

**FONCTIONNEMENT D'ECOSYSTEMES
CÔTIERS SENSIBLES :
BAIES DE CONCARNEAU
ET DE DOUARNENEZ**

**INSTITUT D'ETUDES MARINES
Laboratoire d'Océanographie Biologique
29283 BREST**



Contrat CNEXO 81/2534

Le Laboratoire d'Océanographie Biologique de l'Université de Bretagne Occidentale s'intéresse au fonctionnement des écosystèmes côtiers, et nous avons retenu dans le cadre de ce contrat, quatre aspects plus particuliers.

Ils montrent comment par des approches complémentaires au sein de la même équipe, nous avançons pas à pas vers une meilleure connaissance des écosystèmes côtiers.

I - L'Evolution des stocks d'Etoiles de mer de la baie de Douarnenez, de 1979 à 1982

- par Monique GUILLOU

Cette évolution indique une augmentation générale des stocks, car malgré les fluctuations annuelles très importantes, l'intensité des recrutements sur plusieurs années est largement croissante.

Rien ne semble encore indiquer que le développement soit limité par le stock de proies disponibles au sein de la faune benthique, proies qui constituent la nourriture usuelle des Poissons.

La question posée est de savoir si, cette évolution peut être interprétée comme un déséquilibre de l'ensemble de l'écosystème de la baie de Douarnenez ?

II - L'Evolution temporelle des peuplements des sables envasés de la baie de Concarneau

- par Daniel PRINCZ

Une autre approche de la fluctuation temporelle des peuplements consiste à suivre la même communauté benthique durant dix années.

Les évènements climatiques (anomalies printanières par exemple), les phénomènes hydrodynamiques (tempêtes ...) sont responsables de fluctuations importantes qui interfèrent dans le développement autogénique du peuplement. Cette analyse a fait l'objet d'une communication au 17ème E.M.B.S. à BREST (octobre 1982), et sera publiée dans "Oceanologica Acta".

III - *Les facteurs limitants des peuplements sessiles infralittoraux en baie de Concarneau*

- par Annie CASTRIC-FEY

La macrofaune endogée des fonds sédimentaires est très liée aux conditions écologiques régnant à l'interface eau-sédiment. Ce type de peuplement intègre l'ensemble des conditions moyennes et non fugaces du milieu. La notion d'indicateur biologique trouve sa pleine application dans le cadre d'études liées à la surcharge en matière organique apportée au milieu marin, qu'elle soit chronique (émissaires urbains) ou accidentelle (accidents pétroliers), (GLÉMAREC & HILY, 1981, LE MOAL, 1981, GLÉMAREC & HUSSENOT, 1982).

Mme CASTRIC-FEY a recherché l'influence d'une telle surcharge sur les peuplements sessiles du milieu rocheux. Par rapport au milieu meuble, le facteur lumière est prépondérant et la tâche est plus difficile, la profondeur intervient, ainsi que le mode. Le gradient d'agitation se superpose à la perturbation apportée par l'excès de matière organique, et il faut rechercher si celle-ci agit uniquement par le biais du facteur lumière. L'étude entreprise permet de distinguer l'influence de la turbidité, à proximité des vasières, ceci indépendamment du mode abrité et montre la dégradation des peuplements en milieu portuaire, hypertrophique.

Cette étude est une première étape vers la définition d'un véritable modèle, comme il existe aujourd'hui pour le milieu meuble.

L'approche de la rade de Brest et de ses abords, de la baie de Morlaix, selon la même méthodologie, permettra ultérieurement de préciser ce modèle.

IV - *Réflexions et propositions sur un projet de cartographie bionomique des côtes françaises.*

- par Michel GLEMAREC

A la demande du C.N.E.X.O., nous avons réuni dans un document, l'état d'avancement des publications de cartes bio-sédimentaires et un projet de faisabilité concernant le centre et le sud-Gascogne et la Manche.

Le fait de pouvoir établir de telles cartes prouve que les investigations océanographiques nécessaires sont réalisées. Ensuite, les données existantes sont présentées sous forme de document cartographique, ce qui témoigne de la compréhension des unités de peuplement et d'un effort de synthèse indispensable.

Michel GLEMAREC

EVOLUTION DES STOCKS D'ETOILES DE MER
DE LA BAIE DE DOUARNENEZ DE 1979 A 1982

Monique GUILLOU

L'augmentation du stock d'Etoiles de mer mobilise de plus en plus les pêcheurs côtiers de Bretagne, comme en témoignent les actions d'éradication menées épisodiquement : QUIBERON (Mars 1981), CONCARNEAU (Mars 1982), DOUARNENEZ (Mars 1981 et 1982), BREST (Février, Juin et Novembre 1981).

Afin d'évaluer l'évolution de ce phénomène biologique, l'estimation de ces populations s'avère donc indispensable. Cette action a été régulièrement menée en Baie de Douarnenez de 1977 à 1979 (GUILLOU, 1981). Elle a été reprise saisonnièrement depuis Octobre 1981. Deux espèces irrégulièrement distribuées selon la nature du fond dominant dans le stock d'Etoiles de mer de la baie : *Asterias rubens* et *Marthasterias glacialis*. Dans ce travail, nous nous proposons de comparer leur densité en Octobre 1982 à celle d'un état de référence obtenu en Juin 1979.

L'éventuelle évolution observée est-elle un phénomène à long terme ? C'est ce que doit permettre de préciser l'observation des densités régulièrement calculées d'Octobre 1981 à Octobre 1982, en éliminant la part des phénomènes saisonniers.

I - MATERIEL ET METHODES

1 - Le Milieu étudié :

La Baie de Douarnenez se caractérise par une grande diversité édaphique (Fig. 1), qui régit la distribution de la macrofaune (GUILLOU J. 1980). De plus, chaque type de sédiment peut aussi être défini par le groupe d'Asteridae ou d'Ophiures qui y domine (GUILLOU M., 1981). On notera ainsi la prépondérance dans les sables fins propres d'*Asterias rubens* relayée dans les sables hétérogènes et les vases sableuses par *Marthasterias glacialis*. Ces deux espèces coexistent cependant sur l'ensemble des fonds.

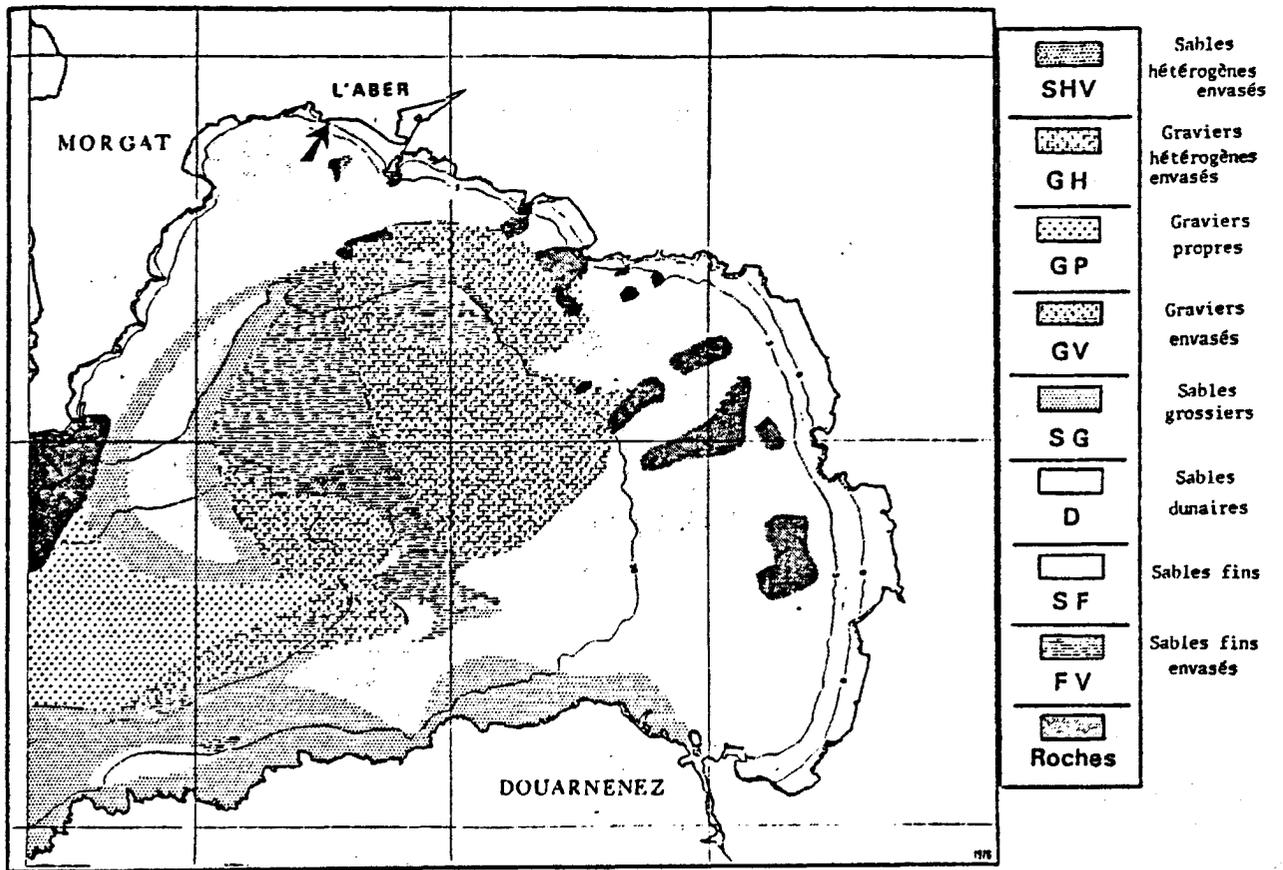


Figure 1.- Carte biosédimentaire de la baie de Douarnenez.

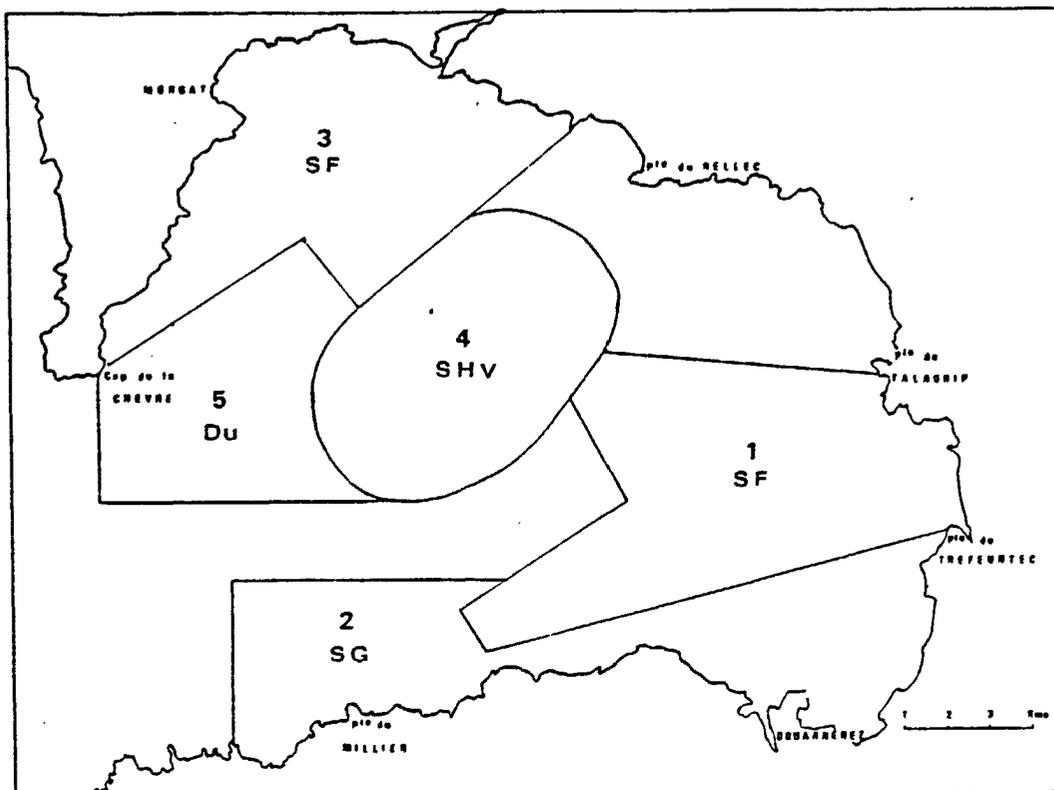


Figure 2.- Délimitation des zones étudiées

Leur comportement alimentaire et leur croissance sont alors fonction de la nature du substrat (GUILLOU M., 1983), et par là de la macrofaune utilisée comme proie. Ceci nous a conduit à séparer la baie en 5 zones distinctes, selon la nature dominante du fond et les possibilités de dragage (Fig. 2) :

- Zone 1 et Zone 3 où dominent les sables fins (SF)
- Zone 2 , principalement représentée par des sables grossiers (SG)
- Zone 4 constituée de sables hétérogènes envasés (SIV)
- Zone 5 à dominance de sables dunaires (DU).

Un relief accidenté rend la prospection difficile dans le reste de la baie.

2 - Méthodes :

L'évaluation du stock d'Etoiles de mer de la baie se fait à partir d'un ensemble de stations couvrant les zones précédemment définies. A chaque station, un prélèvement est réalisé, à l'aide d'une drague à coquilles de 1,80 m d'ouverture, munie d'un filet de maille de 20 mm. La longueur du trait, arbitrairement effectué durant 10 minutes dans les sables fins, 3 minutes dans les sables envasés, varie selon le type de sédiment dragué. Aussi est-elle le plus précisément possible déterminée au radar. Afin de faciliter la comparaison entre stations, le nombre d'Echinodermes récoltés dans chaque drague est rapporté à une distance moyenne de 750 m de trait, soit à une surface de $1,8 \times 750 = 1.350 \text{ m}^2$.

La densité de chaque Etoile, dans une zone sédimentaire à un moment donné, est obtenue en moyennant l'ensemble des valeurs calculées dans cette zone. Mais, il doit être tenu compte de la forte hétérogénéité des densités à l'intérieur d'un même secteur, qui confirme la distribution en agrégats de ces espèces déjà soulignée (GUILLOU M., 1981) et notée par de nombreux auteurs, dont BRUN (1968), SEED (1969), WARNER (1979) pour *Asterias rubens*. De plus, les variations temporelles des densités à une même station rendent compte de la possibilité de migration également évoquée dans ce secteur et décrite depuis longtemps par SPARCK (1932), SMITH (1940), VEVERS (1949), comme des déplacements et des regroupements essentiellement conditionnés par la nourriture.

Du fait de ce comportement, une densité ne pourra caractériser une entité sédimentaire, à une saison donnée, que si elle est la moyenne d'un nombre de stations suffisamment grand pour représenter l'ensemble de la zone et pallier les éventuelles migrations alimentaires à l'intérieur de cette entité.

Une inconnue subsiste encore : le pourcentage d'Etoiles de mer capturées par la drague. Pour l'estimation des biomasses, un coefficient correcteur a été appliqué aux valeurs précédemment obtenues. Celui-ci a été calculé par NAUEN (1978), à partir d'observations en plongées, menées parallèlement aux dragages sur des sédiments de différentes natures. Une estimation de la biomasse peut ainsi être extrapolée pour chaque zone sédimentaire : NAUEN calcule que sur les sédiments grossiers, une drague identique à la nôtre et munie également d'un filet de maille de 2 mm récolte $26,08 \pm 15,88$ % des Etoiles présentes, $32,25 \pm 3,88$ % sur les sables fins. Plus le sédiment est fin, plus la drague s'y enfonce et se charge, plus le pourcentage d'Etoiles ramassées est faible. Seuls $10,50 \pm 9,78$ % des Etoiles présentes sont récoltées en moyenne dans les sables envasés durant les 3 minutes de trait. Ces valeurs sont momentanément utilisées dans cette étude, elles seront ultérieurement précisées pour le secteur étudié, grâce à l'utilisation d'un système de télévision sous-marine. La biomasse est calculée à partir des valeurs de densité corrigée, multipliée par le poids moyen de l'Etoile calculé sur l'ensemble des données obtenues, durant toute une année. Ce poids moyen caractéristique de la population de la baie de Douarnenez est de 14 g pour *Asterias rubens* et de 145 g pour *Marthasterias glacialis*.

Une approche de la structure démographique de chaque population, à une station donnée, est obtenue en divisant le lot d'espèces en plusieurs classes de taille. Les individus sont mesurés selon la distance comprise entre l'extrémité du plus long bras et l'interradius opposé. Une rapide technique de mesure consiste à diviser arbitrairement la population d'*Asterias* en 3 classes de taille : celle des individus inférieurs à 5 cm (âgés de 0 à 3 ans, GUILLOU M. 1980)., celle des individus compris entre 5 et 10 cm (âgés de 3 à 7 ans) et celle des individus supérieurs à 10 cm.

Selon le même principe, la population de *Marthasterias* est séparée en 2 classes : celle des individus inférieurs à 10 cm et celle des individus supérieurs à 10 cm.

Outre la station de référence de Juin 1979, 7 séries de prélèvements ont été effectuées de 1981 à 1982 (Tableau I).

II - RESULTATS

Dans les zones 2 et 5, le nombre de stations effectuées ne nous semble pas suffisant pour permettre de définir la densité moyenne d'Etoiles. Aussi, n'avons-nous retenu dans cette étude que les zones 1, 3 et 4, les mieux prospectées pour obtenir une évaluation réelle des densités (Tableau I). Cet échantillonnage reste cependant encore parfois biaisé par la distribution en agrégats précédemment évoquée, comme le prouve une certaine irrégularité des valeurs mensuelles. La courbe lissée obtenue en moyennant 2 valeurs successives (Figures 3 à 8) rend alors mieux compte de l'allure générale de l'évolution des densités.

Dans l'analyse suivante, nous comparerons les valeurs de Juin 1979, et les densités obtenues en Octobre 1981, puis dans la mesure du possible en Octobre 1982. Ceci doit permettre d'établir la tendance générale de l'évolution dans chaque zone, tandis que l'observation d'un cycle annuel, entre Octobre 1981 et Octobre 1982 doit faire la part des phénomènes saisonniers dans les variations observées. Ceux-ci peuvent s'expliquer par des recrutements de jeunes, des migrations ou des mortalités, que doit mettre en évidence l'étude démographique (Figures 3 à 8).

Zone \ MOIS	1979	1981		1982				
	JUIN	15 OCT	10 DEC	28 JAN	30 MARS	10 AVRIL	3 JUIL	21 OCT
1	83 (34)	92 (56)	204 (137)	174 (12)		209 (89)	386 (275)	
3	107 (78)	333 (250)	535 (184)	253 (161)	395 (140)		145 (80)	144 (92)
4	149 (98)	192 (153)	87 (86)	322 (226)	150 (128)	493 (205)	193 (116)	425 (232)
<i>a - ASTERIAS RUBENS</i>								
1	11 (14)	15 (13)	35 (37)	10 (4)		31 (14)	37 (28)	
3	13 (17)	44 (26)	30 (24)	42 (59)	34 (22)		22 (14)	18 (9)
4	148 (134)	75 (92)	25 (24)	127 (96)	91 (115)	106 (39)	85 (23)	669 (584)

b - MARTHASTERIAS GLACIALIS

TABLEAU 1 - Evolution des densités ($\bar{\sigma}_n$) d'Etoiles de mer dans les trois zones étudiées.

(nombre moyen d'étoiles par trait de 750 m de longueur).

1 - ASTERIAS RUBENS

A - Zone 1 :

En Octobre 1982, un nombre trop faible de stations a été échantillonné pour donner une réelle image de la densité d'*Asterias rubens* dans cette zone. Aussi, étudions-nous l'évolution jusqu'en Juillet 1982.

- Les valeurs obtenues en Octobre 1981 diffèrent peu de celles de Juin 1979 (Tableau I)

- A partir d'Octobre 1981 et jusqu'en Juillet 1982, la progression des densités est constante et importante, puisqu'elles passent de 92 à 386 individus par unité de surface (1.350 m^2).

- Le début de cette évolution (Octobre 1981) est marqué par une arrivée de jeunes classes ($< 5 \text{ cm}$), dont la prépondérance diminue progressivement par la suite (Fig. 3).

B - Zone 3 :

- La densité moyenne d'*Asterias rubens* en Octobre 1981 est nettement plus élevée que celle de Juin 1979 (333 individus contre 107 en 1979, pour la même surface).

- L'évolution l'année suivante, se traduit par une forte progression jusqu'en Décembre, suivie jusqu'en Juillet 1982 d'une diminution irrégulière de ces densités qui alors se stabilisent (Tableau I). Elles occupent à ce moment un niveau sensiblement identique à celui de Juin 1979 (145 contre 107 individus), mais bien inférieur à celui d'Octobre 1981 (333).

- L'évolution démographique (Fig. 4) cette année là ne met pas en évidence de nets recrutements. La proportion de petites et grandes tailles varie peu et reste proche de 50 %.

C - Zone 4 :

- La densité d'Octobre 1982 est légèrement supérieure à celle de Juin 1982 (192 contre 150 *Asterias*)

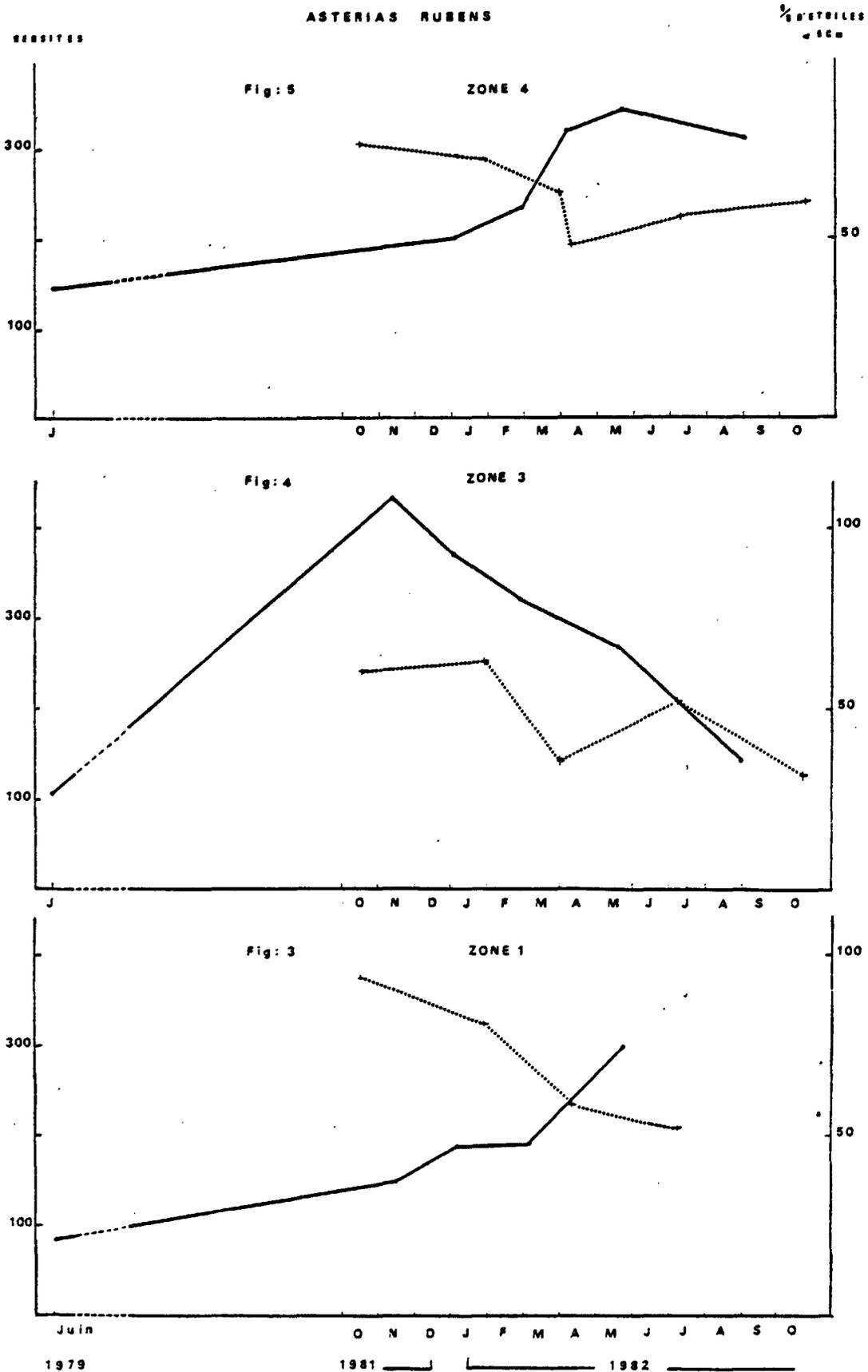
- L'évolution très irrégulière d'Octobre 1981 à Octobre 1982 (Tableau 1) se traduit cependant, par un accroissement général des densités (Fig. 5), qui passent de 192 à 425 individus/1.350 m².

- Le début de cette progression correspond sur la Figure 5 à la plus forte proportion de jeunes individus (Octobre 1981). Cette prépondérance s'atténue progressivement jusqu'en Avril 1982, pour réapparaître nettement jusqu'en Octobre.

CONCLUSION.

Jusqu'en 1982, *Asterias rubens* était une espèce en forte croissance, dans les trois zones prospectées. Elle atteignait ses plus fortes densités dans les sables fins de la Zone 3. Dès Janvier 1982, on note un renversement de tendance dans ce secteur qui voit les *Asterias* décroître progressivement, aucun recrutement ne venant compenser la mortalité et la migration des adultes.

Par contre, dans les deux autres zones, les densités croissent progressivement et parallèlement, atteignant un maximum dans les sables hétérogènes du centre de la baie. Cette augmentation s'explique par un important recrutement de jeunes individus en 1981, nettement mis en évidence dans la Zone 1 en Octobre 1981, plus faiblement dans la Zone 4. L'augmentation ultérieure du stock prouve qu'en Octobre, ce recrutement n'est pas totalement effectué et confirme l'existence de migrations progressives des jeunes individus de la côte vers le centre de la baie. La plus faible proportion de petites tailles en Zone 3 laisse supposer que ce secteur s'est avéré moins favorable à la sédentarisation des jeunes. Le plus faible potentiel alimentaire peut favoriser le départ des adultes vers des substrats plus propices.



Figures 3 à 5.- Evolution des densités d'*Asterias rubens* (nombre moyen d'étoiles par trait de 750 m de longueur) de juin 1979 à octobre 1982 (échelle de gauche).

- Evolution du pourcentage d'étoiles < 5 cm d'octobre 1981 à octobre 1982 (échelle de droite).

2 - MARTHASTERIAS GLACIALIS

A - Zone 1 :

- La densité moyenne de *Marthasterias* en Octobre 1981 est sensiblement la même qu'en Juin 1979 (15 contre 11 individus pour la même surface - Tableau I).

- L'année suivante se traduit par une irrégularité mensuelle des densités dont l'évolution montre cependant une nette tendance à l'accroissement jusqu'en Juillet 1982 (Fig. 6).

- Au départ de cette augmentation de densité, en Décembre 1981, on note un net accroissement des individus inférieurs à 10 cm par rapport aux adultes (Fig. 6).

B - Zone 3 :

- Le nombre de *Marthasterias* relevé en Octobre 1981 est environ trois fois plus fort que celui de Juin 1979 (43,7 contre 13,3).

- Cette densité reste stable jusqu'en Février 1982, date à laquelle le nombre de *Marthasterias* diminue progressivement jusqu'à atteindre un palier de Juin à Octobre 1982 (Tableau I).

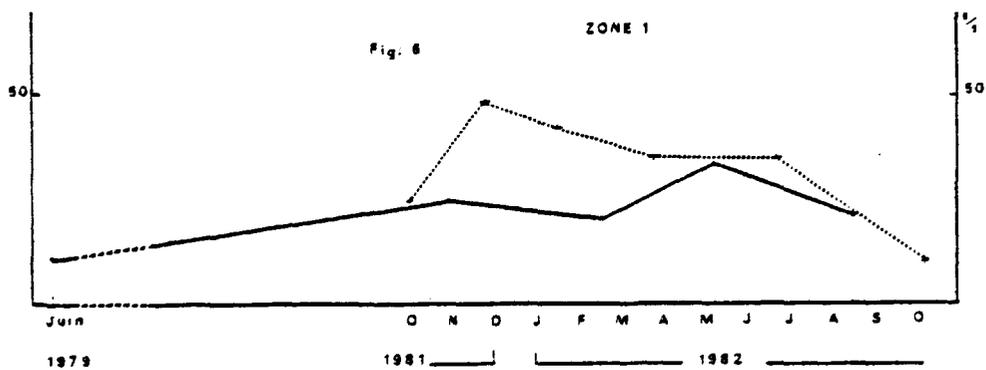
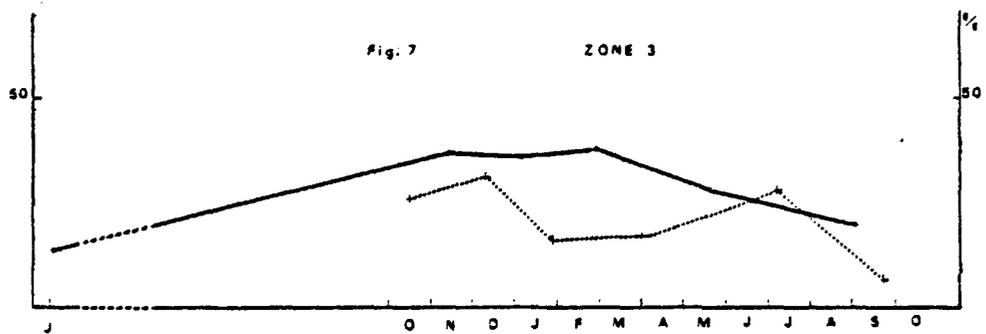
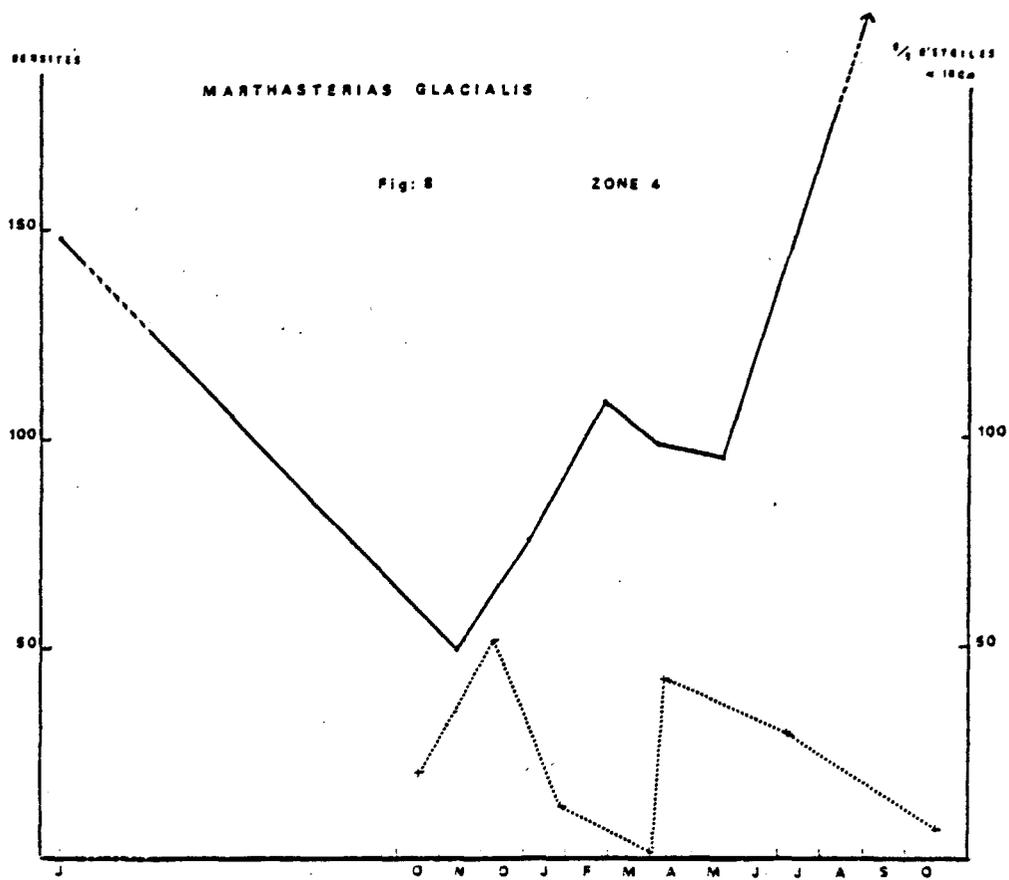
- L'évolution démographique de la population ne fait pas apparaître de nets recrutements et met en évidence une stabilité des jeunes individus par rapport aux adultes (Fig. 7).

C - Zone 4 :

- En Octobre 1981, la densité moyenne de *Marthasterias* chute considérablement par rapport à celle de 1979 (75 contre 149 individus).

- Cette chute s'accroît en Décembre. Mais les densités réaugmentent en Janvier et dépassent largement en Octobre le plus fort taux déjà observé (Juin 1979) (Fig. 8).

- Démographiquement, une prépondérance des jeunes s'observe en Décembre 1981 et Avril 1982.



Figures 6 à 8.- Evolution des densités de *Marthasterias glacialis* de juin 1979 à octobre 1982 (échelle de gauche).
 - Evolution du pourcentage d'étoiles < 10 cm d'octobre 1981 à octobre 1982 (échelle de droite).

CONCLUSION.

Malgré une augmentation passagère des densités, les quantités de *Marthasterias glacialis* relevées dans les sables fins des Zones 1 et 3 ne varient guère. L'évolution observée est un phénomène saisonnier (arrivée de jeunes individus mise en évidence assez nettement dans la Zone 1).

La Zone 4, où domine largement *Marthasterias*, subit quant à elle d'importantes fluctuations. Après avoir chuté entre 1979 et 1982, sous l'effet très certainement d'une faiblesse du recrutement, les densités croissent considérablement entre Janvier et Octobre 1982. Le recrutement dans cette zone semble se faire en deux fois, en Décembre 1981 et en Avril 1982.

La dissymétrie entre l'accroissement progressif de la population et l'irrégularité du recrutement laisse à penser que la nouvelle population n'est pas essentiellement composée de jeunes, nés dans l'année, mais aussi d'individus plus âgés, non encore recrutés dans cette zone vers laquelle ils migrent. Mais, seule une étude démographique plus précise pourrait permettre de confirmer cette hypothèse (classes de taille de plus faible amplitude).

CONCLUSION GENERALE ET DISCUSSION.

Au terme de cette étude de l'évolution des densités d'Etoiles de mer, de 1979 à 1982, aucune valeur inférieure à celles de Juin 1979 n'a été enregistrée dans les trois zones étudiées. On note par contre, une augmentation de la densité d'*Asterias rubens* de près de cinq fois en Zone 1, de près de trois fois en Zone 4, où l'on observe également une densité de *Marthasterias glacialis* quatre fois supérieure à celle de 1979. Dans le cas d'*Asterias*, cette augmentation a été peu sensible entre Juin 1979 et Octobre 1981, elle est le fait d'un fort accroissement des densités à partir de l'automne 1981; lié à un fort recrutement de jeunes individus.

En zone 4, *Marthasterias*, quant à elle, a enregistré une très forte baisse d'effectifs entre Juin 1979 et Octobre 1981, et l'accroissement observé n'a débuté qu'en Janvier 1982, consécutif à un recrutement de jeunes ce mois-là et à des migrations ultérieures. Cette étude montre donc que l'évolution observée n'est pas un phénomène progressif, mais le résultat de fortes fluctuations saisonnières de densité. Les augmentations mises en évidence sont souvent liées au succès d'un recrutement et sont d'autant plus fortes que celui-ci avait été faible l'année précédente. (On note ainsi une forte densité d'*Asterias* en 1982 en Zone 1 et 4, après une stagnation en 1982, selon une chronologie inverse de celle observée en Zone 3, et une augmentation de *Marthasterias* en Zone 4 en 1982, d'autant plus forte que la chute a été importante en 1981).

Le bilan de l'évolution se traduit cependant par une augmentation générale des stocks, qui indique que malgré des fluctuations annuelles, l'intensité des recrutements sur plusieurs années est largement croissante.

Spatialement, la Zone 3 est la seule zone à voir en 1982 une stabilisation de son stock d'Etoiles par rapport à celui de 1979, malgré une augmentation saisonnière des densités qui s'est faite sentir jusqu'au début 1982. Les densités d'Etoiles de la Zone 1 sont par contre en forte augmentation, du fait du bon recrutement d'Octobre 1981 (95 % de jeunes inférieures à 5 cm). *Marthasterias*, espèce accessoire dans cette zone reste stable en densité. La biomasse passe de 230 tonnes en Juin 1979 à 900 tonnes en Juin 1982. Ce secteur peu profond est le plus riche en espèces de petite taille, il apparaît donc comme une zone de migrations temporaires et peut être sujet à de fortes fluctuations de densité, en cas de mauvais recrutement. La Zone 4 se caractérise par une très forte augmentation d'*Asterias* et *Marthasterias* qui, après une chute considérable en 1981, atteignent des valeurs largement supérieures à celles observées en 1979. La biomasse est environ 4,5 fois plus forte, passant de 4.500 tonnes à 20.000 tonnes. Les fluctuations observées à ce niveau sont plus le reflet de migrations que d'aléas du recrutement, comme le souligne l'analyse démographique.

En conclusion, cette étude permet de mettre en évidence en Zones 1 et 4, une densité moyenne d'Etoiles environ quatre fois supérieure à celle enregistrée en 1979. Ceci porterait alors à 21.500 tonnes le stock total de la baie évalué à 5.200 tonnes au début de l'étude. Les dernières valeurs calculées tiennent cependant compte du succès d'un récent recrutement entraînant une forte mais provisoire hausse d'effectifs, qui peut faire varier la biomasse de base d'un facteur 1 à 3. L'importance de ces variations saisonnières ne nous permet donc pas d'évaluer exactement la biomasse annuelle du stock, qui évoluerait entre 6.000 et 20.000 tonnes. Les valeurs d'Octobre 1982, largement supérieures à celles d'Octobre 1981, elles-mêmes en hausse par rapport à celles de Juin 1979 montrent qu'il existe une tendance générale à l'accroissement favorisé par un recrutement de plus en plus intense au moins une année sur deux et tamponné par la durée de vie des espèces étudiées.

Cette étude met en évidence, sur l'ensemble de la baie de Douarnenez, les phénomènes de migration observés à l'échelle des sables fins littoraux (GUILLOU M., 1981) et concrétise le "mouvement centripète" des Etoiles qui, juvéniles se fixent sur les bords rocheux infralittoraux puis, en grandissant, s'éloignent progressivement de la côte, pour se regrouper en fortes densités dans les sables envasés hétérogènes, alimentaires plus propices de la zone centrale (4). Cette zone minutieusement prospectée peut donc indiquer à long terme l'état des stocks. Elle n'est pas en effet, directement affectée par un déséquilibre dans le recrutement, dont les effets quant à eux se traduisent rapidement sur les densités de la Zone 1.

BIBLIOGRAPHIE

- BRUN. E., 1968 - Extreme population density of the starfish *Asterias rubens* L. on a bed of Iceland Scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller).
Astarte : . 32, 1-4
- GUILLOU, J., 1980 - Les peuplements de sables fins du littoral Nord-Gascogne -
Thèse de 3ème Cycle - Fac. Sc Brest, 203 p.
- GUILLOU, M., 1981 - Les populations d'*Asterias rubens* L. (Echinodermata, Asteroidea) en baie de Douarnenez (Finistère).
Thèse de 3ème Cycle - Fac. Sc. Brest, 122 p.
- GUILLOU, M., 1983 - La croissance d'*Asterias rubens* L. (Echinodermata, Asteroidea) en baie de Douarnenez (Finistère).
Ann. Inst. Océanogr. Paris, 59 (2) (sous presse).
- NAUEN, C.E., 1978a - The growth of the sea star, *Asterias rubens* L. and its role as benthic predator in Kiel Bay.
Kieler Meeresforsch. Sonderbd., 4, 68-81.
- SEED, R., 1969 - The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores II : Growth and mortality.
Oecologia, 3, 317-350.
- SMITH, G., 1940 - Factors limiting distribution and size of the starfish
Jour. Fish. Research Board Canada, 5, 84-103.
- SPARCK, R., 1932 - On the capability of migration of adult individuals of *Asterias rubens*.
Rep. Dan. Biol. Stn., 37, 65-68.
- VEVERS, H.G., 1949 - The biology of *Asterias rubens* L. : growth and reproduction.
J. mar. biol. Ass. U.K., 28, 165-187.
- WARNER, G.F., 1979 - Aggregation in Echinoderms
In : G.P. Larwood and B. Rosen. *Biology and Systematics of colonial organisms*. London Systematics Association, pp. 375-396.

TEMPORAL EVOLUTION IN THE MUDDY SANDS
MACROBENTHOS IN BAY OF CONCARNEAU - FRANCE

Daniel PRINCZ

INTRODUCTION

The Bay of Concarneau in southern Brittany has been the object of an extended study for over a little more than a decade. This study has been principally focused on the descriptive and dynamic ecology of the zoobenthos and phytobenthos of its soft substrates.

Throughout the several partial surveys, preliminary results made evident an ecologic succession which has been theoretically related to variations in allogenic factors existing in the bay during the observation periods.

It was therefore the purpose of this study to analyze the total of the available data in order to understand the community's evolution in a medium term of time, and to search for a possible periodicity of this succession in relation to allogenic phenomena.

METHODS AND MATERIALS

The available numerical information was the result of a regular Smith-McIntyre sampling made in two stations: Moustierlin and Concarneau, with corresponding depths of 17 and 28 meters. Both stations have the same type of sediment and are characterized by a community dominated by the echinoderm *Amphiura filiformis*. The data analyzed came from the 1970-74, 1977-79 period.

The description of the temporal evolution of the community was achieved by means of the correspondence analysis, traditionally used in the previous studies. Specific diversity and density were found to be useful as complementary indices. The processing of the data was done with a CII-IRIS 80 computer at the Centre Oceanologique de Bretagne. The statistical analysis programs were written by A. Laurec.

Climatic data was compiled, specifically air temperature evolution on the studied region, and eventual storms with wind speeds greater than 100 km/h.

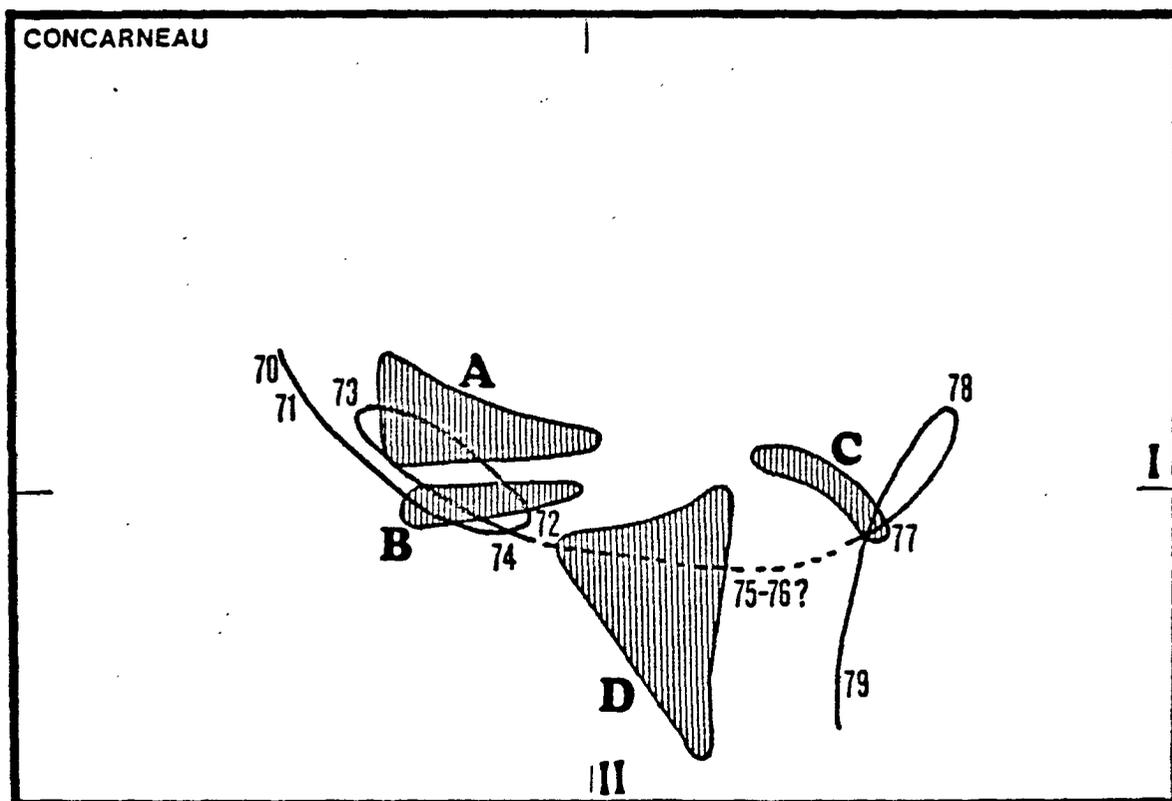
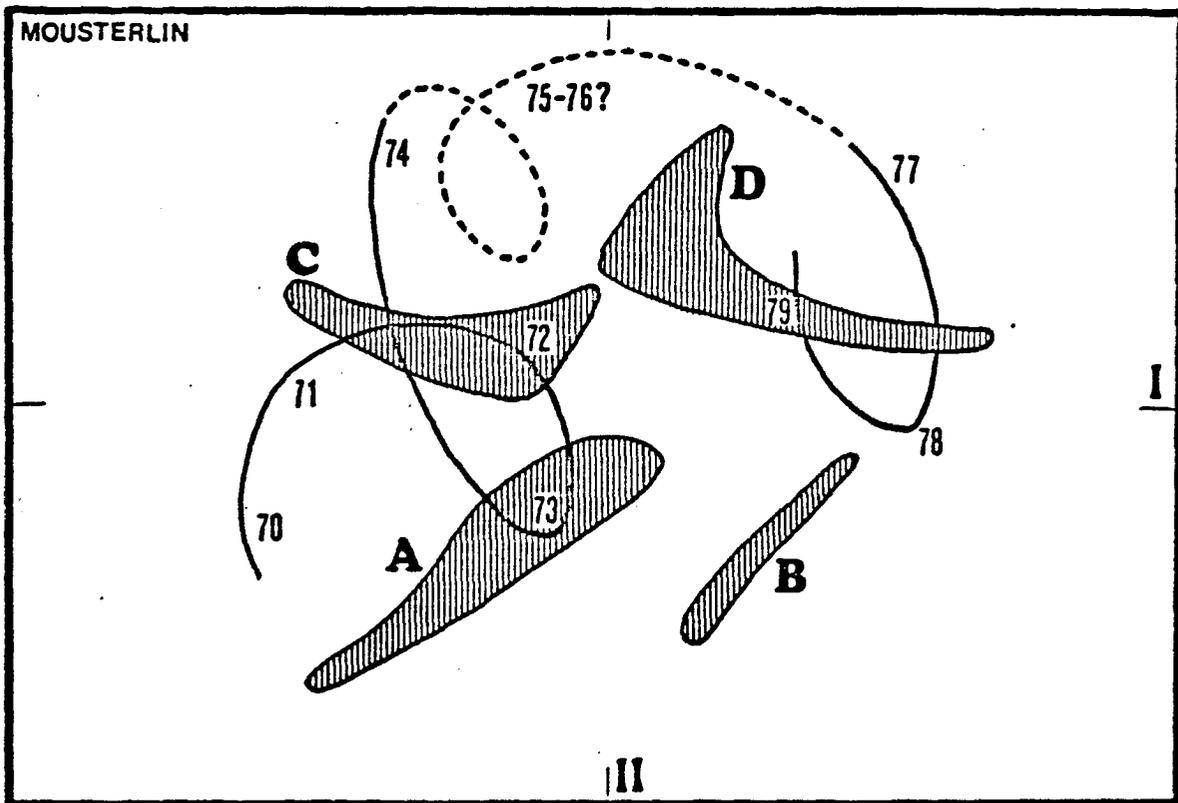


Fig. 1.

Correspondence analysis: striped structures represent the species groups. The general trend is shown by the line with summer values. The period without observations (1975-76) is represented by a segmented line.

Analyse des correspondances: les structures hachurées représentent les groupes d'espèces. La tendance générale est illustrée par la ligne joignant les valeurs estivales. La période sans observation est en tiretés.

RESULTS

Structure evolution (fig. 1)

The correspondence analysis showed four structures in Moustierlin as well as in Concarneau projected over the first and second axes. These groups are characterized by organisms known to colonize specific substrates representing the spectrum of fine sands to muddy sands. In fact, groups "A" in both stations are represented by species associated to sandy and muddy sands, while in the opposite direction, species in groups "C" and "D" are much more related to muddy bottoms. Therefore, the "A-D" axis can eventually correspond to a structure change related to an increase of fine particles in the sediment.

Even though a less clear relation has been found between the groups and the trophic level of its species, predatory communities were found to be typical in group "A" in Moustierlin and in group "C" in Concarneau.

Temporal evolution (fig. 1)

In Moustierlin, the beginning of the decade is characterized by relative low values in specific diversity. The correspondence analysis places this starting point on the negative value of both axes simultaneously with group "A" following a probable tendency in sediment stability. This migration evolve smoothly until 1972 where a return takes place.

While the situation seems to normalize, a less violent disruption happens in 1974 which possibly inclines the evolution toward a less stable environment. Another critical year, 1978, produces an important regression in the trend after a three-year recuperation period. At the end of the decade the community is disorganized: low specific densities and a preponderance of ubiquitous species. An analogous evolution occurs in Concarneau although the 1974 disruption is not well detectable.

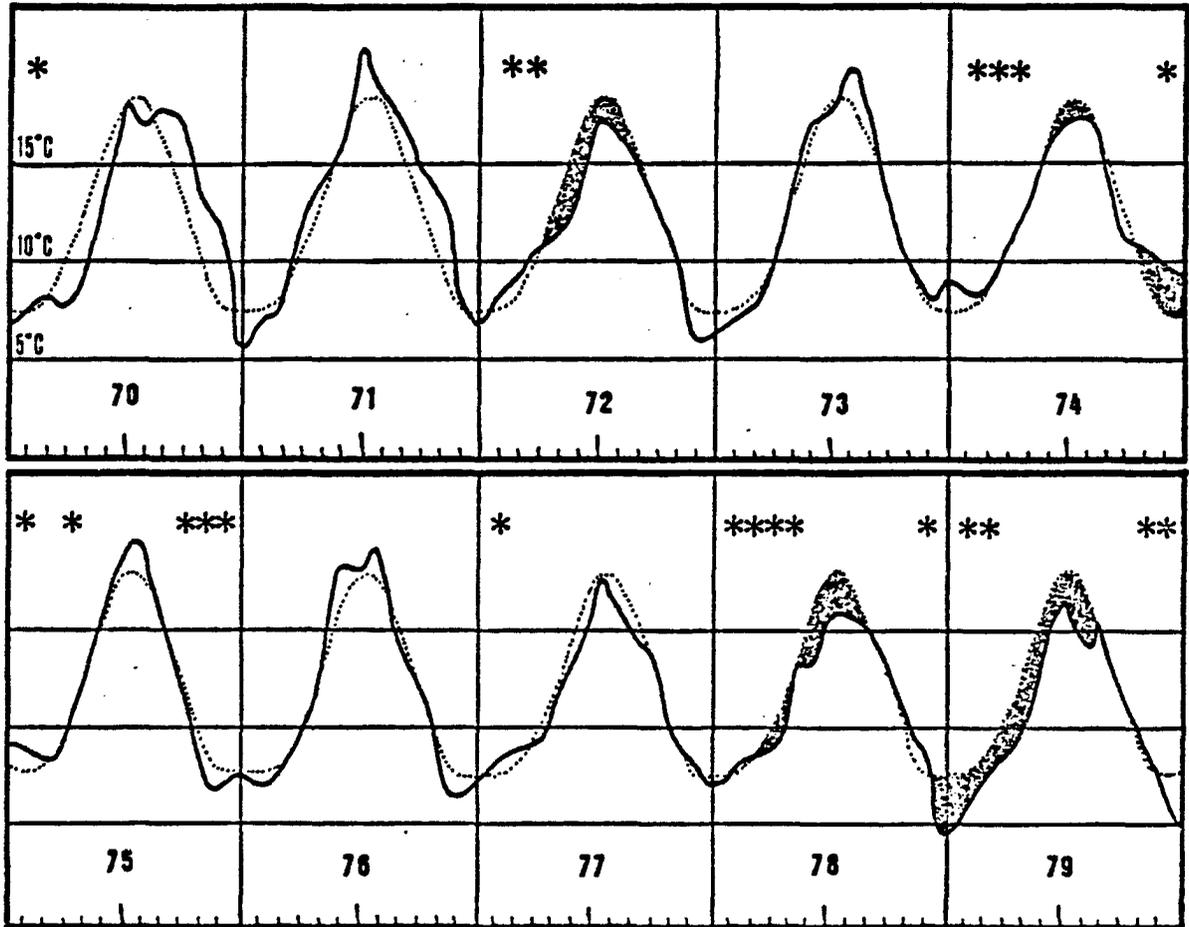


Fig. 2.

Average monthly air temperature variations: shadowed zones show the anomalies in relation to the average established on 20 years (dotted line). Asterisks represent important gales (> 100 km/h).

Variations de température moyennes mensuelles: Les zones en grisé montrent les principales anomalies par rapport à la moyenne établie sur 20 ans (en pointillés). Les asterisques représentent les tempêtes les plus importantes (> 100 km/h).

In order to explain these inversions, the search for climatic anomalies was forwarded. The scheme of the climatic evolution shows precisely several problematic years (fig. 2). It was found that the observed ecologic disruptions occurs simultaneously to years having deficitary spring and summer temperatures, eventually after winter storms: 1972, 1974, 1978 and 1979. Since other stormy years (1970, 1975 and 1977) did not affect air temperatures negatively, the evolutive behavior of the community seems to be more strongly correlated to climatic rather than to hydrodynamic phenomena.

Therefore, the lacking years (1975-76) are expected to be of transitory stabilizing populations since no serious climatic disturbances have been detected. This period of time is expected to be located over the positive end of axis II in Moustierlin. In spite of its less evident fluctuations, the same period in Concarneau is probably passing over the negative end of the second axis. In both cases where the path has been proposed, almost all of the same species are likely to be present (e.g. *Dentalium novemcostatum*, *Maldane glebifex*, and *Eulima subulata*).

Evolution of the *A. filiformis* community (fig. 3)

Being *A. filiformis* the most dominant species of the biome, its demographic evolution was closely studied and correlated with that of the other members of the community. The object of this analysis was to look for periodic trends in the population's development.

On the condition of supposing a low number of individuals in the 1975-76 period, a periodic fluctuation was clearly noticed. This species showed one peak of abundance two times in ten years. The fluctuations in number of species and their total abundance were compared to the echinoderm's demographic mean curve. A concomitance was found between the three parameters. Relating this succession and the climatic evolution proved once again the coincidence of the population decline with the aftermath of the critical years.

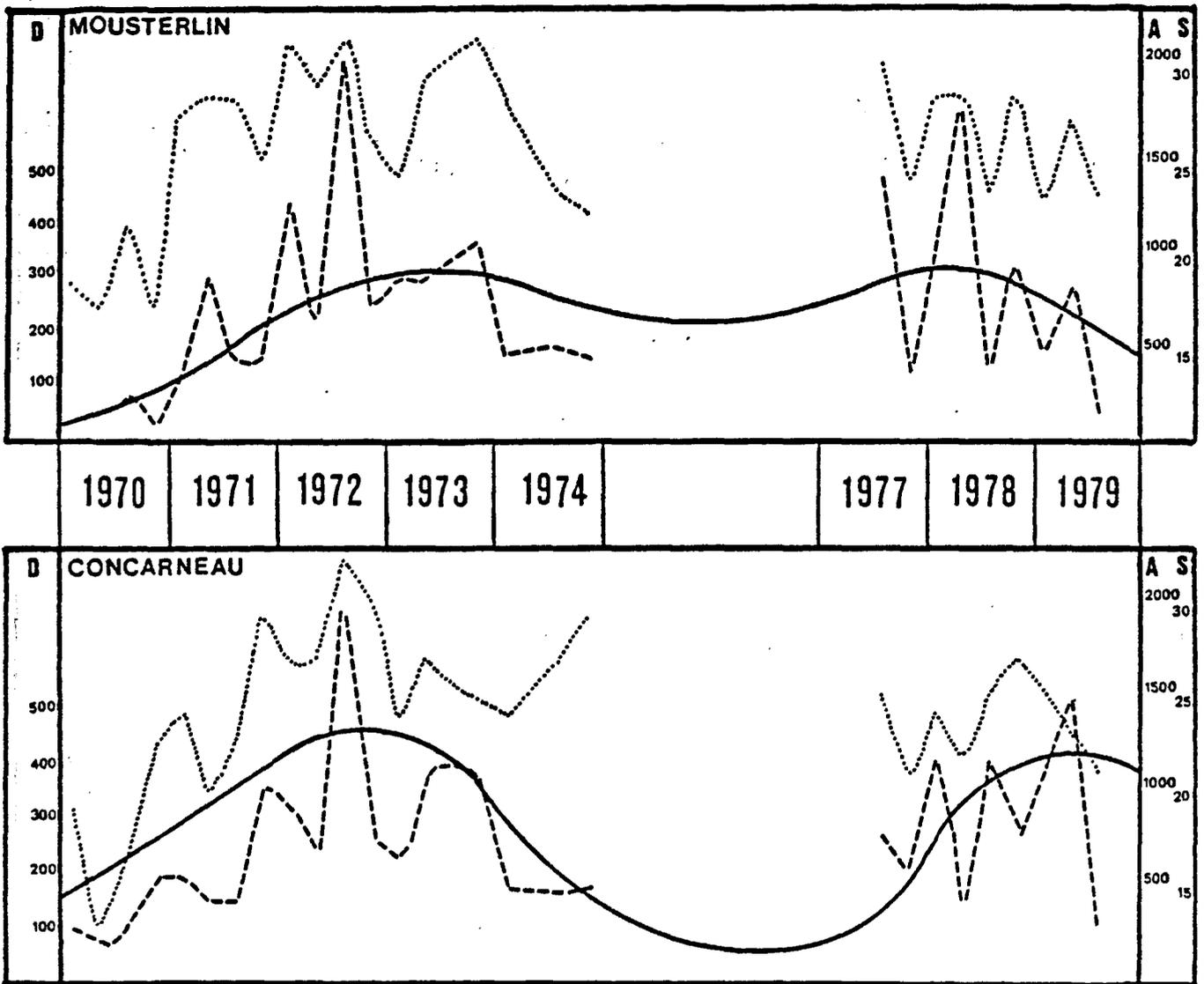


Fig. 3

The continuous line represents the mean curve of the *A. filiformis* population evolution. It is compared to the evolution of the community's number of species (S) in dotted lines, and to the total abundance (A) in segmented lines.

La ligne continue représente la courbe moyenne de l'évolution de la population d'*Amphiura filiformis* comparée à l'évolution du nombre d'espèces (S), en pointillés et à l'abondance totale (A), en tiretés.

Nevertheless, an intrinsic recruitment was suspected to be different between the species among the two stations. The demographic evolution of several species was followed and in result some interesting patterns were identified:

- a. The dominance of some species in either of the two stations throughout the decade (*Hyalinoecia grubii* in Moustierlin, and *Halocampa* sp. in Concarneau).
- b. The disappearance of some species in either half of the decade, independently of the station (*Cirolana borealis*, which disappeared on the second half of the decade in Concarneau).
- c. The submission of some species to the fluctuations of a dominant species (*Abra alba* submitted to *A. filiformis* in both stations at all times).
- d. Some species showing an evolution with weak fluctuations throughout the decade (*Nephtys hombergii*, omnivorous species).

In spite of these quantitative changes amid the specific populations it seems that the overall community's modifications are not seriously affected.

DISCUSSION

The hypothesis proposed by previous authors (Chardy & Glémarec, 1977; Aldana, 1980; Seaman, 1981) in which the Bay of Concarneau benthic populations decline as a result of negative climatic anomalies is enhanced in this study.

If the effect of winter and spring gales are partly responsible for the observed demographic fluctuations, a periodical pattern may be expected. It has been measured that in Bay of Concarneau the meteorological evolution not only follows annual periodicities, but also shows periodical intervals of more than ten years (Delanöe & Pinot, 1979).

The effect of these climatic disturbances on benthic organisms of the bay has been detected from the very low levels of the trophic pyramid. Boucher (1975) pointed out an improvement of the microflora development in relation to the increasing substrate stability. A narrow correlation has also been found between the decreasing hydrodynamism in Moustierlin and the increase of microphytobenthos population and its positive influence on the meiofauna densities (Levenez, 1978). In consequence, the macrobenthic numerical fluctuations were proved to be strongly related to the granulometric qualities of the bay's substrate (Menesguen, 1980; Seaman, 1981).

In addition to the external ecological factors, autogenic characteristics play an important role on the demographic development of the community. The importance of predation among macrobenthos and by demersal fishes, migration, and natural mortality are some of the parameters which though not measured in this study, are known to control partially the benthos recruitments (Thorson, 1966; Eagle, 1975). These factors are able to present periodic patterns as well.

Hence, the observed evolution of the *A. filiformis* community in Bay of Concarneau is the clear result of three joined elements:

- a. Climatic events, which in the course of ten years of observations showed, on the negative side, the decline of the populations related to deficitary air temperatures in spring and summer. Inversely, the normal years were coincident with stabilizing or increasing recruitments.
- b. Hydrodynamic consequences after rough winter gales which seem to disturb the sediment stability, probably lowering specific diversity and inducing a disorganisation of the benthic community. In the same manner, calmed years permit a relative bottom sedimentation favorable to densification and diversification of the community.

c. Specific and global autogenic phenomena which seem to control the interactive relationships among the involved species.

Ten years were found not to be long enough to state repetitive modes in the community's temporal evolution. Therefore, a longer period of sampling and analyses could eventually prove the existence of a pluriannual cyclical periodicity.

RESUME

EVOLUTION TEMPORELLE DES PEUPEMENTS DES SABLES EN VASES DE LA BAIE DE CONCARNEAU, FRANCE

L'évolution temporelle de la communauté à *Amphiura filiformis* a été suivie durant une période de dix ans (1970-1979) en deux stations de la Baie de Concarneau. Une concordance a été trouvée entre les fluctuations démographiques de la communauté et les effets des facteurs climatiques et hydrodynamiques dans la baie. A la fin de la décennie on observe le déclin de la population et la prépondérance d'espèces ubiquistes.

REFERENCES

Aldana D., 1980. Fluctuations temporelles et succession écologique en Baie de Concarneau. *Rapport D.E.A., Université de Bretagne occidentale, Brest.*

Boucher D., 1975. Production primaire saisonnière du phytobenthos en Baie de Concarneau. *Thèse 3^e cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest.*

Chardy P., Glémarec M., 1977. Evolution dans le temps des peuplements des sables envasés en Baie de Concarneau (Bretagne). In: *Biology of Benthic Organisms*, edited by B. F. Keegan, P. O'Ceidigh & P. Boaden, Pergamon Press, p. 165-172.

Delanœ Y., Pinot J. P., 1979. La Baie de Concarneau. Synthèse géomorphologique, hydrologique et sédimentologique. *Inst. Géogr. Amen. Rég. Univ. Nantes. P. 1-54.*

Eagle R. A., 1975. Natural fluctuations in a soft bottom benthic community. *J. Mar. Biol. Ass. UK.*, 55, 865-878.

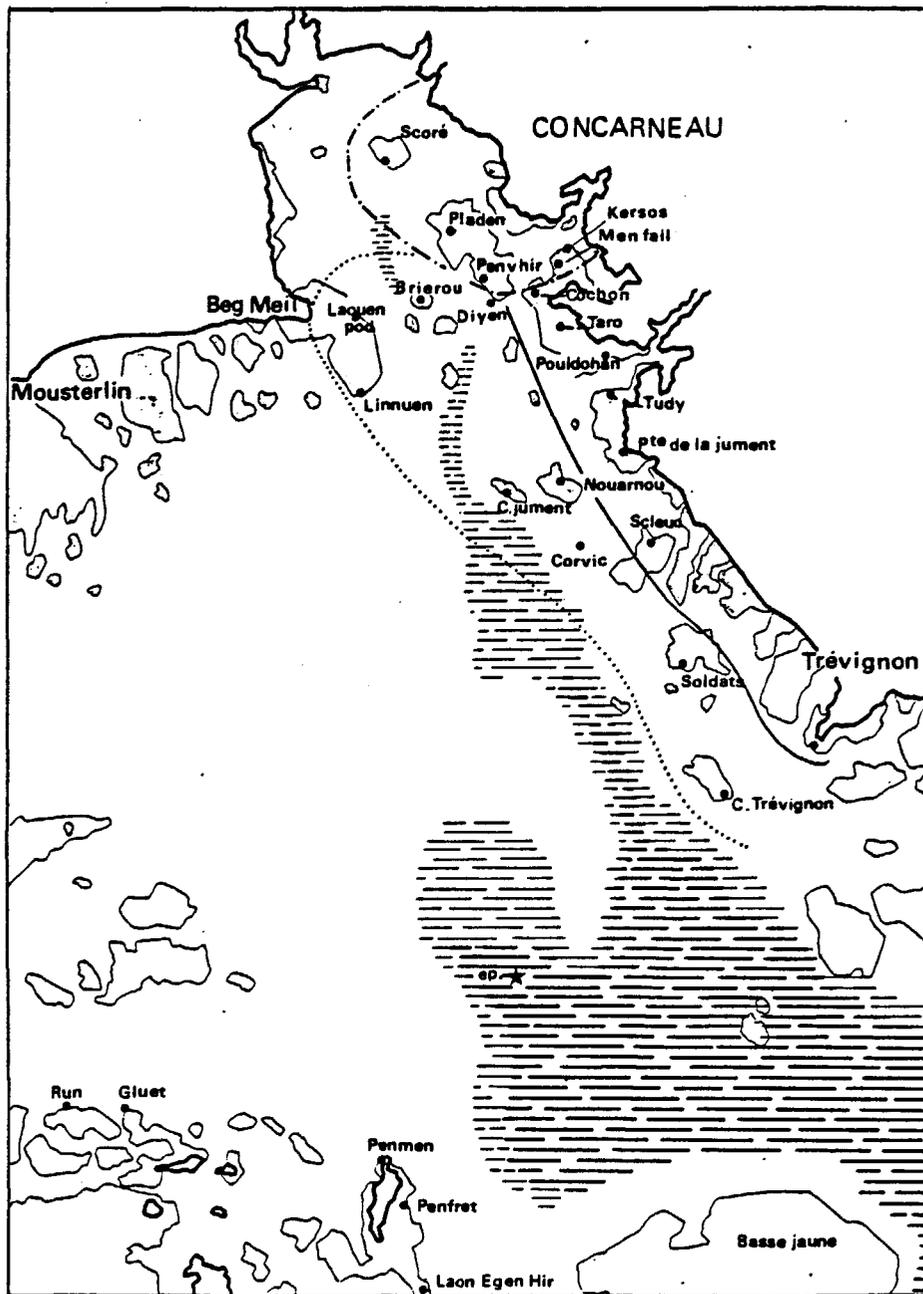
Glémarec M., 1979. Les fluctuations temporelles des peuplements benthiques liées aux fluctuations climatiques. *Ocean. Acta*, 2(3), 365-371.

Levenez J. J., 1978. Aspects de l'évolution quantitative du microphytobenthos et de la meiofaune à Moustierlin. *Rapport D.E.A., Université de Bretagne Occidentale, Brest.*

Menesguen A., 1980. La macrofaune benthique de la Baie de Concarneau: peuplements, dynamique de populations, prédation exercée par les poissons. *Thèse 3^e cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest.*

Seaman M., 1981. Etude du macrobenthos à Moustierlin. (Baie de Concarneau). *Rapport D.E.A., Université de Bretagne Occidentale, Brest.*

Thorson G., 1966. Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *J. Mar. Res.*, 3(2), 267-293.



--- Stations a faune peu diversifiée

— Stations "côtières"

..... Stations du large ou "Basses"

• Stations de plongee

Carte 1

LES FACTEURS LIMITANTS DES PEUPEMENTS SESSILES
INFRALITTORAUX EN BAIE DE CONCARNEAU

Annie CASTRIC-FEY

Les peuplements sessiles de la Baie de Concarneau sont profondément influencés par la présence d'une vase occupant l'axe de la baie, diverticule de la Grande Vasière pénétrant en baie par la passe de Basse Jaune - Trévignon (cf. Carte I).

Cette vase molle entretient des eaux turbides entraînant :

- 1/ une réduction de luminosité agissant sur la flore
- 2/ un dépôt de fraction fine à action limitante sur la faune.

Cette influence de la vase s'atténue progressivement dans les peuplements du N-E des Glénan, toujours soumis à des eaux turbides, pour disparaître aux stations très battues d'eau claire de l'Ouest et du Sud-Est de l'Archipel.

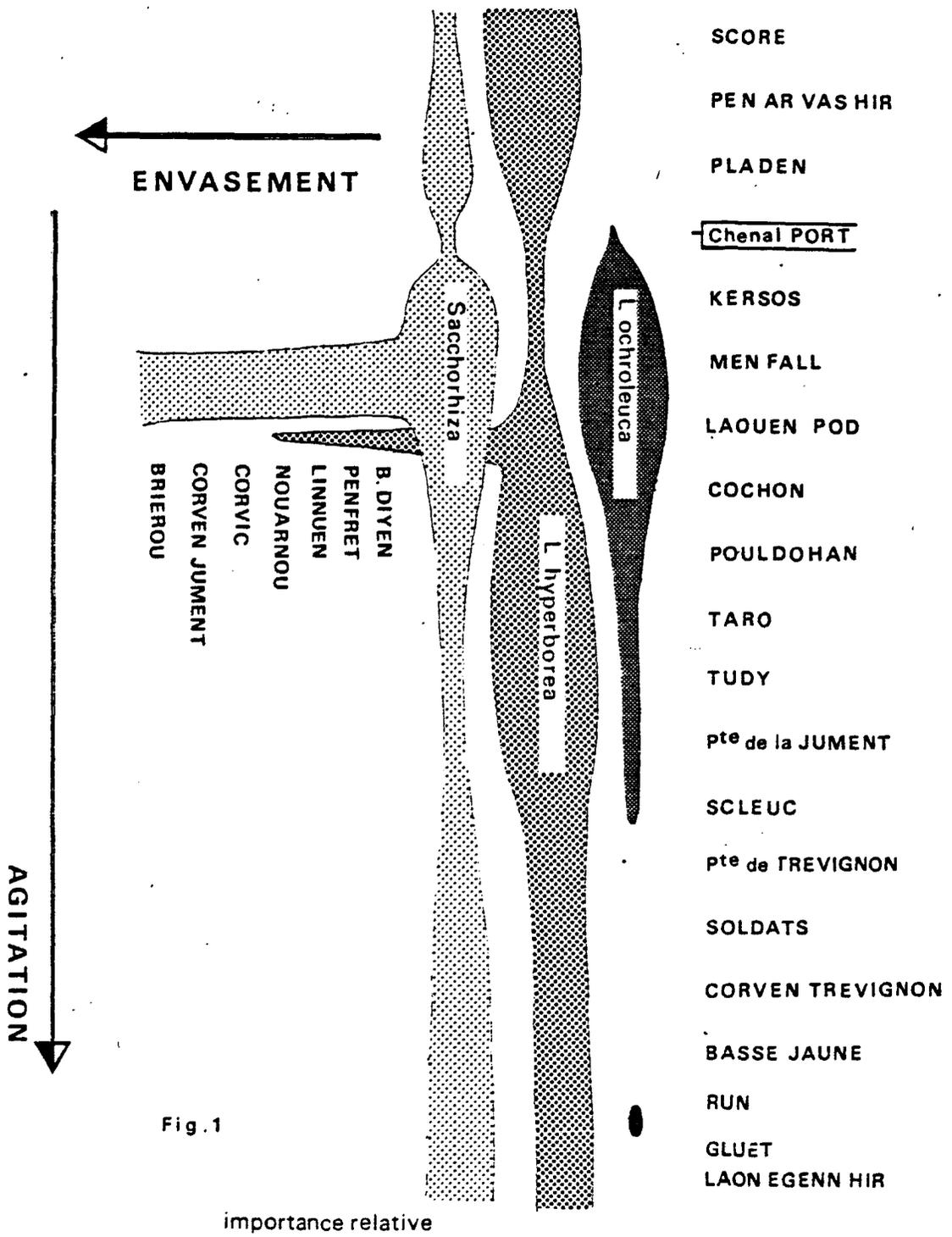


Fig. 1

Nous examinerons d'abord la distribution des principaux composants de la flore : Laminaires et grands groupes d'Algues de la sous-strate.

1) Variation de la composition spécifique du champ de Laminaires en fonction de la station (fig. 1) :

Un premier gradient est visible le long des stations côtières, de la sortie du port à la pointe de Trevignon, où l'on observe la diminution progressive des *Laminaria ochroleuca* et leur disparition : des stations abritées à moyennement exposées , à trois espèces de Laminariales (*L.ochroleuca*, *L.hyperborea*, *Sacchorhiza bulbosa*) on passe aux stations exposées, à deux espèces (*L.hyperborea*, *S.bulbosa*). Un deuxième gradient apparaît, avec la raréfaction, puis la disparition des *L.hyperborea* lorsque l'on aborde les stations du large ou "Basses" . Ces stations ne comportent plus que *Sacchorhiza bulbosa*. La présence - à l'exclusion de toute autre - de cette Laminare opportuniste par son cycle annuel, traduit de nouvelles conditions de milieu, attestées par la fine pellicule de vase déposée sur la roche. A l'opposé des stations côtières, en bordure ou émergeant de la terrasse à maërl, ces "Basses" sont à proximité de la vasière centrale.

2) Distribution en fonction de la profondeur :

La première conséquence de la turbidité en baie de Concarneau est la moindre extension des Laminariales en profondeur. En général, elles sont encore présentes sur les derniers blocs au contact du sédiment aux environs de 13-14m, mais présentent un aspect clairsemé. Une topographie adéquate et une eau particulièrement turbide permettent d'observer la disparition des *S.bulbosa* vers 10-11m, et celle des *L.hyperborea* vers 8m. Rappelons qu'en eau claire et milieu battu les Laminaires clairsemées n'apparaissent que vers 18-20m, la limite des *S.bulbosa* et des *L.hyperborea* étant respectivement de 18m et 26m (Glenan).

3) Algués de la sous-strate :

Corrélativement à la moindre extension des Laminaires en profondeur, les trois grands groupes: Corallines, Rhodophycées molles et *Dictyopteris-Bonne-maisonnia* -qui en eau claire se partagent l'espace de 3 à 30 mètres- ont une extension verticale réduite dans la baie. (fig. 2)

Comme s'est isolé un groupe de stations à proximité de la vase, avec prépondérance de Sacchorhizes, ce même groupe de stations se distingue par une sous-strate particulière . Cette dernière se caractérise par une très grande réduction - voire une absence- des *Corallina officinalis*, remplacées par des Rhodophycées à fronde filamenteuse dominante, et une très forte remontée des *Dictyopteris membranacea*. Cette sous-strate est liée à un peuplement de Sacchorhizes non très dense (que l'on peut qualifier d' "ouvert") conséquence d'une plus grande turbidité de l'eau.

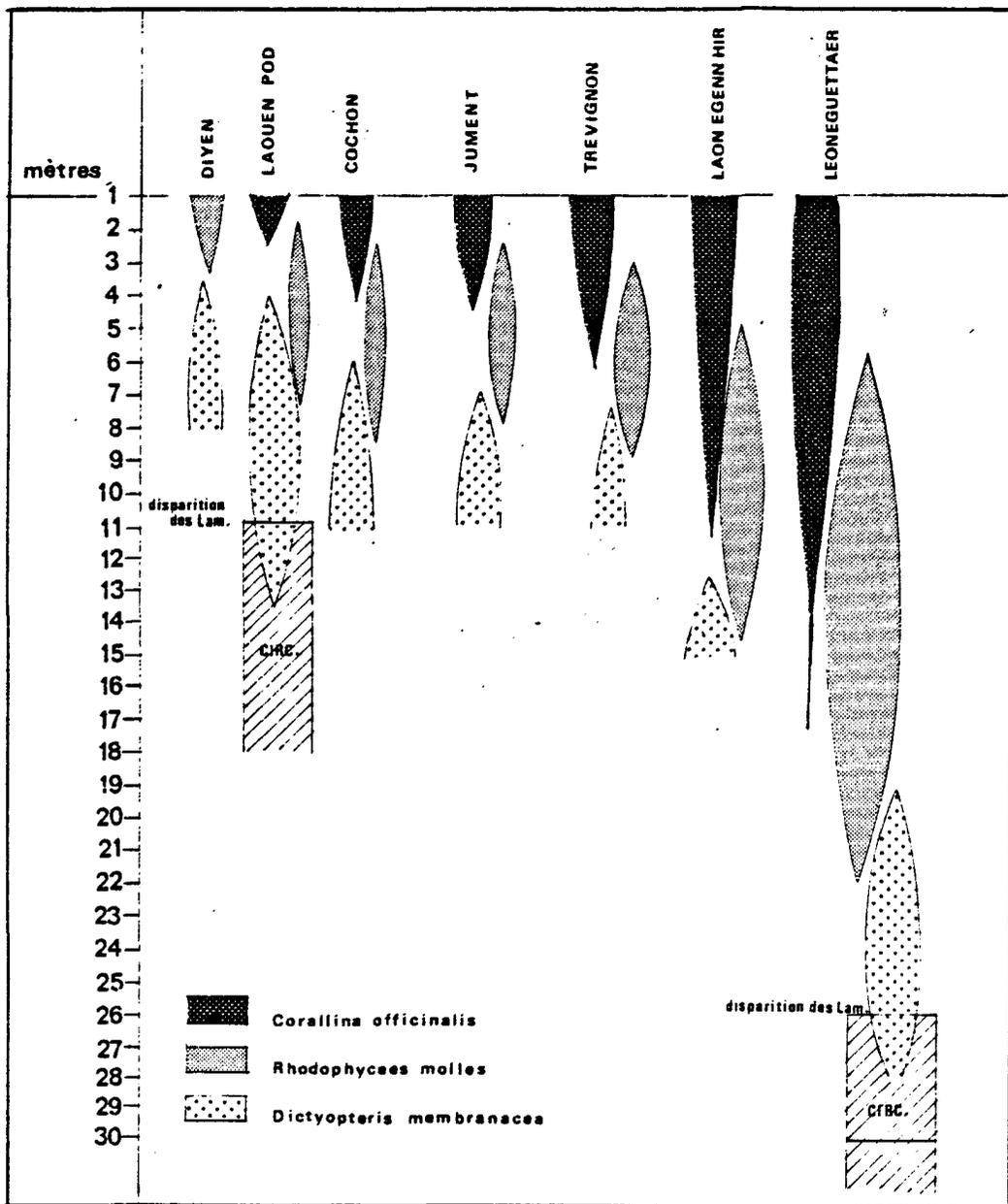


Fig. 2

Examen de la faune.

Les résultats tirés des "check-lists" (comportant 90 espèces ou groupes d'espèces, affectés d'un coefficient d'abondance de I à 5 selon HISCOCK 1979) permettent d'établir le Tableau I. Sur ce tableau préliminaire seuls les espèces, ou groupes d'espèces, les plus significatifs sont représentés.

Plusieurs groupes d'espèces et de stations s'individualisent sur ce tableau

- le groupe des stations portuaires
- un groupe de stations très abritées et abritées
- un groupe de stations à faune très diversifiée, avec les stations des Glenan. Remarquons ici l'affinité des peuplements des stations NE de l'archipel avec ceux des stations côtières abritées.
- un groupe de stations appauvries, tant qualitativement que quantitativement, avec les Basses et l'avant-côte du Taro à Trévignon. Certains groupes zoologiques, bien représentés au Glenan (*Flustra*, *Bugula*, *Eschara*, *Stolonica*, *Tubularia*, *Antedon*) sont absents en Baie, ou très rares. La présence d'une pellicule de vase sur les horizontales de toutes ces stations nous conduit à parler d'influence limitante de la vase dans tout cet ensemble.

Il apparaît ainsi que la présence de la vase peut avoir deux effets selon le degré avec lequel elle s'exerce :

- + entretenir des eaux turbides, à action sur la flore, mais non limitante pour la faune .
- + entretenir des eaux turbides à action limitante sur la faune par des dépôts de fraction fine.

Examen sommaire des conditions physiques en Baie de Concarneau :

Un bref examen des conditions physiques de ce secteur permettra de mieux comprendre comment ces différentes actions peuvent s'exercer, et quelles en sont les causes. La Baie de Concarneau a fait l'objet d'une étude hydrologique et sédimentologique récente (DELANOE-PINOT (1979)) à laquelle nous empruntons les données suivantes :

La baie est abritée des grandes houles du large (de secteur W et SW) par la barrière rocheuse constituée par les Pourceaux, les Moutons et les Glenan. L'émiettement de l'énergie de ces houles par les multiples écueils de cette barrière permet le maintien de la langue de vase centrale, auréolée d'une gamme de sédiments allant de la vase sableuse au sable fin propre.

Cette vase, remise en suspension par les houles longues, entretient dans la baie une turbidité, absente sur les faces exposées des Glenan.

Les sédiments sont cependant distribués de façon dissymétrique: la vase vient "lêcher" la terrasse à maërl bordant la côte Est de la baie, avec un ourlet de vase sableuse, puis de maërl envasé (DELANOE-PINOT, carte p.44) Vers l'Ouest, au contraire, s'étale toute la gamme des sédiments, avant d'arriver aux bancs de maërl du Nord des Glenan et des Moutons. Cette dissymétrie témoigne de conditions hydrodynamiques différentes, qui auront des répercussions différentes sur les organismes :

- Les stations au NE de l'archipel des Glenan sont à l'abri du choc des houles, comme en atteste la présence de maërl, mais l'hydrodynamisme y est encore assez fort pour empêcher le dépôt de vase. Celle-ci n'aura pas d'action limitante sur la faune.
- Les stations jalonnant la vrière, par contre, seront directement soumises à son action.
- L'avant-côte Jument-Trévignon et sa terrasse de maërl propre reçoit les houles d'W-SW atténuées, mais non négligeables, ainsi que celles de secteur S-SE. Ces dernières, moins puissantes- mais susceptibles de remettre la vase en suspension-pénètrent par la passe Sud-Est, viennent battre obliquement la côte entre Trévignon et Concarneau, et se font sentir jusqu'au fond de la Baie de la Forêt. Ces houles de S-SE sont aussi beaucoup moins fréquentes, et, l'été, seules agissent des houles locales créées par une "mer de vent". Ces dernières n'affectent que les faibles profondeurs, et y entretiennent un ressac continu. C'est ainsi que l'on observe une fine couche de vase sur la roche à partir de 6-7m, les niveaux superficiels en étant dépourvus.

En résumé, l'on observe, du SW au NE, quatre grandes zones créant un gradient "influence de la vase ":

- + Zone exposée aux houles du large, en eau claire
- + Zone à l'abri des houles du large, en eau turbide, à vase non limitante
- + Zone en bordure de vase, en eau turbide, à vase limitante
- + Zone côtière en eau turbide, à niveaux superficiels sièges d'un ressac et vase limitante seulement en profondeur.

A ce premier gradient vient se superposer un deuxième suivant l'axe de la baie, du mode très abrité (fond de la Baie de la Forêt) aux modes plus exposés (Trévignon puis Glenan).

Courants :

Les courants sont relativement faibles dans l'ensemble de la baie. Leur vitesse est de l'ordre de 1km/h en petite vive eau , avec des pointes à 2 km/h en grande vive eau (DELANOE-PINOT 1979). L'étude de la résultante des courants de marée effectuée par ces mêmes auteurs montre :

- des résultantes nettes (indiquant un déplacement des particules d'eau au terme d'un cycle de marée) pour les zones périphériques de la Baie.
- des résultantes très faibles au centre de la Baie, ainsi qu'en Baie de la Forêt jusque devant Pouldohan. Ceci indique que les courants de marée sont insuffisants pour le renouvellement des eaux .Ceci est donc plutôt le fait de courants régionaux ou de vent local, et présente ainsi un caractère irrégulier.

Cette dernière constatation est intéressante pour expliquer les particularités des peuplements aux stations très abritées de la Baie de la Forêt.

Analyse des peuplements selon la profondeur :

La confrontation des diverses entités de peuplement rencontrées selon la profondeur aux diverses stations permet une approche plus fine : les stations pourront être ainsi ordonnées les unes par rapport aux autres selon les facteurs dominants (cf. fig. 3).

Les peuplements exposés d'eau claire des Glenan serviront de base de référence. En milieu exposé d'eau claire, la sous-strate des Laminaires présente quatre aspects se succédant avec la profondeur :

- + une ceinture de *Chondrus*, avec prédominance d'organismes encroûtants. C'est la frange infralittorale, avec les peuplements typiques à *Umbonula*, *Eperiopsis*, *Trididemnum*, *Diadumene* et *Aglaophenia octodonta*, en sous-strate des *Laminaria digitata*, et en surplomb un peuplement à Balanes et Calcisponges.
- + un peuplement à *Corallina officinalis* en sous-strate des *Sacchorhiza*. Les Corallines, en peuplement presque pur jusque vers 6-7m, se mélangent progressivement à des Rhodophycées molles très variées, mais à thalle lamellaire dominant. Vers 9-10m, la proportion des deux groupes est à peu près égale. Les Laminaires (*S. bulbosa* et *L. hyperborea*) sont alors denses, leurs frondes se rejoignent et forment un dais fermé.
- + un peuplement à Rhodophycées molles prédominantes, vers 12-15m, les Corallines se faisant de plus en plus rares (disparaissant vers 19-20m). Les Laminaires, un peu moins serrées, forment alors un dais ouvert.
- + un peuplement très monotone et uniforme, à *Dictyopteris-Bonnemaisonia*, prend le relais du précédent vers 20m, quand les Laminaires deviennent clairsemées. Il se poursuit au-delà de la disparition des Laminaires, jusque vers 30m, sous forme de taches.

Lorsque l'on examine l'occurrence de ces quatre niveaux dans l'ensemble des stations l'on remarque :

- une réduction de leur extension verticale pour toutes les stations de la baie.
- un développement très variable de la frange infralittorale : elle peut ne comporter que quelques éléments, ou n'être développée qu'en horizontale, ou l'être en horizontale et en verticale mais non en surplomb.
- une raréfaction -voire disparition- des *Corallina officinalis* dans tout un ensemble de stations, disparition concomitante à une forte remontée des *Dictyopteris* accompagnés d'espèces circalittorales animales. Ce sont les stations à forte prédominance de Sacchorhizes, situées à proximité de la vase. Ce facteur y étant prépondérant, nous parlerons pour ces peuplements de "faciès à proximité de la vase". Les stations du NE des Glenan présentent aussi ces caractères, cependant l'action non limitante de la vase à ces stations permet l'établissement d'une faune nettement plus diversifiée.

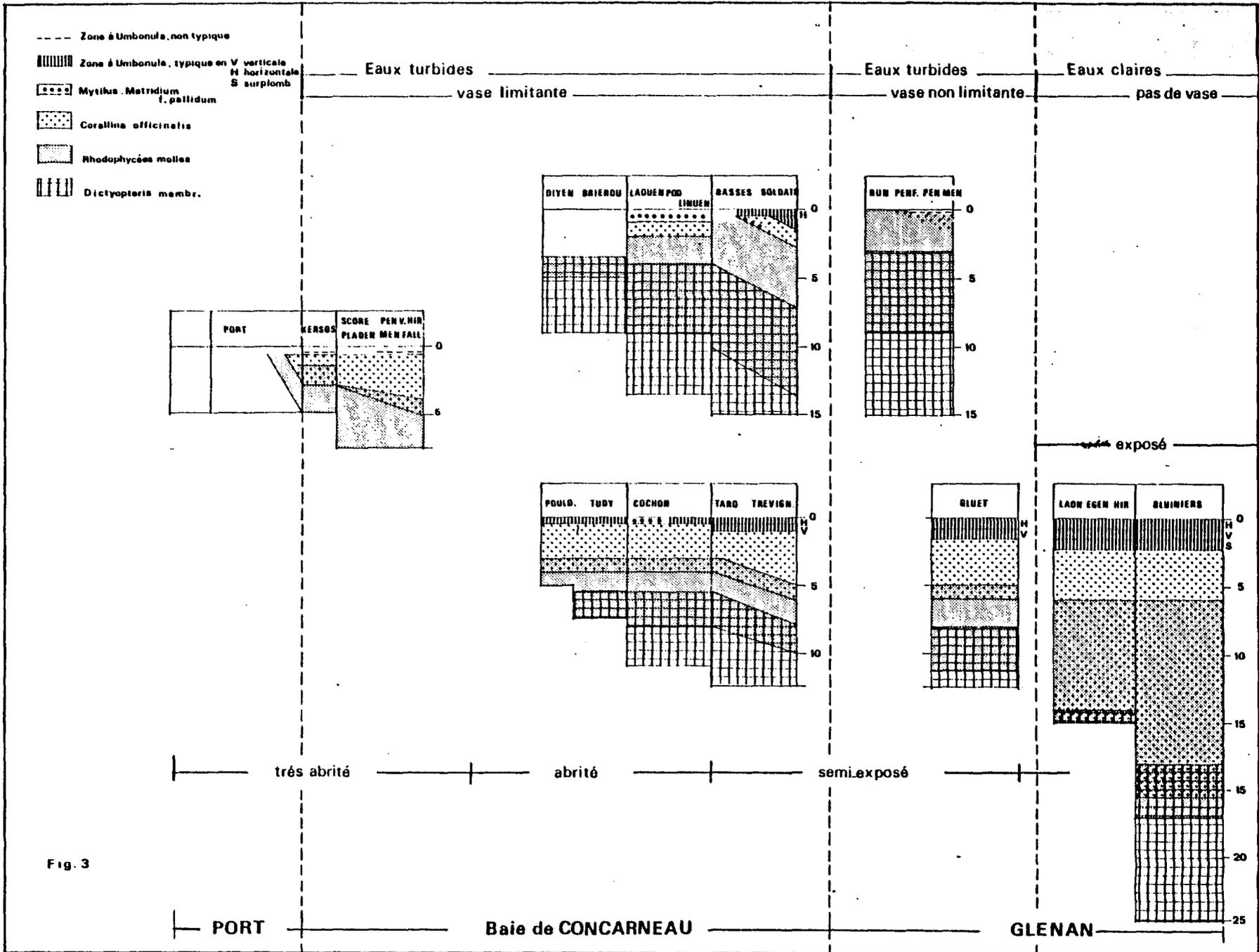


Fig. 3

CARACTERISTIQUES de CHAQUE PEUPLEMENT

I. Peuplements portuaires :

Dans l'ensemble portuaire de Concarneau, on peut distinguer :

- a) une zone très appauvrie, où l'on peut parler de pollution maximale, correspondant au Port de pêche. Deux égoûts y débouchent.

Seules 7 espèces peuvent se maintenir dans les conditions extrêmes du voisinage de l'égoût de la cale de l'Aiguillon (cf. carte II).

+++ *Ciona intestinalis* qui forme des populations presque pures le long du quai de l'Aiguillon.

+++ *Balanus perforatus*

+++ *Polydora ciliata* formant un feutrage sur les balanes

+ *Bowerbankia gracilis*

(+) *Mercierella enigmatica*

+ *Obelia longissima*

+ *Obelia dichotoma*

- b) Dans des conditions moins sévères (le long du quai de la Criée) viennent s'adjoindre aux précédentes :

++ *Ascidiella aspersa*

Hymeniacion sanguinea

Cryptosula pallasiana

Gonothyrea loveni

Bougainvillia ramosa

Opercularella ?

Clytia johnstoni

Clytia gracilis

(+) *Morchellium argus*

(+) *Clavelina lepadiformis*

Bugula stolonifera

Bugula neritina

Balanus crenatus

Balanus improvisus

Elminius modestus

Bowerbankia imbricata f. densa

Bowerbankia gracillima

La coque d'une épave sous la Ville Close offre un substrat favorable par sa nature cavitaire et par son éloignement du 2ème égoût; elle permet l'installation, en plus des précédentes, de :

++ *Mytilus sp.*

+ *Diplosoma listerianum*

+ *Pomatoceros lamarckii*

(+) *Pomatoceros triqueter*

Botryllus schlosseri

Laomedea flexuosa sur les algues

- c) L'arrière-port, ou bassin du Moros, s'enrichit progressivement par rapport au port de pêche, de :

++ *Ficulina ficus*

+++ *Metridium senile var. pallidum*

+ *Metridium senile var. dianthus*

+ *Sagartia troglodytes*

Scyphistomes d'*Aurelia ?*

Campanulina acuminata

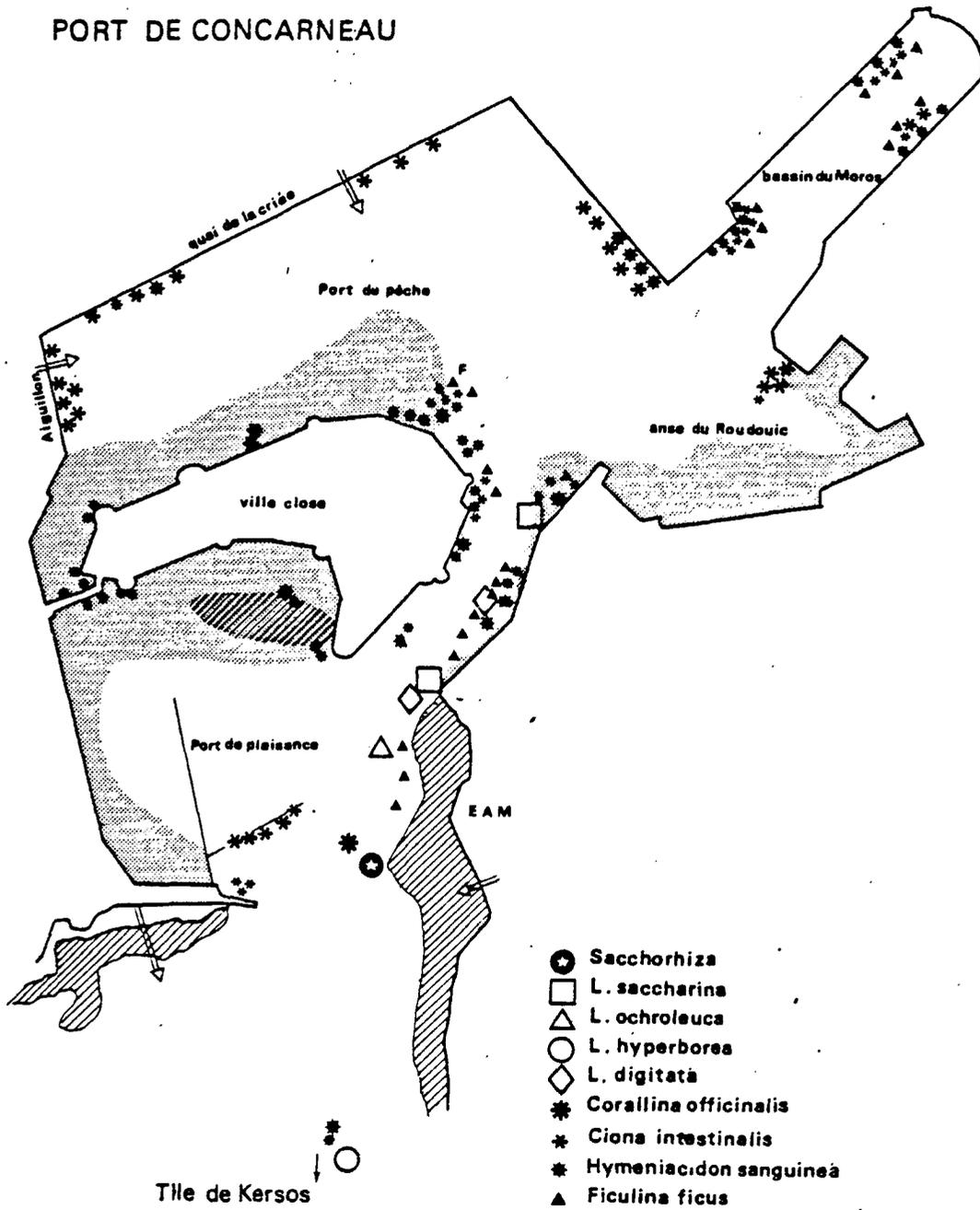
Styela clava

Lissoclinum argyllense f. grise

Apparition des Echinodermes : *Ophiotrix fragilis*, *Ophiocomina nigra*,
Psammechinus miliaris, *Asterias rubens*
Marthasterias glacialis

La station F sous la Ville Close au débouché du chenal, s'apparente à l'arrière-port. Son niveau plus élevé, et sa topographie donnant lieu à un important envasement en font exclure *Metridium* et *Sagartia*, remplacées par des coussinets d'*Isozoanthus sulcatus*. Cette station sert de transition avec le groupe suivant .

PORT DE CONCARNEAU



Carte II

d) Le chenal et l'avant-port constituent une zone de rencontre entre faune portuaire et faune marine. Dans le chenal apparaissent de nouvelles espèces surtout en épiphytes sur les algues :

<i>Electra pilosa</i>	<i>Plumularia setacea</i>
<i>Celleporella hyalina</i>	<i>Trididemnum cereum</i> (sur algue)
<i>Halecium</i> sp.	<i>Nolella dilatata</i>
<i>Kirchenpaueria simil./echinul.</i>	<i>Dynamena pumila</i>
<i>Barentsia gracilis</i>	<i>Alcyonidium polyoum</i>
<i>Pedicellina cernua</i>	<i>Anemonia sulcata</i>

Apparition de *Laminaria saccharina*, puis un peu plus en aval, de *L. digitata*
 Dans l'avant-port (pontons, corps-morts et jetée du port de plaisance, roches face à l'EAM), apparition de :

<i>Tubularia larynx</i>	<i>Adocia simulans</i>
<i>Calycella syringa</i>	<i>Chetopterus variopedatus</i>
<i>Sertularella polyzonias</i>	<i>Cerianthus lloydii</i>
<i>Sertularia argentea</i>	<i>Polyclinum aurantium</i>
<i>Scrupocellaria reptans</i>	<i>Fragarium elegans</i>
<i>Spirorbis corrugatus</i>	<i>Aplidium punctum</i>
<i>Spirorbis corallinae f. reptans</i>	
<i>Tealia felina</i>	<i>Asterina gibbosa</i>

Le renforcement du courant dans le chenal permet le développement d'*Adocia simulans* en buissons et l'implantation de *Tealia felina*.

Apparition à ce niveau de *Laminaria ochroleuca*, puis un peu plus en aval, de *Sacchorhiza bulbosa* accompagnées des premières *Corallina officinalis*.

D'après leur occurrence (ou non-occurrence) dans d'autres biotopes, les espèces présentes dans le port peuvent être classées selon cinq catégories:

- les espèces portuaires, dites "de salissures"
- les espèces indicatrices d'une certaine dessalure
- les espèces recherchant dans le port abri et présence de vase.
- les espèces pionnières
- les espèces ubiquistes.

espèces pionnières	espèces de "salissures"	espèces de dessalure	espèces recherch. abri et sédim.	espèces ubiquistes
<i>Pomatoc. lam.</i> <i>Pomatoc. triq.</i> <i>Ciona intest.</i>	<i>Tubularia larynx</i> <i>Ascid. aspersa</i> <i>Styela elava</i> <i>Sycon</i> sp. <i>Bugula neritina</i> <i>Bugula stolonif.</i> <i>Balanus improvisus</i>	<i>Mercierella enigm.</i> <i>Molgula manhatt.</i> <i>Obel. longissima</i> <i>Bowerbankia gracilis</i> (I) <i>Bowerbankia imbricata</i>	<i>Polydora ciliata</i> <i>Bowerb. gracillima</i> <i>Morchell. argus</i> <i>Bowerbankia gracilis</i> <i>Clytia gracilis</i> <i>Diplosoma lister</i> <i>Bougainv. ramosa</i> <i>Ficulina ficus</i> <i>Hymeniac. sang.</i> <i>Metrid. f. dianth</i> <i>Ophiothr. frag.</i> <i>Ophiocom. nigra</i> <i>Sagart. troglod.</i>	<i>Obelia dichot.</i> <i>Botryll. schlos.</i> <i>Clavelina lepad.</i> <i>Sertul. argentea</i> <i>Scrup. chelata</i> <i>Clytia johnst.</i> <i>Cereus pedunc.</i> <i>Balan. perfor.</i> <i>Balan. crenat.</i> <i>Mytilus</i> sp. <i>Metrid. f. pallid</i>
	(I) : espèces de la zone des marées		(I) <i>Gonothyra loveni</i> (I) <i>Elminius mod.</i>	<i>Laomed. flex. (I)</i> <i>Crypt. pallas (I)</i>

La station de Kersos apparait comme une station particulièrement appauvrie qualitativement : peu d'espèces y subsistent, mais elles y sont particulièrement luxuriantes. Ce sont :

- 2-3 espèces de Démosponges encroûtantes
- *Plumularia setacea*
- *Botryllus schlosseri*
- *Clavelina lepadiformis*
- *Anemonia sulcata*
- Polyclinidés
- *Ophiothrix fragilis*
- *Cucumaria* sp.

L'on y trouve aussi un reliquat d'espèces portuaires (*Bugula neritina*).

Les Spongiaires sont prédominants, tant en verticale qu'en Horizontale où ils ennoient les Corallines, donnant une physionomie très particulière :

leurs prolongements s'anastomosent et créent une sorte de dais; dans

l'espace ainsi ménagé entre ce dais et la roche grouille une multitude d'*Ophiothrix*. La frange infralittorale est réduite à quelques plaques d'*Umbonula littoralis* et de *Cruoria* sp. en horizontale. Les Corallines colonisent la majorité de l'espace en cette station peu profonde. Quelques Rhodophycées molles s'y adjoignent, parmi lesquelles *Gracilaria multipartita*, que l'on retrouve à Men Fall mais non aux autres stations.

Horizontales	Verticales	Surplombs
+++ <i>Corallina officinalis</i> fortement epiphytées de Spongiaires	+++ Démosponges ennoyantes	+++ Démosponges ennoyante
+++ Démosponges ennoyantes	++ <i>Plumul. setacea</i>	++ Hydraires
+++ <i>Ophiothrix fragilis</i>	++ <i>Rhodym. pseudop.</i>	++ <i>Aplidium punctum</i>
+ <i>Anemonia sulcata</i>	(+) <i>Bugula neritina</i>	+ <i>Fragarium elegans</i>
		++ Celleporidés
		<i>Bugula neritina</i>
		<i>Clavelina lepadif.</i>
		<i>Sycon</i> sp.
		Didemnidés (2 esp.)
		<i>Corynactis</i>

Cette station représente un appauvrissement par rapport au groupe suivant des stations très abritées et abritées. On peut penser que cet appauvrissement est dû à une certaine pollution, étant donné la situation de cette station au débouché du port.

II. Stations très abritées .

Ce sont les stations de la Baie de la Forêt, qui présentent , outre les espèces mentionnées ci-dessus :

- la présence d' *Alcyonium digitatum*, *Balanophyllia*, *Caryophyllia* et *Epizoanthus couchi* sous forme d'individus rares ou chétifs .
- la présence d'*Echinus esculentus*, *Spherechinus granularis* et *Luidia ciliaris* en très petit nombre.

La frange infralittorale, absente en fond de baie, tend à s'établir en horizontale à Pen ar Vas Hir. Les stations sont apparemment trop peu profondes pour le peuplement à *Dictyopteris*. A sa place se développe le "faciès contact du sable" à *Halidrys* et *Cystoseira*. Les Corallines sont toujours très épiphytées et les Spongiaires toujours dominants.

Horizontales	Verticales	Surplombs
<p>+ <i>Corallina</i> très épiphytées +++ Démosponges encroût. +++ <i>Ophiothrix fragilis</i> + <i>Aplidium punctum</i> + <i>Fragarium elegans</i> + <i>Morchellium argus</i> + <i>Aglaophenia septifera</i> ++ <i>Anemonia sulcata</i> + <i>Ficulina ficus</i> + <i>Salmacina dysteri</i></p>	<p>+++ Démosponges encroût. ++ <i>Aplidium punctum</i> ++ <i>Scrupocellariidés</i> ++ <i>Cellepora pumicosa</i> ++ <i>Amathia lendigera</i> ++ <i>Cucumaria</i> + <i>Schizop.hastata</i> + <i>Aglaophenia septif.</i> + <i>Clavelina lepad.</i> + <i>Diplosoma cupuliferum</i> + <i>Grantia compressa</i> + <i>Tethya aurantium</i> + <i>Pomatoceros sp.</i> + Bryoz. encroût. orange + Hydraires courts gris + Ascidies simpl. petit. (†) <i>Sycon sp.</i> (+) Plumulaires (+) Didemnidé gris <i>Alcyonidium digitatum</i> rachitique <i>Caryophyllia smithi</i> <i>Balanophyllia regia</i></p>	<p>Démosponges encroût <i>Aplidium punctum</i> <i>Scrupocellariidés</i> <i>Cellepora pumicosa</i> <i>Amathia lendigera</i> <i>Cucumaria</i> <i>Schizop.hastata</i> <i>Aglaoph.septifera</i> <i>Clavelina lepad.</i> <i>Diplosoma cupulif.</i> <i>Grantia compressa</i> <i>Tethya aurantium</i> <i>Pachymatisma johnst</i> <i>Epizoanth.couchi</i> <i>Sycon sp.</i> Plumulaires Didemnidé gris <i>A.digit.</i> (I grêle) <i>Caryophyl.smithi</i></p>

III.A. Stations côtières

a) stations abritées

Dès la station du Cochon, la diversité augmente brusquement par l'adjonction d'autres Anthozoaires : *Actinothoe sphyrodeta*, *Sagartia elegans*, *Eunicella verrucosa*, et de Calcisponges : *Chladrina coriacea*, *Leuconia johnstoni*.

La frange infralittorale n'est typique qu'en horizontale, avec au Cochon, passage latéral à un faciès à *Mytilus-Metridium f. pallidum*. Quelques *Chladrina* et *Leuconia* sont observés en surplombs de hauts niveaux. Les *Dictyopteris* apparaissent dès 5-6m, pour être dominants vers 9m.

Les stations de Pouldohan et Tudy ont, malgré leur diversité spécifique analogue à celle du Cochon, une physionomie un peu différente due à la texture de la roche : les larges dalles plates ont des flancs verticaux (60cm haut) très riches en microcavités, microfissures allongées horizontalement. L'on retrouve cet aspect à la Pointe de la Jument. Cette topographie est beaucoup plus favorable que celle en blocs arrondis ou en grands blocs lisses, comme c'est le cas général dans la Baie et au Glenan.

Ces trois stations abritées sont aussi les plus riches quantitativement : chaque espèce y est représentée avec une abondance moyenne (cf. Tab. annexe I). On constate cependant un net appauvrissement à partir de 5-6m, dû à la fine couche de vase sur les horizontales. Les épibioses des verticales et des surplombs sont également plus rases par réduction des Spongiaires.

Les peuplements de type abrité ont comme caractéristiques :

- Démosponges encroûtantes bien représentées , à la fois en nombre et en diversité
- Polyclinidés
- Ascidies simples
- Didemnidés
- Scrupocellariidés et Cténostomes *Amathia* bien représentés
- Bryozoaires encroûtants
- *Anemonia sulcata*
- *Balanophyllia regia*
- Hydraires peu variés
- Anthozoaires diversifiés mais peu nombreux.

On remarquera la prédominance des FILTREURS .

b) stations semi-exposées : (du Taro à la Pointe de Trévignon).

Le développement du peuplement typique de la frange infralittorale en horizontale et en verticale indique que cet ensemble est sujet à un déferlement non négligeable. Cependant les surplombs, quoique comportant quelques *Leuconia* ne sont pas typiques du mode exposé.

Ces stations présentent un fort appauvrissement quantitatif et qualitatif : seuls les premiers mètres sont riches et diversifiés. Dès 5-6m, la faune, fortement raréfiée, se concentre dans les fissures et les crampons de Laminaires. Une fine pellicule de vase recouvre les horizontales, la couverture de Mélobésiées n'atteignant pas 100% par endroits. Les parois tendent à être envahies par les *Corynactis viridis* : s'ils restent épars ou en petites plaques sur les verticales, la raréfaction des autres organismes en surplombs (et parois 45°) leur permet de s'étaler en grandes plaques. (cf. Tab. annexe II).

B. le faciès "proximité de la vase " .

Les stations proches de la vase ont comme caractéristiques générales :

- une strate arborescente à forte dominance *Sacchorhiza bulbosa*, pouvant comporter en sous-strate quelques *L. hyperborea* de taille réduite
- une grande réduction-voire disparition- des *Corallina officinalis*
- une sous-strate algale où dominent des formes ramifiées et filamenteuses comme *Heterosiphonia*, *Bonnemaissonia*, *Polysiphonia*, *Brongniartella*, *Asparagopsis Halopteris*, Ceramiacées.
- une forte remontée des *Dictyopteris* (jusque vers 3-4m).

Les changements faunistiques sont tout aussi marquants. On assiste à :

- un net appauvrissement qualitatif et quantitatif des Spongiaires
- une forte diminution des Polyclinidés et Didemnidés
- une remontée d'espèces circalittorales
- une augmentation qualitative des Hydraires
- une augmentation qualitative et quantitative des Anthozoaires, notamment des *Corynactis*

Les zones sous l'influence de la vase sont marquées par une réduction des filtreurs au profit des CARNIVORES.

Selon leur mode plus ou moins abrité, les hauts niveaux sont occupés soit par :

- + le début de l'infralittoral (pas de frange infralittorale) aux stations microabritées de Penfrst, Pen a men ,Run..
- + un faciès à *Mytilus-Metridium f. pallidum* (Linnuen, Laouen pod)
- + une zone à *Umbonula* typique (Nouarnou, Soldats, Gluet).

Les stations les plus abritées (Basse Diyen, Basse Brierou) sont aussi les plus appauvries. Les espèces restantes sont :

Horizontales	Verticales	Surplombs
<i>Caryophyllia smithi</i> <i>Aglaopheria sp.</i> <i>Ficulina ficus</i> <i>Aplidium punctum</i> <i>Anemonia sulcata</i> <i>Balanophyllia regia</i> <i>Botryllus schlosseri</i> <i>Tethya aurantium</i> <i>Epizoanthus couchi</i> <i>Sertularia argentea</i> <i>Eunicella verruc.</i> (indiv. en mauv. état) + Didemnidé gris + Celleporidés + <i>Cucumaria sp.</i>	<i>Caryophyllia smithi</i> + <i>Corynactis viridis</i> + <i>Alcyonium digitatum</i> <i>Pomatoceros sp.</i> (+) <i>Demosponge enc. grise</i> <i>Mycale rotalis</i> <i>Reniera viscosa f. sim.</i>	+++ <i>Corynactis viridis</i> ++ <i>Alcyonium digitatum</i> <i>Bicellariella ciliata</i> <i>Lichenopora mammillata</i> <i>Diplosoma cupuliferum</i> <i>Pachymatisma johnstoni</i>

Bien qu' à proximité des stations très abritées, elles s'en distinguent par l'absence de Corallines, la remontée de *Dictyopteris*, la présence de *Corynactis* en larges plaques. Cet appauvrissement pourrait provenir du déversement des produits de dragage lors du creusement des bassins de Port-la-Forêt.

Les autres stations ont un peuplement assez uniforme, dont le trait le plus marquant est le fort recouvrement des parois inclinées par des tapis de *Corynactis* et le développement des Hydraires (cf. Tab. annexe III). Ces stations présentent en commun avec les stations NE des Glenan (Penfret, Pen a Men, Run) : réduction des Démosponges encroûtantes, réduction ou absence de *Corallina officinalis*, remontée d'espèces circalittorales, telles que : *Alcyonium glomeratum*, *Epizoanthus marioni*, *Halecium halecinum*, *Lafoea dumosa*. Cependant, un nouvel apport faunistique aux stations des Glenan les sépare nettement.

IV . Stations du large en eau turbide, à vase non limitante :

Aux stations NE des Glenan réapparaissent , à côté des *Corynactis*, les filtreurs avec des espèces déjà rencontrées comme les Polyclinidés , mais surtout un nouveau contingent où dominent les Bryozoaires : Bugules, Flustres, Bryozoaires encroûtants, *Caberea boryi*, *Scrupocellaria scruposa*, *Eschara foliacea*, Cténostomes variés (cf. Tab. annexe IV) . Apparaissent également *Stolonica socialis*.

Les trois stations Penfret, Pen a Men, Run, à l'abri des déferlements d'Ouest, n'ont pas de frange infralittorale, sinon quelques rares colonies d'*Umboconula*. Leur faune présente quelque ressemblance avec celle des stations côtières abritées de Pouldohan-Tudy (abondance d'Ascidies , de Bryozoaires encroûtants Cténostomes et Scrupocellariidés), cependant les Spongiaires y sont beaucoup plus réduits (12-26% à Penfret) et bon nombre d'espèces profondes y sont remontées. Nous qualifierons ces trois stations de "micromilieus abrités". La station du Gluet présente un très beau développement de la frange infralittorale en horizontale et en verticale, une augmentation des Spongiaires (60-75%) et des Hydraires , et fait figure de transition vers les peuplements exposés d'eau claire.

V. Stations du large en eau claire, et mode exposé.

Un nouveau stock d'espèces apparait aux stations exposées de l'Ouest et du Sud-Est des Glenan. Ces stations sont nettement plus battues que les stations côtières, ces dernières ne recevant que des houles brisées par le seuil Glenan-Basse Jaune. Outre l'extension verticale beaucoup plus grande des peuplements végétaux, ces stations présentent :

- une frange littorale typique sur les trois inclinaisons. Les surplombs sont à Calcisponges, Balanes et *Distomus variolosus* f. séparée.

- un enrichissement qualitatif et quantitatif des Spongiaires encroûtants (70% démosponges et 13% calciponges en verticale, 60% démosponges et 35% calcisponges en surplomb, d'après DESCATOIRE 1967).
- une strate muscinale très fournie (Crisidés, Scrupocellariidés, Flustres)
- l'apparition d'*Antedon bifida* (dont quelques plages ont été trouvées aux Soldats)

Les filtreurs sont à nouveau prépondérants (cf. Tab. annexe VI) favorisés par une grande agitation. Ces nouvelles conditions d'eaux claires agitées ne conviennent guère aux Ascidies simples qui se réfugient en fissures ou en bas de paroi.

Cette prépondérance des filtreurs et cette luxuriance de vie diminue en profondeur, et, vers 15-20m apparaît une zone très pauvre, à Spongiaires réduits (26% en verticale), à dominance *Corynactis* - Hydraires, faisant la transition avec les peuplements circalittoraux. La vase déposée redevient alors limitante vers 30m. Les organismes des roches horizontales adoptent un port dressé pour échapper à la vase, port dressé permis par des conditions de calme.

Les peuplements sont alors :

- à dominance Spongiaires dressés, Hydraires et Alcyonaires, en horizontale,
- et à nouveau à dominance *Corynactis*-Hydraires, et Spongiaires réduits (36%) en verticale.

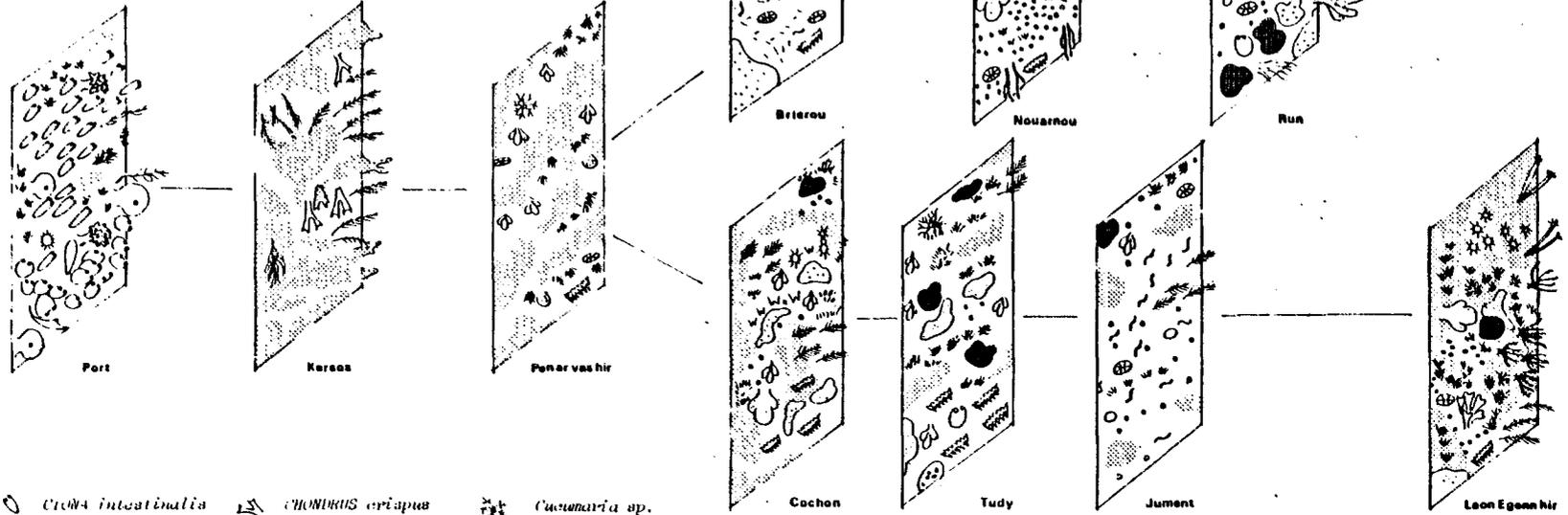
Enfin, dans les localités très sévèrement exposées, recevant de plein fouet les fortes houles, non brisées comme c'est le cas à Laon egen hir par 12km de plateau, telles les Tas de Pois, on assiste à un nouvel appauvrissement : il ne reste plus, vers 10-12m que des *Corynactis* et des *Antedon*. Les autres espèces (Crisidés ras, Flustres, *Alcyonium digitatum*, *Sagartia elegans*) sont réfugiés en fissures. Les eaux du large, pauvres en matières nutritives en suspension constituent un facteur limitant pour ce type de faune.

Synthèse :

Les figures 4 et 5 illustrent de façon schématique la physionomie des parois. + les parois verticales en zone moyenne (entre 5 et 9m) présentent dans le port une strate muscinale très importante et une strate encroûtante réduite. Dès la sortie du port cette dernière prend une extension remarquable : les Spongiaires dominent, avec peu d'espèces mais chacune offrant une luxuriance maximale, avec ennoisement des espèces voisines et émission de prolongements dressés. Les Démosponges encroûtantes, florissantes dans les milieux très abrités, diminuent au sortir de la baie pour faire place à un peuplement beaucoup plus diversifié où apparaissent des éléments muscinants (*Scrupocellaria*, *Amathia*). Ce peuplement va ensuite s'appauvrir progressivement le long de l'avant-côte, la strate encroûtante à base de Mélobésiées dominant largement. Par contre, sur les "basses" à proximité de la vasière domine une strate muscinale à base de *Corynactis*.

Niveau moyen (5 - 8m) _____

----- VERTICALE -----

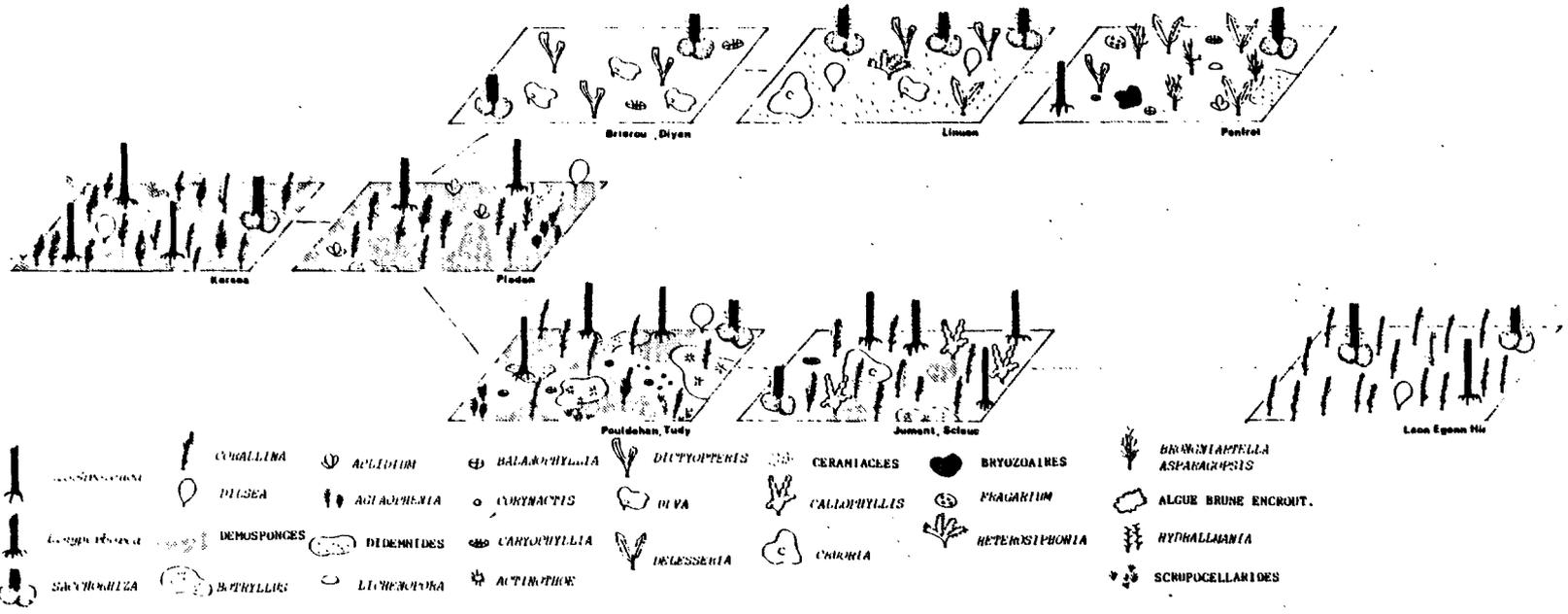


- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--|
| <i>CIRRHA intestinalis</i> | <i>CHONDRIUS crispus</i> | <i>Cucumaria sp.</i> |
| <i>FICULINA ficus</i> | PLUMBLAIRES | <i>ATLIDIUM punctum</i> |
| DEMOSPONGES encroûtantes | <i>BUGULA neritina</i> | <i>SCRUPOCCELLARIA rept. AMATHIA lendig.</i> |
| <i>ASCIDIELLA aspersa</i> | DEMOSPONGES encroûtantes | <i>CELLEPORA sp.</i> |
| <i>STYELA clava</i> | | <i>ALCYONIUM digitatum f. encroûtante</i> |
| <i>STYELA sp.</i> | | <i>CARYOPHYLLIA smithi</i> |
| <i>SARGASSUM longicaud.</i> | | <i>BALANUS perfor.</i> |
| <i>BUGULA neritina</i> | | <i>ACTINOPHOE</i> |
| <i>BUGULA stolonif.</i> | | BRYOZOAIRES encroût. |
| <i>OBELIA longicaud.</i> | | <i>ALCYONIUM digitatum</i> |
| <i>METRIDIUM acule.</i> | | <i>CORYNACTIS</i> |
| | | DIDEMNIDÉS |
| | | <i>HYDR. gazon.</i> |
| | | <i>OBELIA bident.</i> |
| | | <i>AGLAOPHENIA sp.</i> |
| | | <i>LARVEA dumosa</i> |
| | | POMATOCEROS |
| | | <i>BUGULA sp.</i> |
| | | <i>TUBULARIA and</i> |
| | | <i>FLUSTRA papyr</i> |
| | | <i>ANTEDON bifida</i> |
| | | <i>ALCYONIUM glomerat.</i> |
| | | <i>ASCIDIA sp.</i> |
| | | <i>LICHENOPORA</i> |
| | | CRISIDÉS |

Fig. 4

Niveau à CORALLINA _____

HORIZONTALE



Niveau à RHODOPHYCEES _____

HORIZONTALE

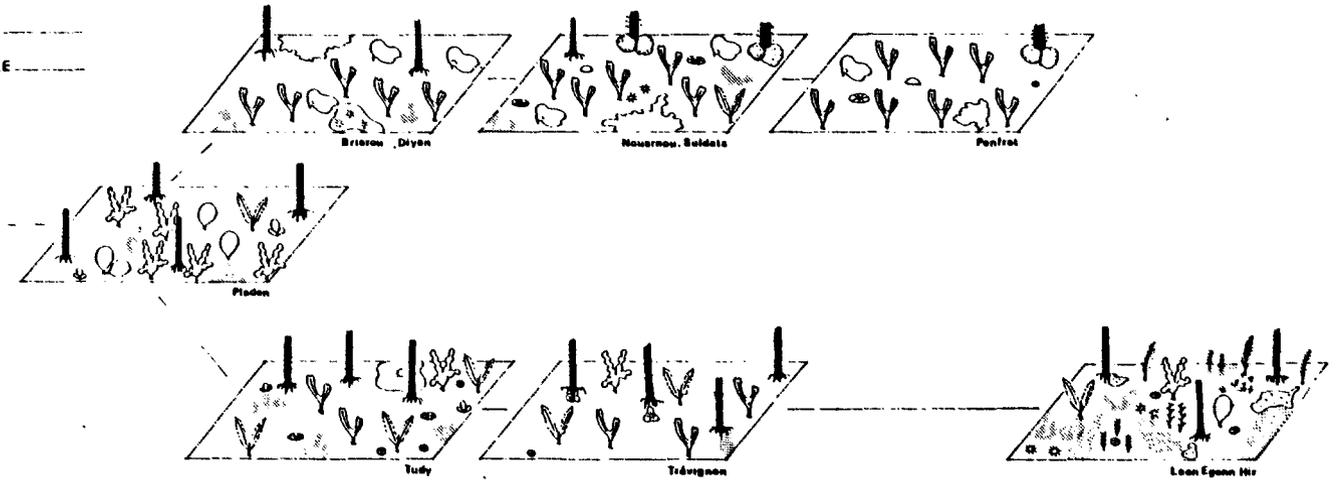


Fig 5

Dès que l'on sort de l'influence limitante de la vase, les peuplements redeviennent plus diversifiés: aux stations microabritées des Glenan, la strate encroûtante est à base de Mélobésiées, Didemnidés, Bryozoaires encroûtants, les Démosponges ne représentant que 12 à 26%. Ce recouvrement atteint 60% au Gluet qui fait figure de station de transition. Les stations exposées offrent de nouveau un fort recouvrement de Spongiaires (70% en verticale, 95% en surplomb) qui va faire place, aux stations très exposées, à un peuplement de *Corynactis* non jointifs (non figuré sur la figure).

- + En horizontale, l'évolution des strates animales offre les mêmes grands traits. Les niveaux illustrés sont le niveau à *Corallina officinalis*, vers 3-4m et le niveau à Rhodophycées molles dominantes. Les Démosponges exubérantes et ennoyantes aux stations très abritées (50 à 80%) se réduisent considérablement sur l'avant-côte et sur les basses. Elles sont également très réduites en profondeur. Aux stations exposées du large, les Corallines sont si denses dans les hauts niveaux que leur sous-strate se réduit aux seules Mélobésiées; il faut descendre vers 7-10m (Corallines et Rhodophycées molles mélangées) pour avoir un peuplement varié et un recouvrement de Spongiaires de l'ordre de 30%

Le long de ce double gradient, quatre grands types de peuplement s'individualisent :

- le peuplement portuaire, avec une faune spéciale où dominent les filtreurs (Ascidies Bryozoaires) et comportant des espèces caractéristiques (espèces dites "de salissures").
- Dans les milieux très abrités et abrités dominent également des filtreurs en l'occurrence des Spongiaires, auxquels s'ajoutent Ascidies et Bryozoaires.
- La proximité de la vase induit un peuplement à dominance de carnivores (*Corynactis*, *Alcyonium digitatum*, Hydraires)
- les filtreurs sont à nouveau bien représentés dans les milieux exposés d'eau claire, au côté des carnivores, avec un nouveau stock d'espèces adaptées à ces milieux.

En eau pure, cette agitation est bénéfique à la faune sessile en favorisant le renouvellement de l'eau et de la matière nutritive particulière dont les eaux pures sont assez pauvres. Cette agitation semble même nécessaire : sa diminution en profondeur s'accompagne d'un appauvrissement des peuplements, et l'on retrouve sur les verticales circalittorales un peuplement à *Corynactis*-Hydraires-Crisidés ras, ressemblant au faciès proximité de vase trouvé dans la baie.

Nous observons là un phénomène de submergence de zone, illustré dans la figure 6. Cependant le peuplement circalittoral ne remonte pas en baie avec tous ses composants, même si l'on en observe quelques éléments. Le faciès "proximité de vase" décrit en baie représente donc un état de transition vers le circalittoral.

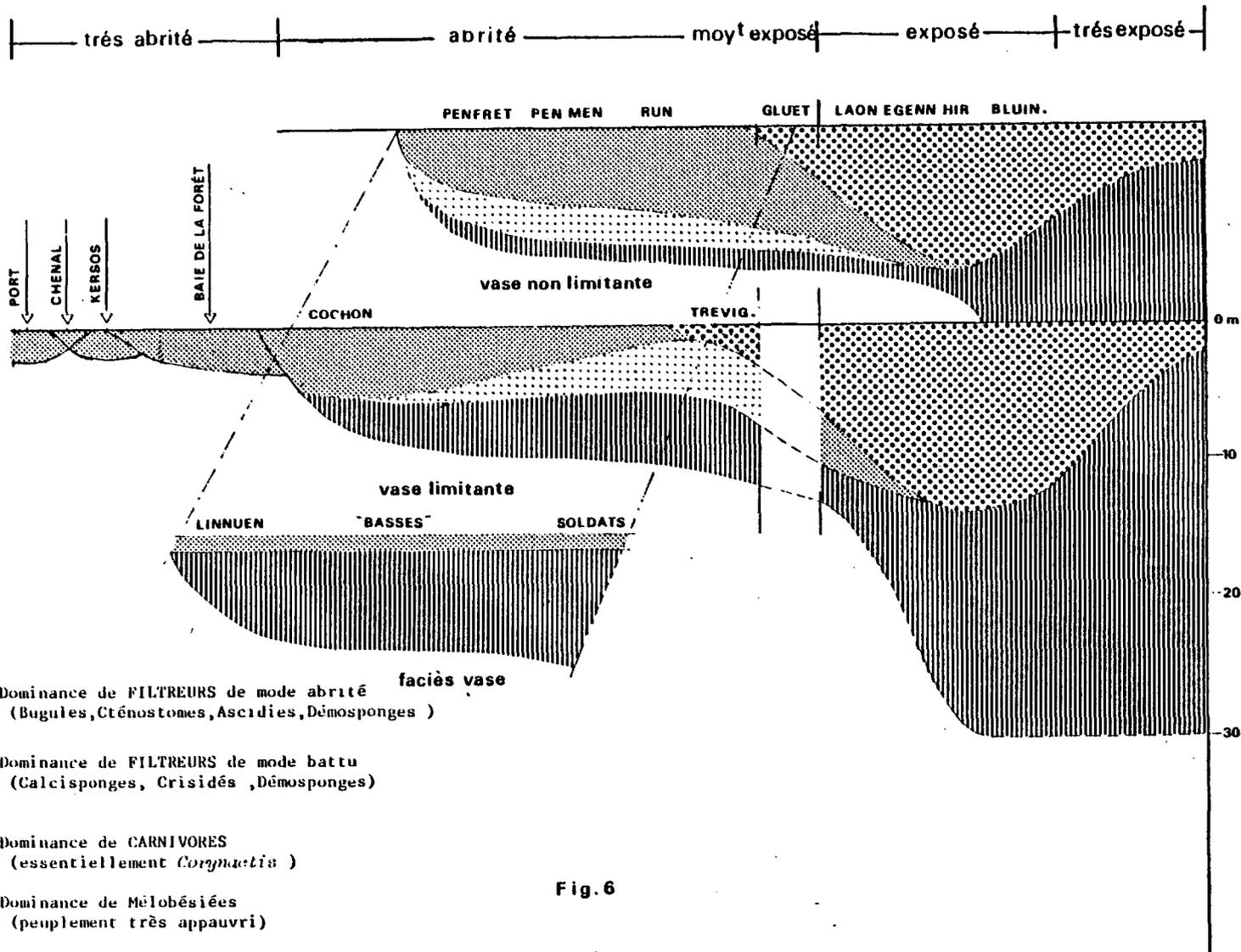


Fig. 6

Discussion :

Dans cette étude, nous avons tenté de définir les modifications des peuplements sessiles le long d'un gradient d'exposition croissante, en faisant abstraction de tout facteur perturbant. La connaissance des peuplements normaux en différents modes est, en effet, une étape nécessaire avant de déceler l'influence d'une perturbation. La présence du port crée un gradient de perturbation évident, se superposant au gradient agitation dans les parties les plus abritées de la baie. Les stations au débouché du port (Kersos, et à moindre degré Men Fall) montrent des signes évidents de déséquilibre, par rapport au fond de la baie de la Forêt. Kersos présente en effet 24 espèces de moins que Scoré-Pladen-PenVasHir réunis et, en moyenne 13 de moins que chaque station.

Les stations de la baie de la Foref sont également moins diversifiées que la station du Cœchon, avec 15 espèces en moins. Elles sont aussi plus abritées. Cette différence d'exposition pourrait à elle seule expliquer l'appauvrissement de la baie de la Forêt, zone peu profonde, subissant en été un échauffement prolongé. Celui-ci joint au faible renouvellement des eaux au cours du cycle de marée (selon DELANOE et PINOT) éliminerait certaines espèces comme les *Corynaectis*, favorisant les Spongiaires de mode calme, qui peuvent émettre des prolongements dressés et échapper ainsi à la sédimentation. Une autre cause d'appauvrissement est à envisager, résidant dans le dépôt au centre de la baie de la Forêt des produits de dragage du port de La Forêt. Un des traits les plus frappants des stations du Scoré et du Pladen est le film de vase recouvrant les frondes des algues aussi bien que la roche. Les Corallines, bien développées à Kersos, y sont rachitiques, et les Gorgones de la Basse Diyen sont mortes sur plus de la moitié de leur hauteur. Il est probable que ces dépôts affectent aussi les stations de Linnuen et de Laouen pod; leur influence vient s'ajouter à celle, naturelle de la vasière, pour réduire encore plus l'extension verticale des Laminaires. Il est dommage que nous ne possédions pas de données sur l'état de ces lieux avant les travaux. Selon le témoignage d'un plongeur les fréquentant depuis de longues années, cette baie de la Forêt était à l'origine beaucoup moins envasée et beaucoup plus riche.

CONCLUSION.

Au terme de cette étude préliminaire, nous pouvons tenter de mettre nos résultats en parallèle avec ceux obtenus par GLEMAREC & HILY (1981), pour les substrats meubles en baie de Concarneau.

Nous sommes en présence, pour les substrats durs :

- d'une zone de pollution maximale (sous l'égoût du port de pêche) qui comporte encore quelques espèces
- d'une zone polluée, le port, avec un cortège d'espèces (dites de salissures)
- d'une zone de transition, le chenal et l'avant port
- d'une zone soumise aux influences portuaires (Kersos et à degré moindre, Men Fall)
- d'une zone appauvrie par les dépôts de dragage (Scoré, Pladen, Brierou, Diyen)
- d'une zone normale (Le Cochon)

Ces résultats restent à affiner avec des indices de diversité spécifique. Ceux-ci seront établis lorsque le dépouillement total des récoltes sera terminé.

Tableau annexe I

Horizontales	Verticales	Surplombs
<p>+++ <i>Corallina officinalis</i> épiphyt. Spongiaires</p> <p>++ Démosponges encroût. + <i>Botryllus schloss.</i> + <i>Balanophyllia regia</i> <i>Cellepora</i> sp. <i>Caryophyllia smithi</i> Didemnidé gris (+) <i>Aglaophenia</i> sp. (+) <i>Scrupocellaria</i> sp. 6 <i>Corynactis vir.</i> (diss) <i>Lichenopora mammill.</i> <i>Anemonia sulcata</i> <i>Fragarium elegans</i> <i>Aplidium punctum</i> <i>Tethya aurantium</i> <i>Alcyonium digit.</i> (f. encroûtante)</p> <p>en plancher : <i>Sertularia argentea</i> <i>Tubularia indivisa</i></p>	<p>+ Démosponges encroûtantes <i>Botryllus schloss.</i> ++ <i>Amathia lendigera</i> ++ <i>Cellepora</i> sp. <i>Caryophyllia smithi</i> Didemnidé gris <i>Aglaophenia</i> ++ <i>Scrupocellaria</i> sp. ± <i>Corynactis viridis</i> (dissém) <i>Lichenopora mammillata</i> ++ <i>Grantia compressa</i> <i>Fragarium elegans</i> ++ <i>Aplidium punctum</i> ++ Didemnidé orange <i>Alcyonium digitatum</i> (f. encroûtante) <i>Bispira volutac.</i> <i>Clavelina lepadif.</i> Bryoz. encroûtants Plumulaires <i>Pachymatisma johnst.</i> <i>Sagartia elegans</i> Ascidie simple petite <i>Sertularella gr. ellisi</i> <i>Eudendrium</i> sp. <i>Pomatoceros</i> sp. <i>Diplosoma cupuliferum</i> Hydraires courts gris <i>Balanus perforatus</i> <i>Actinothoe sphyrodeta</i> <i>Sycon</i> sp. <i>Bicellariella ciliata</i> Crisidés <i>Cucumaria</i> sp. <i>Chlathrina coriacea</i> <i>Leuconia johnstoni</i> Didemnidé blanc <i>Amphisbetia opercul.</i></p>	<p>+++ Démospong. encroûtantes <i>Botryllus schloss.</i> ++ <i>Amathia lendigera</i> ++ <i>Cellepora</i> sp. (+) <i>Caryophyllia smithi</i> Didemnidé gris</p> <p>++ <i>Scrupocellaria reptans</i> ± <i>Corynactis viridis</i> (petites taches) + <i>Grantia compressa</i> <i>Aplidium punctum</i> Didemnidé orange <i>Alcyonium digitatum</i> (f. dressée, grêle) <i>Clavelina lepadif.</i> Bryoz. encroûtants Plumulaires <i>Ascidia mentula</i> <i>Eudendrium</i> sp. <i>Pomatoceros</i> sp. Hydraires courts gris <i>Balanus perforatus</i> <i>Actinothoe sphyrod.</i> <i>Sycon</i> sp. <i>Bicellariella ciliata</i> ++ Crisidés Calcisponges encroût. <i>Epizoanthus couchi</i> <i>Eunicella verrucosa</i> <i>Obelia</i> sp. <i>Bougainvillia ramosa</i> <i>Bugula</i> sp (I colonie)</p>

Peuplement des stations côtières abritées

Tableau annexe II

Horizontales	Verticales	Surplombs	
		3-4m	8-9m
<p>hauts niv: <i>Corall. officin.</i> très épiphytées profondeur: fine pellic. vase</p> <p>+ Démosponges (en crampons) (+) <i>Corynaectis</i> dissém.</p> <p>+ <i>Alcyonium digit.</i> (encrout) <i>Balanophyllia regia</i> <i>Caryophyllia smithi</i> Celleporidés <i>Diplosoma cupulif.</i> <i>Cucumaria</i> sp. <i>Botryllus schloss.</i> <i>Anemonia sulcata</i> <i>Cruoria</i> sp. Algue brune encroût. <i>Pomatoceros</i> sp. (+) <i>Lichenopora mammil.</i> <i>Aplidium punctum</i> <i>Bispira volut.</i> <i>Tethya aurantium</i> <i>Epizoanthus couchi</i> <i>Actinothoe sphyrodeta</i></p> <p>en plancher: <i>Eunicella verrucosa</i></p>	<p>++ Démosponges encroût. (+) <i>Corynaectis</i> dissém.</p> <p><i>Alcyonium digit.</i></p> <p>(+) <i>Caryophyllia smithi</i> + Celleporidés <i>Diplosoma cupulif</i> <i>Cucumaria</i> sp.</p> <p><i>Cruoria</i> sp.</p> <p><i>Pomatoceros</i> sp. (+) <i>Lichenop. mammil.</i> <i>Aplidium punctum</i> <i>Bispira volut.</i> <i>Tethya aurant.</i></p> <p>ε <i>Actinothoe sphyr.</i> ++ Bryoz. encroûtants (+) Crisidés (+) Scrupocellaridés (+) Didemnid. orange (+) <i>Sertular. ellisi</i> (+) <i>Sycon</i> sp. <i>Aglaophenia</i> sp. (+) Plumulaires (+) <i>Obelia</i> sp. (+) <i>Balanus perforatus</i> <i>Antennella secund.</i> (+) Campanulaires <i>Pachymatisma johnst</i> Didemnid. gris (+) Didemnid. blanc <i>Ascidia mentula</i> <i>Ciona inestinalis</i> (+) <i>Clavelina lepad.</i> <i>Sagartia elegans</i> (hauts niv.)</p>	<p>+++ Démospong. (+) <i>Corynaectis</i></p> <p>(+) <i>Alc. digit.</i></p> <p>ε <i>Caryoph. smi.</i> ++ Celleporidés ++ <i>Diplos. cupul.</i></p> <p><i>Pomatoceros</i> sp. <i>Lichenop. mam.</i> <i>Aplid. punct.</i></p> <p><i>Actinoth. sphyr</i> Bryoz. encr. Crisidés ++ Scrupocellar. Didemnid. orang. <i>Sertul. ellisi</i> <i>Sycon</i> sp. <i>Aglaophenia</i> sp. Plumulaires</p> <p><i>Balan. perfor.</i></p> <p><i>Pachymat. johnst</i></p> <p>(+) Didemnidés</p> <p><i>Clavelina lepad.</i></p> <p>++ <i>Grantia compr.</i> Calcisp. enc. <i>Eudendrium</i> sp. <i>Amathia lendig.</i></p>	<p>(+) Démospong. enc. +++ <i>Corynaectis</i> grand. plages ++ <i>Alc. digitatum</i></p> <p><i>Caryoph. smi.</i> (+) Celleporidés</p> <p>++ <i>Pomatoceros</i> sp</p> <p><i>Actinothoe sphy.</i> Bryoz. encroût.</p> <p><i>Sycon</i> sp.</p> <p>+++ Plumulaires</p> <p><i>Clavel. lepad.</i></p> <p><i>Grantia compr.</i></p> <p><i>Eunicella verr</i> <i>Lofcea dumosa</i> <i>Clava</i> sp. <i>Bicellar. cil.</i></p>

Tableau annexe III

Horizontales	Verticales	Surplombs
<p>(+) <i>Corynactis vir.</i> (dissém.)</p> <p>++ <i>Caryophyllia smithi</i> <i>Actinothoe sphyrodeta</i> <i>Cellepora</i> sp. <i>Clavelina lepadiformis</i> <i>Pomatoceros</i> sp. <i>Balanophyllia regia</i> <i>Anemonia sulcata</i> <i>Cucumaria</i> sp. <i>Bispira volut.</i> <i>Sertularia argentea</i></p> <p>++ Aglaophenidés Didemnidé gris</p> <p><i>Metridium f. pallidum</i> } hauts <i>Sagartia elegans</i> } niv.</p> <p><i>Epizoanthus couchi</i> <i>Eunicella verruc.</i> (planch.)</p> <p><i>Lichenopora mammillata</i> <i>Sertularella gr. ellisi</i></p> <p>⚡ Démosponges encroûtantes ⚡ <i>Botryllus schlosseri</i></p> <p>(+) <i>Tubularia indivisa</i> <i>Nemertesia ramosa</i></p>	<p>+++ <i>Corynactis vir.</i> ++ <i>Alcyonium digitatum</i> ++ <i>Obelia dichotoma</i> <i>Caryoph. smithi</i> + <i>Actinothoe sphyr.</i> <i>Cellepora</i> sp. <i>Clavelina lepad.</i> <i>Pomatoceros</i> sp. Crisidés (<i>C. ramosa</i>) Scrupocellaridés Hydriaires courts gris Bryoz. encroûtants <i>Diplosoma cupulif.</i> <i>Balanus crenatus</i> <i>Aglaophenia</i> sp. Didemnidé gris Plumulaires <i>Metridium f. pallidum</i> hauts niv. <i>Pachymatisma johnst.</i> <i>Amphisbetia opercul.</i> <i>Epizoanthus couchi</i> <i>Eunicella verruc.</i> <i>Tethya aurantium</i></p> <p>⚡ Démosponges encroût. ⚡ <i>Sycon</i> sp. ⚡ <i>Aplidium punctum</i> ⚡ Didemnidé orange ⚡ Didemnidé blanc</p> <p>+ <i>Tubularia indivisa</i> <i>Bougainvillia ramosa</i> <i>Cliona celata</i> <i>Antedon bifida</i></p>	<p>+++ <i>Corynactis viridis</i> ++ <i>Alcyonium digitatum</i> ++ <i>Obelia dichotoma</i> <i>Caryophyllia smithi</i> + <i>Actinothoe sphyrodeta</i> <i>Cellepora</i> sp. <i>Clavelina lepad.</i> <i>Pomatoc. sp.</i> Crisidés Scrupocellaridés Hydriaires courts gris Bryozoaires encroûtants <i>Diplosoma cupulif.</i> <i>Balanus crenatus</i> <i>Aglaophenia</i> sp. Didemnidé gris Plumulaires <i>Metridium f. pallidum</i> hauts niv. <i>Eudendrium</i> sp.</p> <p><i>Eunicella verrucosa</i></p> <p><i>Lichenopora mammil.</i> <i>Sertularella gr. ellisi</i> Démospong. encroûtantes (+) <i>Sycon</i> sp. <i>Grantia compressa</i> <i>Leucosolenia variabilis</i> <i>Bicellariella ciliata</i> Ascidies simples <i>Tubularia indivisa</i> "Alcyonium pusillum" <i>Ostrea edulis</i></p>
<p>++ <i>Halecium halecinum</i></p> <p>(+) <i>Sertularella polyzonias</i> <i>Corymorpha nutans</i> <i>Gymnangium montagui</i> <i>Haliclona oculata</i> <i>Stelligera</i> sp. <i>Scalpellum vulgare</i></p>	<p><i>Halecium halecinum</i> <i>Halecium sessile</i> <i>Halecium tenellum</i> <i>Sertularella polyzonias</i></p> <p>++ <i>Lafoea dumosa</i> <i>Antennella secundaria</i> <i>Plumularia diaphana</i></p> <p>++ <i>Obelia bidentata</i> <i>Metridium f. dianthus</i> <i>Alcyonium glomeratum</i> <i>Epizoanthus marioni</i></p>	<p><i>Halecium</i> sp.</p> <p><i>Lafoea dumosa</i> <i>Antennella secundaria</i> <i>Plumularia diaphana</i></p>

Tableau annexe IV

Horizontales	Parois fortement inclinées
<p>Mélobésiées < 100%</p> <p>Démosponges encroûtantes</p> <p><i>Lichenopora mammillata</i></p> <p><i>Schizomavella hastata</i></p> <p><i>Diplosoma cupuliferum</i></p> <p><i>Lissoclinum argyllense</i></p> <p><i>Polymastia robusta</i></p> <p>++ <i>Balanophyllia regia</i></p> <p><i>Caryophyllia smithi</i></p> <p><i>Crisia ramosa</i></p> <p><i>Aplidium nordmanni</i></p> <p><i>Fragarium elegans</i></p> <p><i>Morchellium argus</i></p> <p><i>Sertularella polyzonias</i></p> <p><i>Halecium halecinum</i></p>	<p>Mélobésiées</p> <p>(+) Démosponges encroûtantes (15-26%)</p> <p>++ <i>Schizomavella hastata</i></p> <p>+ <i>Schizoporella unicornis</i></p> <p>+ <i>Schizoporella longirostris</i></p> <p><i>Diplosoma cupuliferum</i></p> <p><i>Lissoclinum argyllense</i></p> <p><i>Lissoclinum weigelei</i></p> <p><i>Didemnum candidum</i></p> <p><i>Didemnum helgolandicum</i></p> <p>++ <i>Halecium sessile</i></p> <p><i>Epizoanthus marioni</i></p> <p><i>Calliactis parasitica</i></p> <p><i>Crisia ramosa</i></p> <p><i>Caberea boryi</i></p> <p><i>Bugula plumosa</i></p> <p><i>Bugula calathus</i></p> <p><i>Bugula flabellata</i></p> <p><i>Bugula turbinata</i></p> <p><i>Flustra papyracea</i></p> <p><i>Ascidia mentula</i></p> <p><i>Corella parallelogramma</i></p> <p><i>Polyclinum aurantium</i></p> <p><i>Fragarium elegans</i></p> <p><i>Morchellium argus</i></p> <p><i>Stolonica socialis</i></p> <p><i>Laomedea calceolifera</i></p> <p><i>Plumularia diaphana</i></p> <p><i>Bougainvillia ramosa</i></p> <p><i>Sertularella polyzonias</i></p> <p><i>Obelia bidentata</i></p> <p><i>Antennella secundaria</i></p> <p><i>Monothea obliqua</i></p> <p>Bryoz. Cténostomes variés (<i>Amathia</i>, <i>Valkeria</i> <i>Mimosella</i> etc)</p> <p><i>Eunicella verrucosa</i></p> <p><i>Alcyonium glomeratum</i></p> <p><i>Eschara foliacea</i> f. encroût. (f. dressée en microgrottes)</p>

Peuplement des stations "microabritées" du large

(Glenan, horizon supérieur à *L. hyperborea*)

Données extraites de Thèses 3ème cycle, partie commune, 1967

Tableau annexe V

Horizontales	Parois fortement inclinées
<p>Mélobésiées Démospoges encroûtantes (30%)</p> <p><i>Diplosoma cupuliferum</i> <i>Didemnum candidum</i> <i>Lissoclinum argyllense</i> ++ <i>Balanophyllia regia</i> <i>Scrupocellaria reptans</i> ++ <i>Aplidium nordmanni</i> ++ <i>Aplidium pallidum</i> ++ <i>Hydrallmania falcata</i> <i>Sertularia argentea</i> <i>Nemertesia ramosa</i></p> <p>en plancher : <i>Nemertesia perrieri</i> var. <i>antenn.</i> <i>Eunicella verrucosa</i> <i>Cryophyllia smithi</i> <i>Stelligera stuposa</i> +++ Démospoges encroûtantes (95%)</p>	<p>Démospoges encroûtantes (60-70%) Calcisponges encroûtantes (30-35%) <i>Leuconia johnstoni</i> <i>Clathrina coriacea</i> <i>Aphroceras cliarensis</i></p> <p><i>Schizomavella hastata</i> <i>Schizomavella auriculata</i> <i>Smittina landsborovii</i> <i>Smittina affinis</i> <i>Polysyncraton bilobatum</i> <i>Scrupocellaria reptans</i> <i>Scrupocellaria scruposa</i> Crisidés (<i>C.eburnea</i> domin;) <i>Celleporina hassalii</i> <i>Alcyonium digitatum</i> <i>Corynactis viridis</i> <i>Actinothoe sphyrodeta</i> <i>Aplidium punctum</i> <i>Ascidiella scabra</i> <i>Eudendrium glomeratum</i> <i>Sertularella gr. ellisi</i> <i>Tubularia indivisa</i> <i>Flustra papyracea</i> <i>Antedon bifida</i></p> <p>en fissures: <i>Cellepora pumicosa</i> <i>Cellepora avicularis</i> <i>Eschara foliacea</i> Ascidies simples</p> <p>cas des grottes: <i>Stryphnus ponderosus</i> <i>Polysyncraton lacazei</i> "Alcyonium pusillum" <i>Paraerythropodium coralloides</i> <i>Hoplargia durothrix</i> <i>Parazoanthus haddoni</i> <i>Cellepora avicularis</i> <i>Scrupocellaria scruposa</i></p>

Peuplement des stations exposées du large

(Glenan, horizon supérieur à *L. hyperborea*)
Données extraites de Thèses 3ème cycle, partie communes, 1967)

REFLEXIONS . ET PROPOSITIONS SUR UN PROJET
DE CARTOGRAPHIE BIONOMIQUE DES COTES FRANCAISES

Michel GLEMAREC

- Cartographie écologique des peuplements marins
- Principes d'établissement des cartes biosédimentaires
- Méthodes cartographiques
- Projet de faisabilité
- Cartes détaillées
- Estimation financière

CARTOGRAPHIE ECOLOGIQUE DES PEUPEMENTS MARINS

Les études écologiques sur le littoral et la plateforme continentale sont nombreuses, parfois ponctuelles, et ont été utilisées en fonction de problèmes posés différemment (aménagement, protection d'une ressource biologique ...). De plus, les différents Chercheurs ont développé leur modèle de répartition des peuplements, en fonction des facteurs écologiques qu'ils estimaient prépondérants. Seule, la cartographie permet d'utiliser toutes ces données éparses, grâce à l'effort de synthèse que nécessite l'expression cartographique.

Deux types de cartes peuvent être distingués :

1°/ Les cartes au 1/20.000 de la zone intertidale et du très proche littoral, où les moyens actuellement offerts par la télédétection apportent des éléments nouveaux et considérables en milieu rocheux (détection des principales ceintures algales) - précisent les limites de cette interface terre-mer (cartographie des marais et de leurs constituants floristiques),

- mais nécessitent encore un travail de recherche sur les signatures en milieu intertidal meuble.

Il faut là, développer ce qui a été présenté dans le programme "VEILLE ECOLOGIQUE DES COTES BRETONNES", et synthétiser ce qui est réalisé dans les différents programmes de Télédétection (C.N.E.X.O., A.T.P. du C.N.R.S. ...).

2°/ Les cartes du plateau continental français.

Elles sont essentiellement biosédimentaires, les fonds rocheux n'apparaissant que sous leurs contours au-delà de la zone détectable par Télédétection.

Le problème de la bathymétrie se pose de façon aiguë et le recours à une bathymétrie automatique est possible dans le cadre du S.H.O.M., même si les données sont parfois anciennes. Mais, il n'est pas possible d'attendre les progrès fulgurants que l'on peut espérer de l'utilisation de sonars latéraux.

Une fois en possession d'une telle bathymétrie, avec les contours des fonds rocheux, les éléments biosédimentaires doivent être présentés à différentes échelles.

A/ Les grandes entités sédimentaires (Grande Vasière par exemple) ne peuvent apparaître que sur des cartes au 1/500.000. Compte tenu de la taille d'un Atlas format 84-60, le découpage est le suivant pour La Manche et l'Atlantique :

Manche orientale

Manche occidentale

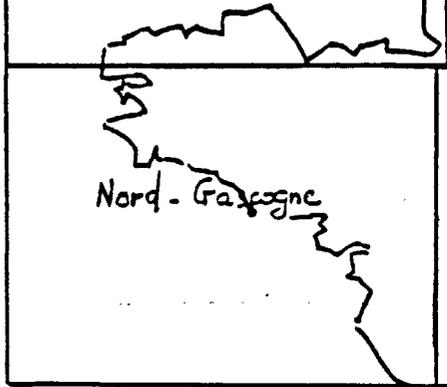
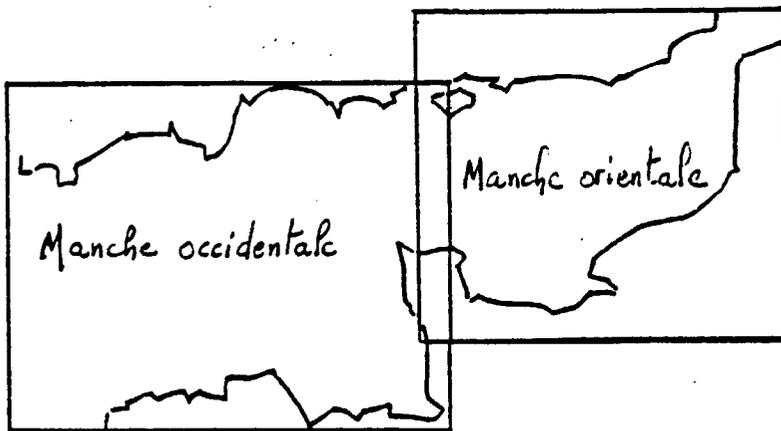
Plateforme nord-Gascogne (publiée)

En ce qui concerne la plateforme sud-Gascogne et sa relative homogénéité, il est proposé (J.M. BOUCHET) deux cartes au 1/250.000 : ROYAN et BAYONNE, qui ne nécessiteront pas ensuite la couverture au 1/100.000.

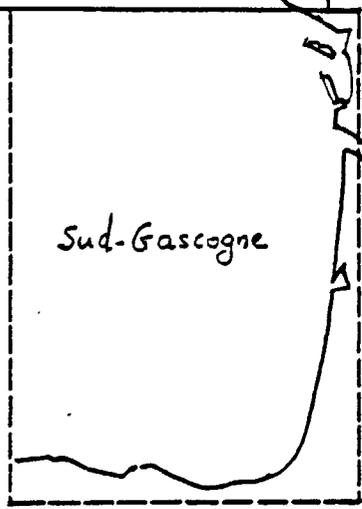
B/ Les cartes au 1/100.000

Les cartes réalisées et publiées pour la partie nord-Gascogne (CNEXO, 1975) ont montré tout l'intérêt de cette échelle, comme l'avaient choisie également les sédimentologues. (Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France au 1/100.000, publiée par la DGRST et le CNEXO.

Cependant, les découpages proposés ci-dessous, ont pour souci de ne pas couper malencontreusement, autant que possible, une même entité biosédimentaire.



1 / 500.000



1 / 250.000 x 2

C/ Il existe des cartes déjà réalisées à d'autres échelles (1/25.000 ou 1/50.000) dans le cadre du S.A.U. par exemple. On en trouvera la liste ci-dessous. Elles répondent à une étude précise et ne pourront jamais être présentées dans le cadre d'une couverture générale.

Toutes ces cartes doivent pouvoir s'insérer dans un atlas de taille 84 x 60, les maquettes sont prévues à cet effet.

PRINCIPES D'ETABLISSEMENT DES CARTES BIOSEDIMENTAIRES

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'Atlas maritime du littoral français, mis en oeuvre par le Centre National pour l'Exploitation des Océans, le Laboratoire d'Océanographie Biologique de l'Université de Bretagne Occidentale édite les cartes biosédimentaires du plateau continental du Golfe de Gascogne. Ce sont les principes généraux des cartes biosédimentaires qui sont exposés ci-dessous.

Les travaux antérieurs à l'échelle du plateau continental du Golfe de Gascogne, en collaboration avec les Géographes PINOT et VANNEY, ont permis de définir les unités de peuplement correspondant chacune à un sédiment particulier. Ces unités de peuplements se répartissent en trois étages climatiques : l'infralittoral, le circalittoral côtier et le circalittoral du large, couramment rencontrés sur le plateau continental, en quatre séries "édaphoclines", elles-mêmes découpées en plusieurs sous-ensembles.

Les systèmes de caractérisation utilisés jusqu'ici sont fondés généralement sur le choix des grandes coupures dimensionnelles, qui n'ont pas toujours signification biologique. Certains systèmes utilisés envisagent les innombrables combinaisons à priori possibles, mais ne tiennent pas compte du fait que ces agencements de fractions granulométriques ne sont pas également probables. Certains sont réalisés avec une très haute fréquence, d'autres avec une extrême rareté.

Biologiquement, il était souhaitable de mettre l'accent sur les types effectivement réalisés avec une certaine fréquence. Ceci pour la raison biologique suivante : seuls les substrats suffisamment représentés sont susceptibles de donner au cours de l'évolution des espèces, un peuplement caractéristique.

Les cartes biosédimentaires sont le point de départ de recherches dans le domaine de l'estimation de la fertilité des fonds ; la fertilité biologique d'un fond étant l'aptitude de ce milieu à soutenir une production de matière organique par unité de temps.

Les applications biologiques de ces cartes sont nombreuses, et à des fins biologiques, l'expression synthétique de la granulométrie était nécessaire.

Il n'est pas inutile de se référer au document C.N.E.X.O. (TOUSSAINT, Janvier 1983), sur les Plans d'Utilisation de la Mer.

Ces principes sont édités dans ^{l'Atlas} des cartes biosédimentaires et sont publiés : CHASSE, C & GLEMAREC, M., J.Rech.Océanogr., Vol. I, n°3, 1976.

PRINCIPES GÉNÉRAUX

DES CARTES

BIOSEDIMENTAIRES

CLAUDE CHASSÉ
MICHEL GLÉMAREC

LABORATOIRE D'Océanographie Biologique
- UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE -

Les cartes d'écologie sédimentaire reposent sur une typologie souple des fonds marins meubles basée conjointement :

— sur la distribution des espèces animales, leurs affinités entre elles et vis-à-vis des divers sédiments. Les espèces animales considérées appartiennent toutes à la macrofaune endogée (Mollusques, Vers, Crustacés et Echinodermes ayant une taille supérieure au millimètre et vivant enfouis dans les sédiments) ;

— sur les climats marins régnant sur ces fonds et particulièrement sur l'ampleur et la fréquence des fluctuations des facteurs climatiques (température, salinité, lumière, assèchement) ;

— sur les caractéristiques sédimentaires écologiquement efficaces (stabilité et potentiels oxytrophiques des sédiments, CHASSE, 1968-1972). Elles ne sont pas liées de manière simple et univoque à l'un quelconque des paramètres de la granulométrie classique, mais de manière synergique aux propriétés d'ensemble de ceux-ci, de telle sorte qu'il nous a paru nécessaire de proposer une expression édaphique de synthèse nouvelle n'isolant aucun paramètre, mais permettant cependant une cartographie des fonds sédimentaires. Elle est cependant susceptible d'être aussi détaillée qu'on le voudra en traçant à l'intérieur de séries reconnues distinctes par le triage, les courbes d'isomoyennes ou d'isomédiannes granulométriques.

Cette expression est adaptée à la fois :

- à la transcription complète de toutes les caractéristiques granulométriques ;
- au « transcodage » des diverses expressions sédimentaires proposées par l'ensemble des auteurs antérieurs ;
- à l'interprétation de la dynamique sédimentaire en liaison avec l'intensité hydrodynamique (vitesses des courants et houles) et l'histoire géologique récente ;
- à la délimitation des ensembles représentatifs des peuplements à la fois qualitativement et quantitativement. Cela afin d'offrir le cadre du développement progressif d'un schéma de la fertilité biologique relative des divers fonds de pêche.

I. LES FACTEURS ECOLOGIQUES

A) LA NATURE DES FONDS

1° Les traits fondamentaux des sols sédimentaires généralement retenus sont de nature granulométrique (fréquence des particules des diverses dimensions). Les systèmes de caractérisation utilisés jusqu'ici sont fondés généralement sur le choix de grandes coupures dimensionnelles plus ou moins arbitraires.

2° Les systèmes utilisés, de nature essentiellement descriptive, envisagent les innombrables combinaisons a priori possibles, mais ne tiennent pas compte du fait que ces agencements de fractions granulométriques ne sont pas également probables. Certains sont réalisés avec une très haute fréquence, d'autres avec une extrême rareté. Il semble que dans ce souci de simplification nécessaire à la cartographie, il soit souhaitable de mettre l'accent sur les types effectivement réalisés avec une haute fréquence. Cela aussi pour la raison écologique suivante : seuls les substrats suffisamment représentés, donc fréquemment réalisés dans la nature, sont susceptibles de donner au cours de l'évolution des espèces un peuplement caractéristique.

Le fait que toutes les combinaisons susceptibles d'exister ne soient pas réalisées dans la nature, implique l'intervention de phénomènes dynamiques qui seuls peuvent les expliquer.

3° Le principe utilisé dans l'élaboration du schéma édaphique a été de choisir, parmi plusieurs milliers, environ 250 granulométries de provenance extrêmement diverses et représentant tous les types de peuplements et de sols. En projetant les valeurs entières en unités Φ de chaque courbe granulométrique sur l'axe des pourcentages, on obtient des colonnes qu'il est possible de classer par tâtonnement en les déplaçant de proche en proche, selon les compatibilités de voisinage progressif. Des séries incompatibles entre elles apparaissent et s'avèrent correspondre à des faunes également caractéristiques et incompatibles entre elles (fig. 1).

Notre base initiale a été la série dimensionnelle des arènes des diverses roches cristallines et cristallophyl-liennes qui sont le point de départ obligatoire de la dynamique sédimentaire. De là, nous avons considéré l'existence ou l'absence d'un agent de déflation hydraulique ou éolien compétent pour éroder ces matériaux de départ. Dans le cas d'incompétence, l'arène ne peut que rester identique à elle-même ou se voiler d'un film sédimentaire, c'est l'origine de notre première série. Si l'agent est compétent pour éroder le matériel, dans une première étape la phase fine et moyenne sera entraînée, et seule restera sur place la fraction résiduelle la plus grossière, c'est le point de départ de notre seconde série, qui comprend également le matériel en transit déposé plus ou moins temporairement sous forme de dunes. Enfin, une troisième série comprend le matériel qui se décante dans les zones abritées et qui est de plus en plus envasé au fur et à mesure que l'agent s'affaiblit.

A côté de ces séries arénogènes, minérales, siliceuses ou silicatées à grains relativement arrondis, il existe une série biogène calcaire formée par les « coquilles brisées et moulues ». Elles sont constituées de coquilles de Mollusques et Brachiopodes, de tubes de Polychètes Serpuliens, de plaques de Cirripèdes et Oursins, d'articles de Bryozoaires, de tests de Foraminifères, de fragments de Madreporaires, de thalles d'algues Mélobésiées. Ces grains ont une géométrie moins ramassée. Ils sont considérablement plus aplatis ou plus allongés. Ces éléments biogènes sont susceptibles, soit de se mêler à du matériel arénogène en assez faible proportion (< 30 %), auquel cas ils ne modifient pas beaucoup les propriétés d'ensemble du sédiment, soit au contraire de constituer l'essentiel du sédiment (≥ 60 %), ils confèrent alors aux sédiments des propriétés particulières (bonne mobilité, bonne oxygénation...). Leur comportement hydrodynamique à taille égale est différent, ce qui nécessite de distinguer une série particulière constituée des sables fortement biogènes. D'une manière générale et surtout dans les sédiments

EXPRESSION SYNTHETIQUE DE LA GRANULOMETRIE DES DIVERS FONDS SEDIMENTAIRES

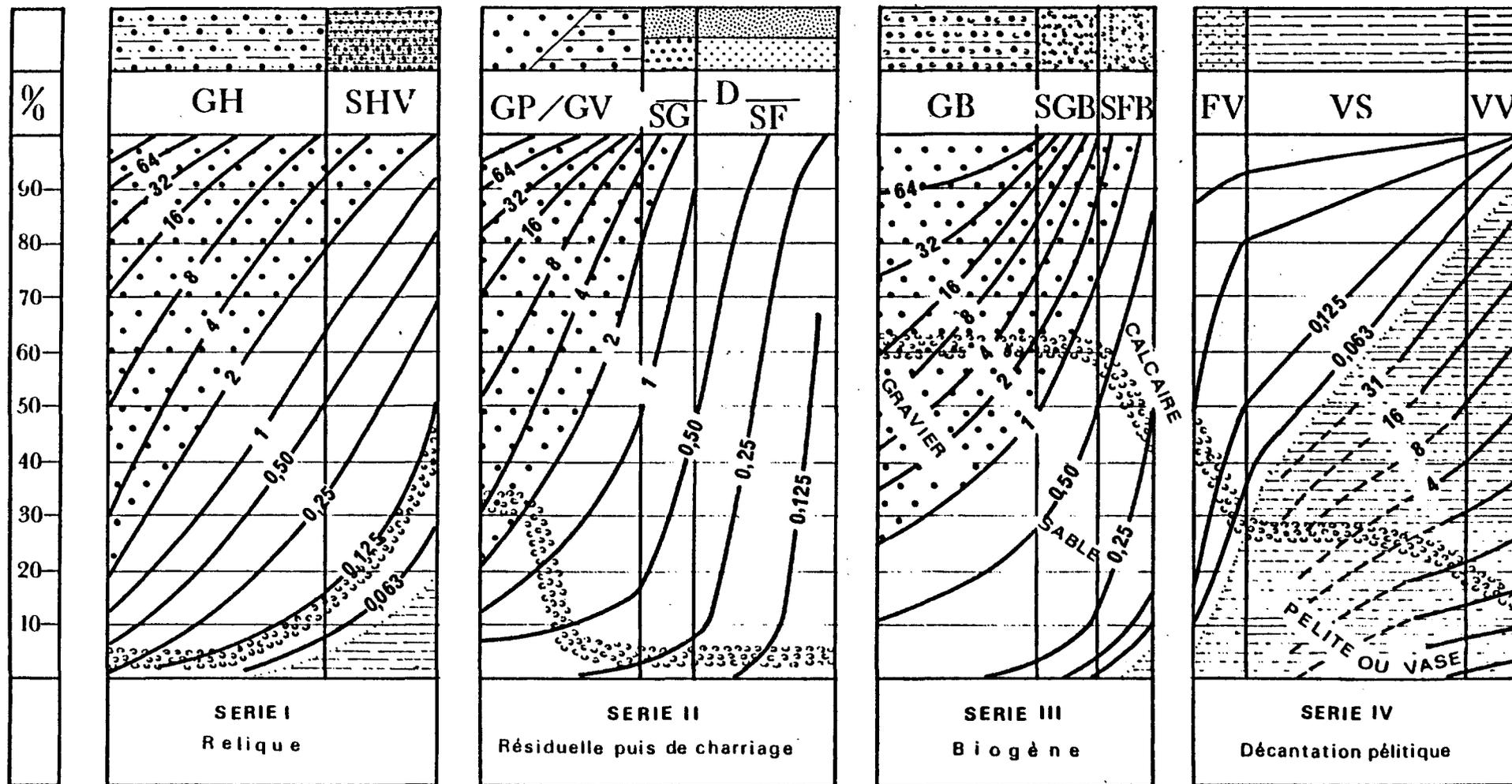


Fig. 1. — Légende : A toute verticale du graphique correspond un sédiment déterminé dont on lit, aux intersections avec les courbes d'isodimension, la composition granulométrique en pourcentage pondéral sur l'axe des ordonnées. L'évolution de la teneur moyenne en calcaire est également précisée.

GH graviers hétérogènes sableux, SHV sables hétérogènes plus ou moins envasés
 GP graviers propres, GV graviers vaseux, SG sables grossiers, SF sables fins
 GB graviers biogènes, SGB sables grossiers biogènes, SFB sables fins biogènes
 FV sables fins vaseux, VS vases sableuses, VV vases franches, D sédiments dunaires

grossiers, pour une même taille moyenne, la dispersion des tailles autour de celle-ci est plus accentuée pour les sédiments biogènes que pour les sédiments siliceux. Une particularité propre aux fractions biogènes est de pouvoir se former sur place, de s'y fragmenter sous l'action des organismes perforants et donc éventuellement d'ajouter à des sédiments très divers, mais d'une taille donnée en équilibre avec les agents de transport locaux, une phase autochtone beaucoup plus grossière et très hétérométrique d'importance variable et cela en dehors des actions de transport (triage, accumulation transitoire et dépôt) par les agents physiques (hydrodynamiques, gravifiques et éoliens). Il faut mentionner le rôle considérable géomorphologique et sédimentaire d'aménagement des fonds par les organismes endogés : mélange, triage, ameublement par les psammivores, piégeage et concrétionnement par les végétaux, les animaux tubicoles.

L'hydrodynamique actuelle ne saurait expliquer dans tous les cas les caractères des fonds sédimentaires et de leurs entités morphologiques. La dynamique sédimentaire du plateau continental doit nécessairement se situer dans le cadre de l'eustatisme quaternaire et tout particulièrement dans celui de la marche de la dernière transgression (flandrienne). Selon l'expression du géographe, J.-P. PINOT (1967), « le plateau continental peut être défini comme le « lieu », au sens géométrique du terme, où passent les littoraux successifs, et où l'on a un modelé caractérisé par l'alternance plus ou moins périodique du façonnement continental, du façonnement littoral et du façonnement sous-marin. Toutes proportions gardées, le plateau continental est une sorte d'estran dont les « marées » sont à l'échelle du stade glaciaire et non à celle de la demi-journée. »

Lors de chacune des régressions, le plateau continental entièrement émergé était, particulièrement dans sa marge externe, du fait de sa très faible pente ($< 1\%$), le lieu d'alluvionnements fluviaux considérables, dont témoigne la largeur des vallées et des rias. La mer transgressive, remaniant les sédiments mis en place et déjà triés par les agents fluviaux, poussait devant elle son trait de côte avec les différents ensembles morphologiques connexes (cordons littoraux, lagunes de barrages), estompant ainsi sur son passage les formations plus anciennes, n'en laissant que des vestiges (fractions éluviales résiduelles de galets et de graviers).

En dehors des questions d'étagement climatique, les peuplements se répartissent en quatre séries continues (édaphoclines), elles-mêmes découpées en plusieurs sous-ensembles.

1^{re} série

« LA SERIE RELIQUE ET APPARENTEE »

Deux sous-ensembles apparaissent :

- les graviers sableux hétérogènes GH
- les sables hétérogènes envasés SHV

le terme hétérogène soulignant le caractère essentiel de la série. Selon les roches dont ils proviennent, la médiane varie de 5 mm à 0,5 mm (GH) et de 0,5 à 0,125 mm (SHV). L'hétérogénéité mesurée par la déviation standard en unité Φ est forte et varie de 2,5 à 2 (ce qui signifie que le 16^e percentile est 32 à 16 fois plus grossier que le 84^e percentile).

Les GH et les SHV sont généralement des formations reliques terrestres peu remaniées par le milieu marin. Elles ne subissent qu'un délayage superficiel et qu'une faible accrétion vaseuse, par contre la bioturbation par les animaux fouisseurs peut être importante. Elles sont à l'origine, par triage et dépôt, de séries sédimentaires siliceuses. Elles proviennent, soit directement de l'altération pédogénétique terrestre ancienne et relativement sur place des roches, aucun remaniement et triage important n'ayant eu lieu. Il s'agit d'arènes, reliques terrestres souvent solifluées et actuellement ennoyées, disposées en terrasses étagées ; c'est pourquoi elles sont représentées :

- en bordure arrière des reliefs et des îles de la dorsale interne (Glénan, Groix, Quiberon, Belle-Ile, Houat, Hoëdic, Noirmoutier) ;
- le long de la côte elle-même lorsqu'elle est abritée par les îles (Mor bras, coureau de Groix).
- sur les platines calcaires érodées sub-affleurantes dont le pertuis charentais ;
- dans la partie centrale de la baie de Douarnenez et sur le pourtour de la partie centrale de la rade de Brest ;
- et au large de la Grande Vasière, au sommet des interfluvies, là où le matériel détritique en mouvement est insuffisant pour former des « ridins » ou au moins des « sand ribbons » qui les masqueraient comme en Iroise et en mer celtique.

Ils proviennent dans un autre cas de processus tout à fait différents dans des zones d'hydrodynamisme très instable (il s'agit d'une convergence granulométrique). Des sédiments de granulométrie différente, microstratifiés, se mettent en place et leur mélange est réalisé dans la drague (chenaux de la Loire, baie de Vilaine, banc de Quiberon...).

2^e série

● Le premier sous-ensemble est constitué par le résidu laissé sur place du triage des arènes GH par les agents hydrauliques (courants et vagues). Il faut distinguer, selon un hydrodynamisme décroissant :

a) Les graviers propres GP, si les eaux de percolation sont propres, et les graviers envasés GV, si au contraire les eaux de percolation sont sales, riches en vase qu'elles abandonnent en transitant dans l'épaisseur du sédiment. Ce matériel étant résiduel, sa granulométrie — identique dans les deux cas — est beaucoup plus grossière que le matériel dont il provient, la moyenne granulométrique étant supérieure à 1 mm. Ils se localisent au vent des roches et des îles et dans les chenaux, formant d'immenses zones, notamment en Iroise... Les graviers envasés sont localisés dans des régions plus abritées, à l'abri des îles ou au pied des graviers propres au contact de formations vaseuses (Penmarc'h Bihan, sud de Birvideaux...).

b) Les sables grossiers SG. Ils proviennent d'un charriage sur le fond par les courants (dus aux marées ou aux vagues) d'un matériel dont la moyenne est comprise entre 1 et 0,5 mm. Ils forment de vastes surfaces de migration au contact des GP là où les courants s'affaiblissent.

• Le deuxième sous-ensemble inclut les sables fins et bien triés à moyenne granulométrie comprise entre 1/2 et 1/8 de mm. C'est la catégorie dimensionnelle à la fois la plus mobile et la plus remaniable.

Ces sables fins SF sont toujours bien triés et dépourvus de vase. Les sables fins compris entre 1/4 et 1/8 de mm sont généralement charriés par les vagues vers la côte où ils constituent les sédiments des plages largement ouvertes au large, au contact notamment des SG. Cette série provient donc, par triage, des GH avec lesquels elle conflue dans ses termes les plus grossiers (médiane de 5 mm), elle correspond à un affinement progressif doublé de l'affaiblissement de la dispersion sans envasement.

3^e série

Débordant le cadre des cartes au 1/100 000 du proche plateau continental sud-armoricain, on doit mentionner une série organogène calcaire mal représentée ici, mais reconnue en Iroise et en Manche, et au large de la Grande Vasière. Dans cette série, plus de la moitié (généralement 60 %) du sédiment est constituée de « coquilles brisées ou moulues » d'articles de Bryozoaires, alors que dans les sédiments des deux séries siliceuses précédentes, rarement plus de 30 % — le plus souvent 10 % seulement — du sédiment est de nature calcaire.

La série d'affinement progressive, plus hétérogène, moins triée dans ces termes les plus grossiers que la précédente, converge jusqu'à s'identifier avec cette série au niveau des sables fins. Il nous a semblé commode de l'en rapprocher dans notre cartographie du fait des affinités faunistiques. Nous les distinguerons néanmoins par des trames surimposées précisant éventuellement la nature des organismes calcaires formateurs : maërl, Bryozoaires, coquilles, etc.

L'originalité de la série réside dans la possibilité de déséquilibre entre la granulométrie et l'hydrodynamisme qui n'est pas nécessairement responsable de la mise en place des fragments et grains calcaires qui ont pu être formés sur place ou tomber des roches surplombantes, formant ainsi des talus d'accumulation ceinturant les roches au bas des moulières et des roches couvertes de Cirripèdes, quelle que soit la nature des sédiments non organogènes sur lesquels ils se superposent et auxquels ils sont mélangés. En cas d'équilibre hydrodynamique et de transport, du fait de leurs formes aplaties ou allongées, les grains calcaires sont en moyenne 1,2 à 1,6 fois plus gros au tamisage que les grains quartzeux qui les accompagnent, ce qui, dans les sédiments mixtes, accentue encore le défaut de triage.

Une catégorie hybride est représentée par les sables dunaires D. Ils ont une signification plus géomorphologique que granulométrique et recouvrent partiellement les deux sous-ensembles précédents, au moins pour les matériaux compris entre 0,2 et 1 mm. Ils constituent des bancs épais, très instables, peu peuplés, à faune très spécialisée. Ce sont des dépôts de transit à triage très accentué. Ils se localisent notamment :

- en queues de comètes et tomboli sous le vent des îles et bancs rocheux (banc des Poulains, banc des Pitochets) ;
- en deltas à la sortie de passes (banc des Moutons, banc de Taillefer, chenaux de la Loire, baie de Bourgneuf, pertuis charentais...) ou dans tout autre cas de divergence de flux accompagné de perte d'intensité hydrodynamique (dunes de Guérande, banc de Morgat sous le cap de la Chèvre...).

4^e série

Les sédiments des cuvettes de décantation pélitique forment une série sablo-vaseuse fine continue, d'autant plus mal triée que les sédiments sont plus fins, plus riches en pélites : la fraction pélitique, généralement très semblable à elle-même quel que soit le taux pélitique global, est répartie dans une gamme de taille très étendue.

Les cuvettes de décantation sont localisées en position abritée, elles sont :

- soit confinées dans un fond de baie ou d'estuaire ou en arrière d'obstacles ;
- soit situées sous le niveau de base des houles et des vagues.

Les critères des peuplements nous ont amenés à isoler les trois termes suivants :

- les sables fins envasés = FV
- les vases sableuses = VS
- les vases franches = VV

Remarque. — Les pélites ne sont pas entièrement cantonnées à cette série mais en quantité faible, 1 à 10 %, dans les termes suivants : GH, SHV, GV.

Conclusions concernant les quatre séries

Les quatre séries ainsi reconnues présentent à leurs extrémités des points de contact, des transitions entre elles qui traduisent les affinités évolutives et dynamiques des ensembles sédimentaires. Elles sont caractérisables par des paramètres de dispersion (triage) différents dans leurs valeurs et leurs associations avec des paramètres de tendance centrale : des médianes identiques peuvent se retrouver dans chacune des quatre séries mais avec des triages différents (fig. 2).

La nature siliceuse ou organogène du sédiment, la présence de pélites abondantes, précisent l'originalité de ces séries qui ont un sens à la fois dans le cadre de la dynamique sédimentaire et de l'écologie des fonds meubles, alors que les coupures reconnues en chacune d'entre elles sont de signification plus exclusivement biologique.

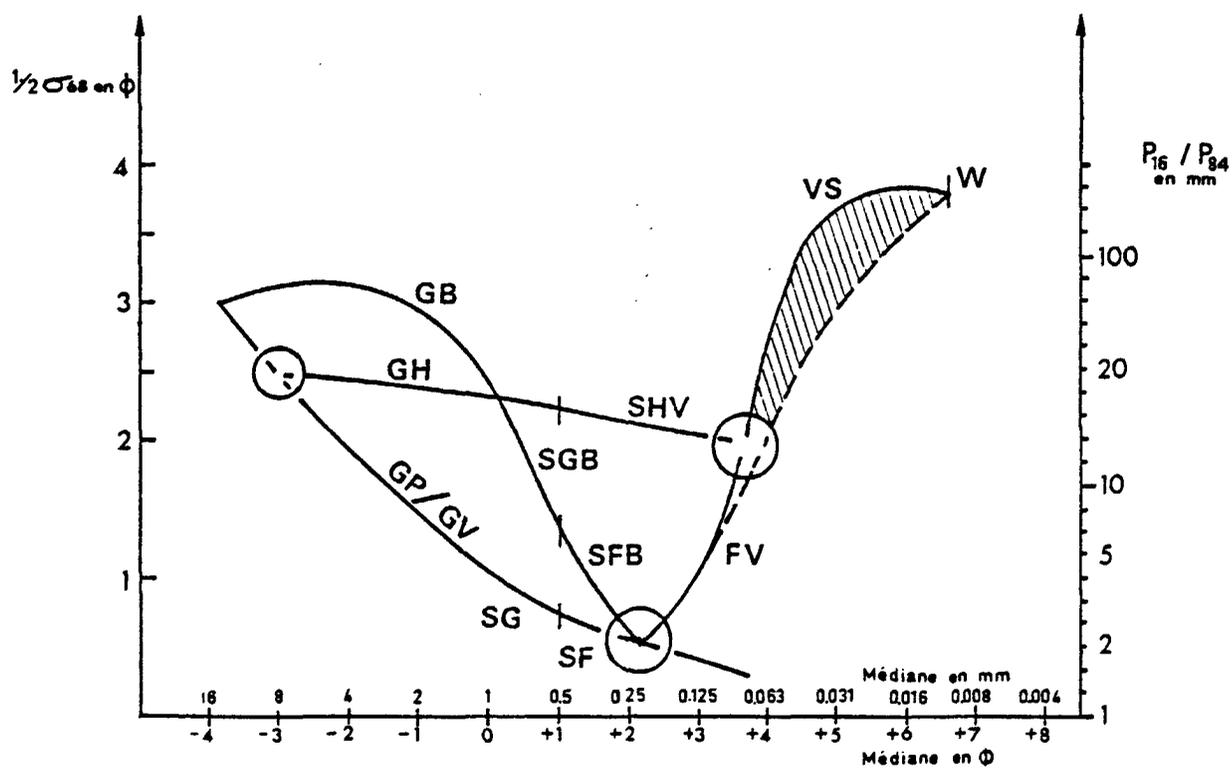


Fig. 2. — Evolution de la médiane en fonction des indices de triage.
Schéma mettant en évidence le passage entre les différents
fonds sédimentaires et leurs peuplements.

II. LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

METHODOLOGIE

Les peuplements étudiés ici sont analysés au niveau de la macroendofaune ; épifaune, poissons et méiofaune sont exclus. Pour chaque espèce, les espèces ou les tolérances vis-à-vis des facteurs écologiques climatiques et édaphiques définissent une aire potentielle.

L'étude des relations entre espèces, ou synécologie, montre qu'une aire optimale plus restreinte se dessine à l'intérieur de l'aire potentielle. Les résultats quantitatifs permettent d'attribuer aux espèces présentes des degrés d'abondance et de dominance relatives, de dégager des leaders qui servent à caractériser les entités de peuplements isolées, par raison de commodité, dans la trame du continuum biotique. Chaque peuplement sera caractérisé par des espèces situées dans leur aire préférentielle. Nous reconnaissons ainsi, en fonction de l'édaphisme, c'est-à-dire de la nature et de la granulométrie des fonds sédimentaires, dix termes présentant chacun trois peuplements en fonction de l'étagement climatique (fig. 3).

Nous devons noter que les caractères édaphiques sont de moins en moins sélectifs dans les étages les plus profonds et que nous avons dû procéder à des regroupements de termes (CHARDY ET GLEMAREC, 1974).

Sélectionner des espèces pour caractériser les peuplements est une opération difficile quelque peu arbitraire. Les espèces retenues ont été choisies en fonction de l'étendue restreinte de leur aire préférentielle, tant du point de vue édaphique que climatique. Beaucoup d'espèces abondantes ont des aires préférentielles beaucoup plus larges vis-à-vis de l'édaphisme, du climat ou des deux (euryocécie), elles peuvent jouer un rôle écologique important dans plusieurs termes et plusieurs étages.

La distinction qualitative des peuplements des étages « infralittoral » et « côtier » ne repose que sur quelques espèces aux exigences climatiques différentes ; quantitativement le premier est plus peuplé ; par contre les peuplements du large sont qualitativement très différents bien que quantitativement les plus pauvres. Les peuplements les plus diversifiés, les plus riches en espèces, sont dans chaque étage les sables fins envasés (FV), cette diversité croît pour chaque type sédimentaire de la côte vers le large, les FV du large portant les peuplements les plus diversifiés.

Sur le plan de la structure éthologique des peuplements, chaque groupe taxonomique tend à déléguer l'un de ses représentants dans chacun des biotopes définis. A chaque type de sédiment des étages infralittoral, côtier et du large tend à correspondre une espèce caractéristique : une *Tellina*, une *Venus*, un *Cardium*, une *Spisula*, un *Echinocardium*, une *Ophiure*, une *Natica*, un *Ampelisca*, un *Portunus*, un *Maldanien*, un *Nephtys*, un *Eunicien*, etc. Il est intéressant de noter qu'en fonction de la compétition, deux espèces de même équipement éthologique (régimes alimentaires...) tendent à s'exclure plus facilement que deux espèces différentes à cet égard.

● ASPECTS QUALITATIFS

— Les sables fins (SF et SFB) sont essentiellement peu peuplés de Mollusques bivalves (*Venus gallina*, *Macra corallina*, *Tellina tenuis*, *Tellina fabula*, *Divaricella divaricata*, *Spisula subtruncata*, *Dosinia lupina*) et de leurs prédateurs : les Gastéropodes perceurs (*Natica catena*) et les Echinodermes, l'*Ophiura texturata* qui détruit les jeunes, l'*Astropecten* qui s'attaque aux adultes.

Les petits Crustacés Amphipodes (*Bathyporeia*), Isopodes (*Eurydice*), Cumacés (*Iphinoe*, *Diastylis*), Mysidacés (*Gastrosaccus*) jouent un rôle considérable dans l'alimentation des juvéniles de poissons plats, soles et turbot. Les Oursins de sable (*Echinocardium cordatum*) et les Holothuries *Synaptidae*, avaleurs de sable, sont indirectement de gros destructeurs de très jeunes Bivalves.

Les sables fins du large, dits « à alènes », très biogènes, ont un peuplement original à Polychètes tubicoles *Serpulidae* (*Ditrupa*), petits Scaphopodes (*Dentalium entalis* et *panormum*) dont la forme en aiguille justifie le nom vernaculaire de « sables à pointe d'alène ». Les Dentales se nourrissent d'une abondante faunule de Foraminifères, les Bivalves sont surtout représentés par les *Pectinidae* vagiles et suspensivores et par les *Cuspidaridae* prédateurs de Foraminifères. D'autres prédateurs, les Polychètes tubicoles Eunicien (*Ramphobranchium* et *Hyalinoecia tubicola*) et des Hexacoralliaires solitaires (*Caryophyllia clavus*, *Sphoerotrachus*) complètent le peuplement.

— Les sables envasés FV sont essentiellement peuplés d'Ophiures fouisseuses euryphages parfois en prairies denses (*Acrocorda brachiata* pour l'infralittoral, *Amphiura filiformis* pour le côtier, *Amphiura chiajei* pour le large). Les Bivalves sont peu représentés (*Abra alba*, *Cultellus pellucidus*, au profit des Polychètes psammivores *Maldanidae* (*Clymene oerstedii*) et des *Pectinaria auricoma* et *koreni*. Les fonds sont fréquentés par les Gadidés (*Gadus luscus*) et les *Soleidae* (*Pegusa lascaris*, etc.).

— Les vases sableuses (VS), milieu de prédilection des Polychètes, *Ampharetidae* (*Melinna palmata*, *Amphictes gunneri* pour l'infralittoral), *Maldanidae* (*Maldane glebifex*, *Clymene modesta*). Les Bivalves protobranches sont bien représentés : dans l'étage côtier par *Nucula turgida*, par *Nucula sulcata* dans l'étage du large.

Dans l'étage côtier, l'Amphipode tubicole *Ampelisca Haploops* constitue localement des peuplements très denses (3000/m²) très prisés par les poissons.

— Les vases franches (VV), qualitativement et quantitativement proches, mais appauvries par rapport aux VS, ont cependant un cortège vasicole particulier à Polychète *Sternaspidae* (*Sternaspis scutata*) et *Penatullidae* (*Virgularia tuberculata* et *mirabilis*), à Oursin *Spatangidae* au large (*Brissopsis lyrifera*), à Bivalves (*Thyasira flexuosa*, *Abra nitida*). VS et VV du large constituent les « fonds à langoustines » avec *Nephtys norvegicus*, *Goneplax rhomboides*, *Munida rugosa*, *Jaxea nocturna*, *Upogebia stellata*, *Callinassa subterranea*, *Alpheus glaber*.

— Les graviers propres GP se peuplent de grands Bivalves aux coquilles généralement épaisses et le plus souvent suspensivores. Ils sont en bancs denses et paucispécifiques dans l'infralittoral (*Dosinia exoleta*, *Tapes rhomboides*), accompagnés d'espèces plus rares (*Arcopagia crassa*, *Gari depressa* et *Tellinella*, *Laevicardium crassum*). Dans les étages plus profonds, les peuplements sont moins denses, plus dispersés et les espèces précédentes sont remplacées progressivement par *Venus fasciata* puis par *Venus casina* et *Astarte sulcata*. Dans l'infralittoral et dans le côtier, quand les graviers (et les sables grossiers) sont propres (GP et SG), abonde épisodiquement une forme vagile : l'*Amphioxus* (*Branchiostoma lanceolatum*). Les Polychètes sont représentés par de nombreux *Polygordius* et par de grosses formes prédatrices (*Glycera*, *Lumbrineris*, *Marphysa*, *Nephtys*, etc.).

	SHV	GH	GV/GB	GP/GB	SG/SGB	D	SF/SFB	FV	VS	VV
	Sables envasés hétérogènes	Graviers sableux	Graviers envasés	Graviers propres	Sables grossiers calcaires	Sables dunaires	Sables fins	Sables fins envasés	Vases sableuses	Vases
INFRA-LITTORAL	Tapes aureus Tapes pullastra	Nucula nucleus Golfingia vulgare	Dosinia exoleta Venus verrucosa	Dosinia exoleta Arcopagia crassa	Donax politus Cytherea chione	Spisula solida Travisia forbesi Ophelia neglecta	Venus gallina Mactra corallina	Acrocnida brachiata Clymene oerstedii	Nucula turgida Melinna palmata Abra nitida	Nucula turgida Sternaspis scutata
COTIER	Turritella communis Corbula gibba	Nucula nucleus Venus ovata	Hyalinoecia bilineata Pista cristata	Branchiostoma lanceolatum Venus fasciata	Echinocyamus pusillus Tellina pygmaea	Ophelia borealis Abra prismatica	Venus gallina Dosinia lupina	Amphiura filiformis Tellina serrata	Maldane glebifex Clymene modesta	Virgularia tuberculata Sternaspis scutata
LARGE		Nucula nucleus Pitar rudis	Astarte sulcata Venus casina		Abra prismatica Astrorhiza limicola		Ditrupa arietina Dentalium entalis	Amphiura chiajei Onuphis lepta Auchenoplax crinita	Nucula sulcata Brissopsis lyrifera	Ninoe armoricana Sternaspis scutata

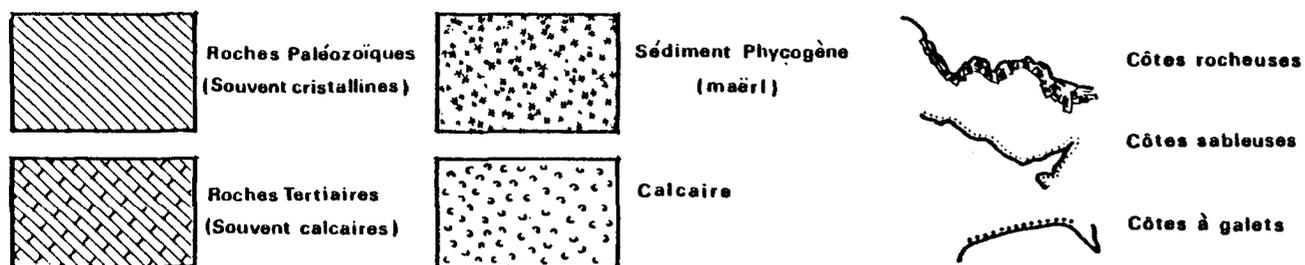


Fig. 3. — Caractérisation des unités de peuplements de l'ensemble du plateau continental, à l'aide des espèces leaders, en fonction des facteurs édaphiques et climatiques.

— Les graviers envasés (GV), en réalité seulement salis par la percolation des eaux turbides, voient les populations de Bivalves se remplacer (*Tellina donacina*, *Venus verrucosa*) et décroître d'importance au profit des Polychètes tels que *Hyalinoecia bilineata* ou *Pista cristata*, *Laonice cirrata* que l'on retrouvera dans les graviers sableux hétérogènes (GH). Des Echinodermes caractérisent nettement ce milieu : *Spatangus purpureus*, *Ophiopsila annulosa*, *Amphiura securigera*.

— Les sables grossiers SG propres voisinant avec les GP voient la faune de ces derniers se remplacer progressivement par quelques espèces bien caractéristiques (*Tellina pygmaea*; *Nucula hanleyi*, *Glycymeris glycymeris*, *Echinocyamus pusillus*, *Echinocardium pennatifidum*).

Les Polychètes mieux représentés que dans les graviers sont également prédateurs (*Nephtys rubella* et *cirrosa*, *Lumbrineris latreilli*).

— Les sables dunaires D sont caractérisés par la morphologie de leur accumulation et des peuplements et non par la granulométrie correspondant aussi bien aux sables grossiers qu'aux sables fins. A côté de la faune propre à ces deux peuplements, ici très appauvrie, se surimposent souvent massivement mais irrégulièrement des éléments caractérisant les conditions très instables de ces formations morphologiques. Ce sont les Bivalves *Abra prismatica* et *Spisula elliptica, solida, ovalis*, les Polychètes *Ophelidae* (*Armandia polyophtalma*, *Ophella borealis*, *Travisia forbesi*), les Ascidies à tunique arénacée (*Polycarpa comata*, *Eugyra arenosa*). Les peuplements à *Spisula* sont souvent très denses, monospécifiques et formés d'une seule classe d'âge et de taille. Leur distribution est très irrégulière et imprévisible dans l'espace et dans le temps ; c'est avec les peuplements temporaires à Mysidacés (*Gastrosaccus*) le terme ultime précédant les conditions azoïques.

— Les graviers sableux hétérogènes (GH) et les sables hétérogènes faiblement envasés (SHV) sont, du fait de leur hétérogénéité édaphique, peuplés de peu d'espèces caractéristiques (*Nucula nucleus*, *Tapes aureus*, *Terebellides stroemi*, *Sthenelais boa*, *Stylarioides eruca*, *Scalibregma inflatum*, *Amphictets gunneri*, *Golfingia elongata* et *vulgare*, *Thyone fusus*). A ces espèces édaphiquement très souples s'ajoute un lot d'ubiquistes imprévisibles. Le sédiment s'affinant (SHV) s'enrichit d'espèces (*Turritella communis*, *Abra alba*, *Ampelisca spinipes*, *Venus ovata*, *Aphrodite aculeata*, *Corbula gibba*) qui constituent localement des peuplements très denses mais de nature instable dans l'espace et dans le temps.

Du fait de la nature hétérogène et instable des fonds et de leurs peuplements, la caractérisation climatique en étage est ténue, de nouvelles espèces s'ajoutant cependant vers le large (*Pitar rudis*, *Dasybranchus gajolae*).

B) L'ETAGEMENT CLIMATIQUE

Les divers types de sédiments sont susceptibles d'être rencontrés, il est vrai dans des proportions variables, sur l'ensemble du plateau continental à différentes profondeurs, les peuplements se remplacent partiellement et de manière étagée selon ce facteur bathymétrique. En effet, selon la profondeur, les conditions climatiques, loin de varier uniformément, présentent des seuils différenciateurs de peuplements. A l'échelle où ces cartes sont réalisées, la zone intertidale n'est pas figurable et seuls sont décrits les peuplements non exondables correspondant à trois grands milieux climatiques. Ces derniers sont définis essentiellement par les variations de température mais il va de soi que généralement les facteurs lumière et salinité y sont associés. La température n'est pas utilisée comme telle, mais comme paramètre repère de l'ensemble du climat. Aux fortes variations de température, correspondent également de fortes fluctuations de lumière, de salinité, d'hydrodynamisme et de potentialités trophiques.

Sur tout plateau continental (au moins de nos régions tempérées) on a, de la côte vers le large :

— **L'ETAGE INFRALITTORAL** : milieu cyclothermique journalier, c'est-à-dire à variations de température de forte amplitude à fréquence journalière et marégraphique. Sa limite inférieure varie entre 15 et 30 m selon les secteurs. Dans ces régions très peu profondes, c'est-à-dire le long de la côte et dans les baies fermées, la couche d'eau est sans cesse brassée, par les vagues dans les milieux battus, par les courants de marée dans les milieux abrités. De ce fait, les variations de température ne sont pas seulement saisonnières mais journalières et marégraphiques. L'amplitude saisonnière est très forte, plus de 10°, l'amplitude journalière atteint 3 à 4°. C'est l'étage où la lumière est suffisante pour permettre une production végétale benthique pérennante (herbiers de *Zostères* sur fonds meubles, champs de grandes algues sur fonds durs) et le développement d'un microphytobenthos (Diatomées) de faible biomasse mais de production non négligeable sur tous les fonds (D. BOUCHER, 1975).

— **L'ETAGE COTIER** : milieu cyclothermique saisonnier. Les fluctuations ne sont plus journalières mais seulement saisonnières. Sa limite inférieure varie entre 70 et 90 m. Les eaux peuvent être sans cesse brassées au contact du fond (coureaux) ou présenter une thermocline (à l'abri de dorsales rocheuses). Dans les deux cas l'amplitude annuelle des variations thermiques est inférieure à 10°, de l'ordre de 7 à 8° dans la plupart des cas. La température ne dépasse en aucun cas 16°. La lumière n'est plus suffisante pour entretenir une production végétale permanente sur le fond, on ne rencontre que quelques algues sciaphiles (= d'ombre) à développement estival, quelques *Mélobésiées* encroûtantes à la partie supérieure de l'étage. Le microphytobenthos a une production estivale non négligeable.

— **L'ETAGE DU LARGE** : milieu acyclothermique, c'est-à-dire quasiment sans variations (2 à 3° à l'échelle de l'année). Sa limite inférieure correspond à la bordure externe du plateau continental (160 à 200 m) la température moyenne n'est plus que de 11°. Dans cet étage, la lumière est généralement insuffisante pour permettre une production végétale sur le fond (bactéries photosynthétiques exceptées). Seules les grandes houles de 300 à 600 m de longueur d'onde, qui sont déformées dès que les fonds sont inférieurs à leur demi-longueur d'onde, sont susceptibles de ventiler faiblement la surface du fond. Les courants de retour induits par les houles dans les étages supérieurs plus côtiers apportent une fine pluie de particules entretenant une faible production animale.

METHODES CARTOGRAPHIQUES

A titre d'exemple, les Figures ci-contre présentent des extraits de la carte de QUIMPER à l'échelle réelle du 1/100.000.

Les sédiments, des plus grossiers aux plus fins, sont représentés par trois trames de points, disposés en réseau régulier, les plus gros pour les graviers, les plus fins pour les sables fins.

Les sédiments dunaires sont figurés par des points de disposition non réguliers. Les tiretés horizontaux correspondent à des taux d'envasement, l'épaisseur du tireté augmentant avec le taux. L'homogénéité sédimentaire se traduit par la combinaison des points et des traits.

Deux signes sont superposables lorsque la fraction organogène est supérieure à 60 % ; l'un pour le matériel phycogène (maërl), l'autre pour le matériel calcaire zoogène (cf. Fig. 3).

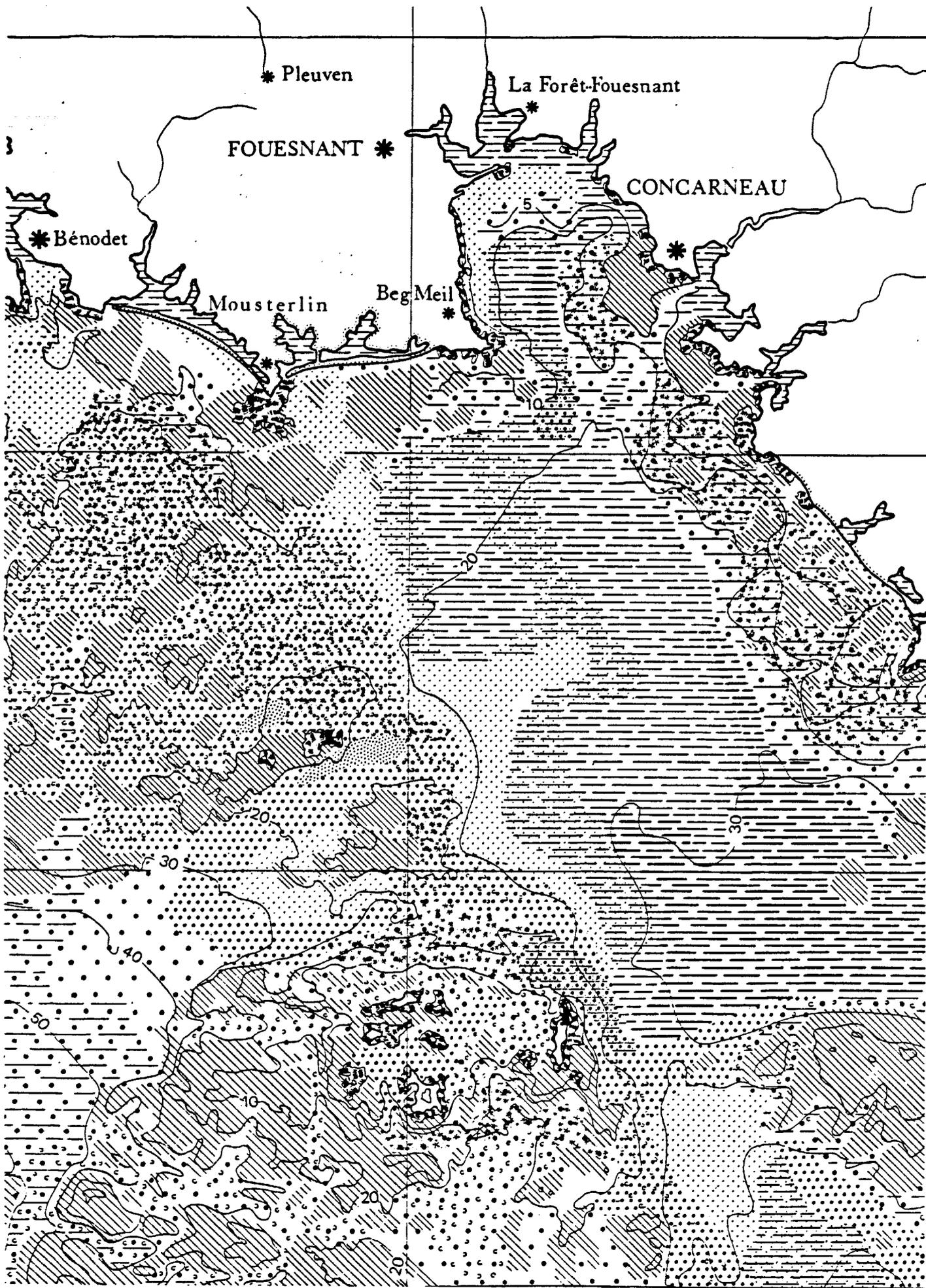
Les roches du socle hercynien souvent cristallines et les roches tertiaires souvent calcaires, de modelé très différent, sont distinguées par deux trames hachurées obliques.

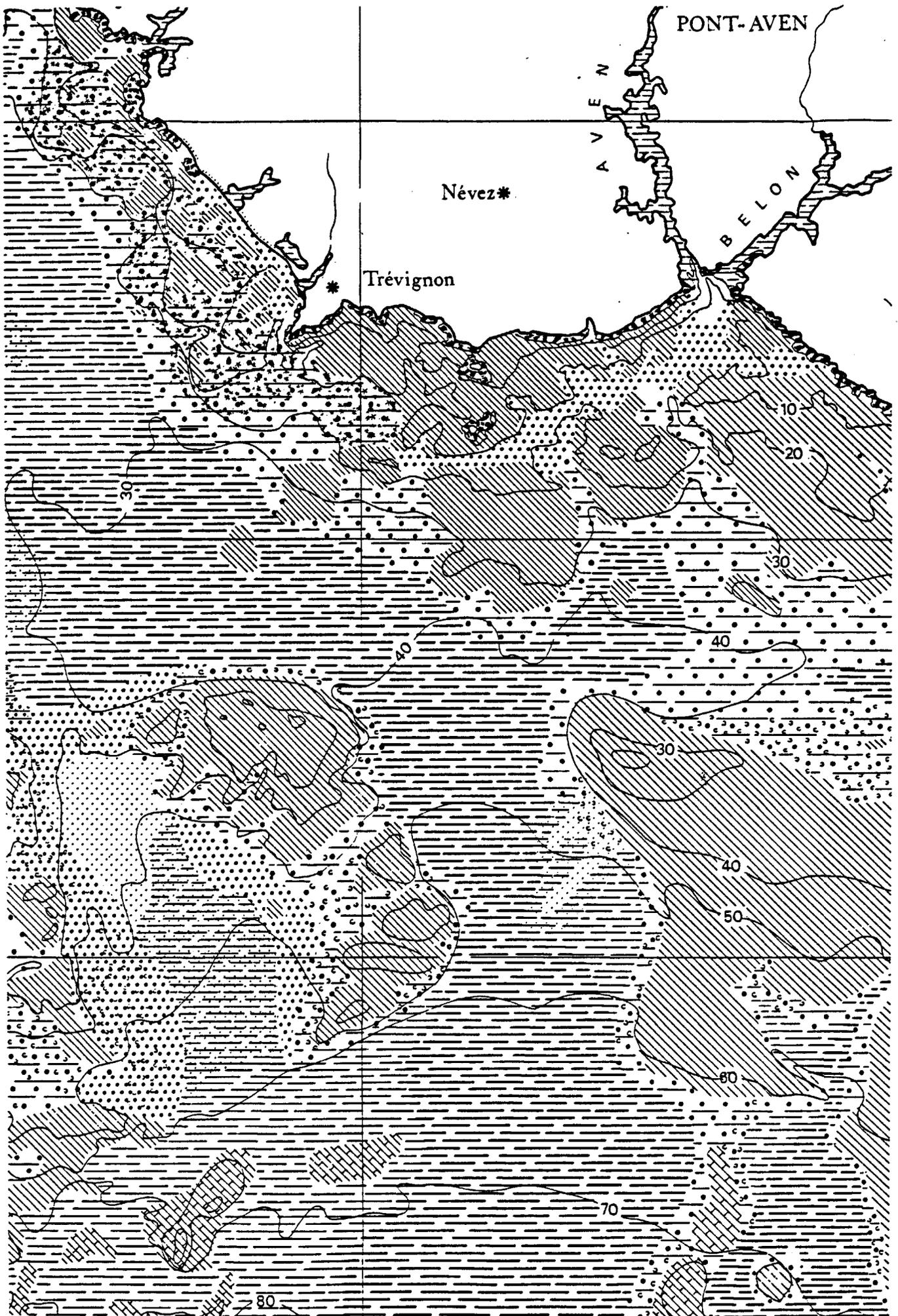
La bathymétrie est exprimée en mètres sur les isobathes.

Sont exprimés d'une couleur différente :

- l'étagement climatique indiqué par deux courbes de motifs distincts qui séparent les trois étages reconnus sur le plateau continental : un pointillé entre l'infralittoral et l'étage côtier, un tireté entre le côtier et l'étage du large.
- la toponymie nautique, c'est-à-dire, les noms vernaculaires des différents lieux de pêche par exemple.

Ces cartes sont donc prévues en deux couleurs.





PROJET DE FAISABILITE

GOLFE DE GASCOGNE

La carte au 1/500.000 concernant le nord-et centre-Gascogne est publiée.

- Secteur nord-Gascogne :

5 cartes au 1/100.000

- Secteur centre-Gascogne :

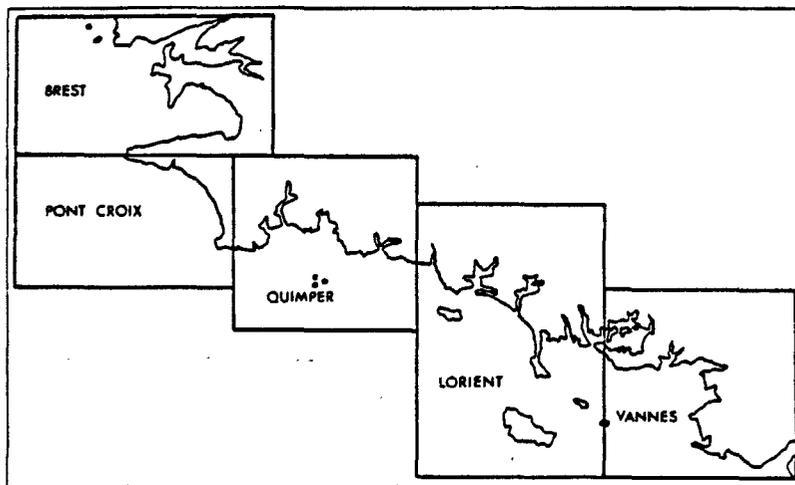
Les 2 cartes NOIRMOUTIER et LES SABLES sont prêtes
Il reste à les réaliser.

La carte LA ROCHELLE est réalisée (HILY, C., 1976).

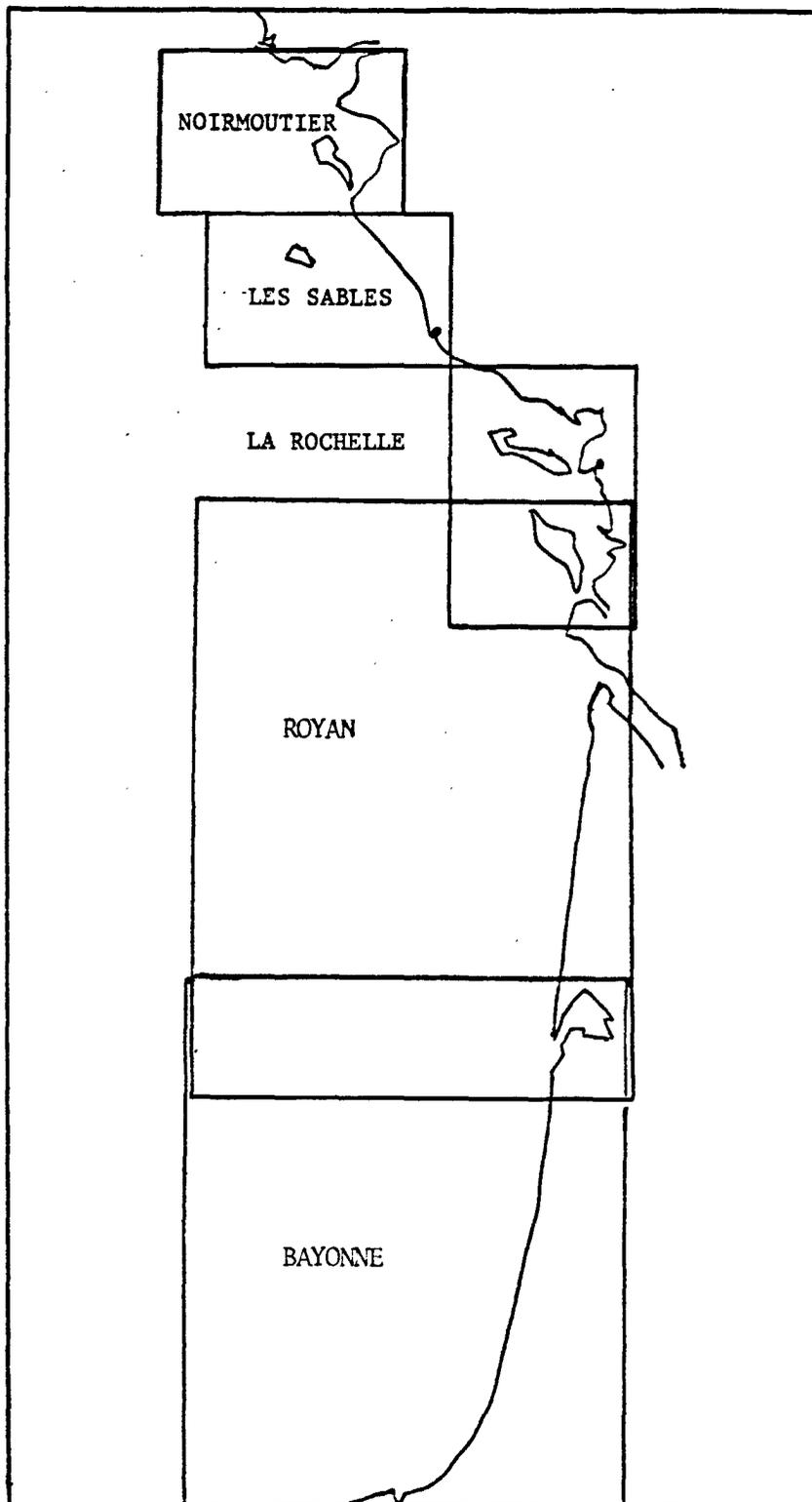
- Secteur sud-Gascogne :

Sans nuire à l'homogénéité dans le choix des échelles, le 1/100.000 ne se justifie pas dans ce secteur, et J.M. BOUCHET a proposé deux fonds de carte au 1/250.000.

La carte biosédimentaire peut être réalisée très rapidement (collaboration entre M. GLEMAREC et J.M. BOUCHET), puisque toutes les données biologiques et sédimentaires existent (missions "JOB HA ZELIAN" et "CRYOS")



Secteur Nord-Gascogne



CENTRE ET SUD GASCOGNE

CARTE DE BIONOMIE DES FONDS MEUBLES DU PLATEAU CONTINENTAL

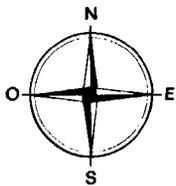
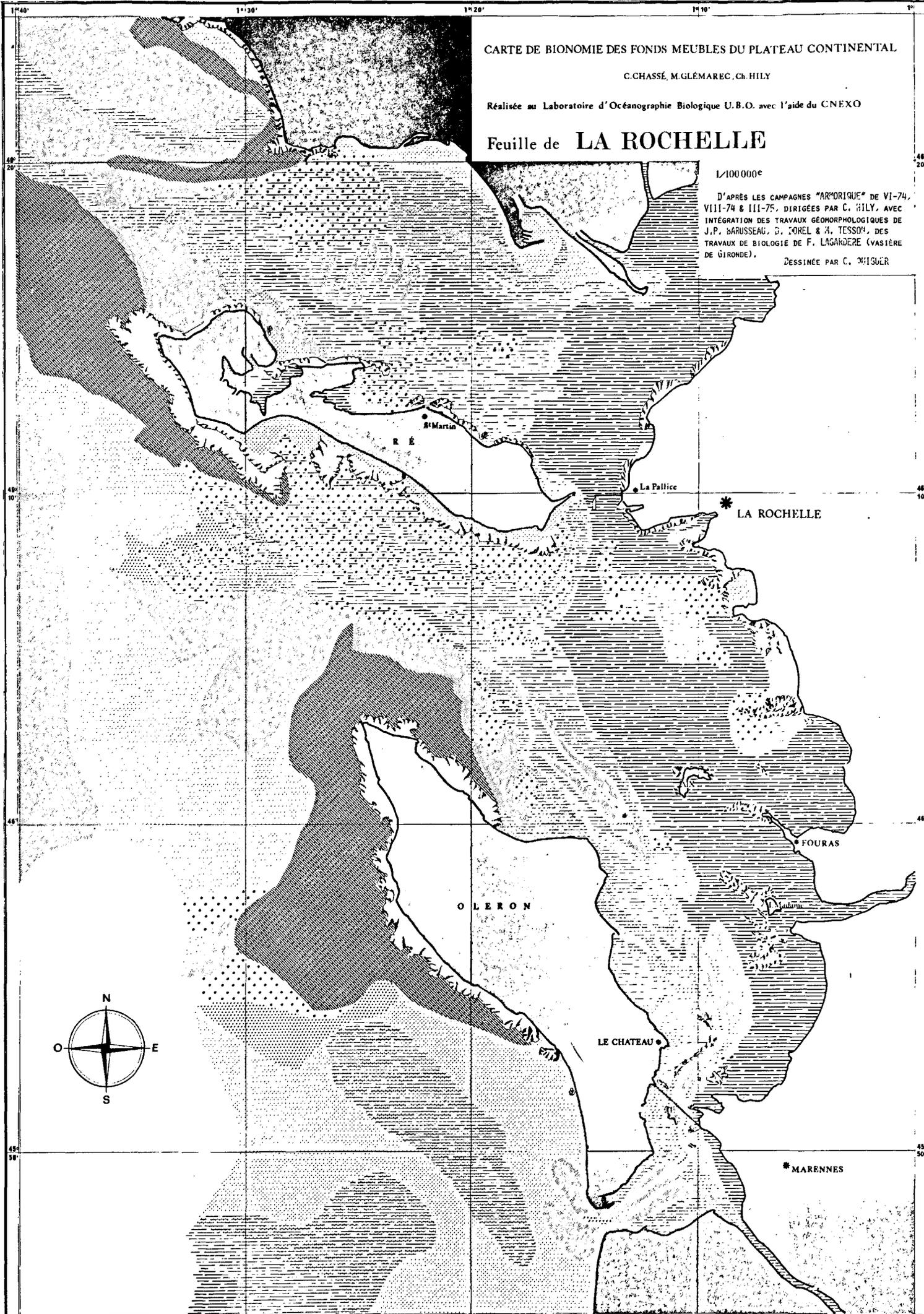
C. CHASSÉ, M. GLÉMAREC, Ch. HILY

Réalisée au Laboratoire d'Océanographie Biologique U.B.O. avec l'aide du CNEXO

Feuille de LA ROCHELLE

1/100000^e

D'APRÈS LES CAMPAGNES "ARMORIQUE" DE VI-74, VIII-74 & III-75, DIRIGÉES PAR C. HILY, AVEC INTÉGRATION DES TRAVAUX GÉOMORPHOLOGIQUES DE J.P. BARUSSEAU, D. SOREL & M. TESSON, DES TRAVAUX DE BIOLOGIE DE F. LAGARDÈRE (VASTIÈRE DE GIRONDE),
DESSINÉE PAR C. MIGNER

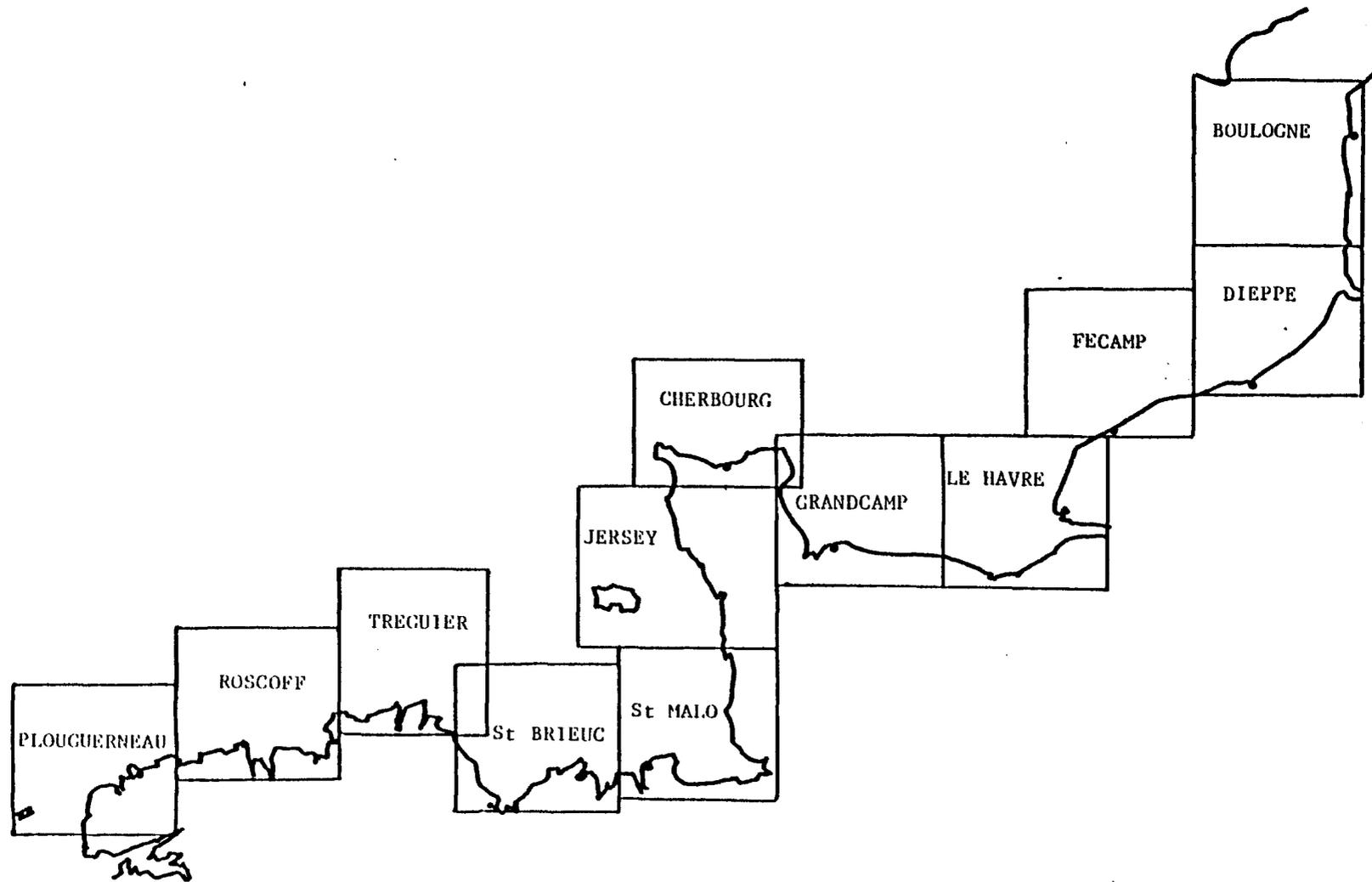


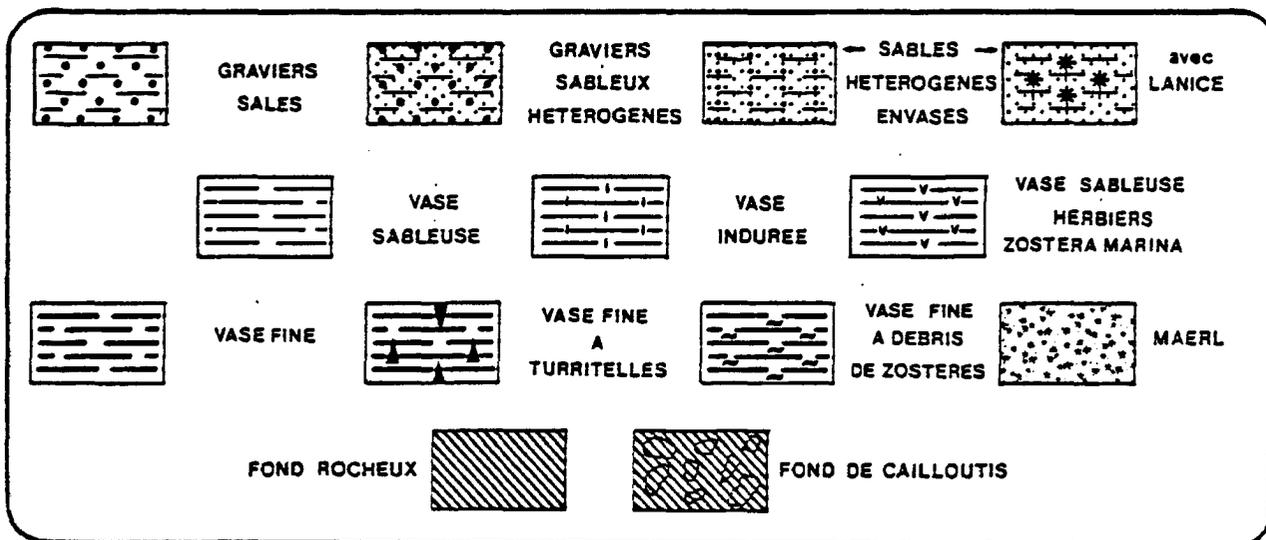
MANCHE

Les équipes de Biologistes travaillant dans ce secteur peuvent s'appuyer sur la carte au 1/500.000 de l'ensemble de la Manche (réalisée par le CNEXO, sous la responsabilité de C. LARSONNEUR, éditée par le B.R.G.M.). Les travaux de benthologie nécessaires à la publication de ces cartes sont tous réalisés. Une homogénéisation des cartes publiées dans différents mémoires est nécessaire, et de légers amendements par rapport à la typologie proposée sont souhaitables, pour la représentation de certaines aires de cailloutis, de formations biogènes spécifiques qui n'existent pas dans le Golfe de Gascogne....

Le découpage proposé a fait l'objet d'une concertation avec M. CABIOC'H (responsable du GRECO MANCHE). La maquette proposée des 12 cartes au 1/100.000 a essayé de ne pas couper les entités biosédimentaires essentielles.

Les deux cartes au 1/500.000 permettent de replacer les cartes au 1/100.000 à une échelle où les phénomènes ne sont perceptibles que sur l'ensemble de La Manche.





Légende amendée - Carte du Golfe du Morbihan

ESTIMATION FINANCIERE

Edition de la première tomainson : 30.000 F en 1976

L'Atlas se présente sous le format 84 x 59,4

La première tomainson comprend :

- 1 couverture dessus et dessous
- 1 page de garde
- 1 page de texte : principes d'établissement des cartes biosédimentaires
- 1 carte d'ensemble de la plateforme Nord-Gascogne au 500.000 et son texte descriptif
- 5 cartes au 100.000 - noir et bleu
BREST - PONT-CROIX - QUIMPER - LORIENT - VANNES
- 1 légende amovible de 4 figures

Reliure latérale gauche Yoko

Estimation du temps Dessin : 70 Heures par carte