

TERRIERS DE VERS MARINS DANS DES SEDIMENTS  
EN BORDURE DE LA BAIE DE SOMME. MICROMOR-  
PHOLOGIE ET MICROANALYSE.

J. P. DUPONT <sup>(1)</sup> et C. JEANSON <sup>(2)</sup>

Les sédiments fins des milieux estuariens soumis à l'action des marées renferment une faune et une flore très abondante. Ces biocénoses sont caractérisées par une faible diversité spécifique et par des populations importantes. Ce phénomène est une conséquence, en outre, d'une grande quantité de matières organiques piégées dans ces sites littoraux; d'origine marine et continentale, elles favorisent la prolifération des organismes. Les conditions physicochimiques particulières peu stables, engendrées par le rythme d'émersion, les variations de la salinité et l'abondante production primaire, agissent sur le pH, rH,  $\text{H}_2\text{O}_2$  et  $\text{CO}_2$  dissous et induisent ainsi une sélection drastique des organismes. Les mieux adaptés peuvent alors proliférer et imposer leur empreinte au milieu. L'exemple des faciès à Nereis est de ce type. Ces Vers marins vivent dans tous les estuaires du Nord-Ouest de la France, entre autres, et plus particulièrement dans la baie de Somme (Fig. 1). Pour mieux situer le milieu dans la sédimentation du quaternaire, citons les travaux de Lefevre 1975. Par ailleurs, signalons qu'une étude sur des faciès biosédimentaires analogues situés plus au nord dans les estuaires de la Meuse et du Rhin, est actuellement en cours (Kooistra, 1977), elle permettra, sans doute, une comparaison ultérieure intéressante avec les faciès de la baie de Somme.

(1) Laboratoire de Géologie Université de Rouen F. 76.  
Mont Saint Aignan.

(2) Laboratoire d'Ecologie Museum National d'Histoire  
Naturelle. F. 91800 BRUNOY

## TERRIERS DE VERS MARINS

Le but de la présente étude est de caractériser, sur le terrain et à l'échelle microscopique, les modifications que ces vers marins impriment au sédiment. Les résultats présentés sont basés sur la description in situ des zones à terriers et sur leur examen au microscope polarisant et au microscope à balayage à sonde.

### I MILIEU ESTUARIEN.

#### 1. Cadre général.

La baie de Somme, ensemble sédimentaire d'une superficie de 70 km<sup>2</sup>, est caractérisée par une influence marine prépondérante apportant un sable fin quartzéux. Le rôle sédimentaire des deux rivières (Somme et Maye) est pratiquement négligeable si ce n'est leur charge en matières organiques, accrue par l'apport de l'activité des deux cités riveraines: Saint Valéry sur Somme et le Crottoy.

La description biosédimentologique basée sur des carotages sous le schorre du fond de la baie (mollières d'amont) met en évidence une séquence verticale, simplifiée sur la figure 2. Cette même séquence s'y réalisa aussi horizontalement et traduit l'évolution progressive des faciès en fonction du processus de colmatage de la baie (Dupont et Auffret 1977). La présente étude porte plus particulièrement sur la partie sud de la baie (Fig. 1): le secteur des mollières d'aval est en effet, très favorable au bon développement actuel du faciès à Nereis. Cette zone est caractérisée par une hydrodynamique relativement calme, abritée: à l'Ouest de l'influence directe du large par la flèche littorale du Hourdel (progressant vers le NNE) et, au Nord, de la divagation du chenal de la rivière Somme, par la digue submersible du cap Hornu construite en 1968. Dans cette partie, la sédimentation est, de ce fait, légèrement plus fine que dans le reste de la baie par suite du dépôt des particules en suspension.

Les Nereis sont des vers Annélides, Polychètes errants

qui vivent dans un terrier en U dont les branches font 15 à 35 cm de long et la lumière de la galerie, 4 mm de diamètre. Ce terrier se prolonge parfois en un puits impair qui s'enfonce jusque vers 50 à 60 cm de profondeur et dans lequel l'animal se réfugie lorsque les conditions deviennent défavorables: dessiccation superficielle lors des longues périodes de morte-eau estivale.

## 2. Facies "immergé" à Nereis; zone réductrice

La slikke à Nereis actuelle est immergée lors des marées hautes de vive eau et de moyenne eau et ne reste totalement exondée que quelques jours à chaque cycle de marées de morte eau (Fig. 2 et 3). Néanmoins, pendant cette dernière période la teneur en eau reste élevée du fait de "l'effet de barrière" exercé par le néoschorre situé en aval (Fig. 2). Le sédiment, donc toujours gorgé, a une couleur noire liée à la présence de sulfures et une odeur légèrement putride due au dégagement d'hydrogène sulfure. Ces caractères liés à l'activité microbologique en milieu subanaérobie traduisent les propriétés réductrices du biotope. Cette zone réductrice est dénommée Z.R.; elle contient environ 3500 terriers au m<sup>2</sup>, creusés pour 95 % d'entre eux par Nereis diversicolor et pour le reste par d'autres néréidés.

Sur ce fond très sombre le pourtour des terriers de Nereis et la partie superficielle du sédiment se détachent très nettement en gris-clair (Fig. 4). Ces "gainés" de terrier font environ 2 à 3 mm d'épaisseur. La limite entre le sédiment perturbé par l'activité de l'animal et le sédiment encaissant non perturbé est nettement délimité. Ces gainés présentent, en outre, une meilleure cohésion que le reste du sédiment puisqu'elles peuvent être dégagées par le ruissellement des eaux (Fig. 5).

### 3. Faciès "exondé" à Nereis ; zone oxydante

La slikke subfossile plus élevée de quelques décimètres par rapport à la slikke actuelle est le plus souvent exondée (Fig. 2 et 3). Sa base est en contact avec la slikke actuelle et c'est à ce niveau qu'on trouve quelques Nereis vivants. Le nombre des terriers est ici de 2800 au m<sup>2</sup>, vides pour la plupart. Ils présentent une gaine rouille relativement indurée de même dimensions que les précédents. Les conditions physicochimiques sont totalement différentes de celles rencontrées dans le faciès immergé. Mieux drainé, il présente une meilleure oxygénation d'où la dénomination de zone oxydante (Z.O.) pour ce faciès. Cette zone est directement surmontée par une zone à halophytes.

## II ETUDE MICROSCOPIQUE

### 1. Microscopie optique

Les lames minces sont réalisées sur des échantillons préindurés à l'arigal C puis indurés à l'araldite. Analysées au microscope polarisant, elles permettent de définir l'ensemble des constituants minéraux et la micromorphologie du sédiment.

#### Les constituants minéraux visibles:

- grains de quartz aux formes irrégulières (angles légèrement émoussés du fait de l'évolution marine);
- grains de glauconie = grains ovoïdes cert foncé en lumière normale et opaques en lumière analysée; ils sont d'origine détritique et proviennent du démantèlement des assises céromaniennes falaises de craies de craies voisines.
- fragments bioclastiques pouvant présenter soit une forme allongée (fragment simple de coquille de Mollusques), soit des formes géométriques (fonction des formes du test original); reflet irisé en lumière analysée;
- Foraminifères parfois entiers; parmi lesquels de nombreux Elphidiidés et Rotalidés.

La matrice est composée essentiellement de minéraux argilleux (Montmorillonite, Kaolinite, Illite, Chlorite) auxquels se mêlent des quartz très petits (quelques un) et une fraction carbonatée (près de 50% de la fraction sédimentaire inférieure à 50  $\mu$ m) dont les matériaux extrêmement fins proviennent de la craie (bouillie de coccolithes).

Caractères micromorphologiques des faciès à Nereis.

-Faciès "immergé" ou zone réductrice. En coupe transversale les terriers de la zone Z. R. (fig. 6) montrent une auréole légèrement plus sombre. Ce pourtour de 1 à 2 mm. s'étend et rejoint un autre terrier très proche (coin gauche du cliché); il est lié, d'une part à la présence d'une plus grande proportion de particules fines (argileuses notamment) et, d'autre part, à un excès de matière organique dont la présence est révélée par un éclat laiteux en lumière réfléchie. On peut remarquer, en outre l'orientation des particules allongées parallèlement à la paroi de la galerie. La coupe sublongitudinale des terriers de la même zone (fig. 7 à consulter dans le sens vertical) confirme les observations énoncées ci-dessus pour la coupe transversale: gaine plus sombre. Par ailleurs, on peut remarquer, malgré les imperfections de la lame, que la paroi du terrier n'est pas parfaitement rectiligne; son dessin présente des ondulations ondulées par les mouvements des parapodes de l'animal. Enfin, l'action bioturbatrice des vers est mise en évidence par la déformation du lit sédimentaire plus grossier signalé sur la photo par la lettre L. La photo n° 8 montre au centre un foraminifère rempli de sulfures de fer et, par ailleurs, de nombreux petits amas noirâtres au sein de la matrice (amas de sulfure de fer.) On peut donc penser qu'au sein d'un tel sédiment réduit, les microconditions d'alcalinité qui règnent aux abords des particules carbonatées, favorisent la précipitation des sulfures de fer.

-Faciès "exonde" ou zone oxydante. La coupe transversale d'un terrier de la zone Z. O. (Fig. 10) montre une mei-

## TERRIERS DE VERS MARINS

Heure individualisation pourtour du terrier. Cette gaine de 1 à 1,5 mm d'épaisseur apparaît de couleur rouille (plus foncée sur la photo) en lumière naturelle. Cette teinte est liée à la présence d'oxydes de fer. Le grossissement plus élevé de la photo n° 11 montre que les oxydes de fer sont liés à la matrice pour constituer un ciment qui entoure tous les autres constituants et assure une bonne cohésion de l'ensemble. Ce ciment paraît particulièrement dense (liseré gris-noir) autour des grains de glauconie (gris foncé). Les glauconies étant riches en fer, on peut supposer qu'elles constituent une source non négligeable de cet élément. Enfin, il faut remarquer le liseré riche en oxydes de fer bordant les ondulations 0. Ceci illustre l'hypothèse évoquée par M. LOQUET ET J. P. DUPONT 1976 selon laquelle le fer solubilisé au du sédiment pourrait précipiter par oxydation brutale au contact de la lumière de la galerie. La coupe longitudinale dans la photo n° 12 (à regarder verticalement) vient confirmer les précédentes observations et souligne d'une façon plus évidente que pour Z.R. la finesse de la taille des particules du pourtour immédiat du terrier. On retrouve, sur la partie droite du cliché, des ondulations très nettement dissymétriques sur la paroi du terrier. Le ver, par le truchement de ses parapodes, imprime, tasse et remanie donc le sédiment environnant.

### 2. Microscopie électronique.

Des coupes transversales et longitudinales de terriers de Nereis sont métallisées par une couche d'or de quelques centaines d'Angstrom. Elles sont observées avec un microscope à balayage équipé d'une sonde qui permet les dosages qualitatifs et semi-quantitatifs ponctuels sur quelques  $\mu\text{m}^3$ . Seule la zone oxydante est examinée.

La coupe transversale représentée à la figure 13 est réalisé par un assemblage de sept photos. La galerie a une section subcirculaire. L'intérieur de la paroi est irré-

gulier et quelques ondulations y sont nettement visibles. On les retrouve d'ailleurs sur les coupes longitudinales des figures 7 et 17. Par endroit, la surface des ondulations paraît légèrement lissée surtout dans le quart supérieur droit de la section transversale. (Fig. 13). Au contact de la galerie, les premiers millimètre ont une texture plus fine et plus dense. Le sédiment paraît plus grossier et moins compact au fur et à mesure que l'on s'éloigne du bord de la galerie, des Foraminifères (Fig. 13 et 15) et des agrégats en forme de boulettes s'y distinguent en grand nombre.

L'analyse ponctuelle faite dans le quart inférieur gauche de la paroi de la galerie à 100  $\mu\text{m}$  environ du bord, met en évidence les éléments suivants: Na, Mg, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Fe, (fig. 14). La présence de Au, due à la métallisation de l'échantillon devra être exclue de l'interprétation. A 500  $\mu\text{m}$  du bord il subsiste seulement quatre éléments: Al, Si, Ca, Fe,. La figure 15 donne un détail d'un foraminifère. La coquille est essentiellement formée de calcaire alors que le sédiment en contact contient en plus Al, Si, Ke, et Fe (fig. 16).

Sur une coupe longitudinale se retrouvent les mêmes ondulations que sur la coupe transversale et, un fragment de membrane (fig. 17). Elle est ornementée de deux types de protubérances régulièrement dispersées (fig. 18), Les plus grosses ont la forme d'un Y de 0.4  $\mu\text{m}$  de hauteur, les plus petites 0,1  $\mu\text{m}$  de diamètre. Notons aussi la présence de quelques soies de 7  $\mu\text{m}$  environ de longueur. Cette membrane est par endroit intimement associée au sédiment par une matière d'aspect amorphe (fig. 19 et 20). L'analyse x dans la zone intermédiaire entre la membrane et le sédiment donne un diagramme complètement plat. Il s'agit d'une matière organique pure sans ornementation mais où subsistent quelques traces subcirculaires de tailles voisines de celles qui sont entourées par les petites protubérances.

## TERRIERS DE VERS MARINS

### III INTERPRETATION

Pour interpréter les traces laissées par les Néreïs dans le sédiment marin, c'est-à-dire pour tenter de comprendre l'élaboration de leurs terriers, il est nécessaire de faire appel à toute une succession de phénomènes mécaniques, physicochimiques et biologiques. Cette même démarche a été conduite par l'un des auteurs à partir de résultats analogues obtenus sur des terriers d'autres vers: les lombrics des sols de limons et de sols expérimentaux (Jeanson 1964, 1966), les maldanes d'un sédiment marin du plateau continental armoricain (Jeanson, 1972).

Les néreïs creusent des galeries et y séjournent à différents endroits selon les conditions hydriques du milieu. Les animaux progressent dans le sédiment par un mouvement d'ondulation qui a pour effet de faciliter leur pénétration mais qui, par ailleurs, tasse les matériaux. Les vers, au cours de leur cheminement, absorbent aussi de la vase et la rejette, soit en surface d'où la formation d'un petit monticule en forme de cratère au début de la galerie, soit tout autour. La galerie est aussi tapissée de matériaux plus fins que ceux du sédiment ambiant (Fig. 13) il est probable que le néreïs choisisse le calibre des matériaux qu'il ingère et contribue ainsi au classement granulométrique. Les vers créent ainsi tout un système d'interface entre le sédiment et l'eau de mer qui va orienter tous les échanges physicochimiques et contribuer à différencier la paroi de la galerie en une véritable gaine. La surface de contact sédiment-eau est encore augmentée par les traces que les péripalpes de néreïs ont laissées sur les parois des terriers, ce qui leur donne un aspect ondulé (Fig. 7). Le va vient de l'animal dans son terrier contribue aussi à lisser la paroi (Fig. 13) et à augmenter le tassement originel.

Les traces des phénomènes physicochimiques sont visibles sur les lames minces (Fig. 6 à 12) et sur les analy-



ses élémentaires (fig. 14 et 16). Dans le faciès "immergé" les galeries sont entourées d'une gaine grise dans le sédiment noir.

(Fig. ). La couleur noire du sédiment est due à la présence de matière organique et surtout au sulfure de fer. Les glauconies et des argiles détritiques y sont abondantes. Dans les conditions réductrices qui règnent dans ce milieu et sous l'action des bactéries ferroséductrices, le fer de ces minéraux se solubilise et s'associe au soufre des sulfates de l'hydrogène sulfureux produit par les microorganismes à partir de la matière organique (Loquet, Dupont 1976). La teneur en sulfures de fer diminue au contact de la galerie des terriers par suite des conditions légèrement moins réductrices qui existent dans l'eau par rapport à celles du sédiment proprement dit d'où la couleur grise de la gaine sur quelques millimètres. Dans le faciès "exondé" la gaine des terriers de couleur rouille a une limite beaucoup plus nette. L'air y circule, ici plus souvent que l'eau et favorise la précipitation des oxydes de fer (Fig. 10 à 12). L'analyse élémentaire confirme les observations faites au microscope polarisant par la présence de fer, de calcium, d'aluminium et de silicium, ces deux derniers caractéristiques, en autres, des argiles. Elle met aussi en évidence les présents dans l'eau de mer Cl, Na, Mg, S, K, (Fig. 14).

Les phénomènes biologiques qui contribuent à la formation des terriers sont en tout premier lieu, bien sûr, dûs aux vers eux-mêmes. Ils creusent leurs galeries établissant ainsi une discontinuité dans le sédiment et leurs déplacements ensuite y favorise la circulation de l'eau et les échanges gazeux. L'importance des populations microbiennes du cycle du carbone, de l'azote, du soufre et du fer dans ces sédiments a été mise en évidence par Loquet et Dupont 1976, nous n'y reviendrons pas. Notons, toutefois que les microorganismes eux-mêmes, en place, n'ont pas été observés au microscope à balayage. Ceci est vraisem-

## TERRIERS DE VERS MARINS

blement dû à la nature des échantillons séchés à l'air plusieurs semaines avant leur examen. D'autres observations prévues sur des terriers fraîchement récoltés permettront, sans doute, de voir non seulement les corps bactériens, mais aussi la membrane ciliée en place. La présence de cette membrane (fig. 18 à 20) et surtout la manière dont elle adhère aux minéraux peut augmenter la cohésion de la gaine des terriers, cohésion qui pourrait expliquer aussi la résistance à la destruction par l'eau des entrées des terriers (fig. 5). L'origine de cette membrane n'est pas résolu. Il pourrait s'agir, soit d'un fragment d'épiderme du nereis, soit d'un morceau de membrane provenant de l'intestin du ver et rejeté avec déjections. Elle pourrait isoler, en partie, le corps de l'animal des aspérités du sédiment et faciliter ses déplacements dans la galerie. Un tube muqueux continu comme celui des *Maldanes* (Jeanson, 1972) n'a pas été examiné, ici, sur l'échantillon séché à l'air. D'autres examens sont envisagés des terriers fraîchement récoltés.

## CONCLUSION

Le terrier des *Nereis* résulte tout d'abord de l'action de l'animal sur le sédiment. Les nouvelles conditions physicochimiques ainsi créées par cette structure et le développement des populations microbiennes qu'elles induisent, agissent, agissent ensuite, ensemble, pour compléter le terrier par des dépôts ferrugineux caractéristiques. Le terrier des *Nereis* est donc une résultante d'une double action fréquente dans les sols et les sédiments, celle de l'animal sur le milieu et celle du milieu sur la galerie creusée par l'animal.

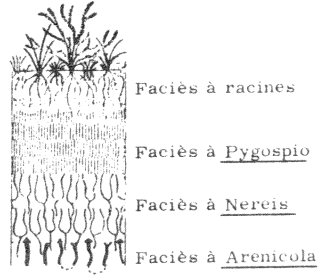
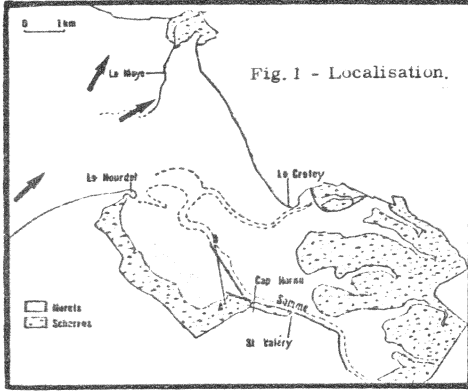


Fig. 2 - Séquence biosédimentaire verticale de la baie de Somme.

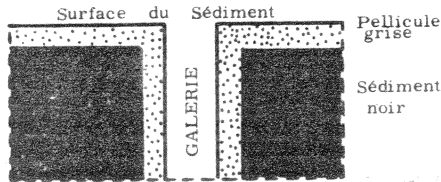
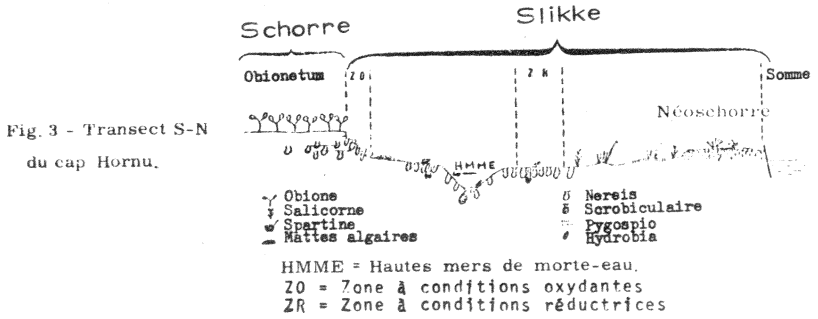


Fig. 4 - Coupe schématique d'un terrier de Nereis dans la zone Z. R.

## TERRIERS DE VERS MARINS

### LEGENDES DES FIGURES

#### PLANCHE I CADRE GENERAL

- Fig. 1 Baie de Somme. Localisation de l'étude.  
Fig. 2 Coupe schématique des sédiments en place. Séquence biosédimentaire verticale.  
Fig. 3 Transect Sud-Nord du Cap Hornu.  
Fig. 4 Coupe schématique d'un terrier de Nereis dans la zone réductrice.

#### PLANCHE II MICROSCOPIE OPTIQUE

- Fig. 5 Faciès "immergé" à Nereis. Zone à conditions réductrices.  
Fig. 6 Terrier de Nereis dans la zone réductrice. Lamelle mince dans une coupe transversale.  
Fig. 7 Coupe longitudinale d'un terrier dans la zone réductrice. 0 traces des parapodes du ver.  
Fig. 8 Détail de 6  
Fig. 9 Faciès "exondé" à Nereis. Zone à conditions oxydantes.  
Fig. 10 Terrier de Nereis dans la zone oxydante. Lamelle mince dans une coupe transversale.  
Fig. 11 Id. Coupe longitudinale d'un terrier de la zone oxydante. 0 traces des parapodes du ver.  
Fig. 12 Détail de 10. 0 traces des parapodes de ver.

#### PLANCHE III MICROSCOPIE ELECTRONIQUE

- Fig. 13 Au microscope à balayage à sonde. Coupe transversale d'un terrier dans la zone réductrice X 25.  
Fig. 14 Analyse x de la paroi du terrier a) au contact de la galerie, b) dans la paroi.  
Fig. 15 Détail d'un foraminifère de la paroi x 320  
Fig. 16 Analyse x du foraminifère (f) et du sédiment à son contact (b).

FACIÈS IMMERGÉ zone réductrice

PLANCHE II

zone oxydante

FACIÈS EXONDE

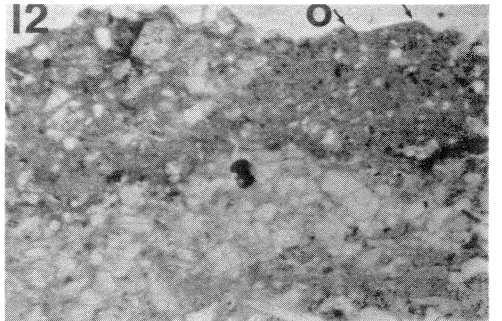
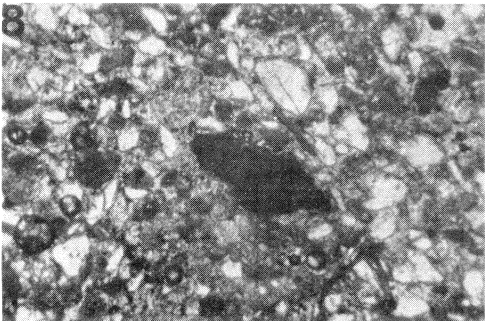
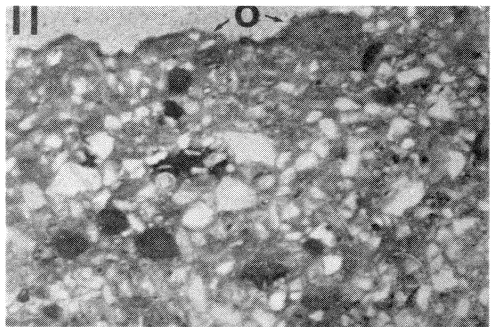
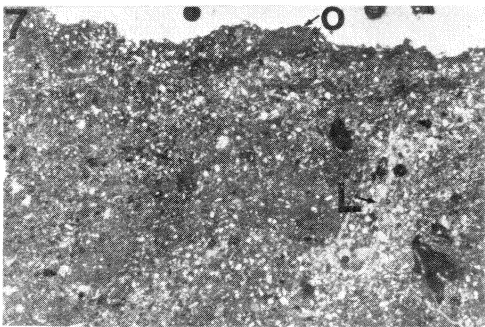
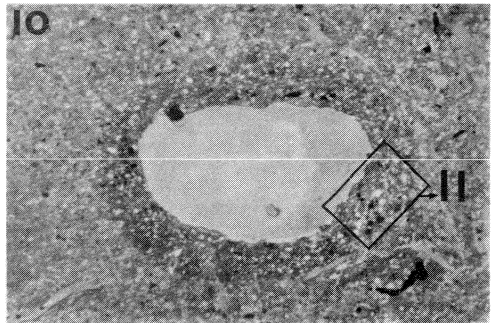
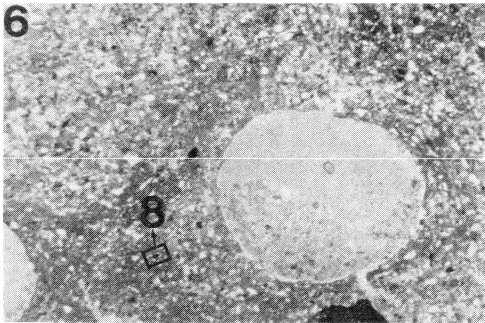
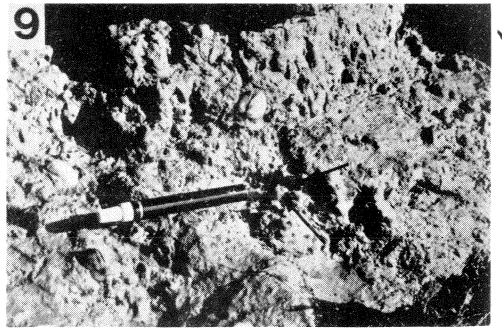
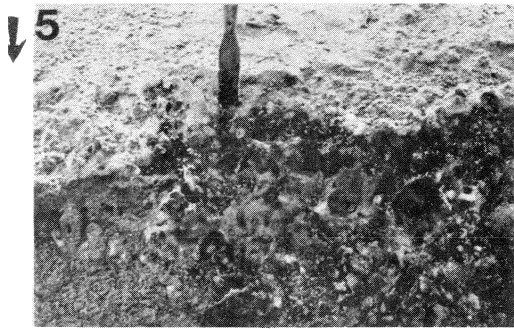




PLANCHE III

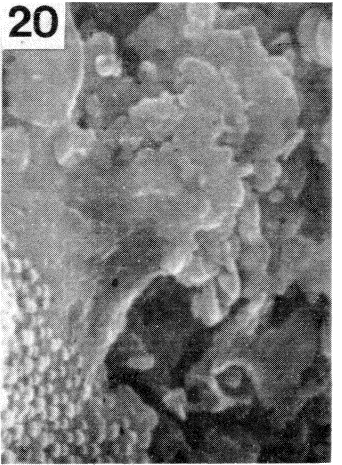
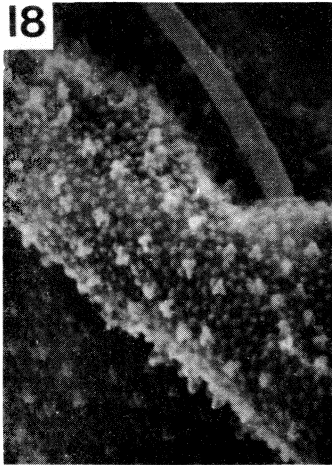
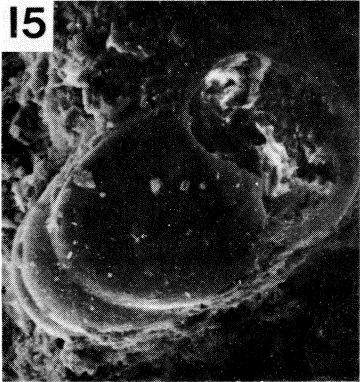
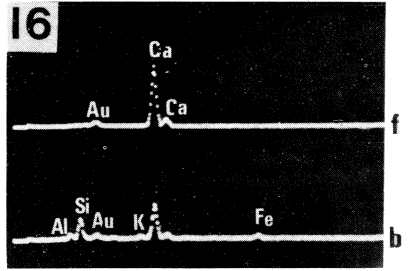
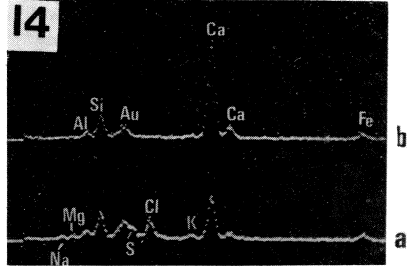
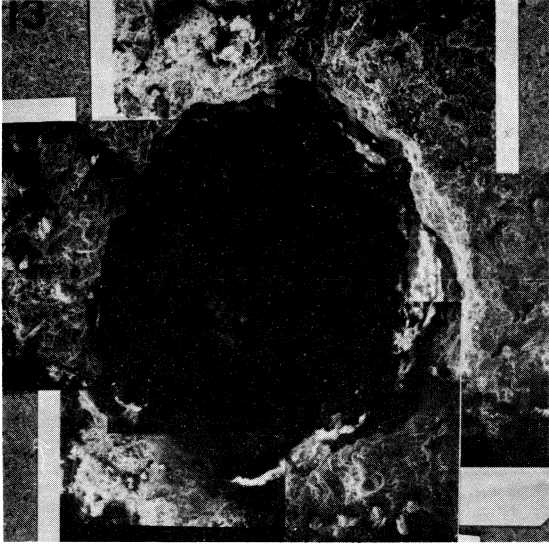






Fig. 17 Coupe transversale d'un terrier. Membrane ciliée x300

Fig. 18 Détail de la membrane X 10,000.

Fig. 19 Association membrane sédiment x 3.000

Fig. 20 Détail de 19 x 10,000

#### RESUME

La densité des terriers de *Nereis diversicolor* varie de 2800 au m<sup>2</sup> dans une microfalaise limoneuse, exondée aux marées de morte-eau, à 3500 au m<sup>2</sup> dans le sédiment sablovaseux voisin, le plus souvent immergé.

Le but de cette note est de décrire les microstructures et les modifications microchimiques que cette activité biologique provoque dans des sédiments parfois surmontés d'un solsalin à Obionnes.

Les terriers sont examinés en place dans deux faciès, puis sur des lames minces au microscope polarisant et au microscope électronique à balayage. Dans la zone limoneuse, souvent exondée, les terriers ont une gaine brun-rouille de 2 à 3 mm d'épaisseur, indurée par des oxydes de fer. Dans la slikke sablovaseuse fréquemment immergée la gaine des terriers, gris clair, est riche en sulfures de fer.

Les constructions réalisées par les vers modifient donc localement l'aération du sédiment et favorisent des phénomènes d'oxydoréduction différents selon la fréquence des immersions. L'ensemble des équilibres chimiques dans le sédiment est ici nettement orienté par l'activité de la faune et de la microflore.

REMERCIEMENTS. A Mademoiselle Vilbert du BRGM pour les photos au microscope à balayage. A C. M. Hladik du Museum pour le résumé anglais.

## TERRIERS DE VERS MARINS

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DUPONT J. P. et AUFRET M. , 1977. - Biosédimentologie du fond de la baie de Somme (mollusques d'amont). A paraître.
- JEANSON C. , 1964. - Micromorphologie et Pedozoologie expérimentale. Etude sur lames minces de grandes dimensions (10 cm X 8 cm X 30 µm) de la structure créée par des lombrics. In Jongerius, Soil Micromorphology, Elsevier, 47-55
- JEANSON C. , 1966. - Essai de Pedozoologie expérimentale Morphologie d'un artificiel structuré par les lombricidés Thèse. Mémoires Museum Hist. Nat. 1968, A. XLXVI, 3, 211-357. Editions du Museum, 38, rue Geoffroy St Hilaire Paris 5e.
- JEANSON C. , 1970. - Structure d'une galerie de lombric à la microsonde électronique. C.R. 4e colloque int. de Zoologie du sol. Dijon. Ann. Zool. 1971, 5|30525.
- JEANSON C. , 1972. - Structure biologique dans un sédiment. Etude au microscope à balayage et à la microsonde électronique. 24e congrès international géologique. Montréal, section 7, 536-543.
- JEANSON C. , 1972a. - Lesol au microscope. Sciences Progrès et découverte. 3444, 28-33.
- JEANSON C. , 1972b. - Le sol à la microsonde. Sciences Progrès et Découverte, 3445, 20-21.
- KOOISTRA M. J. , 1977. - Soil development in recent marine sediments above mean low tide level mainly biological changes. Soil Survey Institute, Wageningen (Pays-Bas) A paraître
- LOQUET M. et DUPONT J. P. , 1976. - Etude morphologique et microbiologique des terriers à Nérois dans un faciès sablo-vaseux (Baie de Somme) France. Bul , Français de pisciculture, 261, 170-186.
- LEFEVRE P. , 1975. - Interprétation et signification d'une coupe géologique témoin de la formation de la plaine maritime Picarde. 4e Colloque de Phytosociologie Lille. Vases salés. 494-501.