, sometimes reaching 500 or 600. Once the coelomic cavity is full, the largest ovocytes make dorsal contact. In 1986 and 1987, spawning generally took place in May. By June, most individuals were either empty or contained ga-

1987, la ponte s'est déroulée essentiellement au mois de mai. En juin, la plupart des individus étaient vides ou contenaient des gamètes en cours de résorption. Des spermatozoïdes actifs ont été observés dans le coelome juste avant la ponte mais les tentatives de fécondation artificielle sont restées sans résultat. Le sex-ratio n'est pas significativement différent de 1. Le pourcentage d'individus

metes in the process of being reabsorbed. Active spermatozooids were absorbed in the coelom just before spawning, but attempts at artificial insemination failed. The sex ratio did not significantly differ from 1. The percentage of unaffected individuals was between 15 and 40%, the maximum being reached in July, after reproduction had taken place. Throughout

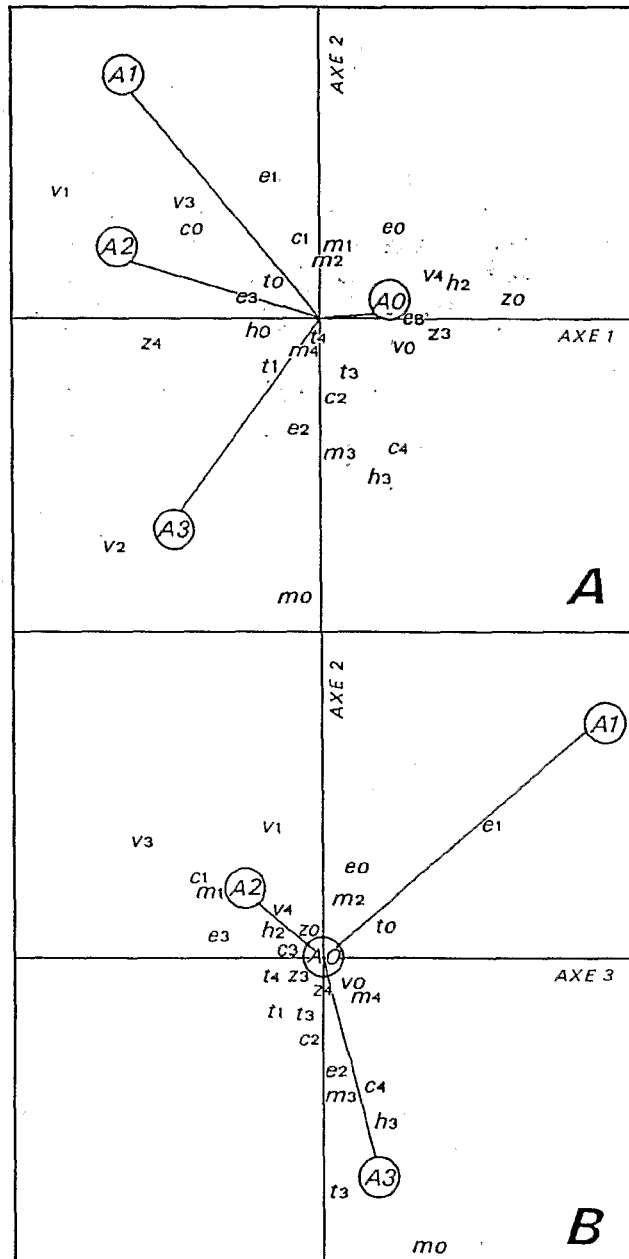


Figure 2. Analyse factorielle des correspondances. Ordination des abondances d' *E. tubifex* et des paramètres du milieu dans les plans 1-2 (A) et 2-3 (B). Les significations des codes sont indiquées au tableau 1. Les codes qui n'apparaissent pas se projettent au même emplacement que z0. **Figure 2.** Correspondence analysis. Ordination of *E. tubifex* densities and of the environmental parameters in the planes 1-2 (A) and 2-3 (B). Codes are explained in table 1. Projections of missing codes are on z0.

indifférenciés varie entre 15 et 40%. Il est maximal au mois de juillet, après la reproduction; le reste de l'année, il concerne essentiellement les plus petits spécimens. La reproduction d' *E. tubifex*, effectuée sur une courte période, contraste avec les stratégies observées chez d'autres invertébrés du sud-ouest Pacifique (Dredge, 1981; Bour, 1988; Conand, 1989; Lefort, com. pers.). L'analyse des correspondances permet une représentation simultanée des projections des caractéristiques de la population (va-

the rest of the year, only the smallest specimens were involved. The short reproductive cycle of *Eunice tubifex* is in contrast to those of other invertebrates studied in the south-west Pacific (Dredge, 1981; Bour, 1988; Conand, 1989; Lefort, pers. comm.). Correspondance analysis permits the simultaneous presentation on the same map (Fig. 2) of both projections relating to the characteristics of the population (variable) and to the parameters of the environment

riables) et de celles des paramètres du milieu (observations), dans un même plan (figure 2). Les trois axes d'inertie expliquent respectivement 56,5%, 28,7% et 14,8% de la variance. L'axe 1 permet de distinguer les secteurs dépourvus d'*E. tubifex* (valeurs positives), de ceux où l'espèce est présente (valeurs négatives). L'axe 2 établit un gradient entre les abondances faibles, moyennes et fortes. Ce gradient est nettement conforté par le plan 2-3 où les paramètres du milieu se distribuent préférentiellement selon les densités moyennes et fortes. Cette analyse, confortée par l'examen des tableaux de contingence qui lui ser-

(observations). The three inert axes show respectively 56,5%, 28,7% and 14,8% of the variable. Axe 1 distinguishes between sectors devoid of *Euniphysa tubifex* (positive values) and those where the species is present (negative values). Axe 2 establishes a graph showing low, medium and dense stocks. Analysis, based on the contingency tables, shows that *E. tubifex* is usually found at depths of between 18 and 30 meters? The average depth of sampling where the species was found to be present was 25 meters. *Euniphysa tubifex* exists on seabeds where the percentage of mud can

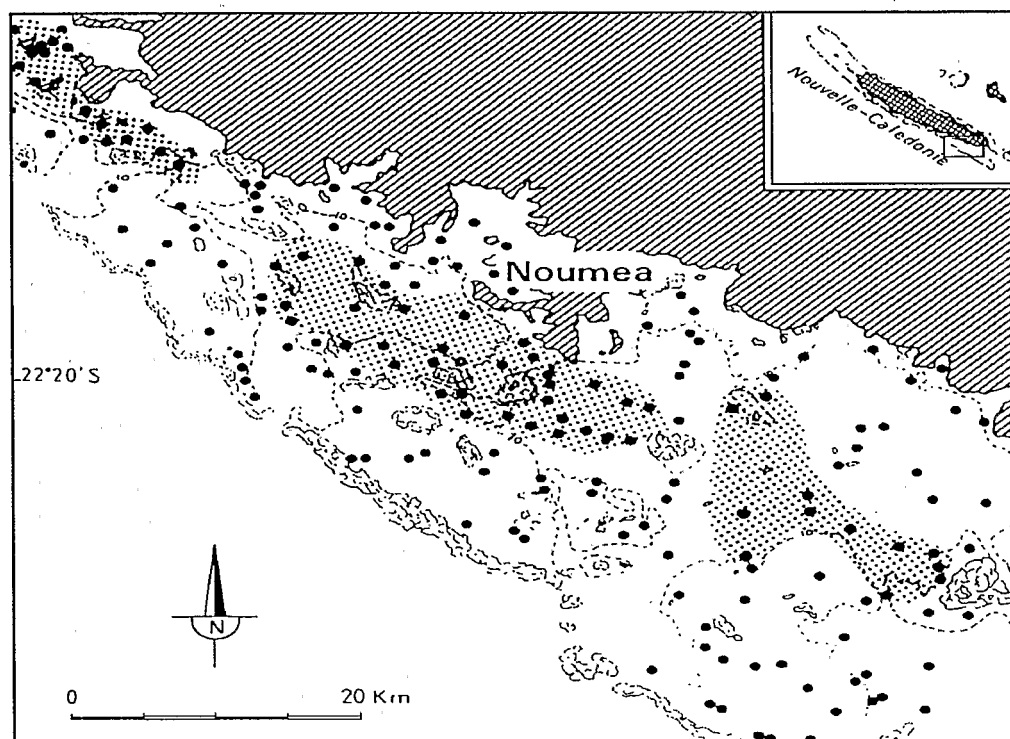


Figure 3. Distribution d'*E. tubifex* dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie.

Figure 3. Distribution of *E. tubifex* in the south-west lagoon of New Caledonia.

vent de base, montre qu'*E. tubifex* est généralement rencontré à des profondeurs assez importantes (18 à 30 m). La profondeur moyenne des stations où l'espèce était présente au cours de l'échantillonnage, est de 25 m. *E. tubifex* vit sur des fonds où le pourcentage de vases est de 7 à 85%. Il préfère néanmoins les zones modérément envasées (10 à 20%), à la limite entre les "fonds envasés" et les "fonds de sables gris" définis par Chardy *et al.* (1988). De fait, nous pouvons établir une relation linéaire inverse entre le pourcentage de vases et l'indice d'abondance de l'espèce, lorsqu'elle est présente ($r = -0,998$, $P = 0,001$). *E. tubifex* préfère les zones assez turbides, avec une quantité de matière organique en suspension relativement forte (1,5 à 2,5 g/m³), favorables au développement des filtreurs comme les éponges donc aux épibiontes du tube. Les plus fortes densités d'*E. tubifex* ont été relevées dans les zones riches en herbiers et en petites colonies de coraux, l'espèce pouvant vivre dans des anfractuosités du corail (Day, 1967). Il n'existe cependant pas de relation entre l'ensemble des indices d'abondance du ver et ceux relatifs à ces 2 milieux. La distribution d'*E. tubifex* dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie est montrée à la figure 3. L'espèce est répartie sur une

vary between 7 and 85%, but prefers moderately silted areas (10 to 20%), on the borderline between those "muddy seabeds" and "gray sand seabeds" defined by Chardy *et al.* (1988). In fact, it is possible to establish an inverse linear relation between the percentage of mud present and the density index of the species, when present ($r = 0,998$, $p = 0,001$). *Euniphysa tubifex* shows a preference for a muddy atmosphere, with a relatively high density of suspended organic matter (1,5 to 2,5 g/m³), which allows the development of such filtering agents as sponges, and therefore of the tube's epibiontes. The highest densities of *E. tubifex* were found in those areas containing significant quantities of both seagrasses and small coral colonies, the species being capable of existing in the coral's cavities (Day, 1967). No relationship has been found to exist, however, between the worm's density indices and those relating to these two environments.

The spatial distribution of *E. tubifex* in the south-west lagoon of New Caledonia is shown in Fig. 3. The species is spread over a wide corridor, avoiding both

large bande, évitant les zones côtières très envasées et les fonds de sables propres dans la partie externe du lagon.

La dense épibiose qui recouvre le tube d' *E. tubifex* est surtout composée d'organismes filtreurs : plusieurs espèces d'éponges et d'ascidies forment plus de 80% de la biomasse exprimée en poids sec. Elles sont souvent accompagnées par des hydraires, des algues en forme de massue (*Nemastoma* sp.) et des bivalves pectinidés (*Mimachlamys gloriosa*). Toute cette epifaune abrite d'abondantes populations de petits crustacés, d'annélides et d'échinodermes ophiuridés. Nous avons fréquemment constaté une altération de la couverture d'éponges et d'ascidies aux alentours des ouvertures du tube. Cette érosion peut résulter d'un entretien de son abri par *E. tubifex* mais elle peut également suggérer un "broutage" préférentiel sur les épibiontes. Cette hypothèse vient corroborer les indications de Day (1967) qui admet que l'annélide sort sa tête par les perforations de son tube à la recherche de nourriture. Un tel comportement confère à *E. tubifex* un statut particulier au sein des peuplements du lagon. Cet annélide permet l'établissement d'une biocénose originale, à structure trophique équilibrée, susceptible de fonctionner sur elle-même avec les particules en suspension et les matières dissoutes comme apport principal d'énergie, le sédiment n'intervenant que comme support du tube. Ce système est à rapprocher du comportement de "gardening" reconnu chez les néreidés (Woodin, 1977), les proies étant surtout de nature animale pour *E. tubifex*.

the muddy coastal zones and the clean sandy seabed of the seaward side of the lagoon.

The tube of *E. tubifex* has a dense epibiosis consisting largely of filtering organisms : species of sponges and Ascidians make up over 80% of the dry weight of the biomass. They are often mingled with hydroids, club-shaped algae (*Nemastoma* sp.) and pectonid bivalves (*Mimachlamys gloriosa*). The epifauna shelters large populations of small crustacea, annelids and ophiurids echinoderms. A deterioration in the layer of sponges and ascidians was frequently noted around the tube openings, possibly eroded during maintenance of its shelter by *E. tubifex*, but also suggesting selective grazing on the epibionts. This hypothesis is born out by Day's findings (1967), which show that the annelid feeds through the holes in its tube.

This behaviour sets *Euniphysa tubifex* apart from the other inhabitants of the lagoon. This annelid sets up an unusual biocenosis with a balanced trophic structure, capable of self-functioning with, as principal source of energy, suspended particles and dissolved matter, the sediment acting only as a prop for the tube. This behaviour could be likened to that of "gardening" indulged in by the nereides (Woodin, 1977), although the prey of *Euniphysa tubifex* is usually animal.

Références

- Bour, W., 1988. Biologie, écologie, exploitation et gestion rationnelle des trocas (*Trochus niloticus*) de Nouvelle-Calédonie. *Thèse Doc. Univ. Montpellier* : 192 pp.
- Buestel, D., Thomassin, B. & Mingant, C., 1986. Prospection "Pectinidés" (Mollusques, Bivalves) dans le lagon S.W. de Nouvelle-Calédonie (Région de Nouméa). *Rapp. mission CORDET 1983, IFREMER, DRV* : 69 pp.
- Chardy, P., C. Chevillon & J. Clavier, 1988. Major benthic communities of the south-west lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs* 7 : 69-75.
- Chardy, P., Clavier, J., Gerard, P., Laboute, P., Martin, A. & Richer de Forges, B., 1987. Etude quantitative du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Liste taxonomique, densités et biomasses. *Rapp. Sci. & Techn., ORSTOM Nouméa* 44 : 81pp.
- Conand, C., 1989. Les holothuries aspidochirotés du lagon de Nouvelle-Calédonie. Biologie, écologie et exploitation. *ORSTOM. Etudes et Thèses* : 393 pp.
- Day, J.H., 1967. A monograph on the Polychaeta of Southern Africa. *British Museum (Natural History) London* : 878 pp.
- Day, J.H. & Hutchings, P.A., 1979. An annotated check-list of Australian and New Zealand Polychaeta, Archiannelida and Mysostomida. *Rec. Austr. Mus.* 32 : 80-161.
- Dredge, M.C.L., 1981. Reproductive biology of the saucer scallop *Amusium japonicum balloti* (Bernardi) in central Queensland waters. *Austr. J. Mar. Freshwater Res.* 32 : 775-787.
- Fauchald, K., 1986. Review of the types and key to the species of *Eunice* (Eunicidae: Polychaeta) from the Australian region. *Rec. Austr. Mus.* 38 : 241-262.
- Fauvel, P., 1947. Annélides polychètes de Nouvelle-Calédonie et des îles Gambier. *Faune de l'Empire Français* 8 : 108 pp.
- Fauvel, P., 1953. Annelida Polychaeta. In : The fauna of India including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya . R.B. Seymour Sewell ed., Indian Press, Allahabad : 507 pp.
- Miura, T., 1986. Japanese polychaetes of the genera *Eunice* and *Euniphysa* : taxonomy and branchial distribution patterns. *Pub. Seto mar. Biol. lab.* 31 : 3-6.
- Richer de Forges, B., Menou, J.L., Bargibant, G. & Garrigue, C., 1987. Le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie (Observations préalables à une cartographie bionomique des fonds meubles). *Rapp. Sci. & Techn.: Sci. Mer, Biol. Mar., ORSTOM Nouméa* 45 : 110 pp.
- Rullier, F., 1972. Annélides polychètes de Nouvelle-Calédonie. Expédition française sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. *Fondation Singer-Polignac* 6 : 169 pp.
- Woodin, S.A., 1977. Algal "gardening" behavior by Nereid Polychaetes: effects on soft-bottom community structure. *Marine Biology* 44 : 39-42.