

## Effets biogènes sur la sédimentation en baie de Concarneau

Michel GLÉMAREC et Jacques GRALL\*

\*LEMAR

Institut Universitaire Européen de la Mer

Technopôle Brest-Iroise

29280 - PLOUZANÉ

**Résumé :** Le suivi à long terme des peuplements de la baie de Concarneau montre les différentes étapes de la dynamique successionale décrites grâce aux mécanismes intervenant entre les différentes catégories trophiques. Le développement de l'amphipode tubicole *Haploops tubicola* a participé à l'exhaussement de la vase en stabilisant le sédiment. Ceci en réponse à l'eutrophisation générale du milieu côtier, mais aussi à l'arrêt des chalutages dans cette baie depuis 1974.

**Mots-clés :** Baie de Concarneau. Suivi à long terme. Sédimentation. Suspension-feeders. Eutrophisation.

**Abstract :** Long-term monitoring of communities in the bay of Concarneau allows to describe the different stages of succession, explained by biotic interactions between trophic groups. The tubicolous amphipod *Haploops tubicola* actively participated to consolidation and thickening of the muds. Biological changes are linked with general eutrophication of coastal environment and with trawling prohibition from 1974.

**Key words :** Concarneau Bay. Long-term Monitoring. Sedimentation. Suspension-feeders. Eutrophication.

Dans le préambule de sa thèse, J.-P. Pinot (1974) invoque l'inlassable coopération du biologiste qui « m'a souvent permis de comprendre, grâce à l'éclairage complémentaire fourni par les faits biologiques, certains phénomènes que les seules données morpho-sédimentologiques laissent dans l'ombre ». Si le biologiste apporte ses compétences en ce qui concerne l'érosion biologique due aux mollusques perforants, la localisation privilégiée de certaines espèces spécialisées sur certaines structures géomorphologiques, par contre, il est des mécanismes d'interactions au sein des peuplements que le biologiste a du mal à interpréter sans l'aide du géomorphologue. On doit aux Professeurs Drach et Guilcher la création d'équipes mixtes au début des années 1960 et ce n'est qu'avec le temps qu'il est possible d'évaluer les bénéfices acquis de part et d'autre. J.-P. Pinot (*op. citée*) déclare que « les animaux ont un grand rôle géomorphologique soit érosif, soit constructif » et c'est avec fascination qu'il réfléchit sur l'édification des terrasses de maërl ou sur l'exhaussement des fonds en partie dû au rôle des petits amphipodes tubicoles que sont les *Haploops tubicola*. Attisé par cette forte volonté de tout comprendre J.-P. Pinot dans son *Vocabulaire de géomorphologie littorale* (1993) retiendra deux termes qui concernent directement les auteurs de cet article :

**Benthique :** adjectif servant à qualifier les êtres vivants inféodés au fond de la mer.

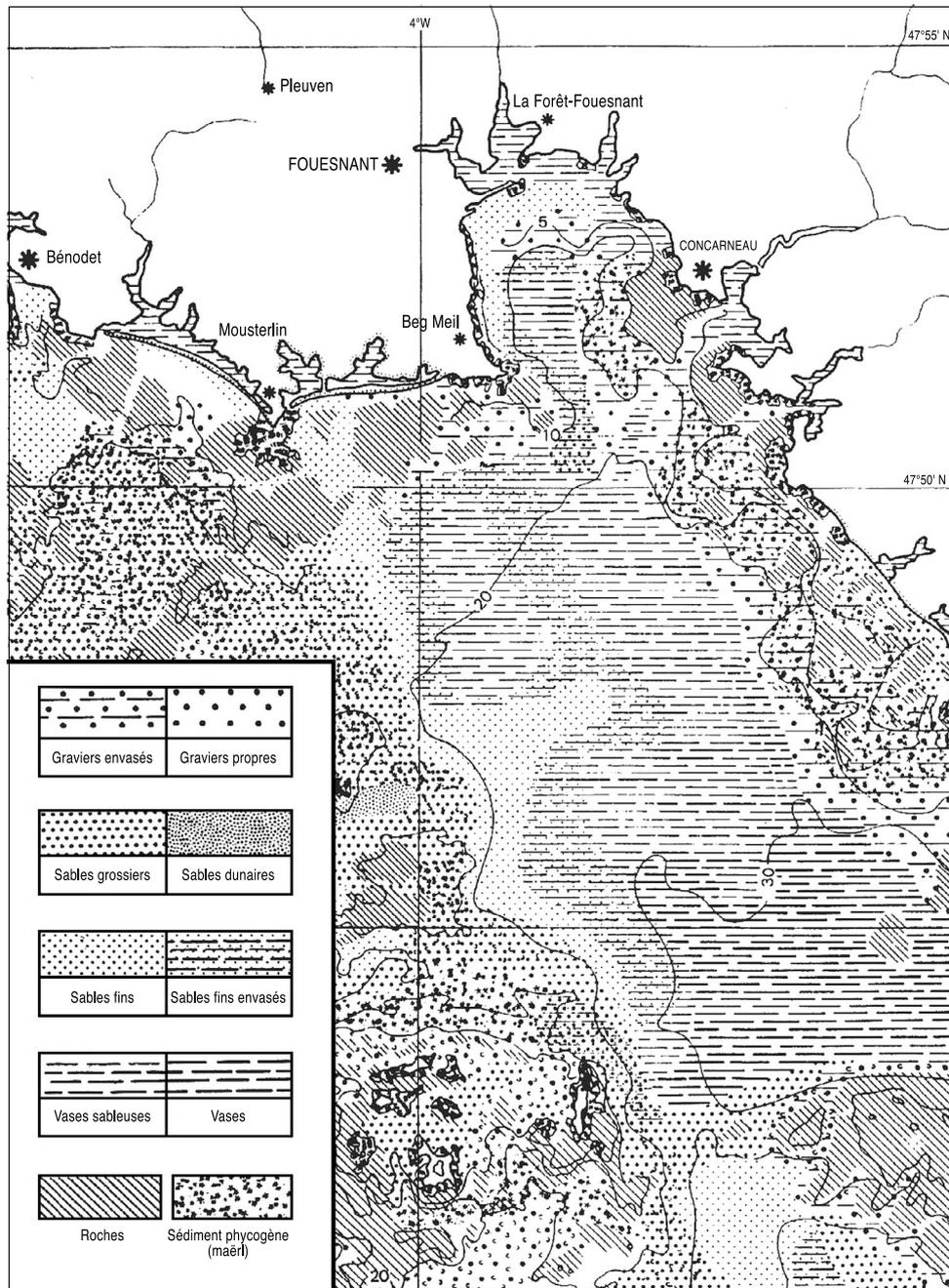
**Biogène :** adjectif, caractérisant un élément engendré par la vie ou provenant d'êtres vivants.

Ce qui signifie que le géomorphologue saisit l'importance de la vie dans les sédiments et si les écologistes marins (benthologues) utilisant parfois un vocabulaire trop sophistiqué et de peu d'utilité, à l'aide des 2 seuls termes cités ci-dessus, il est possible de redécouvrir la baie de Concarneau. C'est un terrain d'expérience cher à J.-P. Pinot puisqu'il y consacrera de nombreux articles avec son complice géologue Y. Delanoë (Delanoë et Pinot, 1979).

Quant aux benthologues de l'UBO, ils feront de cette baie un lieu privilégié pour la mise en pratique de concepts théoriques parfois complexes (amensalisme trophique, exclusion compétitive, compétition intraspécifique...). Face à l'exhaussement des fonds de la baie détectés par Y. Delanoë et J.-P. Pinot,

dès 1977, les biologistes ont utilisé leur outil de prédilection, le réexamen ponctuel, sans périodicité régulière, des structures de peuplement benthique.

Depuis les premières missions du "Kornog" en 1964, des modifications biologiques importantes sont intervenues et, quelles qu'en soient les causes, elles ont joué un rôle évident sur la géomorphologie de cette vaseuse de la baie de Concarneau. Il s'agit du maintien en équilibre d'une vaseuse, qui n'existerait peut-être pas si elle n'hébergeait pas des peuplements très denses aux effets biogènes évidents pour le biologiste, mais certainement très étonnants pour le géomorphologue. C'est à cette frénésie de tout comprendre de J.-P. Pinot que tente de répondre ce travail de synthèse.



**Fig. 1 : Carte biosédimentaire**

D'après Chassé et Gélmarc (1976). La dépression pré-littorale et la vaseuse qu'elle abrite est représentée d'après les données acquises lors des missions du "Kornog" de 1964 à 1966, menées en collaboration avec J.-P. Pinot

## I - LA BAIE DE CONCARNEAU ET SES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

Cette baie constitue l'extrémité occidentale de la dépression pré littorale sud-armoricaine et son fond plat est tapissé entre 15 et 35 mètres de profondeur par des sédiments envasés qui s'y maintiennent grâce à l'abri des houles dominantes d'ouest que constitue la barrière rocheuse qui porte notamment les Glénan. Les sédiments actuels comme les sables pénètrent à l'ouest par les trouées de cette barrière rocheuse, entre les Moutons, les Pourceaux et les Glénan. Au delà de 20 mètres, ces sables fins s'ensavent et, progressivement vers le sud-est, les vasières s'installent et sont de plus en plus épaisses. Au delà de 35 mètres, les vases sont mal tassées et instables, leur épaisseur et leur texture se modifient saisonnièrement ou à plus long terme (Delanoë et Pinot, 1979).

La première couverture bionomique de la baie, basée sur les missions de 1964 à 1966 permet d'établir une première carte biosédimentaire (Glémarec, 1969 ; Chassé et Glémarec, 1976).

D'ouest en est (fig. 1), et faisant suite aux sables fins situés au pied des massifs rocheux, ce sont d'abord les sables fins envasés (15 à 30 % des pélites) qui hébergent la communauté à *Amphiura filiformis* (ophiure), puis les vases sableuses (30 à 80 % des pélites) à *Maldane glebifex* (polychète). Au centre de la vasière entre la pointe de Trévignon et les Glénan, c'est-à-dire dans le secteur le plus abrité, des populations très denses (de l'ordre de 2 000 à 5 000 ind./m<sup>2</sup>) de l'amphipode tubicole *Haploops tubicola* (fig. 2) se surimposent aux Maldane. Dix années plus tard (1974-1975), A. Ménesguen (1980) à partir de nouvelles campagnes de prélèvement décrit deux faits nouveaux : l'essentiel du peuplement à *Maldane* a fait place à un peuplement à *Nucula turgida* – *Abra alba* caractérisant non plus des vases sableuses compactes mais molles. D'autre part, les populations d'*Haploops* ont envahi vers le nord une large part des vases à *Maldane*.

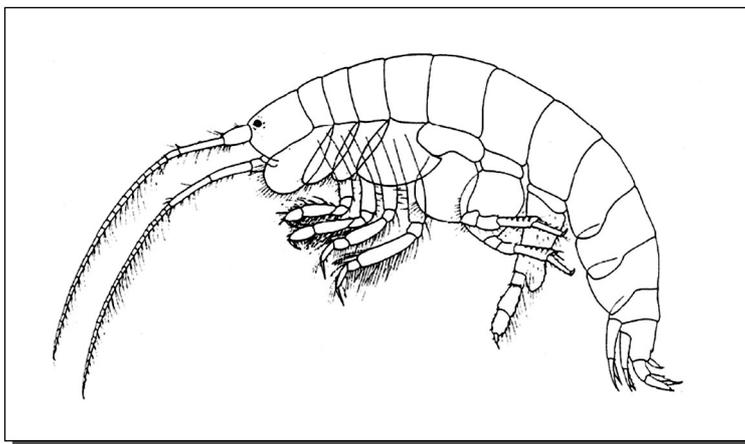
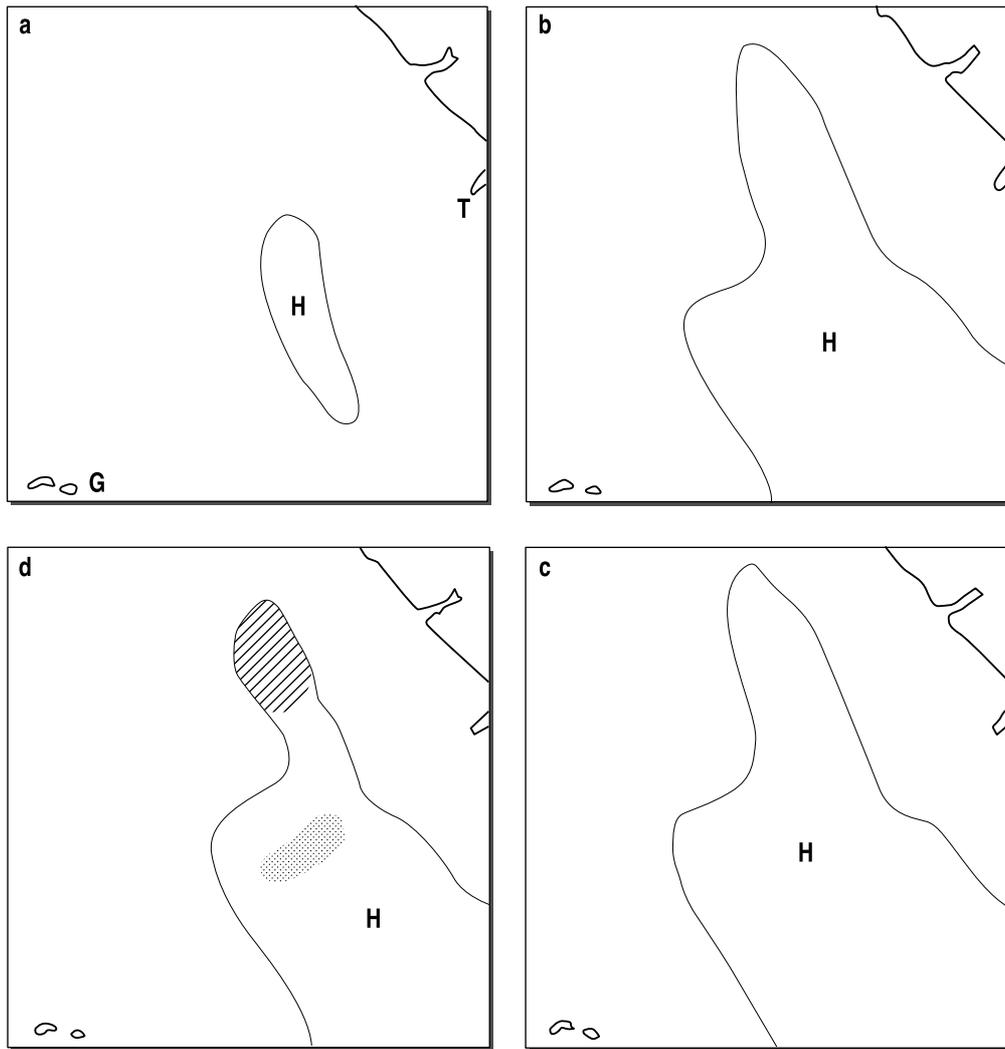


Fig. 2 : L'amphipode *Haploops tubicola* (Liljeborg)  
D'après Chevreux et Fage (1925)

En 1997, une nouvelle couverture de la baie est réalisée et ces caractéristiques évolutives se confirment. Le peuplement à *Nucula turgida* – *Abra alba* à peine représenté en 1964 s'est substitué aux vases compactes à *Maldane* dans la partie nord de la baie et les *Haploops* ont migré vers le nord. Une étude comparative sera menée en 1983 (Glémarec *et al.*, 1986) et montrera une distribution tout à fait similaire. De 1964 à 1983, on assiste donc au déclin spectaculaire des Maldane qui de 250 à 450 ind./m<sup>2</sup> sont passés à 100 à 120 ind./m<sup>2</sup> en 1974, puis à 30 ind./m<sup>2</sup> en 1983. Elles sont remplacées par certaines espèces ubiquistes comme *Abra alba*, mais ce qui est plus spectaculaire c'est la brutale invasion des *Haploops* vers le nord, au pied du massif rocheux qui longe la côte de Trévignon à Concarneau. Cette progression semble cependant stabilisée (fig. 3c) et en 1997, une nouvelle prospection a été réalisée à bord du N/O "Côte d'Aquitaine" par nous-mêmes et les données ont été exploitées par J. Pommier (1999).



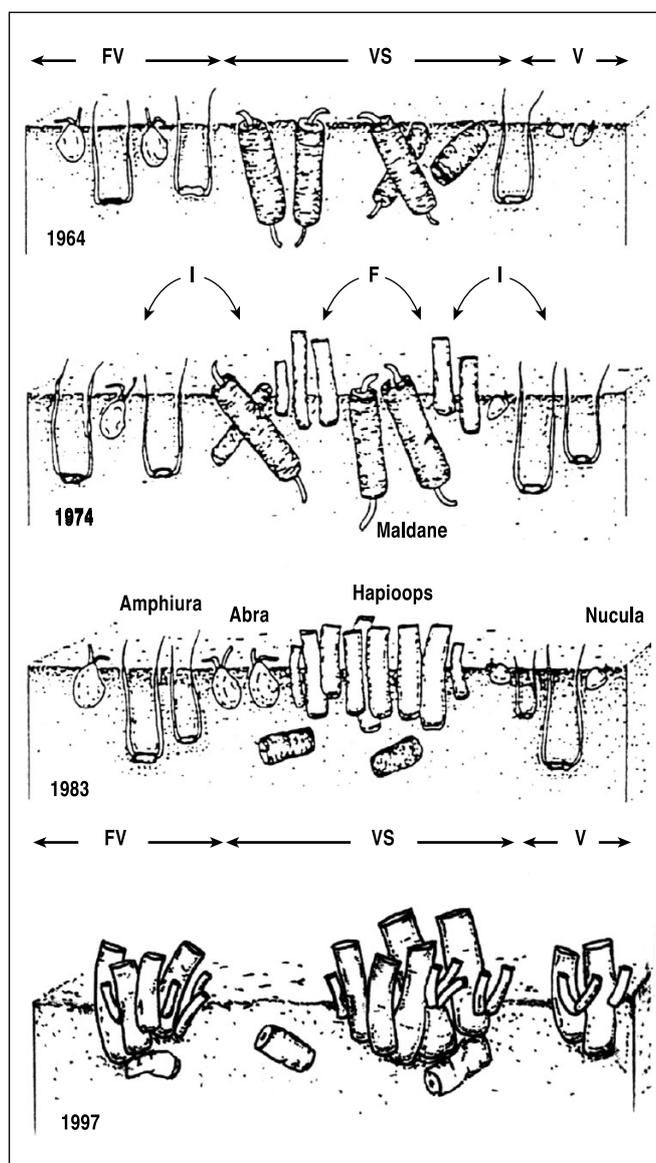
**Fig. 3 : Distribution des populations d'*Haploopsis* (H) en 1964 (a), en 1977 (b), en 1983 (c), et en 1997 (d) entre la pointe de Trévignon (T) et l'archipel des Glénan (G).**  
En 1997, la zone de densité maximale est hachurée, tandis qu'une zone dépourvue de tout *Haploopsis* apparaît en pointillés

Les populations d'*Haploopsis* semblent distribuées de façon très différente par rapport aux années 1970 et 1980. L'espace se réduit et le plus fort noyau de la population ( $>2\,000$  ind./m<sup>2</sup>) est situé au nord tandis qu'une zone centrale, à mi-distance entre la pointe de Trévignon et les Glénan, se paupérise à tel point que les *Haploopsis* peuvent avoir disparu dans certains prélèvements. La comparaison de la distribution des *Haploopsis* en 1964 (fig. 3a) et en 1997 (fig. 3d) nous amène à revenir sur un scénario possible de dynamique successionale.

## II – INTERPRÉTATION DE LA DYNAMIQUE SUCCESSIONNELLE

Ce terme désigne l'évolution temporelle des peuplements qui se sont succédés dans la baie de Concarneau. Une telle succession peut être autogénique, c'est-à-dire qu'elle est définie par les activités naturelles et les interactions qui existent entre les organismes. Mais des facteurs externes ou allogéniques peuvent perturber le cours normal de cette évolution. Ce sont des accidents climatiques, des événements de type catastrophique. C. Hily et M. Glémarec (1990) ont proposé un scénario possible d'une telle évolution en se basant sur les comportements alimentaires et constructeurs des organismes (fig. 4). En 1964, les espèces biopertubatrices affectionnent les vases molles fluides où leur activité n'est pas gênée par la compaction du sédiment. Ces espèces sont installées à la périphérie

de la vasière, alors qu'au centre s'installe un noyau de *Maldane*. Cette espèce construit de larges tubes cylindriques de vase compactée et la consolidation est telle que les tubes se retrouveront des années après la mort du ver constructeur. La présence de ces tubes habités ou en voie de fossilisation, favorisera l'installation de l'amphipode *Haploops tubicola*. Cette espèce construit un tube aplati (comme une cosse de légumineuse) et le crustacé filtre les particules en suspension dont elle se nourrit et en retient d'autres pour construire son tube avec sécrétion de mucus. Si les bioperturbateurs inhibent les tubicoles (mécanismes d'inhibition), les *Maldane* facilitent l'installation des *Haploops* (mécanisme de facilitation). Les populations sur de telles vasières sont si denses que peuvent se développer des interactions entre individus, mais aussi des modifications de la texture du sédiment. En 1983, les *Maldane* sont devenus très peu nombreux et les *Haploops* ont continué à coloniser l'essentiel de la vasière. Des phénomènes semblables ayant eu lieu sur l'ensemble du littoral sud-Bretagne (Glémarec *et al.*, 1986), la relative disparition des *Maldane* a été imputée aux mauvaises conditions climatiques qui ont régné dans l'ensemble de l'Atlantique nord au début des années 1970.



**Fig. 4 :** Représentation schématique de la succession écologique telle qu'elle a pu se développer de 1964 à 1997. D'après Hily et Glémarec, 1990 et complétée pour 1997.

Les mécanismes de facilitation (F) et d'inhibition (I) sont explicités dans le texte.

En 1997, des images vidéos, obtenues grâce à une caméra équipant le traineau drague AQUAREVE (Thouzeau et Hily, 1986) montrent que la distribution des *Haploops* n'est pas homogène (fig. 4). La population apparaît agrégée sous forme d'amas séparés par des zones d'absence ou de plus faible densité. La distribution est surdispersée comme l'a prouvé Pommier (*op. cité*). Dans les zones de plus forte abondance (2 000 ind./m<sup>2</sup> par exemple), la surface recouverte par les *Haploops* ne dépasse pas la moitié de la surface offerte. C'est cependant suffisant pour que le comportement alimentaire de ce suspensivore fasse de cette population un véritable filtre biologique, inhibant toute fixation des autres espèces. Les ressources (espace et nourriture) sont alors monopolisées par une seule espèce et ce peuplement monospécifique illustre alors la théorie de l'équilibre dynamique d'Huston (1979). C'est-à-dire que la stabilité biologique y est toute relative en liaison avec une diversité qui est la plus faible qui soit.

A. Ménesguen (1980), sur ce même site, a mis au point les outils indispensables à l'analyse démographique de cette espèce. Le recrutement est unique et massif au printemps. La longévité est de l'ordre de 3 ans et les histogrammes de fréquence de taille isolent parfaitement les juvéniles des adultes qui sont des animaux d'un an et plus. Cet auteur étudiant les rapports de prédation entre les poissons et le benthos prouve que la zone à *Haploops* est nettement moins fréquentée par les prédateurs que les autres zones ; *Haploops* n'étant pas une proie privilégiée des poissons, si ce n'est les callionymes peu nombreux. Les prédateurs ne sont donc pas un facteur de régulation de la population d'*Haploops* et les fluctuations apparaissant dans la distribution quantitative des *Haploops* seraient donc liées à des facteurs autres que trophiques. Cependant la compétition intraspécifique mérite d'être évoquée.

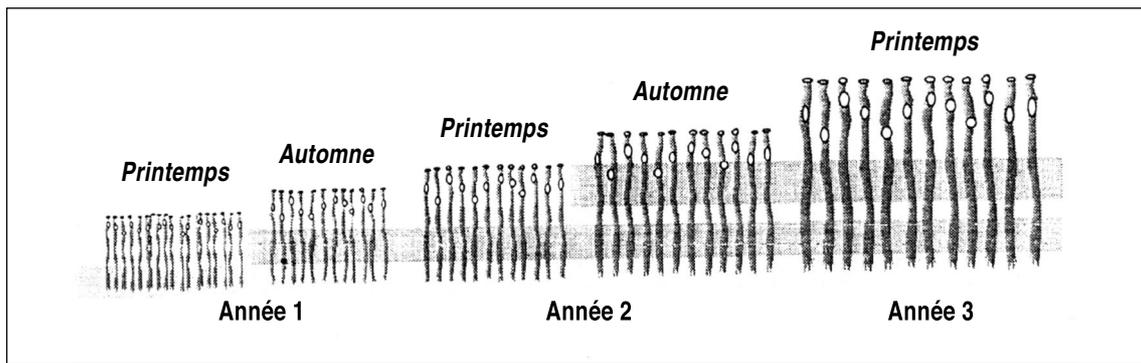
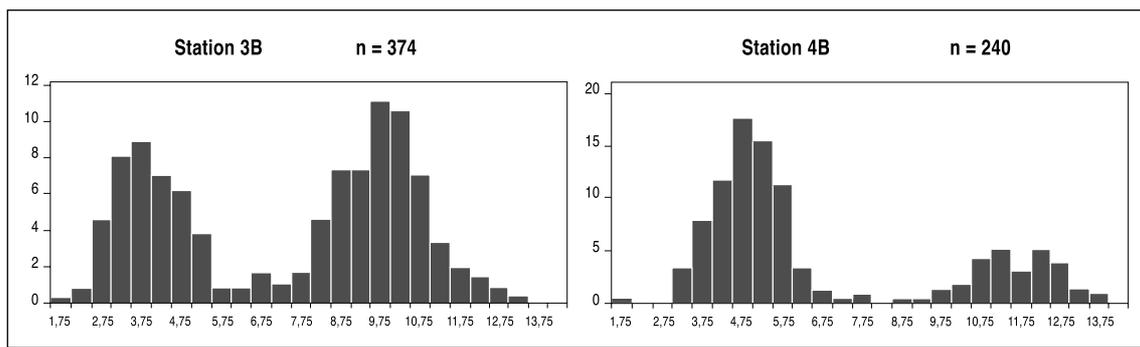


Fig. 5 : Disposition de tubes d'*Haploops*

La figure 5 empruntée à J.-P. Pinot (1992) illustre une population "équienne", c'est-à-dire composée d'une seule cohorte d'individus de même âge. Ceux-ci construisent un tube vertical qui s'allonge et s'élargit au fur et à mesure de leur croissance. « Le peuplement forme un véritable paillason qui capte tout ce qui passe en suspension au ras du fond. Le colmatage par la vase des espaces entre les tubes incite l'animal à prolonger son tube pour ne pas être inhumé, ce qui stimule la poursuite du dépôt ». Ces quelques lignes montrent que la pensée de l'auteur n'est pas exempte des considérations anthropomorphiques, mais elles permettent cependant de poser la question de la compétition intraspécifique. En d'autres termes, de telles densités d'adultes suspensivores empêcheraient-elles le recrutement des juvéniles ?

La figure 6 empruntée à J. Pommier (*op. cité*) montre la distribution démographique de la population d'*Haploops* dans les stations représentant le noyau le plus densifié. Partout en fait la population est dite ouverte au recrutement, puisqu'il est toujours supérieur à 40 % et le plus souvent de l'ordre de 75 % là où la densité des adultes est la plus élevée. Là où elle est la plus faible, le recrutement y est également faible, ce qui signifie que les conditions écologiques n'y sont plus favorables. Les adultes ne sont donc en aucun cas un obstacle au recrutement des jeunes, la compétition intraspécifique pas plus que la prédation ne peuvent être évoquées pour expliquer les fluctuations de la distribution spatiale de cette espèce.



**Fig. 6 : Histogrammes de fréquence de taille montrant le pourcentage des juvéniles (<7/mm) par rapport aux adultes dans les stations où l'abondance est maximale en 1997 (zone hachurée de la fig. 4d)**

## Conclusion

Avant même de revenir sur les effets biogènes d'une colonisation par les organismes benthiques dans la consolidation d'une vasière, il est important de préciser que la zone étudiée n'est pas directement affectée par des apports anthropiques de type polluant ; l'émissaire urbain de Concarneau est situé plus au nord et n'a été construit qu'en 1990. Par contre, deux causes allogéniques sont venues perturber le cours normal de l'évolution des peuplements. En 1974 tout d'abord, est intervenue l'interdiction des dragages et des chalutages dans la baie. Ces actions dont le résultat est de perturber les peuplements, ont pour effet de maintenir les communautés dans un état pionnier, composées d'espèces bioperturbatrices dépositivores vivant au sein du sédiment. L'arrêt des chalutages favorise l'installation d'espèces fixées et tubicoles. Par contre dans cette catégorie, l'essor des *Maldane* peut être contrarié par les mauvaises conditions climatiques du début des années 1970. Ce n'est pas le cas des *Haploops* d'affinité plus froide et comme tout suspensivore cette espèce va profiter des conditions générales qui affectent le milieu côtier en Bretagne à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, réunies sous le terme d'eutrophisation. Dans son *Vocabulaire de géomorphologie littorale et d'aménagement littoral*, J.-P. Pinot (1993) la définit comme « le phénomène qui se produit lorsque des eaux surabondamment alimentées en matières nutritives, les êtres vivants prolifèrent au point de consommer tout l'oxygène disponible ». Cette définition est aujourd'hui incomplète car J. Grall et L. Chauvaud (2002) ont clairement reconnu que l'accroissement des populations suspensivores est une conséquence de l'eutrophisation. En bénéficiant directement de l'accroissement de la production primaire, les suspensivores assurent un contrôle direct de cette production et affectent aussi le recyclage des sels nutritifs, la sédimentation et la remise en suspension des particules, dont la matière organique particulaire. Les denses populations d'*Haploops* par la construction des tubes et par la production de biodépôts participent ainsi activement à la sédimentation générale. En altérant les caractéristiques des flux hydrodynamiques érosifs de telles populations modifient donc les conditions d'érodabilité du secteur considéré et la vasière colonisée se trouve ainsi stabilisée.

J.-P. Pinot (1998), en reconnaissant le rôle des *Haploops* dans l'exhaussement spectaculaire de ces fonds, a donné des chiffres, variables selon les publications, toujours si importants, que l'auteur évoque l'intervention d'événement de type catastrophique pour stopper l'exhaussement. Une rapide évaluation de l'immobilisation des particules sous forme de tubes et de la production de biodépôts, d'après ce que l'on connaît de la littérature, nous laisse à penser que cet exhaussement annuel serait de quelques millimètres, mais ne pourrait certainement pas dépasser le centimètre. Nous sommes loin des estimations de J.-P. Pinot (*op. citée*) qui varient de 5 à 25 centimètres, ce qui est invraisemblable comme il le dit lui-même.

La fragilisation naturelle de tout système monospécifique reste l'élément essentiel à prendre en compte dans le cas d'un événement catastrophique. Les *Haploops* disparaissant brutalement, rien ne s'opposerait à une brutale érosion de la vasière devenue alors très instable. Mais il est aujourd'hui possible d'apporter de nouveaux éléments. La découverte dans cette baie de "pop-marks" (Garland du

Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, com. Pers.) pourrait être la cause de mortalités brutales des *Haploops*. Cette hypothèse "catastrophique" n'aurait certes pas déplu à J.-P. Pinot.

Voilà de nouvelles hypothèses de travail où plus que jamais géomorphologues, sédimentologues et benthologues auront l'opportunité de mener des missions communes et d'unir leurs efforts de compréhension mutuelle.

### **Bibliographie**

- CHASSÉ C. et GLÉMAREC M., 1976. *Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne. Cartes biosédimentaires*. Brest, imprimerie ICA.
- DELANOË Y. et PINOT J.-P., 1977. Littoraux et vallées holocènes submergés en baie de Concarneau. *Bull. Assoc. Fr. Et Quaternaire*, 3, pp. 27-28.
- DELANOË Y. et PINOT J.-P., 1979. *Baie de Concarneau. Synthèse géomorphologique, hydrologique et sédimentologique*. Multigr. Université de Nantes, pp. 1-54.
- GLÉMAREC M., 1969. *Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne*. Thèse Doctorat d'État. Brest, UBO, 167 p.
- GLÉMAREC M., LE BRIS M. et LE GUELLEC C., 1986. Modifications des écosystèmes des vasières côtières du sud-Bretagne. *Hydrobiologia*, 142, pp. 159-170.
- GRALL J. et CHAUVAUD L., 2002. Marine eutrophication and benthos : the need for new approaches and concepts. *Global Change Biology*, 8, pp. 813-830.
- HILY C. et GLÉMAREC M., 1990. Dynamique successionnelle des peuplements de fonds meubles au large de la Bretagne. *Oceanologica Acta*, 13, 1, pp. 107-115.
- HUSTON M., 1979. A general hypothesis of species diversity. *Am. Naturalist*, 113, 1, pp. 81-101.
- MÉNESGUEN A., 1980. *La macrofaune benthique de la baie de Concarneau : peuplements, dynamique de populations, prédation exercée par les poissons*. Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle. Brest, UBO, 127 p. + annexes.
- PINOT J.-P., 1974. *Le précontinent breton entre Penmarc'h, Belle-Ile et l'escarpement continental, étude géomorphologique*. Thèse Doctorat d'État. Brest, UBO. Imprim. Lannion, 256 p.
- PINOT J.-P., 1992. *Géomorphologie et sédimentologie des milieux littoraux et pré-littoraux*. Brest, UBO, Multigr., 95 p.
- PINOT J.-P., 1993. *Vocabulaire de géomorphologie littorale et d'aménagement littoral*. Brest, UBO, Multigr., 118 p.
- THOUZEAU G. et HILY C., 1986. AQUAREVE : une technique nouvelle d'échantillonnage quantitatif de la macrofaune épibenthique des fonds meubles. *Oceanologica Acta*, 9, pp. 509-513.