

ATLAS DU LITTORAL FRANÇAIS
Atlas des fonds meubles du plateau continental
Du Golfe de Gascogne

Cartes biosédimentaires

Editées par Claude CHASSE et Michel GLEMAREC

Laboratoire d'Océanographie Biologique
Université de Bretagne Occidentale

Avec le concours du C.N.E.X.O.
(I.C.A. Brest, Dépôt légal : 1^{er} trimestre 1976)

ATLAS DU LITTORAL FRANÇAIS

Atlas des fonds meubles du plateau continental

Du Golfe de Gascogne

Cartes biosédimentaires

Editées par Claude CHASSE
Michel GLEMAREC

Laboratoire d'Océanographie Biologique
Université de Bretagne Occidentale
Avec le concours du C.N.E.X.O.
(I.C.A. Brest, Dépôt légal : 1^{er} trimestre 1976)

Ce document fait partie de l'Atlas littoral français, mis en œuvre par le C.N.E.X.O. Il sera complété thématiquement et géographiquement par la réalisation d'autres cartes.

Les cartes biosédimentaires sont réalisées au 100 000^e selon le découpage des cartes sédimentologiques sous-marines des côtes de France, publiées par l'Institut Géographique National. La première toison de cet Atlas comprend cinq cartes du plateau continental Ouest et Sud-Armoricain : BREST, PONT-CROIX, QUIMPER, LORIENT et VANNES. Quatre autres cartes sont prévues pour la région VENDEE-CHARENTE, de même pour la région aquitanaise.

Une carte au 500 000^e de l'ensemble de la partie Nord du Golfe de Gascogne, permet la compréhension générale de la plate-forme continentale.

L'ensemble des cartes au 100 000^e peut servir de cadre pour des études de détail, ainsi il est nécessaire de réaliser des cartes à l'échelle appropriée dans le cas de zones particulières à aménager (Archipel des Glénan, Golfe du Morbihan, Pertuis Charentais...).

Ces cartes ont comme intérêt majeur d'exister, car pour les réaliser, il a fallu uniformiser les données existantes et préparer un canevas où pourront s'intégrer les autres travaux benthiques encore non réalisés sur l'ensemble des côtes de France. La méthodologie mise au point est susceptible de prolongement et de développement progressif allant par exemple jusqu'à la prévision de la rentabilité des fonds de pêche, la délimitation des zones optimales de repeuplement, de cantonnement... Une étude parallèle des fonds rocheux devrait être mise en route.

L'utilisation et l'interprétation de ce type de document ne devraient être faites qu'avec la plus grande prudence en ayant toujours le souci d'en référer aux scientifiques qui ont élaboré ces cartes.

Le principe d'établissement de ces cartes repose essentiellement sur quatre travaux, où l'on retrouvera les références bibliographiques auxquelles il peut être fait appel :

GLEMAREC M. (1969) - Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne, thèse Sc. Paris, Brest, Fac. Sc. 167 pp. multig.

VANNEY J.-R. (1969) - Le précontinent du centre du Golfe de Gascogne. Recherches géomorphologiques, Thèse L. Paris, Dinard, Lab. Géomorph. E.P.H.E., Mém., n° 16, 365 pp. multig.

CHASSE C. (1972) - Economie sédimentaire et biologique des estrans meubles des côtes de Bretagne, Thèse Sc. Paris, Brest, Fac. Sc., 289 pp. multig.

PINOT J.-P. (1974) - Le précontinent breton entre Penmarc'h, Belle-Ile et l'escarpement continental. Etude géomorphologique, Thèse L. Brest, Lannion, Impram, 256 pp.

Travail effectué dans le cadre des contrats 72/602 et 73/855 passés avec le C.N.E.X.O., grâce à l'appui et à l'encouragement de M. R. TOUSSAINT, Chef de l'Unité "Littoral".

Principes généraux des cartes biosédimentaires

Claude Chassé, Michel Glémarec (Janvier 1976)

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'isomédiennes granulométriques.

Cette expression est adaptée à la fois :

- A la transcription complète de toutes les caractéristiques granulométriques ;
- Au "transcodage" des diverses expressions sédimentaires proposées par l'ensemble des auteurs antérieurs ;
- A l'interprétation de la dynamique sédimentaire en liaison avec l'intensité hydrodynamique (vitesse des courants et houles) et l'histoire géologique récente ;
- A 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.

Chassé, C. (Ed.), Glémarec, M. (Ed.), avec le concours du CNEXO, 1976, Atlas du littoral français : atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne : cartes biosédimentaires.

Documentation originale accompagnant l'atlas papier, Document mis en ligne sur le site REBENT

http://www.ifremer.fr/rebent/Document/notices_carto/notice_atlas_golfe_gascogne.pdf

2° Les systèmes utilisés, de nature essentiellement descriptive, 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. 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 provenances extrêmement diverses et représentant tous les types de peuplements et de sols. En projetant les valeurs entières en unité 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 cristallophylliennes 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, silicieuses 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 Madréporaires, 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 priorités 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 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, ameublissement 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 ($< 1 \text{ ‰}$), 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 galet 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 de 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 (Glénans, Groix, Quiberon, Belle-Ile, Houat, Hoedic, Normoutier) ;
- 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 interfluves, là où le matériel détritique en mouvement est insuffisant pour former des "ridins" ou au moins des "sand ribbons" qui les masqueraient comme en Irlande 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 Irlande... 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 (des 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 granulométrique 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 on 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 son plus fins, plus riches en pélites : la

fraction pélique, généralement très semblable à elle-même quel que soit le taux pélique 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 été 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 (trriage) 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.

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 pas 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.

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 (euryoecie), 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 *Spisule*, 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 turbots. 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 de vernaculaire de "sables à pointe d'alène". Les Dentales se nourrissent d'une abondante faunule de Foraminifères, les Bivalves sont surtout représentés par le *Pectinidae* vagiles et suspensivores et par les *Cuspidaridae* prédateurs de Foraminifères. D'autres prédateurs, les Polychètes tubicoles

Euniciens (*Ramphobrachium* et *Hyalinoecia tubicola*) et des Hexacoralliaires solitaires (*Caryophyllia clavus*, *Sphoerotrochus*) complètent le peuplement.

- Les **sables envasés** FV sont essentiellement peuplés d'Ophiures fouisseuses euryphages parfois en prairie denses (*Acrocnida 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*, *Amphicteis 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 *Ampeliscidae 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 *Pennatulidae* (*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 *Nephrops norvegicus*, *Goneplax rhomboïdes*, *Munida rugosa*, *Jaxea nocturna*, *Upogebia stellata*, *Callianassa 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 rhomboïdes*), 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, quant 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...).
- 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 polyophthalma*, *Ophelia 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*, *Amphiteis gunneri*, *Golfingia elongata* et *valgare*, *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*).

• ASPECTS QUANTITATIFS

REPARTITION DES BIOMASSES DE LA MACROFAUNE ENDOGÉE EN FONCTION DES FACTEURS EDAPHIQUES ET CLIMATIQUES : ESSAI D'EXPRESSION DE LA FERTILITE DES PEUPELEMENTS

Les stations pour lesquelles nous avons réalisé des prélèvements quantitatifs et mesuré le poids des organismes de la macrofaune (la biomasse) ont été portées dans un tableau édaphoclimatique, à double entrée (fig.4).

1. **Les types édaphiques** sont espacés les uns par rapport aux autres en fonction de la "surface sédimentaire interne (S.S.I) du sédiment exprimée en cm^2/cm^3 .

Dans cette S.S.I. sont impliquées toutes les caractéristiques de la granulométrie (tendance centrale, dispersion et asymétrie de la distribution granulométrique). La S.S.I. est liée également à la morphoscopie, par là même à la nature des grains et à la porosité (teneur en eau). Elle conditionne directement la fertilité, car elle mesure l'aptitude des sédiments à l'adsorption pour les nutrites et les bactéries. Dans certaines limites liées aux concentrations dans l'eau surnageante, elle détermine directement les quantités de carbone, d'azote, de nitrates, de phosphates, de bactéries, de diatomées, etc... présentes dans le sédiment.

Corrélativement à ces différents aspects, cette S.S.I. mesure l'oxygène disponible pour l'endofaune, définie ainsi en qualité et en quantité. Pour faciliter la compréhension, nous portons également les valeurs en millimètre de la médiane granulométrique correspondantes à la S.S.I.

2. **L'étagement des facteurs climatiques**, dont le repérage est fondé sur l'amplitude et la périodicité des fluctuations thermophotiques liées dans la zone des marées avec l'immersion), est exprimé selon une progression logarithmique, de la bathymétrie en dessous de la zone des marées, du pourcentage d'immersion au-dessus.
3. les courbes d'isoquantité des biomasses ont été tracées en fonction des poids de matière organique sèche (P.O.S.) au m². Les prélèvements sont réalisés à la benne en dessous du niveau des basses mers, à la bêche au-dessus. Ces dernières valeurs sont deux fois plus élevées, la bêche permet la récolte des fousseurs profonds qui échappent à la benne.

Il apparaît qu'un noyau de haute biomasse se dessine au niveau des sables légèrement envasés dans la zone intertidale et qu'il semble se déplacer vers les vases sableuses en profondeur.

De part et d'autre du noyau et pour chaque profondeur, les biomasses décroissent de manière sensiblement logarithmique. En fonction de la profondeur, on observe, à partir de la base de l'étage infralittoral, une décroissance d'allure logarithmique. L'ensemble est conforme à un modèle dans lequel les biomasses croîtraient :

- a) en fonction de la stabilité du sédiment dans la zone intertidale (déferlement des vagues, courants),
 - b) en fonction de l'affinement des sédiments jusqu'à une certaine limite où par manque d'oxygénation les biomasses tendraient à décroître assez abruptement),
 - c) en fonction de la décroissance de la production photosynthétique avec la profondeur.
4. A ces courbes d'isobiomasses on fait correspondre les valeurs de l'"**indice de fertilité économique des biomasses benthiques**" ou "**I.F.E.B.B.**", exprimé en kilos de poids frais de poisson commercial effectivement récolté sur un an par la pêche professionnelle dans des aires marines ayant des biomasses de même valeur.

• LA FERTILITE RELATIVE DES FONDS MARINS

Sur le plan économique, la richesse relative des fonds de nature différente se traduit par leur possibilité à soutenir, par unité d'effort annuel, la capture d'une quantité déterminée de poissons, de crustacés, de mollusques effectivement débarqués et commercialisée pour un prix déterminé. Dans une acception beaucoup plus générale, on peut définir une fertilité biologique ou écologique comme étant l'aptitude de l'espace unitaire du milieu à la production sur place et par unité de temps de matière organique. Ainsi définie, la valeur économique relative des divers fonds n'est pas immédiate, on doit préciser la fertilité à plusieurs niveaux articulés entre eux par des liens logistiques divers dont les incidences différentes, mais néanmoins complémentaires, affleureront au niveau économique.

Dans l'état actuel de nos connaissances et de nos travaux, il ne nous est possible que d'utiliser nos mesures de biomasses comme approche de la fertilité économique des fonds.

Les travaux DEMEL ET MULICKI (1954) ont montré les relations moyennes existant entre biomasses benthiques moyennes de diverses mers et débarquements annuels de poissons commerciaux : d'après les données rassemblées par ceux-ci, nous avons calculé que le rapport poissons/benthos est de 0,013 (\pm 0,007), mais les mers arctiques ont toutes de faibles rapports, en moyenne 0,006 ; pour les mers tempérées le rapport moyen est de 0,016 ; si l'on tient compte que ces mers sont surpêchées, on peut admettre un rapport normal un peu plus élevé de 0,020. Les biomasses benthiques sont exprimées en poids brut (avec coquilles).

Le rapport en unités pondérales comparables (poids de matière organique fraîche contenant 80 % d'eau, calories équivalentes, etc...) est donc de l'ordre de 0,010. Nous appellerons indice de fertilité économique des biomasses benthiques noté "I.F.E.B.B." des divers fonds sédimentaires, le produit de leurs biomasses benthiques en 10^6 calories/ha par le coefficient précédemment évalué de 0,01 l'I.F.E.B.B. se trouve alors exprimé dans les unités suivantes : tonnes de poissons frais débarqués par hectare de fond marin (1 tonne = 10^6 calories = 1 S.N.U. ou "Standard Nutritional Unit", la ration alimentaire humaine équivalente annuelle).

Biomasses benthiques		IFEBB	
g.s/m ²	Calories/ m ²	Tonne/ha	Kg/ha
40	200	0,02	20
20	100	0,01	10
10	50	0,005	5
5	25	0,0025	2,5
2.5	12,5	0,0012	1,2
1	5	0,0005	0,5

III METHODES CARTOGRAPHIQUES

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 régulière. 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 sigles sont superposables lorsque la fraction organogène est supérieure à 60 %, l'un pour le matériel phycogène (maërl), l'autre pour le matériel zoogène.

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

L'étagement climatique est 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.

REMARQUES SUR LES AGENTS DYNAMIQUES, EN ACTION SUR LE PLATEAU CONTINENTAL

Chassé, C. (Ed.), Glémarec, M. (Ed.), avec le concours du CNEXO, 1976, Atlas du littoral français : atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne : cartes biosédimentaires.

Documentation originale accompagnant l'atlas papier, Document mis en ligne sur le site REBENT

http://www.ifremer.fr/rebent/Document/notices_carto/notice_atlas_golfe_gascogne.pdf

a) Les houles

On a émis des doutes sur les capacités d'action des houles sur le plateau continental, bien que tous les gens de mer s'accordent pour leur attribuer un rôle essentiel dans le remaniement des sédiments en profondeur. INMAN et NASUS (in King, 1959), ont donné un abaque reliant la hauteur moyenne des vagues et la vitesse maximale des courants induits sur le fond selon les profondeurs, on peut être tenté d'étendre les limites de l'abaque original tout en prenant en considération les données isolées rapportées par divers auteurs. En prenant en compte les vitesses limites d'érosion (HJULSTROM, SUNDBORG, BONNEFILLE, etc...) et la fréquence des hauteurs des houles aux diverses saisons, on peut faire les estimations suivantes:

- a) En prenant en considération la "hauteur significative des vagues H 1/3" (moyennes des 33 % plus hautes vagues), respectivement 1 m en juillet et 3 m en décembre, on peut calculer, pour divers sédiments, les profondeurs en mètres, où les vitesses maximales induites par les houles pendant un bref instant sont suffisantes pour effectuer un remaniement superficiel :

Granulométrie.....	0,2 mm	0,5 mm	2 mm	2 cm
Profondeur en juillet (H 1/3 = 1 m).....	26 m	20 m	10 m	
en décembre (H 1/3 = 3 m).....	77 m	58 m	37 m	15 m

On remarque que seules les vagues des tempêtes hivernales sont susceptibles d'agir au-dessous de 80 m.

- b) A l'échelle de dix ans, H 1/3 est de 5 m, de cent ans de 7 m. Ces vagues agissent sur le plateau continental pour les granulométries précédentes à des profondeurs de remaniement beaucoup plus considérables :

Granulométrie.....	0,2 mm	0,5 mm	2 mm	2 cm
Profondeur en dix ans (H 1/3 = 5 m).....	125 m	95 m	61 m	28 m
en cent ans (H 1/3 = 7 m).....	175 m	130 m	85 m	38 m

- c) De même, les vagues maximales annuelles ($H_m = 10$ m), décennales ($H_m = 15$ m), centennales ($H_m = 21$ m), agissent, mais fort brièvement, jusqu'à des profondeurs encore plus fortes.

Granulométrie.....	0,2 mm	0,5 mm	2 mm	2 cm
H. max. annuelle ($H_m = 10$ m).....	250 m	180 m	120 m	55 m
H. max. décennale ($H_m = 15$ m).....	380 m	280 m	180 m	90 m
H. max. centennale ($H_m = 21$ m).....	500 m	400 m	300 m	120 m

L'évaluation des conséquences des amplitudes extrêmes, voire paroxysmiques, des phénomènes n'est généralement possible que par des calculs d'extrapolation ; leur rareté à l'échelle des observations ne doit pas masquer leur importance pour la distribution des structures géomorphologiques (ridins) et sédimentaires notamment. Ainsi se combinent, à des échelles temporelles diverses, stabilité et déplacement des fonds.

b) Les courants de marée

Les courants de marée à périodes régulières se superposent à l'agitation des houles et combinent leurs actions avec les déplacements très lents qu'elles induisent.

- Au large, sur le plateau continental externe, les courants de marée sont alternatifs avec une résultante de 8 MN/jour et une vitesse maximum sud-ouest - nord-est de 1.5 nœud perpendiculaire à l'accore (point 415 du S.H.O.M.). Ils semblent plus vifs au niveau de celui-ci, leurs directions y étant canalisées par le modelé.
- Au-dessus de la partie médiane et interne du plateau, ils sont généralement rotatifs : au-delà des fonds de 30 m, le jusant étant plus fort que le flot, avec un maxi de 0,5 à 1 nœud, la résultante perpendiculaire aux isobathes est dirigée vers l'ouest ou le sud (4 à 10 MN/jour), en deçà des fonds de 30 m elle est dirigée vers la terre (3 MN/jour).
- En bordure des caps et des îles de l'échine rocheuse, ils sont alternatifs et atteignent 1 à 3 nœuds en vives-eaux moyennes (coefficient 95) et sont parallèles aux isobathes, leur résultante est dirigée vers la terre parallèlement à celle-ci.
- Dans les entrées d'estuaires, les goulets, les passages transversaux au travers de l'échine rocheuse, les courants alternatifs plus vifs atteignent, selon l'étroitesse des passages, 3 à 6 nœuds, leur résultante, généralement dirigée vers le large, atteint 10 MN/jour.

Action des courants de marée

Les courants de marée entraînent vers le large les parties les plus fines mises en suspension par les houles ainsi que les turbidités issues des estuaires lors des grandes marées ("bouchons vaseux" estuariens hivernaux, "bouchons planctoniques" estivaux).

C'est ainsi que J.-P. PINOT a pu montrer, sur les données ERTS-1, la migration hivernale sud-sud-ouest, à la fois :

- Des bouchons vaseux successifs de la Loire distants de 100 km, correspondant aux 15 jours séparant les cycles successifs des vives-eaux ;
- D'un nuage turbide, image de la Grande Vasière décalée par rapport à celle-ci, qui traduit la remise en suspension des vases par les tempêtes et leur migration par les courants.

L'action érosive propre est difficile à cerner ; on peut mettre en relation les caractéristiques granulométriques moyennes des sédiments avec les vitesses maximales habituelles des courants qui les baignent (BOUCHER, 1970 ; CHASSE, 1972), en prenant en compte les vitesses à 1 m au-dessus du fond, et celles qui existent pour différentes épaisseurs de la tranche d'eau (on admet, selon les mesures de VANNEY), que pour des fonds de profondeur P, les vitesses moyennes de surface sont plus élevées que celles à 1 m du fond d'un coefficient de proportionnalité qui varie de 1,25, 1,55, 1,75, 1,92, 2,08 pour des profondeurs respectivement de 10, 20, 30, 40, 50 m.

Granulométrie des fonds

Médiane en μ	20 μ	50 μ	100 μ	200 μ	500 μ	2000 μ	20 000 μ
Médiane			0,1 mm	0,2 mm	0,5 mm	2 mm	2 cm
<hr/>							
Vitesse d'équilibre en vives-eaux à 1 m du fond.....	0,012	0,074	0,30	1,1	1,7	3,4	11
<hr/>							

Ainsi, les sables grossiers (0,5 à 2 mm) sont en équilibre avec les vitesses de surface de vives-eaux de 2 à 6 nœuds, les sables fins (0,1 à 0,5 mm) avec les vitesses de 0,5 à 2 nœuds, les vases (<0,05 mm) avec des vitesses inférieures à 0,2 nœuds.

On doit considérer :

- Que les sédiments plus fins que ne le permettent les courants sont instables, c'est le cas de nombreuses langues de vases, aux sorties des estuaires comme la Vilaine, aux débouchés des passages dans l'échine rocheuse, entre Hoedic et le plateau de Guérande, entre Groix et le massif des Birvideaux, etc...
- Que les sédiments plus grossiers que ne l'indiqueraient les courants sont, soit en équilibre avec l'action des houles, soit des formations reliques que l'hydrodynamisme actuelle ne saurait expliquer.

c) L'action humaine, le chalutage

Le plateau continental est livré à une activité humaine intense à la fois sur le plan de l'équilibre sédimentaire et sur celui de l'équilibre biologique. Sur les 12 000 à 18 000 km² occupés par la Grande Vasière, pêchent 1500 chalutiers, 8 heures par jour, 200 jours par an, trainant à 3 nœuds des chaluts de 12 m d'ouverture munis de "scoubidou". Ils raclent annuellement 170 000 km², soit 12 fois l'équivalent de la surface totale de la Grande Vasière comme toute la surface n'est pas chalutable, on peut admettre que les zones les plus fréquentes sont raclées en moyenne une fois par semaine !

Si le remaniement fréquent assure une bonne oxygénation des vases et, par là, une meilleure fertilité, il tend à détruire beaucoup d'organismes lents qui vivent à la surface du sédiment.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU PLATEAU CONTINENTAL NORD-GASCOGNE

De Penmac'h à la Vendée, le rebord méridional de l'Armorique a une côte longitudinale à influences structurales prédominantes (GUILCHER A., 1954) orientée face au sud-ouest. Elle est formée de blocs cristallins étagés appartenant à quatre alignements anticlinaux hercyniens faillés parallèlement au rivage et refracturés obliquement. Les failles qui découpent le socle en blocs s'inscrivent dans trois directions majeures :

- La direction sud-armoricaine de l'axe anticlinal de Cornouaille ouest-nord-ouest - est-sud-est, parallèle à la ligne générale du rivage ;
- La direction nord-armoricaine ouest - sud-ouest parallèle à la côte nord de Bretagne : rive nord de la rade de Brest et faille de l'Elorn, rive sud de la baie de Douarnenez et raz de Sein, rive sud de la presqu'île de Penmac'h et Karreg Saoz ;
- La direction de la faille Kerforne (en presqu'île de Crozon) de direction nord-ouest - sud-est. Elle est assez largement parallèle à la direction moyenne des isobathes de 100 à 160 m et à la direction générale de l'accroissement du plateau continental.

Les blocs ainsi découpés ont joué verticalement comme des touches de clavier au tertiaire, les uns s'effondrant (dépressions), les autres basculant vers l'intérieur des terres, accentuant l'abrupt de leurs falaises face à la mer qui envahissait les compartiments abaissés, laissant un jeu d'îles en sentinelles devant la façade maritime. Des tomboli de sables dunaires ont depuis relié à la côte les îles les plus proches comme Quiberon et le Croisic.

La plate-forme continentale sud-armoricaine (Bretagne-Vendée) comprise entre le trait de côte et la ligne des fonds de 200 m s'étend sur 50 000 km², avec une largeur moyenne de 150 à 180 km, sur une longueur de près de 300 km ; elle est délimitée :

- Au nord, par l'entrée élargie de la Manche à la latitude d'Ouessant et du goulet de Brest (48°30' nord) qui se prolonge naturellement vers le sud par ses bancs et ses champs de dunes (ridins), à l'ouest du 4°50' ;
- Au sud, par le plateau de Rochebonne, dernier témoin hercynien (granit et schiste) au parallèle 46°20'.

"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 modèle 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."(PINOT J.-P., 1967). Le trait de côte actuel n'est qu'un des nombreux niveaux de séjour de la mer, qui durant le dernier million d'années a vu ses vagues déferler sur des rivages situés à moins de 160 m au-dessous du niveau actuel, c'est-à-dire, au rebord du plateau continental, lors des

Chassé, C. (Ed.), Glémarec, M. (Ed.), avec le concours du CNEXO, 1976, Atlas du littoral français : atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne : cartes biosédimentaires.

Documentation originale accompagnant l'atlas papier, Document mis en ligne sur le site REBENT

http://www.ifremer.fr/rebent/Document/notices_carto/notice_atlas_golfe_gascogne.pdf

régressions glaciaires, tantôt à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du niveau actuel (jusqu'à plus de 50 m), lors des transgressions chaudes du quaternaire ancien. Par plus de six fois de suite, en deux millions d'années seulement, le trait de côte a balayé dans les deux sens le plateau continental, estompant, jusqu'à effacer, les traces de ses précédentes migrations. Lors de chacune des régressions glaciaires, le plateau continental, entièrement émergé, était le lieu de phénomènes périglaciaires :

- dans sa marge interne accidentée, gélifraction, solifluction sur les pentes, dépôt de loess sur les plateaux ;
- dans sa marge externe à très faible pente (< 1 ‰) des alluvionnements fluviaux considérables comme en Sibérie ou en Alaska de nos jours, la largeur des vallées et des rias en témoignent.

La mer transgressive, remaniant les sédiments mis en place et déjà triés par les agents fluviaux, poussait devant elle son trait de côte et les ensembles morphologiques connexes caractéristiques des côtes basses, cordons littoraux, sables côtiers, lagune de barrage, détruisant les formations morphologiques plus anciennes, n'en laissant sur place que des vestiges, les fractions éluviales résiduelles les plus lourdes, la trame éliminée des anciens tapis sédimentaires de blocs, de galets, de graviers et de sables grossiers roux à patine ferrugineuse aérienne, ou des formations consolidées par cémentation (grès de plage souvent ferrugineux, parfois silicifiés).

L'hydrodynamique actuelle ne saurait expliquer dans tous les cas les caractéristiques des fonds sédimentaires actuels et leurs entités morphologiques. La dynamique sédimentaire du plateau continental et la localisation des peuplements qui en résultent doivent nécessairement se situer dans le cadre de l'eustatisme quaternaire et tout particulièrement de son dernier épisode : la transgression flandrienne.

La bathymétrie, le style géomorphologique du modèle qu'elle dessine, la nature géologique des fonds durs, révèlent deux domaines formant deux bandes parallèles au trait de côte et aux isobathes, prolongeant, l'une, directement le massif armoricain émergé (Bretagne-Vendée), l'autre, plus au large, continuant les plateaux sédimentaires tertiaires du nord du bassin d'Aquitaine (les calcaires secondaires charentais se prolongent dans les îles de Ré et d'Oléron et en avant d'elles, puis semblent disparaître).

Les isobathes, 80 m au nord, 50 m au centre (Belle-Ile), 20 m aux abords de la Loire et plus au sud, séparent les deux domaines.

I. LE DOMAINE ARMORICAIN PARTIELLEMENT SUBMERGÉ, large de 20 à 40 km, formé de compartiments, les uns effondrés, les autres surélevés et basculés, est constitué :

- a) Vers le large, par une "**échine dorsale rocheuse hercynienne**", fracturée, large de 10 à 20 km d'où émergent des îles de granits, de micaschistes ou de schistes en plusieurs arcs ou alignements distants de la côte de 10 à 20 km ; ce sont, du nord-ouest au sud-est : Ouessant, Sein, l'archipel des Glénans, Groix, Quiberon, Houat, Hoedic, Belle-Ile, Noirmoutier, Yeu, Rochebonne (aujourd'hui submergée par moins de 3 m).

- b) A partir de la pointe de Penmarc'h, l'échine rocheuse abrite des houles du large une "**dépression pré littorale**" de 10 à 20 km, profonde seulement de 10 à 30 m, formée d'une série de cuvettes de décantation colmatées de sédiments sablo-vaseux d'autant plus riches en vase qu'elles sont à la fois plus profondes, plus abritées, et situées aux débouchés d'estuaires plus importants.

Collectant les eaux des fleuves côtiers, de la Vilaine et de la Loire, la dépression pré littorale subit des influences estuariennes accentuées du fait de son relatif isolement :

- La turbidité est variable mais toujours élevée (2 à 5 m de visibilité du disque de Secchi), limitant la profondeur d'extension des Laminaires (algues) de 5 à 15 m, parfois moins, au voisinage des estuaires qui crachent leurs bouffées d'eau turbides, "bouchons vaseux", lors de chaque grande marée (marée supérieure au coefficient 85). J.-P. PINOT (1975) a pu reconnaître, sur les images du satellite ERTS-1, deux émissions successives de celui de la Loire distante de 100 km et noter ainsi leur déplacement vers le sud, sous l'influence des courants de marée à la vitesse approximative prévue par les documents du S.H.O.M.
- La dessalure de surface en période de crue peut être importante, surtout au sud de la Loire.
- Une thermocline estivale juste au-dessus du fond s'établit dans les cuvettes de décantation, emprisonnant, au contact du fond, une nappe d'eau plus froide.
- L'apport fertilisant des eaux continentales en sels nutritifs et matière organique se traduit par une productivité élevée exprimée notamment dans la richesse en azote des vases décantées dans la dépression. Alors que le C/N est de 20 à 50 dans les vases du large, il est seulement de 5 à 12 dans la dépression littorale, ce sont là des valeurs proches de celles du plancton vivant (C/N = 6). Alors que les teneurs en carbone sont du même ordre de grandeur, 0,5 à 1 ‰ pour les vasières du large, il est seulement de 5 à 12 pour la dépression pré littorale, les teneurs en azote varient respectivement de 0,005 à 0,03 et de 0,1 à 0,5 (VANNEY, 1969).
- L'augmentation de la population humaine sur la marge côtière (tourisme) semble en relation avec les premiers indices d'une eutrophisation artificielle de la dépression littorale qui se traduit notamment par l'augmentation des biomasses de fonds suivis depuis plusieurs années en baie de Concarneau par la progression dans beaucoup de secteurs des moulières et des peuplements de littorines (presqu'île guérandaise), alors que des peuplements plus sensibles aux pollutions, celles de *Donax* par exemple, semblent se raréfier.

De nombreux estuaires envahis par la mer, les rias, parfois rétrécis à leurs embouchures surcreusées, s'élargissent dans les terres en de vastes dépendances profondément enfoncés (10 km), étalant à basse mer leurs réseaux complexes de chenaux entre des vasières luisantes, peu profondes, très fertiles.

Les cuvettes de décantation, où les courants de marées et l'action des vagues sont très faibles, sont cloisonnées par des zones de fortes intensités hydrodynamiques : courants violents entre les passes, tels ceux reliant la sortie du golfe du Morbihan à la Teignouse, ou l'action des vagues sur les littoraux face aux vents du large, là où la barrière rocheuse est basse ou interrompue (Quiberon).

A ces zones d'hydrodynamisme plus puissant correspondent des formations sédimentaires de quatre types :

1. **Des terrasses de matériel hétérogène** d'origine terrestre, formations reliques conservées en pseudotombolo ou en plates-formes en arrière des îles.
2. Des **tomboli vrais** construits sous le vent des îles tels :
 - Le banc est de Groix (submergé) ;
 - Le banc des Poulains et la ride du Cardinal d'une part, le banc des Pitochets d'autre part, qui sont respectivement construits par la rotation des houles au nord-ouest et au nord-est de Belle-Ile ;
 - Le tombolo de Quiberon, prolongeant le cordon de Gavre, construit par les houles de suroit diffractées au travers du large chenal des Birvideaux ;
 - Le double tombolo, aujourd'hui émergé, de la presqu'île guérandaise, de Pembron et de La Baule, reliant les anciennes îles granitiques de Batz et du Croisic, aux falaises de Guérande.
3. **Des deltas sous-marins dunaires profluviaux**, au débouché des rivières actuelles (l'Odet, le Scorff, la Vilaine, la Loire) ou anciennes, tel l'ancien cours de la Loire lorsqu'elle se jetait dans la Vilaine après avoir traversé l'actuelle "Grande Brière", les dunes de Hoedic et de Guérande.
4. **Des doubles deltas de marée** aux débouchés des chenaux transversaux ou passages (la Teignouse, Beniguet, etc...) creusés dans les cassures de la dorsale rocheuse par les rivières lors des émergences passées du plateau continental.

Parcouru par des courants d'autant plus vifs qu'ils sont plus étroits, le double delta en éventail de leurs débouchés est d'autant mieux formé que le matériel sédimentaire est abondant et le resserrement du passage plus étroit ; ce sont :

- Les bancs des Moutons entre Beg-Meil et les Glénans, le chenal très large dans la partie la plus profonde se rétrécit vers sa partie haute, formant une rampe sédimentaire de triage, terminé dans la dépression pré-littorale (baie de Concarneau) par un delta de flot complexe accroché à des îlots et des pointes de roches (banc des Moutons).
- De part et d'autre du passage de la Teignouse, entre Quiberon et la chaussée de Beniguet prolongeant les îles de Houat et de Hoedic, un double delta bien formé l'un par le jusant, c'est le banc de Taillefer abrité par Belle-Ile, l'autre construit par le flot, le banc de Quiberon, s'épanouit en éventail dans la baie de Quiberon.
- La sortie nord de la baie de Bourgneuf, entre Noirmoutier et la Pointe Saint-Gildas donne deux champs de dunes à grands ripple-marks assimilables à un delta de jusant étiré dans le sens des courants.
- La sortie sud de la baie de Bourgneuf, le goulet de Fromentine donne également un double delta, celui de jusant étant, là aussi, le mieux constitué.
- Des formations assez semblables existent dans la zone des pertuis charentais.

II. LE PROLONGEMENT NORD-AQUITAIN SUBMERGE

A la bathymétrie diversifiée et assez énergique du domaine armoricain submergé fait suite, jusqu'aux fonds de 160 m, une vaste plate-forme large de 100 à 150 km, en pente générale douce.

Dans sa partie médiane occupée par la "**Grande Vasière**", entre les isobathes 100 et 140 m, il y a une distance moyenne de 50 km, soit une pente de 0,6 m/km. Les pentes sont deux fois plus fortes dans les parties extérieure et intérieure. Un réseau de larges vallées submergées plus ou moins fossilisées, à versants dissymétriques très adoucis (pente de moins de 3 m/km), prolonge le réseau hydrographique actuel jusqu'à l'accroche de plateau. Les dénivellations entre interfluves et thalwegs sont rarement supérieures à 10 ou 15 m.

A) Dans sa partie interne, donc en contact avec le socle armoricain sur une largeur de 5 à 20 m, une série de **plateaux tabulaires bas morcelés de grès calcaireux tertiaire éocène** déchirent et alternent avec les restes des terrasses fluviales anciennes à surfaces érodées, transformés en "glacis-plaine", en "rampe sédimentaire de triage et de migration", avec des sables minéraux grossiers éluviaux au bas de la pente, des sables progressivement plus fins et plus dunaires en position plus élevée, moins profonde. A ces niveaux, les courants de marée sont négligeables, seules les houles longues les plus pénétrantes assurent cette lente action de triage et de transport.

Des cuestas de quelques mètres de commandement limitent les diverses strates de ces plateaux vers la terre, des falaises paléo-littorales les bordent vers le large ; des vasières s'abritent parfois entre les bancs. Les plateaux les plus profonds s'ennoient de plus en plus sous le tapis sédimentaire, surtout au nord-ouest. Les principaux plateaux calcaires sont, de N.W. au S.E. : le Karreg Saoz, le rebord sud du pied du socle des Glénans, Ar C'hantolor et les roches des abords du banc Bertin, les roches au sud de Belle-Ile, le plateau de l'île d'Yeu, la Barrière, les plateaux d'Artimon, de Guérande, des Bœufs, les banches à l'ouest d'Yeu, le pont d'Yeu...

B) La **marge externe du plateau continental** entre l'accroche vers 160 - 200 m et l'isobathe 120 m qui délimite une zone de sable fin glacée d'un film de pélites, la "Grande Vasière", est, vers le large, nappée de sable zoogène moyen (0,2 - 0,3 mm, plus de 50 % de calcaire), dont la surface éluviale aujourd'hui inactive ("marge de non-dépôt" de VANNEY, 1969) s'enrichit continuellement d'éléments biogènes plus grossiers, fabriqués sur place, dont les "alènes" tubes calcaires coniques effilés par le Polychète *Ditrupa arietina*.

Entre les mailles du réseau des paléo-vallées des fleuves côtiers délimitées par des talus de 5 à 10 m, sur les interfluves, des formations reliques affleurent, ce sont :

1. **Des fonds rocheux de calcaire miocène**, avec des dénivellations de 10 à 20 m de commandement. Ils forment dans les fonds de 115 à 140 m, sur une largeur de 30 à 40 km, un ensemble complexe de platiers ensablés, de pitons isolés ou groupés. Les "cathédrales" constituent ce que les pêcheurs appellent "la Barrière" à l'ouest et au sud-ouest de l'île d'Yeu (entre 46°20 et 46°40).

2. **Des terrasses alluviales de sable hétérogène compact**, mises en place en milieu terrestre, forment des lambeaux sur les rebords des fonds rocheux précédents et des ensembles plus vastes, par des fonds compris entre 110 et 135 m, au sud de la Pointe du Raz et des Glénans. Elles semblent se continuer vers la sortie sud de la Manche où elles sont progressivement voilées par du matériel sableux zoogène grossier, d'abord en minces rubans épars puis en arcs de dunes espacés, à crêtes perpendiculaires au flux des courants, puis en champs de rides serrées (les ridins).
 3. Vers 160 et 120-130 m, **d'anciens cordons littoraux** s'alignent parallèlement aux isobathes formés de rides N.W.-S.E., ce sont des levées de galets (vers 160 m) et des cordons de sables dunaires vers 140 m et surtout 120-130 m. Ils ourlent la "Grande Vasière" vers le large, nombre de leurs chaînons y pénètrent et s'y prolongent.
- C) De part et d'autre de l'isobathe de 100 m, sur le prolongement nord-aquitain submergé, des fonds vaseux (limités à plus 10 % de pélites) ont reçu l'appellation de "**Grande Vasière**".

Cet ensemble est large de 100 km devant Groix (entre les isobathes 60 m et 130 m), de 25 km seulement à Rochebonne (entre 90 m et 120 m). Les vases retenues par les reliefs protecteurs précédemment évoqués voilent un champ de dunes de sables éoliens fins roux (0,2 mm) en cordons parallèles aux isobathes (larges de 1 km, se prolongeant sur 2 à 20 km - en moyenne 6 - avec des dénivellations de 3 à 5 m seulement). La pellicule de sédiment vaseux (rarement plus de 20 % de vase) est très mince sur les crêtes dunaires, plus épaisse dans les creux de dunes, seules les dépressions particulières protégées renferment de véritables vases (jusqu'à 92 % de pélites).

Le champ de dunes recouvre lui même partiellement des platiers calcaires bas à la limite de l'affleurement, les "banches", semées de bancs énormes, peut-être apportés par les glaces flottantes. Les limites de la "Grande Vasière" ne sont pas franches, de longues digitations vaseuses coulent vers le large dans les anciens thalwegs ; vers la côte, des digitations pénètrent dans la dépression pré-littorale à l'est des Glénans. Au sud de Penmac'h, les fonds vaseux épais et très riches en vase (plus de 80 % de vase) sont très proches de la côte à moins de 2 km des dernières roches cristallines. VANNEY qualifie la "Grande Vasière" de zone terminale de dépôt, lui attribuant une alimentation pélitique sous l'action des courants de retour engendrés par les houles. On sait en effet que dès lors qu'une houle est en "eau profonde", c'est-à-dire lorsque la profondeur de l'eau est inférieure à la demi-longueur d'onde de la houle, il se crée contre le fond un mouvement alternatif d'autant plus vif que l'amplitude de la houle (sa hauteur) est forte et que le fond est faible ; le mouvement alternatif n'est pas symétrique, il présente sur le fond une résultante faible dans le sens de propagation de la houle et donc vers la côte, et dans l'épaisseur de la tranche d'eau un déplacement compensateur dans le sens inverse, donc vers le large. L'action de drague sur le fond est donc le fait des vitesses relativement élevées du mouvement alternatif, le matériel mis en mouvement se trie, le plus grossier est charrié sur le fond dans le sens de propagation de la houle, le plus fin transite lentement, cinq fois moins vite, à contresens, vers le large, en suspension dans la partie médiane de la tranche d'eau, il se dépose lorsque la vitesse du courant de retour est trop faible.

Référence des cartes originales (c.f. emprises fig. 5) :

- Plateau continental Nord Gascogne au 1/ 500 000ème : Carte bionomique et sédimentaire d'ensemble par C. Chassé et M. Glémarec. Source géomorphologiques : thèses de J. P. Pinot et J. R. Vanney. Dessin original par Ch. Quiguer.
- Carte de bionomie des fonds meubles du plateau continental Feuille de Brest (1975) par C. Chassé et M. Glémarec réalisée au laboratoire d'Océanographie biologique , UBO avec l'aide du CNEXO, Unité Littoral/. Les données géomorphologiques sont celles de la carte sédimentologique des côtes de France de F. Hirschberger. Dessin original par Ch. Quiguer.
- Carte de bionomie des fonds meubles du plateau continental Feuille de Pont-Croix (1975) par C. Chassé, M. Glémarec et A. Toulmont réalisée au laboratoire d'Océanographie biologique, UBO avec l'aide du CNEXO, Unité Littoral/. Les données géomorphologiques sont celles de la carte sédimentologique des côtes de France de A. Saint Requier. Dessin original par Ch. Quiguer.
- Carte de bionomie des fonds meubles du plateau continental Feuille de Quimper (1975) par C. Chassé et M. Glémarec réalisée au laboratoire d'Océanographie biologique , UBO avec l'aide du CNEXO, Unité Littoral/. Les données géomorphologiques sont celles de la carte sédimentologique des côtes de France de J.P. Pinot. Dessin original par Ch. Quiguer.
- Carte de bionomie des fonds meubles du plateau continental Feuille de Lorient (1975) par C. Chassé et M. Glémarec réalisée au laboratoire d'Océanographie biologique , UBO avec l'aide du CNEXO, Unité Littoral/. Les données géomorphologiques sont celles de la carte sédimentologique des côtes de France de J.P. Pinot et JR Vanney. Dessin original par Ch. Quiguer.
- Carte de bionomie des fonds meubles du plateau continental Feuille de Lorient (1975) par C. Chassé et M. Glémarec réalisée au laboratoire d'Océanographie biologique , UBO avec l'aide du CNEXO, Unité Littoral/. Les données géomorphologiques sont celles de la carte sédimentologique des côtes de France de JR Vanney. Dessin original par Ch. Quiguer.

EXPRESSION SYNTHETIQUE DE LA GRANULOMETRIE DES DIVERS FONDS SEDIMENTAIRES

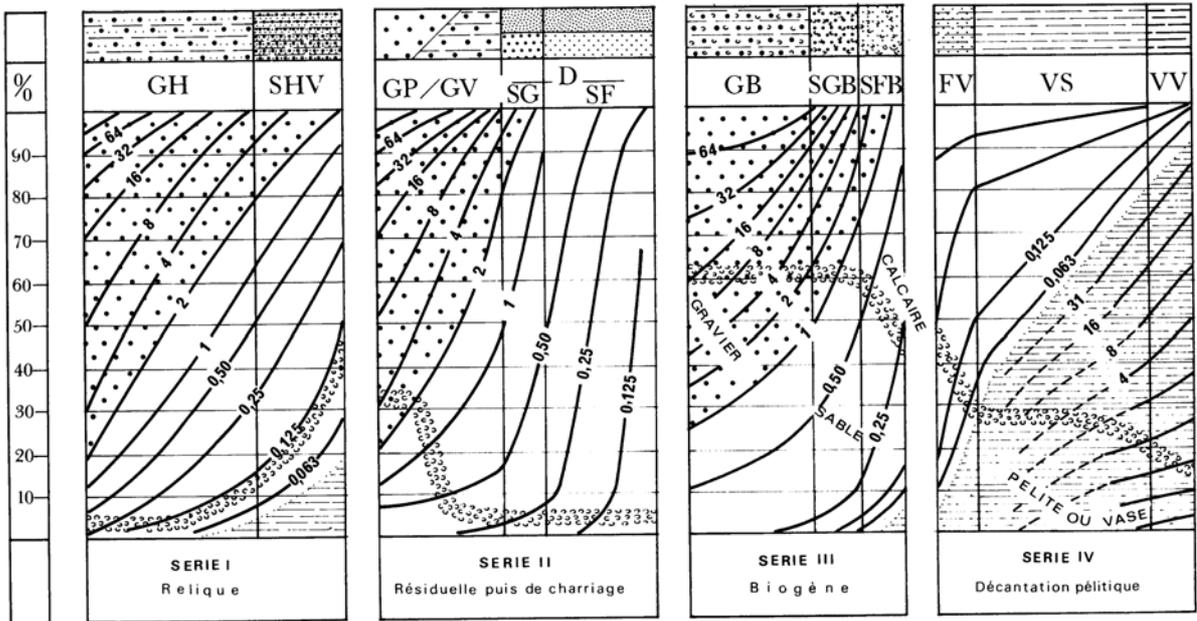


Fig. 1. — Légende : A toute verticale du graphique correspond un sédiment déterminé dont on lit, aux intersections avec les courbes d'isodimension, la composition granulométrique en pourcentage pondéral sur l'axe des ordonnées. L'évolution de la teneur moyenne en calcaire est également précisée.

GH graviers hétérogènes sableux, SHV sables hétérogènes plus ou moins envasés
 GP graviers propres, GV graviers vaseux, SG sables grossiers, SF sables fins

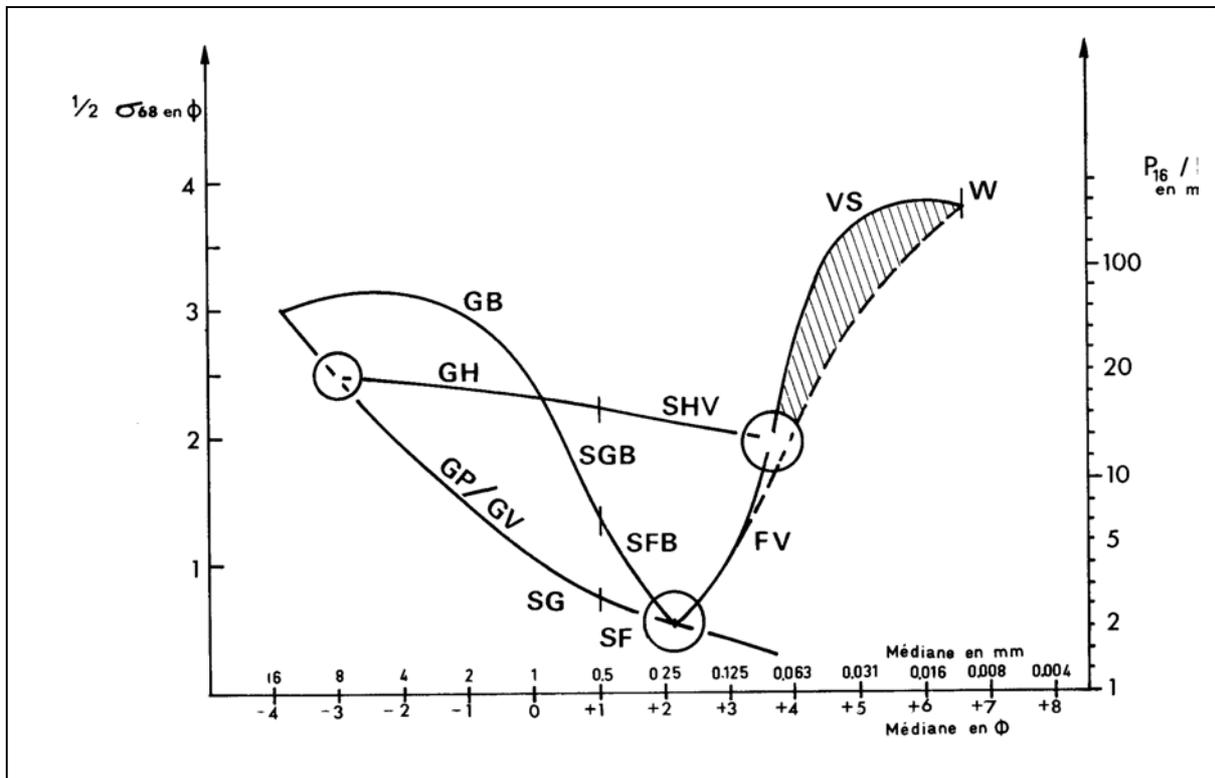


Fig. 2. — Évolution de la médiane en fonction des indices de triage.
 Schéma mettant en évidence le passage entre les différents
 fonds sédimentaires et leur peuplement

	SHV Sables envasés hétérogènes	GH Graviers sableux hétérogènes	GV/GB Graviers envasés	GP/GB Graviers propres	SG/SGB Sables grossiers calcaires	D Sables dunaires	SF/SFB Sables fins	FV Sables fins envasés	VS Vases sableuses	VV 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 Macra corallina	Acrocnida brachiata Clymene oerstedii	Nucula turgida Melinopalmeta 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 glebiflex 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 lyrifer	Ninoe armoricana Sternaspis scutata

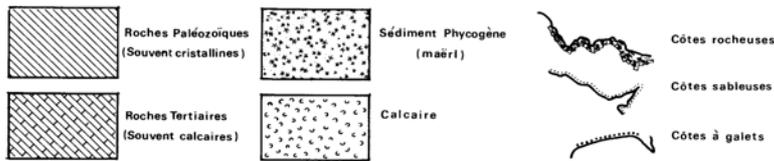


Fig. 3. — Caractérisation des unités de peuplements de l'ensemble du plateau continental, à l'aide des espèces leaders, en fonction des facteurs édaphiques et climatiques.

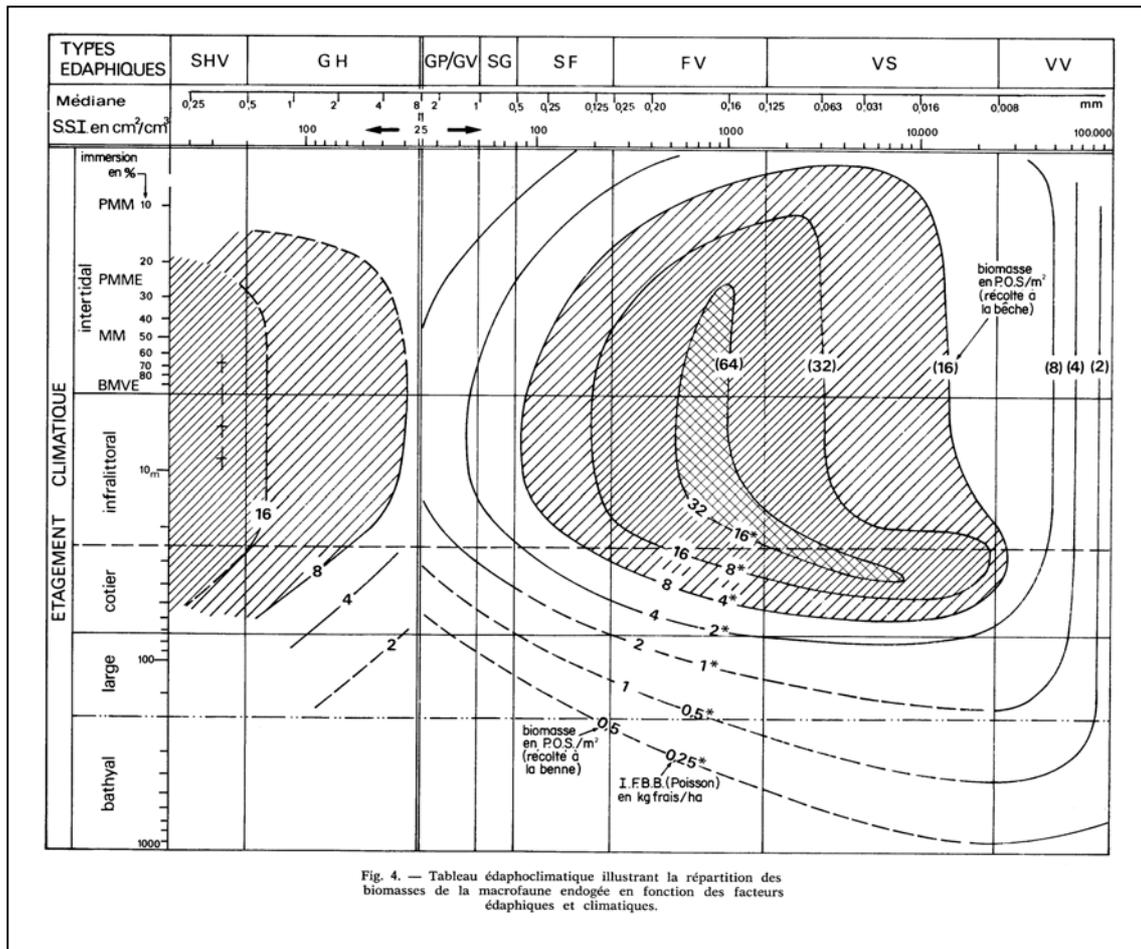


Fig. 4. — Tableau édaphoclimatique illustrant la répartition des biomasses de la macrofaune endogée en fonction des facteurs édaphiques et climatiques.

