

**ETAT DE LA PROLIFERATION DE LA CREPIDULE
(*CREPIDULA FORNICATA*) EN BAIE DE SAINT-BRIEUC**

Dominique HAMON
Michel BLANCHARD,
Laboratoire d'Ecologie.

juin 1994



IFREMER Centre de BREST
BP. 70 - 29280 PLOUZANE
Tél. 98.22.40.40 Tél. 940627 F
Fax. 98.22.45.45 direct 98.22.45.48

DEL Brest 94.14

IFREMER – Centre de Brest
B.P. 70
29280 Plouzané
tél. 98.22.40.40
fax. 98.22.45.48
tlx. 940 627

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
L'AMENAGEMENT LITTORAL

LABORATOIRE ECOLOGIE

AUTEUR (S) : D. HAMON M. BLANCHARD	CODE : N°
TITRE : Etat de la prolifération de la crépidule (<i>Crepidula fornicata</i>) en baie de Saint-Brieuc.	Date : juin 1994 Tirage nb. : 100 Pages nb. : 29 Figures nb.: 11 Photos nb. : 5
CONTRAT (intitulé) N°	DIFFUSION : Libre X Restreinte Confidentielle

RESUME :

Le document présente une méthode originale d'étude de la répartition de la crépidule dans la baie de Saint-Brieuc (Manche occidentale), au moyen du sonar latéral et de l'imagerie sous-marine.
Une évaluation quantitative du stock complète cette distribution et permet d'estimer la biomasse de crépidules dans la baie à environ 250 000 tonnes (poids frais).

ABSTRACT :

The aim of this report is to provide an original method of mapping slipper limpet beds in the bay of Saint-Brieuc (Western Channel) by means of side scan sonar and submarine video.
An evaluation of the biomass completes the distribution of limpets. The total fresh weight is about 250 000 tons.

Mots-clés : Baie de Saint-Brieuc, *Crepidula fornicata*, sonar latéral, vidéo sous-marine, cartographie, biomasse.

Key words : Bay of Saint-Brieuc, *Crepidula fornicata*, side scan sonar, submarine video, cartography, biomass.

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	4
1. Caractères généraux du site	5
2. Caractères généraux de la crépidule	6
2.1. Particularités biologiques	7
2.2. Exigences écologiques	7
3. Matériel et Méthodes	9
3.1. Origine des données	9
3.2. Outils et techniques mis en oeuvre	10
3.2.1. Sonar à balayage latéral.....	10
3.2.2. Vidéo sous-marine.....	10
3.2.3. Prélèvements benthiques.....	13
3.3. Méthodes d'analyses	13
3.3.1. Analyse des sonogrammes.....	13
3.3.2. Dépouillement des enregistrements vidéo.....	15
3.3.3. Traitement des échantillons biologiques.....	17
4. Résultats	17
4.1. Répartition spatiale de la crépidule dans la baie	17
4.1.1. Présentation de la carte.....	17
4.1.2. Interprétation.....	17
4.2. Estimation du stock	22
4.2.1. Calcul des surfaces de strates.....	22
4.2.2. Calcul des biomasses.....	23
4.2.3. Discussion des résultats pondéraux.....	23
CONCLUSION	24
BIBLIOGRAPHIE	26
ANNEXE	27

Avertissement

Les résultats présentés dans ce document ne sont pas l'aboutissement d'une étude spécifique de la crépidule dans la baie de Saint-Brieuc. Ils sont une valorisation de données acquises sur cette espèce, dans le cadre de diverses études réalisées par IFREMER dans la baie, ces dernières années.

Remerciements

Les auteurs remercient tous ceux qui ont participé à la collecte des données en mer, ainsi que les équipages du N/O Thalia. Ils remercient également Daniel COÏC et Erik HOULGATTE pour leur participation à l'analyse des enregistrements vidéo et sonar.

INTRODUCTION

La baie de Saint-Brieuc est considérée comme l'une des principales zones d'exploitation des ressources marines du littoral nord-Bretagne (mytiliculture, ostréiculture, pêche coquillière ...).

La crépidule (*Crepidula fornicata*), mollusque filtreur d'introduction récente, entre aujourd'hui en compétition spatiale et trophique avec les espèces d'intérêt commercial de la baie, principalement des bivalves : moule, huître, coquille St Jacques, palourde rose, amande de mer ... Ce gastéropode proliférant constitue localement une gêne, sinon une entrave, à l'utilisation des engins de pêche trainants (dragues et chaluts), au point de devoir aujourd'hui abandonner certaines zones de pêche.

Dans la baie de Saint-Brieuc, quelques individus de crépidules sont observés pour la première fois en 1974, fixés sur des coquilles St Jacques. Les auteurs de ces observations (DUPOUY et LATROUITE, 1979) suggèrent, comme cause d'introduction, l'immersion d'huîtres "parasitées" provenant de la rade de Brest. Dans le cadre d'une évaluation annuelle du stock de coquilles St Jacques, il est envisagé, dès 1975, d'estimer le pourcentage de coquilles "parasitées". En 1978, 10 % des coquilles le sont, les taux les plus élevés étant enregistrés à proximité des concessions ostréicoles en eau profonde au droit de Binic, ce qui paraît conforter l'hypothèse d'une introduction par le transfert d'huîtres. Les observations seront épisodiques jusqu'à ce que des études du compartiment benthique soient entreprises (GROS et HAMON, 1988 ; THOUZEAU, 1989). ROUAULT (1991) complète les données quantitatives acquises par ces auteurs en exploitant des observations sous-marines et propose une première cartographie de la répartition de la crépidule en fond de baie (au sud de la ligne St Quay-Erquy). Il évalue à environ 25 000 tonnes (poids frais) le stock de crépidules colonisant les substrats meubles de ce secteur.

Dans le cadre d'une reconnaissance au sonar latéral des fonds marins de la baie de Saint-Brieuc (1990-1993), il est apparu que la crépidule donnait une réponse permettant d'établir la cartographie de sa distribution. A cette fin, une méthode d'analyse des enregistrements sonar a été mise au point (AUDOUIN, 1993). L'exploitation de ces données, complétées par l'examen d'images sous-marines et l'analyse d'échantillons biologiques, permet aujourd'hui de dresser une carte précise de la répartition de la crépidule dans la baie et d'en évaluer le stock.

1. Caractères généraux du site

La baie de Saint-Brieuc (Fig. 1), située en limite sud-ouest du golfe normano-breton, forme une profonde échancrure en V dissymétrique. Sa superficie est d'environ 800 km², avec comme limites :

- à l'ouest, l'Archipel de Bréhat
- à l'est, le Cap Fréhel
- au nord, l'isobathe 30 mètres.



Fig. 1 - Carte toponymique de la baie de Saint-Brieuc.

Il s'agit d'une baie peu profonde (inférieure à 30 m), offrant une mosaïque de hauts fonds et de dépressions submergées (RUE, 1988).

L'hydrodynamisme est principalement sous l'influence des courants de marées qui, localement (secteur de Bréhat), peuvent atteindre 5 noeuds en périodes de vives eaux. Bien que la baie soit relativement protégée des vents dominants, la circulation des eaux est également influencée par le vent et la houle, notamment dans les zones peu profondes et en périodes de mortes eaux (LEHAY, 1989).

Un gradient granulométrique des sédiments, des plus fins aux plus grossiers, est observé selon deux directions :

- de la côte vers le large
- de l'ouest vers l'est.

Cette répartition est localement perturbée par l'existence de platiers rocheux qui alimentent les secteurs environnants en matériel grossier. Quelques "vasières", en particulier celle située dans le sud-est des roches Saint-Quay, sont liées aux zones d'atténuation des courants, mais des fractions grossières carbonatées comme le maërl peuvent y être associées (BONNOT-COURTOIS et LE VOT, 1993). Les teneurs en calcaire des sédiments sont toujours très élevées, souvent supérieures à 50 %.

La macrofaune benthique est dominée par les mollusques filtreurs dont certains font l'objet d'une exploitation (coquille St Jacques, palourde rose, amande de mer ...).

Une distribution côte - large, des peuplements de sables fins vers les peuplements de sédiments grossiers, est globalement observée, mais la présence des hauts fonds rocheux en centre baie contrarie localement cette répartition en ceintures (THOUZEAU et HAMON, 1992).

2. Caractères généraux de la crépidule

La crépidule est un mollusque gastéropode de la famille des Calyptréidés. Originaires des côtes nord-américaines, elle est introduite accidentellement en baie de Liverpool en 1872, lors de commerce d'huîtres. Elle gagne progressivement les côtes sud de l'Angleterre, puis de la Mer du Nord. Sa progression géographique, favorisée notamment par les transferts de coquillages, est largement détaillée dans la littérature.

A partir des deux principaux foyers d'infestation, les rades de Cherbourg et de Brest, contaminées lors du second conflit mondial, la crépidule va progressivement coloniser les baies et les estuaires du littoral français.

Aujourd'hui, l'espèce a une très large répartition au niveau mondial (côtes américaines, côtes européennes ...).

2.1. Particularités biologiques

La crépidule présente une particularité unique dans le monde animal, les individus formant des empilements ou "chaînes" d'une dizaine d'individus (Photo 1). Dans les secteurs de fortes densités, des chaînes dites secondaires peuvent se greffer à une chaîne principale, formant ainsi un agglomérat de quelques dizaines d'individus.

Il s'agit d'une espèce hermaphrodite protandre (d'abord mâle, ensuite femelle). Les juvéniles, en position apicale, sont tous mâles ; ils changent de sexe au cours de leur deuxième année et acquièrent définitivement les caractères femelles.

La reproduction est particulièrement efficace grâce à une fécondation directe, à une protection des oeufs dans des sacs ovigères et à une vie larvaire d'environ un mois, augmentant les chances de rencontre d'un support favorable à la fixation.

2.2. Exigences écologiques

La crépidule affectionne les secteurs abrités (baies, estuaires), peu profonds (5 à 30 mètres, observée jusqu'à 60 mètres). C'est une espèce eurytherme que l'on rencontre aussi bien dans les eaux froides du Danemark que dans les eaux subtropicales du Mexique. Les plus fortes densités sont observées dans les zones à faible salinité, telles les estuaires. La plupart des substrats sont colonisés et, si les sédiments grossiers apparaissent les plus propices à la fixation des larves et des adultes, ce sont pourtant les fonds sablo-vaseux qui représentent les principaux sites d'accumulation (Photo 2).

La colonisation est telle dans certains secteurs, que la crépidule favorise l'envasement, limite les échanges eau - sédiment et modifie par voie de conséquence la composition du compartiment benthique.

Ainsi, en raison d'une longévité élevée (une dizaine d'années), de ses faibles exigences écologiques, d'une stratégie de reproduction robuste et de l'absence quasi-totale de prédateurs, la crépidule bénéficie-t-elle d'un potentiel de colonisation élevé.



Photo 1
Chaines de crêpidules



Photo 2
Tapis de crêpidules

3. Matériel et méthodes

3.1. Origine des données

Compte tenu des diverses activités de pêche et de conchyliculture pratiquées dans la baie et des problèmes d'environnement qui s'y posent, de nombreux programmes de recherche ont été entrepris (PNDR Coquille St Jacques, EUPHORBE ...)*, permettant d'acquérir des données préliminaires sur la distribution de la crépidule dans la baie. C'est dans le cadre du programme "Impact des Engins de Pêche" qu'ont été réalisées les premières mosaïques sonar (HOULGATTE et HAMON, 1991). La prospection des fonds, aux moyens du sonar latéral et de la vidéo sous-marine, fut ensuite étendue à l'ensemble de la baie, dans le cadre des missions CABRI (Cartographie/baie de Saint-Brieuc).

Une évaluation quantitative, basée sur des prélèvements biologiques, fut par ailleurs entreprise en 1993, dans le cadre d'une évaluation quantitative des principaux mollusques filtreurs du golfe normano-breton, pour les besoins du Programme National d'Océanographie Côtière (PNOC).

Tableau 1 : Calendrier des opérations

Mission	Période	Nature des travaux
Impact des Engins de Pêche (IEP)	mars 1990	Mosaïques sonar Profils vidéo
Cartographie Saint-Brieuc CABRI 1 CABRI 2 CABRI 3 CABRI 4	novembre 1991 mai 1992 décembre 1992 février 1993	Profils sonar et Observations vidéo
PNOC : Programme National d'Océanographie Côtière	avril, juin, septembre 1993	Echantillonnage des mollusques filtreurs à la benne

<u>Bilan</u>	2000 km de profils sonar, soit une couverture d'environ 400 km ² 60 km de profils vidéo 130 observations vidéo ponctuelles 171 stations de prélèvements biologiques.
--------------	--

Le secteur pris en compte dans la présente étude concerne la baie au sens large, limitée à l'ouest par l'Ile de Bréhat, à l'est par le Cap Fréhel et au nord par l'isobathe 30 mètres.

* PNDR : Programme National du Déterminisme du Recrutement.

EUPHORBE : Eutrophisation et PHénomènes d'ORigine BEnthique.

3.2. Outils et techniques mis en oeuvre

3.2.1. Sonar à balayage latéral

Le sonar à balayage latéral, habituellement utilisé pour la cartographie géomorphologique et sédimentaire des fonds, trouve ici une application novatrice.

Le principe du sonar repose sur la variation du coefficient de rétrodiffusion du fond. Un "poisson" remorqué, équipé de deux transducteurs, assure simultanément le rôle d'émetteur et de récepteur d'ultra-sons (Fig. 2). Les signaux, émis à haute fréquence (≈ 100 Hz) et courte durée d'impulsion (≈ 1 milliseconde), sont renvoyés avec plus ou moins d'intensité selon les caractéristiques du fond (nature, morphologie ...). Les informations reçues sont alors transmises, par l'intermédiaire d'un câble électroporteur, à un enregistreur graphique qui les restitue en temps réel sous la forme de sonogrammes (Fig. 3).

Le sonar mis en oeuvre (type EGG SMS 960), offrant un seuil de détection de 0,50 m, a le plus souvent été utilisé avec une portée de 200 mètres, compte tenu des faibles profondeurs de la baie.

La mise en oeuvre du sonar nécessite un positionnement précis du navire, assuré par un système radio-électrique (Syledis) utilisant un réseau de balises à terre.

3.2.2. Vidéo sous-marine

L'utilisation de moyens vidéo sous-marins a permis de préciser les informations sonar en renseignant sur la nature biosédimentaire des fonds.

Deux outils complémentaires ont été mis en oeuvre :

- la troïka (Photo 3) : une caméra vidéo, fixée sur un traîneau tracté sur le fond permet l'acquisition d'images sur de grandes distances ;
- le châssis suspendu (Photo 4) : la caméra est fixée sur un châssis suspendu au dessus du fond par un câble électroporteur ; le déplacement s'opère en dérive sous l'influence du courant et du vent.

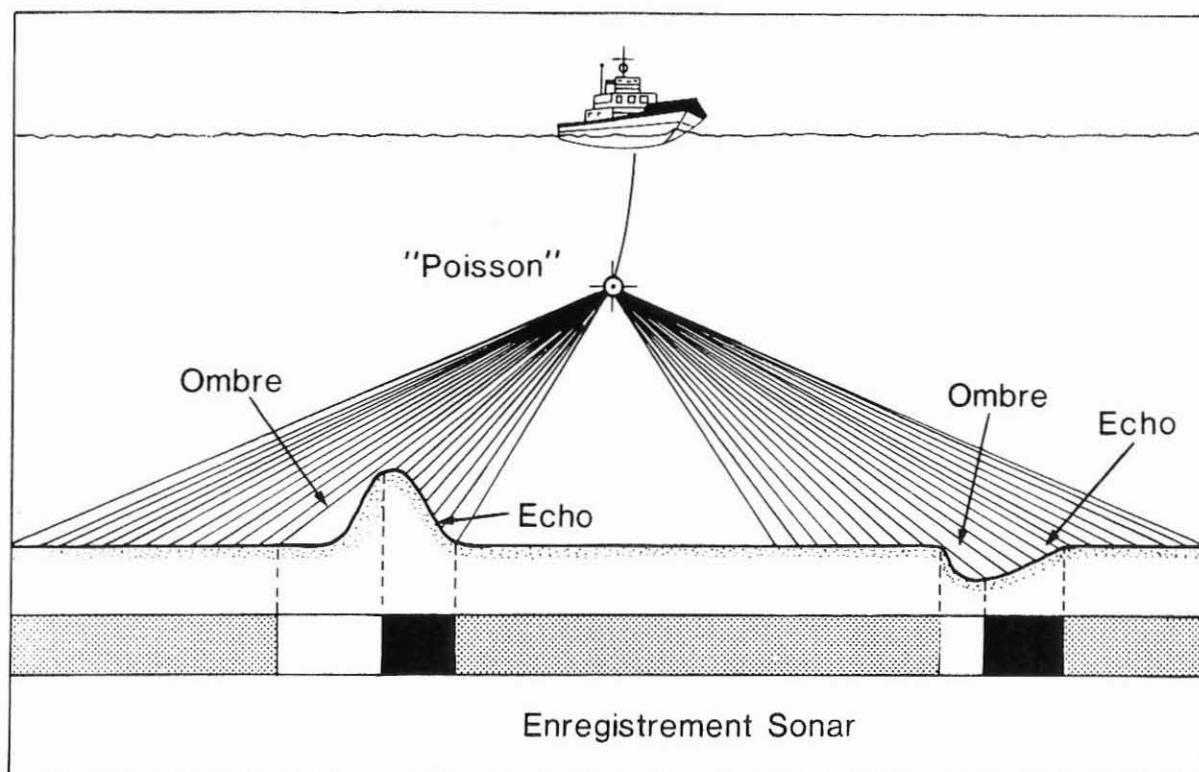


Fig. 2 - Mode de formation des images sonar.

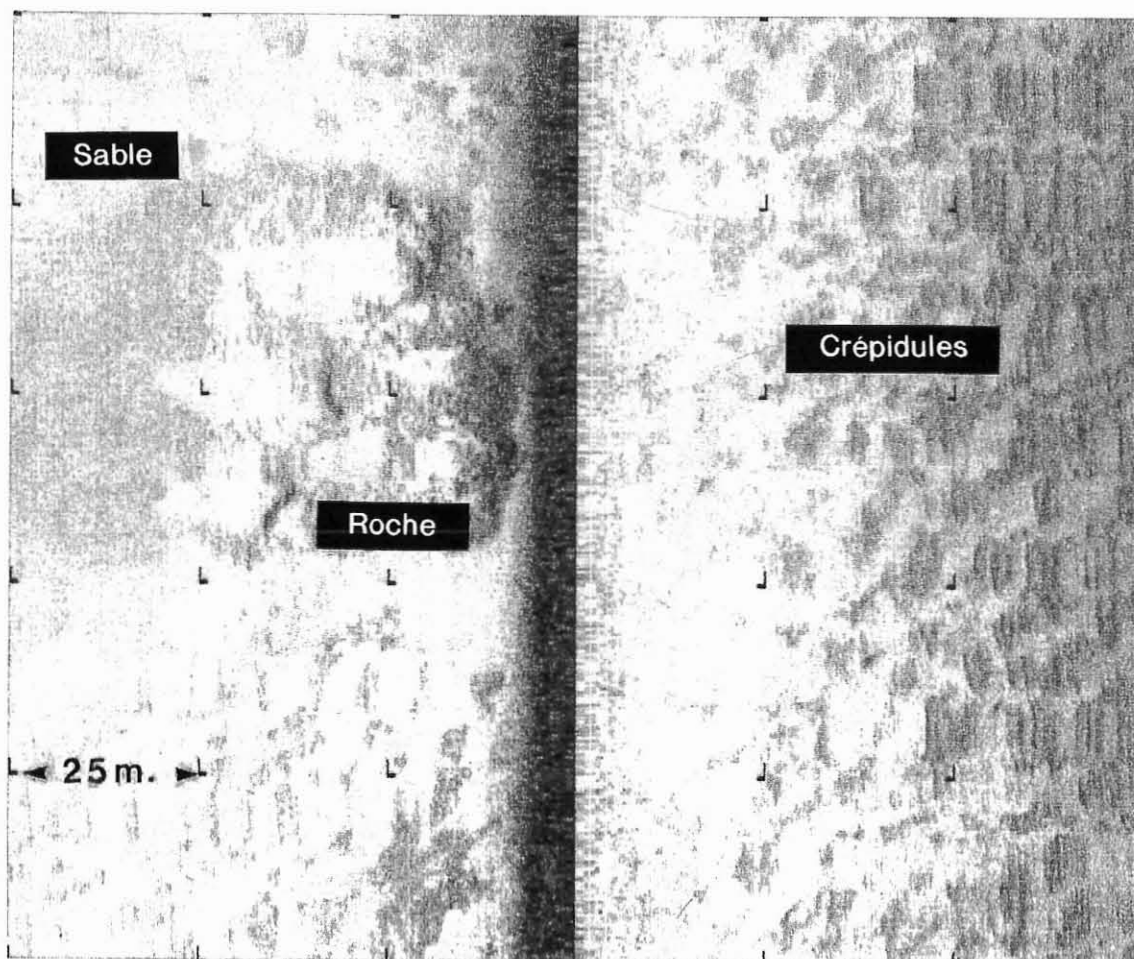


Fig. 3 - Extrait de sonogramme.



Photo 3
Caméra vidéo en version "Troïka"

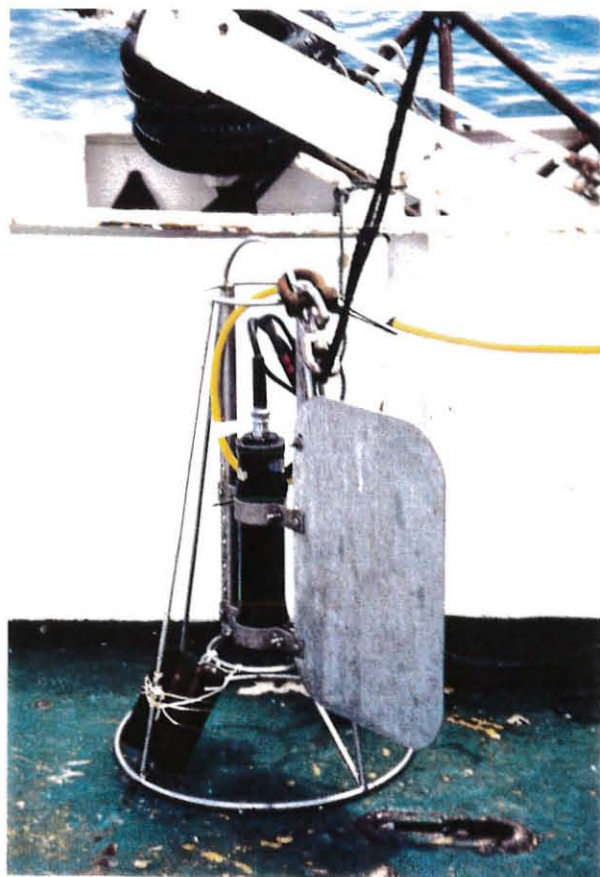


Photo 4
Caméra vidéo en version "Bati ponctuel"

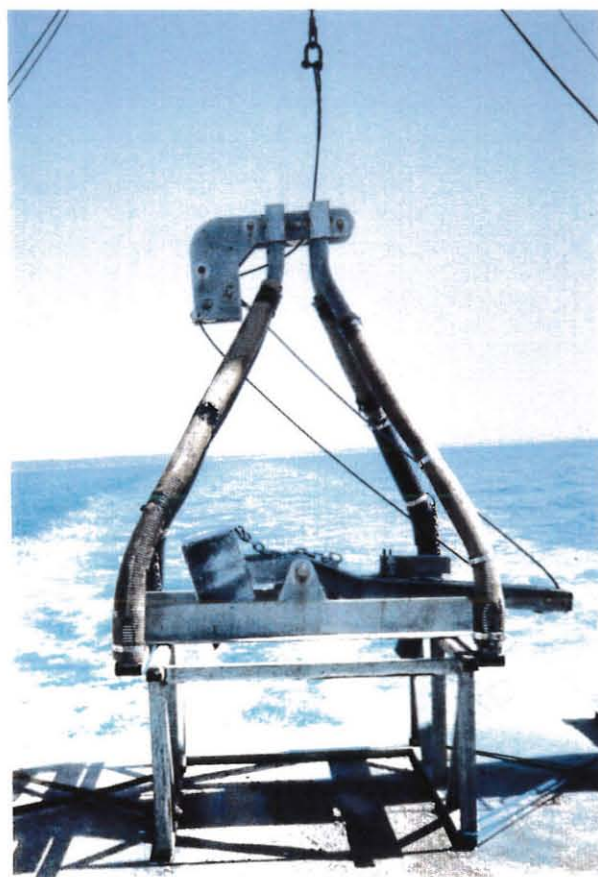


Photo 5
Benne à godet type "Benne Hamon"

3.2.3. Prélèvements benthiques

Un échantillonnage quantitatif de la crépidule a été réalisé dans la baie au moyen d'une benne à godet de type benne Hamon (Photo 5), prélevant une surface de 0,25 m². Le choix de l'outil a été guidé par l'objectif, visant à évaluer les stocks des principaux mollusques filtreurs de la baie. La localisation des points de prélèvements a été déterminée par tirage aléatoire, après qu'une stratification préalable de la baie ait été établie sur la base des résultats préliminaires des observations sonar et vidéo. L'allocation de l'effort d'échantillonnage rapporté à la superficie de chacune des strates, définit le nombre de stations par strates. Ainsi, sur les 171 stations échantillonnées (Fig. 4), à raison de deux prélèvements par station, l'effort a été réparti de la manière suivante : 72 % dans la strate de faible densité, 18 % dans la strate de densité moyenne et 10 % dans la strate de forte densité.

3.3. Méthodes d'analyses

3.3.1. Analyse des sonogrammes

Au cours des cinq missions de prospection sonar programmées dans la baie de Saint-Brieuc, entre 1990 et 1993, près de 2000 km de profils, soit une couverture d'environ 400 km², ont été réalisés. Les sonogrammes, enregistrés au 1/1000^{ème}, ont fait l'objet d'analyses complémentaires conduisant à :

- identifier les formations géologiques superficielles, ainsi que les grands ensembles morphosédimentaires ;
- répertorier les traces d'engins de pêche : empreintes des dragues, sillons formés par les panneaux de chaluts ;
- établir la répartition spatiale de la crépidule dans la baie.

Un premier examen de l'ensemble des sonogrammes a permis de reconnaître les différents degrés de rétrodiffusion et d'établir ainsi les principaux "faciès sonar".

La réponse sonar des crépidules est comparable à celle des sédiments grossiers. Lorsque les crépidules sont distribuées en taches sur un fond de sable, le contraste est fort et l'identification aisée (Fig. 5). Un faciès gris uniforme (Fig. 6) peut, en revanche, aussi bien représenter un tapis de crépidules qu'un fond grossier constitué de maërl, de débris coquilliers ou de cailloutis ; le contrôle par imagerie vidéo est alors indispensable.

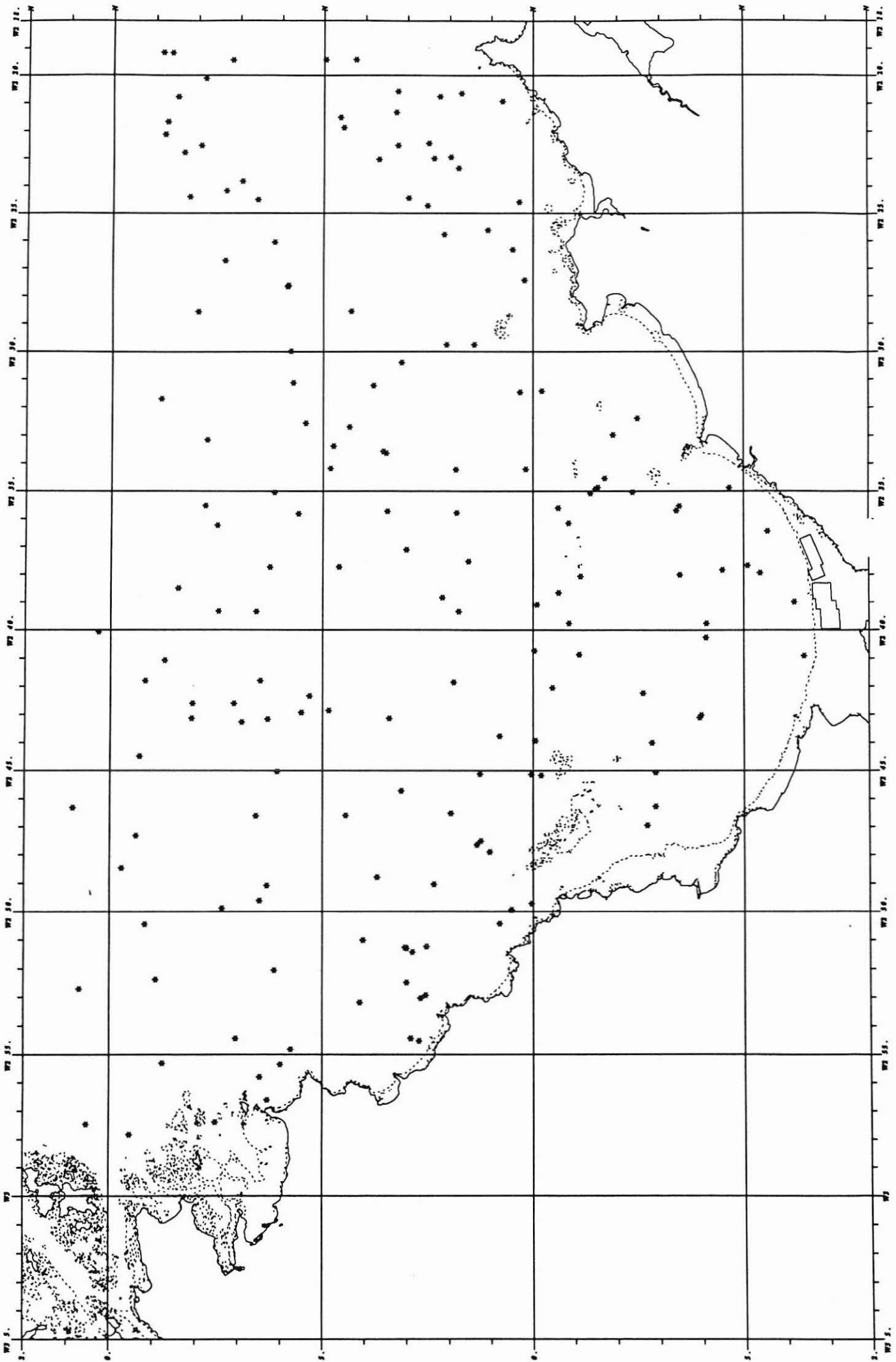


Fig. 4 - Carte de répartition des stations de prélèvements quantitatifs.

• *Evaluation des % de recouvrement du fond par les crépidules*

Les sonogrammes sont tout d'abord fragmentés en séquences homogènes et un pourcentage de recouvrement est attribué à chaque séquence :

- soit par comparaison à une gamme étalon ;
- soit en estimant le recouvrement moyen de la séquence, en procédant à une dizaine de mesures aléatoires.

Un "échelle de qualité" s'est imposée afin de différencier les séquences pour lesquelles le pourcentage de recouvrement est aisément évalué de ceux où il l'est moins.

• *Elaboration d'une carte analytique*

Les résultats consignés dans les fiches de dépouillement des sonogrammes ont été reportés sur la carte des profils sonar en prenant soin d'intégrer aussi bien les informations qualitatives (3 niveaux de certitude) que quantitatives, ces dernières étant regroupées en 5 classes de recouvrement (< 5 %,]5-20 %],]20-40 %],]40-70 %],]70-100 %]).

3.3.2. Dépouillement des enregistrements vidéo

Près de 60 km de profils vidéo et 130 observations sous-marines ponctuelles ont complété les informations sonar, permettant ainsi de :

- confirmer la présence ou non de crépidules dans les cas litigieux ;
- préciser les pourcentages de recouvrement ;
- fournir des éléments de compréhension sur les modes de progression de la crépidule, notamment sur fonds meubles.

La méthode de dépouillement des enregistrements vidéo s'apparente à celle appliquée aux sonogrammes, à savoir :

- une première visualisation des documents afin d'identifier les niveaux de colonisation :
 - { chaînes éparses
 - { taches de \pm grande dimension
 - { tapis ;
- une partition de l'imagerie en séquences homogènes ;
- une estimation des pourcentages de recouvrement.

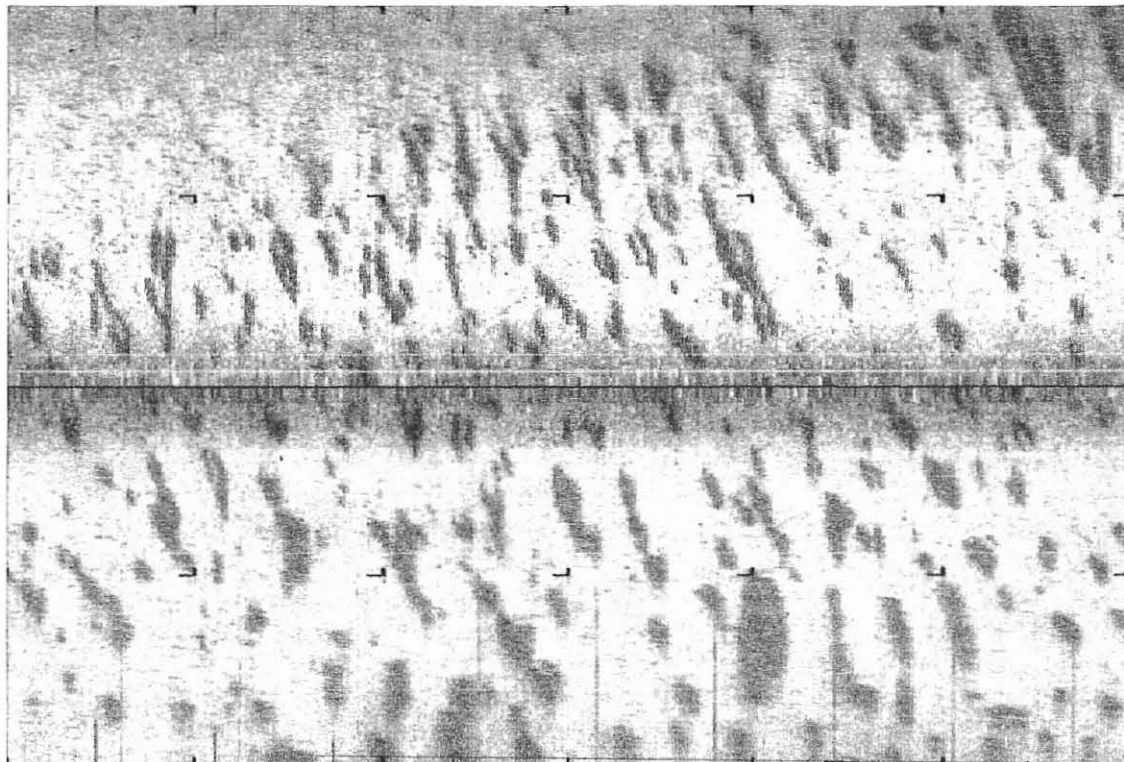


Fig. 5 – Taches de crépidules sur sable.

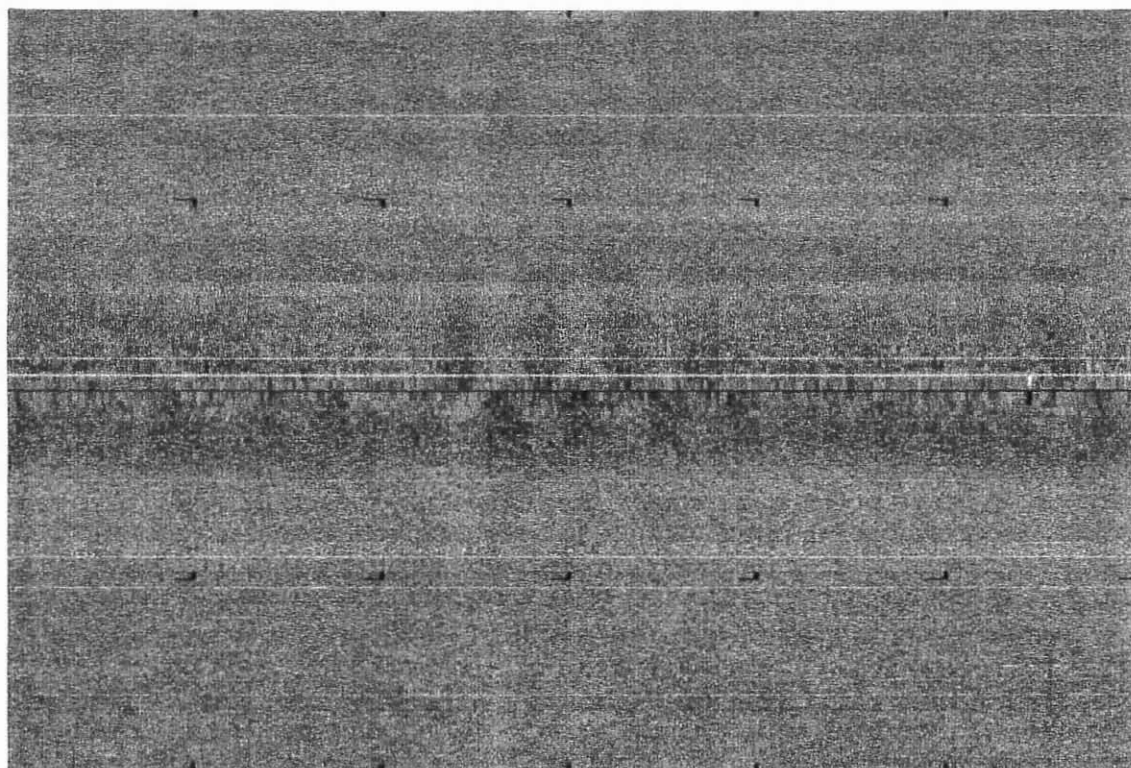


Fig. 6 – Fond gris uniforme.

3.3.3. Traitement des échantillons biologiques

Les échantillons sont tamisés sur maille carrée de 5 mm, puis les crépidules, séparées de leur support, sont pesées ; les poids frais des deux échantillons d'une même station sont cumulés. Chaque station étant affectée à une strate, on obtient ainsi pour chaque strate un ensemble de valeurs de biomasse, dont la moyenne est considérée comme moyenne pondérale pour la strate.

4. Résultats

4.1. Répartition spatiale de la crépidule dans la baie

4.1.1. Présentation de la carte

La carte de synthèse (Fig. 7)* résulte d'une extrapolation de la carte analytique sonar, complétée par l'ensemble des données biologiques et sédimentaires disponibles. Elle rend compte de la distribution quantitative de la crépidule dans la baie de Saint-Brieuc, en terme de colonisation du fond. Elle se présente sous la forme d'enveloppes de concentration correspondant aux différentes classes de recouvrement (Tableau 2). L'essentiel du gisement s'étend sur quelques 200 km² à la périphérie de la baie, notamment sur la façade ouest.

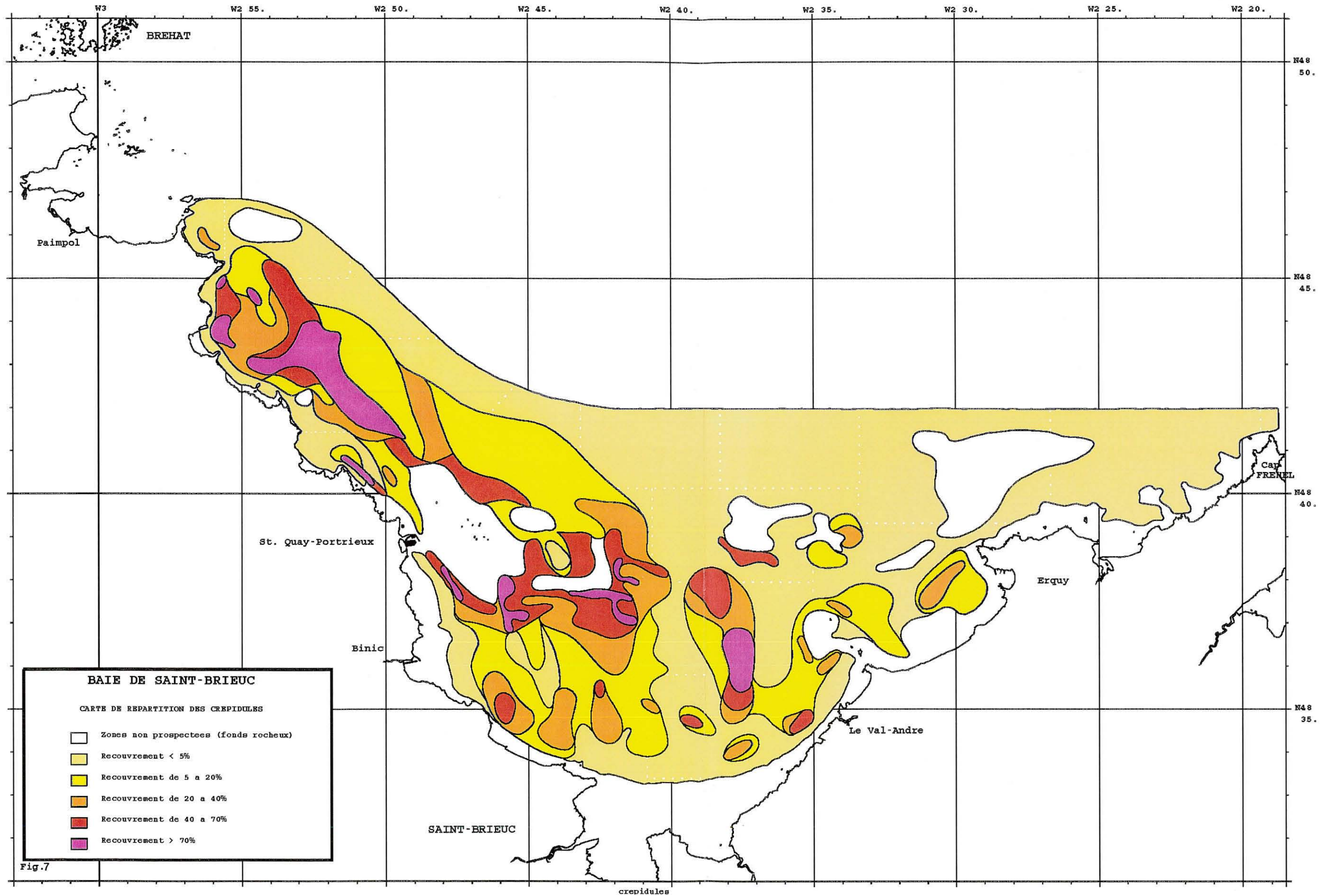
Tableau 2 : Superficie des différentes strates de colonisation

Strate	Superficie	%
[0 - 5 %]	218 km ²	47,39
]5 - 20 %]	90 km ²	19,56
]20 - 40 %]	43 km ²	9,35
]40 - 70 %]	31 km ²	6,74
]70 - 100 %]	18 km ²	3,91
Superficie de la zone prospectée au sonar : 460 km ²		
Superficie des secteurs rocheux (non échantillonnés) : 60 km ²		

4.1.2. Interprétation

La confrontation de la carte de synthèse avec les données bathymétriques, courantologiques, géomorphologiques et sédimentologiques, disponibles par ailleurs, fournit un certain nombre d'éléments explicatifs sur la répartition de la crépidule dans la baie.

* Carte digitalisée par J.P. Mazé, DRO/GM.



Les plus fortes concentrations sont observées à proximité des platiers rocheux (Roches St Quay, Rohein, Plateau des Jaunes ...), le substrat, constitué d'éléments grossiers (graviers, sables grossiers, maërl), étant propice à la fixation des larves et des adultes. Les crépidules se sont d'autre part implantées massivement, dans des secteurs à sédimentation où les courants sont faibles (cas de la zone située en centre baie, entre Rohein et Trahillion). Elles ont dans ce cas colonisé des sables plus ou moins envasés qui, pourtant, n'étaient pas favorables à leur implantation. On peut alors penser qu'elles ont progressivement colonisé ces espaces, transportées par les courants et la houle à partir des foyers rocheux, mais également dispersées par les activités humaines (rejets de pêche) ; les adultes offrent alors un support aux nouveaux arrivants.

Leur développement est également conséquent dans les dépressions, de plus ou moins grande importance. Ainsi, les crépidules prolifèrent-elles dans ce que RUE (1988) appelle la dépression occidentale (nord-ouest de la baie), mais également dans des accidents morphologiques plus réduits, tels la "cuvette" localisée à l'entrée nord du chenal de St Quay. On les observe, de même, accumulées au pied de dunes sableuses, comme "aux Comtesses", ou stabilisées à la côte, aux environs de l'isobathe 5 m, à la remontée des fonds.

Dans les zones de courants moyens à forts, les chaînes de crépidules qui transitent sur le fond peuvent se maintenir plus ou moins durablement dans les creux de rides ou les sillons formés par les engins de pêche (dragues et chaluts).

Les activités de pêche aux engins trainants ont une incidence notable sur la prolifération des crépidules : essaimage, labourage des fonds ayant pour conséquence une modification de la structure et la texture des sédiments (remontée en surface d'éléments grossiers, production de débris coquilliers provoqués par la casse), abris formés par les traces d'engins (Fig. 8).

Ainsi, peut-on observer tous les stades de colonisation en constante évolution :

- chaînes éparses ;
- taches de plus ou moins grande importance (Fig. 9), formées par des concentrations de chaînes, parfois organisées en rubans (Fig. 10) ;
- tapis (Fig. 11) : stade ultime de colonisation qui aboutit à un recouvrement du fond avec les conséquences connues sur les activités de pêche, moins connues sur l'évolution des peuplements.

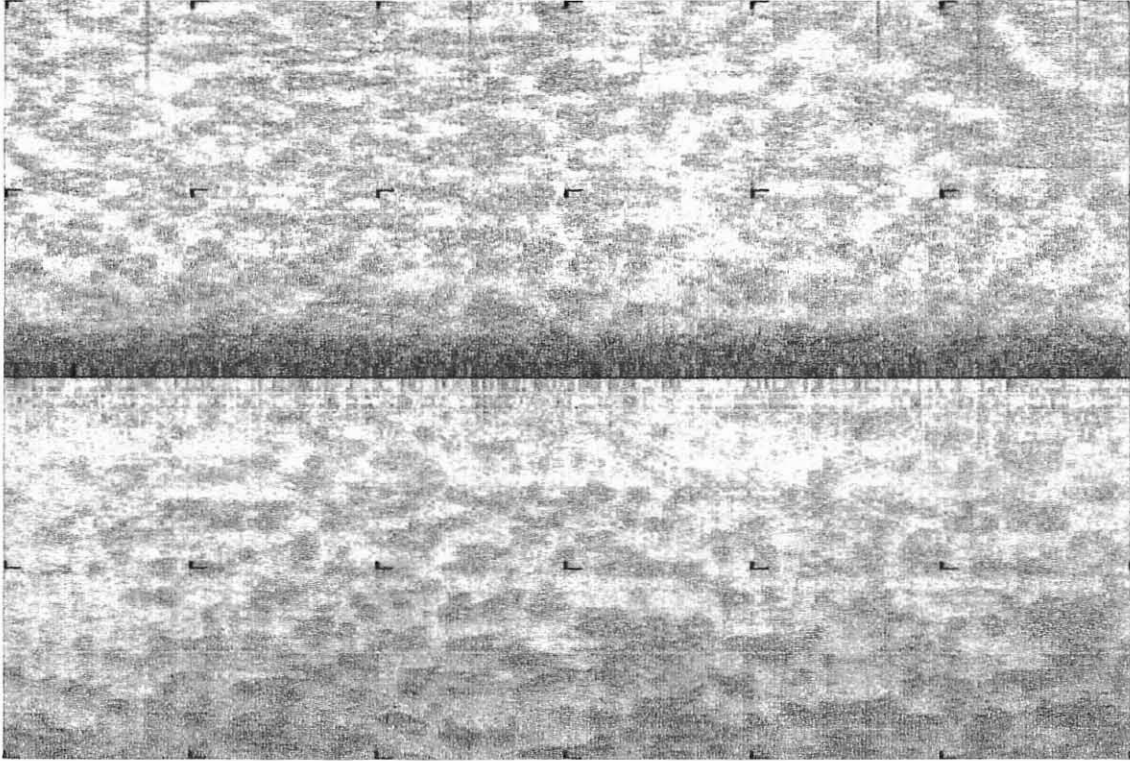


Fig. 8 – Répartition en taches (recouvrement d'environ 50 %).

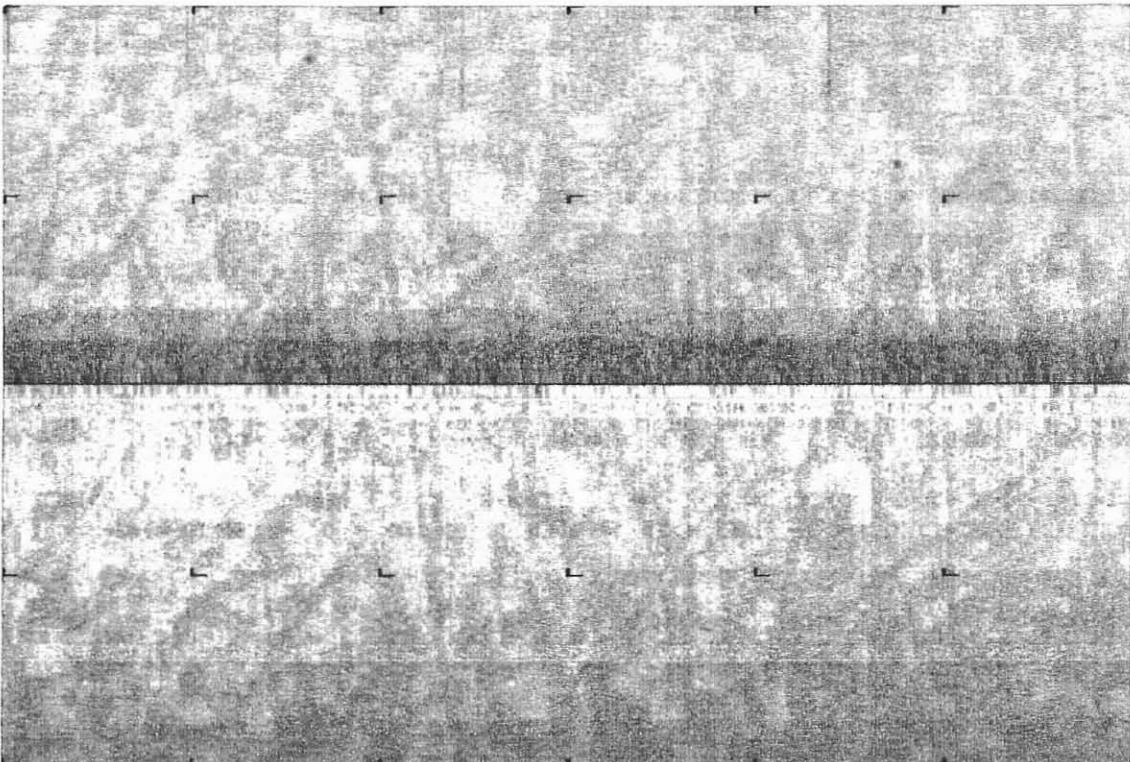


Fig. 9 – Fond fortement impacté par les engins de pêche.

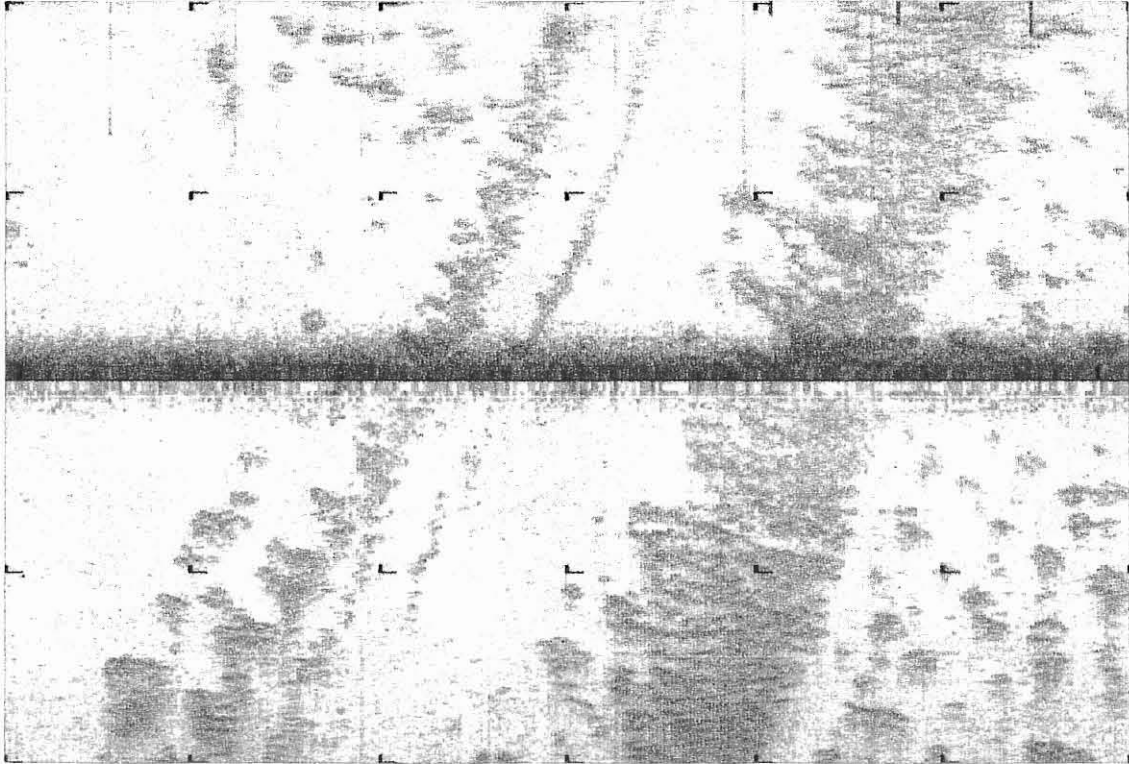


Fig. 10 - Crépidules ayant colonisé des rubans de maërl.

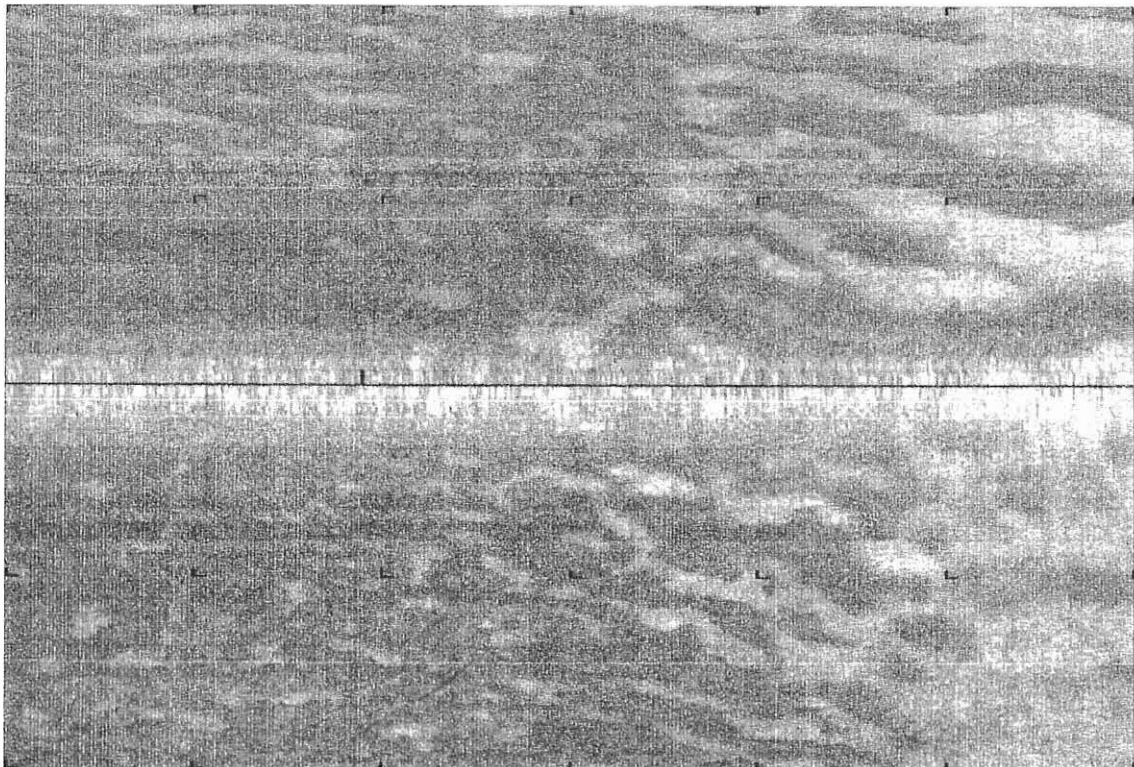


Fig. 11 - Tapis de crépidules.

Pourtant certains secteurs de la baie sont actuellement peu ou pas impactés :

- la zone du large, plus profonde, qui se trouve à l'écart de l'essaimage naturel (courant, houle) ou artificiel (activités de pêche) ;
- le couloir central de la baie régulièrement chaluté ;
- au-delà du cap d'Erquy, vers l'est, les crépidules sont rares, les courants étant vraisemblablement trop importants.

La progression de la crépidule dans la baie a été considérable depuis son apparition dans les années 70. Un point de comparaison permet de juger de cette progression. Une couverture sonar, réalisée en 1986, dans le nord-ouest de la baie entre le plateau de St Quay et la Pointe de Plouézec (*cf.* Fig. 1), a ainsi été réexaminée. Il s'avère qu'à l'époque, seule la bordure côtière était colonisée, alors qu'aujourd'hui la majeure partie de la dépression occidentale est colonisée.

4.2. Estimation du stock

Les résultats pondéraux issus de l'échantillonnage quantitatif figurent en annexe ; ils sont exprimés en kilogramme de poids frais total. La position de chaque échantillon, ainsi que son appartenance à une strate est également mentionnée. De ces résultats sont extraites des valeurs moyennes par strate assorties de l'écart-type.

Numéro strate	Caractéristique	Nombre de station	Biomasse moyenne (kg.m ⁻²)
1	densité faible (0 - 5 %)	122	$\bar{x} = 0,0204$ $s = 0,1186$
2	densité moyenne (5 - 20 %)	31	$\bar{x} = 0,6140$ $s = 1,2392$
3	densité forte (20 - 100 %)	18	$\bar{x} = 1,956$ $s = 2,284$

4.2.1. Calcul des surfaces de strates

Pour cette estimation quantitative, la zone considérée est limitée au nord par la latitude de Bréhat (48°51) et à l'est par la verticale du cap Fréhel (2°18). Seuls les secteurs infralittoraux sont échantillonnés. La strate d'ilots et de fonds rocheux (roches de St Quay, roches d'Erquy ...) n'est pas prise en compte dans cette évaluation. Les différentes surfaces sont mesurées par planimétrie, à partir des cartes 822 et 823 du S.H.O.M.

4.2.2. Calcul des biomasses

A partir des valeurs moyennes ci-dessus, la biomasse de chaque strate est calculée. L'intervalle de confiance autour de la moyenne, au seuil de sécurité de 95 % est égal à $\frac{2 s}{\sqrt{n}}$.

Pour chaque biomasse, une estimation de cet écart est proposée :

Numéro strate	Biomasse (kg./m ²)	Surface (km ²)	Biomasse totale (tonnes)
1	0,0204	675	13770 ± 14494
2	0,6140	90	55260 ± 40068
3	1,956	91	177996 ± 146968
TOTAL		856	247026 ± 201530

La biomasse totale de crépidules, sur l'ensemble de la baie de Saint-Brieuc, est donc estimée à environ 250 000 tonnes ± 200 000 tonnes.

4.2.3. Discussion des résultats pondéraux

La valeur élevée de l'écart à la moyenne, dans l'estimation de la biomasse totale, est due à deux raisons essentielles :

1) un matériel d'échantillonnage ponctuel, en l'occurrence une benne, n'est pas le meilleur outil pour évaluer une espèce répartie le plus généralement en taches. Un engin traînant (drague) permettrait d'échantillonner de plus larges surfaces, et donc de pondérer cette estimation, et d'abaisser cet écart (BLANCHARD et YOUENOU, 1993). Rappelons que cette méthode a été employée ici dans le but d'évaluer l'ensemble de la population des mollusques filtreurs de la baie et non la seule crépidule.

2) La récolte de deux échantillons par station est un compromis entre le temps imparti et l'effort d'échantillonnage nécessaire sur une aussi grande zone. La multiplication d'échantillons à chaque station ou l'augmentation du nombre de stations aurait vraisemblablement réduit cet écart à la moyenne.

Le poids important, donné à la strate de faible densité, dont la surface représente les 3/4 de la baie, accentue également cet écart à la moyenne d'une part, mais il minimise aussi cette moyenne.

La plus forte biomasse, soit 11,2 kg de poids frais par mètre carré, a été enregistrée à la station 3.13 (Annexe), au sud des roches de St. Quay.

Des plongées en scaphandre autonome, effectuées par ailleurs en juin 1993 dans le secteur de Caffa, ont permis de prélever divers échantillons dont deux pesaient chacun 21,5 et 28,9 kg (poids total frais), ce qui correspond, après mise à l'écart des supports, à une biomasse en poids frais de 13,1 et 17,6 kg.m⁻² respectivement (LAUTE, 1993).

Ces valeurs indiquent qu'il existe localement des biomasses supérieures à celles qui ont été prises en compte dans notre estimation.

CONCLUSION

La prolifération de la crépidule sur les côtes de France est un phénomène récent et de grande importance. En baie de Saint-Brieuc, les premières observations datent d'il y a tout juste une vingtaine d'années. Aucune évaluation de l'ensemble du stock de la baie n'avait jusqu'à ce jour été entreprise.

La confrontation de résultats, acquis dans le cadre de divers programmes d'étude conduits dans la baie ces dernières années, a permis d'établir la répartition quantitative de l'espèce, d'en évaluer le stock et de fournir des éléments explicatifs sur sa dispersion.

L'utilisation du sonar à balayage latéral se révèle être une technique prometteuse pour la cartographie de l'espèce. Néanmoins, cette technique présente des limites dues à la résolution du sonar (de l'ordre de 50 cm) et à la difficulté d'identifier les crépidules sur fonds grossiers (cailloutis, graviers, sables coquilliers grossiers). L'imagerie vidéo permet alors de valider et de compléter les informations sonar, l'échelle d'observation étant plus fine mais aussi plus ponctuelle.

Le stock de crépidules de la baie a été également estimé, en utilisant une méthode classique d'échantillonnage à la benne. Il est envisageable, à l'avenir, d'établir des corrélations entre le pourcentage de recouvrement du fond par la crépidule, obtenu par sonar et vidéo sous-marine, et les biomasses correspondantes. L'étude de la répartition de la crépidule aux moyens du sonar latéral et de la vidéo sous-marine renseigne également sur les stades de colonisation (crépidules éparses, en taches, en tapis ...).

Les résultats de ce travail de synthèse permettent d'estimer le stock à environ 250 000 tonnes (poids frais), réparties à la périphérie de la baie, notamment sur la frange ouest. Près de 20 % des fonds de la baie, limitée par une ligne Bréhat - Fréhel, présentent un recouvrement de crépidules supérieur à 20 %, le stade ultime de colonisation, sous forme de tapis (70 à 100 % de recouvrement), occupant 4 % de la superficie.

Il s'agit là d'une situation préoccupante, d'autant plus que le phénomène continue de s'amplifier, ainsi qu'en témoignent des comparaisons locales dans le temps. Ceci n'est pas sans conséquences sur les activités de pêche, certains secteurs devant être délaissés à toute forme de récolte par engins traïnants. Il faut cependant souligner que ces activités ont une incidence sur la prolifération, d'une part, en accroissant la dispersion par les rejets, d'autre part, en favorisant la colonisation des fonds meubles, par la formation d'abris (sillons de dragues et de chaluts).

La connaissance précise de la répartition quantitative de la crépidule dans la baie de Saint-Brieuc constitue un préalable à deux programmes d'études actuellement envisagés :

- l'un, visant à étudier son exploitation industrielle et sa valorisation ;
- l'autre, ayant pour objectif d'étudier l'impact de sa prolifération sur la biodiversité du compartiment benthique.

L'intérêt, ici démontré, de l'utilisation de techniques nouvelles de prospection des fonds marins pour la cartographie quantitative de la crépidule, devrait, à l'avenir, favoriser l'estimation et le suivi des gisements de cette espèce sur notre littoral, préalable à tout projet d'intervention visant à limiter sa prolifération.

BIBLIOGRAPHIE

AUDOUIN M., 1993. Distribution quantitative de la crépidule en baie de Saint-Brieuc, sur la base d'une exploitation de données sonar et vidéo sous-marine. Rapp. IFREMER/DEL, 18 p. + annexes.

BLANCHARD M. et YOUENOU G., 1993. Evaluation quantitative de la crépidule (*Crepidula fornicata*) en baie de Cancale. Rapp. IFREMER/DEL 93.20, 13 p. + annexes.

BONNOT-COURTOIS C. et LE VOT M., 1993. Baie de Saint-Brieuc. Carte de répartition des sédiments superficiels en 1962. Laboratoire de Géomorphologie-E.P.H.E., 17 p. + cartes.

DUPOUY H. et LATROUITE D., 1979. Le développement de la crépidule sur le gisement de coquilles Saint-Jacques de la baie de Saint-Brieuc. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches mar.*, 292, p. 13-19.

GROS P. et HAMON D., 1988. Typologie biosédimentaire de la baie de Saint-Brieuc (Manche Ouest), et estimation de la biomasse des catégories trophiques macrozoobenthiques. Rapp. IFREMER/DERO 88-27 EL, 153 p.

HOULGATTE E. et HAMON D., 1991. Cartographie géomorphologique et sédimentologique en baie de Saint-Brieuc. Cartes 1/10.000 + Notice.

LAUTE J.B., 1993. Détermination de l'âge et structure d'une population de *Crepidula fornicata* en baie de St Brieuc. Rapp. IFREMER/DEL 93.18, 10 p.

LEHAY D., 1989. Etude de l'hydrologie et de l'hydrodynamique de la baie de Saint-Brieuc. Approche de l'influence de l'hydrodynamisme sur la coquille Saint-Jacques. *Thèse doc. Univ., Univ. Bretagne Occidentale, Brest*, 330 p.

ROUAULT J.-P., 1991. Distribution quantitative de la crépidule (*Crepidula fornicata*) en baie de Saint-Brieuc. Première approche. Rapp. IFREMER/DERO-EL 91-19, 21 p. + annexes.

RUE O., 1988. Sédimentologie et morphogénèse des rivages et fonds de la baie de Saint-Brieuc. *Thèse doc. Univ., Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay*, 254 p.

THOUZEAU G., 1989. Déterminisme du pré-recrutement de *Pecten maximus* (L.) en baie de Saint-Brieuc. *Thèse doc. Univ., Univ. Bretagne Occidentale, Brest*, 545 p.

THOUZEAU G. et HAMON D., 1992. Carte des peuplements benthiques des substrats meubles de la baie de Saint-Brieuc (Manche occidentale). Carte 1/50.000 + Notice.

ANNEXE

Résultats pondéraux de l'échantillonnage des crépidules à la benne Hamon

(exprimés en poids frais total pour 0,25 m²).

N° Strate benne	Poids (kg)	Position		N° Strate benne	Poids (kg)	Position		N° Strate benne	Poids (kg)	Position	
		Lat	Long.			Lat	Long.			Lat	Long.
				1 28		4846480	241785	1 56		4846139	245030
1 1		4845718	231110	1 28		4846506	241823	1 57		4835890	239743
1 1		4845711	231142	1 29		4844443	246590	1 57		4835864	239770
1 2		4839141	239749	1 29		4844491	246619	1 58		4844616	237719
1 2		4839137	239812	1 30		4841778	239338	1 58		4844546	237609
1 3	0,26	4840797	243764	1 30	0,06	4841708	239273	1 59		4843130	230388
1 3	0,08	4840740	243773	1 31		4848424	238485	1 59		4843098	230357
1 4		4846160	235044	1 31		4848384	238357	1 60		4835894	240250
1 4		4846168	235134	1 32		4850700	252706	1 60		4835896	240338
1 5		4839903	239084	1 32		4850720	252617	1 61		4847101	242599
1 5		4839916	239168	1 33		4843414	243136	1 61		4847044	242551
1 6		4848740	241070	1 33		4843441	243158	1 62		4846252	237744
1 6		4848675	240967	1 34	0,54	4841961	246527	1 62		4846289	237746
1 7	0,14	4839782	231414	1 34		4841978	246534	1 63	0,005	4845418	232560
1 7	0,01	4839776	231453	1 35		4844745	233374	1 63		4845420	232596
1 8		4847761	233149	1 35		4844728	233375	1 64		4849723	248454
1 8		4847761	232957	1 36		4850274	240066	1 64		4849694	248391
1 9	0,01	4836521	235534	1 36		4850207	239803	1 65		4839150	236151
1 9		4836504	235568	1 37		4843136	245714	1 65		4839162	236182
1 10		4847794	235521	1 37		4843149	245699	1 66		4844365	232699
1 10		4847798	235412	1 38		4841891	241847	1 66		4844316	232632
1 11		4848103	243136	1 38		4841844	241875	1 67		4841842	234222
1 11		4848120	243120	1 39		4843016	237098	1 67		4841868	234235
1 12		4844036	251004	1 39		4842967	237035	1 68		4849186	241789
1 12		4844072	251011	1 40		4843697	248786	1 68		4849189	241688
1 13		4840173	234200	1 40		4843731	248763	1 69		4846492	249613
1 13		4840197	234252	1 41		4846573	246613	1 69		4846524	249615
1 14		4840305	231452	1 41		4846612	246591	1 70		4846921	243263
1 14		4840266	231467	1 42		4849314	244478	1 70		4846919	243233
1 15		4848841	231686	1 42		4849290	244361	1 71		4846310	249076
1 15		4848785	231522	1 43		4843802	231219	1 71		4846352	249060
1 16		483996	24072	1 43		4843813	231210	1 72		4839939	243927
1 16		483997	24073	1 44		4842170	238834	1 72		4839902	243915
1 17		4848085	242605	1 44		4842132	238817	1 73		4833797	238980
1 17		4848096	242593	1 45		4833560	240909	1 73		4833797	238980
1 18		4845306	242334	1 45		4833560	240909	1 74		4843501	233621
1 18		4845350	242356	1 46		4844845	242855	1 74		4843477	233557
1 19		4847474	239316	1 46		4844879	242889	1 75		4844817	234169
1 19		4847495	239376	1 47		4839382	238653	1 75		4844812	234141
1 20		4841822	235792	1 47	0,005	4839383	238671	1 76		4845500	242928
1 20		4841855	235864	1 48		4843467	235726	1 76		4845537	242941
1 21		4847515	236235	1 48		4843409	235663	1 77		4836510	238005
1 21		4847496	236110	1 49		4846300	243166	1 77		4836510	238005
1 22		4847374	249875	1 49		4846354	243156	1 78	0,005	4838862	238062
1 22		4847411	249874	1 50		4849172	250443	1 78		4838862	238062
1 23		4850862	246307	1 50		4849177	250442	2 1		4837516	232382
1 23		4850844	246227	1 51		4843569	233564	2 1		4837475	232333
1 24		4848918	252368	1 51		4843487	233545	2 2	0,74	4834431	236435
1 24		4849009	252472	1 52		4846135	252043	2 2		4833367	237524
1 25		483718	24400	1 52	0,065	4846136	252020	2 6	1,65	4846299	256611
1 25		483721	24399	1 53		4846576	239331	2 6	1,38	4846313	256614
1 26		4845583	235813	1 53		4846593	239346	2 7	0,25	483729	24695
1 26		4845604	235827	1 54		4841536	237527	2 7	0,22	483737	24695
1 27		4849391	247316	1 54		4841527	237553	2 8		4847042	254430
1 27		4849547	247418	1 55		4836588	235699	2 8		4847079	254495
				1 55		4836584	235762	2 9		4838286	234522
				1 56		4846080	245022	2 9	0,02	4838301	234544

Strate	N°		Position		Strate	N°		Position		Strate	N°		Position	
	benne	Poids (kg)	Lat	Long		benne	Poids (kg)	Lat	Long		benne	Poids (kg)	Lat	Long
2	10	0,18	4843043	251252	3	6	0,2	4843050	251297	1	91		4847918	222682
2	10	0,22	4843080	251268	3	7	0,92	4842562	252918	1	107		4848329	222828
2	11	0,5	4834903	237670	3	7	0,3	4842559	252920	1	107		4848284	222915
2	11		4834907	237731	3	8	0,04	4842875	251411	1	126		4848253	224376
2	13	0,005	4837629	235028	3	8	0,08	4842915	251458	1	126		4848293	224471
2	13		4837631	235034	3	9	0,52	4842908	254434	1	50		4848710	222255
2	14	0,98	4841026	247889	3	9	1,36	4842920	254445	1	84		4848789	221845
2	14	0,05	4841029	247896	3	11	0,04	484004	24513	1	84		4848815	221991
2	15	0,003	4846483	255796	3	11	0,7	484000	24503	1	152		484855	22083
2	15		4846463	255820	3	12	0,25	4842670	253029	1	152		484879	22114
2	16		4841270	245117	3	12	0,51	4842618	252965	1	151		484791	22027
2	16		4841273	245175	3	13	2,8	483709	24505	1	151		484798	22044
2	18		4850522	257461	3	13	1,65	483717	24501	1	62		4848869	219263
2	18		4850552	257391	3	14	0,25	4835499	237827	1	62		4848902	219396
2	19		4847527	257394	3	14	0,07	4835504	237865	1	47		4848647	219365
2	19		4847519	257382	3	15		4842714	254518	1	47		4848710	219521
2	20	0,14	483953	24204	3	15		4842703	254491	1	150		4847376	219699
2	20	0,25	483951	24199	3	16	0,06	4840792	250417	1	136		4844993	219440
2	21		4841335	247645	3	16	0,12	4840821	250471	1	136		4844999	219577
2	21	0,11	4841359	247648	3	17	0,05	4840511	249941	1	104		4844245	219634
2	22	0,01	4839399	235614	3	17	0,12	4840532	249977	1	104		4844274	219766
2	22		4839391	235662	3	18	0,005	4840030	249710	1	89		484457	22130
2	23		4848760	255299	3	18		4840060	249827	1	89		484457	22078
2	23	0,015	4848652	255250	3	19	0,025	4842361	249038	1	39		484448	22171
2	24		4845749	254817	3	19	0,35	4842396	249045	1	39		484449	22145
2	24		4845655	254737	1	7		484147	22974	1	147		4843699	222998
2	25		483890	24086	1	7		484151	22960	1	147		4843690	222969
2	25		483890	24083	1	3		4840465	226303	1	86		484281	22430
2	26	0,05	4841243	247504	1	3		4840483	226209	1	86		484275	22368
2	26	0,02	4841219	247510	1	13		4840150	227042	1	161		484245	22450
2	27	0,18	4838450	234855	1	13		4840151	226932	1	161	0,02	484252	22417
2	27	0,19	4838425	234893	1	24		4841085	225438	1	117		4840309	224523
2	28	0,005	4845985	255344	1	129		484208	22966	1	117		4840281	224427
2	28		4845959	255333	1	129	0,02	484210	22959	1	162		484085	22102
2	29		4836054	243100	1	160		484438	22855	1	162		484086	22095
2	29		4836063	243117	1	160		484437	22855	1	59		4841797	223347
2	30		4838094	232983	1	140		484206	22530	1	59		4841784	223412
2	30		4838087	232980	1	140		484206	22516	1	79		4841983	223023
2	31		4849528	257828	1	68		4845731	229929	1	55		4842334	222901
2	31	0,1	4849553	257839	1	68		4845756	230138	1	55		4842321	222870
2	32	0,5	483709	24627	1	65		4848062	228715	1	30		4842493	222464
2	32	1,1	483715	24624	1	65	0,01	4848040	228760	1	30		4842448	222417
2	33	0,09	4838630	235072	1	75		484625	22615	1	155		484320	22233
2	33	0,09	4838602	235111	1	75		484632	22629	1	155		484323	22271
2	34		4834613	237928	1	157		484741	22690	1	105		4843248	221439
2	34	0,21	4834613	237928	1	157		484751	22706	1	105		4843238	221380
3	1	0,62	4844101	253181	1	52		484578	22795	1	144		4843252	220583
3	1	0,7	4844137	253165	1	52		484585	22806	1	144		4843288	220493
3	2	0,79	4839806	245156	1	159		484595	22769	1	95		4842164	220550
3	2	0,12	4839745	245160	1	159		484614	22809	1	95		4842127	220333
3	3	1,58	4843008	252475	1	28		484662	22466	1	49		4841773	220362
3	3	1,34	4843046	252495	1	28		484662	22467	1	49		4841822	220177
3	4	0,55	483739	24223	1	17		484705	22477					
3	4	0,25	483745	24222	1	17	0,01	484719	22430					
3	5	0,14	4842536	251215	1	81		4847344	224310					
3	5	1	4842606	251264	1	81		4847343	224365					
3	6	0,1	4843010	251279	1	91		4847920	222573					