

Influence de la composition minéralogique d'une roche sur sa colonisation par *Polydora ciliata* (Johnston, 1828) annélide polychète.

Y. Lagadeuc* et J.-P. Colbeaux**

* Station marine de Wimereux, URA 1363, BP 80, 62930 Wimereux, France

Adresse actuelle : GIROQ, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec, Canada G1K 7P4

** USTL Flandres-Artois, UFR des Sciences de la terre, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex, France

Résumé : L'annélide polychète *Polydora ciliata* (Johnston 1828) a la faculté de perfore les roches ou coquilles de mollusques qu'elle colonise. Sur le littoral boulonnais cette espèce colonise la zone intertidale rocheuse. L'intensité de la colonisation varie d'une roche à l'autre mais également au sein d'une même roche. Une étude de la composition minéralogique des roches nous permet de montrer que plus la roche est riche en quartz moins elle est colonisée. De plus, lorsque pour une même concentration de quartz, ce dernier est enrobé d'une couche calcaire ou argileuse la colonisation est plus intense.

Abstract : The annelid polychaete *Polydora ciliata* can bore into rocks and mollusk shells which are thereby colonize them. On the shores of Boulogne-sur-Mer (France), this species colonizes the intertidal rocky zone. The intensity of colonization varies from one rock to another and also upon the same rock. A study of the mineralogical composition of rocks demonstrated that the more a rock is rich in quartz, the less it is colonized. Furthermore, for a particular quartz concentration, when the quartz is coated by calcareous or clay, colonization is more intense.

INTRODUCTION

Certaines espèces du genre *Polydora* présentent la particularité de perfore les substrats durs qu'elles colonisent. Ces substrats sont de nature calcaire : roches ou coquille de mollusques (Dorsett, 1961 a et b ; Haigler, 1969 ; Blake & Evans, 1973 ; Rasmussen, 1973 ; Zottoli & Carriker, 1974). Haigler (1969) et Zottoli & Carriker (1974) ont montré que la perforation de bivalves par *P. websteri* Hartman est due principalement à une dissolution de la calcite, expliquant ainsi la colonisation des substrats de nature calcaire.

Dans la région de Boulogne-sur-Mer (France) le genre *Polydora* est représenté par l'espèce *P. ciliata* (Johnston). Celle-ci élabore des terriers en U tapissés intérieurement d'un tube muqueux (Dorsett, 1961 b). Cette espèce colonise des platiers rocheux de la zone intertidale (Kaandorp, 1986). Certains d'entre eux ne sont que faiblement colonisés, alors que d'autres présentent, en période hivernale, des densités voisines de 1 500 individus.m⁻² (Lagadeuc, 1985). Si de telles variations existent entre des platiers différents, elles existent également au sein d'un même platier. En effet, nous observons l'existence d'enclaves vierges (de quelques centimètres à une dizaine de centimètres) de toutes colonisations et de ce fait de toutes perforations. En raison du fait que *P. ciliata* perfore le substrat qu'elle colonise nous avons cherché, par le présent travail, à définir quelle pouvait être l'influence de la composition minéralogique des roches sur leur colonisation par *P. ciliata*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous étudierons, d'une part, la relation entre la composition minéralogique d'une roche et le nombre de terriers et, d'autre part, la morphologie des terriers, cette dernière pouvant nous permettre de comprendre l'influence des différents minéraux présents dans la roche au cours de la perforation.

Notre étude a été menée sur quatre secteurs rocheux du littoral boulonnais : le cap Blanc Nez, le cap Gris Nez, Audresselles et le cap de la Crèche. Dans les secteurs du cap Gris Nez et du cap de la Crèche, nous avons échantillonné deux roches. Au cap de la Crèche l'une des roches constitue un socle, alors que l'autre constitue des blocs répartis de façon éparses. C'est sur les blocs rocheux que nous avons échantillonné des zones totalement vierges et des zones fortement colonisées.

Afin de définir la composition minéralogique et le nombre de terriers, nous avons eu recours aux lames minces. Pour obtenir ces lames, la roche est débitée perpendiculairement à la surface libre, puis usée jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment fine pour pouvoir être observée sous un microscope, ce qui correspond à une épaisseur d'environ 0,03 mm.

Quatre lames ont été ainsi réalisées dans la roche échantillonnée au cap Blanc Nez, deux dans chacune des roches du cap Gris Nez deux à Audresselles, deux dans l'une des roches du cap de la Crèche, et vingt-sept dans l'autre roche, celle où des zones colonisées et des zones vierges ont simultanément été échantillonnées.

RELATION ENTRE LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE ET LE NOMBRE DE TERRIERS

Cette étude a été réalisée en deux temps : nous avons entrepris, d'une part, une comparaison interroche et, d'autre part, une comparaison intraroche au moyen des vingt-sept lames obtenues dans les blocs rocheux du cap de la Crèche.

Dans le cadre de la *comparaison interroche*, nous avons défini pour chacune des roches la composition minéralogique en notant les éléments suivants : pourcentage de quartz, forme du quartz propreté du quartz (lorsque les grains de quartz sont enrobés d'une couche argileuse ou calcaire ils sont considérés sales), nature du ciment et autres minéraux présents.

De plus, pour chacune des lames, nous avons dénombré les terriers, cette grandeur est exprimée en nombre de terriers par 100 mm.

Les vingt-sept lames utilisées dans la *comparaison intraroche* ont été obtenues dans cinq échantillons (Tabl. I). Pour chacune des lames, nous avons noté les éléments suivants : pourcentage de quartz, propreté du quartz, nature et texture du ciment, pourcentage de pellets (éléments carbonates arrondis) et le nombre de terriers pour 100 mm.

Nous avons utilisé l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) pour analyser les données de la comparaison intraroche. L'ACM est une analyse factorielle des correspondances appliquée à un tableau logique (Volle, 1981). Dans un tel tableau, les variables, qualitatives ou quantitatives, sont divisées en un certain nombre de modalités, et chacun des

objets (ici les lames) ne possède qu'une et une seule modalité de chacune des variables (Tabl. II).

TABLEAU I

Identification des lames effectuées dans les différents échantillons du calcaire gréseux du cap de la Crèche.

ÉCHANTILLON	N° DES LAMES
A	J1, J2
B	J3, J4, J5
C	J6, J7, J8
D	J9, J10, J11, J12, J13, J14, J15, J16, J17
E	J18, J19, J20, J21, J22, J23, J24, J25, J26, J27

L'interprétation des résultats est réalisée grâce à l'utilisation des contributions et corrélations au carré éditées par le logiciel utilisé (Lepretre & Lepretre, 1986). La signification d'un axe est définie par les modalités qui possèdent les contributions et les corrélations au carré les plus élevées pour l'axe en question.

MORPHOLOGIE DES TERRIERS

Sur l'ensemble des échantillons, nous avons mesuré la longueur des terriers, et observé leur structure telle que les éléments en relief ou les éléments perforés...

RÉSULTATS

RELATION ENTRE LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE ET LE NOMBRE DE TERRIERS

Comparaison interroche

Au cap Blanc Nez, la roche échantillonnée est une craie du Turonien-Sénonien. Il s'agit d'une pectinite, c'est-à-dire un agrégat de microcristaux de calcite. *P. ciliata* colonise très bien cette roche, en effet, pour les quatre échantillons prélevés la densité moyenne de terriers est de 44,8 ($\pm 7,3$) pour 100 mm.

TABLEAU II

Tableau logique des données utilisées dans l'Analyse des Correspondances Multiples.

N° de lame	Nombre de terriers				% de quartz				Propriété du quartz			% de pellets				Nature du ciment		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	0-19	20-39	40-59	>60	10-19	20-29	30-39	>40	p	p+s	s	0-9	10-19	20-29	30-39	S-Mi	S	S-Ma
J2				1		1					1		1				1	
J8				1		1					1		1					1
J5			1			1					1		1					1
J25			1			1					1				1		1	
J4			1			1					1			1			1	
J21			1			1					1		1			1		
J17			1		1						1		1				1	
J1	1				1						1				1			1
J22	1					1					1			1		1		
J6	1					1					1			1			1	
J27	1					1					1			1				1
J7	1				1						1			1			1	
J3	1					1					1			1			1	
J10	1					1					1			1			1	
J9	1					1					1			1			1	
J23	1				1						1			1				1
J13	1						1				1						1	
J12	1					1					1			1				1
J18	1					1					1			1				1
J4	1						1				1			1				1
J20	1						1				1			1				1
J11	1						1				1			1				1
J14	1							1	1				1					1
J26	1						1				1			1				1
J24	1						1				1			1				1
J19	1						1				1			1				1
J15	1							1	1				1					1

p : propre ; s : sale ; S : Spathique ; Mi : Microspathique ; Ma : Macrospathique.

Au cap Gris Nez, l'échantillon de l'une des roches est faiblement colonisé : cinq terriers pour 100 mm. Il s'agit d'un grès (plus de 50 % de quartz) du Portlandien à quartz non usé et mal classé, avec un ciment macrospathique.

L'autre roche du cap Gris Nez est également d'âge Portlandien. La densité de terriers est ici plus élevée : 32 terriers.100 mm⁻¹. Le pourcentage de quartz est plus faible : 25 à 30 %. Les grains de quartz sont ronds et reliés entre eux par ciment macrospathique à spathique.

A Audresselles, *P. ciliata* est présente sur un banc calcaire du Portlandien. Cette roche est constituée de 5 à 7 % de quartz en moyenne, de glauconie et de débris de coquilles de lamellibranches noyés dans un ciment de cristaux de calcite fins à moyens. Sur l'échantillon étudié une partie est perforée ($50 \text{ terriers. } 100 \text{ mm}^{-1}$), l'autre ne l'est pas. Dans la zone non perforée, la quantité de quartz atteint 40 à 50 %.

Sur le site du cap de la Crèche, nous sommes en présence d'un calcaire (le socle) et d'un calcaire gréseux (les blocs), tous deux du Portlandien. Le calcaire possède une fraction quartzeuse d'environ 10 %, et le nombre de terriers est de 45.100 mm^{-1} . De la glauconie et des débris organiques sont également présents.

Le calcaire gréseux se caractérise par environ 20 % de quartz à grain anguleux à subanguleux. Le ciment est de façon générale spathique, et on note la présence de pellets. Le nombre de terriers est très variable : $24,7 \pm 22,1.100 \text{ mm}^{-1}$. C'est sur cette roche qu'a été réalisée l'étude intrarocche.

Comparaison intrarocche

Seuls les deux premiers axes de l'ACM ont été retenus. Ils expliquent respectivement 23,1 et 13,8 % de l'inertie totale. Ces valeurs sont a priori faibles, mais ceci est inhérent à la méthode (Volle, 1981).

De l'axe I, il ressort une opposition entre les densités faibles et fortes de terriers (Tabl. III et Fig. 1). Les densités sont associées à une composition minéralogique où le quartz propre est dominant, et où, corrélativement, les proportions de pellets et de ciment sont faibles. Au contraire, les densités élevées de terriers sont associées à une composition minéralogique où le quartz est sale, et en proportion équivalente aux pellets.

L'axe II permet de différencier les variables qui avaient une coordonnée négative sur l'axe I (Tabl. III et Fig. 1). Il apparaît que le pourcentage de pellets définit également le niveau de colonisation, et non plus le quartz seul. En effet, le "pourcentage de pellets 20-29" et le "pourcentage de pellets 10-19" font partie des cinq variables qui ont les contributions les plus élevées pour l'axe II (Tabl. III). Nous remarquons alors que le pourcentage le plus faible de pellets est associé à la densité la plus élevée de terriers.

La projection des objets sur le plan constitué par les axes I et II (Fig. 2) met en évidence trois groupes de lames. L'axe I sépare les échantillons peu ou pas colonisés (0-19 terriers) des échantillons dont la densité de terriers est supérieure à 20. L'axe II différencie ceux qui ont plus de 40 terriers des autres. Le regroupement des lames ne se fait donc pas suivant l'appartenance de la lame à un échantillon de roche, mais bien suivant le nombre de terriers, qui est lui-même lié à la composition minéralogique de la lame. Notons qu'il existe donc une grande variabilité dans la composition d'une même roche à l'échelle de quelques centimètres.

Il ressort de ces deux comparaisons que le nombre de terriers est étroitement lié à la composition minéralogique. En effet, les quantités faibles de quartz, la présence d'une couche argileuse ou carbonatée enrobant les grains de quartz, et les densités faibles de pellets facilitent la perforations des roches.

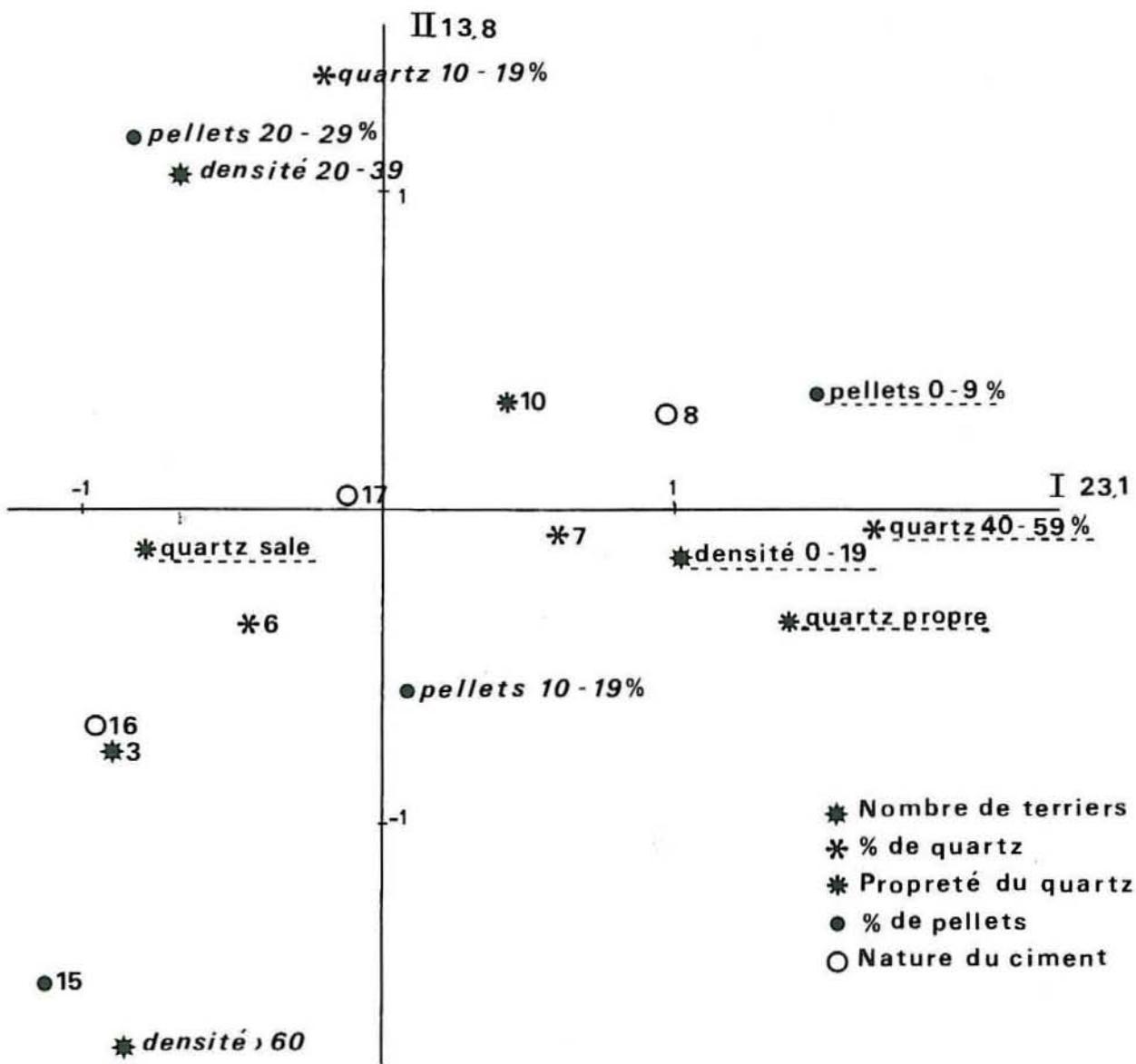


Fig. 1: Projection des variables dans le plan constitué par les axes I et II (les variables ayant les plus fortes contributions sont indiquées en toutes lettres, et elles sont soulignées pour celles de l'axe I. Les numéros renvoient au tableau II).

MORPHOLOGIE DES TERRIERS

A la figure 3, aucune relation n'apparaît distinctement entre la profondeur des terriers et le nombre de terriers. Zottoli & Carricker (1974) suggèrent que la profondeur des terriers est liée à la taille des individus et non à la résistance de la roche ou du minéral.

Sur la paroi des terriers, on note la présence d'éléments en relief : quartz, glauconie, globigérine et petits fossiles (Fig. 4). Le quartz et la glauconie, qui ne peuvent être dissous, sont parfois déchaussés, désolidarisés du ciment qui les entoure. Cette situation correspond très probablement au moment qui précède leur extraction.

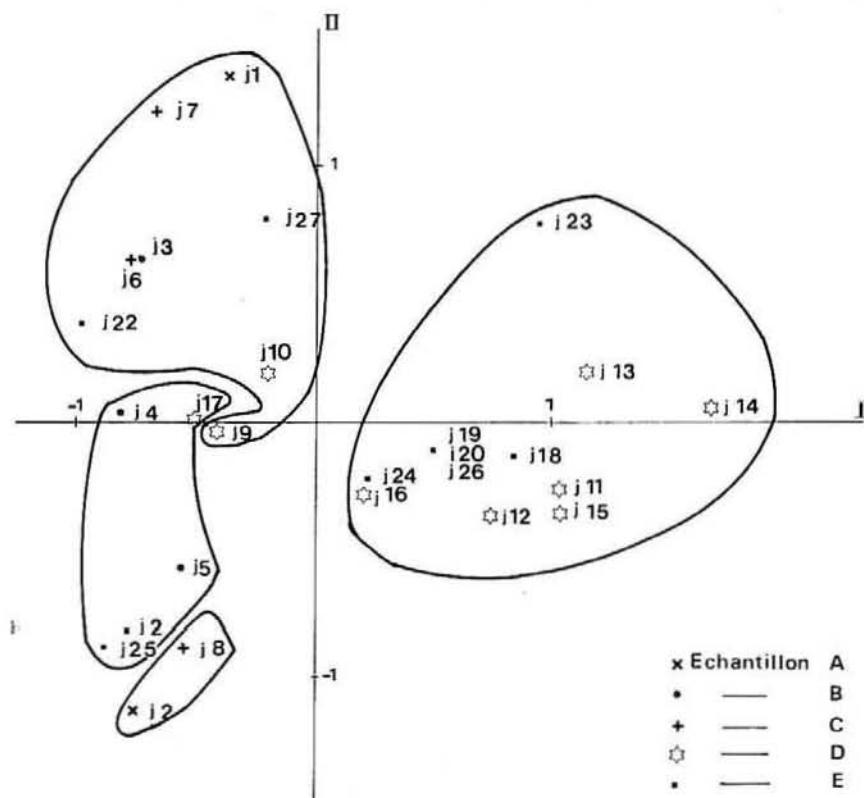


Fig. 2 : Projection des objets dans le plan constitué par les axes I et II.

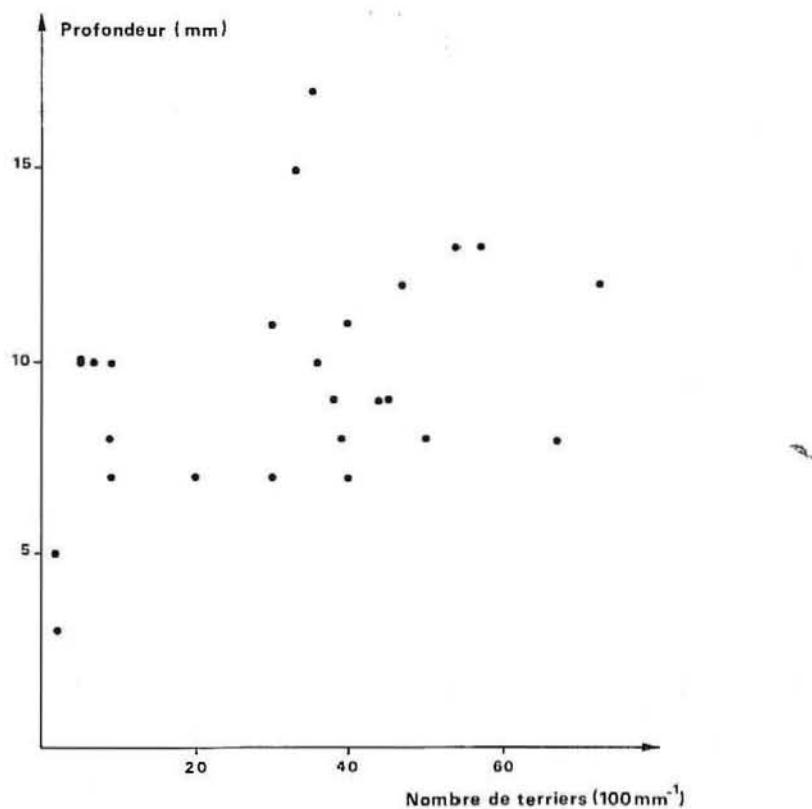


Fig.3 : Profondeur des terriers en fonction du nombre de terriers.

TABLEAU III

Contributions et corrélations au carré des variables pour les axes I et II.

		AXE I		AXE II	
		Contribution %	Corrélation au carré	Contribution %	Corrélation au carré
Nombre de terriers	1 : 0-19	15,3	0,828	0,4	0,012
	2 : 20-39	5,1	0,219	18,8	0,479
	3 : 40-59	5,4	0,199	5,7	0,125
	4 : > 60	1,9	0,061	11,4	0,220
% de quartz	5 : 10-19	0,2	0,008	15,9	0,334
	6 : 20-29	4,2	0,283	3,5	0,141
	7 : 30-39	2,2	0,080	0,1	0,001
	8 : > 40	10,3	0,348	0,0	0,000
Propriété du quartz	9 : propre	11,9	0,440	1,2	0,027
	10 : p + s	1,8	0,083	2,3	0,062
	11 : sale	10,7	0,621	0,3	0,012
% de pellets	12 : 0-19	11	0,390	1,2	0,024
	13 : 10-19	0,1	0,008	9,6	0,387
	14 : 20-29	6,3	0,258	20,4	0,493
	15 : 30-39	1,7	0,052	4,3	0,081
Nature du ciment	16 : S-Mi	4,7	0,165	3,6	0,075
	17 : S	0,3	0,021	0,1	0,003
	18 : S-Ma	6,9	0,266	1,2	0,028

S : Spathique ; Mi : Microspathique ; Ma : Macrospathique

p : propre ; s : sale

Quant aux globigérines et aux fossiles, ils sont en relief le long des parois mais sont perforés lorsqu'ils sont en fond de terrier (Fig. 4). Ceci est dû au fait que ces tests, bien qu'ils soient de même nature chimique, sont plus résistants que le ciment qui les entoure. Cette propriété est utilisée pour l'étude de ces tests, en effet, ils peuvent être extraits du ciment au moyen d'une attaque acide ménagée.

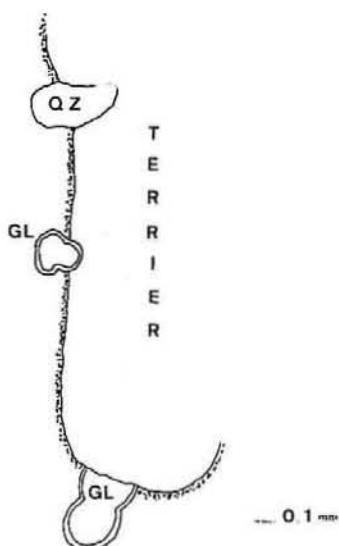


Fig. 4 : Représentation schématique d'une coupe de terrier (QZ : quartz ; GL : globigérines).

CONCLUSION

L'intensité de la colonisation de *P. ciliata*, entre des roches différentes ou au sein d'une même roche, apparaît donc très bien corrélée à la composition minéralogique de la roche. En effet, de la comparaison entre les différentes roches, il ressort que le premier facteur responsable du contrôle de la colonisation par *P. ciliata* est le quartz. Plus la roche est riche en quartz, moins *P. ciliata* a la possibilité de perfore la roche. Par la suite, avec l'étude intra-roche, nous avons pu définir plus finement le rôle de divers éléments sur la perforation. Nous constatons alors que la quantité de quartz n'est plus le seul facteur susceptible d'influencer la réussite de la perforation. En effet, pour de même proportion de quartz, la présence d'un enrobage autour des grains de quartz augmente la possibilité de colonisation. Ceci est probablement dû au fait que cette enrobage diminue la cohésion entre les grains de quartz et le ciment. Ainsi l'extraction, puisqu'il ne peut y avoir dissolution, est plus facile. Les derniers éléments dont la présence en grande quantité semble défavoriser la perforation sont les pellets. Cependant, nous ne pouvons dire si ceci est lié à une différence de solubilité entre le ciment et les pellets, car celles-ci ne sont pas en relief le long des parois comme nous l'observions avec les globigérines ou les autres petits fossiles.

Zottoli & Carriker (1974), dans leur étude de la perforation des coquilles de bivalves par *P. websteri*, montrent qu'il existe dans un premier temps une dissolution de la matière organique présente entre les constituants minéraux, et c'est ensuite que la dissolution de la fraction minérale a lieu. Ces auteurs ne pouvaient conclure sur l'importance respective de la présence de matière organique ou de la différence de solubilité des différentes formes cristallines sur la vitesse de perforation des coquilles.

Dans notre étude, nous observons l'effet d'une différence de solubilité entre différentes formes cristallines de CaCO_3 . En effet, nous constatons que des structures cristallines plus résistantes aux attaques acides (globigérines et autres petits fossiles) ne sont pas dissoutes

immédiatement si elles n'entravent pas directement l'élaboration du terrier, c'est-à-dire lorsqu'elles sont le long des parois et non au fond des terriers.

Quant à la part prise par la matière organique, nous ne pouvons infirmer ou confirmer les observations de Zottoli & Carriker (1974). Toutefois, cette présence de matière organique entre les différents constituants minéraux des coquilles de bivalves s'apparente peut-être à l'enrobage des grains de quartz par une couche argileuse ou carbonaté. La présence d'un enrobage entraîne une adhésion moins grande du quartz avec le ciment, d'où une extraction plus facile. Dans le cas des coquilles de bivalves, une fois la matière organique dissoute, la cohésion entre les différents constituants minéraux seraient alors moindre, et ils pourraient alors être désolidarisés.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier J.-M. Brylinski pour ses critiques et suggestions.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BLAKE, J.A. & J.W. EVANS, 1973. *Polydora* related genera as borers in mollusc shells and other calcareous substrates (Polychaeta, spionidae). *Veliger*, Vol. 15 : 235-242.
- DORSETT, D.A., 1961 a. The reproduction and maintenance of *Polydora ciliata* (Johnston) at Whitstable. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, Vol 41 : 383-396.
- DORSETT, D.A., 1961 b. The behaviour of *Polydora ciliata* (Johnston). Tube building and burrowing. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, Vol 41 : 577-590.
- HAIGLER, S.A., 1969. Boring mechanism of *Polydora websteri* inhabiting *Crassostrea virginica*. *Am. Zool.*, Vol. 9 : 821-828.
- KAANDORP, J.A., 1986. Rocky substrate communities of the infralittoral fringe of the boulonnais coast, NW France : a quantitative survey. *Mar. biol.*, Vol. 92 : 255-265.
- LAGADEUC, Y., 1985. Contribution à l'étude du déterminisme du recrutement de *Polydora ciliata* (Johnston, 1838), Annelide polychète, sur le littoral boulonnais. *DEA*, USTL Flandres-Artois, 29 pp.
- LEPRETRE, A. & C. LEPRÉTRE, 1986. ECONUM : ensemble de programmes interactifs d'analyses statistiques multidimensionnelles. *Monographie*, USTL Flandres-Artois, 83 p.
- RASMUSSEN, E., 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia*, Vol. 11 : 1-507.
- VOLLE, M., 1981. Analyse des données. *Economica*, Paris, France, 181 p.
- ZOTTOLI, R.A. & M.R. CARRIKER, 1974. Burrow morphology, tube formation, and microarchitecture of shell dissolution by the Spionid Polychaete *Polydora websteri*. *Mar. Biol.*, Vol. 27 : 307-316.