

## La mégafaune benthique des fonds meubles de la rade de Brest : pré-échantillonnage par vidéo sous-marine.

Christian Hily

Laboratoire d'océanographie biologique. Université de Bretagne occidentale et CNRS  
Avenue Le Gorgeu - 29287 Brest.

**Résumé :** Le pré-échantillonnage relatif à une étude d'écologie quantitative sur la grande macrofaune (ou mégafaune) épibenthique - et plus spécialement sur les mollusques d'intérêt commercial - a été réalisé en rade de Brest. Une méthodologie originale de codage des descripteurs de l'environnement permet de définir 17 strates qui sont autant d'épibiotopes homogènes dans lesquelles se différencient des assemblages particuliers d'espèces. Ce codage est obtenu par traitement des données obtenues de visu par caméra vidéo sous-marine. Ces strates se répartissent dans cinq superstrates : les estuaires et rias, les platiers vaseux, les pentes et chenaux ; le centre rade et les zones rocheuses. En surimposition aux sédiments, les éléments biogènes sont déterminants pour créer des biotopes particuliers favorables aux espèces épibenthiques. Il s'agit notamment des bancs de maërl (*Lithothamnium corralioides*), de l'amoncellement de coquilles de mollusques ou des bancs de Crépîdules (*Crepidula fornicata*) qui permettent la fixation des espèces sessiles, ou l'abri des espèces vagiles, en particulier de leurs juvéniles. La cartographie des strates, qui donne une représentation inédite des fonds de la rade de Brest, est une base indispensable pour l'optimisation d'un échantillonnage quantitatif de ces grandes espèces benthiques, dont l'écologie est encore mal connue faute de moyens de prélèvement bien adaptés à leur distribution et à leur densité.

**Abstract :** A pre-sampling relative with a further quantitative ecological study of the large benthic macrofauna (megafauna) especially the exploited mollusks, was realized in the bay of Brest. An original method of coding of the environmental factors defined 17 strata in with particular assemblages of species were differentiated. This coding was obtained by the treatment of the numerous observations of an underwater video camera. The strata are dispatched in 5 superstrata : Estuaries and rias - muddy banks - slopes and channels - gravels of the middle of the bay - rocky areas. Biogenic components are surimposed on the sediments and are determinant for the constitution of original biotopes for epibenthic species. *Lithothamnium corralioides* beds, shell's accumulations, *Crepidula fornicata* beds... are favourable supports for the sessile fauna and refuge for epibenthic vagil species especially their juveniles. The mapping of the strata which gives an original view of the bottom of the bay of Brest, is an essential step for the optimisation of the further quantitative sampling of the large benthic macrofauna which ecology still stayed relatively unknown because the inadequate methods of sampling.

### INTRODUCTION

La rade de Brest, grande baie semi-fermée de 180 km<sup>2</sup>, est un ensemble marin côtier d'intérêt national, du point de vue écologique, économique et stratégique. De nombreux travaux scientifiques ont décrit les principales caractéristiques géomorphologiques, sédimentologiques, ou hydrologiques. Dans le domaine de l'océanographie biologique une cartographie des peuplements de la macrofaune endogée a été réalisée sur l'ensemble des fonds meubles (Toulemont *et al*, SAUM Rade de Brest 1980) et des études quantitatives localisées dans le bassin Nord ont eu lieu plus récemment (Hily, 1984). Assez curieusement, les connaissances sur la grande macrofaune (ou mégafaune), essentiellement épibenthique, sont restées très empiriques et les quelques travaux scientifiques existant concernent soit des secteurs géographiques très restreints, soit l'étude d'espèces très ciblées (*Pecten maximus*,

Antoine, 1980 ; *Crepidula fornicata*, Coum, 1979, *Asterias rubens*, Guillou, 1980 ; *Chlamys varia*, Shafee, 1980). Dans le cadre d'un programme visant à quantifier les transferts d'énergie au travers du compartiment des suspensivores benthiques, une première étape obligatoire consiste à établir une cartographie qualitative et quantitative des stocks de la méga-épifaune, essentiellement suspensivore. Cette démarche permet, d'une part de localiser les populations des principales espèces en relation avec les descripteurs du milieu, et d'autre part de quantifier leur niveau de biomasse vis-à-vis des autres compartiments trophiques. Pour cela s'impose le choix d'une stratégie d'échantillonnage adaptée à la diversité des peuplements et des types de biotopes. Il était nécessaire tout d'abord de réaliser une étude préliminaire à l'échelle de la rade de Brest pour définir les grands ensembles (ou superstrates) du domaine benthique et les sous-ensembles (ou strates) dans lesquels les biotopes sont homogènes et où se définissent les unités de peuplement de la macrofaune. C'est à l'issue de cette première description du milieu, où sont incluses les connaissances acquises antérieurement, que l'on peut définir un plan d'échantillonnage optimal de la macrofaune. Cet article présente les résultats de ce pré-échantillonnage obtenu par une méthodologie originale adaptée aux difficultés d'étude de l'épifaune des substrats meubles. Elle devrait combler le manque de référence pour situer le macrobenthos dans son cadre global en rade de Brest. La stratification du domaine benthique est la base indispensable pour étudier l'écologie des espèces suspensivores exploitées ou compétitrices de celles-ci (Crépidule : *Crepidula fornicata*) et comprendre la dynamique fonctionnelle de leurs populations. Cette étape de stratification du domaine benthique sera suivie par la quantification des stocks de mollusques filtreurs et l'évaluation des possibilités de diversification de l'exploitation des mollusques traditionnellement cantonnée aux Pectinidés : Pétoncles noirs et blancs (*Chlamys varia* et *opercularis*), Coquille St Jacques ( *Pecten maximus*).

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### *Définition de la mégafaune et problèmes méthodologiques liés à son étude écologique*

Les catégories de tailles adoptées par les écologistes pour décrire la faune benthique sont définies essentiellement par rapport aux descripteurs de l'échantillonnage utilisé : maille du tamis, surface de l'unité d'échantillonnage, nombre d'échantillons. La maille de 1 mm a été adoptée pour séparer la macrofaune de la meiofaune, les surfaces unitaires d'échantillonnage étant respectivement de 0.1 et de 0.01 m<sup>2</sup>. Ainsi, logiquement, par extrapolation, la mégafaune peut être définie comme étant celle retenue sur une maille de 10 mm (Grassle *et al*, 1975), pour une surface unitaire d'échantillonnage de 1 m<sup>2</sup>. Ces espèces, qui atteignent à l'âge adulte des biomasses et des tailles individuelles élevées, ont des densités souvent inférieures à un individu par mètre carré ce qui rend inefficace les engins de prélèvement quantitatif (bennes, carottiers) utilisés en écologie benthique classique. De nouvelles techniques d'échantillonnage devaient donc être mises au point pour dépasser les connaissances

qualitatives apportées par l'utilisation des dragues. Ces problèmes méthodologiques expliquent en grande partie le déficit d'information actuel sur cette catégorie d'espèces tant en rade de Brest que dans la plupart des autres secteurs côtiers.

Le mode de vie particulier de la mégafaune explique également le manque de connaissances sur son écologie : la plupart des espèces sont épibenthiques et ont, à un moment de leur cycle, besoin d'un support solide pour se fixer ; bien que ces supports soient par définition de petite taille sur les fonds meubles (galets, cailloutis, débris calcaires biogènes...), l'écologie de ces espèces se rapproche de celle de la faune du substrat rocheux. Il s'agit en quelque sorte d'un problème de benthos de substrat dur à l'échelle des supports, surimposé à un problème de benthos meuble à grande échelle. Le clivage entre les benthologues de substrat dur et de substrat meuble est bien connu, et ce compartiment intermédiaire entre ces deux domaines de l'écologie marine est finalement resté en dehors des préoccupations des uns et des autres, d'autant plus que les problèmes d'échantillonnage n'étaient pas résolus.

Si certaines particularités de ces espèces sont défavorables à un échantillonnage classique, d'autres comme la grande taille et le mode de vie épibenthique sont des atouts :

- Pour une approche par comptage visuel *in situ* : en plongée autonome à l'aide de quadrats de 1 m<sup>2</sup>, ou par prise de vue sous-marine, à l'aide de caméra vidéo montée sur un bâti spécialement mis au point.

- Pour des prélèvements de la couche de surface manuels en plongée ou mécaniques par des dragues quantitatives.

C'est ce type de méthode d'échantillonnage que nous avons développé dans ce travail en l'adaptant aux différentes situations rencontrées.

- Le critère de sélection pour la définition des strates est qualitatif et multiple puisqu'il intègre les principaux facteurs du milieu qui définissent les différents biotopes, il a été obtenu par l'observation directe des fonds par caméra vidéo et codage des descripteurs selon une méthode originale décrite plus loin.

### *Matériel de prélèvement*

BATIFIX - Nous avons mis au point un bâti quadripode sur lequel est fixé une caméra vidéo sous-marine (de type Osprey 1321 S.I.T.). Selon la position de la caméra sur le bâti la surface observée lorsque celui-ci est posé sur le fond, varie de 0.1 à 1 m<sup>2</sup>. A chaque station le bâti est posé 10 à 20 fois sur une radiale dont les points ne sont séparés que de quelques mètres. La densité d'une espèce ou le codage d'un descripteur du milieu, est donc une moyenne de 10 à 20 observations. Les images stockées sur bande vidéo sont dépouillées au laboratoire. Lorsque les individus sont de grande taille, mais en faible densité au mètre carré, le bâti est positionné à 50 cm environ au-dessus du fond et une radiale de 100 à 300 m est effectuée en "survol" le bateau étant en dérive. Ces deux types d'observations complémentaires sont couplées systématiquement pour permettre une description complète d'un secteur. La limite des strates et des entités de peuplement est déterminée soit par ce type de survol, soit par les transects vidéo obtenus par une caméra montée sur un traîneau de type TROIKA (Laban *et al* 1963).



AQUAREVE - Le système AQUAREVE (Application Quantitative d'un Rabot Epibenthique avec contrôle Vidéo de l'Échantillonnage, Thouzeau & Hily 1986) permet d'obtenir un échantillonnage quantitatif de l'épifaune benthique sur des surfaces allant de 5 à 15 m<sup>2</sup>. La récolte des échantillons se fait par dragage, avec mesure électronique de la longueur du trait et contrôle vidéo du travail de la lame.

QUADRATS en plongée - Plusieurs échantillons (3 à 10) de 1 m<sup>2</sup> délimités par un cadre métallique posé sur le fond sont récoltés manuellement.

Enfin la BENNE SMITH MAC INTYRE peut être efficace ponctuellement dans le cas de concentrations de certaines espèces comme les crépidules (*Crepidula fornicata*) ou les ophiures (*Ophiothrix fragilis*), elle est utilisée également pour l'analyse du sédiment (granulométrie...).

Les principaux points de prélèvement et transects vidéo, réalisés de 1983 à 1988, sont localisés sur la figure 1.

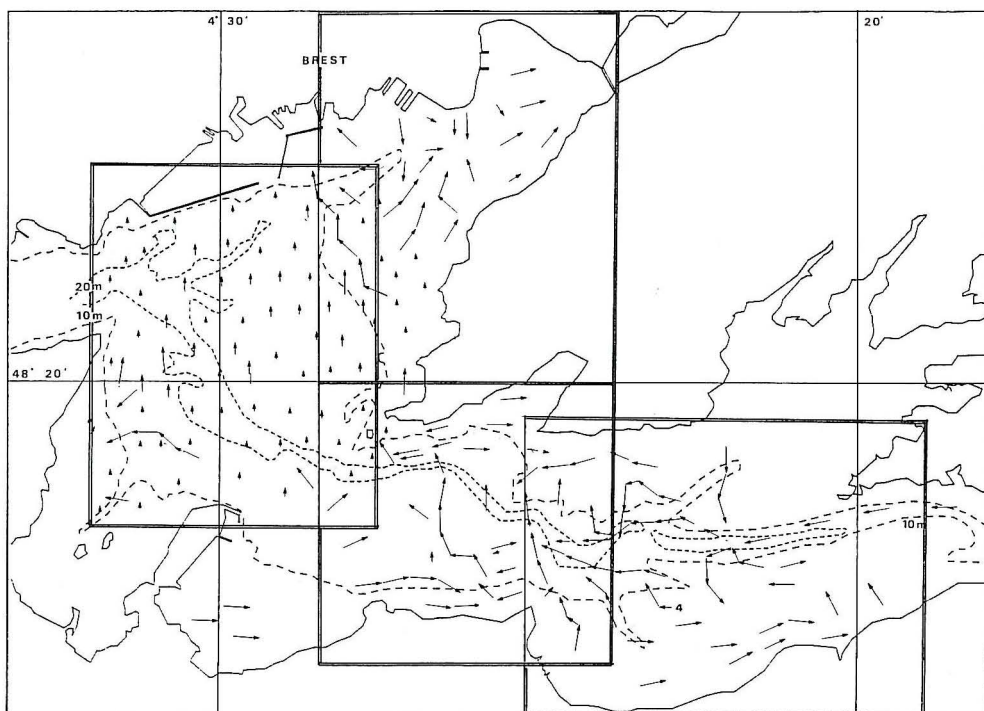


Fig. 1 : Localisation des principaux traits vidéo utilisés pour la caractérisation des strates et leur cartographie. La flèche indique le sens et la longueur du trait sur le fond.

### *Stockage, gestion et traitement des données*

A chaque échantillon, une série d'observations est enregistrée, caractérisant les paramètres de localisation (numéro de station, date, coordonnées géographiques, engin de prélè-



vement), les descripteurs de l'environnement (température, profondeur, sédiment, taux de coquilles, recouvrement et hauteur d'algues, maërl mort et vivant, cailloutis, rugosité, salinité, pente, courant, taux de pélites, couverture de crépidules) et les composantes qualitatives et quantitatives de la faune et de la flore. Les espèces sont stockées sous forme de code à 3 lettres facilitant le tri et la sélection des fiches : groupe trophique, groupe taxonomique et numéro d'ordre de l'espèce dans le groupe. Les données brutes, filtrées par cette fiche standardisée se présentent alors sous une forme homogène et peuvent être ensuite stockées et traitées dans la même chaîne de logiciels. Un fichier à accès direct a ainsi été créé, appelé "fichier principal" qui est composé d'enregistrements de 695 octets de longueur. Cette base de données permet l'accès à des progiciels disponibles tels que DBASE, les tableurs de type multiplan et les logiciels statistiques et d'analyses multivariées. Un logiciel original a été mis au point qui permet le tracé des lignes bathymétriques puis, à chaque station sélectionnée, l'impression des valeurs des descripteurs de l'environnement ou des densités d'espèces, dans un cadre géographique dont les bornes (en longitude et latitude) sont définies par l'utilisateur. Dans l'étape suivante, les strates ayant été construites, il sera alors possible de réaliser un échantillonnage aléatoire simple au sein des strates. L'effectif des échantillons dans chaque strate et le nombre total d'échantillons étant déterminé selon la démarche proposée par Frontier (1983) pour l'optimisation de l'échantillonnage. Dans le cas étudié ici, la population cible est l'ensemble des espèces suspensivores, et la stratégie retenue est l'allocation proportionnelle dans laquelle l'effectif de l'échantillon est directement proportionnel à l'effectif de la strate (en hectares).

*Principes de cotation des descripteurs du biotope - tableau I.*

*Profondeur* : code de 1 à 6, depuis les zones exondables (1) jusqu'aux fonds supérieurs à 30 m (6).

*Sédiment* : ce code (de 1 à 12) exprime la taille moyenne des grains, il est croissant selon la médiane granulométrique.

*Pélites* : ce code (de 0 à 4) décrit la surface du sédiment en éléments fins à partir de critères visuels obtenus en plongée ou par caméra, critères situés sur une gamme de taux de pélites obtenus par les analyses granulométriques classiques.

*Pourcentages de recouvrement de la surface du fond* (code de 1 à 5) par tranches de 20 % : coquilles (> 2 cm), cailloutis (2 à 20 cm), algues macrophytes, maërl vivant, maërl mort, crépidules.

nb : la combinaison des quatre descripteurs du sédiment exprime avec une bonne précision la nature du substrat. Ainsi par exemple, un fond constitué de 80 % de grosses coquilles de *Glycymeris* sur du sable grossier sera noté : sédiment = 6, pélites = 0, Coquilles = 4, Cailloutis = 0. Ce même sédiment avec un léger dépôt de particules fines en surface et quelques galets et cailloutis disséminés sera noté : sédiment = 6, pélites = 1, coquilles = 4, cailloutis = 1.

*Hauteur des algues* : code de 0 à 5 définissant l'épaisseur moyenne du champ de macrophytes (en cm).

*Rugosité* : code de 1 à 6 exprimant la hauteur moyenne de l'épibiose ou des blocs au-dessus du sédiment (en cm).

*Salinité* : code de 1 à 4 exprimant l'amplitude maximale moyenne annuelle des variations de salinité dans le secteur géographique de l'échantillon.

*Pente* : la pente du substrat est calculée soit à partir de la bande sondeur au moment de l'échantillonnage s'il s'agit d'un trait, soit à partir de la carte marine s'il s'agit d'un prélèvement ponctuel. Le code de 1 à 7 est calculé en pourcentage (1 = pente nulle, 7 = pente supérieure à 4 %).

## RÉSULTATS

### *Physiographie et définition des superstrates*

La rade de Brest est largement dominée par l'activité de ses deux rivières l'Aulne au sud et l'Elorn au nord. Leur activité ancienne a creusé les basses vallées qui sillonnent actuellement le fond de la rade (chenaux); les transgressions marines du quaternaire, en élargissant ces vallées lui ont donné son contour actuel. Leur activité, par les apports terrigènes détermine la qualité de l'écosystème. Globalement 50 % de la surface de la rade se situe entre l'isobathe - 10 m et le trait de côte (niveau de Hautes Mers de Vives Eaux), l'autre moitié de la surface se partageant entre le fond des chenaux et de la dépression centrale (20 à 40 m) et les pentes (10 à 20 m). La texture des sédiments, qui conditionne directement les possibilités d'existence des espèces épibenthiques est très liée à cette structure géomorphologique : sédiments fins vaseux sur les petits fonds et sédiments propres grossiers dans les fonds supérieurs à 20 m. Ce schéma est modulé par un gradient - milieu estuarien abrité - milieu marin ouvert (ces milieux constituant les limites amont et aval de l'écosystème rade de Brest selon un axe Est-Ouest). Ainsi quelle que soit la profondeur, la proportion d'éléments fins dans le sédiment sera d'autant plus forte que l'on se trouvera dans les zones amonts de la rade. La faune benthique suit dans ses grandes lignes ce schéma géomorphologique et granulométrique. Ces ensembles peuvent chacun se diviser en un certain nombre de strates qui seront définies par les critères de qualité de l'habitat de la faune benthique. Dans chacune de ces strates s'individualise un "assemblage" particulier d'espèces benthiques qui définit soit un peuplement *sensu stricto*, soit le faciès d'un de ces peuplements (le terme faciès étant ici utilisé dans le sens de Prenant (1927) et Picard (1965) qui définit une subdivision d'un peuplement, caractérisé par l'exubérance d'une ou d'un petit nombre d'espèces sous l'effet de la prépondérance de certains facteurs écologiques, sans que la composition qualitative du peuplement en soit profondément affectée. Cinq superstrates se définissent dans la rade de Brest (Fig. 2) :

- les estuaires et rias
- les pointements rocheux
- les platiers vaseux
- les pentes et chenaux
- le centre rade

TABLEAU I

Caractérisation des superstrates et des strates des fonds de la rade de Brest par les principaux descripteurs du milieu (voir dans le texte pour l'explication des principes de cotation des descripteurs).

SUPERSTRATES	CODAGE DES DESCRIPTEURS DU MILIEU																		
			PROFONDEUR	SEDIMENT	COQUILLES	PELITES	CAILLOUTIS	RECOURVEMENT MACROPHYTES	HAUTEUR MACROPHYTES	MAERL VIVANT	MAERL MORT	RUGOSITE	SALINITE	PENTE	CREPIDULES	% SURFACE	SURFACE (ha)		
BANQUETTES ENVASEES	VASIERES OUVERTES	BVVO	1 2	2 1 2	3	0	0 1	0 1	0 1	0 1	1	3	1 2	0 1	9.01	960			
	VASIERES COQUILLIERES	BVVC	1 2	2 3 5	3	0	0 3	0 3	0 1	0 1	1 5	3	1 2	0 2	3.1	333			
	VASIERES PORTUAIRES	BVVP	1 2	1 2 0	4	0	0	0	0	0	1	3	1	0	2.6	282			
	MAERL MORT	BVMM	1 2	2 0 2	2	0 1	0 3	0 3	0 2	4 5	1 5	3	1 4	0 1	7.18	764			
	MAERL PUR	BVMP	1 2	2 0 1	1 2	0	1 5	0 4	4 5	0 2	1 5	3	1 2	0	7.96	847			
	SABLES HETEROGENES	BVSH	1 3	7 1 3	3	0 1	1 5	0 4	0 1	0 1	1 5	3	1 4	0 1	1.28	136			
	MAERL MIXTE	BVMX	1 3	2 1 2	2 3	0 1	1 5	0 4	1 4	1 4	1 4	3	1 2	0 3	19	2 027			
	SOMME														50.1	5 349			
PENTES ET CHENAUX	VASIERE	PCVA	3 5	1 2 0 1	3 4	0	0	0	0	0	0 1	2 3	1 6	0 1	1.07	114			
	VASE ET CREPIDULES	PCVC	3 5	1 2 1 2	3 4	0	0	0	0	0	0 2	2 3	1 6	2 4	13.4	1 428			
	CREPIDULES	PCCR	3 5	1 2 5	2 3	0	0	0	0	0	2	2 4	1 6	5	1.25	133			
	SABLES FINS VASEUX	PCFV	3 5	3 4 7 1	3	2	0 1	0	0	0	0 2	1 3	2 4	1 6	0 2	4.8	434		
	GROSSIER ET MAERL MORT	PCGM	3 4	6 8 1 3	2	0 1	0 1	0 1	1 4	1 4	1 4	2	1 4	0 2	2.88	306			
	MAERL VIVANT	PCMV	3 5	7 1 2	2	0 1	0 1	0 1	3 5	3 4	1 3	2 3	1 2	0 4	1	100			
	SOMME														24.4	2 515			
CENTRE RADE	GRAVIER ENVASE	CRGV	4 5	9 0 1	3 1 3	0	0	0	0 1	1 4	1 2	4 6	0	2.85	304				
	CAILLOUTIS PROPRE	CRCP	5 6	10 12 0 1	0 5	0	0	0	0	4 5	1 1	4	0	8.49	904				
	SABLE GROSSIER	CRSG	5 6	5 6 1 3	0 1 0 2	0	0	0	0	1 3	1 1	6	0	9.27	987				
	COQUILLES GLYCYMERIS	CRGL	5 6	6 10 4 5	0 1 1 2	0	0	0	0	3 5	1 1	6	0	2.08	222				
	SOMME													22.7	2 417				
ROCHE	ESTRAN	ROES	0	10	0 0	0	2 5	4 5	0	0	0	0	0	0					
	MACROPHYTES	ROMA	1	10	0 0	0	5	6	0	0	0	0	0	0					
	PROFONDE	ROPR	0	10	0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	SOMME														2.76	294			
		TOTAL																100	10 575



Une strate est définie lorsque, sur les bandes vidéo, un changement très remarquable de l'environnement (édaphique, climatique...) est associé avec une modification importante des espèces dominantes de la mégafaune. Dans la plupart des cas de figure, il n'a pas été nécessaire de recourir aux analyses statistiques pour identifier les strates, les différences étant évidentes. Cependant des Analyses Factorielles de Correspondances (A.F.C.) ont été menées pour contrôler si, à des modifications observées du milieu, correspondaient réellement des groupements particuliers d'espèces. Les strates sont définies sur le tableau I, chacune d'entre elles est caractérisée par un profil original obtenu par les niveaux de cotation de chaque descripteur du milieu. Les données concernant les surfaces sont relatives à la surface totale interprétée dans les quatre cartes fournies plus loin. En effet, les estuaires et rias étant essentiellement en domaine intertidal ont été considérés comme étant en dehors des limites de notre étude, la démarcation avec la superstrate des platiers vaseux sur la figure 2 symbolise ainsi la limite amont de la zone prospectée.

Le critère de sélection majeur qui définit les trois superstrates suivantes est la bathymétrie puisque les platiers vaseux se situent globalement entre 0 et 10 m, les pentes et chenaux entre 10 et 20 m, le centre rade se situant sur des fonds allant de 20 à 40 m. Bien que les zones de roches représentent moins de 3 % de la surface de la rade, elles doivent être isolées des fonds meubles, le milieu et sa faune étant très particuliers et constituent bien une superstrate à part entière se subdivisant en trois strates définies essentiellement par le gra-

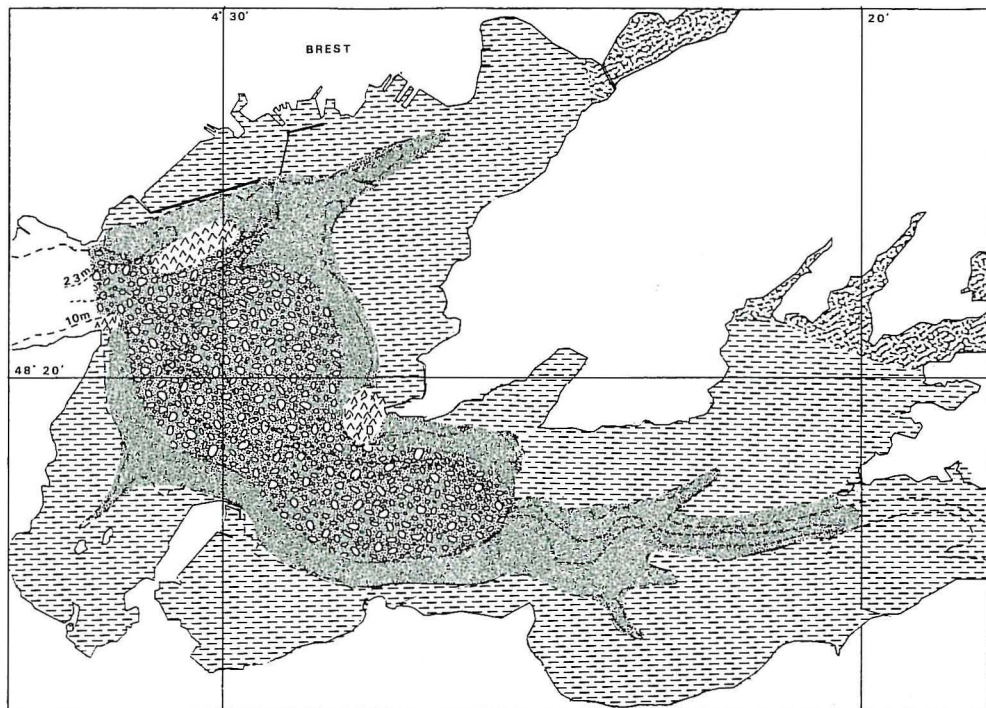


Fig. 2 : Cartographie des superstrates (grandes unités de l'environnement benthique) des fonds de la rade de Brest.

Platiers vaseux, Pentes et chenaux, Centre rade, Roche, Estuaires.

dient bathymétrique : roche en estran ; roche subtidale en zone macrophytique ; roche profonde. En rade de Brest, la strate de roche profonde est largement dominante parce que d'une part, la turbidité empêche la descente de la strate macrophytique en dessous des 6-7 mètres et que d'autre part, les pointements rocheux se situent sur des fonds supérieurs à 10 mètres. Une étude spécifique des zones de roches étant en cours (Castric-Fey), l'analyse de cette superstrate n'est pas détaillée dans cette note.

### - Superstrate des platiers vaseux - (PV)

50 % des fonds de la rade sont occupés par des banquettes de vases sableuses situées entre 0 et 10 m de profondeur. La multiplication des biotopes dépend de l'adjonction à ce sédiment de fractions plus ou moins importantes de débris biogènes grossiers (coquilles, maërl mort...) de petits blocs ou de maërl vivant qui modifient substantiellement l'interface eau/sédiment et constituent autant de supports temporaires ou définitifs à l'épifaune ; de 0 à 5 m les algues rouges macrophytes se développent abondamment au printemps sur tous les supports et tapissent le fond sur 10 à 20 cm d'épaisseur jusqu'aux premières tempêtes automnales. Ce sont pour l'essentiel des Ulvophyceae, Fucophyceae et Florideophyceae. Cette superstrate est particulièrement bien représentée dans les secteurs Est de la rade, elle est illustrée sur les cartes (Fig. 3 et 4).

#### *Strate des vasières ouvertes (PVVO)*

Elle occupe 960 hectares soit 9 % de la surface de la rade. Il s'agit de vases sableuses à 50-80 % de pélites caractérisées par un peuplement à *Melinna palmata* (Hily, 1983). Les secteurs occupés par cette strate se situent soit en zone abritée très en amont (Kéraliou - Fig. 3 -, Landévennec - Fig. 4 -) soit dans des petites dépressions du platier (anse de l'Armorique - Fig. 3 -, zone de Lanvéoc - Fig. 5 -). La décantation est active et la surface du sédiment est fluide sur 1-2 cm. Le maërl vivant est totalement absent et les débris coquilliers sont enfouis sous les sédiments fins, les seuls supports pour l'épifaune fixée sont des blocs de quelques dizaines de centimètres très disséminés ( $< 1 / 100 \text{ m}^2$ ) abritant une riche faune de suspensivores : *Asciidiella aspersa*, *Phallusia mammillata*, *Chlamys varia*... Le peuplement est essentiellement constitué d'endofaune où dominant en abondance et diversité spécifique les dépositivores. Les suspensivores ne sont représentés que par quelques polychètes sabellidae et mollusques bivalves (*Lutraria lutraria*, *Solen marginatus*, *Venerupis pullastra*). Les lutraires peuvent localement constituer de fortes biomasses avec des concentrations de plus de 50 individus  $\text{m}^{-2}$ .

#### *Strate des vasières portuaires (PVVP)*

Ce milieu a déjà été bien décrit précédemment (Hily, 1984). Les vases fluides sont un obstacle majeur au maintien à l'interface des supports potentiels et au déplacement de l'épifaune vagile. Les problèmes d'anoxie et la forte turbidité ajoutent encore aux difficultés ren-



contrées par les espèces pour s'installer et se maintenir. Les quelques colonies d'*Ascidella aspersa* très dispersées sont les seules représentantes de la faune suspensivore sur les fonds meubles. Par contre on ne peut passer sous silence l'extraordinaire luxuriance des suspensivores (ascidies et éponges) colonisant toutes les infrastructures portuaires (Thouzeau, 1982).

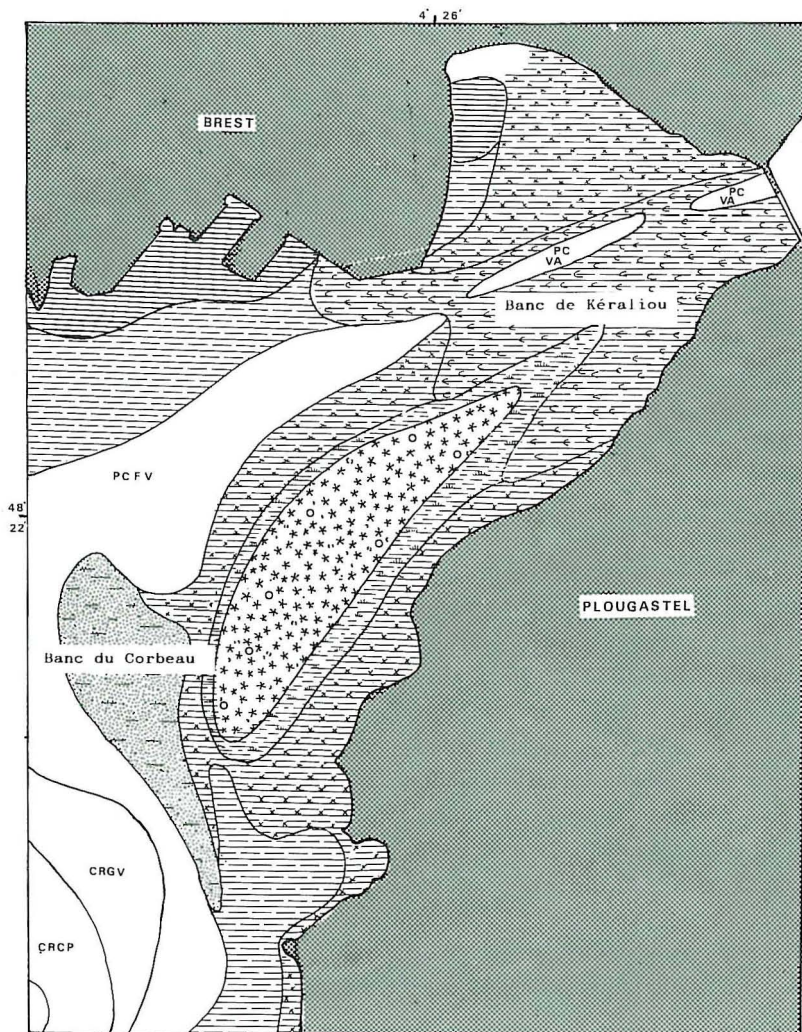


Fig. 3 : Carte des strates du bassin nord de la rade de Brest. La superstrate dominante est mise en évidence par le tramage des strates : le système de représentation graphique des strates est adapté des principes de bases définis par Chassé et Glémarec pour la cartographie biosédimentaire de la plate-forme continentale Est-Atlantique, notamment utilisation de traits horizontaux pour caractériser la présence des pélites ( $< 63 \mu$ ), et de points pour les sédiments sableux, la grosseur des points étant proportionnelle à la taille des grains. Les éléments biogènes sont surimposés à ces deux systèmes dans la mesure où ils ne recouvrent pas totalement le sédiment. (Voir légende des trames Fig. 7).



### *Strate des vasières coquillières (PVVC)*

Il s'agit d'un sédiment de vases sableuses très riches en débris coquilliers (taux de recouvrement 50 à 100 %). Si cette strate ne couvre guère plus de 330 hectares (3.1 % de la surface), elle n'en est pas moins importante car elle abrite une faune suspensivore très riche, parmi laquelle se trouvent plusieurs espèces commercialisables. Ce sont d'ailleurs ces espèces qui alimentent le milieu en débris coquilliers et auto-entretiennent donc leur habitat : l'endofaune peut abriter d'importants stocks de *Veneridae* (*Venerupis pullastra* et *Venus verrucosa* et dans une moindre mesure *Venerupis decussata*), atteignant des densités > 50 ind. adultes /m<sup>2</sup> (banc de Keraliou - Fig. 3 - , banc du Capelan, - Fig. 4 -). En épifaune se développent les huîtres *Ostrea edulis* et *Crassostrea gigas*, les anomies *Anomia ephippium*. Les serpulidae, notamment *Potamoceros triqueter*, sont présents sur tous les supports et parfois les recouvrent totalement. La présence d'une nourriture abondante induit la présence d'un cortège de grands prédateurs : *Asterias rubens*, *Portunidae*, *Muricidae*...

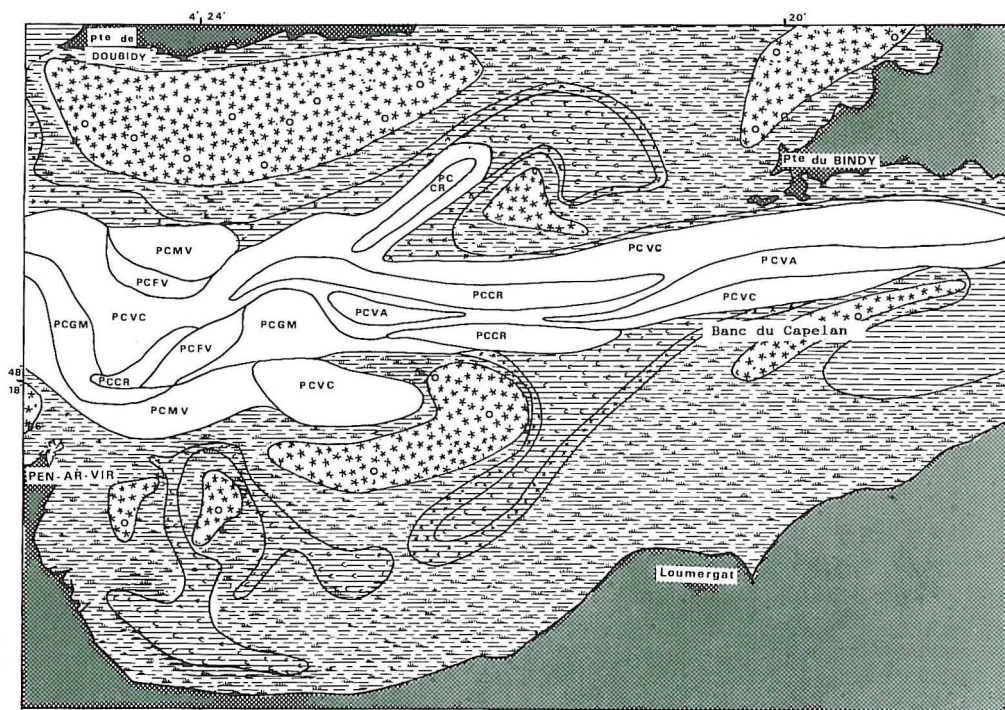


Fig. 4 : Carte des strates de la partie est du bassin sud de la rade de Brest. La superstrate dominante (platiers vaseux) est mise en évidence par le tramage des strates, les autres strates sont caractérisées par leurs initiales (correspondances in tableau I).

### *Strate du maërl mort (PVMM)*

Si la présence de maërl mort en abondance dans et sur le sédiment indique la proximité des zones de maërl vivant, la faune associée y est très différente car les macrophytes ne se fixent pas sur le maërl mort. Celui-ci indure le sédiment et l'endofaune est alors celle d'un sable hétérogène envasé, l'épifaune vagile prédomine sur l'épifaune sessile car les supports sont peu abondants. Les suspensivores sont surtout endogés : mollusques bivalves - *Venerupis pullastra* (30-40 individus  $m^{-2}$ ), *Venus verrucosa* (10-20 individus  $m^{-2}$ ) - et des polychètes sabellidae (*Sabella pavonina*, *Myxicola* sp., *Branchiomma* sp. 2-4 individus  $m^{-2}$ ). L'anse du Moulin blanc - carte 1- est caractéristique de cette strate. La présence de maërl mort en abondance semble être, d'après Fichaut 1986, plutôt la conséquence de dépôt de charriage lié aux clapots, que le témoin de l'emplacement d'un ancien banc de maërl vivant sur place. Ce sont également des zones propices aux développements des ulves (*Ulva* sp.) zones à courant résiduel faible ou nul (Menesguen, 1985). La faune vagile est abondante et caractérisée par de nombreux crustacés décapodes Portunidés, *Inachus dorsettensis*, *Macropodia rostrata*, *Carcinus moenas*...

### *Strate du maërl mixte (PVMX)*

Ces fonds occupent près de 20 % de la surface de la rade, soit plus de 2000 hectares. L'algue calcaire corallinacée *Lithothamnium corallioides* ou maërl occupe la surface du sédiment sur une faible épaisseur (1 à 2 cm) dans des proportions allant jusqu'à 80 %. C'est un des fonds les plus riches de la rade tant par sa diversité spécifique que par sa biomasse (80 à 100 gr POS  $m^{-2}$ ) où les suspensivores dominent à plus de 80 %. Ces fonds typiques de la rade n'ont pas d'équivalent dans les autres milieux côtiers. C'est aussi le milieu le plus exploité puisqu'il abrite l'essentiel des stocks de pétoncle noir (*Chlamys varia*) dont 300 à 500 tonnes sont pêchés en rade chaque année. Biotope naturel de l'huître plate (*Ostrea edulis*) dont le dernier gisement se situe dans la zone de Loumergat (Fig. 4), il est riche en supports biogènes. Les brins de maërl vivant sont recouverts de nombreux éphiphytes et permettent le développement des algues macrophytes ; ce milieu cavitaire mais à forte cohésion forme des abris et des points de fixation parfaits pour les jeunes recrues de la faune benthique. Les autres supports sont constitués par les coquilles des mollusques bivalves (pétoncles noirs, huîtres, anomies, crépidules) sur lesquels se développent les grandes espèces. Les plus petites coquilles, praires, palourdes, modioles et gibbules, sont colonisées par les serpulidae : *Potamoceros triqueter* et *Serpula vermicularis*, et les balanes : *Balanus crenatus*. Cette strate est aussi un biotope favorable pour l'éponge *Ficulina ficus* qui, en se développant sous une forme libre, non sessile, atteint des tailles et des biomasses remarquables tout à fait originales (tailles individuelles de 500 à 1000  $cm^2$  pour des épaisseurs de 2 à 3 cm ; biomasses pouvant dépasser 1000 gr POS non décalcifié  $m^{-2}$ ). Enfin cette strate est également très favorable aux *Pecten maximus* même si la surpêche a fortement limité son abondance.



*Strate du maërl pur (PVMP)*

Le sédiment y est totalement recouvert sur 3 à 5 cm d'épaisseur par des arbuscules de maërl vivant (sur 850 hectares, soit 8 % de la surface de la rade). C'est un milieu beaucoup plus pauvre en épifaune suspensivore que la strate de maërl mixte car les gros supports coquilliers sont totalement absents. Cependant les *Chlamys varia* peuvent localement se développer. La grande épifaune est surtout constituée d'oursins - *Sphaerechinus granularis* et *Paracentrotus lividus* - qui se nourrissent du maërl, et de mollusques : gastéropodes et Aplysies (*Aplysia punctata*) qui broutent les macrophytes recouvrant totalement ces bancs au printemps-été. L'actinie microphage *Anemonia sulcata* est très commune dans ce milieu et atteint parfois des densités supérieures à 100 individus m<sup>-2</sup>.

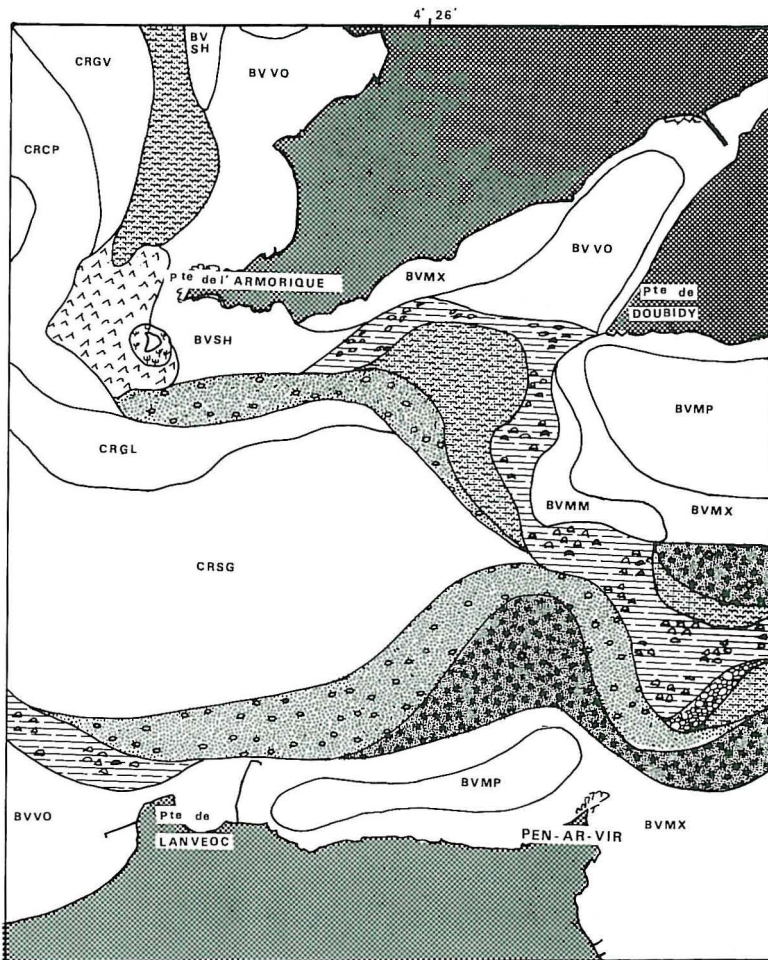


Fig. 5 : Carte des strates de la zone mixte du bassin sud de la rade de Brest. La superstrate dominante est mise en évidence par le tramage des strates, les autres strates sont caractérisées par leurs initiales (tableau I).



### *Strate des sables hétérogènes envasés (PVSN)*

Cette strate est en fait la zone de contact étroite (136 hectares) entre le platier vaseux et la rupture de pente menant soit au centre rade (Fig. 3 et 6, banc du Corbeau), soit à la dépression de l'Aulne dans le bassin sud (Fig. 5). Les clapots et les houles viennent y déferler et comme l'a montré Fichaut 1985, l'agitation limite le dépôt de particules fines mais y conduit par charriage des dépôts grossiers, d'où la formation de "bancs" en forme de dômes allongés perpendiculairement à l'axe dominant de l'hydrodynamisme, surélevés de 0.5 à 2 mètres par rapport au platier vaseux situé en arrière. Ce sont des sables hétérogènes au sens de Chassé et Glémarec (1976) où les blocs et cailloutis sont fréquents (cf. tableau I) ce qui crée un "paysage" très diversifié, mais instable, dans lequel les algues macrophytes de type opportunistes sont dominantes. *Phallusia mammillata* et *Ficulina ficus* sont les deux espèces de la mégafaune suspensivore les plus abondantes, elles peuvent constituer des agrégats monospécifiques couvrant totalement le sédiment sur plusieurs dizaines de mètres carrés.

### **Superstrate des pentes et chenaux (PC)**

Ce sont les étroites vallées de l'Aulne et de l'Elorn ennoyées par 10 à 25 mètres de fond et qui débouchent dans la plaine du centre rade. De part et d'autre de la vallée centrale de l'Aulne débouchent les vallons des cours d'eau secondaires. Le tracé des isobathes dessine le contour des bassins versants de ces rivières avant les transgressions marines du quaternaire. Dans ce contexte géomorphologique, trois paramètres sont déterminants pour induire l'individualisation des strates :

- Le gradient - milieu marin - milieu fermé : il permet une sédimentation plus active dans les secteurs amonts.
- La pente : sur une pente faible c'est le peuplement des platiers qui va descendre en profondeur, par contre lorsque la pente est forte c'est le biotope du fond des chenaux qui se rapproche de la surface.
- La présence et l'abondance des crépidules : *Crepidula fornicata* est non seulement l'espèce dominante de ce biotope constituant la majeure partie de la biomasse, mais elle conditionne aussi la présence des autres espèces car ses coquilles sont les seuls supports pouvant accueillir une épifaune sur ce sédiment très envasé.

Trois strates se définissent sur les vases sableuses fluides qui constituent le sédiment des fonds de chenaux et des flancs de ces vallées. Elles sont bien illustrées dans le secteur central du bassin sud (Fig. 4.5) :

### *Strate des vases sableuses et pures (PCVA)*

Lorsque les crépidules sont totalement absentes, le sédiment vaseux (> 50 % de pélites) ne présente pratiquement pas d'épifaune (quelques *Pecten maximus* très dispersés), le peuplement d'endofaune étant un peuplement de vases sableuses du circalittoral côtier (Chassé & Glémarec, 1976) très appauvri.

*Strate des vasières mixtes (PCVC)*

Les crépidules sont réparties en agrégats de quelques mètres carrés en densité moyenne (100 à 500 ind./m<sup>2</sup>) correspondant à un pourcentage de recouvrement de 30 à 60 % du sédiment à une échelle de surface de l'ordre de l'hectare. Les *Ophiothrix fragilis* et *Ophiocomina nigra* utilisent les coquilles comme support et atteignent dans ces secteurs leur extension limite vers l'amont. Entre les agrégats de crépidules, les *Pecten maximus* sont abondants et atteignent les densités maximales observées en rade pour cette espèce (1 à 5 /10 m<sup>2</sup>). Enfin les *Holothuria forskali* sont localement abondantes (1 à 5 /m<sup>2</sup>).

*Strate des crépidules (PCCR)*

Les crépidules peuvent constituer des bancs très denses couvrant totalement le sédiment. Les images vidéo obtenues dans ces secteurs sont très spectaculaires et donnent au fond l'aspect d'une surface "pavée" uniforme. Ces concentrations (1000 à 3000 individus m<sup>-2</sup>) aux biomasses atteignant 600 gr POS m<sup>-2</sup>, semblent exclure les autres espaces et la biomasse de l'épifaune et l'endofaune observée dans la strate précédente (PVVC) diminuent de 80 %. Ces bancs sont disposés selon un axe parallèle à l'axe des chenaux et ont plusieurs centaines de mètres de longueur sur cinquante à cent mètres de largeur.

Trois autres strates sont définies dans les secteurs plus avals de ces vallées ennoyées :

*Strate des sables fins vaseux (PVFV)*

Il s'agit essentiellement de secteurs situés dans la basse vallée de l'Elorn à la hauteur de l'agglomération brestoise et sur les flancs du banc du Corbeau. Ce sont des secteurs pauvres en supports et donc en épifaune sessile. Par contre les espèces vagiles sont nombreuses, caractérisées par les décapodes marcheurs détritivores (*Inachus dorsettensis*, *Macropodia rostrata*...) et les *Ophiura albida*, *Apporhais pespelicanii*, *Nassa reticulata*... Toutes ces espèces mettent en évidence l'enrichissement de ces secteurs en macrodébris organiques issus des platiers sus-jacents. Ces débris d'origine essentiellement macrophytique transitent progressivement vers le centre rade où il sont repris par les courants plus forts qui les exportent vers l'extérieur de la rade.

*Strate des banquettes de maërl profond (PCMP)*

Un seul secteur de la rade caractérise ce biotope constitué sur une plate-forme à 15 mètres de fond (Fig. 5). Il s'agit d'un sable grossier coquillier légèrement envasé (5- 20 % de pélites) recouvert d'une fine couche de maërl vivant. *Lithothamnium corralioides* atteint ici sa profondeur maximale en rade de Brest (dans le bassin nord de la rade cette espèce ne dépasse pas 5-7 mètres de profondeur). A cette profondeur les macrophytes dressés ne se développent plus, ce qui modifie profondément la faune d'où sont absents les herbivores. Ce sont les *Ophiothrix fragilis* qui sont dominantes en surface et *Venus verrucosa* est l'espèce dominante de l'endofaune.

### *Strate des fonds grossiers (PCGM)*

C'est le prolongement en profondeur des strates de vases coquillières et de maërl mort des platiers vaseux. La fraction grossière biogène modifie largement l'endofaune comme l'épifaune. Les *Glycymeris glycymeris* et *Laevicardium crassum* caractéristiques du centre rade apparaissent, de même que les *Ophiocomina nigra* (50 à 100 individus  $m^{-2}$ ). Ce sont des secteurs riches en échinodermes brouteurs d'algues calcaires (*Psammechinus miliaris*, *Sphaerechinus granularis*, *Echinus esculentus*, ont des densités voisines de 1 pour 10  $m^2$ ) et en prédateurs (*Asterias rubens* et *Marthasterias glacialis* et *Anseropoda membranacea*).

### **Superstrate des fonds grossiers du centre rade**

C'est une zone de mélange entre les eaux océaniques arrivant au flot par le goulet, et les eaux des bassins nord et sud. Les fonds sont supérieurs à 20 m et constitués de sédiments plus grossiers et moins vaseux que dans les deux autres régions. Le brassage des eaux est important grâce aux forts courants de marée, la circulation est tourbillonnaire dans cette dépression en forme de cirque entaillé par les vallées fossiles. Cette zone est délimitée à l'est par une ligne reliant la pointe de Lanvéoc et la jetée de la rade-abri du port de Brest en passant par la pointe de l'Armorique ; à l'ouest elle est limitée par l'entrée du goulet. La faune benthique est véritablement océanique, la dessalure provoquée par les crues hivernales étant très atténuée en profondeur. Les strates définissent des biotopes qui abritent différents faciès d'un même peuplement comme l'ont montré les analyses multivariées portant à la fois sur les espèces et sur les descripteurs du milieu. La localisation de ces strates est cartographiée sur la figure 6. Cette superstrate occupe également les secteurs profonds du bassin sud (Fig. 5).

### *Strate des cailloutis propres (CRCP)*

C'est un fond de sable grossier recouvert à 80 - 100 % par des morceaux plats de schistes délamérés, de quelques dizaines de  $cm^2$ , recouverts d'algues calcaires (*Lithophyllum* sp.) qui donnent au fond sa couleur rose caractéristique. Des blocs plus gros, de nature différente (quartz) sont fréquents. La faune fixée sur ces cailloutis est peu abondante, les deux espèces sessiles caractéristiques étant l'actinie grégaire *Corynactis viridis* et l'alcyonaire *Alcyonium digitatum* dont le mode d'alimentation est essentiellement microphage suspensivore. Le reste de la faune est également suspensivore, largement dominé par les ophiures *Ophiothrix fragilis* et *Ophiocomina nigra* (50 à 1000 individus  $m^{-2}$ ). *Chlamys opercularis* et *Pecten maximus* sont abondants dans les plages de sable qui subsistent entre les champs de cailloutis. Parmi les grands prédateurs, outre la présence constante d'*Asterias* et de *Marthasterias*, c'est *Luidia ciliaris*, espèce prédatrice des ophiures qui est la plus caractéristique de cette strate. *Echinus esculentus* et *Psammechinus miliaris*, brouteurs des algues calcaires encroutantes sont abondants mais évitent les fortes concentrations d'ophiures.



### *Strate des graviers envasés*

Au pied des pentes menant aux platiers vaseux, cailloutis et graviers sont partiellement recouverts par des sédiments fins ( $< 100 \mu$ ) ce qui modifie la présence et l'abondance des espèces de la strate précédente. C'est un faciès de transition présentant une faune appauvrie : si *Ophiocomina nigra* reste relativement abondante (10 à 50 individus  $m^{-2}$ ), les *Ophiothrix fragilis*, *Corynactis* et *Alcyonium* disparaissent presque complètement. Par contre, *Chlamys opercularis* et *Pecten maximus* y trouvent un biotope très favorable.

### *Strate des sables grossiers coquilliers (CRSG)*

Dans la partie sud les cailloutis sont moins abondants et ne dépassent jamais 40 % de couverture, laissant largement apparaître le sable grossier coquillier et les graviers sous-

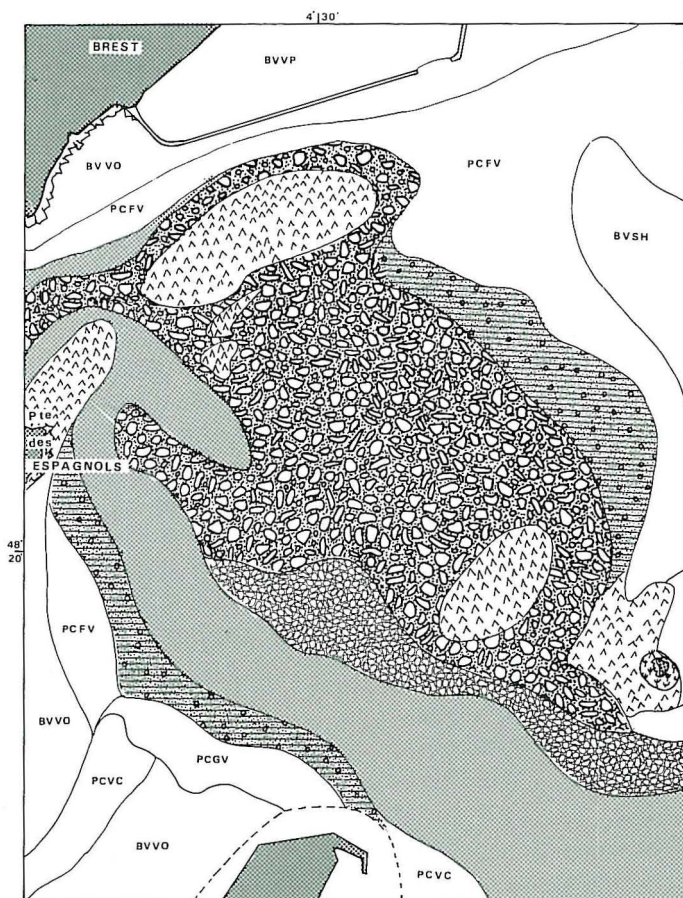


Fig. 6 : Carte de la zone centrale de la rade de Brest. La superstrate dominante (Centre Rade) est mise en évidence par le tramage des strates, les autres strates sont caractérisées par leur initiales (tableau 1).

jacents. Ce sédiment est suffisamment compact pour permettre l'ancrage des ophiures. C'est le biotope optimum des *Chlamys opercularis* dont les densités peuvent localement dépasser 10 ind/m<sup>2</sup>. En endofaune l'espèce leader est *Glycymeris glycymeris* qui atteint des densités supérieures à 20 adultes/m<sup>2</sup>. *Anseropoda membranacea* est l'espèce prédatrice la plus caractéristique de cette strate.

#### *Strate des Glycymeris (CRGL)*

*Glycymeris* g. a une coquille épaisse et volumineuse (diamètre moyen 60 mm) dont les coquilles, à la mort des individus, s'accumulent à la surface du sédiment et dont les deux valves entrouvertes peuvent rester attachées par la charnière plusieurs années. De tels amoncellements peuvent recouvrir totalement le sédiment sur de grandes surfaces notamment dans les dépressions (voir carte 2) et créer un véritable faciès abritant une faune riche et variée d'espèces qui trouvent entre les valves un abri idéal contre les prédateurs. *Ophiocomina nigra* est l'espèce la plus abondante, le naissain de *Pecten* et de *Chlamys opercularis* et *distorta* y est fréquent et une faune variée de crustacés décapodes marcheurs y abonde (*Porcelana longicornis*, *Pilumnus hirstellus*, *Xanto pilipes*, *Eurynome aspersa*...).

### DISCUSSION

Cette présentation très descriptive et générale du benthos de la rade de Brest, souligne la grande richesse et la diversité des biotopes et de la faune qui leur est associée. Des biomasses de 100 gr. m<sup>-2</sup> POS décalcifié sont fréquentes, valeurs trois fois supérieures aux maxima observés dans les sédiments côtiers de nord-Gascogne (Chassé & Glémarec, 1976). La grande fréquence et la taille moyenne des supports biogènes permettent à la fois la fixation d'une forte biomasse d'espèces sessiles mais ne constituent pas pour autant un obstacle à la vie endofaunique. Cette épifaune installée en surimposition sur les fonds meubles est l'élément le plus original du benthos de la rade. La figure 7 illustre une succession de milieux caractéristiques du bassin nord ; il s'avère que sur un substrat déterminé par les conditions géomorphologiques et sédimentaires strictes se surimposent des éléments biogènes qui modifient l'environnement, et créent des habitats particuliers à l'origine des strates et des assemblages d'espèces épibenthiques (peuplements et faciès). Ces éléments biogènes peuvent être d'origine végétale (maërl, macrophytes) et animale (crépidules et coquilles de bivalves). De plus, les espèces associées sont généralement très différentes si ces supports sont vivants ou morts. Si à l'origine ces substrats sont mis en place par une conjoncture particulière des facteurs abiotiques, ils s'auto-entretiennent ensuite par des processus autoécologiques (grégarité des espèces, induration du sédiment par les arbuscules de maërl morts). Cette "facilitation", au sens de Connell et Slatyer, Hily et Glémarec 1989, n'est pas seulement valable intraspécifiquement mais elle existe aussi interspécifiquement, puisque les débris coquilliers d'espèces endogées (*Glycymeris*, *Venerupis*...) ou épigées

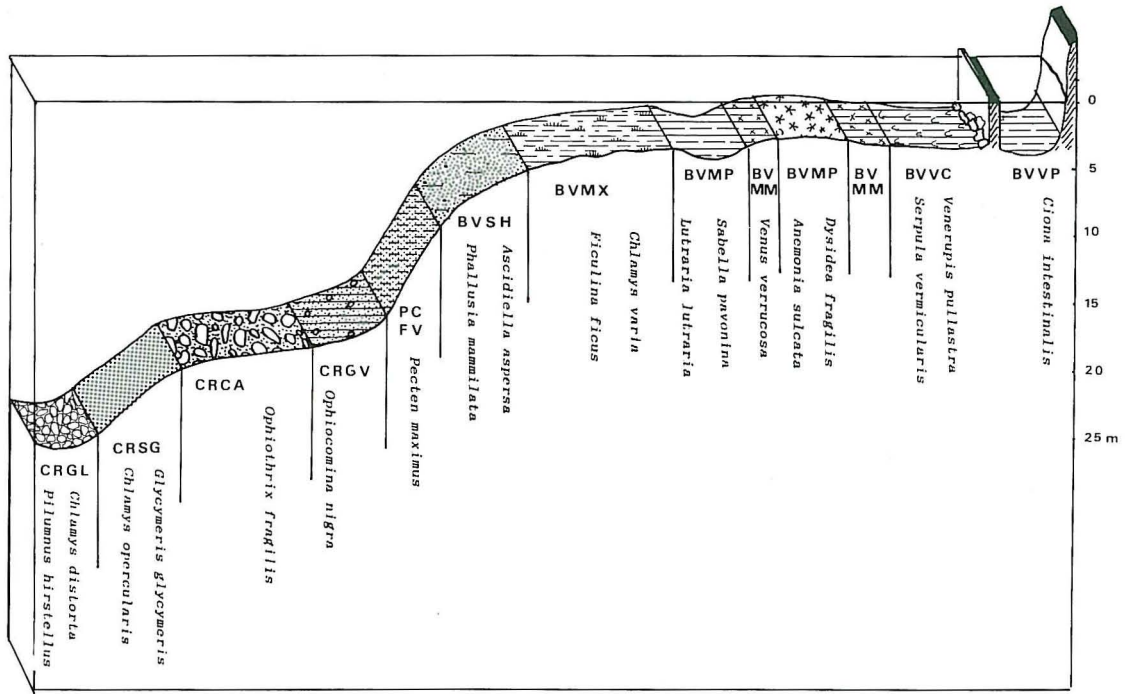


Fig. 7 : Profil schématique d'un fond du bassin nord de la rade de Brest, illustrant la succession des strates selon un triple gradient : bathymétrique, estuarien - marin, abrité - ouvert et indiquant les principales espèces caractéristiques de chacune des strates.

BV = Banquettes Envasées

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| BVSH, Sables hétérogènes | BVVC, Vasières coquillères |
| BVMX, Maerl mixte        | BVMP, Maerl pur            |
| BVVO, Vasières ouvertes  | BVMM, Maerl mort           |

PC = Pentes et Chenaux

- |                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| PCGM, Grossier et Maerl mort | PCMV, Maerl Vivant |
| PCCR, Crépides PCVC,         | Vase et Crépides   |
| PCFV, sables Fins Vaseux     |                    |

CR = Centre Rade

- |                        |                          |                  |                       |                            |
|------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|
| Estuaires              | RO = Roche               | CR = Centre Rade | CRCP, Callouts Propre | CGRL, coquilles GLycymeris |
| PC = Pentes et Chenaux | BV = Banquettes envasées |                  | CRSG, Sable Grossier  | CRGV, Gravier en Vase      |
|                        |                          |                  | ROPR, Profonde        | ROMA, Macrophytes          |



(*Crassostrea*, *Crepidula*, *Chlamys* ...) sont tout à fait déterminants pour la présence de nombreuses espèces, soit en permettant leur fixation (espèces sessiles), soit en leur créant des abris (petites espèces vagiles - crustacés décapodes marcheurs notamment).

L'identification des zones homogènes ou strates est la première obtenue en rade de Brest par une observation "*de visu*" des fonds sur de grandes surfaces. A cet égard il est intéressant de comparer l'identification des zones homogènes ainsi obtenue, avec les cartes déjà publiées issues d'un échantillonnage effectué très ponctuellement en "aveugle" par les benches et carottiers de petites surfaces. La plus ancienne est celle fournie par Chassé et Glémarec dans l'atlas des fonds biosédimentaires de Nord-Gascogne (1976)\* et reprise dans le Schéma d'Aménagement et d'Utilisation de la Mer de la rade de Brest (1980). La seconde, plus récente est publiée par Fichaut (1983). Dans le premier cas, les analyses granulométriques ont été réalisées après décalcification, il s'en suit que toute la fraction biogène constituée dans sa majeure partie par du maërl mort et des coquilles de mollusques n'apparaît pas, d'où une apparente antinomie notamment sur les platiers vaseux où seuls sont signalés les bancs de maërl vivant. Un point de comparaison intéressant concerne les taux de pélites : ceux-ci sont nettement plus élevés dans la couverture de Fichaut 1983 et dans notre propre étude que dans celle de Chassé et Glémarec notamment dans la zone des pentes et chenaux. Par exemple les taux de pélites sont passés de la catégorie 0-5 % à celle de 20-50 % sur les flancs du banc du corbeau (Fig. 3) ; l'envasement récent semble général à toute la rade mais dans des proportions diverses il est concordant entre les strates définies par cette étude et la cartographie sédimentaire de Fichaut. L'évolution est particulièrement sensible au niveau des zones à forte concentration de crépidules qui n'existaient pas en 1974 (chenaux et pentes de Doubidy - Tinduff ; Fig. 4). La prolifération de cette espèce suspensivore est sans aucun doute un facteur très favorable à l'augmentation de la fraction fine des sédiments pour au moins deux raisons : 1 - la biodéposition (fécès et pseudofécès) résidu de la filtration, enrichit le sédiment en pelotes fécales constituées par la fraction minérale et la fraction organique non assimilée du seston. 2 - la présence des crépidules sur le sédiment joue un rôle de frein à son érosion et sa remise en suspension par les courants et les clapots. Si la biodéposition consécutive à la filtration des suspensivores est un phénomène biologique encore mal quantifié à l'échelle des écosystèmes naturels, elle peut être estimée dans les écosystèmes exploités : Sornin *et al* (1983) ont montré que 14,7 à 21,1 tonnes de poids sec de biodépôts étaient produites à l'hectare dans les parcs conchylicoles du bassin de Marennes-Oléron. En rade de Brest cet engraissement du fond par biodéposition est certainement important au vu des biomasses atteintes par les filtreurs. Cette prolifération des filtreurs semble récente et parallèle à l'augmentation de la charge sestonique des eaux induite par les modifications des méthodes d'agriculture (remembrement, élevage hors sol, culture du maïs) qui augmentent considérablement les apports terrigènes et facilitent l'apport des nutriments. Cette évolution de la qualité de l'eau favorise directement le compartiment des suspensivores et explique en grande partie son écrasante dominance dans l'organisation tro-

\* Cette carte est basée sur des travaux d'A. Toulemont à bord du N.O. Gwalarn (missions à partir de 1963). Les données sédimentologiques étant extraites des cartes de Moign.

phique du benthos de la rade de Brest. L'accessibilité de la production phytoplanctonique est facilitée par la faible profondeur des fonds et le bon brassage des eaux par les courants de marée. L'épuration de la masse d'eau qui en résulte est un véritable contrôle naturel des déséquilibres liés aux surcharges organiques de l'eau, elle a cependant pour conséquence une forte biodéposition contribuant à un envasement progressif des substrats et donc à une lente dérive des peuplements benthiques. Il semble particulièrement important de travailler sur ces processus et mécanismes biologiques mis en œuvre par les suspensivores. L'impact de ces processus sur l'ensemble d'un écosystème a déjà été démontré : Cloern dans la baie de San Francisco (1982), Boynton *et al* (1980), Dame *et al* (1980) dans les zones estuariennes, De Vries *et al* (1985) dans les lagunes ; il est probable, compte tenu du contexte mis à jour en rade de Brest, que les suspensivores y tiennent également un rôle important dans le contrôle de la qualité des masses d'eau (Hily, 1989). La cartographie des strates proposée dans ce travail est à même de définir un échantillonnage optimisé de la grande faune benthique dans laquelle les suspensivores dominent. Elle met également en évidence des secteurs et des peuplements originaux et permet donc de planifier l'échantillonnage de certaines strates que ce soit pour l'étude particulière d'espèces - les espèces d'intérêt économique, nombreuses dans le compartiment étudié, peuvent notamment être étudiées dans leur contexte écologique fonctionnel - ou que ce soit pour l'étude de mécanismes et de processus biologiques dans certains compartiments du réseau trophique du macrozoobenthos.

#### REMERCIEMENTS

Ces recherches ont été soutenues financièrement par le CNRS (URA 711). Le travail en mer a été effectué à bord du N.O. *Thalia* et de la vedette Sainte-Anne de l'IFREMER. Collaboration technique de R. Marc pour la plongée de D. Coic pour la programmation et le traitement informatique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANTOINE, L., 1980 - La croissance de la coquille St-Jacques *Pecten maximus* L. et ses variations en mer Celtique et en Manche. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, U.B.O., Brest : 105 p.
- BOYNTON, W.R., W.M. KEMP & C.G. OSBOURNE, 1980. Nutrient fluxes across the sediment-water interface in the turbid zone of a coastal plain estuary. In Eennedy V.S. (ed.), *Estuarine Perspectives*, Academic Press, New York : 93-109.
- CHASSÉ, C. & M. GLÉMAREC, 1976. Atlas des fonds meubles du plateau continental du Golfe de Gascogne. Cartes biosédimentaires, Ed. I.C.A., Brest.
- CLOERN, J.E., 1982. Does the benthos control the phytoplankton biomass in south San Francisco Bay ? *Mar.Ecol.*, Vol. 9 : 191-202.
- CONNELL, J.H. & R.D. SLATYER, (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organisation. *Am. Nat.*, 111 : 1119-1144.
- COUM, A., 1979. La population de Crépide (*Crepidula fornicata*) en rade de Brest. Ecologie et dynamique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, U.B.O., Brest : 133 p.

- DAME, R., R. ZINGMARK, H. STEVENSON, & D. NELSON, 1980. Filter Feeder coupling between the estuarine watercolumn and benthic subsystems. In Kennedy V.S. (ed.), Estuarine perspectives, Academic Press, New York : 521-526.
- DE VRIES, I., J.N. HERINGA, A.C. SMAAL & N. DONKERS, 1985. The influence of suspension feeding bottom fauna on nutrient cycling in a shallow saline lake (Lake Grevenlingen - The Netherlands). Communication 20 th Europ. Mar. Biol. Symp. Hirtals Denmark, 9-13 sept. 1985.
- FICHAUT, B., 1984. Réactualisation de la sédimentologie de la rade de Brest. Thèse de 3e cycle, U.B.O., Brest : 250 p.
- FRONTIER, S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson (ed.) vol 17 : 494 p.
- GUILLLOU, M. & M. DIOP, 1988. Ecology and demography of a population of Anseropod placenta (Echinodermata Asteroidea) in the bay of Brest, Brittany. J. mar. biol. Ass. U.K. vol. 68 : 41-54.
- HILY, C., 1983. Modifications de la structure écologique d'un peuplement de *Melinna palmata* (Annelide polychète) soumis aux effluents urbains et industriels. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 59 (1) : 37-56.
- HILY, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la rade de Brest. Thèse Doct. état, U.B.O., Brest. Vol 1 : 359 p, Vol 2 : 337 p.
- HILY, C., 1989. Is the Suspension feeders activity a factor controlling the water quality in the bay of Brest ? Comm. Congrès Limnol et Oceanogr. Marseille 26-29 juin 1989.
- HILY, C. & M. GLÉMAREC, 1989. Dynamique successioneelle des peuplements de fonds meubles au large de la Bretagne. Oceanol. Act. (sous presse).
- MENESGUEN A., 1988. Computer modelling in Ocean Engineering. Proc. Int. Conf. on Comp. Model., Venice 19-23 sept 1988 : 443-450.
- PICARD, J., 1965. Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. Thèse sc. Marseille, 160 p.
- PRENANT M., 1927. Études éthologiques sur la faune marine sessile des environs de Roscoff. Trav. Stat. Mar. Roscoff, Vol. 6 : 5-58.
- S.A.U.M (Schéma d'aménagement et d'utilisation de la mer) de la rade de Brest, 1980. Rapport final. Ministère de l'environnement/Ministère des transports/DDE, Brest: 197 p.
- SHAFEE M. S., 1980. Ecophysiological studies on a temperate bivalve *Chlamys varia* (L.) from Lanveoc. (Bay of Brest). Thèse doc. état U.B.O. Brest. 220 p.
- SORNIN J.M., FEUILLET M., HÉRAL M., J.M. DESLOUP-PAOLI, 1983. Effet des biodépôts de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur l'accumulation de matières organiques dans les parcs du bassin de Marennes-Oléron. J. moll. Stud., suppl. 12A : 185-197.
- THOUZEAU G., 1983. Étude des peuplements subtidaux de substrat dur en zone portuaire de Brest. Recherche des indicateurs biologiques de la dégradation liée à l'activité humaine. Rapport de D.E.A., U.B.O. Brest : 30 p.
- THOUZEAU G., & C. HILY, 1986. AQUAREVE : une technique nouvelle d'échantillonnage de la macrofaune épibenthique des fonds meubles. Oceanol. acta, Vol. 9, n° 4 : 509-513.