

LES FORAMINIFÈRES ET LA POLLUTION : ÉTUDE DE LA MICROFAUNE DE LA CALE DU DOURDUFF (EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE DE MORLAIX)

par

Marie-Thérèse Vénec-Peyré

Institut de Paléontologie, Muséum National d'Histoire Naturelle (1)

Résumé

Les Foraminifères vivant dans la Cale du Dourduff, essentiellement représentés par l'espèce *Protoelphidium parali* (Tintant) souffrent d'un certain nombre de malformations (ralentissement de croissance, défauts de calcification) et subissent l'attaque d'un parasite. Il semble que la pollution provoquée par l'échouage de l'Amoco Cadiz, dans un milieu déjà peu propice au développement des Foraminifères, ne soit pas étrangère à la pathologie de ces Protistes.

Introduction

Alors que je recensais les Foraminifères vivant à l'embouchure de la Rivière de Morlaix (Finistère) en novembre 1978, l'aspect anormal de la microfaune a tout de suite attiré mon attention et m'a incitée à étudier de plus près ce matériel. L'intérêt de ce travail s'est trouvé d'autant plus accru que cette région avait été sinistrée par l'échouage du super-pétrolier Amoco Cadiz dans la nuit du 16 au 17 mars 1978, naufrage qui libérait à la mer 223 000 tonnes de pétrole brut.

Matériel

Les prélèvements ont été effectués dans la slikke de la Rivière de Morlaix (Cale du Dourduff) (Fig. 1), zone de dessalure découvrant à mi-marée. Ils ont été réalisés par carottage manuel en novembre et décembre 1978, janvier, mars et avril 1979. Les carottes ont une section de 5,72 cm². Seule la tranche superficielle de 0 à 0,5 cm a fait l'objet d'observations, les parties sous-jacentes s'étant avérées dépourvues de Foraminifères vivants. Ce mode de prélèvement présente des avantages et des inconvénients qui seront soulevés plus loin ; pour pallier ces derniers, j'ai examiné deux prélèvements réalisés par écrémage du sédiment.

(1) L.A. 12, E.P.H.E., 8, rue Buffon, 75005 Paris.

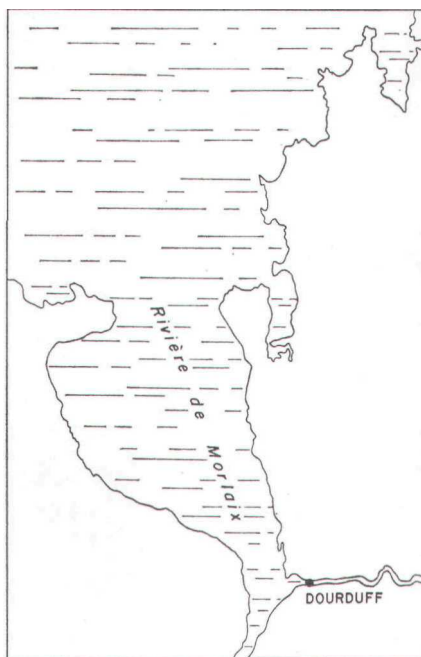


FIG. 1

Baie et embouchure de la Rivière de Morlaix.

RÉSULTATS

Dans la Cale du Dourduff vit une espèce dominante : *Protoelphidium paraliium* (Tintant) (Planche I, 1) ; elle cohabite avec quelques rares *Nonion depressulum* (Walker et Jacob), *Elphidium articulation* (d'Orbigny) et *Ammonia tepida* Cushman. C'est une association typique d'estuaire, milieu peu favorable au développement des Foraminifères, dans lequel la diversité faunale est faible en raison des dessalures. De ce fait, les individus sont petits, leur test est mince, fragile et peu orné. Outre ces caractéristiques morphologiques trahissant un biotope peu propice à l'épanouissement des Foraminifères, les tests présentent un certain nombre d'anomalies qui affectent toutes les espèces dans des proportions assez importantes.

La présente étude a porté essentiellement sur l'espèce *Protoelphidium paraliium*, le nombre d'individus appartenant aux autres espèces étant trop restreint pour permettre une analyse quantitative. Les observations ont été réalisées tant sur la biocénose que sur la thanatocénose. Comme l'ont montré Le Calvez et Césana (1972), il est très facile de reconnaître dans un même sédiment les formes vivantes des formes mortes par la coloration naturelle du cytoplasme. Ces deux auteurs mettent sérieusement en doute, tout comme Banner (1973), la valeur de la coloration au rose Bengale préconisée par certains

pour séparer les Foraminifères vivants des morts. Cette distinction est nécessaire dans une étude écologique car, lorsque l'animal meurt, son test se comporte comme un grain de sédiment et, soumis aux transports hydrologiques, il peut être déposé loin de son milieu de vie et devenir ainsi source d'erreurs dans les interprétations.

Dans la Rivière de Morlaix, le cytoplasme de *Protoelphidium paraliium* est coloré en vert intense probablement par l'ingestion d'algues microscopiques de cette couleur. Lorsque l'individu décède, le test se vide et devient translucide. Quand la mort de l'individu remonte à peu de temps, le cytoplasme en voie de nécrose brunit et n'occupe plus que quelques loges. La distinction entre ces trois états se fait donc sans ambiguïté. Ce petit Protiste possède un test calcaire perforé à enroulement planispiral : l'animal s'accroît par adjonction de loges successives à certains moments encore mal déterminés de son existence. La taille de ces loges augmente progressivement et régulièrement. La spire comporte environ deux tours, les loges du second masquant celles du premier tour.

Plusieurs types d'anomalies affectent les tests ; on peut les classer en trois groupes : ralentissement dans la croissance, défauts de calcification et présence d'un parasitisme aigu.

1 - Ralentissement dans la croissance

Il se traduit par la présence d'une loge de taille plus réduite que la normale, rompant ainsi la régularité de la spire (Planche I, 2). Chez les Foraminifères atteints par cette malformation, une seule loge témoigne de ce ralentissement montrant ainsi qu'au moment où l'individu construisait ou s'apprêtait à construire cette loge il s'est produit un dérèglement physiologique. La loge chétive n'occupe pas toujours le même rang dans la spire. Cela peut s'expliquer par le fait que les individus d'une même population n'apparaissent pas tous en même temps et que, dans une même génération, ils n'ont pas obligatoirement une croissance synchrone.

2 - Défauts de calcification

Je place sous ce vocable des calcifications additionnelles et des perturbations dans la paroi calcaire. On note, en effet, la présence de loges surnuméraires (Planche I, 3, 6) et d'excroissances calcifiées (Planche I, 4, 5). Les premières se distinguent des secondes par la présence d'une ouverture soulignée par une ornementation punctiforme. Quant aux défauts de la paroi calcaire, ils se manifestent sous forme de plissement ou de froissement du test (Planche I, 7) : tout se passe comme si la paroi s'était « ramollie », peut-être partiellement décalcifiée, affaissée puis recalcifiée en gardant un aspect « froissé ». Cette anomalie ne semble pas due à un écrasement provoqué par un choc car on ne décèle aucune fracture. Je dois signaler à ce propos que j'ai trouvé plusieurs tests de Foraminifères entièrement décalcifiés (Planche I, 8), représentés seulement par leur membrane basale et des fragments de coquilles de Mollusques partielle-

ment décalcifiés, ne laissant apparaître que la trame organique. Ces observations témoignent d'une acidification passagère du milieu.

3 - Parasitisme

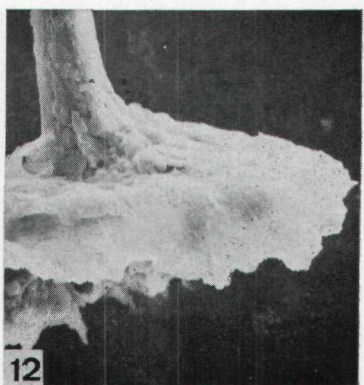
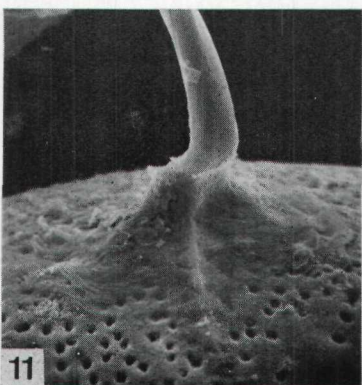
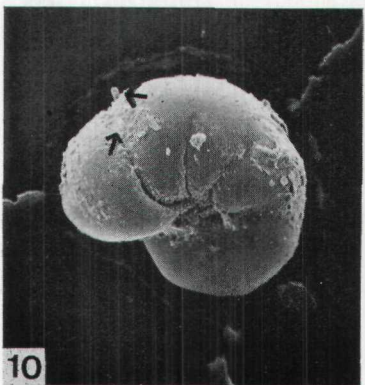
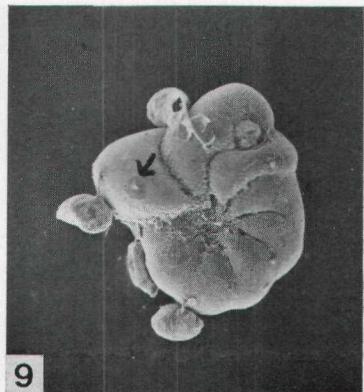
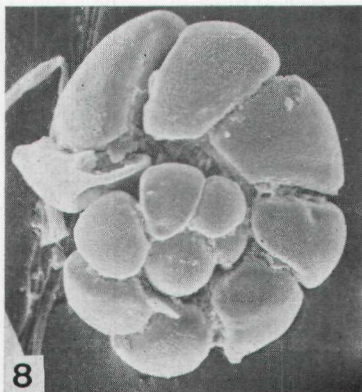
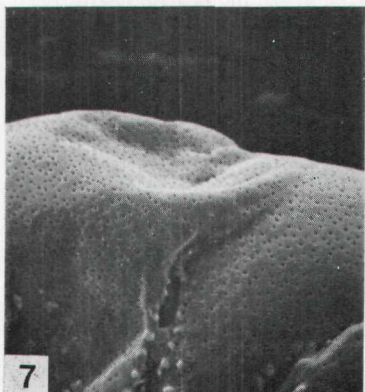
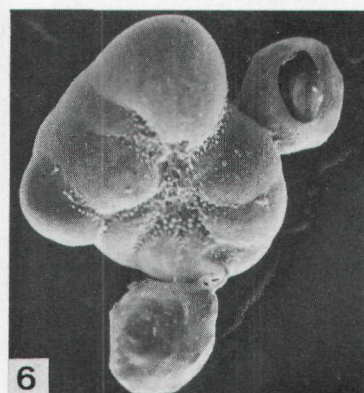
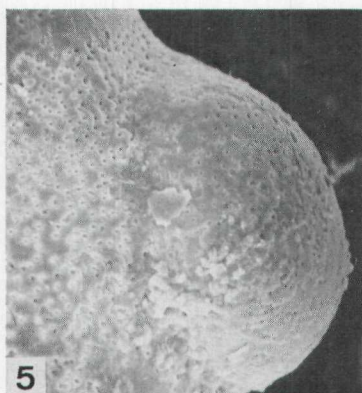
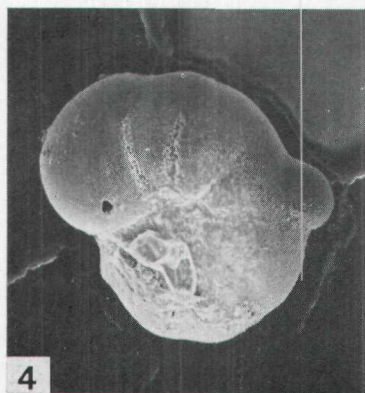
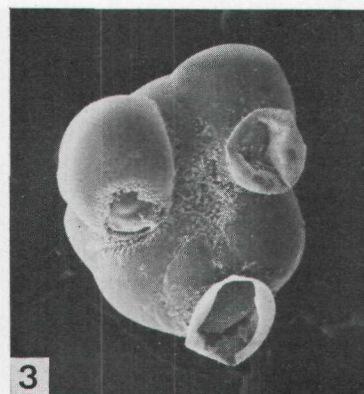
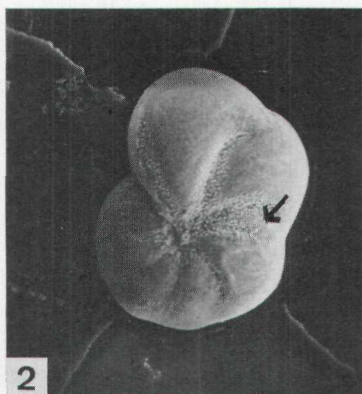
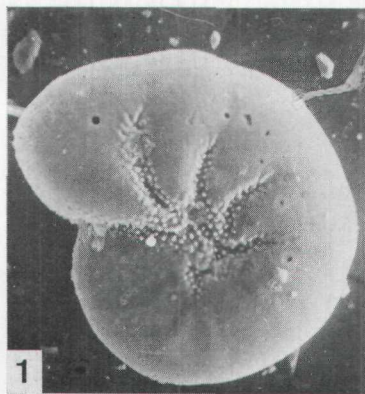
La population de Foraminifères de la Cale du Dourduff est sérieusement éprouvée par l'attaque d'un parasite (Planche I, 3, 6, 9) dont l'étude est en cours, qui s'implante sur la coquille. Il est constitué par un pédoncule surmonté d'un corps ovoïde de couleur brune. L'ensemble mesure de 150 à 400 μ de long. Il ne s'agit pas d'un simple épiphyte car le pédoncule pénètre dans la paroi du Foraminifère et on devine souvent la présence de crampons. A l'endroit où il s'incruste, il crée dans un rayon de quelques microns une zone fortement perturbée : les perforations habituellement distribuées de façon régulière disparaissent et la paroi prend un aspect plus ou moins granuleux (Planche I, 11). Si le parasite disparaît, cette trace persiste et reste le témoin d'une attaque antérieure (Planche I, 9). Dans certains cas, le corps ovoïde est gonflé ; il peut devenir informe et s'affaisser sur le test (Planche I, 3). On retrouve souvent le parasite à l'état libre portant à l'extrémité de son pédoncule une partie de la paroi arrachée à l'hôte, prouvant ainsi que les deux organismes étaient intimement liés (Planche I, 12). J'en ai dénombré jusqu'à huit sur le même hôte. Il attaque également des Ostracodes, des Gastéropodes, des Lamellibranches et des Arthropodes. Il semblerait que certains Foraminifères soient affectés par un endoparasite, ne se manifestant à l'extérieur que par de petits tubes (Planche I, 10). Ces parasites ne semblent pas responsables des malformations signalées précédemment. S'ils se trouvent effectivement sur des Foraminifères anormaux, on les retrouve le plus souvent sur des individus dont l'aspect extérieur est normal.

Ces observations sont importantes car le parasitisme est mal connu chez les Foraminifères. J. Le Calvez a étudié quelques cas d'endoparasites : un Nématode dans le cytoplasme de *Rotalia turbinata* et *Iridia lucida* (1953), *Trophosphaera planorbulinae*, autre Protiste parasitant *Planorbulina mediterraneensis* (1939), une Amibe chez *Discorbis mediterraneensis* (1940) et *Fissurina marginata*, Foraminifère parasite d'un autre Foraminifère *Discorbis vilardeboanus* (1947).

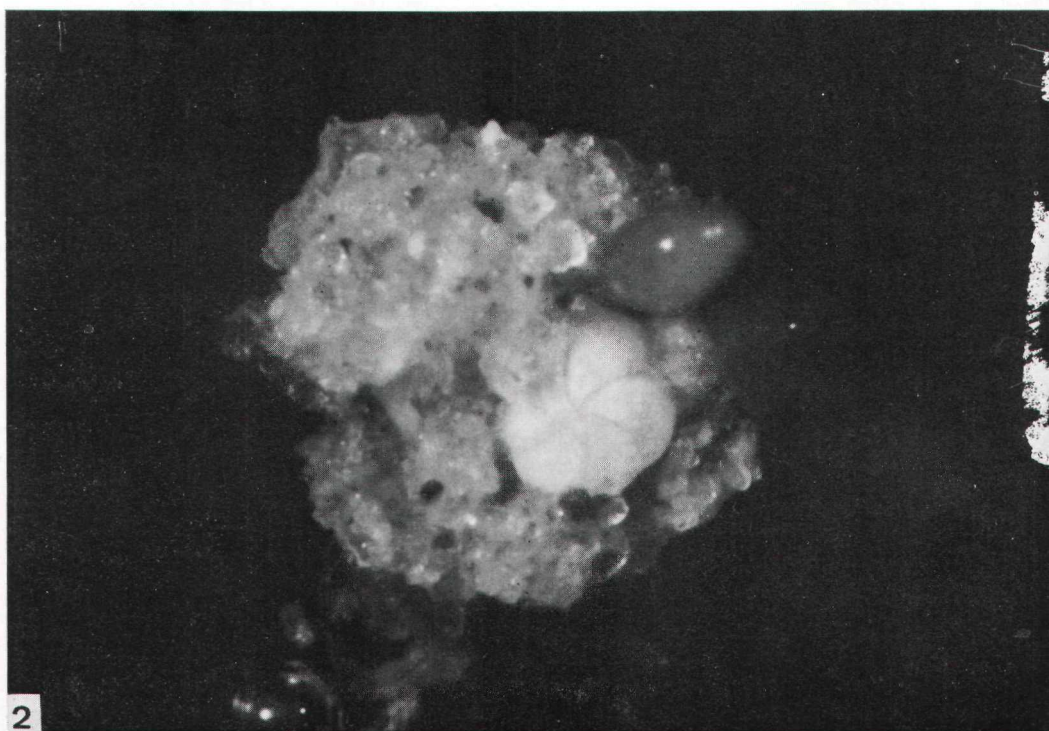
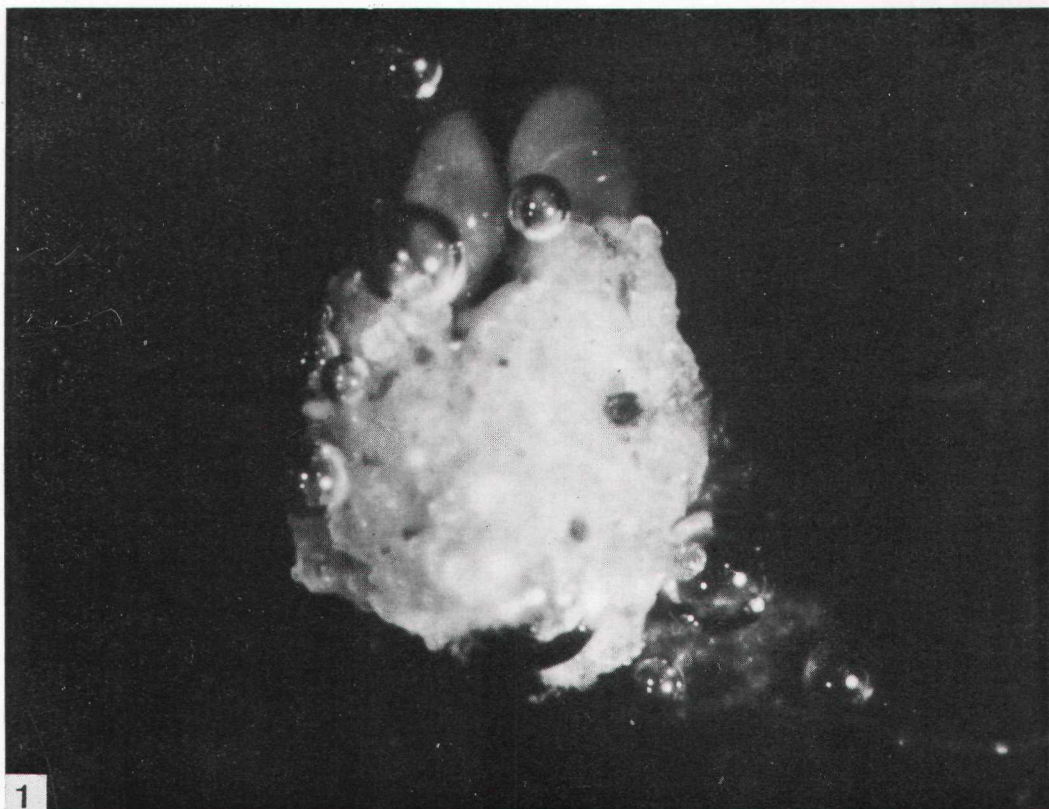
PLANCHE I

1: *Protoelphidium parali* (Tintant), individu normal (x 170); 2: individu ayant subi un ralentissement de croissance (x 75); 3: individu présentant une loge surnuméraire, attaqué par deux parasites (x 100); 4: individu présentant une calcification additionnelle (x 100); 5: détail de la précédente (x 500); 6: individu parasité avec une loge surnuméraire et une loge chétive (x 150); 7: défaut de calcification de la paroi (x 400); 8: membrane basale d'un Foraminifère trouvé dans un prélèvement (x 300); 9: individu parasité; la flèche indique la trace laissée par un parasite disparu (x 75); 10: individu parasité; les petits tubes ne semblent pas correspondre au pédoncule des parasites signalés précédemment et il s'agit peut-être d'un endoparasite (x 100); 11: détail d'une zone parasitée (x 1 000); 12: pédoncule d'un parasite portant probablement à son extrémité une partie du test arrachée à l'hôte (x 1 000).

Clichés réalisés au microscope électronique à balayage par Simone Laroche, Institut de Paléontologie, Muséum National d'Histoire Naturelle.



M.-T. VÉNEC-PEYRÉ



M.-T. VÈNEC-PEYRÉ

PLANCHE II

1: kyste de construction de *Protoelphidium paraliu* (x 70) ; 2: *Protoelphidium paraliu* dans son kyste après ouverture de ce dernier (x 70).
Clichés réalisés par Denis Serrette, Institut de Paléontologie, Muséum National d'Histoire Naturelle.

Banner (1971) décrit *Planorbulinopsis parasitica*, . gen. et le considère comme endoparasite d'un autre Foraminifère *Alveolinella quoyi* mais Y. Le Calvez (1973) conteste la qualité d'endoparasite de cet organisme qu'elle décrit comme un cas probable d'inquinisme. Les observations de Banner sur des coquilles mortes ne permettent pas en effet d'observer les rapports existant entre le parasite et son hôte.

Le tableau 1 donne le nombre d'individus examinés tant dans la biocénose que dans la thanatocénose ainsi que le pourcentage des individus affectés par les malformations et le parasitisme.

TABLEAU 1

Date	Biocénose (nombre individus)	Parasitisme (pourcentage)	Ralentissement de croissance (pourcentage)	Défauts de calcification (pourcentage)	Thanatocénose (nombre individus)	Parasitisme (pourcentage)	Ralentissement de croissance (pourcentage)	Défauts de calcification (pourcentage)
13-11-78	64	15,5	21	7	70	3,5	21	3
12-12-78	41	14,5	21	8	65	9	21	5
15-01-79	25	16	20	8	76	17	16	6
19-03-79	31	35	16	3	74	0	23	6,75
19-04-79 Carottage	10	50	15	3	113	12	16	5
19-04-79 Ecrémage	224	50	14,5	3	64	17	11	4,5

De novembre 1978 à avril 1979, on note une diminution progressive du nombre d'individus ayant subi un ralentissement de croissance et de ceux qui présentent des défauts de calcification tandis que le nombre d'individus parasités augmente brusquement en mars et avril 1979. Les pourcentages concernent le ralentissement de croissance et les défauts de calcification sont voisins dans la biocénose et la thanatocénose. Les données numériques concernant le parasitisme dans la thanatocénose sont inférieures à celles obtenues dans la biocénose; il se peut que, dans certains cas, le parasite disparaisse à la mort du Foraminifère.

Le nombre de spécimens récoltés peut paraître faible pour permettre une étude statistique. Il correspond au nombre d'individus vivant sur une surface de 5,72 cm². Les prélèvements avaient été effectués dans un tout autre but que d'analyser les cas pathologiques : ils étaient destinés à l'inventaire de la microfaune vivant à cet endroit. C'est pourquoi j'avais choisi le mode de prélèvement par carottage manuel. De cette façon, le sédiment n'est pas perturbé en surface et on peut évaluer la densité de répartition des Foraminifères avec une assez bonne précision. Il se trouve que, dans les sédiments examinés, cette densité est faible. Aussi, en avril 1979, ai-je examiné parallèle-

ment un prélèvement par carottage manuel et un écrémage de surface. Le deuxième mode d'échantillonnage permet de disposer d'un plus grand nombre d'individus mais l'évaluation de la densité devient impossible, puisqu'on ne connaît ni la surface ni l'épaisseur du volume de sédiment examiné. Les proportions d'individus anormaux obtenues par les deux modes de prélèvement sont voisins : on peut donc considérer comme fiables les chiffres donnés dans le tableau 1. Elles ne doivent cependant pas être considérées comme certaines, un certain nombre d'anomalies susceptibles d'affecter les premières loges pouvant être masquées par les loges embrassantes du tour suivant. Le tableau 1 ne prend toute sa valeur que comparé au tableau 2 établi sur des données du 19 mars 1978.

L'étude ultrastructurale et chimique des parois anormales n'a pas encore été réalisée. L'analyse minéralogique des zones malades a pu être effectuée à la microsonde moléculaire à laser MOLE. Les spectres réalisés sur les différentes malformations sont, comme ceux réalisés sur les individus sains, caractéristiques de la calcite.

Discussion

Aucune étude sur la pathologie des Foraminifères n'a, à ma connaissance, été réalisée. Le nanisme est connu dans les milieux à salinité variable. Kurc (1961) fait état de certaines malformations chez les Nonionidés de l'étang de Thau, mais il précise qu'elles n'affectent que quelques individus. Certaines formes fixées, comme les *Cibicides* et les *Planorbulina*, présentent souvent des déformations car la morphologie du test doit épouser les irrégularités du substrat. Ne connaissant pas de cas semblables à ceux traités dans la présente étude et sachant que le milieu s'est trouvé pollué par l'Amoco Cadiz quelques mois auparavant, l'hypothèse d'une action néfaste de cette pollution sur les Foraminifères m'a parue soutenable.

J'ai eu la chance de pouvoir examiner un échantillon de sédiment prélevé le 19 mars 1978 au même endroit, dans la Cale du Dourduff, avant que la nappe d'hydrocarbures n'ait atteint la région de Roscoff. Dans ce prélèvement je n'ai trouvé que peu d'individus vivants mais de très nombreux tests vides. Cette thanatocénose présente les mêmes caractéristiques microfaunistiques que les biocénoses et thanatocénoses précédemment étudiées. Les différents types d'anomalies sont présents mais ils n'atteignent qu'une très faible partie de la population comme en témoignent les données du tableau 2.

TABLEAU 2

Date	Thanatocénose nombre d'individus	Parasitisme pourcentage	Ralentissement de croissance pourcentage	Défauts de calcification pourcentage
19-3-78	223	4	5	0,8

La comparaison des tableaux 1 et 2 fait apparaître une augmentation de la population malade entre le 19 mars 1978 et le mois de novembre de la même année, tendant à prouver que les conditions

du milieu se sont aggravées dans un biotope déjà défavorable à l'épanouissement des Foraminifères.

De nombreux groupes animaux et végétaux vivant dans cette région ont souffert de la marée noire provoquée par l'échouage de l'Amoco Cadiz, et cela plus ou moins nettement suivant leur résistance à la pollution (Chassé, 1978 ; Bergerard, 1978). Il est donc probable que ce triste événement soit à l'origine de la plupart des cas pathologiques et de l'explosion du parasitisme chez les Foraminifères.

Les teneurs en hydrocarbures aliphatiques mesurées par spectrométrie infrarouge dans la slikke de la Cale du Dourduff de mai 1978 à mars 1979 varient de 74 à 1086 ppm. Les teneurs en hydrocarbures aromatiques mesurées par spectrométrie de fluorescence à la même époque et dans les mêmes sédiments varient de 55 ppm à 251 ppm. Ces teneurs ne sont pas imputables aux rejets urbains de la ville de Morlaix puisqu'avant la pollution, la teneur en hydrocarbures aliphatiques était de 50 ppm et que la lecture des teneurs en hydrocarbures aromatiques a été effectuée à une longueur d'onde caractéristique de la cargaison de l'Amoco Cadiz (Communications orales de G. Boucher).

Il est difficile de savoir si les hydrocarbures sont responsables des dégâts provoqués chez les Foraminifères par leur toxicité propre ou s'ils ont agi indirectement en modifiant les caractéristiques du milieu. On sait que la cargaison de l'Amoco Cadiz était composée de deux types de pétrole brut léger en provenance d'Iran et d'Arabie ayant chacun une teneur en hydrocarbures aromatiques (30 à 35 p. 100 selon la provenance), à toxicité élevée. Le Roux et Lucas (1978) ont observé, à partir d'études expérimentales, un effet toxique du pétrole de l'Amoco Cadiz sur la fécondation et le développement embryonnaire des moules avec induction de larves anormales. Une action indirecte par modification des paramètres physico-chimiques et biologiques du milieu est également envisageable. La présence d'un film d'hydrocarbures sur la mer peut réduire la pénétration de la lumière et les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère et, par conséquent, entraîner une diminution de la photosynthèse et influencer sur la nutrition ; luminosité, échanges gazeux, nutrition, autant de facteurs considérés comme limitants pour le développement des Foraminifères.

En ce qui concerne le ralentissement de croissance, je dois rapporter une observation faite en avril 1979, sur un prélèvement où j'ai rencontré de nombreuses petites boules de sédiment correspondant à un enkystement des Foraminifères (Planche II, 1 et 2). Ce phénomène d'enkystement est bien connu : les Foraminifères construisent des kystes de reproduction et des kystes de construction pour l'adjonction d'une nouvelle loge. Il s'agit ici, vraisemblablement, de kystes de construction : les individus qui s'y abritent, bien que jeunes, possèdent déjà plusieurs loges ; la dernière est translucide, très fragile et, dans la plupart des cas, elle n'est pas encore occupée par le cytoplasme. Au cours de l'étude allant de novembre 1978 à avril 1979, ces kystes n'ont été observés que dans le prélèvement d'avril. C'est probablement l'époque où l'espèce sort de la torpeur de l'hiver et reprend une activité physiologique intense. Dans les cas où l'on observe un ralentissement de croissance, la loge chétive doit corres-

pondre à la loge d'avril ou, du moins, à la première loge sécrétée par l'animal après le naufrage de l'Amoco Cadiz.

Quelques observations que de mauvaises conditions de milieu ne peuvent ou ne suffisent à expliquer, sont à mentionner :

le prélèvement par écrémage de mars 1978 contient très peu d'individus vivants et beaucoup de tests vides, tandis que, dans le prélèvement par écrémage d'avril 1979, les proportions s'inversent;

il existe une légère différence entre la taille des individus de mars 1978 et celle des individus de mars 1979;

le parasitisme n'atteignant qu'une très faible partie de la population en mars 1978, se développe jusqu'en mars 1979 et explose à partir de cette date.

Ces faits trouveront peut-être une explication lorsque la biologie et le cycle de reproduction de *Protoelphidium paraliu*m seront étudiés. Chez les Foraminifères, où très peu de cycles sont connus, les auteurs (J. Le Calvez, 1953) considèrent que leur durée peut varier de quelques mois à deux ans. Le cycle comporte généralement une phase sexuée, la gamogonie, et une phase asexuée, la schizogonie, cette dernière présentant deux modalités selon les espèces :

- la schizogonie *intrathalamme*, au cours de laquelle les embryons se forment à l'intérieur du test maternel et, pour construire leur test, digèrent partiellement les sels minéraux de la coquille-mère qui disparaît ;
- la schizogonie *extrathalamme* au cours de laquelle les embryons se forment à l'extérieur du test maternel, qui se vide mais demeure intact.

Ce dimorphisme sexuel s'accompagne d'un dimorphisme au niveau du proloculus : la première loge des gamontes est macrosphérique, celle des schizontes, microsphérique. Tintant (1952) signale que la forme microsphérique du *Protoelphidium paraliu*m est inconnue. Ce fait semble indiquer que la schizogonie est intrathalamme ; c'est pourquoi la forme microsphérique n'est jamais observée dans les sédiments fossiles ou les thanatocénoses. L'étude du dimorphisme chez les individus vivants apportera certainement des informations sur le cycle de cette espèce et permettra peut-être d'élucider les questions soulevées précédemment.

Conclusions

Les Foraminifères récoltés dans la Cale du Dourduff depuis le mois de novembre 1978 semblent avoir souffert de la marée noire provoquée par le naufrage du super-pétrolier Amoco Cadiz en mars 1978. Les tests présentent un certain nombre d'anomalies (ralentissement de croissance, calcifications additionnelles et défauts de calcification) et une grande partie de la population est parasitée. La loge chétive des individus ayant subi un ralentissement dans la croissance correspond probablement à la première loge construite après l'échouage du bateau, les loges suivantes ayant subi une croissance normale. Les défauts de calcification sont en régression depuis le

mois de mars 1979, un an après la catastrophe, ce qui correspond à une décontamination du sédiment, tandis que l'on note une recrudescence du parasitisme.

Les Foraminifères semblent être de bons indicateurs de pollution. Cette étude montre que le processus de calcification du test est soumis à un contrôle écologique dont le degré d'importance n'est cependant pas évalué jusqu'ici : incontestable au niveau morphologique, son rôle n'est encore déterminé ni sur le plan chimique ni sur le plan ultrastructural.

Je remercie pour leur précieuse collaboration, Guy Boucher de la Station biologique de Roscoff, ainsi que la Société I.S.A. division Jobin-Yvon et Mme H. Jaeschke-Boyer pour la réalisation de l'étude à la microsonde moléculaire à laser.

Summary

Foraminifera of the "Cale du Dourduff" (rivière de Morlaix), essentially represented by *Protoelphidium parali* (Tintant) present a proportion of malformations (growth rate and calcification mode) and are subjects to attack by a parasite. It seems that the pollution caused by the stranding of Amoco Cadiz, in an environment already unfavorable to the development of Foraminifera, might have an effect on the pathology of these Foraminifera.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BANNER, F.T., 1971. — A new genus of the Planorbulinidae, an endoparasite of another Foraminifera. *Rev. esp. Micropal.*, 3, 2, pp. 113-128.
- BANNER, F.T., SHEEHAN, R. and WILLIAMS, E., 1973. — The organic skeletons of Rotaline Foraminifera : a review. *J. Foram. Res.*, 3, 1, pp. 30-42.
- BERGERARD, J., 1978. — Observations préliminaires recueillies dans l'exécution des programmes entrepris par la Station biologique de Roscoff. *Publ. CNEXO, série Actes et Colloques*, 6, pp. 151-158.
- CHASSÉ, c., 1978. — Esquisse d'un bilan écologique provisoire de l'impact de la marée noire de "l'Amoco Cadiz" sur le littoral. *Publ. C.N.E.X.O., série Actes et Colloques*, 6, pp. 115-134.
- Kurc, G., 1961. — Foraminifères et Ostracodes de l'étang de Thau. Thèse de doctorat d'Université, Montpellier, 219, pp. 1-119.
- LE CALVEZ, j., 1939. — *Trophosphaera planorbulinae* n. gen., Protiste parasite du Foraminifère *Planorbulina mediterraneensis* (d'Orb.). *Arch. Zool. exp. et gén.*, 80, pp. 425-443.
- LE CALVEZ, j., 1940. — Une amibe *Wahlkampfia discorbini* n. sp., parasite du Foraminifère *Discorbis mediterraneensis* (d'Orb.). *Arch. Zool. exp. et gén.* 81, pp. 123-129.
- LE CALVEZ, j., 1947. — *Entosolenia marginata*, Foraminifère apogamique ectoparasite d'un autre Foraminifère *Discorbis vilardeboanus*. *Č.R. Acad. Sc., Paris*, 224, pp. 1448-1450.
- LE CALVEZ, j., 1953. — Ordre des Foraminifères, in *Traité Zool., Anat., Syst., Biol.*, P. P. Grassé, éd. Masson, I, (2), pp. 150-265.
- LE CALVEZ, Y., et CESANA, D., 1972. — Détection de l'état de vie chez les Foraminifères. *Annales de Paléontologie (Invertébrés)*, LVIII, 2, pp. 129-133.
- LE CALVEZ, Y., 1972. — A propos de *Planorbulinopsis parasitica* Banner considéré comme endoparasite d'un autre Foraminifère. *Cah. Micropal.* 3, 3, pp. 1-4.
- LE HOUX, s. et LUCAS, A., 1978. — Première série de résultats sur la toxicité du pétrole brut de l'Amoco Cadiz. *Publ. C.N.E.X.O., série Actes et Colloques*, 6, pp. 215-227.
- TINTANT, H., 1952-53. — Etudes sur la microfaune du Néogène de Turquie. *Bull. Sci., Bourgogne*, XIV, pp. 185-208.